

Milieueffectrapport Kavelbesluit Borssele

Kavel IV

Definitief

Ministerie van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu en Rijkswaterstaat

Grontmij Nederland B.V.
Houten, 13 november 2015

Verantwoording

Titel : Milieueffectrapport Kavelbesluit Borssele

Subtitel : Kavel IV

Projectnummer : 343907

Referentienummer : GM-0172799

Revisie : D1

Datum : 13 november 2015

Auteur(s) : C.F. (Cor) van Duin, C.J. (Hans) Jaspers (Grontmij), E. (Eric) Arends, S. (Sergej) van de Bilt, M. (Maarten) J. Faijer (Pondera)

E-mail adres : cor.vanduin@grontmij.nl

Gecontroleerd door : M. (Marc) Kreft

Paraaf gecontroleerd : 

Goedgekeurd door : B. (Bavius) de Vries

Paraaf goedgekeurd : 

Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Molen 48
3994 DB Houten
Postbus 119
3990 DC Houten
T +31 88 811 66 00
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	9
Summery	29
1 Inleiding	48
1.1 Aanleiding	48
1.2 M.e.r.-procedure voor de drie kavelbesluiten	49
1.3 Procedure kavels I en II.....	49
1.4 Inhoud milieueffectrapportage	50
1.5 Initiatiefnemer en betrokken partijen	50
1.6 Inspraak	50
1.7 Leeswijzer	50
2 Wet- en regelgeving en beleidskader	52
2.1 Duurzame energiedoelstellingen	52
2.1.1 EU	52
2.1.2 Energieakkoord voor duurzame groei	53
2.2 Ontwikkelingen en beleid windenergie op zee.....	53
2.2.1 Ronde 1 en 2 windparken.....	53
2.2.2 Nationaal Waterplan 1 (NWP1) en Beleidsnota Noordzee.....	53
2.2.3 Rijksstructuurvisie Windenergie op zee	54
2.2.4 Routekaart windenergie op zee	54
2.2.5 Noordzee 2050 Gebiedsagenda, Nationaal Waterplan 2 (NWP2) en nieuwe Beleidsnota Noordzee	56
2.3 Wet windenergie op zee	57
2.4 Belangrijkste internationaal beleid	57
2.4.1 Kaderrichtlijn Mariene Strategie.....	58
2.4.2 OSPAR-verdrag (1992)	58
2.4.3 ASCOBANS (1994)	59
3 Onderbouwing locatiekeuze Borssele	60
3.1 Waarom windenergiegebied Borssele?.....	60
3.2 Aandachtspunten windenergiegebieden en uitrol Energieakkoord.....	60
3.3 Beoordeling windenergiegebieden.....	61
3.3.1 Beoordelingskader	61
3.3.2 Niet onderscheidende thema's.....	62
3.3.3 Te beoordelen gebieden.....	63
3.4 Ecologie.....	65
3.4.1 Vogels.....	65
3.4.2 Zeezoogdieren	68
3.5 Landschap: zichtbaarheid.....	70
3.6 Andere functies	71
3.6.1 Scheepvaartveiligheid	71
3.6.2 Olie- en gas.....	71
3.6.3 Visserij	74
3.7 Kosten	76
3.8 Conclusie	77

4	Verkaveling Borssele.....	79
4.1	Uitgangspunten voor de verkaveling	79
4.2	Kenmerken van windenergiegebied Borssele	81
4.3	Verkaveling van windenergiegebied Borssele	83
4.4	Kavels III en IV	84
4.5	Aansluiting op het elektriciteitsnet.....	85
5	Aanpak effectbeoordeling.....	87
5.1	Inleiding bandbreedte-benadering	87
5.2	Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven.....	87
5.2.1	Bandbreedte	87
5.2.2	Alternatieven	90
5.2.3	Elektrische infrastructuur: inter-array bekabeling, platform en tracé export kabel.....	91
5.2.4	Nulalternatief: huidige situatie en autonome ontwikkeling.....	91
5.2.5	Voorkeursalternatief	92
5.3	Beoordelingskader	93
5.3.1	Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie	93
5.3.2	Vogels, vleermuizen en onderwaterleven.....	93
5.3.3	Scheepvaart en veiligheid.....	94
5.3.4	Overige gebruiksfuncties	94
5.3.5	Morfologie en hydrologie	94
5.3.6	Landschap	94
5.4	Effectbeoordeling en mitigerende maatregelen	95
5.4.1	Beoordelingscriteria per milieuaspect	95
5.5	Cumulatie.....	97
6	Vogels en vleermuizen	100
6.1	Inleiding	100
6.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	100
6.3	Beoordelingskader	101
6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	102
6.4.1	Lokaal verblijvende niet-broedvogels	103
6.4.2	Broedende (kolonie) vogels	106
6.4.3	Vogels tijdens seizoenstrek	107
6.4.4	Vleermuizen	110
6.5	Effectbeschrijving	111
6.5.1	Algemeen.....	111
6.5.2	Effecten op vogels tijdens aanleg en verwijdering	117
6.5.3	Effecten tijdens gebruiksfase: vogelslachtoffers door aanvaringen	118
6.5.4	Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels	119
6.5.5	Effecten tijdens gebruiksfase: broedende (kolonie) vogels	121
6.5.6	Effecten tijdens gebruiksfase: vogels tijdens seizoenstrek	125
6.5.7	Effecten op vleermuizen	126
6.5.8	Effect van tweebladige in plaats van driebladige turbines.....	127
6.6	Conclusie	128
6.7	Cumulatie.....	129
6.7.1	Inleiding	129
6.7.2	Vogels.....	130
6.7.3	Vleermuizen	135
6.8	Mitigerende maatregelen.....	135
6.8.1	Constructiefase	135
6.8.2	Operationele fase	135
6.8.3	Verwijderingsfase	137
6.9	Leemten in kennis en informatie	138
7	Onderwaterleven.....	139
7.1	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	139
7.2	Beoordelingskader	140

7.2.1	Bodemdieren en vissen	140
7.2.2	Zeezoogdieren	140
7.2.3	Beoordelingscriteria en effectbeoordeling	140
7.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	141
7.3.1	Bodemdieren.....	141
7.3.2	Vissen.....	147
7.3.3	Zeezoogdieren	151
7.4	Effectbeschrijving	162
7.4.1	Bodemdieren.....	162
7.4.2	Vissen.....	163
7.4.3	Zeezoogdieren	167
7.5	Effectbeoordeling	175
7.5.1	Bodemdieren en vissen	175
7.5.2	Zeezoogdieren	175
7.6	Cumulatie.....	177
7.6.1	Vissen en benthos.....	177
7.6.2	Zeezoogdieren	177
7.6.3	Cumulatieve effecten na 6 jaar constructie van windparken	179
7.6.4	Cumulatieve effecten op de totale Noordzee.....	179
7.7	Mitigerende maatregelen.....	180
7.7.1	Zeezoogdieren	180
7.7.2	Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering	181
7.8	Leemten in kennis	183
7.8.1	Vissen.....	183
7.8.2	Zeezoogdieren	183
8	Scheepvaartveiligheid	185
8.1	Inleiding	185
8.2	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	185
8.3	Beoordelingskader	185
8.4	Aanpak Marin.....	186
8.4.1	SAMSON	186
8.4.2	Gevolgschade	190
8.5	Effectbeschrijving	192
8.5.1	Inleiding	192
8.5.2	Kans op aanvaringen en aandrijvingen.....	194
8.5.3	Gevolgschade	195
8.5.4	Effecten en overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur	197
8.5.5	Effecten van werkverkeer op aanvaringsrisico	198
8.5.6	Kruisende scheepvaart.....	198
8.5.7	Effecten scheepvaartveiligheid bij openstellen van kavel IV	200
8.5.8	Effecten scheepvaartcorridors	201
8.6	Effectbeoordeling	205
8.7	Cumulatie.....	205
8.8	Mitigerende maatregelen.....	206
8.9	Leemten in kennis	206
9	Morfologie en hydrologie	207
9.1	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	207
9.2	Beoordelingskader	208
9.2.1	Golven	208
9.2.2	Waterbeweging	208
9.2.3	Waterdiepte en bodemvormen.....	208
9.2.4	Bodemsamenstelling	208
9.2.5	Troebelheid en waterkwaliteit	209
9.2.6	Sedimenttransport	209
9.2.7	Kustveiligheid	209

9.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	209
9.3.1	Huidige situatie.....	209
9.3.2	Autonome ontwikkeling.....	213
9.4	Effectbeschrijving	213
9.4.1	Effecten tijdens exploitatie	214
9.4.2	Effecten tijdens aanleg en verwijdering	216
9.4.3	Effecten tijdens onderhoud	217
9.5	Effectbeoordeling	218
9.6	Cumulatie.....	218
9.7	Mitigerende maatregelen.....	218
9.8	Leemten in kennis	218
10	Landschap	219
10.1	Inleiding	219
10.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	219
10.3	Beoordelingskader	219
10.3.1	Zichtbaarheid van het windpark	220
10.3.2	Fotovisualisaties.....	220
10.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	221
10.5	Effectbeschrijving	222
10.5.1	Horizontale beeldhoek.....	222
10.5.2	Zichtbaarheid	223
10.5.3	Fotovisualisaties.....	225
10.6	Conclusie	227
10.7	Cumulatie.....	228
10.8	Mitigerende maatregelen.....	228
11	Overige gebruiksfuncties	229
11.1	Inleiding	229
11.2	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	229
11.3	Beoordelingskader	230
11.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	230
11.5	Effectbeschrijving	239
11.5.1	Visserij	239
11.5.2	Olie- en gaswinning	239
11.5.3	Luchtvaart	239
11.5.4	Zand-, grind-, en schelpenwinning	240
11.5.5	Baggerstort	241
11.5.6	Scheeps- en luchtvaartradar	241
11.5.7	Kabels en leidingen	243
11.5.8	Telecommunicatie	243
11.5.9	Munitiestortgebieden en militaire activiteiten	243
11.5.10	Recreatie en toerisme	244
11.5.11	Cultuurhistorie en archeologie	244
11.5.12	Mosselzaadinvanginstallaties	245
11.5.13	Windparken.....	245
11.6	Effectbeoordeling	245
11.7	Cumulatie.....	246
11.8	Mitigerende maatregelen.....	246
11.9	Leemten in kennis	247
12	Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.....	248
12.1	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	248
12.2	Beoordelingskader	249
12.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	249
12.4	Effectbeschrijving	249
12.5	Effectbeoordeling	251
12.6	Cumulatie.....	251

12.7	Mitigerende maatregelen.....	251
12.8	Leemten in kennis	251
13	Afweging	252
13.1	Inleiding	252
13.2	Toetsing aan wettelijk kader	252
13.3	Effecten binnen de bandbreedte	252
13.3.1	Vogels en vleermuizen	253
13.3.2	Onderwaterleven.....	254
13.3.3	Scheepvaart en veiligheid.....	255
13.3.4	Geologie en hydrologie.....	255
13.3.5	Landschap	256
13.3.6	Overige gebruiksfuncties	256
13.3.7	Elektriciteitsopbrengst	257
13.4	Cumulatie.....	258
13.5	Mitigerende maatregelen.....	260
13.6	Keuze voorkeursbandbreedte.....	260
13.6.1	Aspecten die de bandbreedte niet inperken	260
13.6.2	Aspecten die de bandbreedte wel inperken	261
13.6.3	Conclusie	261
13.7	Leemten in kennis	262
13.7.1	Inleiding	262
13.7.2	Vogels en vleermuizen	262
13.7.3	Onderwaterleven.....	262
13.7.4	Scheepvaart en veiligheid.....	263
13.7.5	Geologie en hydrologie.....	263
13.7.6	Landschap	263
13.7.7	Overige gebruiksfuncties	263
13.7.8	Elektriciteitsopbrengst	263
13.7.9	Conclusie	263
13.8	Opzet voor monitorings- en evaluatieplan	263
	Literatuurlijst	265
	Verklarende woordenlijst	282

Bijlage 1: Nadere omschrijving voornemen

Bijlage 2: Achtergrondrapport vogels en vleermuizen t.b.v. MER en PB

Bijlage 3: Effecten van aanleg op zeezoogdieren

Bijlage 4: Fotovisualisaties

Bijlage 5: Zichtbaarheidsanalyse

Bijlage 6: Veiligheidsstudie scheepvaartveiligheid

Bijlage 7: Inventarisatie Flora- en faunawet

Bijlage 8: Passende beoordeling

Bijlage 9: Verwerking advies Cie-m.e.r.

Bijlage 10: Aanzet monitorings- en evaluatieprogramma

Bijlage 11: Veiligheidsstudie voor scheepvaartcorridors

- Bijlage 12: Effecten opschaling voor conclusies van de corridorstudie
- Bijlage 13: Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights
- Bijlage 14: Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species
- Bijlage 15: Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij 4 scenario's van SER windparken

Samenvatting

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. Recentelijk zijn deze herzien en concreet gemaakt in het Energieakkoord (SER, 2013).

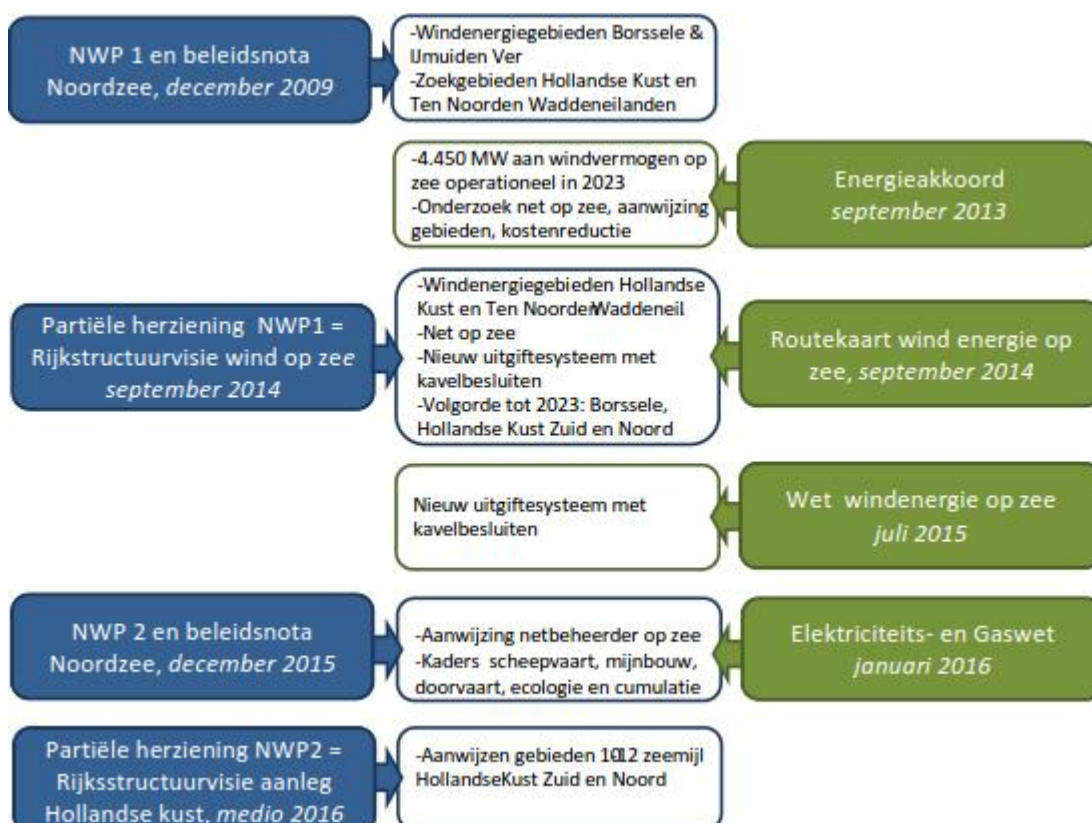
De keuze is gemaakt deze doelstelling te realiseren door middel van een nieuw uitgiftesysteem. Hiervoor is de Wet windenergie op zee opgesteld die op 1 juli 2015 in werking is getreden. Deze bevat een aantal stappen voor het uitgiftestelsel. Windparken mogen alleen gebouwd worden op locaties (kavels) die door het Rijk zijn aangewezen in een kavelbesluit. Kavels worden uitsluitend aangewezen binnen een gebied dat is aangewezen in het Nationaal Waterplan (NWP). 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 generieke voorschriften voor windparken op zee vastgelegd.

De minister van Economische Zaken is, in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu, initiatiefnemer voor de kavelbesluiten. Hiervoor wordt een m.e.r.-procedure doorlopen. Op 11 juni 2015 is in de Kennisgeving kavelbesluiten Borssele het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende milieueffectrapport (MER). Samen met de kennisgeving is de Conceptnotitie reikwijdte en detailniveau MER kavelbesluiten Borssele gepubliceerd (Staatscourant 2015, nr. 15324). 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 Borssele geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor het transmissiesysteem op zee. Het gaat daarbij om twee platforms in het windenergiegebied Borssele, de kabels vanaf deze platforms naar en over land en de uitbreiding van het hoogspanningsstation Borssele op land. Voor deze aansluiting wordt door TenneT een aparte procedure inclusief m.e.r. doorlopen.

Beleidscontext en aanleiding kavelbesluiten

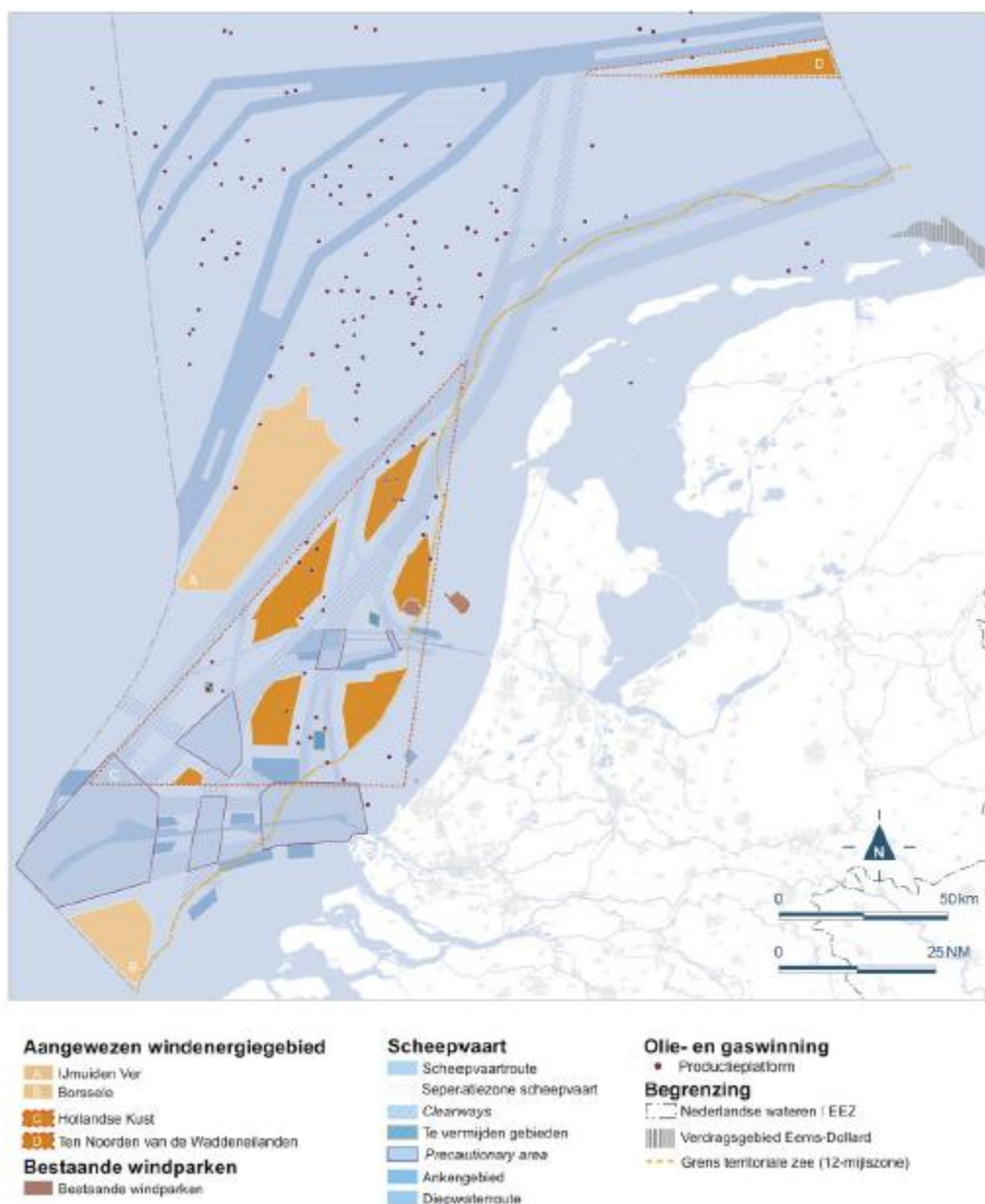
In de volgende figuur is een samenvatting gegeven van de belangrijkste beleidsdocumenten met betrekking tot windenergie op zee.



Figuur S.1 Context en aanleiding kabelbesluiten Borssele

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 S.2 Gebieden voor windenergie (uit: *Rijksstructuurvisie Windenergie op zee*, 2014)

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

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 inzake het laatste deel van de zogenaamde Wetgevingsagenda STROOM¹ 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. De windturbines van de windparken worden rechtstreeks op het platform aangesloten.

¹ Dit gedeelte van de wetgevingsagenda STROOM heeft betrekking op de herziening van de Elektriciteits- en Gaswet. STROOM is opgezet als een wetgevingsagenda die samenhang en consistentie verschaft aan verschillende wetsvoorstellen die los van elkaar en met een verschillend tijdpad worden voorbereid en in procedure worden gebracht.

In de volgende tabel is het schema van de ontwikkeling van windenergie op zee opgenomen uit de routekaart.

Jaar	Schema routekaart (MW)	Gebieden routekaart
2015	700	<i>Borssele</i>
2016	700	<i>Borssele</i>
2017	700	<i>Hollandse Kust: Zuid-Holland</i>
2018	700	<i>Hollandse Kust: Zuid-Holland</i>
2019	700	<i>Hollandse Kust: Noord-Holland</i>

Locatiekeuze

Bij het beoordelen van windenergiegebied Borssele gaat het erom aan te tonen dat het gebied geschikt is voor windenergie, niet of het gebied het *meest* geschikt is voor windenergie. Naast windenergiegebied Borssele zijn immers ook de andere gebieden nodig om de doelstellingen uit het SER-akkoord te bereiken.

In de volgende tabel is de beoordeling van de windenergiegebieden samengevat.

Thema	Aspect	Borssele	Hollandse Kust	IJmuiden Ver	Ten Noorden van de Waddeneilanden
Ecologie	Vogels				
	Zeezoogdieren				
Landschap	Zichtbaarheid				
Andere functies	Scheepvaartveiligheid				
	Olie- en gas				
	Visserij				
Kosten					

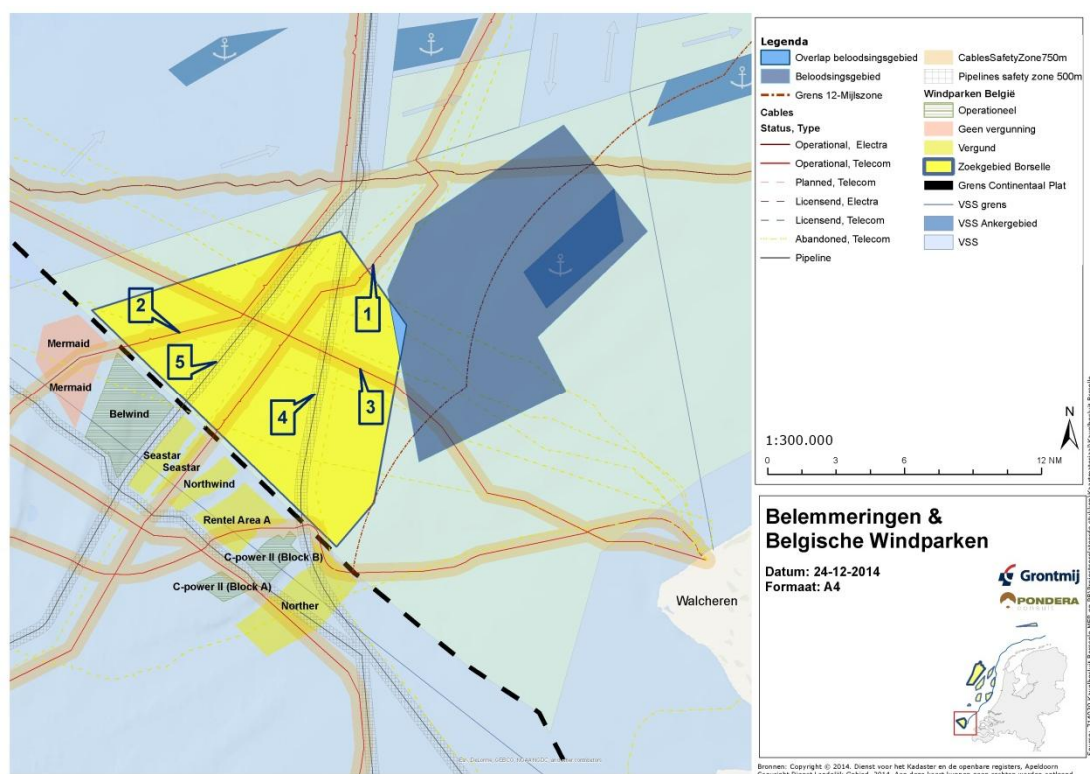
Kleur	Uitleg
Rood	negatieve effecten verwacht, grote belemmering/veel mitigerende maatregelen nodig; relatief hoge kosten
Oranje	beperkt negatieve effecten verwacht, mogelijke belemmering/weinig mitigerende maatregelen nodig; relatief matige kosten
Geel	beperkt negatieve effecten verwacht, geen belemmering/geen mitigerende maatregelen nodig; relatief beperkte kosten
Groen	weinig tot geen negatieve effecten verwacht; relatief lage kosten

De verschillende windenergiegebieden kennen allemaal zowel aanzienlijke negatieve effecten als geringe negatieve effecten. De verschillen tussen de gebieden zijn wat dat betreft beperkt. Windenergiegebied Borssele kan dan ook aangemerkt worden als een gemiddeld geschikt gebied. Windenergiegebied Borssele heeft ten gevolge van de afwezigheid van olie- en gasbelangen als enige gebied geen effecten hierop.

Verkaveling

Windenergiegebied Borssele heeft een bruto oppervlakte van 344 km². Het oppervlak dat beschikbaar is voor windparken is echter aanmerkelijk kleiner omdat in het gebied diverse belemmeringen aanwezig zijn. Het gaat daarbij om onder meer kabels en leidingen, inclusief de aan

te houden afstanden tot deze kabels en leidingen, zie de volgende figuur. Ook wordt een afstand van 500 meter aangehouden tot de territoriale grens met België.



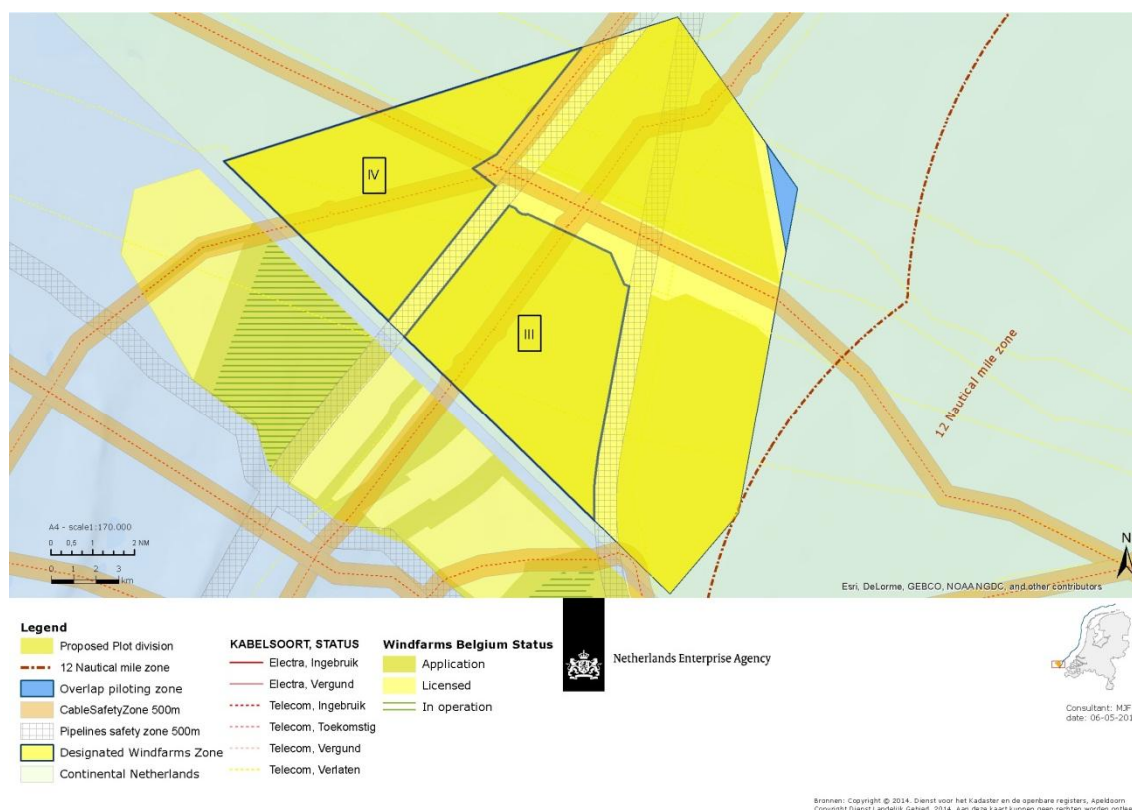
Figuur S.3 Belemmeringen Borssele en ligging Belgische windparken

De windparken worden uiteindelijk aangesloten op het hoogspanningsnet door middel van transformatorplatforms op zee die Tennet in het gebied zal aanleggen. Deze platforms en de kabels die van deze platforms naar land lopen, nemen eveneens ruimte in binnen het gebied. Dit alles resulteert in een netto beschikbaar gebied van circa 230 km², zie de volgende figuur.

Bij een invulling van 6 MW/km² (een gebruikelijk kengetal voor opgesteld vermogen aan windturbines op zee) is ruimte aanwezig voor ongeveer 1.380 MW aan opgesteld vermogen van windturbines. Tennet is voornemens om elk platform geschikt te maken voor het aansluiten van circa 700 MW aan windenergie. Het indelen van het windenergiegebied in eenheden van 700 MW ligt daarom voor de hand. Dit begrenst het totale vermogen van het gebied daarmee op circa 1400 MW. Het Rijk kiest ervoor om 4 kavels van elk circa 350 MW uit te geven die twee aan twee aangesloten worden op twee te realiseren transformatorstations. In de brief van 19 mei 2015² geeft de Minister van Economische Zaken aan dat het 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 aansluit- en transportcapaciteit wordt gegarandeerd per kavel. Deze voordelen resulteren mogelijk in lagere kosten per kWh. Om die reden wordt voor kavel III en IV uitgegaan van 380 MW per kavel.

De kavels moeten naast elkaar liggen om ze in de tijd twee aan twee te laten aansluiten op de (transformator)platforms Alpha en Beta op zee van TenneT. De combinaties van kavels III en IV en kavels I en II liggen daarom het meest voor de hand. Bovendien kunnen de kabels voor het aansluiten op de platforms op zee van TenneT bij deze combinaties zo kort mogelijk blijven. Dit MER gaat over kavel IV (zie de volgende figuur).

² Zie: <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/05/19/kamerbrief-over-sde-wind-op-zee-2015.html>.



Figuur S.4 Voorgestelde verkaveling Borssele, ligging kavels III en IV

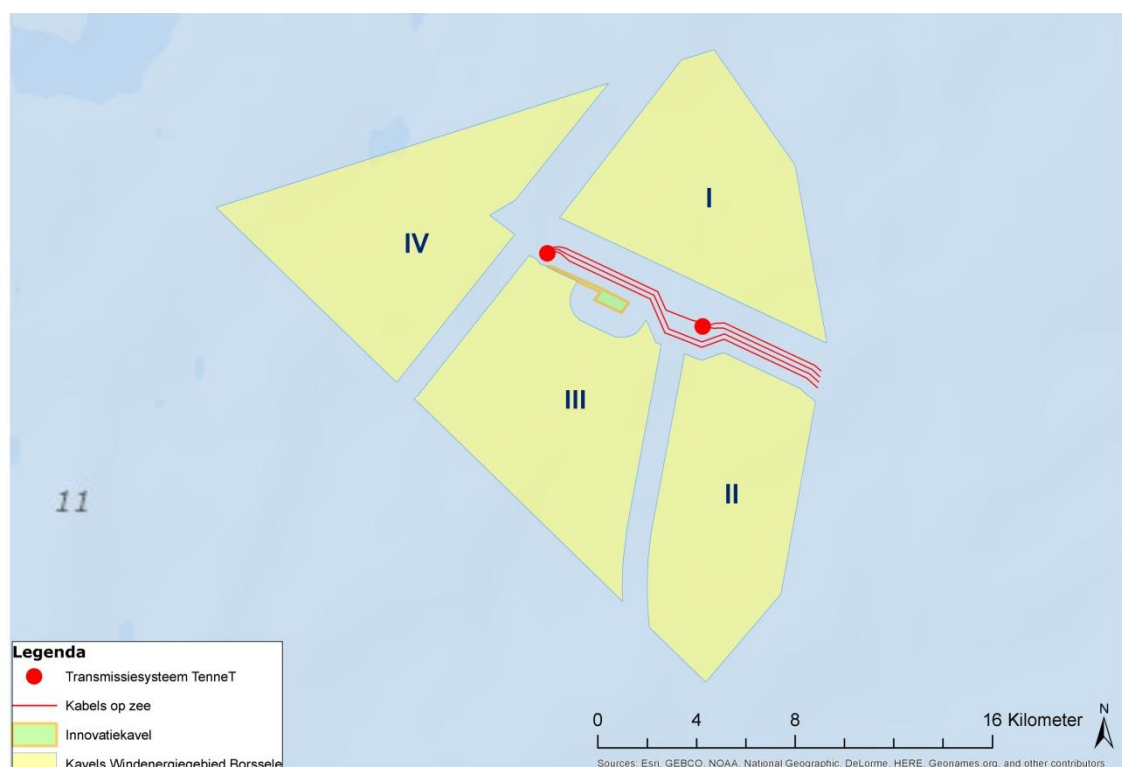
Naast het nemen van kavelbesluiten voor de kavels III en IV is de minister van Economische Zaken voornemens om een apart kavelbesluit te nemen voor een zogenaamde innovatiekavel binnen kavel III of IV. De innovatiekavel (kavel V) biedt de mogelijkheid om nieuwe innovatieve technieken te demonstreren, zoals grote offshore turbines of nieuwe funderingsconcepten.

Voor deze innovatiekavel wordt een aparte tender georganiseerd. De aanleiding voor een innovatiekavel is het tekort aan demonstratiefaciliteiten om baanbrekende innovaties van de grond te laten komen en de noodzaak tot de 40% kostenreductie zoals afgesproken in het Energieakkoord. In de brief van 19 mei 2015³ geeft de Minister van Economische Zaken aan dat deze innovatiekavel twee turbineposities beslaat van in totaal maximaal 20 MW.

Op basis van een aantal criteria (zoals zo min mogelijk impact op de reguliere kavels en bereikbaarheid voor onderhoud) is er voor gekozen om de noordoost rand van kavel III als innovatiekavel aan te duiden als mogelijke locatie voor kavel V (zie de volgende figuur).

De twee innovatieve turbines (gezamenlijk maximaal 20 MW) van de innovatiekavel zijn onderdeel van kavel III. Dat betekent dat de effecten van de innovatiekavel integraal onderdeel zijn van de effecten die optreden bij de realisatie van kavel III en derhalve geen onderdeel uitmaken van dit MER, dat kavel IV betreft.

³ Zie: <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/05/19/kamerbrief-over-sde-wind-op-zee-2015.html>.



Figuur S.5 Voorgestelde locatie innovatiekavel (kavel V)

Wijze van effectbeoordeling

Bandbreedte

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

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

Bandbreedte

Door kavels uit te geven waarbinnen verschillende windturbineopstellingen en –types en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel 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 dit MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die de kavelbesluiten mogelijk maken, 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 voor mogelijke effecten toelaatbaar is, dan zijn alle andere opstellingen die daarbinnen blijven eveneens mogelijk.

Alternatieven

De *worst case* situatie kan voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor vogels en voor zeezoogdieren, anders zijn. Bij het onderzoek is hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere *worst case* situaties te onderzoeken en te vergelijken.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen zijn voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee zijn mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd en wordt voorkomen dat alleen een *worst case* situatie in beeld is gebracht. Waar zinvol, is in dit verband ook de mogelijke *best case* situatie onderzocht zodat de range aan mogelijke effecten duidelijk is.

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen het uit te geven kavel staat in de volgende tabel.

Onderwerp / variabele	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	4 – 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	141 – 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	116 – 221 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 – 3
Type funderingen (<i>substructures</i>)	<i>Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure</i>
Type fundering (<i>foundation</i>)	Paalfunderingen, <i>suction buckets, gravity based structures</i>
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, <i>suction</i>
In geval van heien van fundering: heienenergie 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:	
<i>Jacket</i>	4 palen van 1,5 – 3,5 meter
<i>Monopile</i>	1 paal van 4 tot 10 meter
<i>Tripod</i>	3 palen van 2 tot 4 meter
In geval van een fundering zonder heien, afmetingen op zeebodem:	
<i>Gravity Based</i>	Tot maximaal 40 x 40 meter
<i>Suction Bucket</i>	Diameter <i>bucket</i> : 15-20 meter
Elektrische infrastructuur (<i>inter-array bekabeling</i>)	33 kV / 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.

Milieuaspect	Bandbreedte	
	<i>Alternatief (Worst case)</i>	<i>Alternatief (Best case)</i>
Vogels en vleermuizen	95 x 4 MW turbines tiplaagte 25 m, rotordiameter 116 m en 140 m	38 x 10 MW turbines tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven ¹	38 x 10 MW turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	95 x 4 MW turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	95 x 4 MW turbines Jacket-fundering met diameter 15 m Scenario 1: openstellen windpark voor medegebruik en doorvaart (schepen < 24 m)	38 x 10 MW turbines Monopaal-fundering met diameter 10 m Scenario 2: niet openstellen windpark voor medegebruik en doorvaart (schepen < 24 m)
Geologie en hydrologie	95 x 4 MW turbines Elektrische infrastructuur op 33 kV	38 x 10 MW turbines Elektrische infrastructuur op 66 kV
Landschap ²	38 x 10 MW turbines Max. rotordiameter: 221 m Max. ashoogte: 140 m	95 x 4 MW turbines Min. rotordiameter: 116 m Min. ashoogte: 83 m
Overige gebruiks-functies	95 x 4 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Elektriciteits-opbrengst	opstelling met klein totaal rotoroppervlak	opstelling met groot totaal rotoroppervlak

¹ 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 onder water bij heien met 3.000 KJ hoger dan bij 1.000kJ, het aantal palen dat geheid wordt met een hogere hei-energie is lager waardoor de totale milieubelasting lager uit kan vallen.

² Ook voor landschap is het niet eenduidig welke opstelling worst case is en welke opstelling best case. Het verschil is namelijk niet eenduidig te maken tussen meer kleine turbines die minder zichtbaar zijn en minder grote turbines die beter zichtbaar zijn.

Beoordeling

Om de effecten van de alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, zijn deze op basis van een +/- schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief, de huidige situatie en autonome ontwikkeling. Hiervoor is de in de volgende tabel weergegeven beoordelingsschaal gehanteerd.

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, is dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

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.

Resultaat milieubeoordeling

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria weer. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken. Het betreft een samenvatting van de effectbeoordeling, de omschrijving van de beoordelingscriteria is hiervoor vereenvoudigd. Deze tabellen geven geen gewicht mee aan de scores.

Vogels en vleermuizen

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	95 * 4 MW ø 116 m	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	+/-	+/-

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 aanvaringsslachtoffers in vergelijking met de andere alternatieven. De *worst case* situatie is het alternatief met 95 x 4 MW turbines en een rotordiameter van 116 meter.

Onderwaterleven

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		38 x10 MW turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	95 x 4 MW turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: - Biodiversiteit - Recruitement - Dichtheden/biomassa - Bijzondere soorten	<i>Bodemdieren</i>		
	- Ruimtebeslag	0/-	0/-
	- Verandering substraat	+	+
	- Geluid/trillingen	0	0
	- Vertroebeling	0	0
	- Bodemverstoring	0/-	0/-
	- Straling	0	0
	- Verandering visserij	0/+	0/+
	<i>Vissen</i>		
	- Ruimtebeslag	0/-	0/-
	- Verandering substraat	0/+	0/+
	- Geluid/trillingen	0/-	-
	- Vertroebeling	0	0
	- Straling	0	0
	- Verandering visserij	0/+	0/+
<i>Zeezoogdieren</i> Aanleg - Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen - Fysieke aantasting Gebruik - Verstoring door geluid en trillingen turbines - Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud) Verwijdering - Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	- Verstoord oppervlak (km ²)	-	-
	- Aantal verstoorde dieren	--	-
	- Dierverstoringsdagen	-	--
	- Aantal aangetaste dieren	0/-	0/-
	- Populatie-effecten (Noord-zee)	-	--
	- Verstoord oppervlak (km ²)		
	- Aantal verstoorde dieren	0	0
	- Verstoord oppervlak (km ²)	0	0
	- Aantal verstoorde dieren	0	0
		0	0
	- Verstoord oppervlak (km ²)		
	- Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-
		0/-	0/-

Voor wat betreft de effecten als gevolg van geluid, blijkt voor zeezoogdieren alternatief 1 (38 x 10 MW turbines) de *best case* te zijn. Dit vanwege de kortere duur van verstoring in vergelijking met alternatief 2 (95 x 4 MW turbines); deze kortere duur weegt per saldo positief op tegen de hogere hei-energie. De effecten voor bruinvissen kunnen, indien toepassing wordt gegeven aan alternatief 2, sterk negatief zijn. In dit scenario zal populatiereductie van bruinvissen groter zijn

dan toelaatbaar wordt geacht in het Kader Ecologie en Cumulatie. Door toepassing van mitigerende maatregelen is dit effect te beperken tot onder deze drempelwaarde. Voor bodemdieren en vissen zijn de effecten zeer gering van omvang.

Scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 x 4 MW turbines Jacket-fundering met diameter 17 m Scenario 1: openstellen windpark voor medegebruik en doorvaart (schepen < 24 m)	38 x 10 MW turbines Monopaal-fundering met diameter 10 m Scenario 2: niet openstellen windpark voor medegebruik en doorvaart (schepen < 24 m)
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Wijziging in route-structuur	0	0
	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0

Uit hoofdstuk 8 blijkt dat voor alternatief 1 de kans op aanvaring en aandrijving hoger zijn dan voor alternatief 2. Dit komt vooral door het grotere aantal turbines. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor alternatief 1 is 0.0005330 per jaar (eens in de 1880 jaar). Deze frequentie is ruim groter dan in alternatief 2; 0.0004968 (eens in de 2100 jaar). Voor wat betreft scheepvaart en veiligheid is alternatief 1 de worst case en alternatief 2 de best case.

Geologie en hydrologie

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		een 4 MW turbine op een tripole/tripod fundering met 3 funderingspalen met een doorsnede van 4 meter. Erosiebescherming (stortstenen): vijf maal de paaldiameter	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.
- Effect op golven	- Kwalitatief en kwantitatief	0	0
- Effect op waterbeweging (waterstand/stroming)		0	0
- Effect op waterdiepte en bodemvormen		0	0
- Effect op bodemsamenstelling		0	0
- Effect op troebelheid en waterkwaliteit		0	0
- Effect op sedimenttransport		0	0
- Effect op kustveiligheid		0	0

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, exploitatie, verwijdering en onderhoud van het windpark zijn lokaal, beperkt van omvang en tijdelijk van aard. Beide alternatieven verschillen hierin nauwelijks en zijn derhalve nagenoeg gelijkwaardig.

Landschap

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 x 4 MW turbines Max. tiphoogte 141	38 x 10 MW turbines Max. tiphoogte 250 m
- Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van fotovisualisaties	- Kwalitatief (op basis van fotovisualisaties) en kwantitatief (% zichtbaarheid in de tijd)	0	0

Beide alternatieven scoren hetzelfde op het aspect landschap, want voornamelijk de meteorologische omstandigheden bepalen de zichtbaarheid van het windpark en de afmeting van de turbines is daardoor minder relevant. De grote turbines zijn op een afstand van 42 kilometer of meer nog wel incidenteel zichtbaar, de kleinste turbines niet meer. Dit verschil in effect wordt echter zo klein ingeschat vanwege het feit dat de meteorologische omstandigheden veelal de zichtbaarheid op een dergelijke grote afstand beperken, dat dit geen duidelijk onderscheid betekent in *best of worst case*. Omdat de windturbines in kavel IV nauwelijks tot niet zichtbaar zijn wordt neutraal gescoord.

Overige gebruiksfuncties

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 x 4 MW windturbines (tiphoogte 140 m) op een monopile (3 m)/ suction bucket (15 m). Erosiebescherming (stortstenen): vijf maal de paaldiameter.	38 x 10 MW windturbines (tiphoogte 250 m) op een gravity based fundatie met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal de diameter van de voet.
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
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps- en luchtvaartradar	Schaduwwerking	0	0
	Multipath / Bouncing	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en	0	0

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 x 4 MW windturbines (tiphoogte 140 m) op een monopile (3 m)/ sucktion bucket (15 m). Erosiebescherming (stortstenen): vijf maal de paal diameter.	38 x 10 MW windturbines (tiphoogte 250 m) op een gravity based fundatie met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal de diameter van de voet.
	leidingen		
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen	0	0
	Verstoring straalpaden	0	0
Munitiestortgebieden en militaire gebieden	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden	0	0
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0	0
Mosselzaadinvalinstallaties	Beperkingen mosselzaadinvalinstallaties	0	0
Windparken	Beïnvloeding windparken	0/-	0/-

Er blijken nauwelijks effecten op te treden ten aanzien van reeds aanwezige gebruiksfuncties. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Bij de gebruiksfuncties zandwinning, scheeps- en luchtvaarradar, recreatie en toerisme en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van ruimteverlies (zandwinning, recreatie), 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 (70 km²) en de waarde van dat gebied voor de visserij, beperkt negatief beoordeeld. Ook de effecten op windparken worden beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van de Belgische windparken. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

Elektriciteitsopbrengst

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	Alternatief 1	Alternatief 2
	95 x 4 MW turbines	48 x 8 MW turbines
Energieopbrengst	++	++
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 de Belgische parken 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.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
<i>Vogels en Vleermuizen</i>	Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case scenario in het KEC voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zil-vermeeuw is niet uit te sluiten. In een worst case scenario in cumulatieve 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	De Nederlandse PBR wordt niet overschreden wanneer het Energieakkoord gerealiseerd wordt met gemiddeld 76 turbines of minder per park, dus turbines van minimaal 5 MW. Voor de kavels van windenergiegebied Borssele wordt ervoor gekozen om de bovengrens voor het aantal turbines vast te stellen op 95, dus turbines van minimaal 4 MW. Dat betekent dat in de overige geplande kavels van het Energieakkoord grotere turbines zullen moeten worden voorgeschreven om gemiddeld uit te komen op maximaal 76 turbines per park om de gunstige staat van instandhouding te kunnen waarborgen Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 13.5 en 13.6).
<i>Zeezoogdieren</i>	Effecten op de GSI kunnen niet worden uitgesloten	Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 13.5 en 13.6).
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Windparken in België en in de overige kavels in windgebied Borssele 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. De nieuwe routestructuur die vanaf 1 augustus 2013 van kracht is geworden, houdt namelijk al rekening met toekomstige windparken. Het cumulatieve effect dat deze toekomstige windparken kunnen hebben op de scheepvaartroutes, wordt dus al opgevangen door de nieuwe routestructuur. 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

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
		worden meegenomen. Door het windenergiegebied Borssele ontstaat mogelijk een corridor ten gevolge van de aanwezige onderhoudszones voor (netaansluitings)kabels waarvan het al dan niet mogelijk maken van doorvaart wordt overwogen. Een aparte studie naar de veiligheidseffecten wordt hiervoor uitgevoerd.
<i>Geologie en hydrologie</i>	Windparken in België en in de overige kavels in windgebied Borssele kunnen ook leiden tot effecten op geologie en hydrologie	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Borssele (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 België en in de overige kavels in windgebied Borssele hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van windturbines vanaf het strand.	Geen, de inbeslagname van de horizontale beeldhoek door windturbines in België en de kavels in Borssele zal toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van deze windturbines is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines drastisch beperken. De kortste afstand tussen de offshore windturbines in kavel IV en het strand bedraagt 40 kilometer. Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 2,6% van de tijd zichtbaar. De overige windparken liggen wat dichterbij de kust, waardoor deze een hoger percentage van de tijd zichtbaar zijn. Naast windparken zijn ook tal van schepen zichtbaar aan de horizon.
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Windparken in België en in de overige kavels in windgebied Borssele hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Borssele (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 verloren. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft relatief goede visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast. Voor recreatie en toerisme heeft de verdere invulling van windenergiegebied Borssele beperkte gevolgen omdat de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit Zeeland de oversteek naar Engeland willen maken betekent de aanvullende realisatie van kavel IV geen extra omvaren. Kavel IV (en III) leidt niet tot nog meer omvaren omdat deze kavels ten westen van kavel I en II liggen. Het Belgische windenergiegebied leidt waarschijnlijk nauwelijks tot extra omvaren omdat het Belgische windenergiegebied direct ten zuidwesten van windenergiegebied Borssele ligt.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
<i>Elektriciteitsopbrengst</i>	Windparken in België en in de overige kavels in windgebied Borssele kunnen wind 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. Bij het berekenen van de energieopbrengst is ervan uitgegaan dat alle geplande parken in België reeds gebouwd zijn, verdere windafvang vanuit België zal dan ook niet plaatsvinden.

Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat vrijwel bij elk aspect voldaan kan worden aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van 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 effecten kunnen worden gemitigeerd door middel van de volgende maatregelen:

Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
<i>Vogels en vleermuizen</i>	Aanvaring/verstoring	• Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde gestuwde trek • 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
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Aandrijving	• Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS) • Inzetten van een Emergency Towing Vessel
<i>Geologie en hydrologie</i>	-	-
<i>Landschap</i>	-	-
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Omvaren voor visserij (en overige scheepvaart)	• Corridor door windenergiegebied Borssele openstellen voor schepen waardoor de vaartijd naar visgronden (en overige bestemmingen) wordt beperkt.
	Aantasting archeologische waarden	• De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologische object te ontwijken.
<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 het kavelbesluit wordt opgenomen welke maatregelen genomen worden.

Afweging

Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels en vissen en afname van populaties zeezoogdieren en vissen zijn niet op voorhand uit te sluiten. Door middel van de Wet windenergie op zee wordt de toets die ingevolge de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet 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 Flora en faunawet. Ten behoeve van de toetsing aan de Natuurbeschermingswet 1998 is een passende beoordeling uitgevoerd (zie bijlage 8). Uit deze passende beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden.

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld de normstelling binnen ASCOBANS is 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 niet van toepassing op de EEZ, buiten de 12-mijlszone. Het gehele windenergiegebied Borssele is buiten de 12-mijlszone gelegen.

Keuze voorkeursbandbreedte

Voor wat betreft de volgende aspecten zijn er in dit MER geen belemmeringen naar voren gekomen die de bandbreedte inperken:

- Scheepvaart en veiligheid;
- Geologie en hydrologie;
- Landschap;
- Overige gebruiksfuncties;
- Elektriciteitsopbrengst.

Dat is wel het geval bij vogels en vleermuizen en onderwaterleven.

Aspecten die de bandbreedte wel inperken

Maatregelen die de bandbreedte inperken en 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 Borssele vast te stellen. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidsnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode⁴. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

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

Normstelling voor windparken in gebied Borssele, met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Borssele I – IV	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
77 - 95	159	165	166
64 - 76	160	166	167
55 - 63	162	167	169
49 - 54	163	169	170
43 - 48	163	169	171
39 - 42	164	170	172
35 - 38	165	171	172

* 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 verstoringcontour (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.

Conclusie

Het kavelbesluit dient de voorkeursbandbreedte mogelijk te maken en noodzakelijke mitigerende maatregelen te borgen; voorkeursbandbreedte en maatregelen vormen samen het voorkeursalternatief. Deze bandbreedte is ten opzichte van de bandbreedte waar dit MER mee aanving aangescherpt als gevolg van effecten op vogels en vleermuizen en onderwaterleven.

Leemten in kennis en informatie

De ontwikkeling van offshore windparken heeft een korte relatief geschiedenis. Inmiddels zijn de eerste monitoringsevaluaties bekend van onder andere offshore parken 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 aanvaringsslachtoffers.
- 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.

ren 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.

- 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: 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.
- Elektriciteitsopbrengst: De windafvang vanuit België en vanuit de overige kavels binnen windenergiegebied Borssele 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 windgebied Borssele. 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.

Opzet voor monitoring en evaluatie

Bij de besluitvorming zal worden aangegeven op welke wijze en op welke termijn een evaluatieonderzoek zal moeten worden verricht. Dit evaluatieonderzoek heeft tot doel om enerzijds de voorspelde effecten te vergelijken met de daadwerkelijk optredende effecten en anderzijds te beoordelen in hoeverre de geconstateerde leemten in kennis waar nodig zijn ingevuld.

In zijn algemeenheid is het monitorings- en evaluatieprogramma nodig om de kennis te verbeteren over de effecten die windparken op het natuurlijke milieu hebben. Wat betreft de specifieke monitoringsonderwerpen dienen de verwachte wezenlijke effecten zoals in dit MER beschreven als uitgangspunt, naast de gesignaleerde leemten in kennis gelegd te worden. Gezien de verwachte negatieve effecten op zeezoogdieren van de aanleg van de funderingen van het windpark, verdient onderzoek dat gericht is op geluidsoverdracht, gedragsreacties en verwijdering van zeezoogdieren, bijzondere aandacht. Daarnaast is vogelonderzoek van belang gezien de aanvaringsslachtoffers en de mogelijke verstoring en barrièrewerking van het windpark.

Summary

Introduction

The Netherlands has formulated ambitious objectives for realising the generation of sustainable, renewable energy with wind energy playing a prominent role. Not only concrete objectives for onshore wind energy have been formulated but also for offshore wind energy. These were recently revised and concretised in the Energy Agreement (SER, 2013).

A choice has been made to achieve this objective using a new issuance system. The Offshore Wind Energy Bill was drawn up to this end and entered into force on 1 July 2015 (Parliamentary Papers I, 2014/15, 34 058). It contains a number of steps for the issuance system. Wind farms may only be built in locations (wind farm sites) that the State has designated in a wind farm site decision. Wind farm sites will only be allocated within an area designated in the National Water Plan (NWP). The wind farm site decision determines where and under what conditions a wind farm can be built and operated. Permits are granted after a wind farm site decision. Only the permit holder is allowed to build and operate a wind farm on the wind farm location. The Water Decree provides generic provisions for offshore wind farms.

The Minister of Economic Affairs, in coordination with the Minister of Infrastructure and the Environment, is the initiator for the wind farm site decisions. An EIA procedure was carried out for this purpose. On 11 June 2015, the intention to draw up this environmental impact assessment (EIA) was announced in the Notification on Borssele wind farm site decisions. The Draft Memo of the scope and level of detail EIA Borssele wind farm site decisions was published together with the notification (Government Gazette, no. 15324). This explained the initiative to issue these wind farm sites and sets out what was studied in this EIA. There was also the opportunity to submit opinions.

The wind turbines installed in the Borssele wind farm zone must be connected to the high-voltage grid. TenneT arranges for the offshore transmission system. This comprises two platforms in the Borssele wind farm zone, the cables from these platforms to and over land and the expansion of the Borssele high-voltage station on land. For this connection, TenneT will carry out a separate procedure including an EIA.

Policy context and cause for wind farm site decisions

The following figure is a summary of the most important policy documents with regard to offshore wind energy.

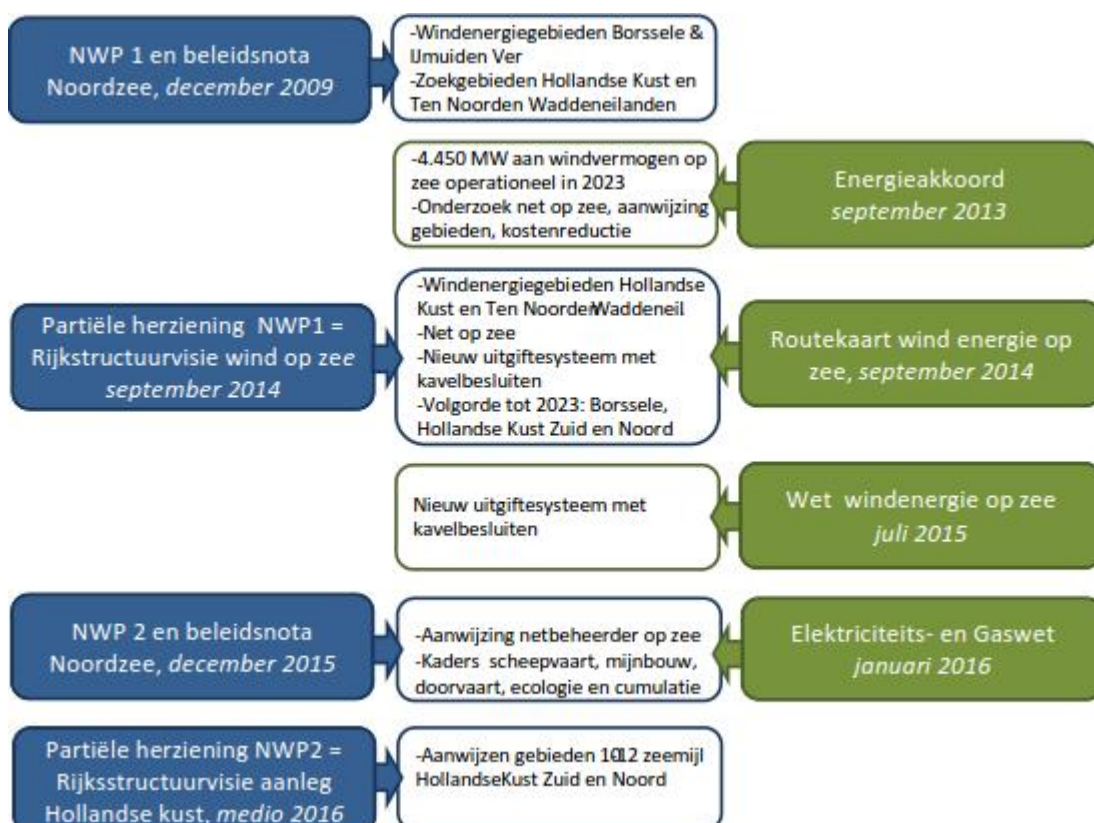


Figure S.1 Context and cause for Borssele wind farm site decisions

Four zones have been designated for the development of offshore wind, see also the following figure:

- Borssele;
- IJmuiden Ver;
- Dutch Coast;
- To the north of the Wadden Islands.

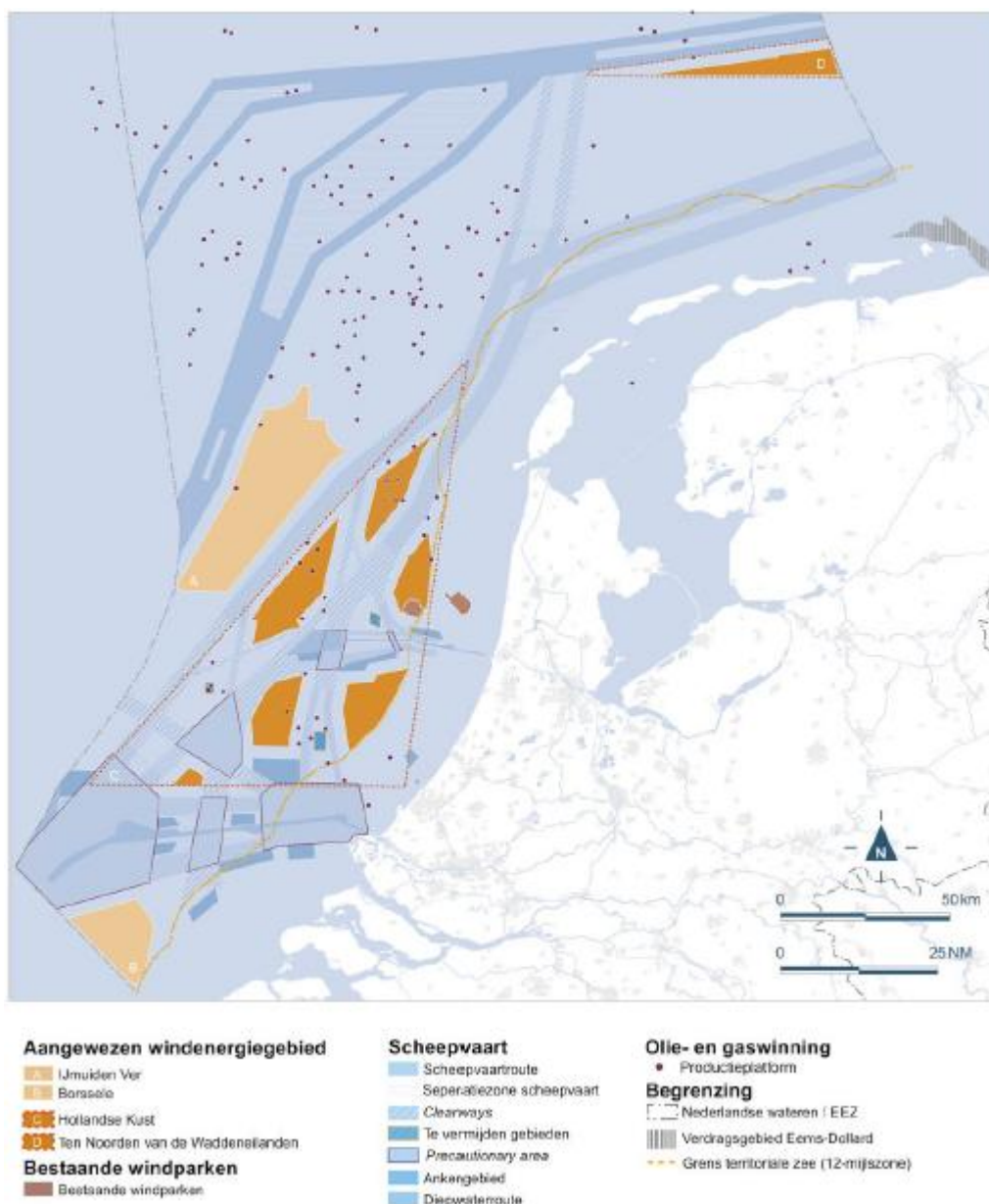


Figure S.2 Zones for wind energy (from: National Structural Vision Offshore Wind Energy, 2014)

On 26 September 2014, the Ministers of Economic Affairs and Infrastructure and the Environment sent a letter to the Lower House presenting the roadmap (Parliamentary Papers I/II, 2014/15, 33 561, A/no. 11 (reprint)). This roadmap is needed to realise the objective for offshore wind energy, as agreed in the Energy Agreement on time.

The Government concludes 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 estimate for offshore wind energy can be realised in the most cost effective manner by assuming a new concept of grid operator TenneT for an offshore grid, as also indicated in the letter to Parliament regarding the last section of the so-called Legislative Agenda STROOM⁵ of 18 June 2014 (Parliamentary Papers II 2013/14, 31 510, no. 49). This concept assumes standard platforms where 700 MW wind energy capacity can be connected per platform. The wind turbines of the wind farms are connected directly to the platform.

⁵ This section of the STROOM legislative agenda refers to the revision of the Electricity and Gas Act. STROOM was set up as a legislative agenda which provides correlation and consistence with previous legislative proposals that were prepared and put into procedure separately from each other and for a different time frame.

The following table shows the timetable for the development of offshore wind energy taken from the roadmap.

Year	Timetable roadmap (MW)	Zones roadmap
2015	700	<i>Borssele</i>
2016	700	<i>Borssele</i>
2017	700	<i>Dutch Coast: South Holland</i>
2018	700	<i>Dutch Coast: South Holland</i>
2019	700	<i>Dutch Coast: North Holland</i>

Location choice

In the assessment of the Borssele wind farm zone, the aim is to show that the zone is suitable for wind energy, not whether it is the *most* suitable zone for wind energy. In addition to the Borssele wind farm zone, other areas are also needed after all to reach the objectives of the SER agreement.

The following table summarises the assessment of the wind energy zones.

Topic	Aspect	Borssele	Dutch Coast	IJmuiden Ver	To the north of the Wadden Islands
Ecology	Birds				
	Marine mammals				
Landscape	Visibility				
Other features	Shipping safety				
	Oil and gas				
	Fishery				
Costs					

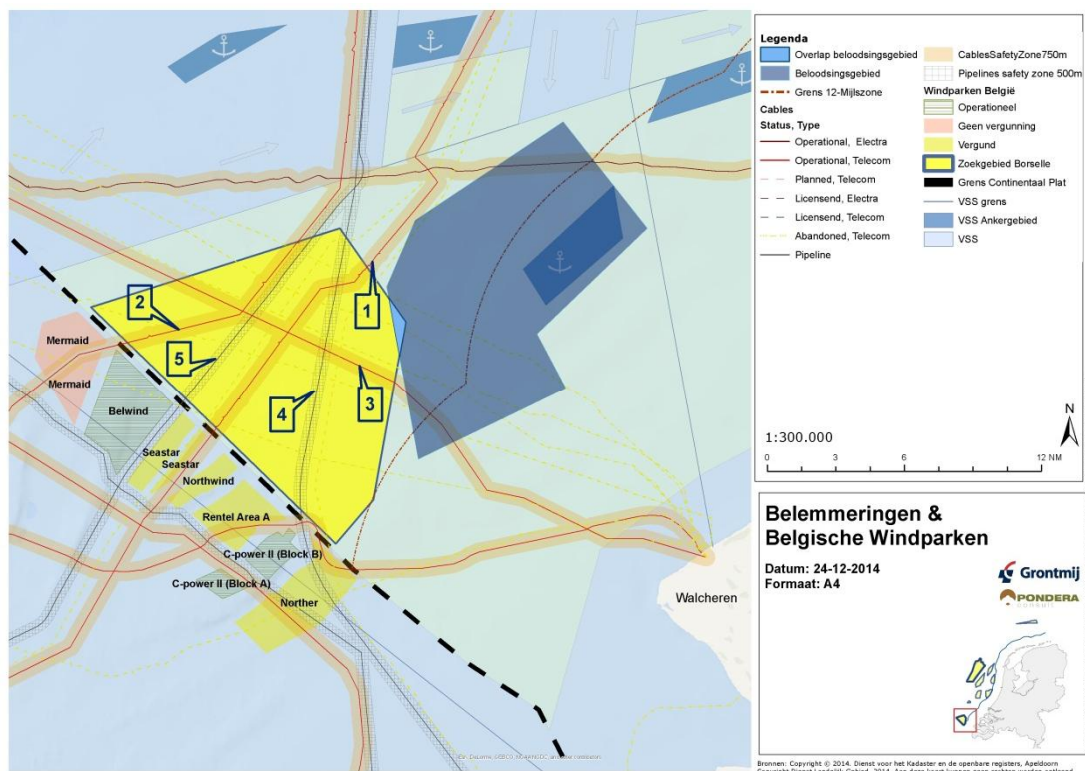
Colour	Explanation
Red	adverse effects expected, major obstacles/many mitigating measures needed; relatively high cost
Orange	limited adverse effects expected, possible obstacles/few mitigating measures needed; relatively moderate cost
Yellow	limited adverse effects expected, no obstacles/no mitigating measures required; relatively limited cost
Green	little to no adverse effects expected; relatively low cost

The various wind farm zones all entail both significant adverse effects as well as minor adverse effects. The differences between the zones are limited. The Borssele wind farm zone can therefore be regarded as an average suitable area. The Borssele wind farm zone is the only area with no effects on oil and gas interests because they are absent.

Division

The Borssele wind farm zone has a gross surface area of 344 km². The surface area available for wind farms is significantly less however because various obstacles are present in the area. These include cables and pipelines including the distances to be kept to these cables and pipe-

lines, see the following figure. A distance of 500 metres to the territorial border with Belgium is kept.



The wind farms will eventually be connected to the high-voltage grid through offshore transformer platforms, which Tennet will install in the zone. These platforms and the cables running from these platforms to land also take up space in the zone. All this results in a net available area of about 230 km², see the following figure.

Using 6 MW/km² (a common ratio for set capacity of offshore wind turbines) there is space for approximately 1,380 MW of set capacity of wind turbines. Tennet intends to make each platform suitable for connecting approximately 700 MW to wind energy. Division of the wind energy zone into units of 700 MW is therefore obvious. This limits the total capacity of the area to approximately 1,400 MW. The State has chosen to issue four wind farm sites of about 350 MW each, connected two by two to two transformer stations to be built. In the letter of 19 May 2015⁶ the Minister of Economic Affairs reports that allowing a maximum of 380 MW per wind farm can lead to scale advantages and optimal use of the grid, subject to the proviso however that a maximum of 350 MW connection and transport capacity is guaranteed per wind farm site. These advantages possibly result in lower costs per kWh. For this reason for wind farm sites III and IV, 380 MW per site is assumed.

The wind farm sites must be next to each other so that in time they can be connected two by two to the TenneT offshore transformer platforms Alpha and Beta. The combinations of wind farm sites III and IV and wind farm sites I and II are therefore the most obvious. In addition, the cables for connection to the TenneT offshore platforms for these combinations can be kept as short as possible. This EIA is about wind farm site IV (see the following figure).

⁶ See: <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/05/19/kamerbrief-over-sde-wind-op-zee-2015.html>

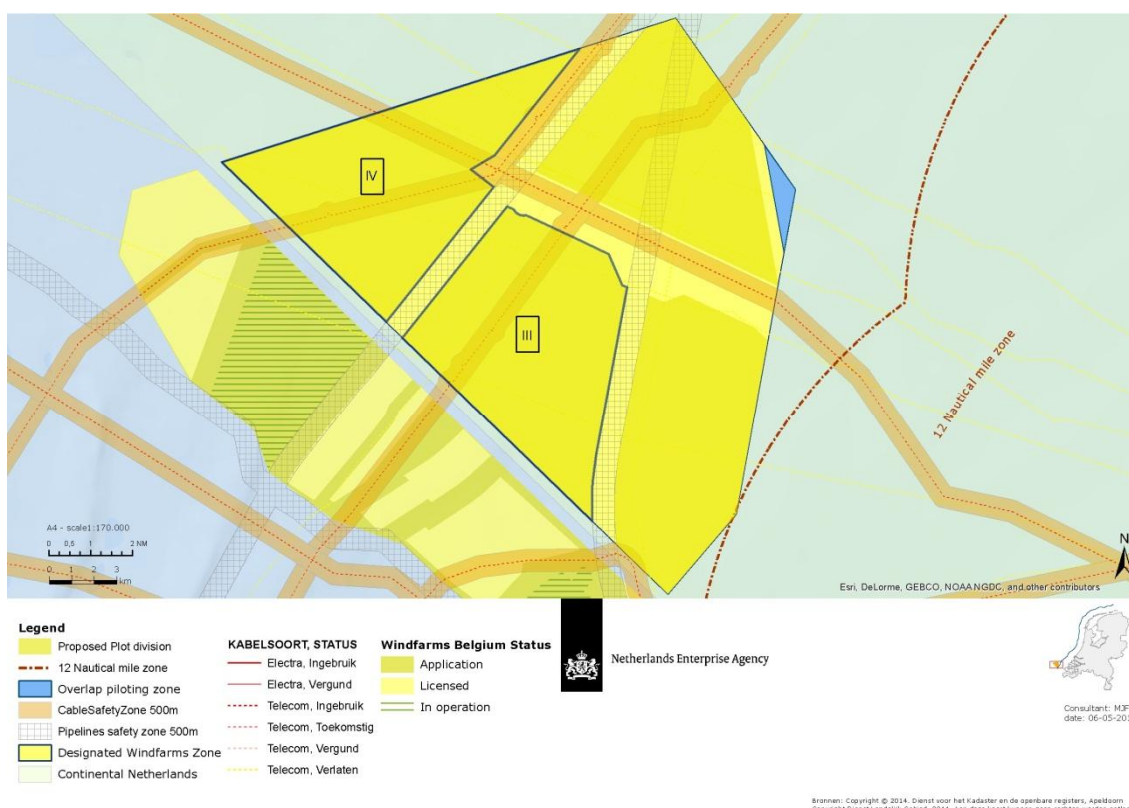


Figure S.4 Proposed subdivision Borssele, location of wind farm sites III and IV to be issued

In addition to taking wind farm site decisions for wind farm sites III and IV, the Minister of Economic Affairs also plans to take a separate wind farm site decision for a so-called innovation site within site III or IV. The innovation site (site V) offers the possibility of demonstrating new innovative techniques, such as large offshore turbines or new foundation concepts.

A separate tender is being organised for this innovation site. The reason for an innovation site is the shortage of demonstration facilities to get pioneering innovations off the ground and the need for the 40% cost reduction as agreed in the Energy Agreement. In the letter of 19 May 2015⁷ the Minister for Economic Affairs reports that this innovation site has two turbine positions of up to 20 MW in total.

Based on a number of criteria (such as the least impact possible on the regular wind farm sites and accessibility for maintenance) the Northeast edge of site III has been designated as innovation site as a potential location for wind farm site V (see the following figure).

The two innovative turbines (together a maximum of 20 MW) of the innovation site are part of wind farm site III. This means that the effects of the innovation site are an integral part of the effects that occur in the realisation of wind farm site III and hence do not form part of this EIA, which refers to wind farm site IV.

⁷ See: <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/05/19/kamerbrief-over-sde-wind-op-zee-2015.html>.

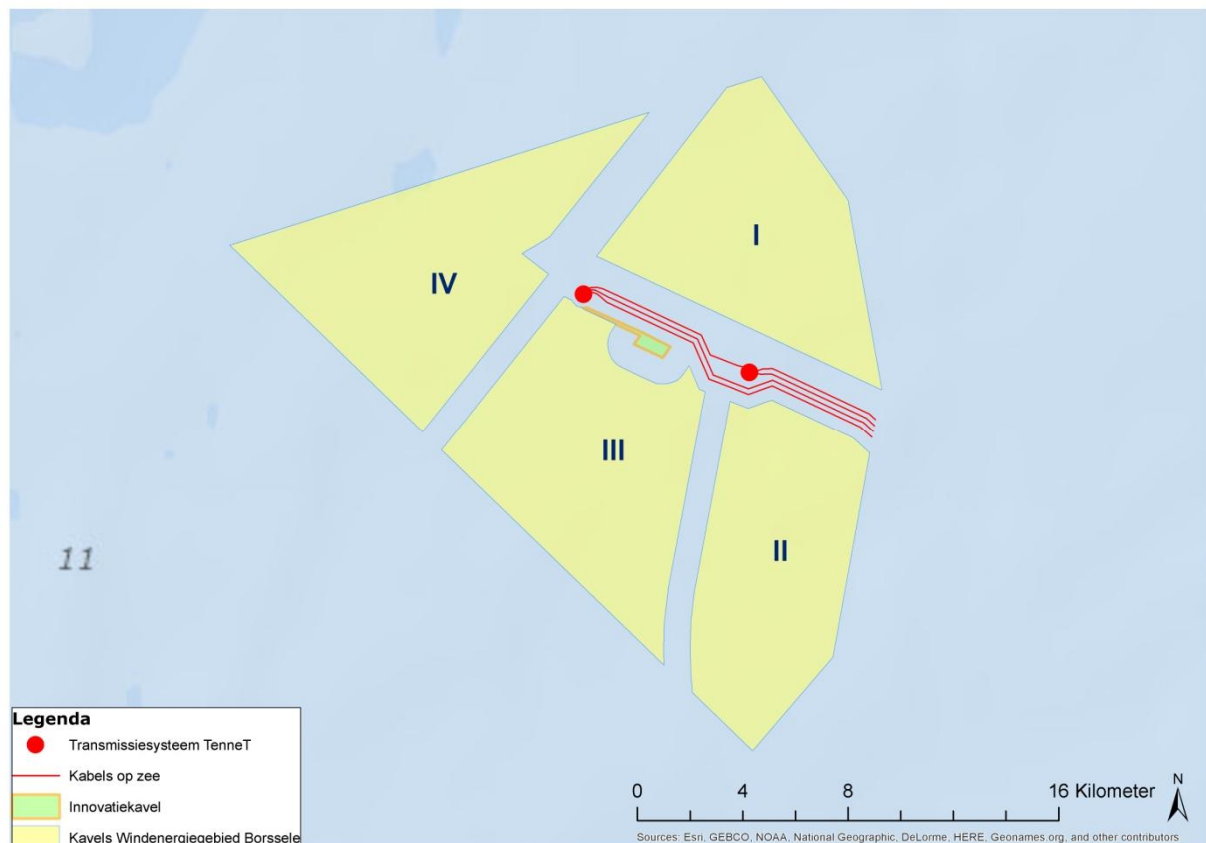


Figure S.5 Proposed location innovation site (site V)

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 energy generation with wind turbines, can be realised considering the purpose of this activity. In this EIA, alternatives for wind farm site IV were examined. The alternatives are made up of a bandwidth to various wind turbine set-ups and types that are possible within the wind farm site.

The wind farm site within the Borssele wind farm zone is issued therefore with the possibility for the wind farm developer to do this 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 site 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 approach is assumed: if the worst-case situation for potential effects is permissible, then all other set-ups within it are also possible.

Alternatives

The worst-case situation can differ for different aspects, for example for birds and marine mammals. This was taken into consideration in the study by researching and comparing several worst-case situations as alternatives in the EIA.

To obtain an idea of the possibilities to reduce the effects, mitigating measures were designated and examined for each aspect. This means possibilities for optimisation are identified and only a worst-case situation being presented is prevented. Where appropriate, in this respect the potential best-case situation was also examined so that the range of possible effects is clear.

The bandwidth of design possibilities for the wind farm site to be issued is shown in the following table.

Subject/variable	Bandwidth
Capacity individual wind turbines	4 – 10 MW
Tip height individual wind turbines	141 – 251 metres
Tip lowness individual wind turbines	25 – 30 metres
Rotor diameter individual wind turbines	116 – 221 metres
Distance between each wind turbine	At least 4 x rotor diameter
Number of blades per wind turbine	2 – 3
Type of foundations (<i>substructures</i>)	<i>Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity-based structure</i>
Type of foundation (<i>foundation</i>)	<i>Pile foundations, suction buckets, gravity-based structures</i>
Installation method pile foundations	<i>Vibrohammering, pile driving, drilling, suction</i>
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:	
<i>Jacket</i>	4 piles of 1.5 – 3.5 metres
<i>Monopile</i>	1 pile of 4 to 10 metres
<i>Tripod</i>	3 piles of 2 to 4 metres
In case of a foundation without pile-driving, dimensions on seabed:	
<i>Gravity Based</i>	Up to 40 x 40 metres
<i>Suction Bucket</i>	Diameter of <i>bucket</i> : 15-20 metres
Electrical infrastructure (<i>inter-array cabling</i>)	33 kV/66 kV

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

Environmental aspect	Bandwidth
----------------------	-----------

	<i>Alternative (Worst case)</i>	<i>Alternative (Best case)</i>
Birds and bats	95 x 4 MW turbines tip lowness 25 m, rotor diameter 116 m and 140 m	38 x 10 MW turbines tip lowness 30 m, rotor diameter 221 m
Underwater life ¹	38 x 10 MW turbines Pile-driving energy: 3,000 kJ 1 turbine location per day	95 x 4 MW turbines Pile-driving energy: 1,000 kJ 1 turbine location per day
Shipping	95 x 4 MW turbines Jacket foundation with diameter 15 m Scenario 1: open up wind farm for shared use and passage (ships < 24 m)	38 x 10 MW turbines Monopile foundation with diameter 10 m Scenario 2: do not open up wind farm for shared use and passage (ships < 24 m)
Geology and hydrology	95 x 4 MW turbines Electrical infrastructure on 33 kV	38 x 10 MW turbines Electrical infrastructure on 66 kV
Landscape ²	38 x 10 MW turbines Max. rotor diameter: 221 m Max. axle height: 140 m	95 x 4 MW turbines Min. rotor diameter: 116 m Min. axle height: 83 m
Other use functions	95 x 4 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Electricity yield	set-up with small total rotor surface	set-up with large total rotor surface

¹ For underwater life the worst case and best case situation differs per 'sub-aspect' (marine mammals, fish, benthic life) and can also not be clearly defined in advance. Although the sound production under water 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 total environmental impact may be lower.

² It is also not clear which set up is worst case and which set up is best case for landscape. The difference between more small turbines that are less visible and less large turbines that are more visible is not clear-cut.

Assessment

In order to be able to compare the effects of the alternatives per aspect, these were assessed on a +/- scale in relation to the zero option, the current situation and autonomous development. The rating scale shown in the following table was used.

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 to the reference situation
+	The intention leads to a noticeable positive change
++	The intention leads to an extremely noticeable positive change

If the effects are marginal this is shown in the applicable cases with 0/+ (marginal positive) or 0/- (marginal negative). In addition to the effect of a wind farm in wind farm site IV, cumulative effects of other wind farms and activities were considered and mitigating measures were also examined.

Result of environmental assessment

The following tables show the assessments of the alternatives per aspect against the various assessment criteria. The tables are then discussed per aspect. This is a summary of the impact assessment, simplifying the description of the assessment criteria. These tables lend no weight to the scores.

Birds and bats

Assessment criteria	Alternative 1	Alternative 2
	95 x 4 MW turbines rotor diameter 116 m	35 x 10 MW turbines rotor diameter 221 m
Construction phase birds - installing foundations - increased shipping	0/- 0/-	0/- 0/-
Use phase birds <i>Local sea birds</i> - collisions - barrier effect - habitat loss - indirect effects	- 0 - 0/-	- 0 - 0/-
<i>Colony birds</i> - collisions - barrier effect - habitat loss - indirect effects	0/- 0 0/- 0/-	0/- 0 0/- 0/-
<i>Migratory birds</i> - collisions - barrier effect - habitat loss - indirect effects	- 0/- 0 0	- 0/- 0 0
Removal phase birds - installing foundations - increased shipping	0/- 0/-	0/- 0/-
Bats - collisions - barrier effect - habitat loss - indirect effects	--/ 0 0 +/-	- 0 0 +/-

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 victims compared to the other alternatives. The worst-case situation is the alternative with 95 x 4 MW turbines and a rotor diameter of 116 metres.

Underwater life

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1	Alternative 2
		38 x 10 MW turbines Pile-driving energy: 3,000 kJ 1 turbine location per day	95 x 4 MW turbines Pile-driving energy: 1,000 kJ 1 turbine location per day
Effects of installation, use and removal on: - Biodiversity - Recruitment - Densities/biomass - Special species	<i>Benthic animals</i> - Space taken - Change in substrate - Noise/vibration - Turbidity - Soil disturbance	0/- + 0 0 0/-	0/- + 0 0 0/-

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1	Alternative 2
		38 x 10 MW turbines Pile-driving energy: 3,000 kJ 1 turbine location per day	95 x 4 MW turbines Pile-driving energy: 1,000 kJ 1 turbine location per day
	- Radiation - Change in fishery <i>Fish</i> - Space taken - Change in substrate - Noise/vibration - Turbidity - Radiation - Change in fishery	0 0/+ 0/- 0/+ 0/ 0 0 0/+	0 0/+ 0/- 0/+ - 0 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	- Disturbed surface (km ²)	--	-
- Physical harm	- Number of disturbed animals	-	--
	- Animal disturbance days	-	-
	- Number of affected animals	0/-	0/-
	- Population effects (North Sea)	0	0
Use		0	0
- Disturbance due to noise and vibration of turbines	- Disturbed surface (km ²)	0	0
- Disturbance due to noise and vibration of shipping (maintenance)	- Number of disturbed animals	0	0
	- Disturbed surface (km ²)	0	0
	- Number of disturbed animals		
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 noise, alternative 1 (38 x 10 MW turbines) is the best case for marine mammals. This is due to the shorter duration of disturbance in comparison to alternative 2 (95 x 4 MW turbines); on balance this shorter duration weighs positively against the higher pile-driving energy. The effects on porpoises can be extremely negative if alternative 2 is applied. In this scenario, population reduction of porpoises is greater than considered to be permissible under the Ecology and Cumulation Framework. The application of mitigating measures means this effect can be limited to beneath this threshold. For benthic animals and fish, the effects are extremely minor.

Shipping safety

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment
---------------------	-------------------	------------

		Alternative 1	Alternative 2
		95 x 4 MW turbines Jacket foundation with 17 m diameter Scenario 1: open up wind farm for shared use and passage (ships < 24 m)	38 x 10 MW turbines Monopile foundation with 10 m diameter Scenario 2: do not open up wind farm for shared use and passage (ships < 24 m)
Safety	Risk of collision and propulsion	0/-	0
	Consequential damage of collision or propulsion	0	0
Shipping	Change in route structure	0	0
	Deviation possibilities for crossing shipping	0	0

Section 8 shows that for alternative 1 the risk of collisions and propulsion is higher than for alternative 2. This is mainly because of the higher number of turbines. The total collision and propulsion frequency for alternative 1 is 0.0005330 per year (once every 1880 years). This frequency is a lot higher than for alternative 2; 0.0004968 (once every 2100 years). In terms of shipping and safety, alternative 1 is the worst case and alternative 2 is the best case.

Geology and hydrology

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1	Alternative 2
		a 4 MW turbine on a triple/tripod foundation with three foundation piles with a diameter of 4 metres. Erosion protection (rock fill): five times the pile diameter.	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 diameter of the base.
- Effect on waves	- Qualitative and quantitative	0	0
- Effect on water movement (water level/current)		0	0
- Effect on water depth and soil morphology		0	0
- Effect on soil composition		0	0
- Effect on turbidity and water quality		0	0
- Effect on sediment transport		0	0
- Effect on coastal security		0	0

All morphological and hydrological changes resulting from the construction, operation, removal and maintenance of the wind farm are local, limited and temporary in nature. Both alternatives hardly differ in this respect and are therefore practically equivalent.

Landscape

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1	Alternative 2
		95 x 4 MW turbines Max. tip height 141 m	38 x 10 MW turbines Max. tip height 250 m
- Visibility in percentage of time	- Qualitative (based on photo visualisations) and quantitative (% visibility over time)	0	0
- Interpretation of visibility on the basis of photo vi-			

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1	Alternative 2
		95 x 4 MW turbines Max. tip height 141 m	38 x 10 MW turbines Max. tip height 250 m
sualisations			

Both alternatives score the same for the aspect of landscape, because the meteorological conditions mainly determine the visibility of the wind farm and the size of the turbines is therefore less relevant. The large turbines are still occasionally visible at a distance of 42 kilometres or more; the smallest turbines are not. However, because of the fact that the meteorological conditions often limit visibility at such a great distance, this difference in effect is estimated as so small that there is no clear distinction between best or worst case. Because the wind turbines in wind farm site IV are barely visible if at all, the score is neutral.

Other use functions

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1	Alternative 2
		95 x 4 MW wind turbines (tip height 140 m) monopile (3 m)/ suction bucket (15 m). Erosion protection (rock fill) five times the pile diameter.	38 x 10 MW wind turbines (tip height 250 m) on a gravity based foundation with a diameter of 40 metres located on the sea bottom. Erosion protection (rock fill): three times the diameter of the base.
Fishery	Fishery restrictions	0/-	0/-
Oil and gas extraction	Restrictions on oil and gas extraction	0	0
Aviation	Interference civil aviation	0	0
	Interference military aviation	0	0
	Interference Coast Guard	0	0
Sand, gravel and shell extraction	Restrictions shallow mineral extraction	0	0
Dredging landfill	Restrictions dredging landfill dumping areas	0	0
Ship's and aviation radar	Shadow effect	0	0
	Multipath/Bouncing	0	0
Cables and pipelines	Interference cables and pipelines	0	0
Telecommunications	Disruption in cable connections	0	0
	Disruption in ray paths	0	0
Ammunition dumping areas and military areas	Presence of ammunition dumping areas and military areas	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	Mussel seed collection installations restrictions	0	0
Wind farms	Influence of wind farms	0/-	0/-

There appear to be hardly any effects with regard to use functions already in use. This is partly because the use functions present were taken into account in the choice of location. There are minor effects on the use functions of sand extraction, ship's and aviation radar, recreation and tourism, cultural history and archaeology in the form of loss of space (sand extraction, recreation and tourism), degradation (archaeology) or influence (ship's radar). The effects are rated neutral given the small size, the alternatives are not distinctive.

The effects on fishery seen as a whole, given the surface that is lost (70 km²) and the value of that area for fishing are rated limitedly negative. The effects on wind farms are also rated limitedly negative because wind interception has a negative impact on the energy yield of Belgian wind farms. The alternatives are not distinctive here.

Electricity yield

Assessment criteria	Assessment	
	Alternative 1	Alternative 2
	95 x 4 MW turbines	48 x 8 MW turbines
Energy yield	++	++
Avoided emissions	++	++

To determine the electricity yield, calculations were made with two 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 avoided emissions. It can be remarked here that this does not mean that all turbine types will score the same, even if the set up capacity is always 380 MW (departure point set up of wind farm site). Turbines with relatively large rotors (and therefore a low number of W/m²) will generate more energy than turbines with relatively small rotors. The mutual wind interception and wind interception of the Belgian farms also plays a role here. Probably turbines with a high capacity and a relatively large rotor will score best. The future wind farm developer is free to determine an optimum where obviously cost price also plays a role.

Cumulation

The following table briefly lists the cumulative effects that occur and the consequences this has for the wind farm site decision to be taken.

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
<i>Birds and bats</i>	Exceeding the PBR in the examined international worst case scenario in the KEC for the Lesser black-backed gull, Great black-backed gull and the European herring gull cannot be ruled out. In a worst case scenario in cumulation with all developments of wind parks on the North Sea as considered in the KEC the provisionally calculated PBR value of the Nathasius's pipit is exceeded.	The Dutch PRB is not exceeded if the Energy Agreement is realised with an average of 76 turbines or less per park, therefore turbines of at least 5 MW. For the wind farm sites of wind energy area Borssele the upper limit for the number of turbines is set at 95, therefore turbines of at least 4 MW: This means that larger turbines will have to be prescribed in the other planned wind farm sites of the Energy Agreement in order to reach an average of no more than 76 turbines per park and to guarantee proper maintenance. Mitigating measures could be taken in order to reach acceptable effects (see section 13.5 and 13.6).
<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 13.5 and 13.6).
<i>Shipping and security</i>	Wind farms in Belgium and in the other wind farm sites in the Bors-	No consequences 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

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
	sele wind area can lead to other effects on navigation and safety	basic situation. The new route structure that entered into force from 1 August 2013 already takes future wind farms into account. The cumulative effect that these future wind farms can have on the shipping routes are all taken care of by the new route structure. 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. The Borssele wind farm zone means that a corridor may arise as a result of the maintenance areas present for grid connection and other cables, where whether or not to allow passage is considered. A separate study will be carried out into the safety effects.
<i>Geology and hydrology</i>	Wind farms in Belgium and in the other wind farm sites in the Borssele wind area can also have effects on geology and hydrology	None. In the further implementation of the Borssele wind farm zone (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 in Belgium and in the other wind farm sites in the Borssele wind area also affect the visibility of wind turbines from the beach.	None. The development of these wind turbines will increase the intrusion on the horizontal angle of view by wind turbines in Belgium and the wind farms in Borssele compared to the current situation. The distance to the coast of these wind turbines is generally so great that the meteorological conditions dramatically reduce the visibility of the wind turbines. The shortest distance between the offshore wind turbines in wind farm site IV and the beach is 40 kilometres. At this distance, a wind farm in the summer period is visible during the day on average 2.6% of the time. The other wind farm sites are closer to the coast meaning that they are visible for a greater percentage of the time. In addition to wind farms, plenty of ships are also visible on the horizon.
<i>Other use functions</i>	Wind farms in Belgium and in the other wind farm sites in the Borssele wind area also affect other use functions.	None. In the further implementation of the Borssele wind farm zone (wind farm sites I, II and III), the total space used is larger meaning a larger area is lost for fishing. In total, approximately 0.6% of the fishable surface of the DCS is lost. The area that is lost for fishery is relatively good fishing ground, meaning that in cumulation there are limited adverse effects on fishery. Due to the greater number of turbines, it is also more likely that archaeological remains will be harmed. The further implementation of the Borssele wind farm zone has limited effects on recreation and tourism because recreational boating uses the 10 to 20 km wide zone along the coast in particular. For vessels from Zeeland wanting to cross to England the additional realisation of wind farm site IV means no extra circumnavigation. Wind farm site IV (and III) does not lead to more circumnavigation because these wind farm sites are to the west of wind farm sites I and II. The Belgian wind farm zone will probably barely lead to extra circumnavigation because the Belgian wind farm zone is immediately southwest of the Borssele wind farm zone.
<i>Electricity yield</i>	Wind farms in Belgium and in the other wind farm sites in the Borssele wind area can	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.

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
	intercept wind	When calculating the energy yield it is assumed that all planned farms in Belgium have already been built, further interception from Belgium will not occur.

Mitigating measures

After assessment, it appears that the conditions in the legal framework can be satisfied for virtually every aspect. Mitigating measures are required to limit the 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:

Possible mitigating measures

Aspect	Effect	Mitigating measure
<i>Birds and bats</i>	Collision/disturbance	- Shutting down in certain weather conditions in combination with identified migration - Increasing cut-in wind speed (for bats) in the relevant season and at relevant time of day (dusk). - Increasing maximum tip lowness - As small as possible surface wind farm (least habitat loss)
<i>Marine mammals</i>	Disturbance and associated population reduction; PTS	- Limiting the construction period - Using 'Slow start' and 'Acoustic Deterrent Devices' (ADDs) - Maximum permissible sound level
<i>Shipping and safety</i>	Propulsion	- Using the Automatic Identification System (AIS) - Deploying an Emergency Towing Vessel
<i>Geology and hydrology</i>	-	-
<i>Landscape</i>	-	-
<i>Other use functions</i>	Circumnavigation for fishery (and other shipping)	Opening up corridor through the Borssele wind farm zone for ships to limit the sailing time to fishing grounds (and other destinations).
	Damage to archaeological values	Changing the location of a wind turbine or cable so as to avoid a possible archaeological object.
<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.

Considerations

Testing against the legal framework

Some mortality of birds and fish and decrease in populations of marine mammals and fish cannot be ruled out in advance. The Offshore Wind Energy Bill integrates the assessment to be carried out under the Nature Conservation Act 1998 and the Flora and Fauna Act into the wind farm site decision. The authorised body has the power to exempt in the scope of the Flora and

Fauna Act due to Section 7 of the Offshore Wind Energy Bill. For testing against the Nature Conservation Act 1998, an appropriate assessment has been carried out (see annex 8). This appropriate assessment shows that significant impact on the conservation objectives of Natura 2000 areas can be ruled out.

Other laws and regulations are discussed where relevant and translated to specific standards where necessary. For example, the standard setting within ASCOBANS is used to determine a measure of acceptable population reduction for porpoises. The planning protection regime relating to the Ecological Main Structure (EHS), now called Natuurnetwerk Nederland, does not apply to the EEA outside the 12-mile zone. The Borssele wind farm zone is entirely outside the 12-mile zone.

Choice of preferred bandwidth

As regards the following aspects no obstacles were identified in this EIA which limit the bandwidth:

- Shipping and safety;
- Geology and hydrology;
- Landscape;
- Other use functions;
- Electricity yield.

That is the case for birds and bats, and underwater life.

Aspects that do limit the bandwidth

Measures which do limit the bandwidth and which are adopted to reach a necessary reduction of effects are:

Bats and birds

- For nights (between sunset and sunrise) when there is mass bird migration, the number of rotations per minute per wind turbine is reduced to less than 1;
- the cut-in wind speed of the turbines during the period from 15 August to 30 September between 1 hour after sunset to 2 hours before sunrise is 5.0 m/s at axle height.

Underwater life

It has been decided to set the noise standard for the entire Borssele wind farm area. The site where the most stringent noise standards must be imposed determines the noise standards for the other sites. Furthermore, the standards are chosen so that any overrun during the learning phase in the start-up period is taken into account⁸. The proposed standards are shown in the table below.

Standard for wind farms in the Borssele area, incorporating the start up 'mark up of 1 dB'

Borssele I – IV	Maximum noise level (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ at 750 m)*		
380 MW per wind farm site	Period		
# turbines	Jan – May	Jun – Aug	Sep – Dec
77 - 95	159	165	166
64 - 76	160	166	167
55 - 63	162	167	169
49 - 54	163	169	170
43 - 48	163	169	171
39 - 42	164	170	172

⁸Speaking from the experience that it is difficult in the start-up period of the construction of a wind farm to comply with the standard straightaway and knowing that there are circumstances (harder surface, wind conditions) which can make mitigating measures less effective or the noise produced louder, a safety margin of 1 dB has been incorporated. This means that the noise standard is 1 dB less than is needed to prevent a decrease of 255 animals with a certainty of 95% (see § 2.3). A small excess of the standard due to unforeseen circumstances does not mean additional measures must be taken or that the construction of a wind farm must be stopped.

35 - 38	165	171	172
---------	-----	-----	-----

* The density of porpoises on the DCS in the summer and autumn is much lower than in the spring, with the result that there are less porpoises within a certain disruption contour (which obviously is not seasonal). In the summer and autumn therefore, less stringent standards can be applied than in the spring.

Conclusion

The wind farm site decision should make the preferred bandwidth possible and safeguard necessary mitigating measures; together the preferred bandwidth and measures form the preferred alternative. This bandwidth is tightened compared to the bandwidth which this EIA started with due to effects on birds and bats, and underwater life.

Gaps in knowledge and information

The development of offshore wind farms has a brief relative history. Meanwhile the first monitoring evaluations for other offshore wind farms in England, Denmark, Germany and Netherlands are known. These are results from relatively brief monitoring periods. Certainty about the long-term effects can therefore not be given yet. However, current development and research programmes offer tools for an impact forecast, as presented in this EIA. During the preliminary study of the impact forecast for this EIA, several gaps in knowledge were established that can limit the understanding of the nature and extent of the effects of a wind farm in wind farm site IV. Uncertainties remain as to the effects, including the cumulative effects of several wind farms mutually and in cumulation with other activities in the North Sea.

The gaps in knowledge that exist are not only due to the recent past of offshore wind energy; in a broad sense a lot of knowledge about animal species and their densities, diversity and behaviour needs complementing.

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 the often hard to access habitat and the absence of standardised counting methods. There are indications for various migration routes in the North Sea area. Quantitative data on this, how large the share of these migration routes is in the migration as a whole, as well as data about 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 victims.
- Benthos: knowledge gaps exist with regard to being able to predict consequences of the 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 and prevention 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 extent of changes on fish fauna in the longer term as a result of setting restrictions on fishery and applying hard substrate.
- Electricity yield: the wind interception from Belgium and from the other wind farm sites within the Borssele wind farm zone can be calculated fairly well 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 form a good idea of the effects of a wind farm in wind farm site IV in the Borssele wind area. A wind farm site decision can be taken

despite the existing gaps in knowledge and 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.

Plan for monitoring and evaluation

In the decision-making it will be indicated by what means and in which period an evaluation study will have to be carried out. This evaluation study aims, on the one hand, to compare the predicted impact to the actually occurring effects and, on the other hand, to assess the extent to which the identified gaps in knowledge are filled where needed.

In general, the monitoring and evaluation programme is needed to improve knowledge about the effects that wind farms have on the natural environment. As regards the specific monitoring topics, the expected actual effects as set out in this EIA are a starting point in addition to the identified gaps in knowledge. Given the expected adverse effects of the construction of the foundations of the wind farm on marine mammals, research on sound transmission, behavioural reactions and removal of marine mammals deserves special attention. In addition, bird research is important given the collision victims and the possible disturbance and barrier effect of the wind farm.

pen. Op 11 juni 2015 is in de Kennisgeving kavelbesluiten Borssele het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende milieueffectrapport (MER). Samen met de kennisgeving is de Conceptnotitie reikwijdte en detailniveau MER kavelbesluiten Borssele gepubliceerd (Staatscourant 2015, nr. 15324). 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 Borssele geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om twee platforms in het windenergiegebied Borssele, de kabels vanaf deze platforms naar en over land en de aansluiting op het hoogspanningsnet op land. Voor deze aansluiting wordt door TenneT een aparte procedure inclusief m.e.r. doorlopen.

1.2 M.e.r.-procedure voor de drie kavelbesluiten

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.) 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 (Besluit m.e.r.) staat dat windparken met een gezamenlijk vermogen van 15 MW of meer, of bestaande uit 10 windturbines of meer, m.e.r.-beoordelingsplichtig zijn. Een windpark wordt daarbij gedefinieerd als een park bestaande uit minimaal drie windturbines. Dit betekent dat de m.e.r.-beoordelingsplicht dus geldt voor kavel IV.

De m.e.r.-beoordelingsplicht 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 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 de kavelbesluiten is de uitgebreide m.e.r.-procedure gevolgd. Er wordt een project-m.e.r. doorlopen voor de kavelbesluiten als bedoeld in de Wet windenergie op zee. De kavelbesluiten treden in de plaats van de vergunningen op grond van de Waterwet, de Natuurbeschermingswet 1998 en de ontheffingen op grond van de Flora- en faunawet. Het detailniveau van dit MER is zodanig dat voor de realisatie van de windparken op basis van de kavelbesluiten, geen verdere m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden.

Omdat significante effecten op Natura 2000-gebieden bij het realiseren van windparken in windenergiegebied Borssele niet op voorhand zijn uit te sluiten, worden voor de kavelbesluiten ook 'Passende Beoordelingen' opgesteld. Deze maken onderdeel uit van dit MER en bevatten een beoordeling van de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

1.3 Procedure kavels I en II

Voor de kavels I en II in windenergiegebied Borssele is een aparte m.e.r. doorlopen. De concept notitie reikwijdte en detailniveau voor de milieueffectrapportage voor de kavels I en II heeft van 24 oktober tot en met 4 december 2014 ter inzage gelegen. Alle ingediende zienswijzen, reacties en adviezen zijn voor zover relevant geacht, verwerkt in de vastgestelde notitie R&D⁹, op basis waarvan het MER voor kavels I en II is opgesteld. Op 30 april 2015 adviseerde de Commissie voor de m.e.r. over het concept milieueffectrapport en de concept passende beoordeling voor kavelbesluit Borssele II¹⁰. Het concept ontwerp-kavelbesluit Borssele voor kavel II heeft voor een informele consultatie gedurende een aantal weken (tot en met 21 mei 2015) ter inzage gelegen¹¹. Het MER en de ontwerpbesluiten voor de kavels I en II hebben van vrijdag 7

⁹ Zie: www.rvo.nl/subsidies-regelingen/wind-op-zee-kavels-borssele

¹⁰ Zie: <http://api.commissiomer.nl/docs/mer/p29/p2965/a2965tts.pdf>

¹¹ Zie: www.noordzeeloket.nl/functionies-en-gebruik/windenergie/inspraak/index.aspx

augustus 2015 tot en met donderdag 17 september 2015 ter inzage gelegen. De definitieve kavelbesluiten voor de kavels I en II worden eind 2015 gepubliceerd.

Er is voor gekozen om eerst een besluit te nemen over twee kavels (kavels I en II), in totaal ongeveer 700 MW. De reden hiervoor is de planning, zoals vermeld in de routekaart windenergie op zee, om 700 MW te tenderen in 2015 en 700 MW in 2016 (zie ook paragraaf 2.2.4).

1.4 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 de kavelbesluiten. Zoveel als mogelijk is in dit MER aangesloten bij het eerder opgestelde MER voor kavels I en II.

Het MER bevat de volgende zaken:

- De locatieonderbouwing: geschiktheid windenergiegebied Borssele ten opzichte van de overige voor windenergie aangewezen gebieden.
- De verkaveling van het gebied: overwegingen die ten grondslag liggen aan de kavelindeling van het windenergiegebied Borssele.
- Inzicht in de milieueffecten van opstellingsvarianten van windturbines binnen de drie kavels. Dit gebeurt door binnen een bandbreedte te variëren in posities van windturbines en eigenschappen van de turbines, zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter.

1.5 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 de uitgifte van kavels voor windparken in het windenergiegebied Borssele zijn diverse partijen betrokken. Onderscheid kan gemaakt worden tussen overheden, belanghebbenden (meestal verenigd in organisaties) en burgers.

Belanghebbend zijn de windsector, natuur- en milieuorganisaties, visserij, zandwinning, olie- en gassector, recreatie en scheepvaart, zowel in Nederland als deels in België.

Diverse overheden worden direct betrokken in het adviestraject van de m.e.r. en kavelbesluiten. Iedereen, waaronder burgers, kan inspreken tijdens de twee inspraakperioden (zie paragraaf 1.5). Op grond van het ESPOO-verdrag is België geconsulteerd.

1.6 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 12 juni 2015 tot en met 23 juli 2015. De zienswijzen uit deze periode zijn samen met het advies van de Commissie m.e.r. 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.

1.7 Leeswijzer

Dit milieueffectrapport bestaat uit een algemeen deel (hoofdstuk 1 t/m 5) en een locatiespecifiek deel (hoofdstuk 6 t/m 13) voor het te nemen kavelbesluit. De onderbouwing van de keuze voor het windenergiegebied Borssele en de verkaveling daarvan is opgenomen in het algemene deel van het MER.

Het algemene deel bestaat achtereenvolgens uit:

1. Inleiding: beschrijving van de aanleiding en doelstelling voor de kavelbesluiten
2. Context: beschrijving van de samenhang met andere ontwikkelingen, beleid en wet- en regelgeving

3. Locatieafweging Borssele: beschrijving geschiktheid gebied voor windenergie
4. Verkaveling Borssele: beschrijving indeling in vier kavels
5. Aanpak effectbeoordeling: beschrijving bandbreedte waarbinnen verschillende windturbineopstellingen, windturbintypes en funderingsmethoden zijn bekeken en beschrijving van het beoordelingskader

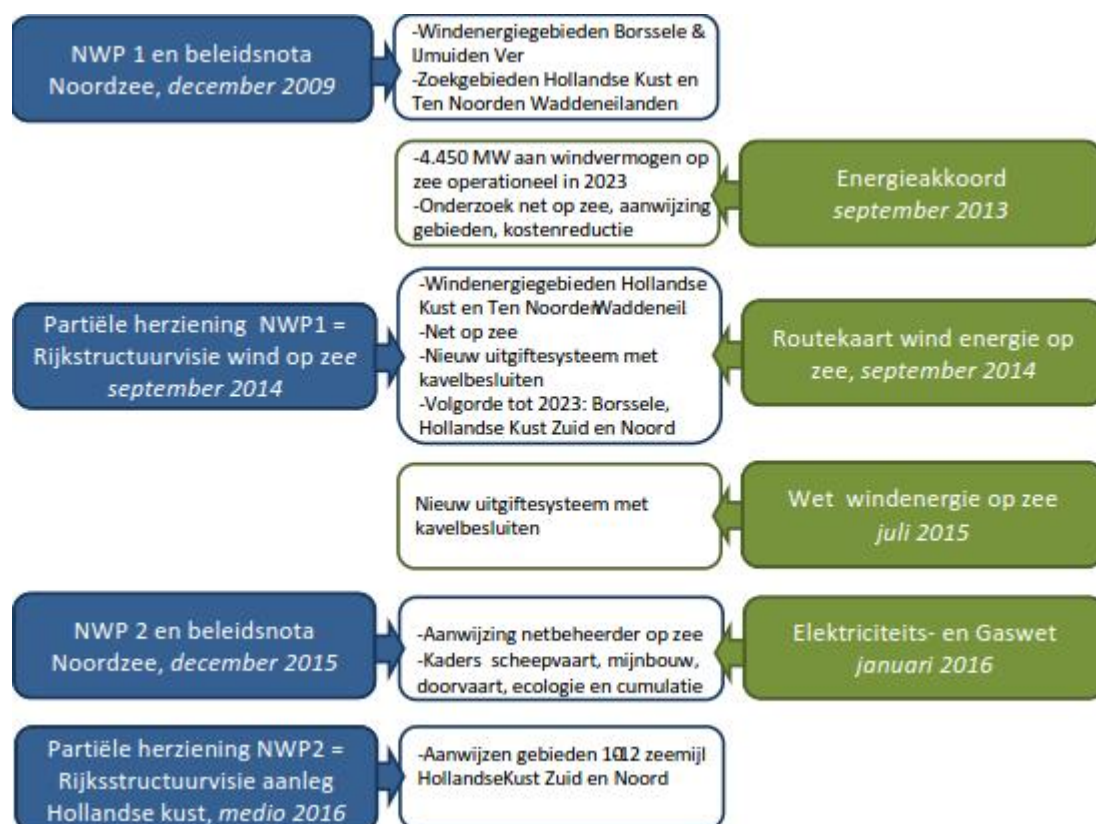
Het locatiespecifieke deel bestaat uit de beschrijving en effectbeoordeling van de concreet uit te geven kavel en bestaat achtereenvolgens uit:

6. Vogels en vleermuizen
7. Onderwaterleven
8. Scheepvaartveiligheid
9. Morfologie en hydrologie
10. Landschap
11. Overige gebruiksfuncties
12. Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies
13. Afweging: effectvergelijking, keuze voorkeursbandbreedte, leemten in kennis en informatie en evaluatie en monitoring

Tot slot bevat dit MER diverse bijlagen, waaronder een Passende Beoordeling.

2 Wet- en regelgeving en beleidskader

Dit hoofdstuk bevat de samenhang tussen het kavelbesluit en andere, voorgaande ontwikkelingen, beleid, wet- en regelgeving op het gebied van duurzame (wind)energie en ruimtelijke ordening. Hierbij komen eveneens het nut en de noodzaak van windenergie op zee aan de orde. Voor de verschillende milieuaspecten, zoals natuur, scheepvaart en overige gebruiksfuncties, komt het kader van wet- en regelgeving in het locatiespecifieke deel van het MER aan bod. In het onderstaande schema zijn de belangrijkste zaken samengevat:



Figuur 2.1 Context en aanleiding kavelbesluiten Borssele

2.1 Duurzame energiedoelstellingen

2.1.1 EU

In Europees verband is afgesproken om in 2020 14% van het totale energieverbruik in Nederland duurzaam te realiseren. Dit is vastgelegd in Richtlijn 2009/28/EG (PbEG 2009, L140/16). De Europese Commissie is ook al begonnen met de ontwikkeling van beleidsopties voor de periode na 2020. In december 2011 presenteerde de EU het "Stappenplan Energie 2050" als doorkijk naar 2050 en de in de tussentijd te nemen stappen om te komen tot een verdere verduurzaming van de energiemarkt en een verdere CO₂-reductie (80-95%)¹². In de Europese Raad van 23 en 24 oktober zijn de EU-doelen voor 2030 vastgesteld (Kamerstukken II,

¹² COM (2011) 885 def.

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*

Op 6 september 2013 is het 'Energieakkoord voor duurzame groei' (hierna: Energieakkoord) afgesloten.¹³ Ruim veertig organisaties, waaronder de overheid, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, andere maatschappelijke organisaties en financiële instellingen, verbinden zich aan het Energieakkoord. Kern van het akkoord zijn breed gedragen afspraken over energiebesparing, schone technologie en klimaatbeleid. Uitvoering van de afspraken moet resulteren in een betaalbare en schone energievoorziening, werkgelegenheid en kansen voor Nederland in de schone technologiemarkten. In het 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 in totaal voor 3.450 MW aan windvermogen dient te worden gerealiseerd. Dit is aanvullend op de circa 1.000 MW van de bestaande parken en hetgeen in voorbereiding is (zie paragraaf 2.3.1 ronde 1 en 2 windparken).

Op 24 april 2014 heeft de minister van Economische Zaken in het algemeen overleg windenergiegebieden (Tweede Kamer, vergaderjaar 2013–2014, 33 612, nr. 45) toegezegd om de Kamer te informeren over de routekaart. De minister heeft toen aangegeven van plan te zijn om de routekaart in 2015 te laten starten en met het aangewezen gebied Borssele te beginnen.

2.2 *Ontwikkelingen en beleid windenergie op zee*

2.2.1 *Ronde 1 en 2 windparken*

De eerste windturbines op de Noordzee zijn in 2007 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).¹⁴ Ze hebben een vermogen van respectievelijk 108 en 120 MW. Deze parken worden "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 worden gebouwd. Dit zijn Luchterduinen (voorheen Q10, 23 kilometer uit de kust bij Noordwijk aan Zee) dat eind 2015 operationeel is en Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats, 85 kilometer boven de kust van Groningen) die vanaf 2017 operationeel zijn. Ze hebben een vermogen van respectievelijk 129 en twee maal 300 MW. In totaal zullen de ronde 1 en ronde 2 parken een opgesteld vermogen hebben van 957 MW.

2.2.2 *Nationaal Waterplan 1 (NWP1) en Beleidsnota Noordzee*

In de Waterwet is vastgelegd dat het Rijk eenmaal in de zes jaar een Nationaal Waterplan (NWP) maakt. Dit plan is het formele plan voor het nationale waterbeleid. Op basis van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) is het NWP voor de ruimtelijke aspecten tevens een 'structuurvisie'. In diverse beleidsnota's, die zijn toegevoegd als bijlagen bij het NWP, wordt het beleid verder uitgewerkt.

In het NWP 2009-2015 (NWP1, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, december 2009) is aan de opwekking van windenergie op de Noordzee de status van nationaal belang gegeven. Op nationaal niveau is in het kader van het Energieakkoord met de betrokken partijen afgesproken om in 2023 4.450 MW aan windvermogen op zee operationeel te hebben. In het NWP1 zijn specifieke gebieden aangewezen waar windturbineparken op geclusterde wijze kunnen worden gebouwd. Deze gebieden maken de gewenste groei van de opwekking van windenergie op zee mogelijk en bieden tegelijkertijd speelruimte om de precieze ligging van de windenergieparken af te stemmen met andere gebruiksfuncties. In de gebieden die zijn aangemerkt voor activiteiten van nationaal belang mogen andere activiteiten dit gebruik niet belemmeren. Wanneer activiteiten van nationaal belang stapelen in hetzelfde gebied, is het uitgangspunt dat gestreefd wordt naar gecombineerd en ruimte-efficiënt gebruik, mits de eerste initiatiefnemer daarbij geen onevenredige schade of hinder ondervindt.

¹³ Zie: <http://www.energieakkoordser.nl/doen/nieuws/energieakkoord-voor-duurzame-groei.aspx>.

¹⁴ 1 nautische mijl = 1.852 meter, de 12-mijlszone is iets meer dan 22 kilometer breed.

Buiten de aangewezen gebieden geeft het Rijk geen toestemming voor het oprichten van windparken. Binnen de aangewezen windenergiegebieden geeft het Rijk alleen toestemming voor de bouw van windparken binnen de kaders van (deels in ontwikkeling zijnde) regelgeving voor windparken.

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 de belangen voor scheepvaart, het mariene ecosysteem, olie- en gaswinning, defensie en luchtvaart.

In de Beleidsnota Noordzee van 2009 zijn destijds de volgende aandachtspunten voor de realisatie van windenergie in het gebied Borssele genoemd:

- het gebied overlapt in het zuidoosten met een mogelijk ecologisch waardevol gebied (Zeeuwse Banken);
- door het gebied lopen relatief veel kabels en leidingen, waardoor mogelijk niet al het oppervlak voor windturbines beschikbaar is;
- inpassing van het opgewekte vermogen in het landelijk elektriciteitsnet is ten tijde van het schrijven van de Beleidsnota Noordzee beperkt tot maximaal 1.000 MW;
- het gebied is tevens een zoekgebied voor een eventueel op te richten multifunctioneel eiland voor energieopslag en -productie.

Inmiddels is bekend, dat de Zeeuwse Banken niet zijn aangewezen als Natura 2000-gebied en daarmee ook geen mogelijk ecologisch waardevol gebied is.

Naast deze twee gebieden wijst het kabinet in het NWP1 twee zoekgebieden aan, namelijk 'Hollandse Kust' en 'Ten Noorden van de Waddeneilanden'. De resterende ruimtelijke vraagstukken voor de aangewezen gebieden Borssele en IJmuiden Ver geven het kabinet namelijk onvoldoende zekerheid dat voor windenergie op zee een voldoende groot gebied van netto minimaal 1.000 km² beschikbaar zal zijn. Ten tweede vraagt een kosteneffectieve toepassing van windenergie op zee om het realiseren van een substantieel gebied dichtbij de kust.

De doelstelling voor het zoekgebied Hollandse Kust is het vinden van ruimte voor één of meerdere grotere windenergiegebieden met een totaaloppervlak van 500 km² voor realisatie van 3.000 MW. De keuze voor het gebied Ten Noorden van de Waddeneilanden (165 km²) is mede gemaakt vanuit een spreidingsbehoefte.

2.2.3 *Rijksstructuurvisie Windenergie op zee*

Het NWP1 vermeldt dat het aanwijzen van de windenergiegebieden voor de Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden wordt uitgewerkt in een partiële herziening van het NWP1. Dit is gebeurd in de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, partiële herziening van het NWP1. 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.

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 Kamer gestuurd waarin de routekaart wordt gepresenteerd (Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 (herdruk)). Deze routekaart is nodig voor het tijdig realiseren van de doelstelling voor windenergie op zee, zoals afgesproken in het Energieakkoord. 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 inzake het laatste deel van de zoge-

naamde Wetgevingsagenda STROOM¹⁵ 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 wind-energiecapaciteit kan worden aangesloten. De windturbines van de windparken worden rechtstreeks op het platform aangesloten.

Daarnaast is in overleg met de windenergiesector een nieuw systeem voor de uitrol van wind-energie op zee vormgegeven. In dit systeem wordt de vergunning en subsidie voor specifieke locaties voor windparken door de overheid via een tender uitgegeven (zie ook paragraaf 2.3). Het systeem beoogt bij te dragen aan efficiënt ruimtegebruik, kostenreductie en een versnelling van de uitrol van windenergie op zee.

Het kabinet kiest voor een kostenefficiënte aanpak waarbij zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met de zorgen van de verschillende belanghebbenden. Uitgaande van de voorgaande punten zal de opgave uit het Energieakkoord binnen drie gebieden kunnen worden gerealiseerd. Als eerste zal het al in 2009 aangewezen gebied Borssele buiten de 12-mijlszone voor de Zeeuwse kust worden ontwikkeld. Daarna worden de windparken voor de Zuid-Hollandse en Noord-Hollandse Kust gerealiseerd (zie figuur 2.2), nadat onderzocht is of uitbreiding met een gebied tussen de 10-12 NM nodig is. De bestaande ronde 2 vergunningen worden hierbij niet benut. De gebieden binnen windenergiegebied Hollandse Kust die niet grenzen aan de 12-mijlszone en de gebieden IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden hebben vanwege hun verdere ligging hogere kosten en komen pas na 2020 eventueel in beeld. Voor het aanwijzen van de gebieden tussen de 10 en 12 NM wordt een partiële herziening van het NWP2 gedaan, hiervoor wordt momenteel de milieueffectrapportage opgesteld.

Deze aanpak leidt tot een aanpassing van het uitrolschema uit het Energieakkoord. Zie hiervoor de volgende tabel.

Jaar	Schema Energieakkoord (MW)	Nieuwe schema (MW)	Gebieden routekaart
2015	450	700	<i>Borssele</i>
2016	600	700	<i>Borssele</i>
2017	700	700	<i>Hollandse Kust: Zuid-Holland</i>
2018	800	700	<i>Hollandse Kust: Zuid-Holland</i>
2019	900	700	<i>Hollandse Kust: Noord-Holland</i>

Figuur 2.2 geeft een overzicht van de gebieden en het jaar van uitgifte van de gebieden, van zuid naar noord: Borssele, Hollandse Kust Zuid-Holland en Hollandse Kust Noord-Holland. Ook zijn de voorgestelde gebieden binnen de 12-mijlszone aangegeven aansluitend op de gebieden Hollandse Kust Zuid-Holland en Hollandse Kust Noord-Holland.

¹⁵ Dit gedeelte van de wetgevingsagenda STROOM heeft betrekking op de herziening van de Elektriciteits- en Gaswet. STROOM is opgezet als een wetgevingsagenda die samenhang en consistentie verschaft aan verschillende wetsvoorstellen die los van elkaar en met een verschillend tijdpad worden voorbereid en in procedure worden gebracht.



Figuur 2.2 Realisatie conform routekaart windenergie op zee: aangewezen windenergiegebieden, voorgestelde gebieden tussen de 10 en 12 NM en jaar van uitgifte

2.2.5 Noordzee 2050 Gebiedsagenda, Nationaal Waterplan 2 (NWP2) en nieuwe Beleidsnota Noordzee

Op 28 juli 2014 is de Noordzee 2050 Gebiedsagenda aan de Tweede Kamer aangeboden (Kamerstukken II, 2013/14, 33 450, nr. 24). De Noordzee 2050 Gebiedsagenda levert thema's en onderwerpen op die verder uitwerking kunnen krijgen in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021. Aangezien de Noordzee 2050 Gebiedsagenda en het masterplan voor de energie van de Noordzee tussen 2030 en 2050/2060 betrekking hebben op de middellange en lange termijn, en de kavelbesluiten voor Borssele op korte termijn genomen dienen te worden, heeft de Noordzee 2050 Gebiedsagenda geen concrete betekenis voor dit MER voor de kavelbesluiten.

Voor de periode 2016-2021 is het Noordzee beleid uitgewerkt in het NWP2 en als onderdeel hiervan in de nieuwe Beleidsnota Noordzee 2016-2021. Het ontwerp van beide heeft ligt ter inzage gelegen tot en met 22 juni 2015. Ze bouwen voort op de eerdere plannen en de aanwijzing van de windenergiegebieden in het NWP1. Het kabinet geeft binnen de Europese kaders

(Kaderrichtlijn Water, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Vogel- en Habitatrichtlijn en Verdrag van Malta) prioriteit aan activiteiten op de Noordzee die van nationaal belang zijn voor Nederland, waaronder opwekking van duurzame energie: voldoende ruimte voor windenergie en andere vormen van duurzame energie, zo veel mogelijk in combinatie. In de ontwerp Beleidsnota Noordzee 2016-2021 wordt een aantal richtlijnen gegeven of aangekondigd voor de ontwikkeling van windparken in afstemming met andere functies op de Noordzee:

- ontwerp criterium 'afstand tussen scheepvaartroutes en windparken';
- ontwerp proces 'afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken';
- beleidsontwikkeling ten aanzien van 'doorvaart en medegebruik';
- beleidsontwikkeling ten aanzien van 'ecologie en cumulatie'.

2.3 Wet windenergie op zee

De Wet windenergie op zee maakt de opschaling van windenergie op zee mogelijk en introduceert het instrument 'kavelbesluit'. In de wet is een nieuw uitgiftesysteem geïntroduceerd. Dit uitgiftesysteem houdt in dat binnen de aangewezen gebieden in het NWP kavelbesluiten worden genomen waarin wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gerealiseerd mag worden.

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 NWP. 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 de vergunningen worden verleend. In de tender kunnen alle marktpartijen deelnemen die een windpark op een kavel zouden willen realiseren een aanvraag indienen.

Tijdens het opstellen van een kavelbesluit onderzoekt het Rijk onder meer de opbouw van de kavel, de bodem, de heersende windsnelheden en de watergegevens. Een belangrijk onderdeel van de kavelbesluiten behelst de toets van de natuuraspecten. In de Wet windenergie op zee is de toets die ingevolge de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet dient te worden uitgevoerd, geïntegreerd in het kavelbesluit. Uit de eerder opgedane kennis bij vergunningverlening op grond van de Waterwet 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. De informatie uit de kavelbesluiten vormt naast de informatie uit de hierboven aangegeven onderzoeken, belangrijke informatie waarop marktpartijen via de subsidietender hun bieding kunnen baseren.

TenneT krijgt, als beheerder van het landelijk hoogspanningsnet, de taak het net op zee voor te bereiden. De taak omvat in elk geval de uitvoering van de noodzakelijke technische onderzoeken en het voorbereiden van de verkrijging van vergunningen. De kosten die de beheerder van het landelijk hoogspanningsnet maakt bij de uitvoering van de nieuwe taak komen met terugwerkende kracht in aanmerking voor verwerking in de transporttarieven, ook als uiteindelijk besloten zou worden om in het relevante gebied geen net op zee te realiseren. Op 18 juni 2014 (Kamerstukken II, 2013/14, 31 510, nr. 49) heeft de Minister van Economische Zaken het richtinggevend besluit genomen dat TenneT bij wet wordt aangewezen als netbeheerder op zee ter realisatie van de kwantitatieve doelstellingen voor windenergie op zee zoals opgenomen in het Energieakkoord. Het wetsvoorstel¹⁶ waarin de Elektriciteits- en Gaswet worden herzien en de regels inzake het net op zee in meelopen, treedt naar verwachting per 1 januari 2016 in werking.

2.4 Belangrijkste internationaal 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.

¹⁶ <http://www.internetconsultatie.nl/wsvstroom>

2.4.1 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 Waterbesluit¹⁷.

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 indicatoren¹⁸. In 2014 is het bijbehorende monitoringprogramma opgesteld (Mariene Strategie Deel II), waarmee de doelen zoals geformuleerd in deel I kunnen worden gemeten. Eind 2014 is ook het programma van maatregelen (Deel III) uitgekomen waarin de maatregelen zijn beschreven die nodig zijn om in 2020 de goede milieutoestand en -doelen te kunnen bereiken. Het programma van maatregelen wordt, na een half jaar terinzagelegging, eind 2015 vastgesteld en gerapporteerd aan de Europese Commissie en zal deel uitmaken van Het Nationaal Waterplan 2016-2021.

Met de Mariene Strategie streeft het kabinet ernaar om, voor de huidige en toekomstige generaties, een gezonde milieutoestand en biodiversiteit van de Noordzee te hebben en veilig te stellen als een belangrijke bron voor de economie en de voedselvoorziening. Met de Mariene Strategie zet het kabinet daarvoor tussen 2012 en 2015 de koers uit. Dit streefbeeld is onderdeel van het NWP: de Noordzee is een gezond en veerkrachtig marien ecosysteem dat duurzaam kan worden gebruikt. Zo geeft de Mariene Strategie mede invulling aan het NWP waarin de (ruimtelijke) voorwaarden zijn gegeven voor het duurzaam, ruimte-efficiënt en veilig gebruik van de Noordzee, in evenwicht met de belangen van het mariene ecosysteem zoals vastgelegd in de Kaderrichtlijn Water, de Kaderrichtlijn Mariene Strategie en de Vogel- en Habitatrichtlijn.

Windenergie wordt genoemd als economische activiteit, energieopwekker en ruimtevrager op de Noordzee, met mogelijke effecten op vogels en onderwaterleven als gevolg van de (aanleg van de) windturbines.

2.4.2 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;

¹⁷ Stb. 2010, 330

¹⁸ Stand van zaken, zie Kamerstukken II, 2013/14, 33 450, nr. 22

- 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.

2.4.3 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”*.

3 Onderbouwing locatiekeuze Borssele

3.1 Waarom windenergiegebied Borssele?

Dit hoofdstuk zet de overwegingen op een rij om windenergiegebied Borssele als eerste te ontwikkelen. Allereerst zijn de belangrijkste overwegingen en aandachtspunten uit eerdere en toekomstige wet- en regelgeving gepresenteerd. Vervolgens zijn de gebieden Borssele, Hollandse Kust Zuid en Noord, IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden op hoofdlijnen beoordeeld. Hierbij is de geschiktheid van een gebied voor windenergie beschouwd en zijn de aandachtspunten voor de verschillende gebieden naast elkaar gezet. Met de aandachtspunten voor windenergiegebied Borssele is in het locatiespecifieke deel van het MER rekening gehouden.

Bij het beoordelen van windenergiegebied Borssele gaat het erom aan te tonen dat het gebied geschikt is voor windenergie, niet of het gebied het *meest* geschikt is voor windenergie. Naast windenergiegebied Borssele zijn immers ook andere gebieden nodig om de doelstellingen uit het SER-akkoord te bereiken.

Bij de beoordeling van de verspreid liggende grootschalige gebieden, is het detailniveau van de beoordeling globaal; er is vooral gebruik gemaakt van kwalitatieve gegevens en expert-judgement. Voor veel aspecten is het namelijk niet mogelijk om absolute uitspraken te doen over effecten omdat daarvoor gedetailleerde berekeningen aan concrete windparkopstellingen nodig zijn, op dit detailniveau zijn de gebieden nog niet uitgewerkt. Voor het doel van de beoordeling - het naast elkaar zetten van de gebieden - is dit detailniveau voldoende geacht.

3.2 Aandachtspunten windenergiegebieden en uitrol Energieakkoord

In het 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 te geven in de vorm van concrete windparken. Daarvoor dient eerst afstemming met andere functies en onderzoek naar de invloed op natuurwaarden plaats te vinden. Bij de onderbouwing van de aanwijzing van de gebieden voor windenergie is vooral gekeken naar de mogelijke conflicten met andere functies. In de aangewezen gebieden lijken deze zich het minst voor te doen. Voor het gebied Borssele is de afstand tot de kust zodanig dat de kosten voor windenergie niet te hoog oplopen. De gebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden zijn op 26 september 2014 definitief aangewezen in de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, dit is een partiële herziening van het NWP1 (zie ook paragraaf 2.2.3.)

Ten behoeve van het Energieakkoord diende een nadere invulling en planning gegeven te worden voor de uitgifte van windenergie. Hierdoor lag de vraag voor in welk gebied als eerste kavels uitgegeven gaan worden. De keuze voor Borssele is gemaakt op basis van een zo 'conflictvrij' mogelijk gebied voor zover dat de belangen voor scheepvaart, het mariene ecosysteem, olie- en gaswinning, defensie en luchtvaart betreft. In het gebied Borssele spelen minder belangen dan bijvoorbeeld in windenergiegebied Hollandse Kust. Ook lijkt bij Borssele de netaansluiting op land, een onderdeel van de uitrol dat veel tijd vraagt, het snelste te realiseren.

In de brief met de routekaart windenergie op zee van de ministers van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu aan de Tweede Kamer van 26 september 2014, wordt een nadere toelichting gegeven op de keuze en volgorde van gebieden (Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 (herdruk). Het concept van TenneT met standaard platforms van 700 MW is als uitgangspunt genomen bij het opstellen van de routekaart. Er is gezocht naar gebieden waar 700 MW aan windparken of een veelvoud daarvan kan worden geplaatst. Daartoe is per aangewe-

zen gebied geschat hoeveel MW gerealiseerd kan worden, rekening houdend met andere belangen zoals mijnbouw, visserij, ecologie en scheepvaart. Op basis van berekeningen door ECN (bijlage bij Kamerstukken II, 2014/15, 33 561, nr. 12) is vastgesteld in welke gebieden windparken tegen de laagste subsidie kunnen worden gerealiseerd. Dat zijn over het algemeen gebieden die het dichtst bij de kust liggen, aangezien de kosten per kilowattuur voor windparken dichtbij de kust lager zijn dan voor windparken die verder van de kust liggen.

Door eventueel een smalle strook tussen de 10- en 12 NM 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. Dit is toegesneden op de standaardplatforms van TenneT van 700 MW.

Voor de volgorde van het realiseren van de drie gebieden (Borssele, Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord) is het tempo zoals afgesproken in het Energieakkoord, de bepalende factor. Volgens het Energieakkoord moet in 2015 worden begonnen met de uitrol. Dat kan logischerwijs alleen in een gebied dat al is aangewezen in het NWP. Het gebied Borssele is in 2009 al aangewezen in het NWP1 (2009-2015). Het gebied Hollandse Kust buiten de 12-mijlszone is met de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee in 2014 aangewezen. Binnen de 12-mijlszone moeten de gebieden nog aangewezen worden. Naar verwachting zal deze aanwijzing, na nader onderzoek naar de geschiktheid van deze gebieden, in de herziening van het NWP2 (2015-2021) plaatsvinden (omstreeks 2016). Daarom zal gestart worden met de ontwikkeling van het gebied Borssele, gevolgd door Hollandse Kust Zuid-Holland en Hollandse Kust Noord-Holland.

3.3 Beoordeling windenergiegebieden

3.3.1 Beoordelingskader

Voor de beoordeling van de windenergiegebieden wordt gebruik gemaakt van de milieu-informatie uit het (planMER voor het) NWP1 (Borssele en IJmuiden Ver) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee (Hollandse Kust Zuid, Hollandse Kust Noord en Ten Noorden van de Waddeneilanden). Deze informatie is aangevuld met een deskundigenoordeel voor die aspecten die niet of minder uitvoerig zijn beschouwd in de genoemde stukken. Waar aanvullend andere bronnen zijn gebruikt, is dit aangegeven.

In de onderstaande tabel staat het beoordelingskader. Ook de kosten van windenergie in een gebied zijn verkend. Kosten zijn weliswaar geen milieuaspect, maar het kostenaspect is wel van belang bij de aanwijzing en volgorde van uitrol van windenergiegebieden.

Tabel 3.1 Beoordelingskader

Thema	Aspect	Beoordelingscriteria
Ecologie	Vogels (zeevogels, broedvogels, trekvogels)	- Optreden van mogelijk significant negatieve effecten - Risico van windturbines voor vogels ('Vogelrisico-/gevoeligheidskaart')
	Zeezoogdieren (bruinvis, zeehond)	- Optreden van mogelijk significant negatieve effecten - Dichtheden van bruinvissen en zeehonden
Landschap	Zichtbaarheid	- Zichtbaarheid vanaf de kust
Andere functies	Scheepvaartveiligheid	- Scheepvaartintensiteit: routegebonden en niet-routegebonden (recreatie/visserij) scheepvaart
	Olie- en gas	- Aanwezigheid olie- en gasplatforms, bemand en onbemand - Aanwezigheid concessiegebieden olie- en gaswinning
	Visserij	- Visserij-intensiteit

Thema	Aspect	Beoordelingscriteria
Kosten		- Relatieve kosten per kWh per gebied

Recreatie is beschouwd onder de criteria 'zichtbaarheid' en 'niet-routegebonden scheepvaart' (waaronder recreatievaart) en is daarom niet als apart beoordelingscriterium opgenomen.

3.3.2 Niet onderscheidende thema's

De windenergiegebieden zijn zo gekozen, dat al rekening is gehouden met een aantal effecten van windparken op andere gebruikers van de Noordzee, bijvoorbeeld Natura 2000-gebieden en scheepvaartroutes. Hieronder is voor een aantal aspecten vooraf aangegeven waarom deze niet onderscheidend zijn voor de beoordeling van de verschillende windenergiegebieden en daarom niet in de beoordeling zijn betrokken.

Bodemleven, vissen, vislarven en vleermuizen

Voor ecologie wordt het effect op vogels en zeezoogdieren beoordeeld. Effecten op bodemleven, vissen en vislarven worden niet per windenergiegebied beoordeeld, aangezien de effecten naar verwachting beperkt en veelal lokaal (bodemleven) zijn en de windenergiegebieden niet wezenlijk anders zijn op dit aspect.

De effecten op vleermuizen worden ook niet beschouwd omdat geen informatie voorhanden is die onderscheidend is voor de verschillende gebieden.

Cultuurhistorie

Er zijn verspreid over de Noordzee veel locaties met scheepswrakken en prehistorische resten. Tijdens de bouw van een windpark kan hier voldoende rekening mee worden gehouden door zo nodig enige afstand aan te houden. Bij de ontwikkeling van windparken wordt ter plaatse van de fundering en kabels nader onderzoek uitgevoerd. Het is voorgeschreven dat mogelijke archeologische objecten vermeden dienen te worden. Dat betekent geen of verwaarloosbare effecten, dit geldt voor alle windenergiegebieden.

Scheepvaartroutes

Bij de aanwijzing van gebieden voor windenergie is reeds rekening gehouden met scheepvaartroutes en daarmee is het geen onderscheidend criterium tussen de locaties. Bij windenergiegebieden Borssele en IJmuiden Ver is uitgegaan van een afstand van 2 NM (Beleidsnota Noordzee 2009-2015).

In het 'Afwegingskader voor veilige afstanden tussen scheepvaartroutes en windparken op zee' (zie bijlage 6 van de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee) is uitgegaan van de volgende benodigde afstanden:

- bij schepen van 400 m lengte: 1,87 NM aan stuurboord en 1,57 NM aan bakboord;
- bij schepen van 300 m lengte: 1,54 NM aan stuurboord en 1,24 NM aan bakboord.

Bij de aanwijzing van de gebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden is uitgegaan van deze afstanden.

Defensiegebieden

Defensiegebieden zijn niet als beoordelingscriterium meegenomen omdat alle windenergiegebieden daarbuiten liggen. Alleen IJmuiden Ver overlapt voor een klein gedeelte met EHD 41B¹⁹.

Bodem en water

Voor alle gebieden geldt dat de invloed van windturbines op de natuurlijke bodemprocessen en waterkwaliteit gering tot verwaarloosbaar wordt geacht en niet onderscheidend is per gebied. De windturbines hebben geen meetbare invloed op de getijdebewegingen en de golfbewegingen. Ook zal de invloed op de zeebodem (graven van kabelgeulen, erosie en sedimentatie rond funderingen) lokaal en klein zijn ten opzichte van de natuurlijke bodemprocessen als gevolg van

¹⁹ De positionering van dit defensiegebied wordt aangepast zodat het niet langer met het windenergiegebied overlapt.

getijdebewegingen en stormen. Bodem en water vormen dan ook geen onderscheidend beoordelingscriterium.

Schelp- en zandwinning

Schelp- en zandwinning vindt plaats binnen de 12-mijlszone. De windenergiegebieden liggen daarbuiten en hebben dus alleen met hun kabels een (beperkt) effect op de mogelijkheden voor de winning. De windenergiegebieden zijn hierdoor niet onderscheidend.

Omdat de beoordeling op hoofdlijnen is uitgevoerd, is er gescoord met behulp van een viertal kleuren in plaats van gedetailleerdere scores in de vorm van plussen en minnen. De kleuren hebben de volgende betekenis:

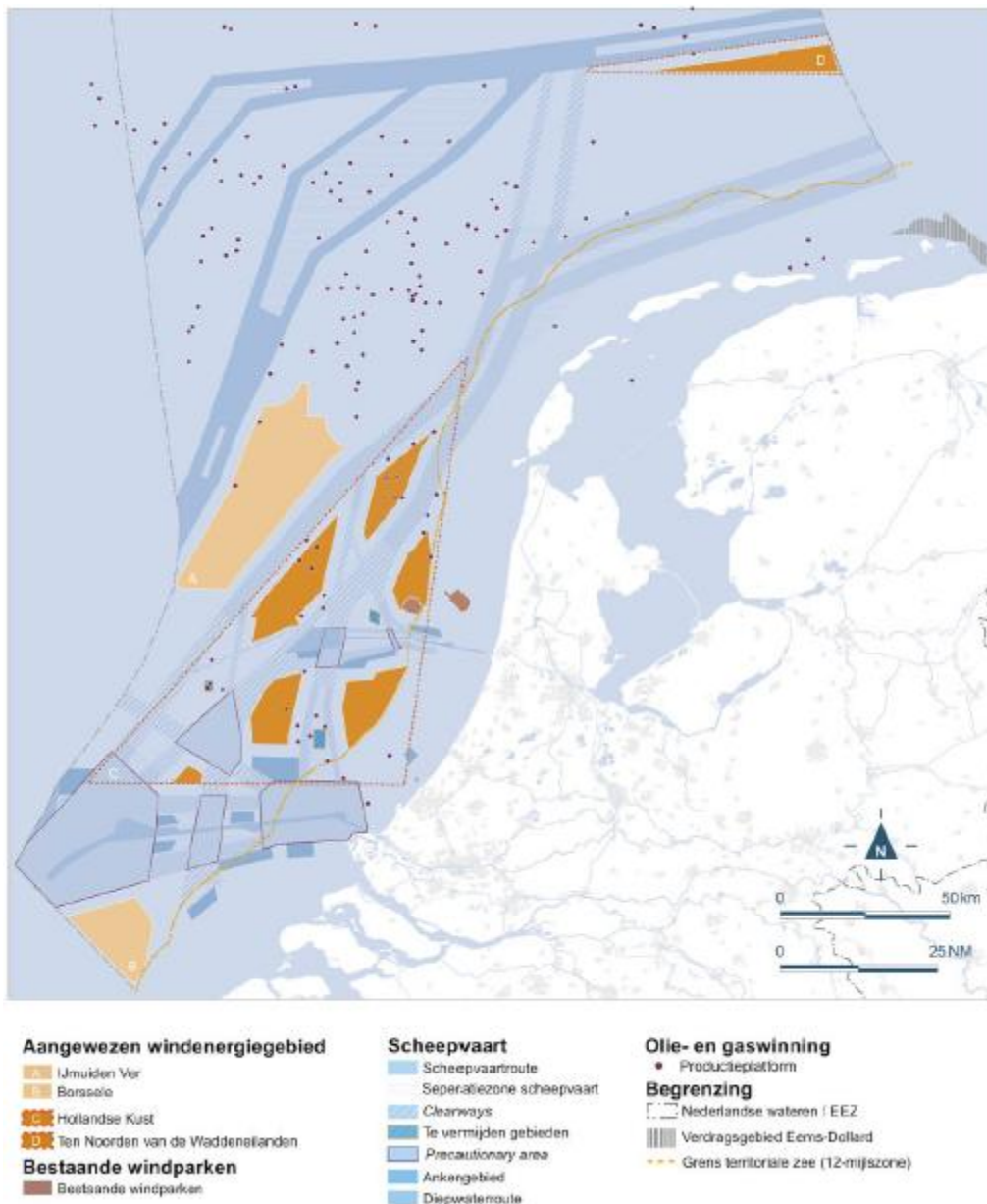
Kleur	Uitleg
Rood	negatieve effecten verwacht, grote belemmering/veel mitigerende maatregelen nodig; relatief hoge kosten
Oranje	beperkt negatieve effecten verwacht, mogelijke belemmering/weinig mitigerende maatregelen nodig; relatief matige kosten
Geel	beperkt negatieve effecten verwacht, geen belemmering/geen mitigerende maatregelen nodig; relatief beperkte kosten
Groen	weinig tot geen negatieve effecten verwacht; relatief lage kosten

3.3.3 Te beoordelen gebieden

De volgende vier windenergiegebieden zijn achtereenvolgens beoordeeld (zie figuur 3.1):

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

De gebieden IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden komen pas na 2020 voor realisatie in aanmerking. De gebieden aansluitend op Hollandse Kust die binnen de 12-mijlszone liggen, zijn nog niet aangewezen en vallen daardoor buiten de beoordeling.



Figuur 3.1 Te beoordelen gebieden voor windenergie (uit: Rijkstructuurvisie Windenergie op zee, 2014)

Borssele

Windenergiegebied Borssele is een gebied van circa 344 km², net buiten de 12-mijlszone voor de kust van Zeeland. De aansluiting van de elektriciteitskabels op het landelijke hoogspanningsnetwerk vindt plaats bij transformatorstation Borssele in Zeeland. In het gebied komt geen olie- en gaswinning voor, wel liggen er relatief veel kabels en leidingen in het gebied. De zuidzijde van het gebied grenst aan Belgische grens, waar diverse windparken operationeel zijn of in voorbereiding. Verder liggen in de nabijheid scheepvaartroutes en grenst de noordoostzijde van het gebied aan een beloodsingsgebied.

Hollandse Kust

Dit gebied heeft een oppervlakte van circa 1.195 km² en bestaat uit zes deelgebieden (van noord naar zuid respectievelijk 174, 189, 349, 236, 217 en 30 km²) en ligt op minimaal 12 NM (22,2 kilometer) van de kust. Binnen het gebied liggen de windparken Luchterduinen en Prinses Amalia. Aansluiting van nieuwe windparken kan plaatsvinden op diverse punten in het hoogspanningsnet, zoals in Beverwijk, Vijfhuizen en Wateringen. In het gebied komt relatief veel olie- en gaswinning voor en er is ook veel scheepvaartverkeer. Het windenergiegebied is begrensd door scheepvaartroutes. De oostelijke grens wordt gevormd door de 12 NM-lijn.

IJmuiden Ver

Dit gebied heeft een oppervlakte van circa 1.170 km². Aansluiting op het hoogspanningsnet kan plaatsvinden op diverse punten, bijvoorbeeld Beverwijk en Vijfhuizen. Het gebied ligt op minimaal 50 kilometer afstand van de kust en is relatief diep. In het gebied komt relatief weinig scheepvaartverkeer voor. Het windenergiegebied is begrensd door scheepvaartroutes.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

Dit gebied heeft een oppervlakte van circa 200 km², en ligt op meer dan 55 kilometer van de Waddeneilanden. Binnen het aangewezen gebied ligt het in aanbouw zijnde windpark Gemini. Aanlanding van de elektriciteitskabel bij Eemshaven ligt voor de hand. Er is beperkt scheepvaartverkeer in het gebied. De gemiddelde windsnelheid in het gebied is relatief hoog. Oostelijk is het gebied begrensd door de grens met Duitsland. De noordelijke begrenzing van het gebied wordt gevormd door een scheepvaartroute. Aan de zuidzijde wordt het gebied begrensd door een defensieoefengebied.

In de volgende paragrafen zijn de gebieden achtereenvolgens beoordeeld op:

- Ecologie: vogels en zeezoogdieren;
- Landschap: zichtbaarheid;
- Andere functies: scheepvaartveiligheid, olie- en gas en visserij;
- Kosten.

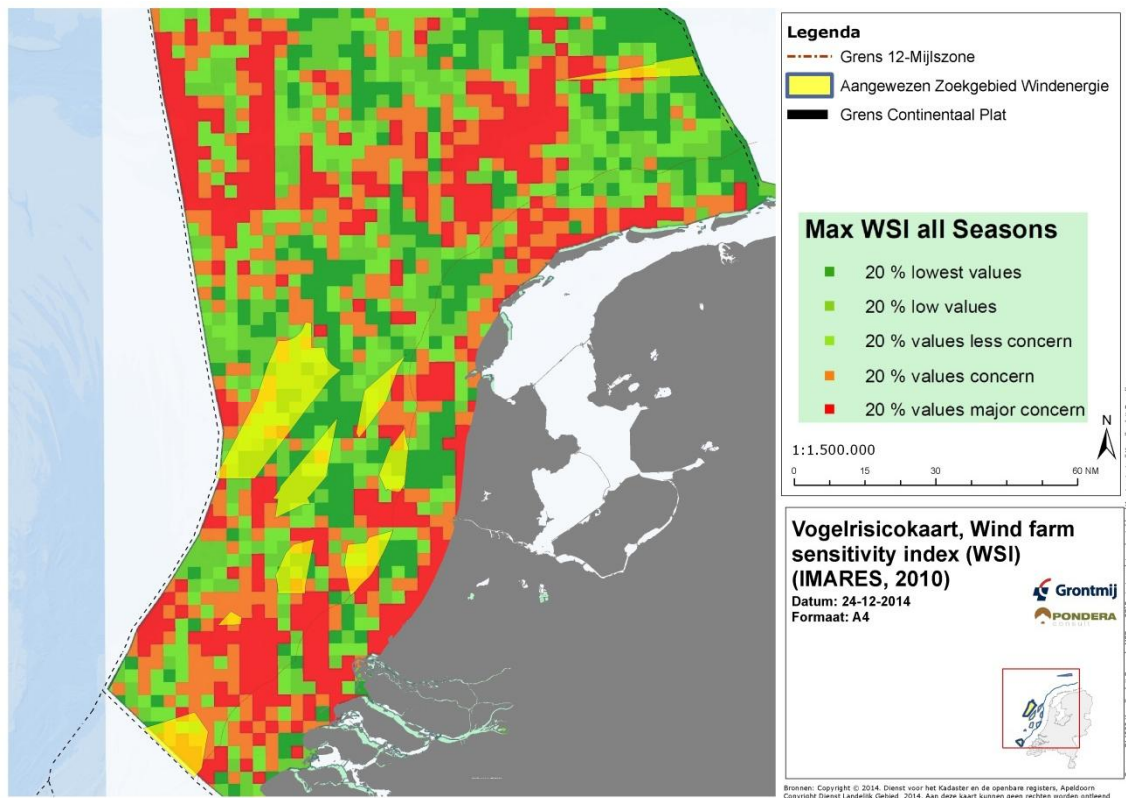
3.4 Ecologie

3.4.1 Vogels

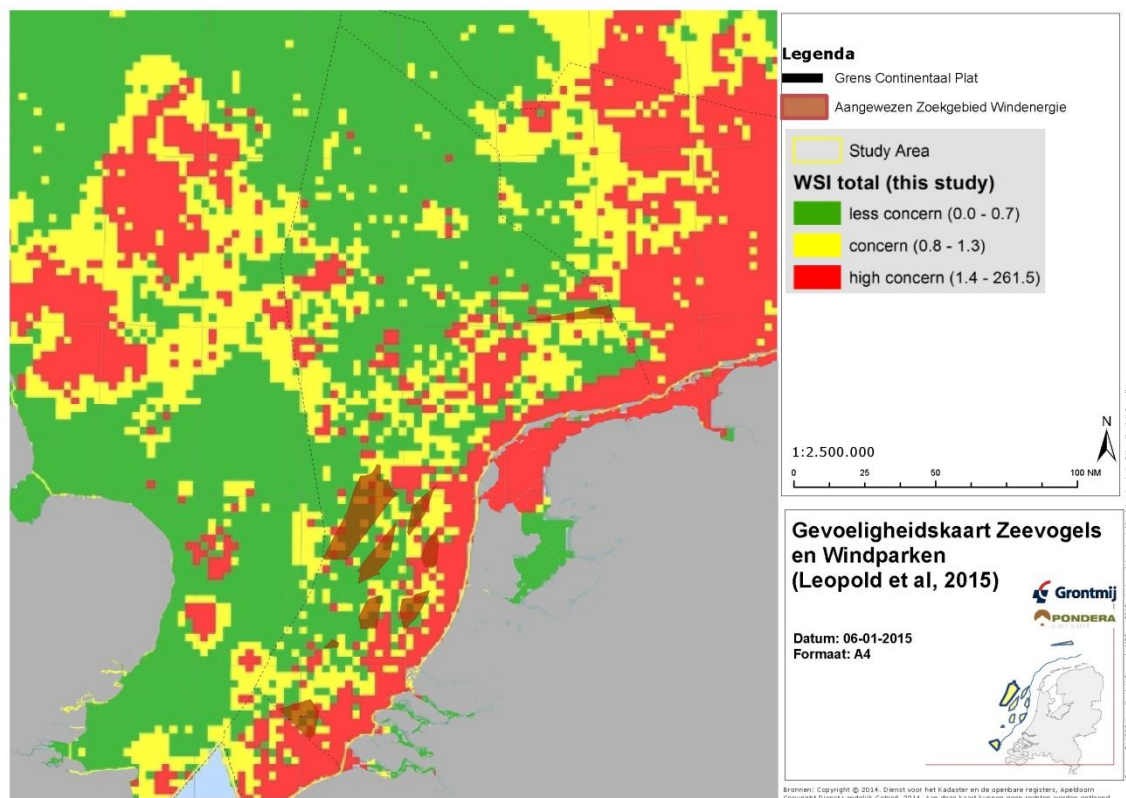
Algemeen

Voor de beoordeling van de effecten op vogels is gebruik gemaakt van de informatie uit het (planMER voor het) NWP1 (gebieden Borssele en IJmuiden Ver) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee (gebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden) en de vogelgevoeligheids- of vogelrisicokaart²⁰ van IMARES (2010, 2015). Figuren 3.2 en 3.3 geven de ligging van de windenergiegebieden op deze vogelrisicokaarten weer.

²⁰ De vogelrisicokaart geeft de gevoeligheid van zeevogels ten aanzien van offshore windparken weer, door middel van een Wind farm Sensitivity Index (WSI). De WSI neemt negen factoren in beschouwing, op basis waarvan de kwetsbaarheid van een vogelsoort ten aanzien van offshore windparken wordt bepaald: 1) manoeuvreerbaarheid, vlieghoogte, percentage van de tijd waarin de soort vliegt, nachtelijke vliegactiviteit, gevoeligheid in verstoring door scheepvaart-/helikopteractiviteit, flexibiliteit in habitat, omvang van de populatie, overlevingskansen volwassen exemplaren, en de Europese juridische status van de soort. Op basis hiervan wordt een score per soort toegekend en geaggregeerd en weer gegeven in de risicokaart.



Figuur 3.2 Vogelrisicokaart, Maximaal WSI over de seizoenen (IMARES, 2010)²¹



Figuur 3.3 Gevoeligheidskaart Zeevogels en Windparken, Maximaal WSI over de seizoenen (IMARES, 2015)²²

²¹ Bewerking Pondera Consult: aanduiding aangewezen windenergie zoekgebieden

²² Bewerking Pondera Consult: aanduiding aangewezen windenergie zoekgebieden

Zeevogels

Uit de figuren 3.2 en 3.3 blijkt dat de gebieden dichtbij de kust en ten noorden van de Waddeneilanden een hogere score hebben in de gevoeligheidsindex. Beide kaartbeelden geven ook een hogere gevoeligheid bij het Friese Front en de Klaver Bank. Enkele delen van windenergiegebied Hollandse Kust liggen relatief dicht bij de kust en liggen daardoor in een gebied van 'grote zorg'. Dit geldt ook voor delen van het gebied Borssele. Het gebied Ten Noorden van de Waddeneilanden wordt omringd door zeer gevoelige gebieden en ligt zelf in een gebied van zorg. Het gebied IJmuiden Ver ligt relatief gunstiger.

Kolonievogels (broedvogels)

De afstand tot de Natura 2000-gebieden geeft een eerste indicatie van mogelijke negatieve invloed op beschermde kolonievogels. Hieronder worden relevante kolonies voor de gebieden behandeld.

Hollandse Kust

Specifiek voor het gebied Hollandse Kust geldt dat significant negatieve effecten op kolonies kleine mantelmeeuwen (met name de kolonie op Texel) naar verwachting zijn te voorkomen, als hiermee rekening gehouden wordt bij de invulling van de parken. Bijvoorbeeld door niet veel relatief kleine turbines te plaatsen maar een kleiner aantal grotere turbines. Het windenergiegebied scoort daarmee rood.

IJmuiden Ver

Invloed op kolonies kleine mantelmeeuwen, bijvoorbeeld op Texel, zullen gezien de grote afstand naar verwachting beperkt zijn. In de vogelrisicokaart is voor dit gebied een lager risico aangegeven. Het windenergiegebied scoort daarmee oranje.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

Voor het gebied Ten Noorden van de Waddeneilanden geldt dat zonder mitigerende maatregelen significante negatieve effecten in cumulatie niet op voorhand zijn uit te sluiten voor kolonies kleine mantelmeeuwen op de Waddeneilanden. Deze mogelijk significant negatieve effecten zijn naar verwachting te voorkomen als hiermee rekening gehouden wordt bij de invulling van het gebied. Bijvoorbeeld door niet veel relatief kleine turbines te plaatsen maar een kleiner aantal grotere turbines. Het windenergiegebied scoort daarmee rood.

Borssele

Enkele Natura 2000-gebieden liggen in de nabijheid van windenergiegebied Borssele. Het gaat daarbij om Veerse Meer, Zeebrugge en een enkel gebied in de UK. Significant negatieve effecten zijn naar verwachting te voorkomen, als hiermee rekening gehouden wordt bij de invulling van de parken. Bijvoorbeeld door niet veel relatief kleine turbines te plaatsen maar een kleiner aantal grotere turbines. Het windenergiegebied scoort daarmee rood.

Trekvogels

In het algemeen kan voor alle gebieden worden opgemerkt dat de verschillende grote gebieden voor windenergie in de zone van het Verenigd Koninkrijk en in de Duitse Bocht, de kans op aanvaringen voor trekvogels vergroten. Deze vernauwing van de zone (trechter vorm) resulteert in een hogere gevoeligheid in relatie tot windparken in deze zone. Er is verstoring mogelijk van migratiepatronen van trekvogels. Vooral in cumulatie met andere parken zijn belangrijke negatieve effecten op trekvogels niet met zekerheid op voorhand uit te sluiten. Inzetten van mitigerende maatregelen kan deze effecten mogelijk voorkomen. Hierbij kan gedacht worden aan het aanpassen van de vergunningvoorschriften (of toegestane te benutten bandbreedte aan invulmogelijkheden van kavels) voor opeenvolgende parken op basis van uitkomsten van onderzoek aan al gerealiseerde parken ('hand-aan-de-kraan' bij de vergunningverlening). De vergunningvoorschriften en bandbreedtebeperkingen kunnen grenzen stellen aan bijvoorbeeld het aantal en omvang van de windturbines, en daarmee de effecten binnen acceptabele grenzen houden.

Per gebied zijn enige verschillen te benoemen.

Borssele

Het gebied Borssele ligt in bovengenoemde trechter. Vooral in cumulatie met andere parken zijn significant negatieve effecten op trekvogels en visetende vogels niet met zekerheid op voorhand uit te sluiten. Inzetten van mitigerende maatregelen kunnen deze effecten mogelijk voorkomen. Het windenergiegebied scoort daarmee rood.

IJmuiden Ver, Ten Noorden van de Wadden, Hollandse Kust

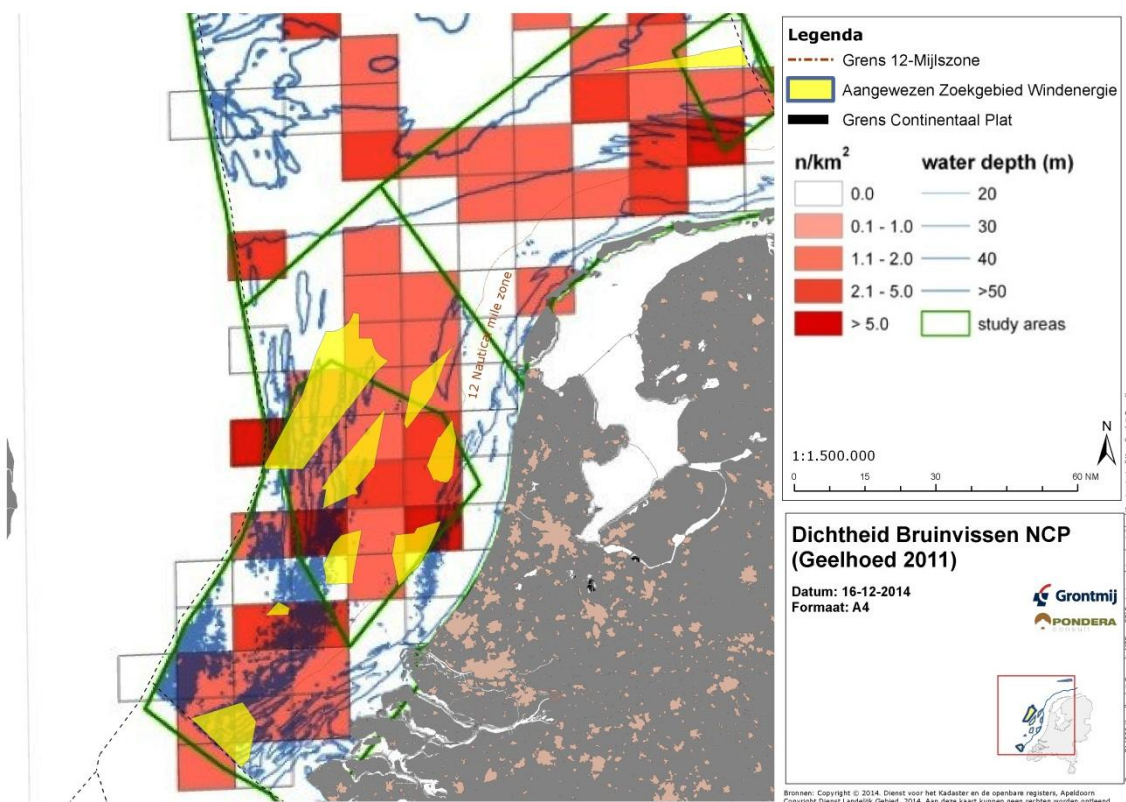
In deze gebieden zijn geen verdichte trekstromen aanwezig vanwege de grote afstand van de kust (IJmuiden Ver, Ten Noorden van de Wadden) en/of omdat de gebieden niet in een trechter liggen (Hollandse Kust). Deze gebieden scoren daarom oranje.

Samenvattend

De scores voor de gebieden zijn samengevat voor zeevogels, kolonievogels en trekvogels als volgt: Hollandse kust: rood; Ten Noorden van de Waddeneilanden: rood; IJmuiden Ver: oranje en Borssele: rood.

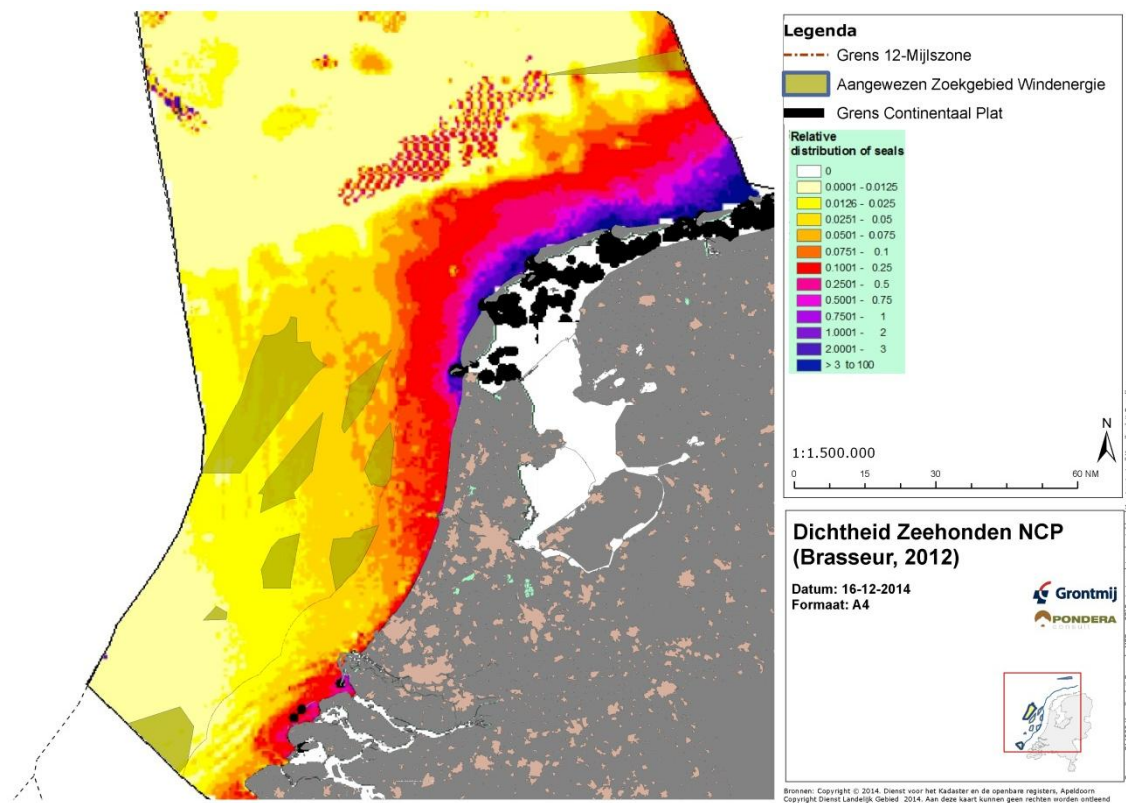
3.4.2 Zeezoogdieren

Voor de beoordeling van zeezoogdieren is gebruik gemaakt van de informatie uit het (planMER voor het) NWP1 (Borssele en IJmuiden Ver) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee (Hollandse Kust Zuid, Hollandse Kust Noord en Ten Noorden van de Waddeneilanden). Ook is gekeken naar de mate van voorkomen van zeezoogdieren. Hiertoe geven figuur 3.4 en 3.5 de verspreiding van respectievelijk bruinvissen en zeehonden weer met de ligging van de windenergiegebieden. Daarnaast is gekeken naar de afstand tot Nederlandse Natura 2000-gebieden waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen voor zeezoogdieren. De afstand is tevens een indicator voor het mogelijk kunnen optreden van negatieve effecten.



Figuur 3.4

Dichtheid bruinvissen in oktober/november (Geelhoed, 2013)



Figuur 3.5 Dichtheid zeehonden (Brasseur, 2012)

Algemeen (alle gebieden)

De meest gangbare manier voor de fundering van windturbines is het heien van monopiles. Op basis van expert judgement en eerdere Passende Beoordelingen voor windparken op zee kan worden gesteld dat er zonder mitigerende maatregelen significant negatieve effecten te verwachten zijn op zeezoogdieren, als gevolg van langdurig en veelvuldig heien in een windenergiegebied. Dit betreft vooral de bruinvis (*Phocoena phocoena*) en mogelijk ook de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*).

Om de effecten van de aanleg van funderingen, ook in cumulatie, terug te brengen kunnen geluidsarmere funderingstechnieken zoals *gravity-based foundations* toegepast worden of kan een combinatie van mitigerende maatregelen worden genomen om heigeluid te beperken. Daarbij kan gedacht worden aan beperkingen in de tijd (alleen heien in bepaalde periodes waarin dichtheden minder zijn), beperkingen in de ruimte (beperken van de effectcirkels via het uitgiftebeleid), toepassen van geluidwerende technieken (bijvoorbeeld bellenschermen) en toepassen van afschrikmiddelen. Met het toepassen van een combinatie van deze maatregelen kunnen significante effecten op zeezoogdieren bij de aanleg van windparken naar verwachting voorkomen worden.

De verwachting is dat de aanwezigheid van windparken geen significant negatieve effecten heeft op zeezoogdieren (exploitatiefase).

Onderstaande tabel geeft de afstanden van de windenergiegebieden tot relevante Natura 2000-gebieden weer. Voor de effecten van de aanleg van windparken speelt deze afstand en de dichtheden van zeezoogdieren in de gebieden een rol. Op deze twee aspecten wordt achter-eenvolgens per gebied ingegaan en een score toegekend.

Tabel 3.2 Afstand tot Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen Bruinvis en/of zeehond

Gebied	N2000 gebied	Afstand	Zeehond / bruinvis
Ten Noorden van de Waddeneilanden	Waddenzee	58	Zeehond (gewone en grijze)
	Noordzeekustzone	48	Zeehond (gewone en grijze)
Hollandse Kust	Noordzeekustzone	17 km	Zeehond (gewone en grijze)
IJmuiden Ver	Noordzeekustzone	44 km	Zeehond (gewone en grijze)
Borssele	Vlakte van de Raan	9 km	Bruinvis
	Voordelta	10 km	Zeehond (gewone en grijze)

Ten Noorden van de Waddeneilanden

In de figuren 3.4 en 3.5 is te zien dat de dichtheid van bruinvissen gemiddeld tot laag is en van zeehonden verschillend is van laag tot aan de hoge kant in de oostzijde van het gebied. Het windenergiegebied scoort daarmee oranje tot rood. Natura 2000-gebieden in Nederland liggen op relatief grote afstand, in Duitsland ligt het aangemelde gebied Borkum Riffgrund echter in de nabijheid. Samenvattend scoort dit gebied rood.

Hollandse Kust

In de figuren 3.4 en 3.5 is te zien dat de dichtheid van bruinvissen en zeehonden in (delen van) het gebied gemiddeld tot aan de hoge kant is. Het gebied scoort daarmee rood. Ook ligt het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone relatief in de nabijheid. Samenvattend scoort dit gebied rood.

IJmuiden Ver

Windenergiegebied IJmuiden Ver heeft wat lagere dichtheden zeezoogdieren dan bijvoorbeeld de gebieden voor de Hollandse Kust, waardoor naar verwachting de effecten wat minder negatief zijn. Zie hiervoor figuren 3.4 en 3.5, de dichtheid van bruinvissen en zeehonden in het gebied zijn grotendeels gemiddeld. Het gebied scoort daarmee oranje. IJmuiden Ver ligt relatief ver van Natura 2000-gebieden. Samenvattend scoort dit gebied oranje.

Borssele

Windenergiegebied Borssele heeft wat lagere dichtheden zeezoogdieren dan bijvoorbeeld de gebieden voor de Hollandse Kust, waardoor naar verwachting de effecten minder negatief zijn (score oranje). De figuren 3.4 en 3.5 laten zien dat de dichtheid van bruinvissen en zeehonden in (delen van) het gebied respectievelijk gemiddeld tot laag is. De afstand tot de Natura 2000-gebieden Vlakte van de Raan en de Voordelta is respectievelijk ca. 9 en 10 kilometer. Dit is een relatief nabije afstand tot Natura 2000-gebieden. Het gebied scoort daarmee rood.

3.5 Landschap: zichtbaarheid

Borssele

De maximale theoretische zichtgrens vanaf de kust van een windturbine met een tiphoogte van 250 meter is 61 km, van een windturbine met een tiphoogte van 100 meter is dat 30 km. Voor de Nederlandse kust geldt dat vanwege weersomstandigheden windturbines op 12 NM (circa 22 km) vanaf de kust overdag circa 19% van de tijd zichtbaar zijn gedurende het gehele jaar. Gedurende de zomer betreft dit circa 31% van de dagen (Rijksstructuurvisie Windenergie op zee). Windenergiegebied Borssele ligt minimaal op circa 24 km afstand tot de kust en zal dus (deels) zichtbaar kunnen zijn vanaf de kust. Daardoor scoort de locatie op zichtbaarheid geel.

Hollandse Kust

Windenergiegebied Hollandse Kust ligt minimaal op circa 22 kilometer vanaf de kust en zal dus deels zichtbaar kunnen zijn vanaf de kust. Daardoor scoort de locatie op zichtbaarheid geel.

IJmuiden Ver

IJmuiden Ver ligt op meer dan 50 kilometer vanaf de kust en zal dus niet of nauwelijks zichtbaar zijn vanaf de kust (afhankelijk van de hoogte van de te plaatsen windturbines). De meteorologi-

sche omstandigheden zijn veelal dusdanig, dat de maximale theoretische zichtbaarheid beperkt wordt. Daardoor scoort de locatie op zichtbaarheid groen.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

Ten Noorden van de Waddeneilanden ligt op meer dan 55 kilometer vanaf de kust van de Waddeneilanden en zal dus niet of nauwelijks zichtbaar zijn (afhankelijk van de hoogte van de te plaatsen windturbines). De meteorologische omstandigheden zijn veelal dusdanig, dat de maximale theoretische zichtbaarheid beperkt wordt. Daardoor scoort de locatie op zichtbaarheid groen.

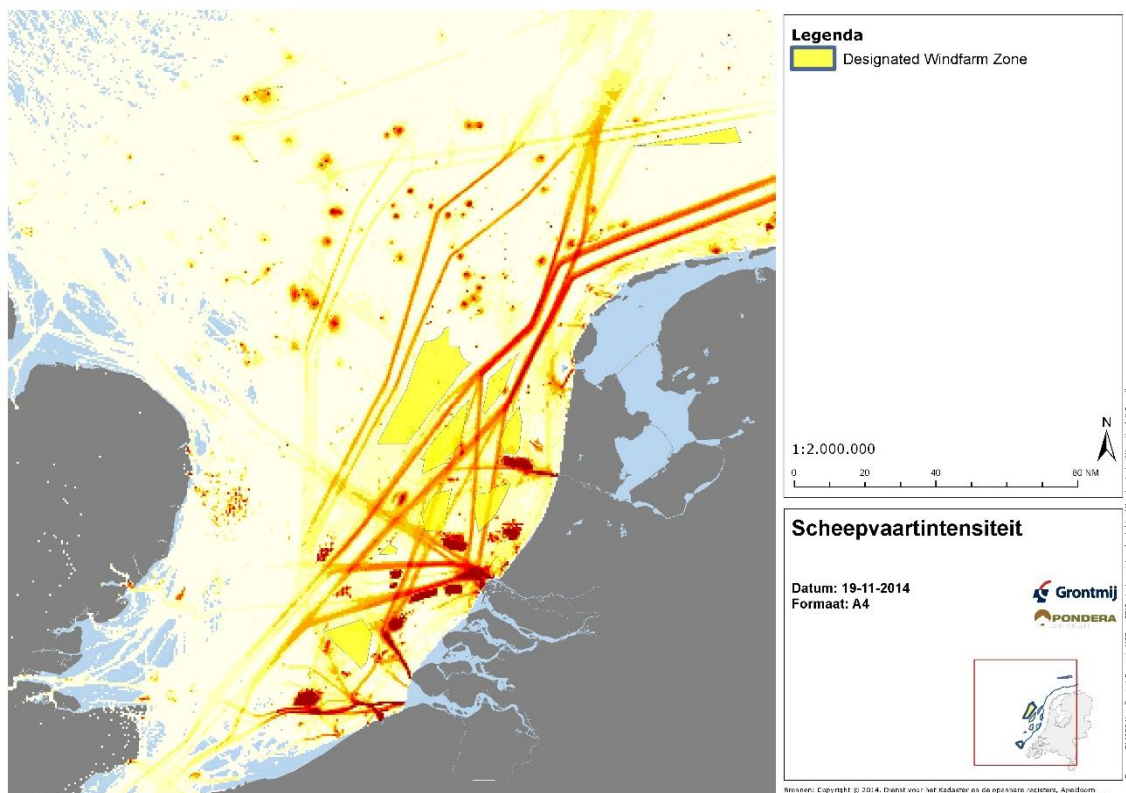
3.6 Andere functies

3.6.1 Scheepvaartveiligheid

Door de komst van windparken neemt de kans op aanvaringen/aandrijvingen toe. Het aantal aanvaringen/aandrijvingen tussen schepen onderling verandert niet of nauwelijks met de komst van windparken. Wel neemt de kans op aanvaringen en aandrijvingen met windturbines toe. Bij de aanwijzing van de windenergiegebieden is het 'Afwegingskader voor veilige afstanden tussen scheepvaartroutes en windparken op zee' toegepast of is 2 NM afstand aangehouden.

De windenergiegebieden Borssele, IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden liggen niet in een gebied met een verhoogd aantal scheepvaartbewegingen (zie figuur 3.6). Deze gebieden scoren groen.

Het windenergiegebied Hollandse Kust ligt wel in de nabijheid van gebieden met een verhoogd aantal scheepvaartbewegingen. Tevens is de intensiteit van de recreatievaart, die zich vooral dichters langs de kust bevindt, hier hoger dan in de andere gebieden. Windenergiegebied Hollandse Kust scoort hierdoor geel.



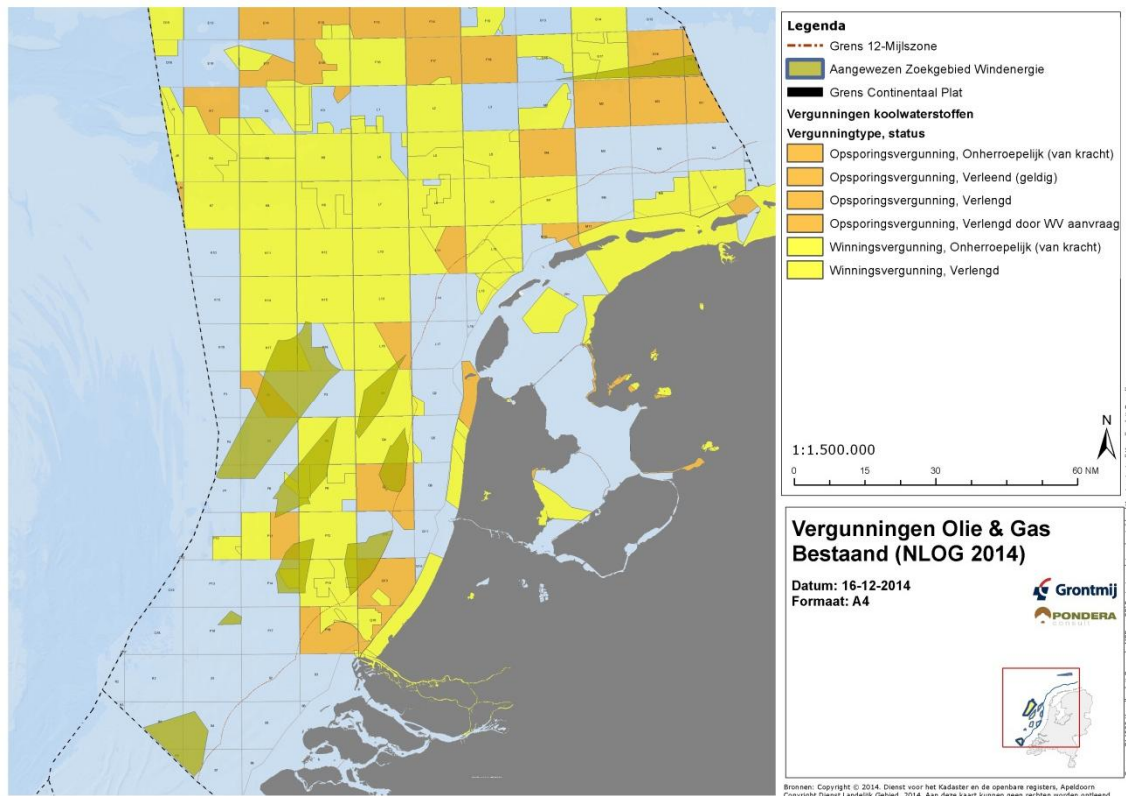
Figuur 3.6 Scheepvaartintensiteit (Rijkswaterstaat, 2014)

3.6.2 Olie- en gas

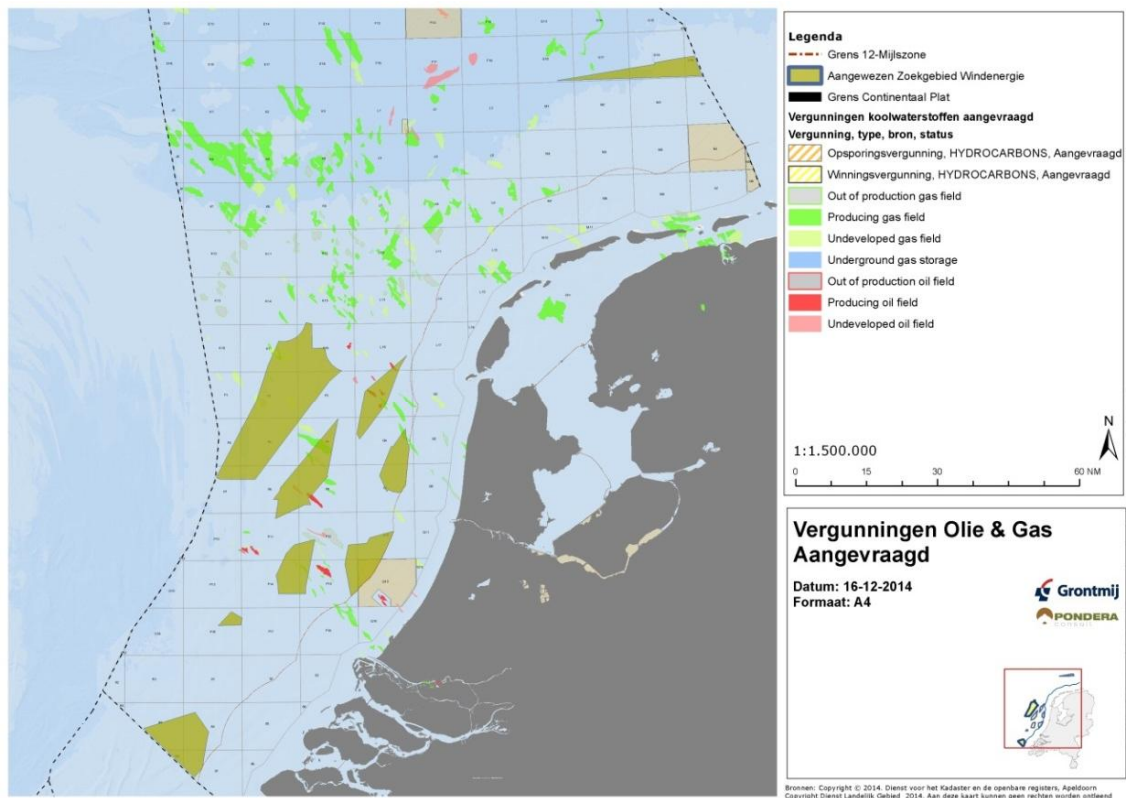
Voor de beoordeling van eventuele ruimtelijke knelpunten in relatie tot olie- en gaswinning en de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwwerken (platforms), is gebruik gemaakt van de infor-

matie uit het (planMER voor het) NWP1 (Borssele en IJmuiden Ver) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee (Hollandse Kust Zuid, Hollandse Kust Noord en Ten Noorden van de Waddeneilanden).

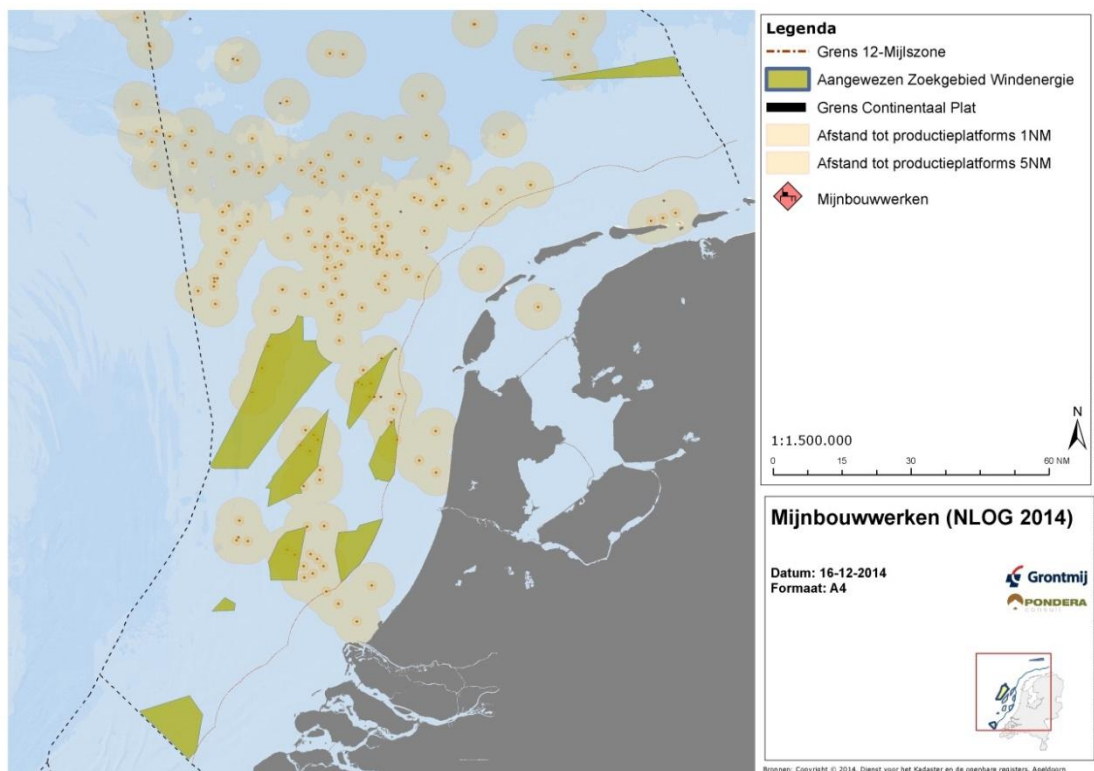
Er zijn negatieve ruimtelijke effecten op de helikopterbereikbaarheidszones rond de bestaande olie- en gasplatforms die zich her en der in de windenergiegebieden (of daar vlak buiten) bevinden. Hetzelfde geldt voor de veiligheidszones van de aanwezige helikopterroutes, afhankelijk van de hoogte van de turbines. De komst van windparken in de nabijheid kan een negatieve invloed hebben op de ruimte voor olie- en gaswinning. Met de aanwezigheid van windturbines in de nabijheid is het aanboren van een gas-/olieveld veelal wel mogelijk. Bij de inrichting en exploitatie van het windpark en/of het gas-/olieveld moet wel rekening worden gehouden met elkaars aanwezigheid.



Figuur 3.7 Concessiegebieden NCP (NLOG, 2014)



Figuur 3.8 Aangevraagde vergunningen en olie- en gasvelden NCP (NLOG, 2014)



Figuur 3.9 Mijnbouwwerken op het NCP (NLOG, 2014) inclusief indicatieve afstanden helikopter veiligheid

Borssele

In het gebied bevinden zich geen productieplatforms. Ook zijn er geen winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven ter hoogte van en in de omgeving van het windenergiegebied (zie

figuren 3.7, 3.8 en 3.9). Het windenergiegebied Borssele heeft hierdoor geen effecten op de olie- en gaswinning en scoort groen.

Hollandse Kust

Er zijn winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven voor het gebied ter hoogte van het windenergiegebied Hollandse Kust. Ook zijn er meerdere productieplatforms aanwezig en is er een opsporingsvergunning aangevraagd die deels overlapt met het windenergiegebied. Bij de komst van windparken kunnen zich belemmeringen voor het helikoptertransport en enige negatieve effecten op de olie- en gaswinningsmogelijkheden voordoen. Het windenergiegebied Hollandse Kust scoort daardoor oranje.

IJmuiden Ver

In het gebied bevinden zich enkele olie- en gasplatforms. De komst van windparken heeft een negatieve invloed op de ruimteclaims voor olie- en gaswinning. Zo zijn er winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven voor het gebied ter hoogte van een deel van het windenergiegebied. Mogelijk liggen er nog onbekende gasreserves in het windenergiegebied IJmuiden Ver. Belemmeringen voor het heliverkeer doen zich naar verwachting minder voor dan bij de gebieden voor de Hollandse Kust. Het windenergiegebied IJmuiden Ver heeft mogelijk beperkt negatieve effecten voor de olie- en gaswinning en scoort daardoor geel.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

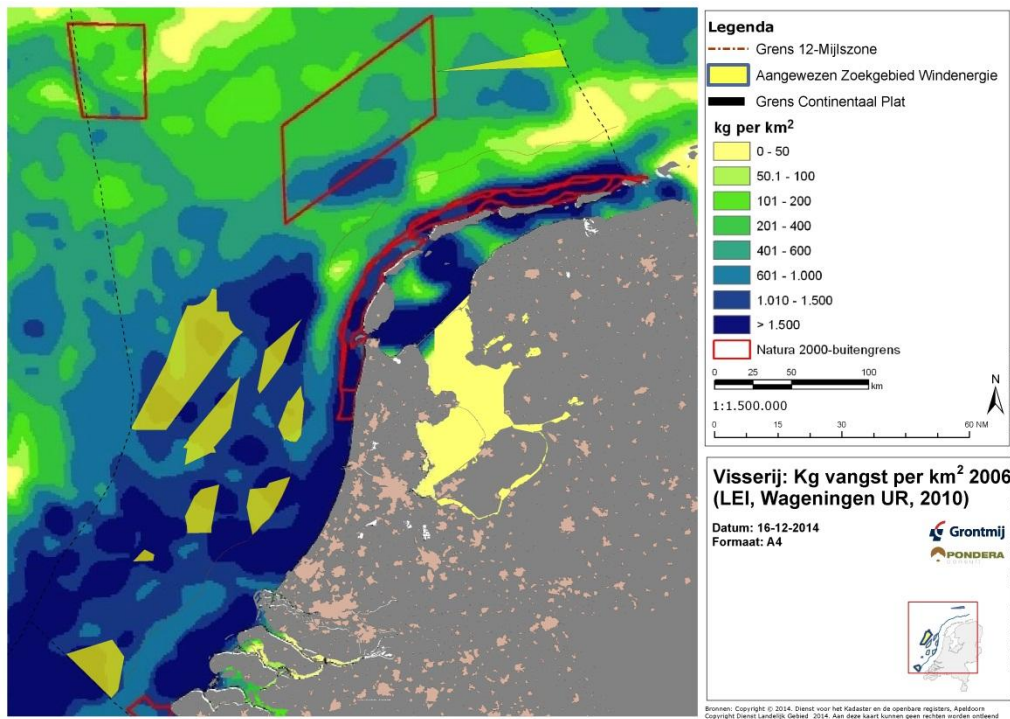
In het gebied bevinden zich geen olie- en gasplatforms, deze zijn wel in de nabijheid aanwezig. De komst van windparken heeft invloed op de ruimteclaims voor olie- en gaswinning. Zo zijn er winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven voor het gebied ter hoogte van het windenergiegebied. Het windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden heeft mogelijk beperkt negatieve effecten voor de olie- en gaswinning en scoort daardoor geel.

3.6.3 Visserij

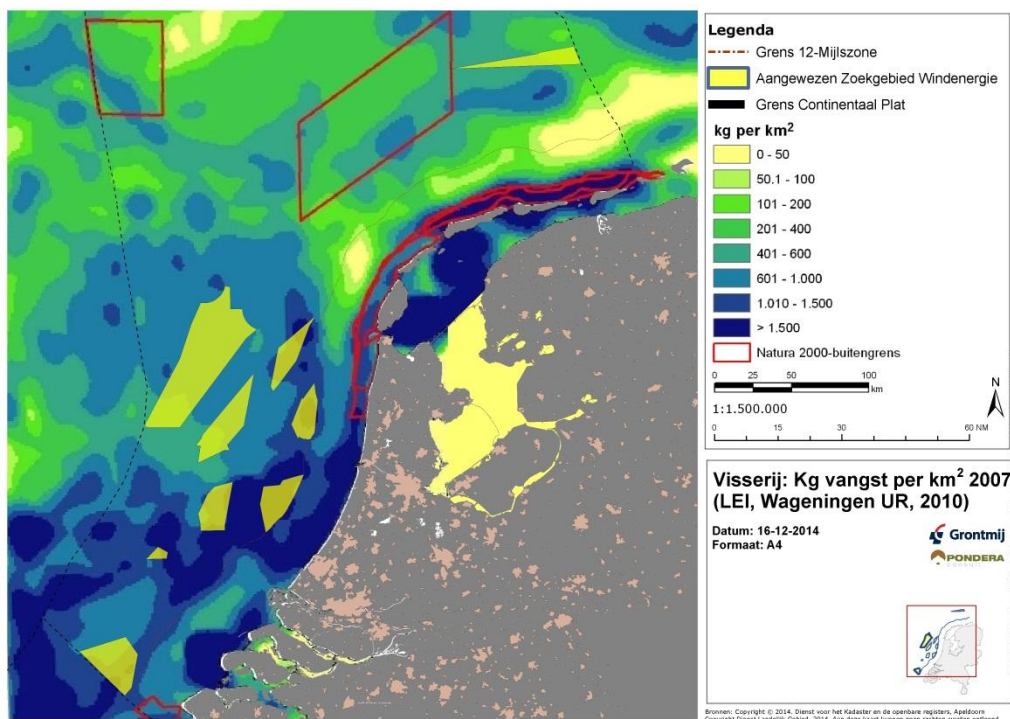
Voor visserij die dichtbij de kust (binnen de 12 NM) plaatsvindt (zoals de boomkorvisserij met motorvermogens kleiner dan 300 PK en voor de bordenvisserij²³) zijn er geen effecten te verwachten. Voor andere visserijmethoden (zoals de boomkorvisserij met motorvermogens groter dan 300 PK, pulskorvisserij, garnalenvisserij en flyshooters) kunnen effecten optreden door het verlies aan visgronden. Ook kunnen effecten optreden doordat omgevaren moet worden en door het verplaatsen van visserij naar andere gebieden wat leidt tot een hogere visserijintensiteit in die gebieden. Het verlies van visgronden is gedeeltelijk te compenseren door de windenergiegebieden open te stellen voor visserij. Dit zal evenwel voor een beperkt aantal visserijmethoden mogelijk zijn, namelijk visserijmethoden zonder bodemberoering. Medegebruik en doorvaart van windparken wordt nader onderzocht in een ander kader.

De figuren 3.10, 3.11 en 3.12 geven de visvangst in aantal kilogram per km² over een drietal jaren weer. Op basis van deze gegevens is ingeschat welke locaties van groter dan wel ondergeschikt belang zijn voor de visserij.

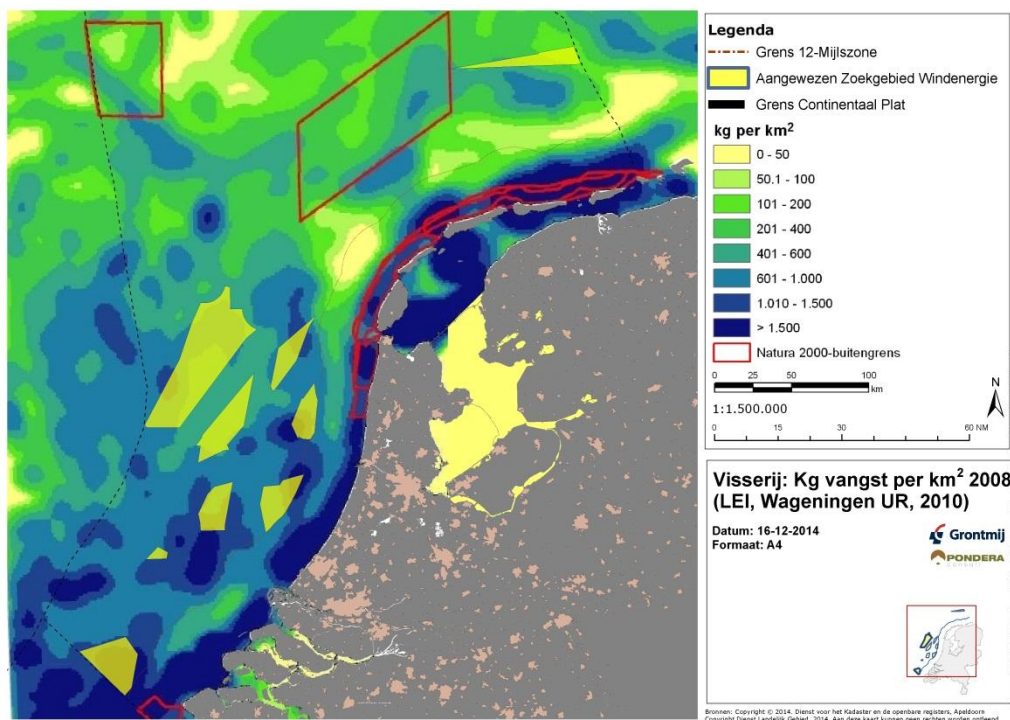
²³ Visserij met netten waarbij aan de zijanten scheerborden zijn bevestigd. Bij verplaatsing door het water scheren de borden naar buiten waardoor het net in de breedte wordt opengetrokken.



Figuur 3.10 Visserij; kg vangst per km² in 2006 (LEI, 2010)



Figuur 3.11 Visserij; kg vangst per km² in 2007 (LEI, 2010)



Figuur 3.12 Visserij; kg vangst per km² in 2008 (LEI, 2010)

De visvangst in windenergiegebied Borssele is hoog geweest in de drie onderzoeksjaren. In iets mindere mate is dit ook het geval voor de vangst in het windenergiegebied Hollandse Kust. In het windenergiegebied IJmuiden Ver en met name het windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden is de visvangst laag. De windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust scoren daarmee oranje. Het windenergiegebied IJmuiden Ver scoort geel en het windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden scoort groen.

3.7 Kosten

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken heeft ECN een inschatting gegeven van de kosten voor windenergie op zee voor een aantal gebieden in de Nederlandse Noordzee (ECN-N-14-029, 15 oktober 2014). De primaire verslaglegging van die berekeningen bevat vertrouwelijke data, een samenvatting is wel publiekelijk beschikbaar. Gerekend wordt met door het ministerie opgegeven windcapaciteiten (MW) per deelgebied. De deelgebieden zijn door ECN opgesplitst in denkbeeldige parken van 300 à 400 MW, waarbij de locaties van deze parken indicatief zijn. De locaties van de parken binnen de gebieden zijn zo gekozen dat de zogefecten tussen de parken relatief gering zijn en de waterdiepte relatief laag. De parameters die het belangrijkste onderlinge verschil veroorzaken zijn de waterdiepte, de afstand tot een haven, de gemiddelde windsnelheid (op 90 meter hoogte) en de parkgrootte. Op basis van deze parameters is tot een relatieve kostenberekening gekomen. De relatieve productiekosten per kWh worden gepresenteerd met als referentie het gebied IJmuiden Ver. De kleurscores die vervolgens aan de gebieden zijn toebedeeld geven een indicatie welk gebied het best en het minst goed scoren op het aspect 'kosten'.

Borssele

De productiekosten bedragen in deelgebied Borssele -0,8 ct/kWh (gemiddeld) ten opzichte van de referentie. De spreiding van de kosten (t.o.v. de referentie) ten gevolge van de waterdiepte en locatie is -1,8 ct/kWh tot 0,0 ct/kWh. De locatie scoort daarmee geel want de kosten zijn gemiddeld.

Hollandse Kust

De productiekosten zijn in deelgebied Hollandse Kust -1,4 ct/kWh (gemiddeld) ten opzichte van de referentie. De spreiding van de kosten (t.o.v. de referentie) ten gevolge van de waterdiepte en locatie is -2,2 ct/kWh tot -0,5 ct/kWh. De locatie scoort daarmee groen want de kosten zijn relatief het laagste per kWh.

IJmuiden Ver

IJmuiden Ver vormt de referentie en de (relatieve) productiekosten bedragen dan ook 0 ct/kWh. De locatie scoort oranje want het gebied heeft relatief de hoogste kosten per kWh.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

De productiekosten zijn in deelgebied Ten Noorden van de Waddeneilanden -0,3 ct/kWh (gemiddeld) ten opzichte van de referentie. De spreiding van de kosten (t.o.v. de referentie) ten gevolge van de waterdiepte en locatie is -0,6 ct/kWh tot 0,0 ct/kWh. De locatie scoort daarmee geel want de kosten zijn relatief gemiddeld.

3.8 Conclusie

In de volgende tabel is de beoordeling van de windenergiegebieden samengevat.

Tabel 3.3 Samenvatting beoordeling windenergiegebieden

Thema	Aspect	Borssele	Hollandse Kust	IJmuiden Ver	Ten Noorden van de Waddeneilanden
Ecologie	Vogels				
	Zeezoogdieren				
Landschap	Zichtbaarheid				
Andere functies	Scheepvaartveiligheid				
	Olie- en gas				
	Visserij				
Kosten					

Kleur	Uitleg
Rood	negatieve effecten verwacht, grote belemmering/veel mitigerende maatregelen nodig; relatief hoge kosten
Oranje	beperkt negatieve effecten verwacht, mogelijke belemmering/weinig mitigerende maatregelen nodig; relatief matige kosten
Geel	beperkt negatieve effecten verwacht, geen belemmering/geen mitigerende maatregelen nodig; relatief beperkte kosten
Groen	weinig tot geen negatieve effecten verwacht; relatief lage kosten

Uit de beoordeling van de windenergiegebieden komen de volgende factoren naar voren waar rekening mee gehouden moet worden:

- Ecologie
 - Voor vogels zijn significant negatieve effecten, al dan niet in cumulatie, niet zonder meer uit te sluiten. Er is nader onderzoek nodig bij de specifieke inrichting van de gebieden, waarbij rekening gehouden kan worden met de ligging van trekroutes, de aanwezigheid van populaties broedvogels en de ligging van foerageergebieden.
 - Voor zeezoogdieren (bruinvissen en zeehonden) zijn significant negatieve effecten niet uit te sluiten. Om de effecten, ook in cumulatie, terug te brengen dienen mogelijk geluidsarmere funderingstechnieken toegepast te worden of een combinatie van mitigerende maatregelen te worden genomen om heigeluid te beperken.
-
-

- 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 van 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. Windenergie is in Hollandse Kust gemiddeld 1,8 ct/kWh goedkoper dan in IJmuiden Ver.

Gebieden binnen de 12-mijlszone

Op 26 september 2014 is door de ministers van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu een brief aan de Tweede Kamer gestuurd waarin de routekaart is gepresenteerd voor het tijdig realiseren van de doelstelling voor windenergie op zee, zoals afgesproken in het Energieakkoord (Kamerstukken II, 2013/14, 33 561, nr. 11). De routekaart beoogt het windenergiegebied Hollandse Kust uit te breiden tot de 10 NM lijn (circa 18,5 kilometer van de kust). Indien deze gebieden worden aangewezen (in de herziening van het NWP2 2015-2021) betekent dit de volgende wijziging in de beoordeling voor het windenergiegebied Hollandse Kust:

- Een deel van de turbines zal beter zichtbaar zijn en daardoor minder goed scoren op het aspect landschap.
- De kosten zullen omlaag gaan, aangezien het dichterbij de kust ondieper is en mogelijk de kabels voor de aansluiting op het hoogspanningsnet korter kunnen zijn.
- Effecten op vogels en zeezoogdieren zijn mogelijk groter.
- Voor de andere aspecten zijn de effecten naar verwachting niet wezenlijk anders.

Conclusie

De verschillende windenergiegebieden kennen allemaal zowel aanzienlijke negatieve effecten als geringe negatieve effecten. De verschillen tussen de gebieden zijn wat dat betreft beperkt. Windenergiegebied Borssele kan dan ook aangemerkt worden als een gemiddeld geschikt gebied. Windenergiegebied Borssele heeft door de afwezigheid van olie- en gasbelangen als enige gebied geen effecten hierop. In het vervolg van het MER is op basis van de analyse in dit hoofdstuk bijzondere aandacht nodig voor effecten op vogels en zeezoogdieren.

4 Verkaveling Borssele

De verkaveling van het windenergiegebied Borssele heeft plaatsgevonden bij de aanvang van de procedure van de milieueffectrapportage voor de kavels I en II (medio 2014). Het windenergiegebied is daarbij opgedeeld in vier kavels (kavels I, II, III en IV). Hoe deze verkaveling heeft plaatsgevonden wordt in dit hoofdstuk nader toegelicht.

4.1 Uitgangspunten voor de verkaveling

Borssele heeft een bruto oppervlakte van 344 km². Het oppervlak dat beschikbaar is voor windparken is echter aanmerkelijk kleiner omdat in het gebied diverse belemmeringen aanwezig zijn. Het gaat daarbij om onder meer kabels en leidingen, inclusief de aan te houden afstanden tot deze kabels en leidingen. Ook wordt een afstand van 500 meter aangehouden tot de territoriale grens met België. Daarnaast moet rekening worden gehouden met het belooingsgebied (inclusief veiligheidsafstand) dat voor een klein deel overlapt met het windenergiegebied. De windparken worden uiteindelijk aangesloten op het hoogspanningsnet door middel van transformatorplatforms op zee die Tennet in het gebied zal bouwen. Deze platforms en ook de kabels die van deze platforms naar land lopen, nemen eveneens ruimte in binnen het gebied. Dit alles resulteert in een netto beschikbaar gebied van circa 234 km². Bij een invulling van 6 MW/km² (een gebruikelijk kengetal voor opgesteld vermogen aan windturbines op zee) is ruimte aanwezig voor ongeveer 1.400 MW aan opgesteld vermogen van windturbines. Tennet is voornemens om elk platform geschikt te maken voor het aansluiten van circa 700 MW aan windenergie. Het indelen van het windenergiegebied in eenheden van 700 MW ligt daarom voor de hand. Dit begrenst het totale vermogen van het gebied daarmee op circa 1400 MW. Het Rijk kiest ervoor om 4 kavels van elk circa 350 MW uit te geven die twee aan twee aangesloten worden op twee te realiseren transformatorstations.

In dit hoofdstuk wordt de verkaveling nader beschreven. Allereerst wordt ingegaan op de kenmerken van het gebied, zoals aanwezige belemmeringen, bodemgesteldheid en bathymetrie.

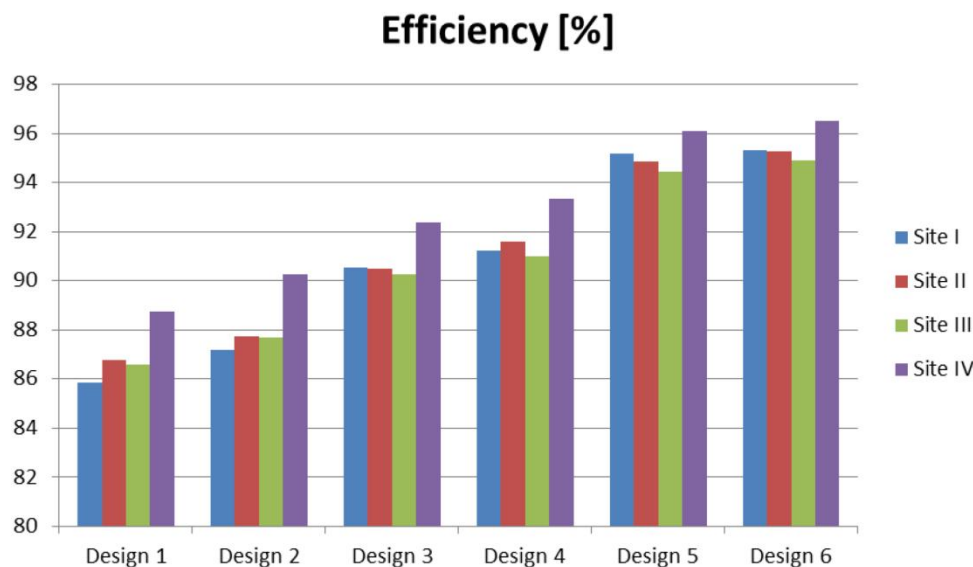
Keuze voor 1.400 MW aan windenergie in windenergiegebied Borssele

ECN heeft een studie naar te verwachten windafvang en energieopbrengst uitgevoerd ('Quick scan of the influence of the Borssele Wind Farms on the (planned) offshore wind farms in Belgium including losses for nearby Belgian Wind Farms', ECN, February 2015). In dit rapport is geanalyseerd welke energieopbrengst te verwachten is voor 3 verschillende vermogensdichtheden van 3 MW/km² tot 9 MW/km²; of te wel een opgesteld vermogen van 700 MW, 1400 MW of 2.100 MW.

Internationaal liggen deze dichtheden flink uit elkaar. De laatste Deense tender in Horns Rev 3 (http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/supply/renewable-energy/wind-power/offshore-wind-power/new-offshore-wind-tenders/hr3_technical_project_description_offshore.pdf) betrof 400 MW in 190 km² (2 MW/km²). De Belgische windparken hebben dichtheden die veelal boven de 9 MW/km² liggen. Het windenergiegebied Borssele (234 km² exclusief onderhouds- en veiligheidszones) kent een dichtheid van circa 6 MW/km² bij een totaal opgesteld vermogen van 1.400 MW (het uitgangspunt). Indien gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheid om per kavel maximaal 380 MW op te stellen, dan ligt de dichtheid nog iets hoger, namelijk op circa 6,5 MW/km². Bij deze internationale vergelijking dient te worden aangetekend dat de tot nu toe bestaande windparken veelal kleiner zijn dan het windenergiegebied Borssele, wat betekent dat de wind zich makkelijker kan herstellen en eenvoudiger met hogere dichtheden kan worden gewerkt. Bij grotere windgebieden resulteren grotere dichtheden eerder in lagere opbrengsten van het windpark.

Voor Borssele is uitgegaan van de opzet dat gewerkt wordt met transformatorstations van telkens 700 MW. Plaatsing van 700 MW (circa 3 WM/km²) geeft de hoogste efficiëntie, hetgeen betekent dat de windturbines de meeste elektriciteit produceren per windturbine. Een nadeel is dat bij een dergelijke dichtheid het accommoderen van de 3.500 MW uit de routekaart veel ruimte vergt. Naast de windenergiegebieden Borssele en twee van de zes windenergiegebieden van Hollandse Kust die worden gebruikt voor de routekaart, zijn er nog aanzienlijke gebieden op zee beschikbaar voor windenergie op zee na 2023. Dit zijn vier van de zes windenergiegebieden van Hollandse Kust, IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Wadden. Bij een keuze voor 700 MW komen deze verder weg gelegen gebieden eerder in beeld. Een nadeel is dat deze gebieden vanwege de grotere afstand en grotere dieptes duurder zijn. Het is dan moeilijker om de 40% kostprijsreductie van windenergie op zee, zoals afgesproken in het Energieakkoord, te bereiken.

Ten opzichte van 1.400 MW geeft plaatsing van 2.100 MW (circa 9 MW/km²) in het windenergiegebied Borssele een 4% lagere efficiëntie, hetgeen betekent dat de windturbines gemiddeld 4% minder energie produceren (zie onderstaande figuur). De wind farm efficiency daalt daarbij tot waarden onder de 90% (86% tot 89% voor kavel III en IV). Dit is te wijten aan het optreden van verliezen ten gevolge van windafvang doordat de windturbines relatief dicht bij elkaar komen te staan.



Figuur 4.1 Efficiëntie van zes verschillende windparkontwerpen (design 1 en 2 = 2100 MW, design 3 en 4 = 1400 MW, design 5 en 6 = 700 MW). Design 1, 3 en 5 bestaan uit 6 MW turbines met een rotor diameter van 154 m en design 2, 4 en 6 bestaan uit 8 MW turbines met een rotor diameter van 164 m

Doordat de kosten per windturbine gelijk blijven zal de prijs per kWh voor heel Borssele met 4% toenemen bij een stap naar 2.100 MW. Over de subsidieperiode van 15 jaar betekent dit een toename van de kosten van al gauw honderden miljoenen euro's. Daarnaast zal een hogere dichtheid aan turbines leiden tot een grotere onderlinge belasting van de windturbines door de hogere turbulentie die windturbines ondervinden als ze in het zog van een andere windturbine staan. Die hogere belasting kan er tevens voor zorgen dat de onderhoudsfrequentie moet toenemen en/of de kans op storingen wordt groter. Dit leidt tot een nu nog onbekende additionele verhoging van de kWh-prijs.

Vanuit het oogpunt van ecologie zou het verschil tussen het plaatsen van 1.400 of 2.100 MW in windenergiegebied Borssele neerkomen op het effect van het verplaatsen van 700 MW. Voor zowel vogels en vleermuizen is het aantal aanvaringen de belangrijkste factor voor het effect op de populaties. Het aantal aanvaringen is daarbij vooral afhankelijk van het aantal windturbines. Het verplaatsen van 700 MW zal naar verwachting niet leiden tot een verandering in het totaal aantal windturbines. Vanuit ecologisch standpunt is er daarnaast ook weinig reden om aan te nemen dat de verschillen in dichtheden in vogels en vleermuizen binnen windenergiege-

bieden van de routekaart zo groot zijn dat de verplaatsing van 700 MW aan turbines naar Borssele veel invloed zal uitoefenen op de aantallen aanvaringsslachtoffers. Beide factoren resulteren erin dat het effect van het plaatsen van 2.100 MW in windenergiegebied Borssele op het aantal aanvaringsslachtoffers naar verwachting gering zal zijn.

Naast aanvaringen is voor vogels verlies van leefgebied een factor in het effect op de populaties, hoewel in beperkte mate. Aangenomen wordt dat het gehele windparkoppervlak wordt vermeden door vogels, ongeacht de dichtheid van windturbines. Het aantal vogels dat vermindering vertoont hangt daarmee direct samen met het totale oppervlakte aan windparken. Bij een verplaatsing van 700 MW naar Borssele, waarbij in Borssele een hogere dichtheid resulteert, is er per saldo een afname van het verlies aan leefgebied. Zoals gezegd zal dit echter een beperkt positief effect hebben op de vogelpopulaties.

Voor zeezoogdieren is het onderwatergeluid tijdens het heien van de funderingen de belangrijkste factor. Gezien de verwachting dat het totaal aantal windturbines niet zal veranderen, is hiervan geen significant effect te verwachten. Tussen de windenergiegebieden van de routekaart windenergie op zee zijn een aantal verschillen die voor onderwatergeluid van belang kunnen zijn, zoals nabijheid bij de kust en Natura 2000-gebieden. In de kavelbesluiten wordt echter gekozen om een geluidsnorm toe te passen, waardoor de effecten van het heien tot een minimum worden gereduceerd. Met de toepassing van deze norm zal het naar alle waarschijnlijkheid niet uitmaken of de extra 700 MW in Borssele of elders wordt gerealiseerd.

De keuze voor een opgesteld vermogen van 1.400 MW voor het windenergiegebied Borssele voorziet derhalve naar verwachting in een efficiënte benutting van de beschikbare ruimte voor de opwekking van windenergie en is gezien vanuit de opzet om te werken met veelvouden van 700 MW en de trade-off tussen economisch en ecologisch perspectief optimaal.

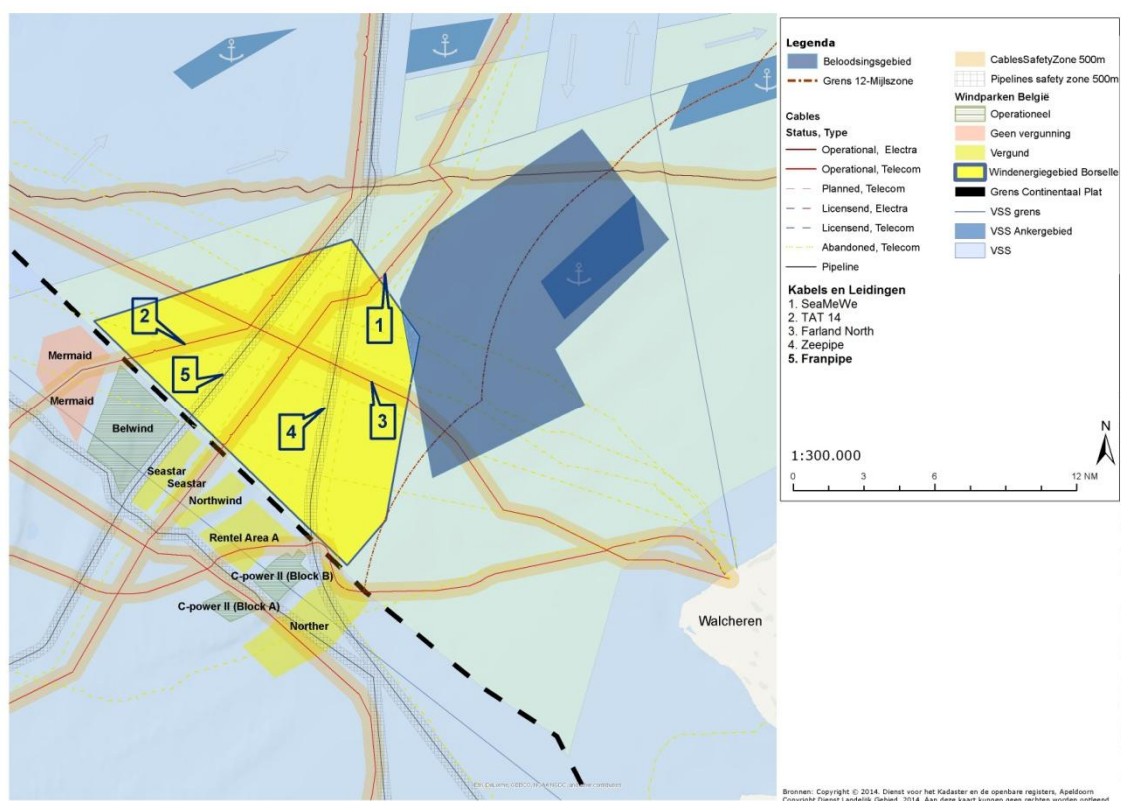
4.2 Kenmerken van windenergiegebied Borssele

Harde belemmeringen, zoals kabels en leidingen, die plaatsing van windturbines onmogelijk maken, leiden tot het ontstaan van meerdere afgescheiden deelgebieden. Figuur 4.2 geeft het windenergiegebied Borssele weer met de aanwezige belemmeringen.

Door het gebied loopt een aantal kabels en leidingen:

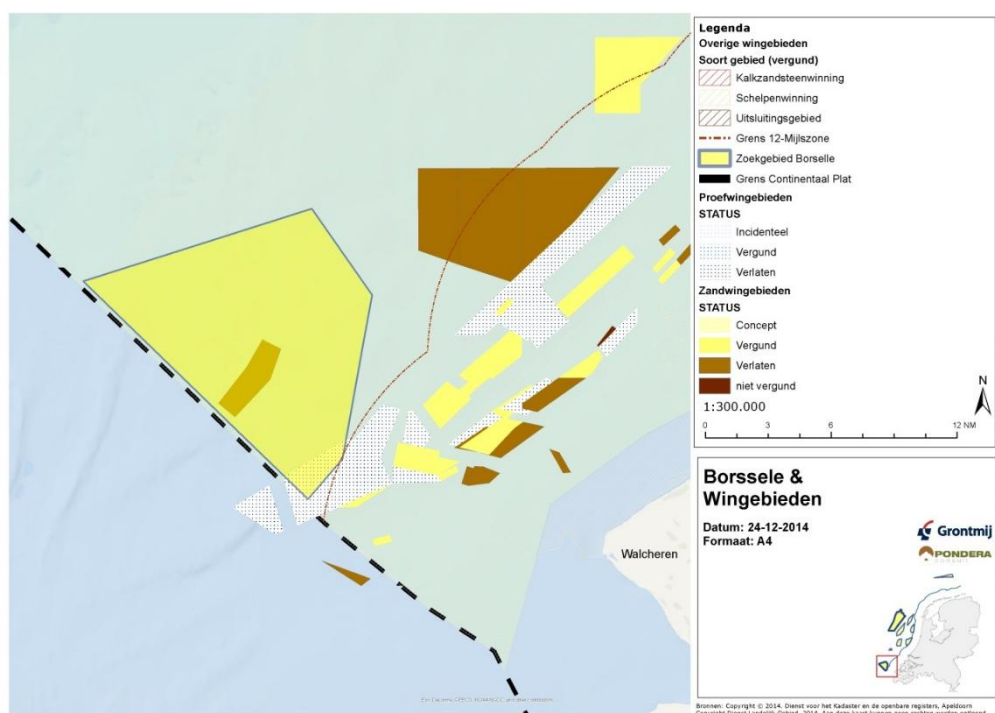
- SEA-ME-WE3, datakabel, ligging van noord naar zuid in het westelijke deel van het gebied Borssele (aangeduid met '1' in figuur 4.2);
- TAT14, datakabel, ligging van noord naar zuid in het midden van Borssele (aangeduid met '2' in figuur 4.2);
- Farland North, datakabel, ligging van oost naar west in het midden van Borssele (aangeduid met '3' in figuur 4.2);
- Zeepipe, gasleiding, ligging van noord naar zuid in het oosten van Borssele (aangeduid met '4' in figuur 4.2);
- Norfra leiding (ook wel Franpipe genaamd), gasleiding, ligging van noord naar zuid in het westen van het zoekgebied Borssele (aangeduid met '5' in figuur 4.2).

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



Figuur 4.2 Belemmeringen Borssele en ligging Belgische windparken

In het gebied vindt visserij plaats en ten zuidoosten ligt een zandwingegebied (zie figuur 4.3). In het gebied ligt een verlaten zandwingegebied, dit vormt geen belemmering. Er lopen geen scheepvaartroutes door het gebied die onderdeel uitmaken van het verkeersscheidingsstelsel. Wel is een klein deel van het gebied Borssele aan de noordoostzijde bestemd als 'Beloodsingsgebied Steenbank' (lichtblauwe hoek aan noordoostzijde van windenergiegebied Borssele in figuur 4.2). Het windenergiegebied Borssele sluit aan bij de bestaande en in ontwikkeling zijnde windparken in het Belgische deel van de Noordzee.

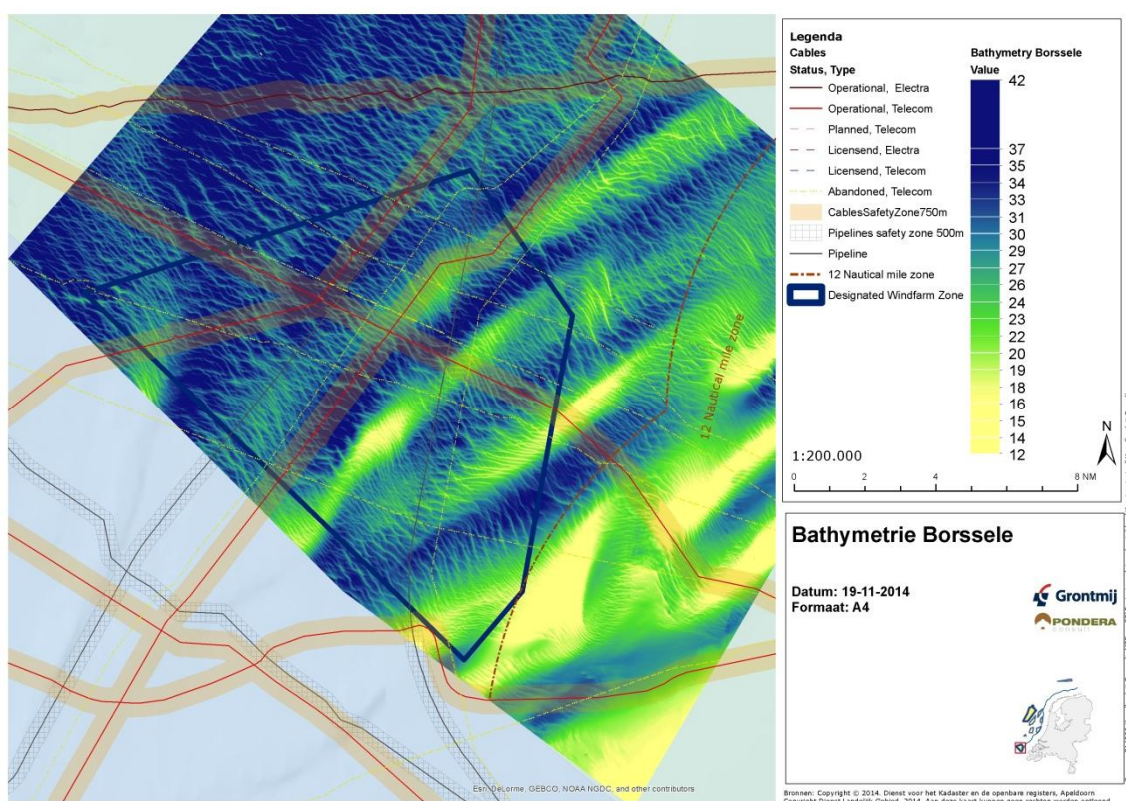


Figuur 4.3 Wingegebieden omgeving windenergiegebied Borssele

Door Crux (2014) is de bodem van het gebied in beeld gebracht. De bodemsamenstelling ziet er globaal als volgt uit:

- Bodem op 10 meter (zandbanken) tot 35-40 meter (tussen zandbanken) beneden wateroppervlakte.
- Medium zand, met klei en lokaal veenlaminae van 5 meter (tussen zandbanken) tot 25 meter (zandbanken) diepte onder de bovenste sliblaag (mudline).
- Vervolgens 5 tot 15 meter medium tot zeer grof zand.
- Vervolgens kalkrijke klei.

In het zuidwestelijke deel van Borssele is de bodemdynamiek waarschijnlijk hoog. In het noord-oostelijke en zuidoostelijke deel is de bodemdynamiek waarschijnlijk minder groot. In figuur 4.4 is de bathymetrie te zien van het windenergiegebied Borssele.



Figuur 4.4 Bathymetrie windenergiegebied Borssele

4.3 Verkaveling van windenergiegebied Borssele

Doordat het gebied meer en minder diepe gedeeltes kent, zullen de kosten voor de funderingen van windturbines variëren. Door ECN (2014) zijn windberekeningen gemaakt voor het gebied. Daaruit blijkt dat gemiddeld voor het windenergiegebied Borssele ongeveer 4% lagere elektriciteitsopbrengsten zijn te verwachten als gevolg van wake-effecten (windafvang en turbulentie) door de aanwezige Belgische windparken.

Het gebied is nader onderzocht op geschiktheid voor de aanleg van windparken vanuit windopbrengst en kostenefficiëntie. Aan de hand van de meest bepalende factoren is een beeld verkregen van de kosten per eenheid opgewekte energie (euro/megawattuur) binnen het gebied Borssele. Deze factoren zijn waterdiepte²⁴, windsnelheid, afstand tot de kust en windafvang door de Belgische parken en door de op te stellen windturbines binnen het gebied zelf.

²⁴ De waterdiepte varieert namelijk sterk in het gebied, dit leidt tot verschillen in kosten voor funderingen.

Uit dit onderzoek komt het beeld naar voren dat de meerkosten verbonden aan de grotere waterdieptes (met name in het noorden van het gebied) voor een deel worden gecompenseerd door de ter plaatse hogere windsnelheden en mindere windafvang. Hierdoor blijven de verschillen in kosten per megawattuur beperkt tussen de deelgebieden die door de doorsnijding van kabels en leidingen ontstaan. In de berekening zijn waterdiepte, windopbrengst en windafvang (Belgische parken en interne windafvang) meegenomen; overige kosten zoals voor netaansluiting zijn gelijk gehouden. Uit de verkenning komt naar voren dat de verschillen in kosten/eenheid energie tussen de deelgebieden die ontstaan door de kabeldoorsnijdingen, minder dan 10% is.

Zoals in de paragraaf 4.1 beschreven, worden vier kavels van elk circa 350 MW uitgegeven. Op basis van de kenmerken van het gebied, de deelgebieden die ontstaan door de kabels en leidingen in het gebied en de overwegingen ten aanzien van waterdiepte en windaanbod, is een indeling in 4 kavels afgeleid zoals weergegeven in figuur 4.5. Deze indeling geeft kavels van min of meer gelijke grootte waarbij een grotere waterdiepte in een kavel (enigszins) gecompenseerd wordt door een groter windaanbod en vice versa.

De kavelindeling en -begrenzing is niet op voorhand geheel vastgelegd. Mocht uit het onderzoek in het locatiespecifieke deel van dit MER blijken dat het noodzakelijk is delen van de voorziene kavels niet of minder intensief te gebruiken, dan kunnen de grenzen van de kavels eventueel nog aangepast worden.



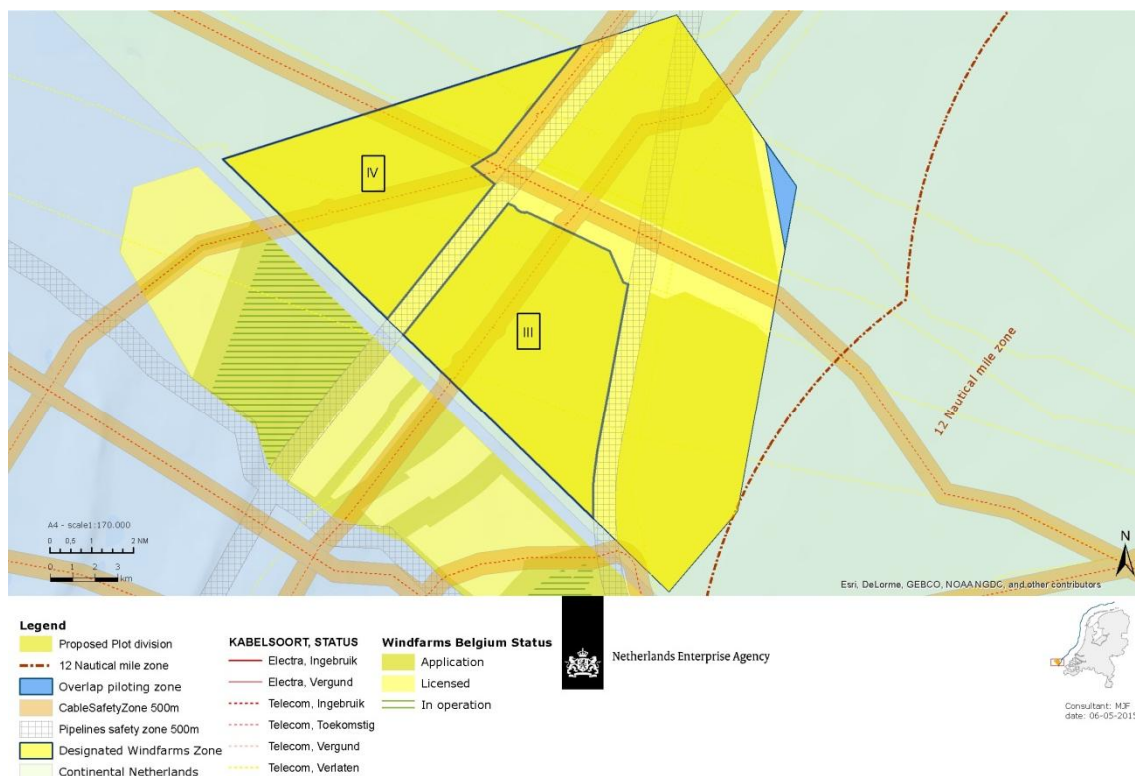
Figuur 4.5 Voorgestelde verkaveling windenergiegebied Borssele (indeling schematisch, beloodsingsgebied niet aangegeven)

4.4 Kavels III en IV

De kavels moeten naast elkaar liggen om ze in de tijd twee aan twee te laten aansluiten op de (transformator)platforms Alpha en Beta op zee van TenneT. Door een combinatie te kiezen van een windrijk en dieper kavel met een minder windrijk en ondieper kavel, deze tegelijk te onderzoeken en in procedure te brengen, is de optimalisatie van de grens tussen de kavels gedurende deze periode nog mogelijk. De combinaties van kavels I en II en kavels III en IV liggen daarom het meest voor de hand. Bovendien kunnen de kabels voor het aansluiten op de platforms op zee van TenneT bij deze combinaties zo kort mogelijk blijven. Figuur 4.6 geeft de ligging van de kavels III en IV in detail weer. De oppervlakte van de kavels III en IV is, inclusief de onder-

houdszones van de kabels en leidingen die deze kavels doorsnijden, respectievelijk 74,9 km² en 75,1 km².

In de Routekaart (zie paragraaf 2.2.4) is uitgegaan van vier kavels met elk een nominaal vermogen van 350 MW. Daarvan worden twee kavels (totaal 700 MW) getenderd in 2015 en twee kavels (totaal 700 MW) in 2016. In de brief van 19 mei 2015²⁵ geeft de Minister van Economische Zaken aan dat het 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 aansluit- en transportcapaciteit wordt gegarandeerd per kavel. Deze voordelen resulteren mogelijk in lagere kosten per kWh. Om die reden wordt voor kavel III en IV uitgegaan van 380 MW per kavel.



Figuur 4.6 Voorgestelde verkaveling windenergiegebied Borssele, ligging kavels III en IV

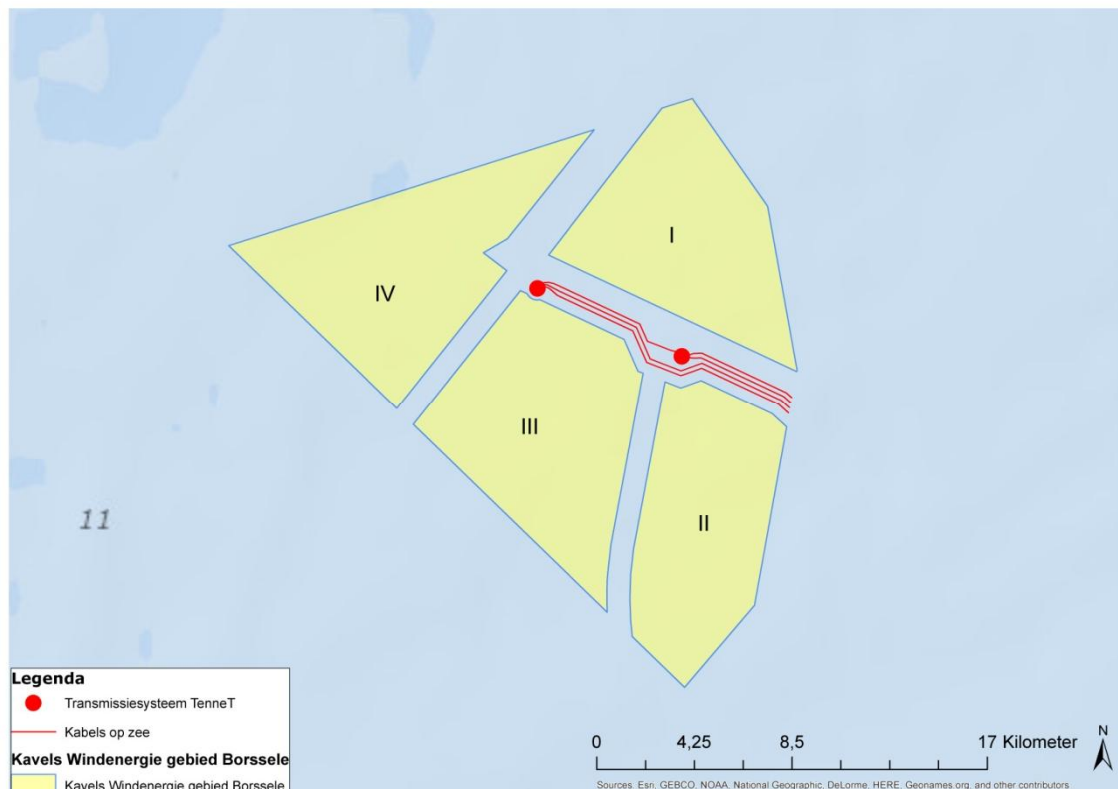
4.5 Aansluiting op het elektriciteitsnet

Aansluiting op het elektriciteitsnet gebeurt door middel van een platform dat via een tweetal exportkabels naar de kust is aangesloten op het landelijke hoogspanningsnetwerk. Het platform, exportkabels en netaansluiting worden door TenneT aangelegd. Hiervoor wordt een separate m.e.r. doorlopen.

Het platform Alpha is midden tussen de kavels I en II gepositioneerd. Platform Beta ligt tussen de kavels III en IV. Figuur 4.7 geeft de ligging van platformen Alpha en Beta weer. Om de exportkabels aan te sluiten op het hoogspanningsstation 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 de platformen gereserveerd. De onderhoudszone aan weerszijde van de exportkabels bedraagt 500 meter (hierbinnen kan niet gebouwd worden). De exportkabels liggen elk 200 meter van elkaar. Tussen de beide platformen wordt uit overwegingen van redundantie een extra kabel aangelegd die beide met elkaar verbindt.

²⁵ Zie: <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/05/19/kamerbrief-over-sde-wind-op-zee-2015.html>.

Door de kabels en de onderhoudszones ontstaat een corridor van circa 1.500 meter breedte vanaf de zuidzijde van kavel I naar het platform Beta. Deze zone is tevens bruikbaar voor de bereikbaarheid van het platform per schip. In het MER voor kavels I en II had TenneT als uitgangspunt dat de platforms ook bereikbaar dienden te zijn voor helikoptertransport. Dit uitgangspunt heeft TenneT losgelaten, waardoor in het MER voor kavels III en IV geen rekening meer is gehouden met de aanwezigheid van helikoptercorridors. Het netto oppervlak voor de plaatsing van turbines is daardoor iets groter geworden.



Figuur 4.7 Ligging van platforms Alpha (oostzijde) en Beta (westzijde) van TenneT (Bron: TenneT)

Door de ligging van de exportkabels en bijbehorende onderhoudszones en de zone rondom het platform Beta, wordt het voor windturbines beschikbare oppervlak van de kavels kleiner. De oppervlakte van de kavels III en IV bedraagt daardoor nu circa 66 km² voor kavel III en 58 km² voor kavel IV.

5 Aanpak effectbeoordeling

5.1 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 twee gebieden met elk één windpark onderzocht (twee zogenaamde 'kavels'). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types dat mogelijk is binnen een dergelijke kavel.

De kavels binnen het windenergiegebied Borssele 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 5.2) en wordt ingegaan op de wijze waarop in het MER de beoordeling van de mogelijke effecten plaatsvindt (paragraaf 5.3). 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 dit MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die de kavelbesluiten mogelijk maken, 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 voor mogelijke effecten toelaatbaar is, dan zijn alle andere opstellingen die daarbinnen blijven eveneens mogelijk.

Alternatieven

De *worst case* situatie kan voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor vogels en voor zeezoogdieren, anders zijn. Bij het onderzoek is hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere *worst case* situaties te onderzoeken en te vergelijken.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen zijn voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee zijn mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd en wordt voorkomen dat alleen een *worst case* situatie in beeld is gebracht. Waar zinvol, is in dit verband ook de mogelijke *best case* situatie onderzocht zodat de range aan mogelijke effecten duidelijk is.

5.2 Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven

5.2.1 Bandbreedte

Om de bandbreedte te onderzoeken is het enerzijds nodig om de *worst case* situatie te beschrijven en na te gaan of deze effecten nog toelaatbaar zijn. Anderzijds is het van belang te weten wat realistische parameters zijn voor 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 uitgifte van de kavels III en IV, dat wil zeggen uitgifte in 2016 en operationeel zijn van de parken in 2020.

Onderstaand wordt kort ingegaan op de turbines, de funderingen en de elektrische infrastructuur. Uitwerking vindt plaats in bijlage 1, 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 de eerste uit te geven kavels gebouwd zouden kunnen worden. Als uitgangspunt is aan de ondergrens een turbine beschouwd van 4 MW en als bovengrens een turbine van 10 MW die nog niet beschikbaar is maar dat wellicht de komende jaren wel wordt. In de milieueffectrapportage voor kavel I en II is uitgegaan van een ondergrens van 3 MW. Uit de effectbeschrijving bleek echter dat in cumulatie met andere windparken een overschrijding van de PBR voor de zilvermeeuw niet valt uit te sluiten. Vanwege deze mogelijke overschrijding van de PBR is besloten om voor de milieueffectrapportage voor kavel III en IV de ondergrens van de bandbreedte te verhogen naar 4 MW.

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 4 MW en bovengrens van 10 MW aan opgesteld vermogen, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in tabel 5.1. De groene rijen geven respectievelijk de maximale en minimale rotordiameters weer.

Tabel 5.1 Rotordiameter

Opgesteld vermogen (MW)							
Power Density Rotor (W/m ²)	4	5	6	7	8	9	10
260	140	156	171	185	198	210	221
280	135	151	165	178	191	202	213
300	130	146	160	172	184	195	206
320	126	141	155	167	178	189	199
340	122	137	150	162	173	184	194
360	119	133	146	157	168	178	188
380	116	129	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. Onderstaande 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 in dit MER beschouwd is voor het onderzoeken van de worst case situatie). Verwacht wordt dat tripods en jackets vanaf turbines van circa 5 MW worden toegepast. Ten behoeve van het MER is echter ook de worst case situatie beschouwd (in termen van

het grootste aantal te installeren palen) dat een 4 MW turbine met een jacket of tripod wordt aangelegd; dit is in onderstaande tabel uitgewerkt.

Tabel 5.2 Type fundering, paaldiameter en hei-energie

Paal diameter (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	4	285	1.000
2,5	4	285	1.000
3	4	285	1.000
3,5	4	285	1.000
4	4	285	1.000
<i>Jackets</i> (4 palen / fundering)			
1,5	4	380	1.000
2	4	380	1.000
2,5	4	380	1.000
3	4	380	1.000
3,5	4	380	1.000
<i>Monopiles</i>			
4	4	95	1.200
5	5	76	1.500
6	6	64	1.800
7	7	55	2.100
8	8	48	2.400
9	9	43	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 te kiezen voor een spanningsniveau van 66 kV kunnen, in vergelijking met een spanningsniveau van 33 kV, 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. Wel zijn voor het gebruiken van een hoger spanningsniveau andere elektrische componenten nodig in de verschillende onderdelen van de windturbines en het platform. In een aantal gevallen zijn deze componenten duurder dan de huidige componenten. Echter de verwachting is dat de totale kosten omlaag zullen gaan door uit te gaan van een hoger spanningsniveau. Dit sluit aan bij het beleid van het ministerie van EZ om kostenreductie te realiseren en leidt tot een toekomstbestendig systeem.

Overzicht bandbreedte

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavels staat in tabel 5.3. 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 116 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 5.3 Variabelen voor de bandbreedte in het MER

Onderwerp / variabele	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	4 - 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	141 - 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 - 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	116 - 221 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 - 3
Type funderingen (<i>substructures</i>)	<i>Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure</i>
Type fundering (<i>foundation</i>)	Paalfunderingen, <i>suction buckets, gravity based structures</i>
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, <i>suction</i>
In geval van heien van fundering: hei-energie gerelateerd aan turbinetype / heipaai	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:	
<i>Jacket</i>	4 palen van 1,5 - 3,5 meter
<i>Monopile</i>	1 paal van 4 tot 10 meter
<i>Tripod</i>	3 palen van 2 tot 4 meter
In geval van een fundering zonder heien, afmetingen op zeebodem:	
<i>Gravity Based</i>	Tot maximaal 40 x 40 meter
<i>Suction Bucket</i>	Diameter <i>bucket</i> : 15-20 meter
Elektrische infrastructuur (<i>inter-array</i> bekabeling)	66 kV

Niet alle parameters uit de tabel zijn even belangrijk voor de waarschijnlijk meest kritische milieueffecten en behoeven naar verwachting dan ook niet allemaal vastgelegd te worden in de uiteindelijk uit te geven bandbreedte. Bepalend zijn naar verwachting: de diameter van de rotor van de windturbines, het type fundering en de hei-energie die benodigd is bij het heien van funderingen, en de tiphoogte en tiplaagte van de windturbines.

5.2.2 Alternatieven

Zoals aangegeven kan de *worst case* situatie 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 bandbreedte van alternatieven aan per kavel. De tabel betreft een vereenvoudigd overzicht, in de themahoofdstukken (hoofdstuk 6 tot en met 13) zijn de te onderzoeken scenario's in meer detail beschreven.

Tabel 5.4 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuaspect

Milieuaspect	Bandbreedte	
	<i>Alternatief</i>	<i>Alternatief</i>
Vogels en vleermuizen	95 x 4 MW turbines tiplaagte 25 m, rotordiameter 116 m en 140 m	38 x 10 MW turbines tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m

Onderwaterleven ¹	38 x10 MW turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	95 x 4 MW turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	95 x 4 MW turbines Jacket-fundering met diameter 15 m Scenario 1: openstellen windpark voor medegebruik en doorvaart (schepen < 24 m)	38 x 10 MW turbines Monopaal-fundering met diameter 10 m Scenario 2: niet openstellen windpark voor medegebruik en doorvaart (schepen < 24 m)
Geologie en hydrologie	95 x 4 MW turbines Elektrische infrastructuur op 33 kV	38 x 10 MW turbines Elektrische infrastructuur op 66 kV
Landschap	38 x 10 MW turbines Max. rotordiameter: 221 m Max. ashoogte: 140 m	95 x 4 MW turbines Min. rotordiameter: 116 m Min. ashoogte: 83 m
Overige gebruiksfuncties	95 x 4 MW turbines	38 x10 MW turbines
Elektriciteitsopbrengst	opstelling met klein totaal rotoroppervlak	opstelling met groot totaal rotoroppervlak

¹ 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 1.000kJ, het aantal palen dat geheid wordt met een hogere hei-energie is lager waardoor de totale milieubelasting lager uit kan vallen.

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

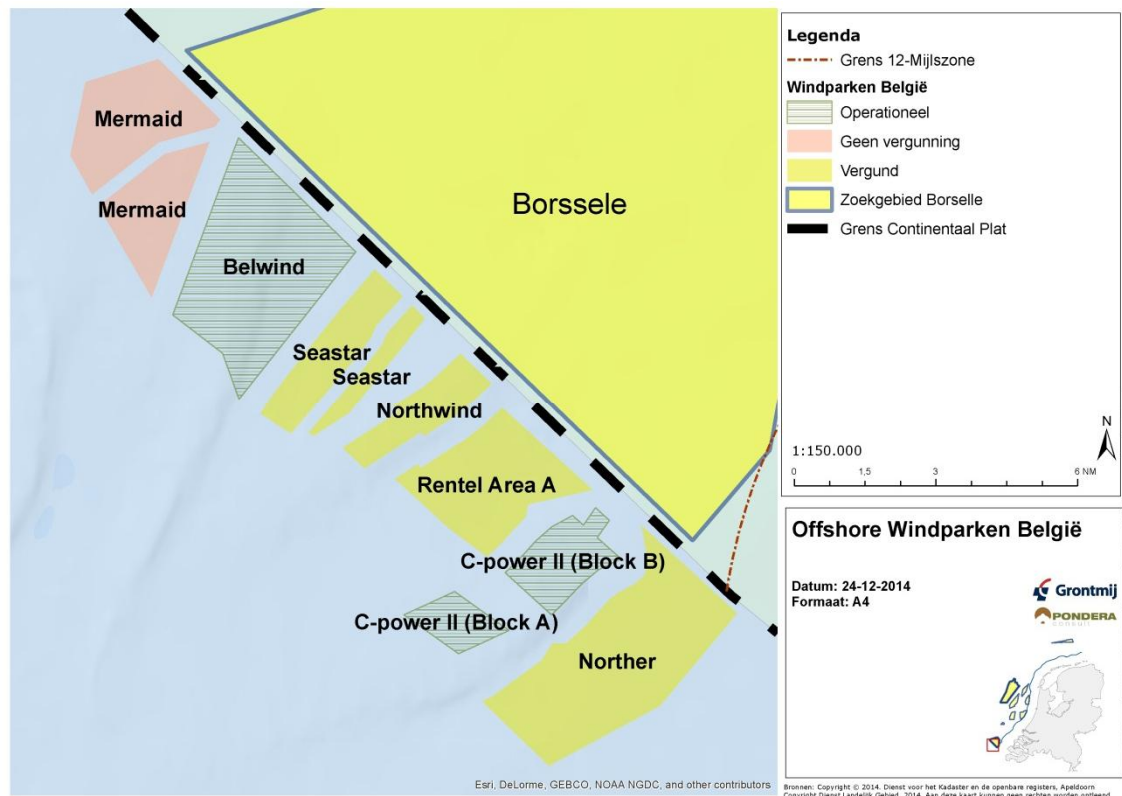
De windparken zullen worden aangesloten op platform Beta van TenneT, gelegen tussen de kavels III en IV. Dit MER gaat niet in op de aanleg van platform Beta, de kabel naar land (exportkabel) en de netaansluiting op het hoogspanningsnet op land. TenneT onderzoekt hiervoor momenteel de effecten in een separaat MER (zie paragraaf 1.1). In figuur 4.8 is de ligging van platform Beta weergegeven. De windturbines worden direct aangesloten op dit platform op zee. In het voorliggende MER worden wel de tracés van de *inter-array* kabels van de turbines binnen de kavels naar het platform Beta onderzocht.

5.2.4 Nulalternatief: huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het nulalternatief is de huidige situatie met de autonome ontwikkeling.²⁶ Het nulalternatief is het alternatief waarbij er geen kavelbesluiten worden genomen voor kavel III, IV en V. Het gebied in kavel III, IV en V 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 huidige situatie zijn de windparken Prinses Amalia en Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) in gebruik. Als autonome ontwikkeling worden Luchterduinen (aanleg in 2014 en 2015), Gemini (aanleg in 2015 en 2016) en de toekomstige windparken binnen de kavels I en II meegenomen.

Ook in België zijn windparken aanwezig en vergund (zie figuur 5.1). De parken Belwind en C-power zijn operationeel en behoren tot de huidige situatie. In aanbouw is Northwind, die daarmee onderdeel uitmaakt van de autonome ontwikkeling. Vergund zijn verder Norther, Rentel en Seastar; deze parken worden in cumulatie meegenomen, evenals het park THV Mermaid dat nog niet vergund is, maar waarvan de vergunningsprocedure al wel is gestart.

²⁶ 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).



Figuur 5.1 Gerealiseerde (gestreept), vergunde (geel) en aangevraagde (groen) windparken in België

Daarnaast zijn er ook windparkontwikkelingen in 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 de autonome ontwikkeling van het windenergiegebied Borssele. De relevantie van deze 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 onderzoek gedaan.

Tenslotte kunnen ook windparken op land en overige, niet-windenergiegerelateerde ontwikkelingen relevant zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie. Dit is in de themahoofdstukken van het MER - hoofdstukken 6 tot en met 13 - nader uitgewerkt.

5.2.5 Voorkeursalternatief

Bepalen van de voorkeursbandbreedte

De mogelijk optredende effecten zijn bepaald door voor relevante milieuaspecten (zoals ecologie en scheepvaartveiligheid) en belangen (zoals visserij en olie- en gaswinning) te onderzoeken welke effecten maximaal bij het invullen van de bandbreedte op kunnen treden. Voor de diverse aspecten vormen verschillende uitwerkingen van de bandbreedte de *worst case* situatie. Daarom worden diverse opstellingen doorgerekend. Bijvoorbeeld voor de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren hebben grote *monopiles* waarvoor veel hei-energie nodig is de meeste gevolgen, terwijl voor vogels een groot aantal kleinere turbines met grote rotoren *worst case* zou kunnen zijn. 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 - zou één van deze maatregelen kunnen zijn.

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. De parameters die bepalend zijn voor de bandbreedte aan inrichtingsmogelijkheden van de kavels worden in de kavelbesluiten vastgelegd en vormen de bouwmogelijkheden voor

de toekomstige ontwikkelaars. Denk hierbij aan zaken als maximale rotordiameter, maximale tiphoogte, minimale onderlinge afstand. Ook kunnen bijvoorbeeld vereisten aan de wijze van funderen worden opgelegd zoals bijvoorbeeld een maximaal onderwatergeluidsniveau.

Passende Beoordeling van het VKA

Aangezien op voorhand significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn (zie hoofdstuk 3), worden zogenaamde Passende Beoordelingen uitgevoerd, één voor kavel III en één voor kavel IV. In deze beoordelingen worden de effecten op Natura 2000-gebieden aan de hand van de voor deze gebieden vastgestelde doelstellingen bepaald en beoordeeld. De Passende Beoordelingen zijn als zelfstandig document (bijlage) bij het MER gevoegd.

5.3 Beoordelingskader

In deel B 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.

5.3.1 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. Er is tevens aandacht besteed aan hoeveel energie het kost om turbines te produceren en te plaatsen. Ook is stilgestaan bij de windafvang van de turbines van de verschillende kavels onderling en van de nabije Belgische windparken.

5.3.2 Vogels, vleermuizen en onderwaterleven

Op basis van de meest recente en relevante (internationale) kennis is onderzocht welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn. Voor de avifauna (onderscheid wordt gemaakt tussen trekkende broedvogels, trekkende niet-broedvogels, kolonievogels, zeevogels en vleermuizen) gaat het meer specifiek om de aanvaringskans, veranderingen in foerageermogelijkheden (habitatverlies), verlies van rustgebieden en barrièrewerking.

Voor het onderwaterleven (zeezoogdieren, vissen en bodemfauna) zijn voor beschermde soorten veranderingen van paai- en werpgebieden, foerageermogelijkheden (verstoring en habitatverlies), barrièrewerking en fysieke aantasting (*temporary threshold shift* (TTS), *permanent threshold shift* (PTS)) onderzocht.

Inzichtelijk is 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 windenergiegebied Borssele met overige projecten en activiteiten, zowel in tijd als in ruimte. Dit alles is zoveel mogelijk gekwantificeerd. Zo is per type verstoring aangegeven hoeveel individuen van welke soorten hierbij zijn betrokken (ordegrootte, bijvoorbeeld in aantalsklassen) en welk deel van de populatie (*worst case*) beïnvloed wordt.

Passende Beoordelingen zijn ook onderdeel van dit MER, omdat op voorhand significante effecten op Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn. In de Passende Beoordelingen is de vraag beantwoord of significante effecten van een windpark in het windenergiegebied Borssele op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten. Het gaat met name om de effecten op vogels en zeezoogdieren.

Toetsing effecten en Kader Ecologie en Cumulatie: acceptabele grenzen op populatieniveau, berekening cumulatie

Het Rijk heeft een toetsingskader ontwikkeld, het Kader Ecologie en Cumulatie, waarin wordt aangegeven hoe met ecologie en cumulatieve ecologische effecten omgegaan moet worden bij de afwegingen voor het aanwijzen van gebieden en het nemen van kavelbesluiten. Een onder-

deel van dit kader omvat het vaststellen van acceptabele grenswaarden op populatieniveau voor negatieve effecten van menselijk gebruik.

Om deze acceptabele grenzen met een grote mate van zekerheid te kunnen bepalen is kennis nodig over allerlei populatieparameters (zoals populatieomvang, -opbouw, -verspreiding en -groei, voedselbeschikbaarheid, natuurlijke mortaliteit etc.). Er bestaan echter aanzienlijke lacunes in kennis en er bestaat een onzekerheid in de nu bekende parameters. Deze lacunes zullen niet binnen afzienbare tijd worden gedicht. Toch moeten er acceptabele grenzen worden bepaald zodat voldoende zekerheid kan worden verkregen dat de windparken die zullen worden gebouwd zelfstandig of in cumulatie de goede staat van instandhouding van beschermde soorten niet in gevaar kunnen brengen. Het kader doet door middel van een pragmatische aanpak uitspraken over de acceptabele grenzen voor soorten.

Het kader richt zich met name op vogels, vleermuizen en zeezoogdieren. Het ontwikkelen van het kader is een doorlopend proces, in die zin dat het telkens bijgesteld zal worden op basis van nieuwe kennis, inzichten en ontwikkelingen. Elementen en inzichten uit het kader die tijdig beschikbaar zijn, worden meegenomen bij de effectbeschrijving en -beoordeling in het MER.

Naast bovenstaande exercitie met betrekking tot acceptabele grenzen zal in het Kader Ecologie en Cumulatie inzicht worden gegeven in de cumulatieve effecten van de toekomstige windparken, inclusief die in het windenergiegebied Borssele. Dit wordt o.a. gedaan om te bepalen of de windparken in het windenergiegebied Borssele niet een te grote milieugebruiksruimte innemen. Op basis van de bevindingen uit het kader Ecologie en Cumulatie kan eventueel de bandbreedte aan invullingsmogelijkheden van de kavels in Borssele aangepast worden.

5.3.3 *Scheepvaart en veiligheid*

De kans op ongevallen door aandrijvingen en aanvaringen is onderzocht. Voor de scheepvaartveiligheid is een kwantitatieve analyse uitgevoerd met het SAMSON model (*Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea*). Daarnaast is een kwalitatieve analyse uitgevoerd, waarbij aandacht is besteed aan de verkeersstromen rond het kavel, kruisend verkeer, risico's voor niet-routegebonden kleine scheepvaart en het inzetten van een begeleidingsschip of zeesleepboot. De cumulatieve effecten van meerdere windparken zijn als uitgangspunt genomen in de veiligheidsstudie. Tevens is onderzocht wat de effecten zijn van het mogelijk instellen van een scheepvaartcorridor tussen de kavels I en III en door kavel IV heen.

5.3.4 *Overige gebruiksfuncties*

Gekeken is naar andere gebruiksfuncties in de omgeving van de locatie, zoals olie- en gaswinning, helikopterverkeer van en naar de platforms in de nabijheid, militaire gebieden, zand- en schelpenwinning, gevolgen voor scheepvaart- en luchtvaartradar, de ligging van kabels en leidingen, archeologische en cultuurhistorische waarden, en recreatie en toerisme. Ook is ingegaan op de windafvang op de bestaande windparken in België. Verder gaat dit MER in op de effecten voor de verschillende gebruiksfuncties. Indien effecten optreden, is gekeken hoe deze beperkt kunnen worden.

5.3.5 *Morfologie en hydrologie*

Onderzocht is wat de effecten zijn van het windpark op golven en waterbeweging, waterkwaliteit, erosie, sedimentatie, bodemsamenstelling en sedimenttransport. Boven de waterspiegel gaat het vooral om de effecten van de windturbines op getijde en golfslag.

5.3.6 *Landschap*

De zichtbaarheid van windturbines vanaf de kust is in meerdere alternatieven gevisualiseerd en beschreven in termen van turbinegrootte, opstellingsvorm, verlichting en meteorologische omstandigheden. Daarbij is aangegeven hoeveel dagen per jaar gemiddeld het windpark, of een deel daarvan, te zien is en wat de afstanden zijn van het windpark tot de diverse kustplaatsen in zowel Nederland als België.

5.4 Effectbeoordeling en mitigerende maatregelen

5.4.1 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 is waar mogelijk en zinvol kwantitatief onderbouwd. Indien het niet mogelijk is om de effecten te kwantificeren, zijn 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 Beoordelingen.

De effecten zijn per milieuaspect beschreven aan de hand van beoordelingscriteria. In tabel 5.5 staat per milieuaspect welke criteria zijn gebruikt en de wijze waarop de effecten zijn beschreven en beoordeeld (kwantitatief en/of kwalitatief).

Tabel 5.5 Beoordelingscriteria per milieuaspect

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Elektriciteitsopbrengst	- Elektriciteitsopbrengst - CO₂-emissie reductie - SO₂-emissie reductie - NO₂-emissie reductie	- Kwantitatief in MWh/jaar en ton/jaar
Vogels	<i>Aanleg windpark (constructiefase)</i> - Verstoring aanleg fundering - Verstoring door scheepvaart <i>Gebruik windpark (operationele fase)</i> Lokaal verblijvende niet-broedvogels - Aanvaringsrisico - Barrièrewerking - Habitatverlies - Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik Broedende kolonievogels - Aanvaringsrisico - Barrièrewerking - Habitatverlies - Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik Vogels op seizoenstrek - Aanvaringsrisico - Barrièrewerking - Habitatverlies - Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering	- Aantal verstoorde vogels - Aantal vogelslachtoffers - Aantal kilometers omvliegen - Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers²⁷ - Aantal verstoorde vogels - Aantal vogelslachtoffers - Aantal kilometers omvliegen - Aantal km² van het foerageergebied - Aantal verstoorde vogels - Aantal vogelslachtoffers - Aantal kilometers omvliegen - Aantal km² van het foerageergebied

²⁷ Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Leopold et al, 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een additionele sterfte van 10% als gevolg van habitatverlies aan te houden.

	ring door veranderd gebruik	- Aantal verstoorde vogels
	<i>Verwijdering windpark</i>	
	- Verstoring door verwijderen kabels	- Aantal verstoorde vogels
Vleermuizen	- Aanvaringsrisico - Barrièrewerking - Habitatverlies - Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase).	- Aantal vleermuisslachtoffers - Aantal vleermuizen dat moet omvliegen - Concentratie van vleermuizen
Onderwaterleven	<i>Bodemdieren en vissen</i> Aanleg - vertroebeling, habitatverlies, geluid/trillingen - fysieke aantasting Gebruik - trillingen - straling Verwijdering - als aanlegfase	- Verandering in aantal soorten - Aanwas substraatsoorten - Dichtheid per m² - Dichtheid en effect op beschermde soorten
	<i>Zeezoogdieren</i> Aanleg - Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen - Fysieke aantasting Gebruik - Verstoring door geluid en trillingen turbines - Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud) Verwijdering - Idem aanleg	- Verstoord oppervlak (km²) - Aantal verstoorde dieren - Tijdsduur van de verstoring - Aantal aangetaste dieren
Scheepvaart en veiligheid	<i>Veiligheid</i> - Kans op aanvaring en aandrijving - Gevolgschade van aanvaring en aandrijving <i>Scheepvaart</i> - Wijziging in routestructuur - Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	- Kwalitatief en kwantitatief
Overige gebruiksfuncties	- Visserij - Olie- en gaswinning - Luchtvaart - Zand-, grind- en schelpenwinning	- Beperking visserij - Beperkingen olie- en gaswinning - Interferentie burgerluchtvaart - Interferentie militaire luchtvaart - Interferentie kustwacht - Beperkingen ondiepe delf-

	- Baggerstort - Scheeps- en luchtvaartradar - - Kabels en leidingen - Telecommunicatie - - Munitiestortgebieden en militaire gebieden - Recreatie en toerisme - - Cultuurhistorie en archeologie - Mosselzaadinvanginstallaties - - Windparken	- stoffenwinning - Beperkingen baggerstortgebieden - Schaduwwerking - Multipath / Bouncing - Interferentie kabels en leidingen - Verstoring kabelverbindingen - Verstoring straalpaden - Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden - Beperkingen recreatievaart - Beperkingen kustrecreatie - Aantasting archeologische resten - Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties - Beïnvloeding windparken
Geologie en hydrologie	- Effect op golven - Effect op waterbeweging (waterstand/stroming) - Effect op waterdiepte en bodenvormen - Effect op bodemsamenstelling - Effect op troebelheid en waterkwaliteit - Effect op sedimenttransport - Effect op kustveiligheid	- Kwalitatief en kwantitatief
Landschap	- Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid a.d.h.v. fotovisualisaties	- Kwalitatief (op basis van fotovisualisaties) en kwantitatief (% zichtbaarheid in de tijd)

Om de effecten van de alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, zijn deze op basis van een +/- schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief. Hiervoor is de in tabel 5.6. weergegeven beoordelingsschaal gehanteerd.

Tabel 5.6 *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, is dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

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

5.5 Cumulatie

De effecten van kavels III en IV zijn onderzocht op relevante aspecten zoals ecologie en scheepvaartveiligheid. Hierbij speelt ook de draagkracht van het gebied een rol: hoeveel windturbines kunnen geplaatst worden in het gehele windenergiegebied Borssele gezien milieu, ecologie en andere belangen? Het is van belang om deze vraag te beantwoorden voor het gebied in zijn geheel, naast voor de twee nu uit te geven kavels. Er is ook gekeken naar andere toekomstige activiteiten. Zo wordt voorkomen dat achteraf blijkt dat de beschikbare fysieke of milieuruimte van het gehele gebied of zelfs van alle aangewezen gebieden door de eerste uit te geven kavels is gebruikt.

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 bakken welke plannen, projecten en handelingen meegenomen zijn 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.

Kader Ecologie en Cumulatie

Voor het onderdeel cumulatie is eveneens gebruik gemaakt van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC; Leopold *et al.* 2015) dat het Rijk heeft opgesteld conform de beschrijving in de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee (Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 (herdruk)). In dit afwegingskader wordt ingegaan op de cumulatieve ecologische effecten van het realiseren van alle windparken conform de uitrol volgens het energieakkoord waarbij ook de verwachte buitenlandse windparkontwikkelingen zijn meegenomen. Het doel is om aan te geven hoe cumulatieve ecologische effecten beter en eenduidiger in beeld moeten worden gebracht. Dit kader moet worden toegepast bij besluitvorming over de benutting en begrenzing van toekomstige windparken binnen de aangewezen windenergiegebieden.

Een nevendoel is het ontwikkelen van een algemener kader voor het omgaan met cumulatieve effecten, waarmee ook andere ingrepen beoordeeld kunnen worden en waarmee sturingsmogelijkheden in beeld komen. Daarnaast zal ook internationale afstemming gezocht worden voor de gehanteerde benadering. Deze invulling valt echter buiten het op dit moment al beschikbare kader.

Aan de hand van dat toetsingskader zal bij het nemen van ruimtelijke besluiten voor windenergie op zee, zoals de toekomstige aanwijzing van windenergiegebieden en kavelbesluiten, worden beoordeeld of kan worden uitgesloten dat een windpark op zee afzonderlijk, of in cumulatie met andere windparken en andere activiteiten, significante effecten op de ecologie zal hebben. Om eventueel optredende significante effecten te voorkomen, kunnen voorschriften worden opgenomen in de kavelvoorwaarden. In het uiterste geval kunnen locaties worden uitgesloten voor verdere ontwikkeling. Bij de ontwikkeling van het kader zijn relevante partijen (windparkontwikkelaars en natuurorganisaties) betrokken. Het kader wordt meegenomen in de actualisatie van het NWP en de bijbehorende Beleidsnota Noordzee.

Overigens hoeven niet alle denkbare plannen, projecten en handelingen in cumulatie voor dit MER en de Passende Beoordelingen beschouwd te worden. Alleen wanneer voldoende zeker is dat deze plannen, projecten en handelingen zich feitelijk (gaan) voordoen en er duidelijke stappen zijn gezet in de realisatie van de betreffende plannen, projecten en handelingen, dienen zij in cumulatie beschouwd te worden. Plannen, projecten en handelingen die onzeker zijn en pas op termijn concreet doorgevoerd gaan worden, zullen tegen die tijd rekening moeten houden met het onderhavige voornemen, en niet andersom.

Voor de effectberekeningen in het KEC is echter besloten de gehele routekaart als uitgangspunt te nemen voor de cumulatieve effectbeoordeling bij de voorbereiding van de eerste kavelbesluiten. De reden hiervoor is dat de laatste kavelbesluiten in ieder geval wel met de voorafgaande kavelbesluiten rekening zullen moeten houden. Daarom wordt er hier naar gestreefd om de totale cumulatie zo goed mogelijk in beeld te brengen, zodat de kans zo groot mogelijk gemaakt wordt om de routekaart te voltooien zonder belemmeringen als gevolg van het mogelijk optreden van cumulatieve effecten. Tevens wordt hiermee uitwerking gegeven aan het commentaar van de Commissie MER op de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee. In de doorrekening van het SER-akkoord zijn dus alle toekomstige parken tot 2023 meegenomen.

Andere windparken

Belangrijk om te beschouwen in cumulatie zijn de effecten van andere windparken die nationaal en internationaal gerealiseerd zijn en gaan worden. Het maken van onderscheid tussen windparken die alleen beleidsmatig zijn aangegeven en windparken die daadwerkelijk gerealiseerd gaan worden, is daarbij lastig. Dit is echter wel essentieel om te komen tot een realistische in-

schatting van de cumulatieve effecten. Het meenemen van alle mogelijke windparken, ook die waarvan de realisatie nog erg onzeker is, zal al snel leiden tot een grote overschatting van cumulatieve effecten. Centraal bij het maken van een schifting in de wel en niet mee te nemen windparken zal de mate van concreetheid (bijvoorbeeld wel of niet vergund) van het betreffende windpark zijn. Voor dit MER is daarom een inventarisatie gemaakt welke parken, zowel nationaal als internationaal, operationeel zijn en tot de periode december 2023 gebouwd worden. Dit resulteert in een onderbouwd overzicht van te beschouwen parken.

Zoals aangegeven in paragraaf 5.2.4 bij het beschrijven van de autonome ontwikkeling, is in de routekaart voor windenergie op zee (Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 (herdruk)) aangegeven dat vergunningen voor windparken waarvoor geen subsidie is verleend komen te vervallen bij de inwerkingtreding van de Wet windenergie op zee. Daarom zijn deze niet in de cumulatie meegenomen.

Mitigerende maatregelen

Bij het onderzoeken van de effecten van de invulling van de bandbreedte voor elk aspect (zie tabel 5.3) 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.

Het 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.

Welke mitigerende maatregelen uiteindelijk worden overgenomen in het voorkeursalternatief (= de bandbreedte die in het kavelbesluit wordt verankerd) wordt bepaald op basis van de milieueffecten, mogelijke maatregelen en andere overwegingen, bijvoorbeeld van beleidsmatige, economische of praktische aard. Zie hiervoor ook paragraaf 5.2.5, voorkeursalternatief.

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 2 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 Flora- en faunawet (Ffwet) en de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) gebeurt in respectievelijk bijlage 7 en 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 116 en maximum 221 meter) en het verschil in aantal turbines (minimaal 38 en maximaal 95 turbines).

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

Alternatief	Turbine vermogen	Aantal turbines	Indicatief MW	Turbine tiplaagte	Ashoogte	Rotordiameter	Tussenruimte	Oppervlakte van kavel III*	Oppervlakte van kavel IV*
1	4 MW	95	380	25	83	116	463 m	75,1 km ²	74,9 km ²
3	10 MW	38	380	30	140,5	221	732 m	75,1 km ²	74,9 km ²

*Deze oppervlaktes kunnen enigszins afwijken van oppervlaktes in overige hoofdstukken in het MER omdat gaande het proces van het vervaardigen van het MER afstanden tot kabels en platforms enigszins zijn veranderd. Deze afwijkingen zijn dermate gering dat zij van geen betekenis zijn voor de bevindingen in dit hoofdstuk.

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

6.3 Beoordelingskader

De beoordeling van effecten van de verschillende alternatieven (§6.2) is erop gericht om op een gestructureerde manier inzicht te geven in de effecten van de installatie, het gebruik en het verwijderen van windparken volgens de voorgestelde configuratie (exclusief kabeltracés). De uitgangspunten voor het beoordelingskader zijn:

- goede aansluiting bij nationaal en internationaal natuurbeleid;
- 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 windenergiegebied Borssele behandeld tijdens deze drie verschillende stadia. Er wordt onderscheid gemaakt in drie groepen vogels:

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

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

Tabel 6.2 Beoordelingskader vogels en vleermuizen

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

²⁸ Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een additionele sterfte van 10% als gevolg van habitatverlies aan te houden.

- Verstoring door scheepvaart	- Aantal verstoorde vogels
-------------------------------	----------------------------

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
VLEERMUIZEN	
- Aanvaringsrisico	- Aantal vleermuisslachtoffers
- Barrièrewerking	- Aantal vleermuizen die moet 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.

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 (Ffwet) of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998).
+	Positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (Ffwet) of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998).
0	Neutraal effect	Voorgenomen ingreep onderscheidt zich niet wezenlijk van de referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (Ffwet) of effecten op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998).
-	Negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Overtreding van verbodsbepalingen (Ffwet) en effecten op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998) zijn mogelijk.
--	Sterk negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Overtreding van verbodsbepalingen (Ffwet) en effecten op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998) zijn waarschijnlijk.

6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in het windenergiegebied Borssele zou kunnen ingrijpen op vogelwaarden, is het nodig om te weten welke soorten vogels er gedurende de verschillende seizoenen voorkomen, in welke dichtheden/aantallen 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 Borssele.

Daarvoor zijn de volgende bronnen gebruikt:

- Gegevens van boottellingen op het Belgische deel van de Noordzee (b.v. Vanermen et al, 2013);
- Negen vliegtuigtellingen die in het windenergiegebied Borssele 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).

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 in omringende landen en van verder oostelijk levende populaties.

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 (scheepstellingen (Vanermen et al, 2013), vliegtuigtellingen (Poot et al, 2011) en vliegtuig- en scheepstellingen (MWTLE/ESAS)).

Maandelijkse dichtheden van vogels nabij het Kavel Borsselle met een onderscheid tussen de periode voor de bouw van de Belgische windparken Belwind en C-Power en daarna, geteld vanaf schepen (b.v. Vanermen et al. 2013).

Soort	Pre-construction (2003 – 2008)												Post-construction (2009 – 2013)												Max. Gem
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
noodkleiduiker	0,00	0,02	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
parelduiker	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>duiker spec.</i>																									
fuut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>geoorde fuut / kuilduiker</i>																									
noordse stormvogel	0,38	0,76	0,08	0,12	0,24	0,03	0,20	0,00	2,03	1,45	0,49	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
noordse pijlstormvogel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
griauwe pijlstormvogel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vale pijlstormvogel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
stormvogelje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
vaal stormvogelje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
jan-van-gent	1,12	1,57	0,45	0,07	0,09	0,48	0,30	0,06	3,83	2,20	1,69	0,24	0,11	0,56	0,71	0,16	0,07	0,10	0,11	0,14	0,19	0,71	0,72	0,14	1,01
aalscholver	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
kuifaalscholver	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
rotgans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
bergeend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
krakeend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
zwarte zee-eend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
neerkoet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
goudplevier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
wulp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
regenwulp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
grote jager	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,15	0,00	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,07	0,01	0,01	0,03
middelste jager	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
kleine jager	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,07	0,08	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
<i>jager spec.</i>																									
kokmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
stormmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
zwartkopmeeuw	7,85	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,76	1,55	0,33	0,21	0,78	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,10	0,01	4,53	0,88
geelpootmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kleine mantelmeeuw	0,24	0,53	2,86	12,21	16,87	0,96	2,08	0,08	0,12	0,14	0,22	0,00	0,08	2,11	3,39	5,70	3,46	3,47	0,70	0,67	0,76	0,16	0,01	0,14	3,03
zilvermeeuw	3,30	0,42	0,00	0,03	0,14	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,49	0,01	1,02	0,18	0,20	0,16	0,04	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,80	0,37
grote mantelmeeuw	10,34	1,11	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,14	0,04	0,30	6,62	7,21	0,55	0,36	0,21	0,05	0,00	0,01	0,01	0,04	0,21	0,17	0,22	2,56	2,15
<i>mantelmeeuw spec.</i>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01
dwergrmeeuw	0,59	0,18	0,90	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,24	0,14	0,05	0,14	1,25	1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,17	0,21	0,29
drietenmeeuw	0,89	1,01	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	2,45	7,53	6,69	1,05	1,68	1,73	0,06	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,68	1,30	9,64	1,58
<i>grote / kleine burgemeester</i>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>grote meeuw spec.</i>	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>meeuw spec.</i>	0,00	10,84	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91

Vervolg tabel 6.4

Soort	Pre-construction (2003 – 2008)												Post-construction (2009 – 2013)												Max. Gem
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
noordse stern	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
visdief	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,04	0,58	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,03	0,07	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
visdief / noordse stern	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
grote stern	0,00	0,00	0,03	0,17	0,00	0,00	0,11	0,60	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,08	0,09	0,25	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,08
zwarte stern	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
alk	0,61	0,67	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	1,55	1,63	1,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13	0,77	0,40	0,55
zeekoet	5,26	1,13	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,68	3,19	1,29	0,50	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,03	0,61	1,11	1,59	1,67
alk / zeekoet	0,00	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,09	0,36	0,23	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,05	0,17	0,08
papegaaiduiker	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
graspieper	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
witte kwikstaart	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
merel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
kopenwiek	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
kramsvogel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
zanglijster	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
zangvogel spec.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
spreeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,16
kneu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vinh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00

Tabel 6.5 *Geïnterpoleerde dichtheden van vogels in het windenergiegebied Borssele geteld vanuit vliegtuigen (Poot et al. 2011).*

soort/soortgroep	mei	jul	aug	sep	okt	nov	jan	feb	apr	gem.
<i>duikers</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,07	0,00	0,02
noordse stormvogel	0,00	0,00	0,05	0,01	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01
jan-van-gent	0,00	0,13	0,78	0,21	0,30	1,51	0,00	0,39	0,00	0,37
dwergmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,31	4,37	0,54
drieteenmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,05	0,06	0,98	0,37	0,72	0,00	0,24
stormmeeuw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,47	0,17	0,14	0,00	0,20
kleine mantel-meeuw	0,65	1,37	0,26	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	5,21	0,84
zilvermeeuw	0,03	0,10	0,00	0,00	0,02	0,28	0,32	0,20	0,04	0,11
grote mantelmeeuw	0,00	0,00	0,07	0,12	0,05	1,41	0,25	0,52	0,00	0,27
<i>grote meeuwen</i>	0,62	1,25	0,51	0,32	0,72	1,01	0,54	1,05	5,27	1,25
grote stern	0,24	0,52	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,20
zeekoet	0,00	0,04	0,01	0,10	0,01	0,26	0,42	3,57	0,01	0,49
alk	0,00	0,03	0,01	0,14	0,01	0,48	1,63	5,89	0,03	0,91
<i>alk/zeekoet</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,38	0,11	0,00	0,07

Tabel 6.6 *Geïnterpoleerde dichtheden van vogels in het windenergiegebied Borssele geteld vanuit vliegtuigen (MWTL) en schepen (ESAS).*

soort/soortgroep	dec/jan	feb/maa	apr/mei	jun/jul	aug/sep	okt/nov	gem.
<i>duikers</i>	0,13	0,27	0,22	0,00	0,00	0,04	0,11
fuut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
noordse stormvogel	0,28	0,24	0,56	0,89	0,42	0,41	0,47
grijze pijlstormvogel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
noordse pijlstormvogel	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
stormvogeltje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vaal stormvogeltje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jan-van-gent	0,20	0,49	0,36	0,31	0,36	3,32	0,84
aalscholver	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
kuifaalscholver	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
eider	0,22	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
zwarte zee-eend	0,63	0,15	0,02	0,00	0,00	0,02	0,14
grote zee-eend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kleine jager	0,02	0,00	0,00	0,01	0,05	0,01	0,01
grote jager	0,01	0,01	0,00	0,04	0,06	0,02	0,02
dwergmeeuw	0,07	0,19	0,40	0,01	0,04	0,15	0,15
kokmeeuw	0,00	0,09	0,00	0,02	0,06	0,01	0,03
stormmeeuw	0,77	0,52	0,11	0,02	0,06	0,77	0,38
kleine mantelmeeuw	0,07	0,48	7,28	4,45	2,74	0,26	2,55
zilvermeeuw	0,34	0,64	0,25	0,21	0,08	0,57	0,35
grote mantelmeeuw	0,61	0,38	0,07	0,04	0,24	0,97	0,39
drieteenmeeuw	2,00	2,44	1,24	1,46	0,44	3,17	1,79
grote stern	0,00	0,00	0,41	0,09	0,20	0,00	0,12
<i>visdief/noordse stern</i>	0,01	0,01	0,81	0,17	1,69	0,00	0,45
dwergstern	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
zeekoet	1,45	0,95	0,53	1,04	0,60	1,53	1,02
alk	0,24	0,35	0,04	0,31	0,02	0,31	0,21
kleine alk	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
papegaaiduiker	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01

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 2, waar de vraag wordt beantwoord of het relevant is voor de soort aanvaringsslachtoffers te berekenen of dat de aanwezigheid van de koloniesoort te verwaarlozen is (in het kader van de Nbwet 1998). Het gaat hier om kolonievogels en niet om vogels tijdens seizoenstrek.

Tabel 6.7 *Kolonievogels die beschermd zijn in het kader van de Nbwet 1998 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 aanvarings-slachtoffers van de kolonievogels te bepalen in het kader van de Nbwet 1998?
Jan-van-gent	Nee	Nee
Aalscholvers	Nee	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	Nee	Nee
Stormmeeuw	Ja, maar kolonie bij Neeltje Jans heeft geen beschermde status	Nee
Kleine mantelmeeuw	Ja	Ja
Zilvermeeuw	Ja, maar soort heeft een kustgebonden verspreiding en hebben naar verwachting geen regelmatige vluchten door het kavel en kolonies hebben geen beschermde status	Nee
Grote mantelmeeuw	Ja, maar het betreft zeer kleine aantallen uit gemengde meeuwenkolonies	Nee
Dwergstern	Nee	Nee
Noordse stern	Nee	Nee
Visdief	Nee	Nee
Grote stern	Ja	Ja
Zeekoet	Nee	Nee
Alk	Nee	Nee

In het kader van de Ffwet worden ook aanvaringsslachtoffers 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 Borssele.

Tabel 6.8 Overzicht van de meest voorkomende soorten in drie trekgroepen boven windenergiegebied Borssele

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

Wat betreft vliegintensiteit (aantal vogels die per tijdseenheid passeren) van zee- en kustvogels kan op basis van scheepstellingen in het aangrenzende Belgische deel gesteld worden dat deze ongeveer hetzelfde is over de gehele lengte van windenergiegebied Borssele en er geen verdichtingen van trekstromen optreden. 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 Borssele.

Tabel 6.9 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km die trekken door windenergiegebied Borssele op basis van radarfluxen en procentuele soortgroepverdeling vastgesteld op basis van visuele waarnemingen door Krijgsveld et al. (2011) rond OWEZ. Hiervoor is uitgegaan van de rotorgrootte van OWEZ en voor zangvogels voor de twee rotorgrootte's van Borssele.

Soortgroep	Fractie van totale flux op OWEZ	Aantalsschattingen per strekkende kilometer		
		OWEZ	Borssele V1	Borssele V2
ganzen en zwanen	0,007	~2.000	idem	idem
eenden	0,004	~400	idem	idem
reigers	0,001	~400	idem	idem
roofvogels en uilen	0,0004	~200	idem	idem
steltlopers	0,003	~500	idem	idem
zangvogels overdag	0,15	~17.000	~20.000	~29.000
zangvogels nacht	1	~90.000	~105.000	~151.000
zangvogels totaal		~107.000	~125.000	~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 2 is voor de verschillende groepen trekvogels de vliegrichting onderscheiden.

Vlieghoogtes

Van trekkende zee- en kustvogels is bekend dat ze in grote aantallen op lage hoogten vliegen (onder 100 meter, maar meestal veel lager), maar ook is bekend dat duikers, meeuwen, jagers en sterns op trek op honderden meters hoogte kunnen vliegen en daarmee buiten het bereik van rotoren van offshore windturbines 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 (rotorhoogte van een turbine); 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 Borssele lopen. In bijlage II van bijlage 2 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 de soorten watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis ligt onder de 10 kilometer en gezien de afstand van het windenergiegebied Borssele 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 deze soorten (o.a. Fleming & Eby 2003).

In de periode tussen 1988 en 2007 werden 34 vleermuizen geregistreerd op offshore platforms 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 zelden gemeten bij windparken in de Noordzee. Echter, in sommige offshore windparken in de Noordzee, zoals PAWP, werden meer dan 100 opnames van vleermuisroepjes gemaakt binnen een maand (ongepubliceerde gegevens IMARES). 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 Borssele en daarom is het voorkomen van deze soorten in het windenergiegebied Borssele zeer waarschijnlijk. Ook de meest recente metingen van IMARES/Field Company geven aan dat 95,7% van de geregistreerde vleermuisactiviteit in de Noordzee bestond uit roepjes van ruige dwergvleermuizen en 2,6% van rosse vleermuizen. Het resterende kleine deel bestond uit roepjes van tweekleurige vleermuizen (*Vespertilio murinus*; 1,2%) en gewone dwergvleermuizen (*Pipistrellus pipistrellus*; 0,5%). Rosse vleermuizen gebruiken roepjes van een lagere toon 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 Borssele slachtoffers van de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis vallen en wordt daarom hieronder een populatieschatting van deze soorten gegeven (zie bijlage 2). 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 6.10 *Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van ruige dwergvleermuizen in het windenergiegebied Borssele (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 6.11 *Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van rosse vleermuizen in het windenergiegebied Borssele (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 aanvaringsslachtoffers 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 tweekleurige in plaats van driebladige turbines.

6.5.1 Algemeen

Hoofdstuk 3 in bijlage 2 beschrijft de beschikbare kennis omtrent de effecten van offshore windparken 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):

1. **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 aanra-

king komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten.

2. **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.
3. **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 vermijding (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 offshore locaties 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 Borssele:

- **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 offshore windturbines 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 Borssele zijn de resultaten van bovengenoemd onderzoek gebruikt in dit hoofdstuk. 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 6.12. 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 Borssele. Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark aldaar op de verschillende soort(groep)en. Dit geldt met name voor de resultaten verkregen in de parken net over de grens in België, gezien de nabije ligging en vergelijkbare avifauna.

Tabel 6.12 *Samenvattende tabel van de belangrijkste resultaten van enkele grote onderzoeksprogramma's naar gedrag van vogels mbt offshore windturbines.*

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.
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 rotor hoogte.
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.

De volgende effecten treden op, die in hoofdstuk 3 van bijlage 2 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 6.13) en vleermuizen (tabel 6.14).

Tabel 6.13 Algemene effecten van windturbines op vogels.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
Aanvaringen	Constructiefase	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 voor alle platforms (cumulatief), 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 twijfelachtige kwaliteit van de bestaande meetapparatuur (b.v. Collier <i>et al.</i> 2011, 2012). De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers gebruik wordt gemaakt van het <i>Extended Band Model</i> 2012 (Band 2012) waarbij vlieghoogtes worden bepaald met behulp van Johnston <i>et al.</i> (2014). 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, mede afhankelijk van de gehanteerde berekeningsmethode. Het geeft een bandbreedte weer.
	Verwijderingsfase	Dezelfde effecten als bij de constructie zijn te verwachten (aanvaringen met (verlichte) schepen).
Barrièrewerking	Constructiefase	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

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		turbines. Het gaat daarbij echter om slechts een fractie van het doorvliegoppervlak en is derhalve niet relevant bij de verdere effect-bepaling.
	Operationele fase	Zowel uit onderzoek op land als op zee blijkt dat veel soorten vogels uitwijken bij nadering van een windpark offshore 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 2. 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) en in deze rapportage als verwaarloosbaar worden gekwalificeerd. 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.
	Verwijderingsfase	Over barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele uitwijking van vliegpaden als gevolg van barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase afneemt door het afnemende aantal nog te verwijderen turbines.
Habitat-verlies	Constructiefase	Over verstoring tijdens uitsluitend de aanlegfase van een offshore windpark 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 verstoring heeft op vele soorten vogels (b.v. Rodgers & Schwicker 2002, Schwemmer et al. 2011). Het verstoring 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. Onderzoek naar habitatverlies tijdens de bouw van OWEZ heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor significante verstoring (door heigeluid) van lokale zeevogels (Leopold & Camphuysen 2007). Onderzoek naar verstoring tijdens de bouw van Robin Rigg in het Verenigd Koninkrijk gaf aanwijzingen van verminderde dichtheden van zwarte zee-eend, duikers, zeekoeten, noordse pijlstormvogels, zilverbmeeuwen en alken, terwijl aalscholvers en grote mantelmeeuwen toenamen (Walls et al. 2013).
	Operationele fase	Geluid:

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		Tijdens de operationele fase veroorzaakt de turbine geluid onderwater. Uit onderzoek naar onderwatergeluid in Nederlandse windparken bleek dat de geluidsniveaus onder water laag zijn tijdens de operationele fase in vergelijking met het al aanwezige achtergrondgeluid van o.a. wind en scheepvaart (Haan <i>et al.</i> 2007, Jansen & de Jong 2014) en daarom wordt dit effect verder niet onderzocht. De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meestal soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die onderwater duikend naar voedsel zoeken. Of deze verstoring het gevolg is van onderwatergeluid of veroorzaakt wordt door andere factoren is onbekend. Aanwezigheid turbines De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windpark op zee. Er zijn indicaties dat de configuratie van een windpark van invloed kan zijn op de mate van habitatverlies van zeevogels (Krijgsveld 2014). Er zijn in verschillende landen onderzoeken beschikbaar over de effecten van windturbines op de aanwezigheid van vogels. Zo zijn in recent empirisch onderzoek in twee offshore windparken in het Belgische deel van de Noordzee, nabij het windenergiegebied Borssele, enkele statistisch significante effecten gevonden van windturbines op de aantallen vogels. Zo meden jan-van-gent, zeekoet, en alk één van de parken, terwijl zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in hogere dichtheden werden aangetroffen (Vanermen <i>et al.</i> 2014). Echter in veel gevallen was de steekproefgrootte (dekking en hoeveelheid surveys) de limiterende factor voor het aantonen van significante relaties. Wel werden enkele aanvullende trends duidelijk. Zo werd aantrekking geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen <i>et al.</i> 2013). Aanwezigheid van boten, mensen en materieel Habitatverlies kan potentieel optreden zo gauw er menselijke activiteit in het gebied plaatsvindt dus vanaf de eerste bouwactiviteiten en vervolgens tijdens onderhoud. Onderzoek in Denemarken heeft echter laten zien dat zee-eenden mogelijk wennen aan een windpark, dat wil zeggen het windpark wel binnengaan enkele jaren na de bouw (Petersen & Fox 2007). Aantrekking in plaats van habitatverlies Onderzoek aan offshore windparken heeft aangetoond dat voor verschillende vogelsoorten geldt dat er hogere dichtheden in of nabij gebieden met windparken aanwezig kunnen zijn (zoals Petersen <i>et al.</i> 2006).
	Verwijderingsfase	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	Constructiefase	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	Momenteel is het gebruikelijk dat visserij wordt geweerd uit offshore windmolenparken. 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

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		diversiteit van benthos en vis in het gebied (Lindeboom et al. 2011, Bouma & Lengkeek 2009, 2011). Dit zou kunnen leiden tot aantreking 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. Andere mogelijke indirecte effecten van offshore windturbines op vogels kunnen veroorzaakt worden door veranderingen in stromingen en uitgestoten trillingen door turbines onderwater die de verspreiding van vis kunnen beïnvloeden. Echter dit is speculatief en kwantitatief onderzoek hiernaar ontbreekt.
	Verwijderingsfase	Tijdens de verwijderingsfase zelf zijn geen aparte indirecte effecten op vogels te verwachten. Doordat waarschijnlijk de harde substraten onderwater blijven bestaan zullen dezelfde effecten te verwachten zijn als tijdens de operationele fase. Echter mocht een visserijverbod worden opgeheven zou dit weer teniet kunnen worden gedaan. Echter wereldwijd is nog nooit een offshore turbine verwijderd, en is dus ook geen praktijk ervaring met de uitvoer en effecten van deze ingreep.

Tabel 6.14 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase van het windpark	Effecten
Constructiefase	Habitatverlies door de constructie van windparken is niet bekend bij vleermuizen. Vleermuisactiviteit lijkt niet lager te liggen in windparken dan daarbuiten (Jain et al. 2011), wat suggereert dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring of habitatverlies leidt. Er wordt juist verondersteld dat vleermuizen aangetrokken worden door windturbines in plaats van verstoord (Cryan & Barclay 2009). In theorie zou verlichting op constructieschepen insecten aan kunnen trekken en vervolgens ook vleermuizen, maar deze mogelijkheid is nog niet onderzocht. Dit zal echter niet tot sterfte leiden, omdat aanvaringen van vleermuizen slechts met bewegende objecten (zoals rotorbladen) optreden en niet met stationaire objecten, zoals constructieschepen of torens. In tegendeel, foerageren op een verhoogde concentratie van insecten tijdens de trek kan de conditie en dus de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Dit indirecte effect van windparkontwikkelingen kan daarom als mogelijk positief effect beschouwd worden.
Operationele fase	Het voornaamste negatieve effect van windparken op vleermuizen is een verhoogde mortaliteit door aanvaring tijdens de operationele fase. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008; Rydell et al. 2010a). Vanwege de overwegend aantrekkende werking van windturbines op vleermuizen speelt verstoring geen rol. Vanwege de overwegend aantrekkende werking van windturbines op vleermuizen speelt barrièrewerking geen rol. Omdat offshore locaties geen deel vormen van het leefgebied van vleermuizen, speelt habitatverlies voor vleermuizen geen rol. 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.

Fase van het windpark	Effecten
	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 Borssele (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. De intensiteit van vleermuisactiviteit is nog zelden gemeten op offshore locaties. Het beperkt aantal metingen met <i>batdetectors</i> laat een grote variatie in activiteitsniveaus zien.
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. Foe-rageren 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 (zie bijlage 2 waarin wordt uitgelegd waarom deze twee alternatieven worden beschouwd). 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. Overigens zijn effecten van het hei-geluid nooit aangetoond voor de geluid-gevoelige vogels, maar is het waarschijnlijker dat verstoring door de bijbehorende boten e.d. optreedt. Het effect wordt als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Tabel 6.15 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied Borssele op vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 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 aanvaringsslachtoffers te berekenen (even los van de indeling in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels tijdens seizoenstrek). In bijlage 2 wordt de theorie achter dit model nader toegelicht en worden de verschillende rekenstappen verder behandeld. Aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de vogeldichtheden zoals bepaald tijdens de scheepstellingen (Vanermen *et al.* 2013). Deze tellingen zijn jaarrond uitgevoerd over een zeer lange periode (tussen 2003 – 2013, waarbij de eerste turbines in 2009 verschenen in de Belgische zee) en in de nabijheid van windenergiegebied Borssele. Hiermee geven ze het meest realistische beeld van de huidige situatie in windenergiegebied Borssele.

Jaarlijkse aantallen aanvaringsslachtoffers voor de twee alternatieven in windenergiegebied Borssele zijn uitsluitend berekend voor soorten waarvan de gemiddelde jaarlijkse dichtheid boven de 0,005 vogels per vierkante kilometer bedroeg (tabel 6.16). Deze grens van 0,005 vogels per vierkante kilometer is gekozen om niet enorm grote tabellen met erg kleine dichtheden met vogelsoorten te krijgen. 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 6.16 Jaarlijkse aantallen te verwachten aanvaringsslachtoffers van twee alternatieven van een windpark in kavel IV in windenergiegebied Borssele bepaald met het *Extended Band Model* (Band 2012) en op basis van vogeldichtheden uit scheepstellingen (Vanermen *et al.* 2013, tabel 2.5) en radaronderzoek (Krijgsveld *et al.* 2011, Fijn *et al.* 2015) en voor een soortspecifieke avoidance-rates (Maclean *et al.* 2009).

Soort	Alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
roodkeelduiker	0	0
noordse stormvogel	0	0
jan-van-gent	20	4
zwarte zee-eend	0	0
grote jager	0	0
kleine jager	0	0
Kokmeeuw	0	0
Stormmeeuw	3	1
kleine mantelmeeuw	22	5
Zilvermeeuw	4	1
grote mantelmeeuw	5	1
dwergmeeuw	2	0
drieteenmeeuw	10	2
Visdief	0	0
grote stern	0	0
Alk	0	0

Zeekoet	0	0
alk / zeekoet	0	0
ganzen en zwanen	41	22
Eenden	6	3
Reigers	8	4
roofvogels en uilen	2	1
steltlopers	5	3
zangvogels	1046	808
Totaal	1174	855

6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

Aanvaringen

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat enkele tot enkele tientallen zeevogels per jaar slachtoffer zullen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied Borssele. Het hoogste aantal slachtoffers zal bij kleine mantelmeeuwen, drieteenmeeuwen en jan-van-genten vallen als gevolg van aanvaringen. Bij grote mantelmeeuwen, stormmeeuwen en zilvermeeuwen zullen bij beide alternatieven enkele slachtoffers vallen, terwijl bij dwergmeeuwen slechts bij alternatief 1.

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 4 MW turbines. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta (Bijlage in het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015)) over significantie met betrekking tot de Nbwet 1998 in combinatie met de grote afstand die er is tussen windenergiegebied Borssele en de meest nabij gelegen Natura 2000-gebieden, zijn significant negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van aanvaringen op lokale zeevogels uit te sluiten. In de PB (bijlage 8) wordt hier in meer detail 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 9 van de Ffwet. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden. Hier is vervolgens ook onderbouwd of de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

Barrièrewerking

Lokale zeevogels zullen geen barrièrewerking ondervinden, omdat er voor deze soorten in het windenergiegebied Borssele geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen. Er wordt dan ook ingeschat dat barrièrewerking voor lokaal verblijvende soorten niet optreedt. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0) en significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op lokale zeevogels zijn in het kader van de Nbwet 1998 dan ook uit te sluiten.

Habitatverlies

Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015) 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 6.17).

Tabel 6.17 *Maximaal aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies (op basis van Bradbury et al. 2014) op basis van maandelijkse vogeldichtheden uit scheepstellingen (Vanermen et al. 2013, tabel 2.5) en een windpark oppervlak van 74,9 km² voor kavel IV.*

Soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km ²)	berekende sterfte door habitat-verlies
roodkeelduiker	0,00	0
noordse stormvogel	0,12	1
jan-van-gent	0,65	5
zwarte zee-eend	0,00	0
grote jager	0,01	0
kleine jager	0,00	0
kokmeeuw	0,00	0
stormmeeuw	0,05	0
kleine mantelmeeuw	0,22	2
zilvermeeuw	0,03	0
grote mantelmeeuw	0,03	0
dwergmeeuw	0,14	1
drieteenmeeuw	0,42	3
Visdief	0,00	0
grote stern	0,00	0
Alk	0,03	0
zeekoet	0,09	1
alk / zeekoet	0,01	0

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 met betrekking tot de Nb-wet 1998 zijn significant negatieve effecten in het kader van de Nb-wet 1998 als gevolg van habitatverlies op lokale 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 Ff-wet worden overtreden.

Indirecte effecten

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 door de draaiende windturbines. De (extra) effecten van onderhoud worden daarom in alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

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 offshore 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 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 foeraagemogelijkheden 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 (Lin-

deboom 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, waardoor *worst case* moet worden uitgegaan van de marginaal negatieve effecten. Significant negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op lokaal verblijvende vogels zijn in het kader van de Nbwet 1998 op voorhand uit te sluiten. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden.

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor lokaal verblijvende vogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.18 *Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied Borssele op lokaal verblijvende vogels.*

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 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

Op basis van foerageerranges die zijn bepaald met GPS-logger onderzoek in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk, blijkt dat in potentie windenergiegebied Borssele bereikt kan worden door broedende kleine mantelmeeuwen en grote sterns uit kolonies die liggen binnen Natura 2000-gebieden en waarvoor in deze gebieden voor deze soorten instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd als broedvogel. Voor het effect op andere soorten broedende (kolonie) vogels wordt verwezen naar bijlage 2. Voor beide soorten worden hieronder de effecten behandeld en beoordeeld.

Kleine mantelmeeuw

Vanuit Nederlandse Natura 2000-gebieden kunnen broedende vogels uit het Veerse Meer en Volkerrak in potentie het windenergiegebied Borssele bereiken. In België zijn geen kolonies kleine mantelmeeuwen beschermd in het kader van Natura 2000. Wel ligt windenergiegebied Borssele binnen de foerageerrange vanuit het Engelse Natura 2000-gebied Alde, Ore, Butley Estuary.

Alleen de kleine mantelmeeuwen met GPS-loggers uit Belgisch onderzoek in Zeebrugge en vanuit de Engelse kolonie in Orford Ness bleken tot in windenergiegebied Borssele te reiken. Enkele vogels uit België zijn in kavel IV (en III) vastgesteld. Van vogels uit de Nederlandse kolonie in het Volkerrak is bekend dat deze maar incidenteel op zee foerageren (Gyimesi et al. 2011), en dus zal de procentuele flux van broedende kleine mantelmeeuwen vanuit deze kolonies in het windenergiegebied Borssele verwaarloosbaar zijn. Voor kleine mantelmeeuwen uit het Veerse Meer is onbekend in hoeverre deze op zee foerageren.

Uit de slachtofferberekeningen in bijlage 2 blijkt dat tijdens het broedseizoen (mei - jul) 8 (alternatief 1) en 2 (alternatief 2) kleine mantelmeeuwen slachtoffer worden. Dit zijn echter niet allemaal broedende adulten. Een deel van een populatie kleine mantelmeeuwen bestaat namelijk uit zogenaamde 'floaters' (niet-broedende vogels). Schattingen van de grootte van dit deel van niet-broedende vogels zijn zeer divers (Gyimesi & Lensink 2012, Camphuysen 2013), maar een reële en veilige schatting van 40% van de populatie is beargumenteerd door Lensink & van Horssen (2012). Dit betekent dat $8 \times 0,6 = 5$ (alternatief 1) en 1 (alternatief 2) slachtoffers broedende adulten zijn. Daarnaast is het zo dat niet al deze slachtoffers afkomstig zijn uit beschermde kolonies. Op basis van foerageerrange (80 km) kunnen in totaal ongeveer 50.000 broedparen tot in windenergiegebied Borssele komen (verzamelde gegevens uit Mitchell et al.

2004, Strucker et al. 2014, ongepubliceerde INBO gegevens). Veruit de meeste hiervan (>95%) komen niet uit Natura 2000-kolonies. Het Veerse meer en Oxford Ness zijn de enige twee kolonies die gelegen zijn binnen Natura 2000-gebieden en die binnen bereik van windenergiegebied Borssele liggen. Het aandeel van vogels uit deze kolonies in het windenergiegebied Borssele bedraagt respectievelijk $996/50000 = 2,0\%$ (Veerse Meer) en $1122/50000 = 2,2\%$ (Orford Ness). Dit impliceert dat afgerond $5 \cdot 0,02 = 0$ (alternatief 1) en $1 \cdot 0,02 = 0$ (alternatief 2) slachtoffer uit het Veerse Meer afkomstig is. Voor Orford Ness zijn de aantallen afgerond ook 0 slachtoffers.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat minder dan 1 kleine mantelmeeuwen van de broedkolonies in Orford Ness per jaar slachtoffer wordt van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied Borssele en minder dan 1 in de kolonie in het Veerse Meer (tabel 6.19). Beide alternatieven worden als marginaal negatief beoordeeld (0/-).

De berekende sterfte onder vogels van deze populatie als gevolg van aanvaringen met turbines van een windpark kan worden vergeleken met de natuurlijke sterfte van die vogelsoort, in dit geval de kleine mantelmeeuw (jaarlijkse overleving: 0,91 (Camphuysen & Gronert 2012) op een huidige populatie van 1.122 broedparen in Orford Ness en 996 in het Veerse Meer). Wanneer de additionele sterfte door een windpark kleiner is aan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie van de onderzochte soort (in dit geval dus respectievelijk 2,0 en 1,8 kleine mantelmeeuwen), kan met zekerheid gesteld worden dat dit geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van een windpark als verwaarloosbaar ofwel 'niet significant' geclassificeerd.

Tabel 6.19 *Berekening van aantallen aanvaringsslachtoffers van kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de kolonies van Orford Ness (Natura 2000-gebied Alde/Ore estuary) en Veerse Meer (Natura 2000-gebied Veerse Meer), die werden gecorrigeerd voor de aantallen meeuwen uit niet-Natura 2000-kolonies en het deel floaters in de populatie. Weergegeven zijn berekeningen voor 2 alternatieven met behulp van het Extended Band Model (Band 2012).*

Kolonie		Indicatief aantal broedparen	Bron	
Nederlandse Delta incl Europoort		37.000	Strucker <i>et al.</i> 2014	
Engelse kust		7.000	Mitchell <i>et al.</i> 2004	
Belgische kust		3.800	Stienen pers. comm.	
Totaal		48.000 (~50.000)		
Kolonie	instandhoudingsdoelstelling	Huidige aantal broedparen	Percentage van totaal	
Orford Ness	4070	1.122 (2011-2012)	2,2%	
Veerse Meer	590	996 (2010 – 2013)	2,0%	
			Aantal slachtoffers tijdens broedtijd (mei – jul)	
			Alternatief 1	Alternatief 2
			95 * 4 MW ø 116 m	38 * 10 MW ø 221 m
Aantal slachtoffers tijdens broedseizoen (broeders en floaters)		8	2	
Totaal aantal broedende adulten als slachtoffer		5	1	
Totaal aantal slachtoffers uit kolonies in:				
Orford Ness (1122 paren)		0,10	0,02	
Veerse Meer (996 paren)		0,09	0,02	

Voor de kolonies kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Alde/Ore Estuary, wordt maximaal 0,05% van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel IV van windenergiegebied Borssele. Dit ligt onder de 1% norm waarmee significante

effecten op de huidige populatie broedende kleine mantelmeeuwen in het Natura 2000-gebied Alde/Ore estuary uitgesloten.

Voor de kolonies kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Veerse Meer, wordt met maximaal 0,05%, ook minder dan 1% van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines. Op basis hiervan kan ook worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende kleine mantelmeeuwen binnen Natura 2000-gebied Veerse Meer zijn uit te sluiten.

Grote sterns

Vanuit Nederlandse Natura 2000-gebieden kunnen broedende vogels van de Hooge Platen in potentie het windenergiegebied Borssele bereiken. Vanuit België bekeken ligt windenergiegebied Borssele binnen de foerageerrange van broedvogels uit de kolonie in Zeebrugge. Als *worst case* aanname zijn hier alle slachtoffers die als gevolg van windenergiegebied Borssele vallen tijdens de broedperiode (mei, jun, jul) proportioneel op basis van het aantal broedparen aan deze twee kolonies toegewezen (tabel 6.20).

Tabel 6.20 *Overzicht van berekende aantallen aanvaringsslachtoffers van grote sterns uit de kolonies van de Hooge Platen (Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe) en Zeebrugge (Natura 2000-gebied Zeehaven Zeebrugge). Weergegeven zijn berekeningen voor 2 alternatieven met behulp van het Extended Band Model (Band 2012).*

Kolonie	gem. # broedparen (periode)	instandhoudingsdoelstelling	Aantal slachtoffers tijdens broedtijd (mei – jul)	
			Alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 m	Alternatief 3 38 * 10 MW ø 221 m
Totaal			0	0
Hooge Platen	2220 (2010-2014)	6200 (regio Delta)	0	0
Zeebrugge	41 (2010 – 2014)	2300	0	0

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat jaarlijks geen grote stern slachtoffers vallen. De 1%-norm van de jaarlijkse sterfte van de populatie op de Hooge platen en Zeebrugge is respectievelijk 4,5 en 0,08 vogels (jaarlijkse adulte overleving: 0,898 (Robinson 2005) bij een huidige populaties van resp. 2.220 en 41 paren).

Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende grote sterns binnen Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe en gebied Zeebrugge zijn uit te sluiten.

In kavel IV zullen geen grote stern slachtoffers vallen. Beide alternatieven van kavel IV worden als neutraal (0) beoordeeld voor grote sterns.

Voor de beoordeling van alternatief 1 en 2 voor het criterium 'aanvaringen' wordt het effect op kleine mantelmeeuwen en grote sterns samengenomen. Alternatief 1 en 2 scoren beiden marginaal negatief (0/-).

Barrièrewerking

Broedvogels die foerageren op zee en broeden in kolonies aan de kust zouden in potentie de aanwezigheid van een windpark in windenergiegebied Borssele 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 Borssele 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 offshore windparken en dus ook weinig extra afstand zullen afleggen. Hierdoor kan het effect van barrièrewerking op broedvogels als neutraal worden beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Significant negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Habitatverlies

Verstoring en hiermee habitatverlies van kolonievogels door een windpark in windenergiegebied Borssele zou in potentie kunnen optreden voor broedende noordse stormvogels (niet afkomstig uit Nederlandse broedplaatsen), stormmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, grote mantelmeeuwen (niet uit Nederland), zilvermeeuwen en grote sterns. Van deze soorten zijn alleen enkele kolonies kleine mantelmeeuwen en grote sterns beschermd in 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. Negatieve effecten van habitatverlies en daarmee aanvullende sterfte door een windpark in windenergiegebied Borssele worden dan ook niet verwacht.

Daarnaast beslaat het aandeel dat een windpark in windenergiegebied Borssele uitmaakt van het totale foerageergebied van kleine mantelmeeuwen en grote sterns uit Nederlandse en Belgische kolonies in Natura 2000-gebieden een dermate klein oppervlak dat ook op basis hiervan geen significante effecten worden verwacht. Het effect van verstoring op broedvogels is dan ook als marginaal negatief beoordeeld (0/-). Significante negatieve effecten door habitatverlies op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn daarmee uit te sluiten. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

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

Effecten van aanwezigheid windpark

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

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten, waardoor in de *worst case* situatie moet worden uitgegaan van de marginaal negatieve effecten. Significant negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor kolonievogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.21 *Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied Borssele op kolonievogels.*

Effecten windpark	alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 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 Borssele. Hierdoor lopen zij de kans in aanraking te komen met de turbines. Het onderscheid tussen een lokale zeevogel en trekkende zeevogels is in het veld niet goed te maken, vandaar dat de aanvaringsslachtoffers die vallen onder langstreckende zeevogels zijn behandeld in §6.5.4. In deze paragraaf worden de aantallen slachtoffers onder niet-zeevogels behandeld, die per definitie onder de trekvogels vallen.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat tot meer dan duizend trekvogels per jaar slachtoffer kunnen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied Borssele. Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels (honderden tot meer dan duizend) gevolgd door enkele tientallen ganzen en zwanen. Verder kunnen nog enkele eenden, reigers, roofvogels, uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden.

Alternatief 1 met de meeste turbines worden als negatief beoordeeld (-). Het alternatief met de minste turbines wordt volgens het gebruikte beoordelingssysteem ook als negatief beoordeeld (-), echter de effecten zijn wel substantieel kleiner dan de 4 MW alternatieven. Door de combinatie van de ongewisse herkomst van trekvogels in windenergiegebied Borssele en de relatief lage aantallen slachtoffers ten opzichte van bronpopulaties zijn significant negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van aanvaringen op trekvogels niet uit te sluiten. In de PB (bijlage 8) wordt hier verder op in gegaan.

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 9 van de Ffwet. In bijlage 7 wordt dit verder behandeld. Ook is 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 het windenergiegebied Borssele is het uitgesloten dat voor trekvogels die door het windenergiegebied Borssele vliegen het windpark een belemmering zou zijn voor het bereiken van een voor hen op dat moment "achter" het park gelegen bestemming. In de herfst zou dat op weg naar het zuiden of naar de Britse eilanden zijn, in het voorjaar naar de noordelijker gelegen broedgebieden. Daarnaast ligt het park, ook niet "voor de ingang van de Waddenzee" (gezien vanuit Engeland) maar op een dusdanig grote afstand van het Kanaal dat het voor noord-zuid (en zuid-noord) vliegende vogels geen barrière van betekenis kan zijn. Een groot deel van de vogels zal het windpark niet eens op het vliegp pad tegenkomen.

Uit de studie van Masden (2009) blijkt dat de energetische gevolgen voor trekvogels verwaarloosbaar klein zijn. Ook voor de locatie van windenergiegebied Borssele 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. Significante negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van barrièrewerking op trekvogels zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Habitatverlies

Trekvogels kenmerken zich door het feit dat ze niet in het windenergiegebied Borssele 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). Significante negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 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 Ffwet 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). Significante negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 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 6.22 *Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied Borssele op vogels tijdens seizoenstrek.*

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 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 wordt het laagste aantal slachtoffers bij windparken in grote, open en intensief gebruikte landbouwgebieden gevonden. 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 offshore windparken 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 (Niernann *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 het kavel Borssele maximaal 95 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 vleer-

muisactiviteit boven de Noordzee is het echter realistischer om deze getallen te verdelen op basis van het relatieve voorkomen van ruige dwergvleermuizen (95,7%), rosse vleermuizen (2,6%), tweekleurige vleermuizen (1,2%) en gewone dwergvleermuizen (0,5%). Met deze benadering wordt de *worst case* schatting voor de ruige dwergvleermuis 91 slachtoffers per jaar bij alternatief 1 en 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 4 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 Ffwet 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. In tegenstelling, 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). 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 Ffwet worden overtreden.

Samenvatting

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

Tabel 6.23 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied Borssele op vleermuizen.

Effecten windpark	alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 m	alternatief 2 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 aanvaringsslachtoffers tussen een twee- of driebladige turbines, om zo tot een betere afweging te kunnen komen.

Het aantal aanvaringsslachtoffers 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 aanvaringsslachtoffers een derde minder bij tweebladige turbines ten opzichte van driebladige turbines.

Als voorbeeld wordt hieronder het aantal aanvaringsslachtoffers voor tweebladige- en driebladige windturbines voor een lokale zeevogel (grote mantelmeeuw), een kolonievogel (grote stern) en een trekvogelsoortgroep (zangvogels) weergegeven.

Tabel 6.24 *Vergelijking tussen de aantallen slachtoffers die vallen bij drie- en tweebladige turbines voor de verschillende alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels, kolonievogels, trekvogels).*

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Driebladige	grote mantelmeeuw	5	1
	grote stern	0	0
	zangvogels	1046	808
Tweebladige	grote mantelmeeuw	3	1
	grote stern	0	0
	zangvogels	697	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 aanvaringsslachtoffers dan bij de andere alternatieven. De complete effectbeoordeling is samengevat in tabel 6.25.

Tabel 6.25 *Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.*

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 4 MW ø 116 m	Alternatief 2 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
- indirecte effecten	+/-	+/-
OVERALL BEOORDELING	--	-

6.7 Cumulatie

6.7.1 Inleiding

De effecten van een windpark in kavel IV in windenergiegebied Borssele, die hiervoor beschreven zijn, moeten worden gezien in samenhang met effecten van andere initiatieven en gebruiks vormen 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 SER-akkoord heeft de Nederlandse overheid bepaald dat in 2023 offshore windparken met een capaciteit van 4450 MW geïnstalleerd moeten zijn. Om dit te behalen is in 2015 afgesproken om een totaal van 3500 MW aan offshore wind te plannen in 10 nieuwe parken op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Daarnaast zijn er ook in de omliggende landen uitgebreide en vergevorderde plannen voor de installatie van vele offshore windmolenparken. 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 2 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 Borssele. Dit komt dus sterk overeen met hetgeen in dit MER dient te worden beschreven. Echter, er zijn voor vogels een aantal duidelijke verschillen, namelijk dat door Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) andere input data worden gebruikt voor de berekening van aantallen aanvaringsslachtoffers dan eerder in dit hoofdstuk is gebruikt, namelijk *gemodelleerde* dichtheidsgegevens op basis van ESAS-tellingen vanaf schepen en vliegtuigen en het MWTL-programma vanuit vliegtuigen. In het geval van windenergiegebied Borssele zijn deze dichtheden iets hoger dan de *gemeten* dichtheden uit de tellingen van Vanermen *et al.* (2013). De effecten van een windpark in kavel IV in windenergiegebied Borssele zoals eerder beschreven in dit hoofdstuk zijn dan ook iets kleiner dan waarmee door Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) voor de kavels in Borssele wordt gerekend.

Om consistentie te behouden tussen deze paragraaf over cumulatie en Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) wordt in deze paragraaf niet gerekend met de aantallen slachtoffers die eerder werden bepaald in dit hoofdstuk, maar is deze paragraaf een vertaling van de door Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015)

gevonden resultaten. Dit zijn de gecumuleerde effecten van ongeveer 106 initiatieven die momenteel in de internationale zuidelijke Noordzee (NCP plus België, Duitsland, Denemarken en VK) aanwezig of gepland zijn voor 2023. 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 om deze populatie niet te laten uitsterven.

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 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 grote mantelmeeuw; data afkomstig uit Poot et al. 2013a, of in het geval van de zilvermeeuw data afkomstig van SOVON 2015).

6.7.2 Vogels

Lokaal verblijvende vogels

Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten zeevogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in kavel IV in windenergiegebied Borssele (Rijkswaterstaat, 2015, Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015)). In tabel 6.26 zijn de aantallen gegeven voor de populatie van de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR voor deze populatie, in tabel 6.26a zijn de aantallen gegeven voor de populatie van de Nederlandse Noordzee afgezet tegen de PBR voor de populatie van de Nederlandse Noordzee.

Tabel 6.26 *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 (lokaal en trekkend), waarvan deze fractie boven de 0,01 ligt (Rijkswaterstaat (2015). Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij alternatief 1 van kavel IV ook weergegeven.*

Soort	Slachtoffers Kavel IV Borssele	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies	PBR	Fractie sterfte tov PBR
kleine mantelmeeuw	24	9.160	246	7.560 ³	1,2
grote mantelmeeuw	5	3.163	99	4.144 ³	0,8
zilvermeeuw	4	3.188	43	4.184 ³	0,8
jan-van-gent	25	1.451	105	5.245 ⁴	0,3
drieteenmeeuw	13	3.639	731	16.473 ⁴	0,3
duiker spec.	0	130	123	1.557 ³	0,2
grote jager	0	12	3	120 ⁴	0,1
dwergmeeuw	3	295	18	3.971 ²	0,1
stormmeeuw	3	1.353	66	22.534 ³	0,1
grote stern	0	133	11	2.378 ³	0,1
dwergstern	0	1	0	39 ³	0,03

¹ Poot et al. 2013a

² SOVON 2015

³ BirdLife International 2004

⁴ Mitchell et al. 2004

Tabel 6.26a *Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de Nederlandse Noordzee, ook uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse Noordzee populatie voor zeevogels (lokaal en trekkend) waarvan deze fractie in het KEC (Rijkswaterstaat (2015) boven de 0,01 ligt. Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij alternatief 1 van kavel IV ook weergegeven.*

Soort	Slachtoffers Kavel IV Borssele	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen NL parken	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies NL parken	NL-PBR	Fractie sterfte tov NL-PBR
zilvermeeuw	4	731	10	720 ²	1,0
kleine mantelmeeuw	24	1.486	26	2.802 ¹	0,5
jan-van-gent	25	247	7	527 ¹	0,5
grote mantelmeeuw	5	342	5	813 ¹	0,4
duiker spec.	0	42	3	137 ¹	0,3
stormmeeuw	3	278	12	1.305 ¹	0,2
drieteenmeeuw	13	458	26	3.048 ¹	0,2
dwergstern	0	1	0	9 ²	0,1
dwergmeeuw	3	92	7	1.269 ¹	0,1
grote stern	0	22	3	1.298 ¹	0,02
grote jager	0	0	0	67 ²	0,00

¹ Poot et al. 2013a

² SOVON 2015

Rijkswaterstaat (2015) concludeert 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. Dit heeft tot gevolg dat 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 (5 MW turbines), blijft het aantal slachtoffers alleen voor de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen. Het aantal slachtoffers binnen de soortgroepen zilvermeeuw en grote mantelmeeuw blijft onder de PBR-norm (Gyimesi & Fijn 2015b). Uit nadere studie van de onderliggende data blijkt dat de PBR-norm voor kleine mantelmeeuwen al wordt overschreden wanneer alleen de geplande buitenlandse parken in het scenario zijn opgenomen. Het gevolg hiervan is dat zelfs wanneer de geplande parken van het Energieakkoord niet worden gerealiseerd, de PBR-norm voor kleine mantelmeeuwen nog steeds wordt overschreden.

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. Omdat de Nederlandse data als meer betrouwbaar en gedetailleerd wordt beschouwd dan de voor internationale populaties beschikbare data, is in dit geval het gebruik van een "Nederlandse" PBR gerechtvaardigd; er is op dit moment geen betere data beschikbaar. Daarom is ervoor gekozen om een nieuwe analyse te doen waarin het aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

Uit de analyse blijkt dat deze Nederlandse PBR niet wordt overschreden wanneer het Energieakkoord gerealiseerd wordt met maximaal 76 turbines per park, wat resulteert in turbines van minimaal 5 MW.

Uit de toetsing van de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm blijkt dat de gecumuleerde effecten wel op of binnen PBR blijven voor kleine- en grote mantelmeeuwen en zilvermeeuwen, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om deze additionele sterfte op te vangen.

Broedende kolonievogels

Van de broedvogels binnen Natura 2000-gebieden hebben alleen kleine mantelmeeuwen (uit Orford Ness en Veerse Meer) en grote sterns (uit Hooge Platen en Zeebrugge) het windenergiegebied Borssele binnen bereik. Voor de vogels uit de Nederlandse Natura 2000-gebieden speelt alleen cumulatie met kavel I, II, III, het innovatiekavel en de Belgische windparken. Het gaat hierbij om een oppervlak en aantal turbines dat ongeveer 5 keer zo groot is als een afzonderlijk kavel in windenergiegebied Borssele. Voor de vogels uit het Verenigd Koninkrijk speelt daarnaast cumulatie met enkele windparken in Engelse wateren. De grootte van deze parken is eenzelfde orde grootte.

Conclusie kleine mantelmeeuwen Orford Ness

De maximale aantallen slachtoffers onder kleine mantelmeeuwen uit Natura 2000-kolonies zijn klein (0 slachtoffer per jaar uit Orford Ness en 0 uit het Veerse Meer in Kavel IV). In cumulatie zouden vanuit de kolonie in Orford Ness ongeveer 7 slachtoffers vallen en uit het Veerse Meer ongeveer 3 slachtoffers per jaar.

Maximaal 7 slachtoffers onder kleine mantelmeeuwen in Orford Ness betekent een additionele sterfte van 3,4% van de jaarlijkse sterfte veroorzaakt door een windpark in Kavel IV in windenergiegebied Borssele in cumulatie met andere windmolenparken in de Zuidelijke Noordzee.

Volgens het aangehouden significantie criterium leidt dit mogelijk tot significante effecten op de huidige populatie van het Natura 2000-gebied Alde/Ore estuary, temeer omdat de huidige populatiegrootte van deze kolonie ruim onder het instandhoudingsdoel zit. Dit laatste vindt zijn oorzaak echter waarschijnlijk niet in een te hoog sterftcijfer, maar wordt door andere factoren, zoals bijvoorbeeld de hoeveelheid geschikt broedhabitat in de kolonie zelf of in nabije concurrerende kolonies, lokale predatie van eieren en kuikens, verstoring door mensen, of voedselbeschikbaarheid bepaald (zie beheerplan gebied: Natural England, 2014).

Aanvullend is door Lensink & van Horssen (2012) een populatiemodel ontwikkeld voor de kleine mantelmeeuw waarmee het effect van additionele sterfte ten gevolge van aanvaringen met windturbines op zee op de Nederlandse (broed)populatie(s) van de kleine mantelmeeuw is onderzocht. Er zijn geen aanwijzingen dat dit model niet toepasbaar is voor de Engelse situatie. De uitkomsten uit dit model laten zien dat een jaarlijkse additionele sterfte die aanzienlijk hoger ligt dan de 1%-mortaliteitsnorm, leidt tot slechts een zeer beperkte afname in de populatiegrootte en niet tot een blijvend dalende trend. Voor de kleine mantelmeeuw lijkt een aandeel floaters in de populatie van 40% realistisch (Gyimesi & Lensink 2012; Lensink & van Horssen 2012). Dit betekent dat bij een additionele sterfte die ruim 10% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte bedraagt de broedpopulatie van de kleine mantelmeeuwen stabiliseert op een niveau dat minder dan 3% lager ligt dan het uitgangsniveau.

Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende kleine mantelmeeuwen binnen Natura 2000-gebied Alde/Ore estuary zijn uit te sluiten.

Conclusie kleine mantelmeeuwen Veerse Meer

Maximaal 3 slachtoffers onder kleine mantelmeeuwen in Orford Ness betekent een additionele sterfte van 1,7% van de jaarlijkse sterfte veroorzaakt door een windpark in Kavel IV in windenergiegebied Borssele in cumulatie met andere windmolenparken in de Zuidelijke Noordzee.

Volgens het aangehouden significantie criterium leidt dit mogelijk tot significante effecten op de huidige populatie van het Natura 2000-gebied Veerse Meer. Echter de populatie in dit gebied zit ver boven het instandhoudingsdoel waardoor een additionele mortaliteit boven de 1% norm niet automatisch betekent dat er significant negatieve effecten zijn op de daar broedende populatie.

Dit is ook geïllustreerd door Lensink & van Horssen (2012) in een populatiemodel voor de kleine mantelmeeuw waarmee het effect van additionele sterfte ten gevolge van aanvaringen met windturbines op zee op de Nederlandse (broed)populatie(s) van de kleine mantelmeeuw is on-

derzocht. De uitkomsten uit dit model laten zien dat een jaarlijkse additionele sterfte die aanzienlijk hoger ligt dan de 1%-mortaliteitsnorm, leidt tot slechts een zeer beperkte afname in de populatiegrootte en niet tot een blijvend dalende trend. Voor de kleine mantelmeeuw lijkt een aandeel floaters in de populatie van 40% realistisch (Gyimesi & Lensink 2012; Lensink & van Horssen 2012). Dit betekent dat bij een additionele sterfte die ruim 10% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte bedraagt de broedpopulatie van de kleine mantelmeeuwen stabiliseert op een niveau dat minder dan 3% lager ligt dan het uitgangsniveau.

Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende kleine mantelmeeuwen binnen Natura 2000-gebied Veerse Meer zijn uit te sluiten.

Conclusie grote sterns Hooge Platen

De maximale aantallen slachtoffers onder grote sterns uit Natura 2000-kolonies zijn klein (0 slachtoffer per jaar uit Westerschelde & Saeftinghe en 0 uit Zeebrugge voor Kavel III). In cumulatie zouden ongeveer 5 slachtoffers vallen op de Hooge Platen (Westerschelde & Saeftinghe) en 1 slachtoffer per 10 jaar in Zeebrugge.

Maximaal 5 slachtoffers onder grote sterns op de Hooge Platen betekent een additionele sterfte van 1,1% van de jaarlijkse sterfte veroorzaakt door een windpark in Kavel IV in windenergiegebied Borssele in cumulatie met andere windmolenparken in de Zuidelijke Noordzee.

Volgens het aangehouden significantie criterium zijn significante effecten op de huidige populatie van het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe niet uit te sluiten temeer omdat de huidige populatiegrootte van deze kolonie ruim onder het instandhoudingsdoel zit. Echter dit doel is een regiodoel en door het nomadische karakter van de soort zijn doelen voor grote sterns zeer moeilijk te bepalen. Verder is de reden dat het huidige populatieniveau onder het instandhoudingsdoel ligt niet in een te hoog sterftecijfer, maar wordt door andere factoren zoals bijvoorbeeld de hoeveelheid geschikt broedhabitat in de kolonie zelf of in nabije concurrerende kolonies, lokale predatie van eieren en kuikens, verstoring door mensen, of voedselbeschikbaarheid bepaald (eigen onderzoek Bureau Waardenburg in het kader van PMR-NCMV2).

Op basis hiervan kan worden beredeneerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende grote sterns binnen Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe toch zijn uit te sluiten.

Conclusie grote sterns Zeebrugge

Maximaal 0,1 slachtoffer onder grote sterns in Zeebrugge betekent een additionele sterfte van 1,2% van de jaarlijkse sterfte veroorzaakt door een windpark in Kavel IV in windenergiegebied Borssele in cumulatie met andere windmolenparken in de Zuidelijke Noordzee.

Volgens het aangehouden significantie criterium zijn significante effecten op de huidige populatie van het Natura 2000-gebied Zeebrugge niet uit te sluiten temeer omdat de huidige populatiegrootte van deze kolonie ruim onder het instandhoudingsdoel zit. Echter de reden dat het huidige populatieniveau onder het instandhoudingsdoel ligt niet in een te hoog sterftecijfer op zee, maar met name door lokale predatie van eieren en kuikens door een vos in de kolonie (pers.comm. Instituut voor Natuur en Bos Onderzoek Brussel – Eric Stienen, Wouter Courtens).

Op basis hiervan kan worden beredeneerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende grote sterns binnen Natura 2000-gebied Zeebrugge toch zijn uit te sluiten.

Vogels tijdens seizoenstrek

Naast (trekkende) zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in kavel IV in windenergiegebied Borssele 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 aanvaringslachtoffers onder de PBR van de internationale populatie blijven. Deze slachtoffers worden allemaal ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in o.a. reproductie en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit. Voor 7 soorten is de voorspelde mortaliteit hoger dan 5% van de PBR (tabel 6.27).

Met name in het geval van de kleine zwaan is een dergelijke sterfte substantieel aangezien dit een soort is met een zeer beperkte en afnemende biogeografische populatie. Een dergelijke additionele sterfte bovenop eventuele sterfte en habitatverlies in gebieden op land als gevolg van windparken maar ook andere bronnen van sterfte, kan potentieel de gunstige staat van instandhouding van deze soort in gevaar brengen. Echter met name bij de berekeningen van aantallen aanvaringslachtoffers bij trekvogels is uitgegaan van een conservatieve benadering (o.a. 50% van de flux op rotorhoogte).

Tabel 6.27 *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	0,60
zwarte stern	0,52
kleine zwaan	0,44
drieteenstrandloper	0,21
Spreeuw	0,12
Kanoet	0,11
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 fly-way populatie. Van de soorten in tabel 6.27 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 dichtbij 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 offshore windparken zullen jaarlijks 8 kleine zwanen als slachtoffer vallen door aanvaring met een turbine, oftewel 12% 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 Borssele (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 PBR blijft. Bij de kleine zwaan wordt 44% van de internationale PBR en

12% van de Nederlandse PBR behaald door offshore windparken alleen op basis van de huidige conservatieve benadering.

6.7.3 Vleermuizen

In het geval van 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 offshore 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 offshore windmolenparken, 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). De conclusie in het KEC is dat ten gevolge van het ontbreken van accurate kennis over de exacte locaties en groottes van de populaties die door windturbines getroffen worden, negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding op sommige vleermuispopulaties niet uitgesloten kunnen worden.

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 offshore windturbines 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 windenergiegebied Borssele 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 tweekbladige turbines minder aanvarings-slachtoffers vallen dan bij driebladige turbines, indien dezelfde optimale rotorsnelheid en rotordiameter wordt gehanteerd. Tweekbladige turbines hebben daarom de voorkeur als er gestreefd wordt om de aantallen aanvarings-slachtoffers te minimaliseren.

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

Voor passerende trekvogels kunnen verschillende inrichtingsalternatieven (ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de turbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines) wel een effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. Er zijn echter geen onderzoeksgegevens beschikbaar waaruit zou kunnen blijken welke van deze maatregelen een reële verbetering ten opzichte van een basisalternatief zou kunnen betekenen, echter aan diverse maatregelen zoals verlichting kleven weer andere nadelen zoals met betrekking tot 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 verstoring op de trek evenals groen licht; 80% van de vo-

gels vliegt ongestoord verder (Poot et al. 2008, Van der Laar 2007). In tegenstelling tot blauw licht is groen licht ook geschikt om bij te werken en ook voor een windpark in windenergiegebied Borssele kan worden overwogen om dergelijke verlichting toe te passen. Hierbij gaat het echter, in tegenstelling tot de situatie op een offshore gasplatform, 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 vergunning 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 stilstandvoorziening zou kunnen hebben (zie bijlage 13). Uit deze analyse bleek dat trekpieken op rotorhoogte tijdens relatief weinig nachten per jaar voorkomen (gem. 10 nachten per jaar waarop meer dan 1,5% van de jaarlijkse flux doortrekt). Tijdens deze tien nachten komen gemiddeld 7 vogels per turbine per jaar in aanraking met turbines. Daarnaast hebben Krijgsveld et al. 2015 bepaald dat het gericht uitzetten van turbines tijdens trekpieken op 1,3% van de tijd (alle uren met meer dan 250 doortrekkende vogels per km per uur ~ een totaal van 109 uur per jaar) een 11% reductie in het totaal aantal aanvaringsslachtoffers kan opleveren.

De hoogste vleermuisactiviteit wordt tijdens rustige windomstandigheden gemeten. Om aanvaringen van trekkende vleermuizen met windturbines te verminderen is daarom de beste mitigatietechniek tegenwoordig om de opstartsnelheid (de laagste windsnelheid waarbij de rotors van een turbine beginnen te draaien) te verhogen. Daarnaast kan de hoek van de rotorbladen ook veranderd worden om tijdens lage windsnelheden de turbines minder operationeel te maken. 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 aanvaringsslachtoffers (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.

6.8.3 Verwijderingsfase

Mitigatie tijdens de uiteindelijke sloop ligt vooral in de timing van de sloop: niet slopen wanneer de dichtheden van verstoringsevoelige 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 een 'vogelvriendelijke' kleur te gebruiken.

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 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, de populatiegroottes en hun herkomst en het gedrag in windparken alsmede de aantallen aanvaringsslachtoffers.

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 38 turbines van 10 MW, die worden geheid met een hei-energie van 3.000 kJ (hierna te noemen: alternatief 1) en een alternatief met 95 turbines van 4 MW, die elk worden geheid met 1.000 kJ (hierna te noemen: alternatief 2). Hierbij is het uitgangspunt dat er 1 fundering wordt geheid per dag. Dit uitgangspunt is tevens de redenering dat alternatieve fundatietechnieken niet specifiek zijn onderzocht. Ook voor wat betreft tripods of jackets is het hei-tempo 1 fundering per dag. Aangezien de toegepaste hei-energie niet lager zal zijn dan gebruikt in alternatief 1 (1.000 kJ), is de toepassing van deze fundatietechnieken gelijk aan dit alternatief (zie voor nadere toelichting paragraaf 7.4.3)

Bij de interpretatie van berekende effecten van het door heien gegenereerde onderwatergeluid op mariene organismen is verder het te hanteren heischema van belang. In deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat kavel IV van windpark Borssele uit 38 windturbines van 10 MW of uit 95 windturbines van 4 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 uur²⁹ duren. Dat betekent dat er in het bouwseizoen maximaal zo'n 70 uur wordt geheid voor alternatief 1 en 190 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 eens per etmaal een turbinefundering wordt geheid. Zo kunnen de heiwerkzaamheden onder gunstige omstandigheden in ruim één maand (alternatief 1) of in iets minder dan vier maanden (alternatief 2) zijn afgerond. Rekening houdend met mindere weersomstandigheden en/of materiaalpech e.d. is de verwachting dat de heiwerkzaamheden binnen een periode van twee maanden (alternatief 1) of zes maanden kunnen worden uitgevoerd (alternatief 2).

In de volgende tabel is de bandbreedte weergegeven.

Tabel 7.1 *Worst case en best case binnen de bandbreedte voor onderwaterleven*

Thema	Alternatief 1	Alternatief 2
Onderwaterleven	38x10 MW turbines Hei-energie: 3000 kJ 1 turbinelocatie per dag	95x4 MW turbines Hei-energie: 1000kJ 1 turbinelocatie per dag

²⁹ 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 vissen³⁰

Om inzicht te krijgen in het belang van het plangebied voor bodemdieren en vissen wordt de huidige situatie eerst beschreven op de schaal van het Nederlands Continentaal Plat. Vervolgens wordt 'ingezoomd' op de directe omgeving van het plangebied. Bij het beschrijven van de huidige situatie is specifieke aandacht besteed aan soorten die beschermd zijn in nationale en internationale beleidskaders. Voor de autonome ontwikkeling (ontwikkeling zonder windpark) is gebruik gemaakt van bestaande rapporten die ingaan op langjarige trends van bodemdieren en vissen, en factoren die hierop van invloed zijn geweest.

Bij de effectbeschrijvingen is vooral gebruik gemaakt van de 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). Daarnaast is gebruik gemaakt van diverse studies uit België van de aanliggende windparken.

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

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen Aanleg - vertroebeling, habitatverlies, geluid/trillingen - fysieke aantasting	- Verandering in aantal soorten

³⁰In het plangebied komen in de huidige situatie vanwege onvoldoende lichtdoordringing op de bodem en afwezigheid van geschikt hard substraat voor aanhechting (er is uitsluitend een zandbodem aanwezig) geen algen of wieren voor.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Gebruik - trillingen - straling Verwijdering - - als aanlegfase	- Aanwas substraatsoorten - Dichtheid per m ² - Dichtheid en effect op beschermde soorten
	<i>Zeezoogdieren</i> Aanleg - Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen - Fysieke aantasting Gebruik - Verstoring door geluid en trillingen turbines - Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud) Verwijdering - Idem aanleg	- Verstoord oppervlak (km ²) - Aantal verstoorde dieren - Tijdsduur van de verstoring - Aantal aangetaste dieren

7.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

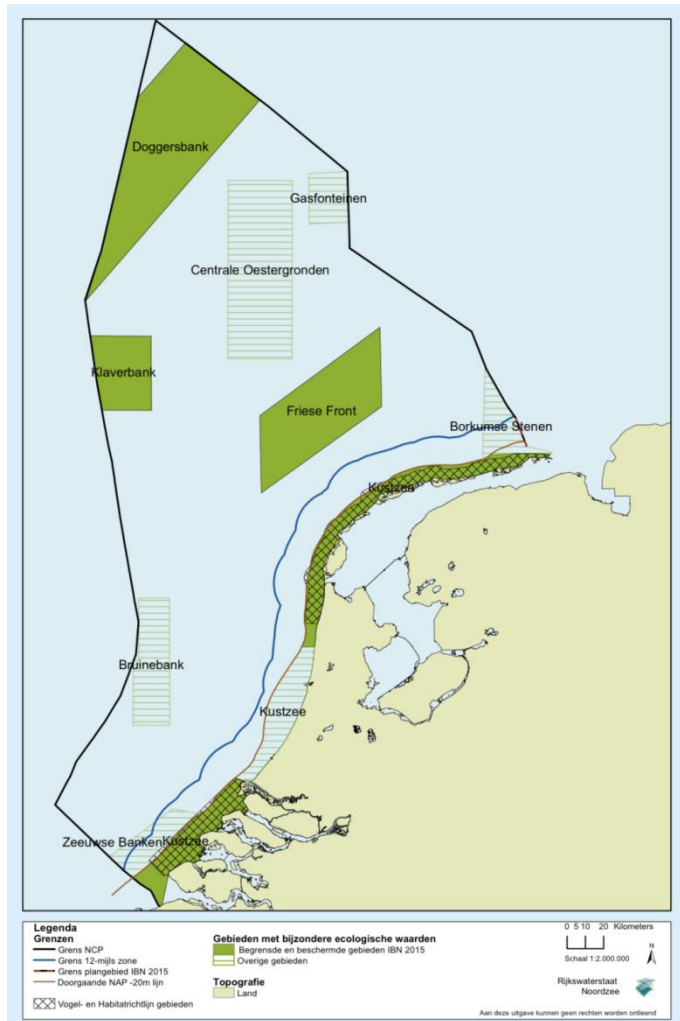
7.3.1 Bodemdieren

Huidige situatie

Benthos is de verzamelnaam van soorten die in of op de bodem van wateren leven en (in belangrijke mate) zich voeden met fyto- of zooplankton. Het betreft een zeer diverse soortengroep die bestaat uit krabben, kreeften, schelpdieren, wormen en stekelhuidigen. Veel bodemdieren zijn plaatsgebonden, of hun actieradius is dermate beperkt dat ze functioneel gezien toch als weinig mobiel kunnen worden beschouwd. Door de geringe mobiliteit is het type macrobenthos op een locatie een goede afspiegeling van de abiotische factoren die ter plekke op de wat langere termijn hebben geheerst. Het voorkomen van benthos soorten wordt met name bepaald door de samenstelling van het sediment, de dynamiek van het milieu, de troebelheid van het water, de waterdiepte, voedselaanbod, organische belasting en de watertemperatuur.

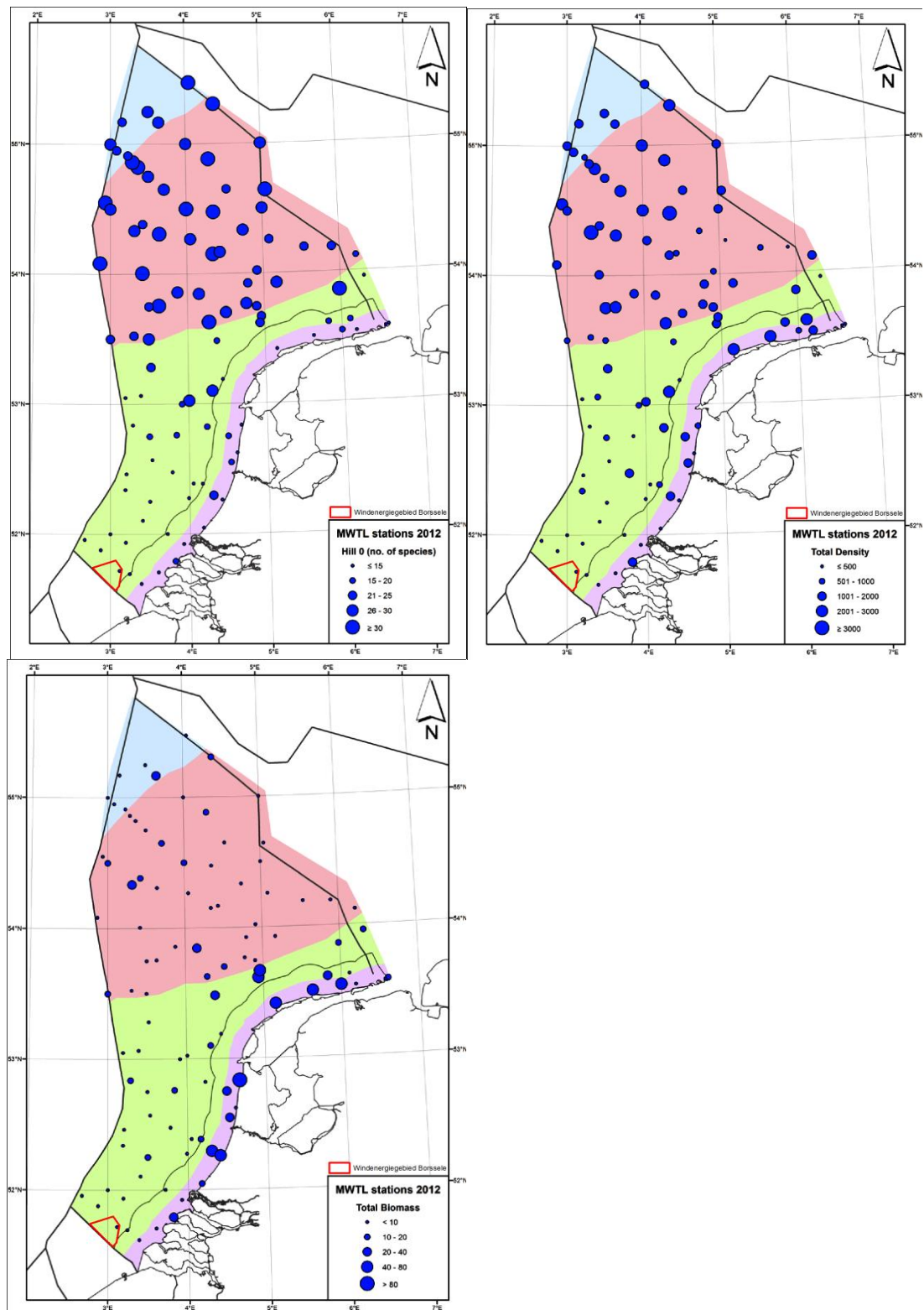
In het plangebied zelf zijn geen benthosdata voorhanden. Bemonstering van benthos vindt plaats in grootschaligere meetnetten (RWS-MWTL, NIOZ) die inzicht geven in het voorkomen in de regionale verspreiding. Data van een enkel meetpunt hebben daarbij ook maar een beperkte waarde gezien de variatie in ruimte en tijd. Uit de regionale data kan wel de relatieve betekenis van het plangebied worden afgeleid. In figuur 7.1 zijn de belangrijkste gebieden voor bodemdieren op het NCP weergegeven. Op het NCP zijn vier ecologische regio's te onderscheiden: de Doggersbank, de Oestergronden, het zuidelijke offshore gebied en de kustzone (zie figuur 7.1). Het plangebied is gelegen in het zuidelijke offshore gebied. De soortenrijkdom is het hoogst op de Doggersbank en in de Oestergronden (zie figuur 7.2). Dit patroon is onder meer gerelateerd aan een hogere stabiliteit, grotere diepte, slibrijker en een sterke invloed van Atlantisch water. In de Zuidwestelijke delta, waarin het plangebied ligt zijn de biodiversiteit en dichtheid relatief laag. De lagere diversiteit in de kustzone wordt verklaard door een lagere saliniteit, grover sediment, geringere diepte, meer dynamiek in klimatologische en hydrologische omstandigheden en verstoring door de mens, zoals vervuiling en eutrofiëring.

De boomkorvisserij heeft een sterk effect omdat een groot deel van de bodem van het NCP regelmatig wordt verstoord. Ruim de helft (55%) van het NCP wordt meer dan één maal per jaar bevestigd en slechts 14% minder dan één keer in de vier jaar (Lindeboom et al., 2005). Hierdoor zijn de condities voor langlevende soorten, vaak schelpdieren, tamelijk ongunstig. Het ecosysteem van het NCP bestaat hierdoor dan ook hoofdzakelijk uit snelgroeiende opportunistische soorten (zowel bodemdieren als vissoorten).



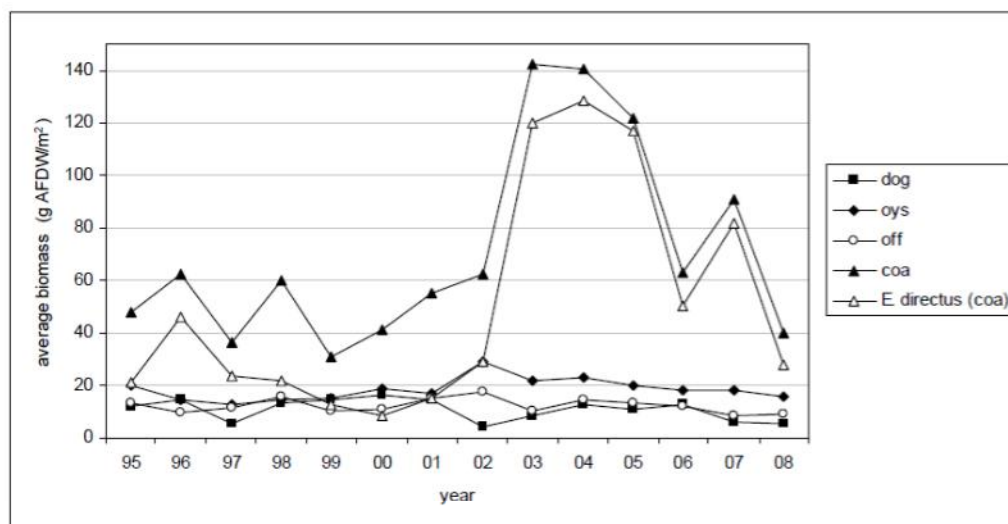
Figuur 7.1 Gebieden met bijzonder ecologische waarden (bron Rijkswaterstaat)

Het meetnet van Imares (WOT) in de kustzone geeft eveneens aan dat de soortenrijkdom en biomassa in de Zuidwestelijke Delta relatief laag is. Wat hier eveneens uit kan worden afgeleid is dat de diversiteit en biomassa afnemen met de afstand tot de kust. Schelpenbanken komen in het algemeen alleen in ondiepere delen van de zee voor (tot maximaal 20 m diepte). Tussen de kustzone en het offshore gebied kan een overgangszone worden onderscheiden (Van Scheppingen & Groenewold, 1990). Deze zone wordt begrensd van circa 5 kilometer tot 20 kilometer uit de kust. De bodemdiergemeenschappen in deze zone wordt gekarakteriseerd door een relatief hoge dichtheid en biomassa aan kreeftachtigen, maar verder zeewaarts wordt de bodemdiergemeenschap steeds meer gedomineerd door wormen. Grote en dichte schelpenbanken ontbreken, de biomassa wordt meer bepaald door kreeftachtigen en stekelhuidigen. De offshore gemeenschap wordt qua dichtheid gedomineerd door wormachtigen. De gemiddelde biomassa van de offshore gemeenschap is circa drie maal zo laag als de kustgemeenschap.



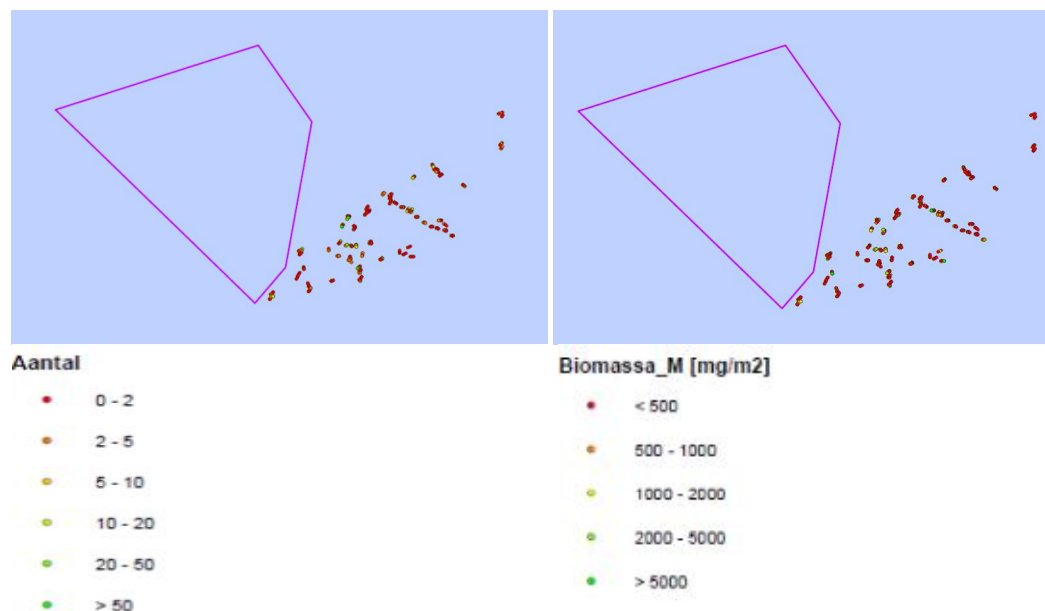
Figuur 7.2
staat

Aantal soorten, dichtheid en biomassa macrobenthos op basis van MWTL data van Rijkswater-



Figuur 7.3 Gemiddelde biomassa van macrobenthos per gebied (Doggersbank, Oesterbanken, offshore), voor het vierde gebied, kustzone, is de totale biomassa in beeld gebracht. De vijfde lijn toont de totale biomassa van *Ensis directus* in de kustzone (Gegevens Tempelman et al., 2009)

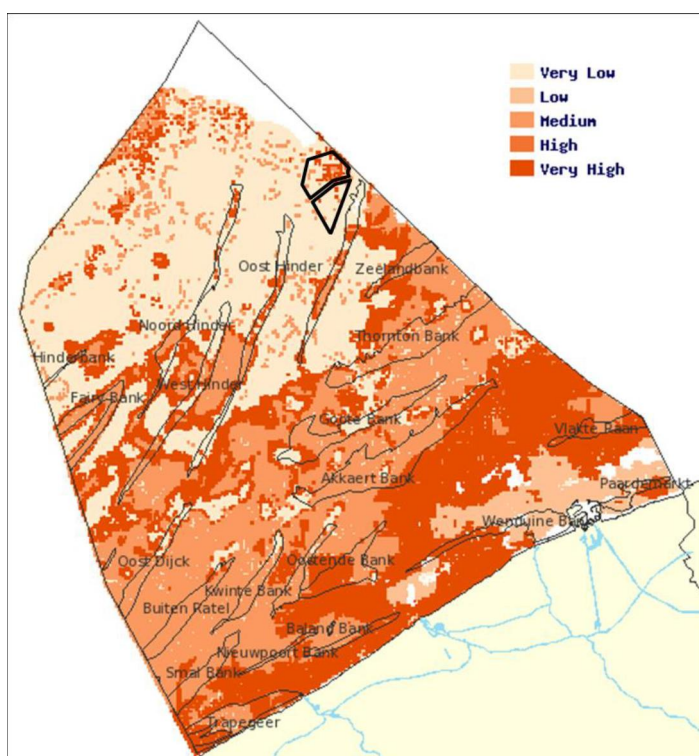
In de directe omgeving van het plangebied liggen de Zeeuwse banken, een gebied met een grote variatie aan bodemmorfologie. Op basis van een eenmalige bemonstering kunnen de Zeeuwse Banken onderscheiden worden van de overige (dichter bij de kust) ondiepe zandbanken door zeer lage dichtheden aan schelpdieren (Goudswaard en Escaravage, 2009). Vermoedelijk bestaat er een relatie tussen deze lage dichtheden en o.a. een slechte rekrutering van schelpdieren als gevolg van de sterke hydrodynamiek ter plaatse. Het lijkt onwaarschijnlijk dat er zich in het gebied grote schelpdiervoorkomens kunnen ontwikkelen (Goudswaard en Escaravage, 2009). Een recenter onderzoek toont (Lengkeek et al., 2010) de aanwezigheid van zee-sterren, slangsterren, kokerwormen, zwaardschedes, hydroidpoliepen, garnalen en krabben aan.



Figuur 7.4 Gemiddelde biomassa (mg/m²) en aantal soorten (per m²) biodiversiteit van benthos in Zeeuwse Banken over de periode 2009-2010 (NIOZ gegevens 2011) aangrenzend aan het plangebied (kader)

Het plangebied ligt tegen het Belgische deel van de Noordzee, waar diverse windparken zijn gebouwd en gepland. Derous et al. (2007) stelde een biologische waarderingskaart op voor het Belgische deel van de Noordzee op basis van de voorkomende macrobenthosgemeenschap-

pen (data 1994-2007). Ook hieruit blijkt dat de waarde aan benthos ter hoogte van het plangebied niet zeer hoog is.

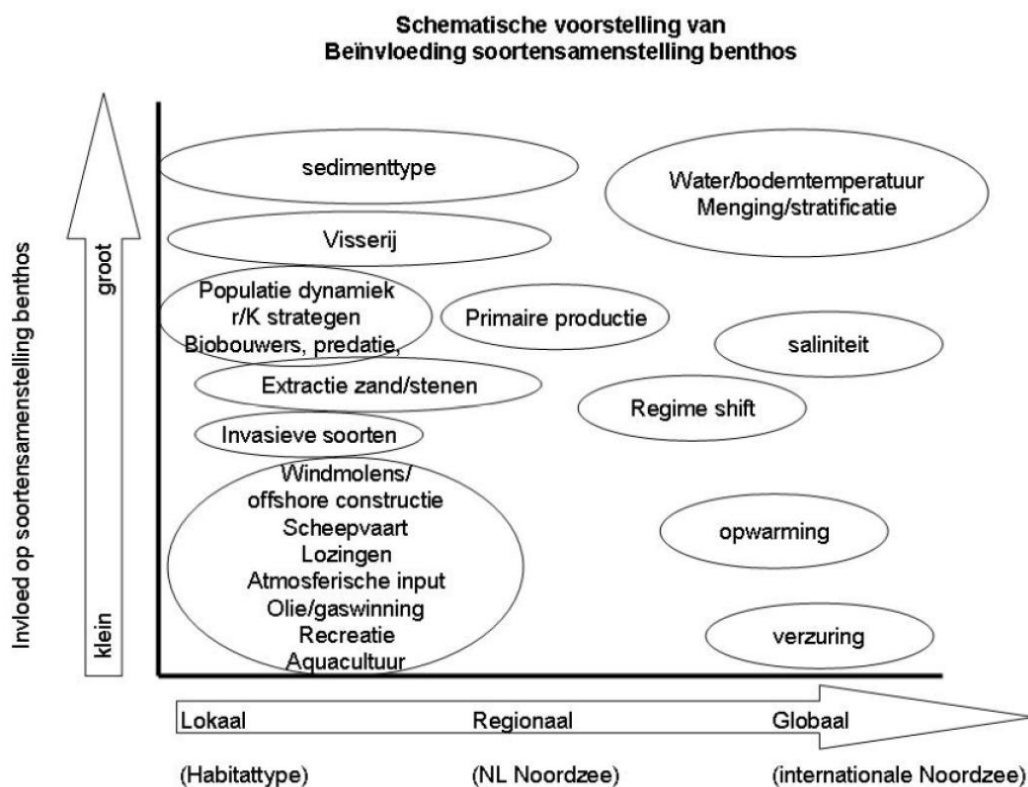


Figuur 7.5 Waarde van het benthos aangrenzend aan het plangebied (Mermaid, 2014)

De noordkromp (*Artica islandica*), purperslak (*Nucella lapillus*) en platte oester (*Ostrea edulis*) komen voor op de lijst van bedreigde soorten in het kader van OSPAR. De purperslak en de platte oester leven op hard substraat. Op zandige of slijkige ondergrond zoals in het plangebied worden deze soorten dan ook niet aangetroffen. De noordkromp komt in de Noordzee algemeen voor in dieper water (vanaf 25 m) en meer slijkige sedimenten, waar hij zich ingraaft in stevige, modderige zandbodem. Het voorkomen is geconcentreerd in het noordelijk deel van de Noordzee (Lindeboom et al, 2005) In het plangebied komt de soort niet voor.

Autonome ontwikkeling

Het voorkomen van bodemdieren wordt bepaald door een groot aantal zowel menselijke als natuurlijke factoren (zie figuur 7.6).



Figuur 7.6 *Ontleend aan Hal et al., 2011. Schematische voorstelling van de invloeden (y-as) van de verschillende menselijke en natuurlijke factoren (in ovals) op de soortensamenstelling van het benthos op verschillende schalen (x-as), van lokaal (meters tot kilometers) via regionaal (tientallen kilometers, Nederlandse Noordzee) tot globaal (100-den kilometers, internationale Noordzee)*

Naast menselijke factoren kunnen de volgende natuurlijke factoren invloed hebben op de structuur van bodemdiergemeenschappen:

Populatiedynamiek

Bodemdiergemeenschappen verschillen sterk van jaar tot jaar. Dit wordt veroorzaakt doordat veel soorten benthos een ingewikkelde levenscyclus kennen, waarbij vaak sprake is van externe bevruchting en vrij zwemmende larven die uiteindelijk een geschikt substraat moeten vinden om zich te vestigen. Deze levensfasen spelen zich af in verschillende onderdelen van het ecosysteem (bv. waterkolom, bodem) en tijdens de verschillende fasen hebben daardoor ook verschillende processen invloed op groei en sterfte, zowel dichtheidsafhankelijke (bv. concurrentie om ruimte of voedsel) als dichtheidsonafhankelijke processen (bv. lethale temperaturen). Vaak spelen een groot aantal factoren tegelijkertijd of achter elkaar een rol. De natuurlijke fluctuaties in de samenstellingen van bodemgemeenschappen zullen ook in de toekomst plaats blijven vinden.

Klimaatverandering

Bodemdieren kennen een bepaalde geografische verspreiding die onder andere beïnvloed wordt door de minimale en maximale temperaturen die nodig zijn voor overleving en voortplanting. Opwarming van het zeewater kan nadelig zijn voor 'koudbloedige' soorten, zoals de mossel en het nonnetje. Dit kan nadelig zijn, omdat de larven dan mogelijk uit fase zijn met beschikbaarheid van hun voedsel (fytoplankton; bloeien in mei-juni) en daardoor langzamer groeien dan na koude winters. Voor andere soorten kan dit juist positief uitpakken, omdat warmere winters kunnen leiden tot een betere match tussen voedsel en larven. Veel auteurs verwachten in de toekomst een shift naar een meer diverse, warm water fauna als de trend van een stijgende zeewatertemperatuur doorgaat (Kröncke & Bergfeld, 2003 in Hal et al., 2011).

Exoten

Exoten kunnen op verschillende manieren de Noordzee bereiken bijvoorbeeld door verschillen- de activiteiten die te maken hebben met aquacultuur (bv. schelpdiertransporten), transport en lozen van ballastwater en aangroei op scheepshuiden (hull-fouling). De aanwezigheid van exo- ten kan een sterke invloed hebben op het ecosysteem. Recente voorbeelden zijn bijvoorbeeld de enorme toename van de Amerikaanse zwaardschede in de Nederlandse kustzone en de Japanse oester in de Waddenzee en Deltawateren. Kleine individuen van de Amerikaanse zwaardschedes kunnen als voedsel voor diverse vogels dienen, zoals bijvoorbeeld eidereenden en scholeksters. Japanse oesters kunnen complexe riffen vormen (bio-bouwer) die zorgen voor een grotere habitat heterogeniteit en daardoor voor een grotere plaatselijke biodiversiteit. Ze kunnen daarbij wel inheemse soorten verdringen, die in aantal afnemen. De uitbreiding van de huidige exoten en vestiging van nieuwe exoten kan worden verwacht, hoewel er wat betreft het laatste meer aandacht is voor maatregelen om de vestiging van nieuwe exoten te beperken.

7.3.2 Vissen

Huidige situatie

In de Noordzee zijn ruim 250 vissoorten waargenomen die potentieel deel uitmaken van de Noordzee visgemeenschap, exclusief obligate zoetwatersoorten die incidenteel in estuaria aan- getroffen worden (Daan, 2005). Een belangrijk deel van deze vissen (circa 90 soorten) is be- schermd in het kader van de Ff-wet (zie onderstaande tabel).

Met het voorkomen op het NCP (zie zesde kolom in onderstaande tabel) wordt de rol die het NCP voor een vissoort speelt aangeduid. Hierbij wordt in principe het voorkomen aangegeven zoals die oorspronkelijk was, maar voor veel soorten is dit niet bekend en is het voorkomen ge- durende de afgelopen decennia aangegeven:

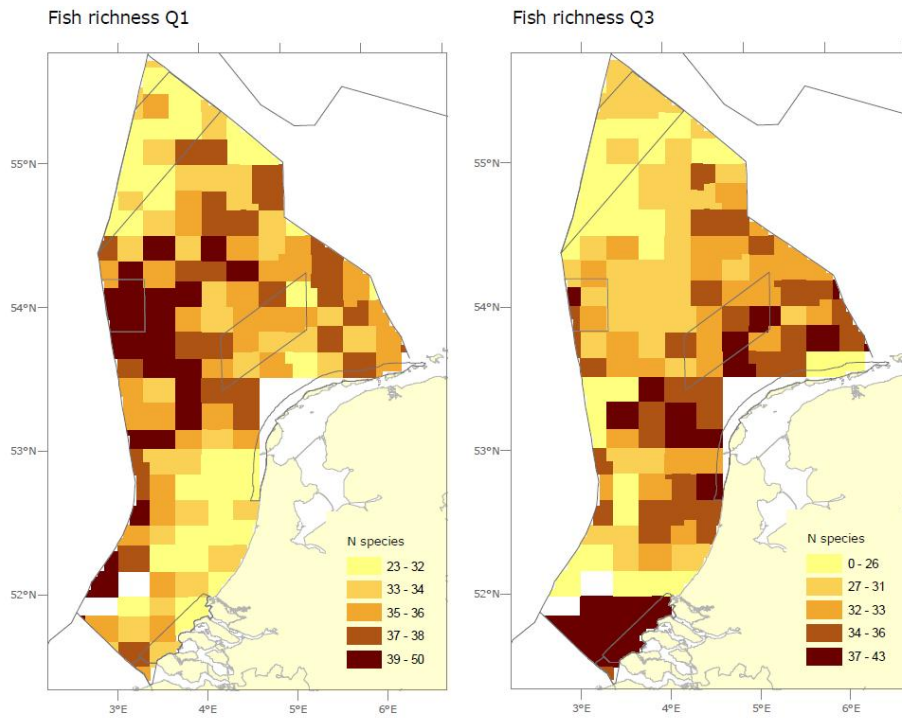
- V: vagrant/dwaalgast/sporadisch (het NCP valt buiten het normale verspreidingsgebied, zelden aangetroffen);
- M: regular migrant (in het NCP aanwezig tijdens bepaalde seizoenen/stadia, voor groei en/of overwintering);
- MS: migrant spawner (in het NCP aanwezig tijdens het paaiseizoen);
- S: resident spawners (jaarrond aanwezig in het NCP en aldaar ook paaiend);
- R: regular visitor (geregeld voorkomend op het NCP);
- U: uncommon (onregelmatig voorkomend, c.q. in bepaalde jaren)
- -: no observations.

Tabel 7.3 Bescherming zoutwatervissen (Keeken, O.A. van et al, 2010)

Nederlandse naam	Latijnse naam	F&F	Rode lijst	Aanwezigheid	Voorkomen NCP	Trend
Adderzeenaald	Entelurus aequoreus	2	bedreigd	zeldzaam	S	onbekend
Atlantische steur	Acipenser sturio	3 IV	OSPAR	verdwenen	M	onbekend
Baillon's lipvis	Crenilabrus bailloui	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Blauwe haai	Prionace glauca	2	IUCN	niet op NCP	-	
Blauwkeeltje	Helicolenus dactylopterus	2		niet op NCP	-	
Blonde rog	Raja brachyura	2		minder algemeen	R	gelijk
Bokvis	Boops boops	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Botervis	Pholis gunnellus	2	kwetsbaar	minder algemeen	S	gelijk
Braam	Brama brama	2		zeldzaam	V	onbekend
Brakwatergrondel	Pomatoschistus microps	2		minder algemeen	S	onbekend
Dikkopje	Pomatoschistus minutus	2		zeer algemeen	S	onbekend
Dikrugtong	Microchirus variegatus	2		niet op NCP	-	
Driedradige meun	Gaidropsarus vulgaris	2	kwetsbaar	zeldzaam	V	onbekend
Dwergbolk	Trisopterus minutus	2		algemeen	S	gelijk
Dwergbot	Phrynorhombus norvegicus	2		zeldzaam	U	onbekend
Evervis	Capros aper	2		zeldzaam	V	onbekend
Franse tong	Solea lascaris	2		zeldzaam	V	onbekend
Gaffelmakreel	Trachinotus ovatus	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Gehoomde slijmvis	Parablennius gattorugine	2		zeldzaam	V	onbekend
Gemarmerde sidderrog	Torpedo mamorata	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Gestreepte bokvis	Sarpa salpa	2		niet op NCP	-	
Gestreepte lipvis	Labrus bimaculatus	2		niet op NCP	-	
Gestreepte poon	Trigloporus lastoviza	2		zeldzaam	V	onbekend
Gevlekte gladde haai	Mustelus asterias	2	gevoelig	minder algemeen	R	toenemend
Gevlekte gnet	Zeugopterus punctatus	2	gevoelig	zeldzaam	V	onbekend
Gevlekte lipvis	Labrus bergylta	2		zeldzaam	S	onbekend
Gevlekte pitvis	Callionymus maculatus	2		niet op NCP	-	
Glasgrondel	Aphia minuta	2	ernstig bedreigd	zeer algemeen	S	onbekend
Golfrog	Raja undulata	2		zeldzaam	V	onbekend

Nederlandse naam	Latijnse naam	F&F	Rode lijst	Aanwezigheid	Voorkomen NCP	Trend
Goudharder	<i>Liza aurata</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Groene zeedonderpad	<i>Taurulus bubalis</i>	2		zeldzaam	S	gelijk
Groenlandse haai	<i>Somniosus microcephalus</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Grote kooernaarvis	<i>Atherina presbyter</i>	2	bedreigd	minder algemeen	S	onbekend
Grote zeenaald	<i>Syngnathus acus</i>	2		minder algemeen	S	onbekend
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	2		algemeen	S	gelijk
Hondshaai	<i>Scyliorhinus canicula</i>	2		minder algemeen	S	toenemend
Houting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	3, IV	OSPAR	zeer zeldzaam	U	onbekend
IJslandse bandvis	<i>Lumpenus lampretaeformis</i>	2		zeldzaam	V	afnemend
Kathaai	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	2		zeer algemeen	S	toenemend
Kleine roodbaars	<i>Sebastes viviparus</i>	2		niet op NCP	-	
Kleine slakdolf	<i>Liparis montagui</i>	2	gevoelig	zeldzaam	V	onbekend
Kleine wormzeenaald	<i>Nerophis lumbriciformis</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Kleine zeenaald	<i>Syngnathus rostellatus</i>	2		algemeen	S	onbekend
Kleine zilversmelt	<i>Argentina sphyraena</i>	2		niet op NCP	-	
Kleinoogrog	<i>Raja microocellata</i>	2	IUCN	zeer zeldzaam	V	onbekend
Kleurige grondel	<i>Pomatoschistus pictus</i>	2		minder algemeen	S	onbekend
Kliplipvis	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	2		niet op NCP	-	
Koekoeksrog	<i>Raja naevus</i>	2		zeldzaam	V	gelijk
Kristalgrondel	<i>Crystalllogobius linearis</i>	2		algemeen	S	onbekend
Lichtend sprotje	<i>Mauroliscus muelleri</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Lozano's grondel	<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	2		algemeen	S	onbekend
Maarvis	<i>Mola mola</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Makreelgeep	<i>Scomberesox saurus</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Murray's zeedonderpad	<i>Triglops murrayi</i>	2		niet op NCP	-	
Noorse grondel	<i>Pomatoschistus norvegicus</i>	2		niet op NCP	-	
Noorse meun	<i>Ciliata septentrionalis</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Ombervis	<i>Argyrosomus regius</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Nederlandse naam	Latijnse naam	F&F	Rode lijst	Aanwezigheid	Voorkomen NCP	Trend
Paganelgrondel	<i>Gobius paganellus</i>	2		zeldzaam	U	onbekend
Parelvis	<i>Echiodon drummondi</i>	2		niet op NCP	-	
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	2		algemeen	S	gelijk
Rasterpitvis	<i>Callionymus reticulatus</i>	2		minder algemeen	S	onbekend
Reuzenhaai	<i>Cetorhinus maximus</i>	2	IUCN, OSPAR, CITES	zeldzaam	R	onbekend
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	2	IUCN	zeldzaam	M	onbekend
Rode zeebrasem	<i>Pagellus bogaraveo</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Schorpioengrondel	<i>Lebetus scorpioides</i>	2		niet op NCP	-	
Schurftvis	<i>Amoglossus laterna</i>	2		zeer algemeen	S	toenemend
Sidderrog	<i>Torpedo nobiliana</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	2		minder algemeen	S	toenemend
Slijmprik	<i>Myxine glutinosa</i>	2		niet op NCP	-	
Slijmvis	<i>Lipophrys pholis</i>	2		zeldzaam	S	onbekend
Snipvis	<i>Macroramphosus solopax</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Spaanse makreel	<i>Scomber japonicus</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Spaanse zeebrasem	<i>Pagellus acame</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Sterrog	<i>Raja radiata</i>	2		minder algemeen	R	afnemend
Trekkervis	<i>Balistes carolinensis</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Trompetterzeenaald	<i>Syngnathus typhle</i>	2	verdwenen	zeer zeldzaam	S	onbekend
Vierdradige meun	<i>Rhinonemus cimbrius</i>	2		minder algemeen	S	toenemend
Vorskwab	<i>Raniceps raninus</i>	2	gevoelig	zeldzaam	U	onbekend
Zee-engel	<i>Squatina squatina</i>	2	IUCN, OSPAR	verdwenen	S	gelijk
Zeepaardje	<i>Hippocampus ramulosus</i>	2	OSPAR, verdwenen uit wild	zeer zeldzaam	U	onbekend
Zeestekelbaars	<i>Spinachia spinachia</i>	2	ernstig bedreigd	zeer zeldzaam	S	onbekend
Zuignapvis	<i>Diplecogaster bimaculata</i>	2		niet op NCP	-	
Zwaardvis	<i>Xiphias gladius</i>	2		zeer zeldzaam	V	gelijk
Zwarte grondel	<i>Gobius niger</i>	2	gevoelig	minder algemeen	S	toenemend
Zwarte haai	<i>Dalatias licha</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend
Zwarte vis	<i>Centrolophus niger</i>	2		zeldzaam	V	onbekend
Zwartooglipvis	<i>Symphodus melops</i>	2		zeer zeldzaam	V	onbekend

De diversiteit van de aanwezige vissoorten op het NCP is erg heterogeen verdeeld in ruimte en tijd (zie figuur 7.7). Hoewel de statistische onderbouwing van de diversiteitsberekeningen zwak is (Lindeboom et al., 2005), is bekend dat de laagste diversiteit wordt aangetroffen in de centrale Noordzee, terwijl een hoge diversiteit in de ondiepere zuidoostelijke Noordzee en langs de oostkust van Engeland en Schotland aanwezig is. In de zuidoostelijke Noordzee ter hoogte van het plangebied is de diversiteit in bepaalde perioden relatief hoog. Echte habitats kunnen niet worden onderscheiden (Lindeboom et al., 2005).



Figuur 7.7 Gemiddeld aantal soorten vissen in het eerste en derde kwartaal (Bos et al, 2011)

Vissen kunnen onderverdeeld worden in residente soorten (in zee dan wel overgangswateren) en trekvisen. Voor de residente soorten in de Noordzee omvat het plangebied een relatief klein deel van hun totale verspreidingsgebied. Trekvisen brengen slechts een deel van hun levenscyclus door in open zee, de brakke getijdenwateren en/of de zoete binnenwateren. Ze paaien bijvoorbeeld in het zoete binnenwater en leven als volwassene in de open zee. De kustzone is daarbij slechts te beschouwen als doortrekgebied. Er is weinig bekend over trekvisen en de routes die zij afleggen.

Veel aanwezige soorten zijn voor een deel van hun levenscyclus afhankelijk van meer dan één zone op het NCP. Zo zijn er vissoorten die paaien in de open zee, hun eieren en larven vervolgens met de zeestromen laten meevoeren richting de kust, waar ze in de ondiepe kustzone of in de overgangswateren opgroeien. De kustzone van de Noordzee, de deltaxwateren en de Waddenzee staan bekend om hun rol als opgroeigebied voor vissen zoals tong, schol en haring. De diepere delen van de Noordzee en het Kanaal functioneren als paaigronden voor diverse vissoorten (o.a. schol, tong, kabeljauw en makreel). Alleen voor de tong liggen ten noordwesten van Texel en voor de (Zeeuws) Vlaamse kust kleine paaigebieden.

In de diepere delen van de Noordzee bevinden zich gebieden die als paaigebied dienen voor verschillende vissoorten (ter Hofstede et al., 2005). Belangrijke paaigebieden liggen onder andere in het midden van de zuidelijke Noordzee (schol, tong, wijting, haring en kabeljauw), in de Duitse Bocht (schol) en rond de Doggersbank (haring). De meeste vissen produceren pelagische (zwevende) eieren, waardoor er geen relatie is met de onderliggende bodem. Veel vissoorten kennen geen specifieke paalocaties maar paaïen over een zeer groot gebied. In de Noordzee zetten slechts enkele vissoorten (waaronder haring, zandspiering en harsman-netje) hun eieren af op het substraat. Ter Hofstede et al. (2005) hebben de paaigebieden van de belangrijkste (commerciële) vissoorten in kaart gebracht. Haring paaït niet in het plangebied omdat grindbedden, waarvan de haring afhankelijk is voor het afzetten van de eieren, ontbreken. Wijting paaït wel in het uiterste westen van het NCP, maar niet in het plangebied. Andere kabeljauwachtigen als schelvis en kabeljauw paaïen niet of nauwelijks (meer) op het NCP, hetzelfde geldt voor de makreel. Schol en tong paaïen mogelijk wel in het plangebied. Het zwaartepunt voor schol ligt echter verder zuidwestelijk en dat voor tong dicht onder de kust. Soorten die zich min of meer als lokale dieren gedragen (die zich gedurende hun leven weinig verplaatsen en dus een kleine home range hebben), zoals kleine pieterman of sommige grondels, zullen zich ook ter plaatse moeten voortplanten.

Door o.a. overbevissing en vervuiling staan veel zeldzame soorten onder druk. In de Noordzee is sinds 1900 sprake van een achteruitgang in dichtheden en biomassa van volwassen vissen. Naast klimaatverandering zijn directe menselijke invloeden, zoals bijvoorbeeld visserij, scheepvaart, eutrofiëring e.d. belangrijke factoren die de ontwikkeling van visbestanden in de Noordzee bepalen. Een recente studie laat zien dat in de periode 1980-2008 het zeewater in het noordoostelijk deel van de Atlantische oceaan met 1,7 graden is toegenomen. Van de meest algemeen voorkomende vissoorten profiteert 72% daarvan en is toegenomen in aantal, de andere soorten zijn juist afgenomen in aantallen (Simpson et al., 2011).

Daan (2005) analyseerde met behulp van data van de International Bottom Trawl Surveys over de periode 1970-2002 het aantal waargenomen vissoorten en het gemiddelde aantal vissoorten per trek. Hij concludeerde dat het aantal waargenomen soorten in deze periode toe is genomen

met 36% en het gemiddelde aantal soorten per trek met 25%. Deze toename wordt door diverse auteurs gerelateerd aan een stijgende zeewatertemperatuur als gevolg van klimaatverandering (bv. Hiddink & Ter Hofstede in Teal 2011). Door verder toenemende temperaturen kan voortzetting van de voorbeschreven ontwikkelingen worden verwacht.

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 Borssele 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. Recent onderzoek (Jansen, 2013) heeft uitgewezen dat verreweg het grootste aandeel van het dieet van bruinvissen offshore uit pelagische en schoolvormende vissoorten bestaat.

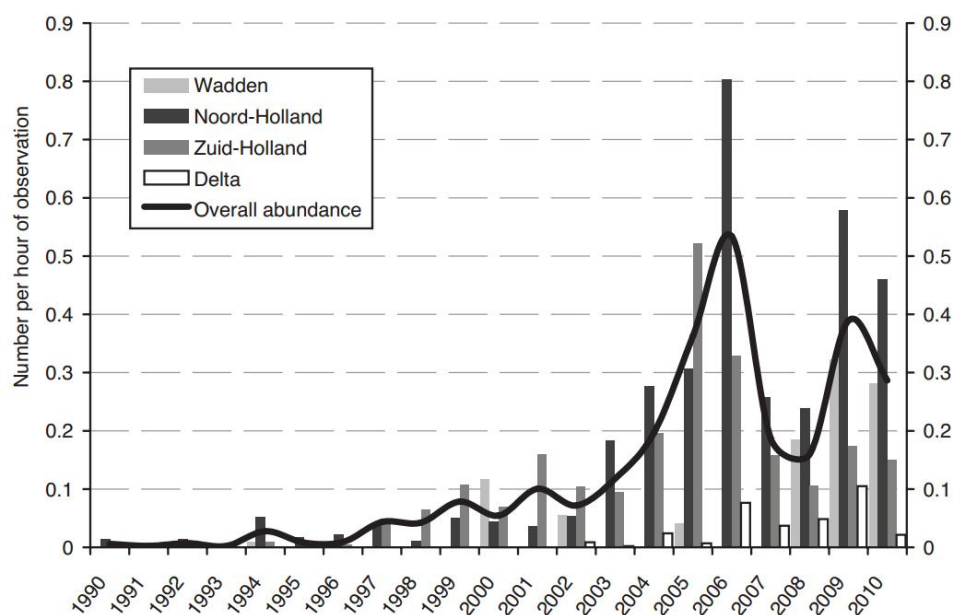
Verspreiding en aantallen

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 Neder-

lands 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).

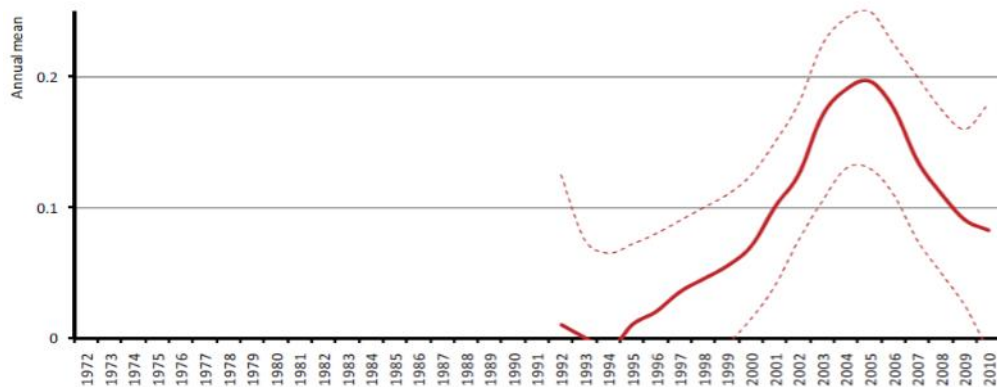
In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis algemeen voorkomend in de Nederlandse kustzone, later werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt de bruinvis zich echter weer vrij algemeen voor onze kust op. Vermoed wordt dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute 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 7.9). 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 7.9 Aantal bruinvissen per observatie-uur per jaar voor de periode 1990 – 2010 (Camphuysen, 2011)

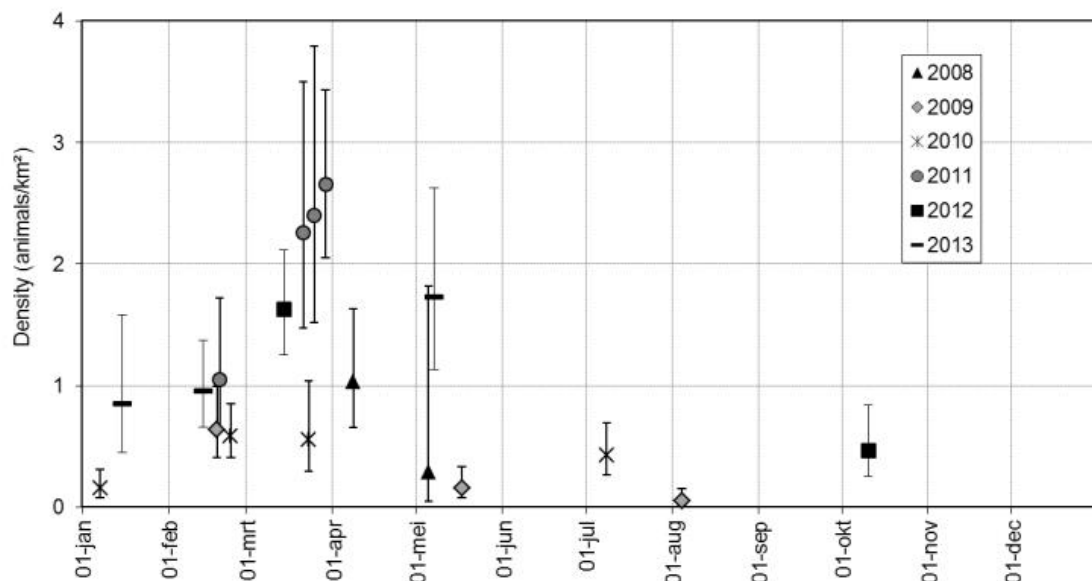
Gegevens van tellingen vanuit vliegtuigen (van 1991-2009) laten een vergelijkbare trend zien. Tot 1995/1996 zijn de aantallen zeer laag. Daarna namen aantallen toe tot 2005. Vooral van 2002-2005 was een sterke stijging te zien. Tussen 2005 en 2009 namen dichtheden weer af (Arts 2010, in Camphuysen & Siemensma, 2011). Onderstaande figuur geeft de trend in het gemiddelde jaarlijkse voorkomen van bruinvissen weer (Camphuysen C.J. & M.L. Siemensma, 2011).



Figuur 7.10 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.

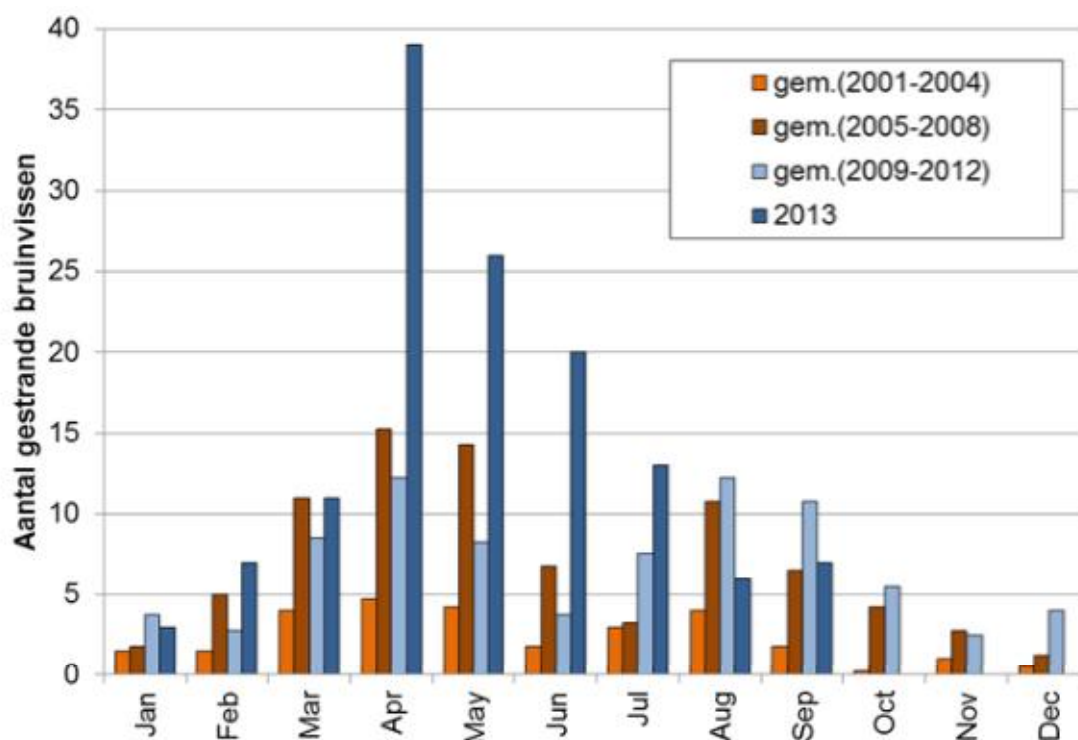
In de Milieueffectenbeoordeling van het SEASTAR offshore windmolenpark ten noordwesten van de Lodewijkbank en ten zuidoosten van de Bligh Bank (2013) zijn ook gegevens opgenomen die relevant zijn voor de verspreiding en dichtheid van bruinvissen in het naastgelegen Belgische deel van de Noordzee. De nu volgende tekst is daaruit afkomstig.

“Uit de monitoring van de afgelopen jaren blijkt dat de bruinvis algemeen voorkomt in zuidelijke Noordzee, ten minste in het voorjaar (Ascobans, 2011; Geelhoed et al., 2011; 2013; Haelters et al., 2012). De hoogste dichtheden worden bereikt tijdens de maanden maart en april (Figuur 7.11), en de totale geëxtrapoleerde aantallen tijdens deze maanden (4.000 tot meer dan 8.000 dieren) vormen een significant deel van de Noordzee-populatie.



Figuur 7.11 Geschatte dichtheden aan bruinvissen (in een gebied ongeveer equivalent met Belgische wateren) zoals vastgesteld tijdens luchtsurveys uitgevoerd tussen 2008 en 2013 (Haelters et al., 2013a).

Het aantal gestrande dieren kan gebruikt worden als maat voor het aantal dieren in de nabije wateren, hoewel veel factoren dit aantal beïnvloeden. De hoge dichtheid aan bruinvissen in Belgische wateren tijdens de survey van mei 2013 ging gepaard met een relatief hoog aantal gestrande dieren in deze periode (Figuur 7.12). Tussen april en juli werden recordaantallen aangespoelde bruinvissen gemeld. Mogelijk was deze hoge dichtheid een gevolg van een relatief koud voorjaar, met consequenties voor de beschikbaarheid van geschikt voedsel (Haelters, 2013). Ook in Nederland werden in dezelfde periode ongewoon veel gestrande bruinvissen gerapporteerd (IJsseldijk & Begeman, 2013).

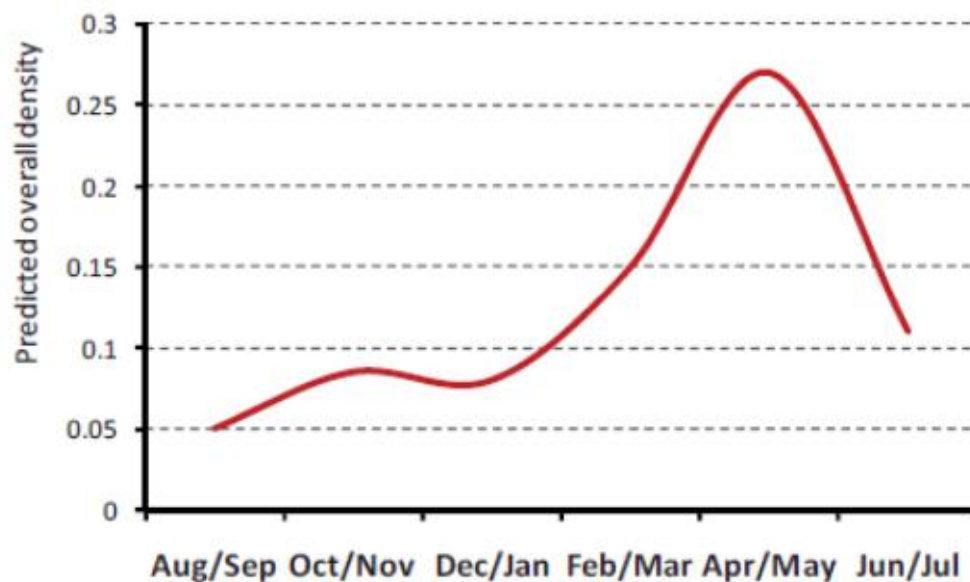


Figuur 7.12 Gemiddeld aantal gestrande bruinvissen per maand van 2001 tot 2013. Data 2013 t.e.m. september (data KBIN, niet gepubliceerd).

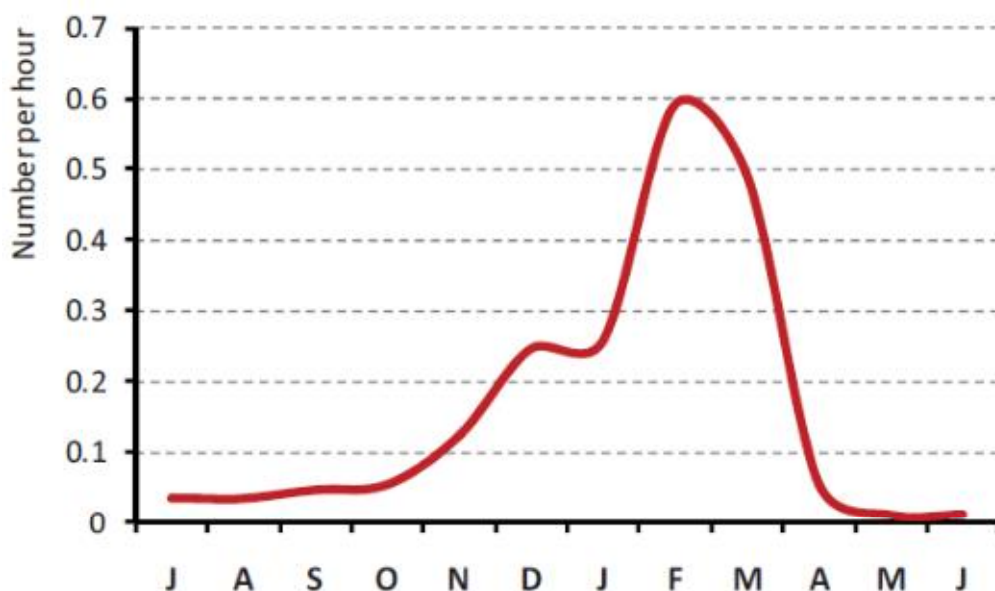
De beschikbare data tonen aan dat patronen in dichtheid en verspreiding van deze zeer mobiele diersoort tamelijk onvoorspelbaar blijven, met belangrijke variaties op korte termijn mogelijk onder invloed van variaties in het voorkomen van geschikte prooien.”

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 7.13 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 7.14 geeft de fluctuaties over de seizoenen weer uitgedrukt in waargenomen dieren per uur observatie vanaf de kust (gebied Scheveningen – Huisduinen, periode 1990-2010).



Figuur 7.13 Seasonal pattern in abundance Harbour Porpoises during seabird surveys, 1990-2010; redrawn from Arts 2010).



Figuur 7.14 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).

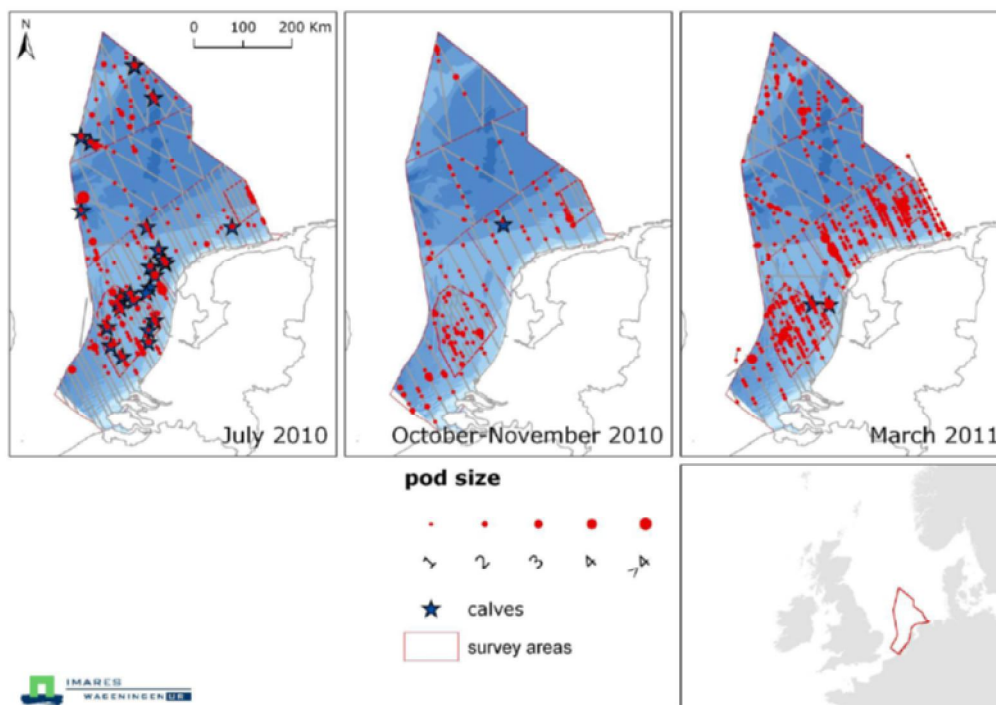
Het seizoenspatroon dat in de tellingen vanuit vliegtuigen is waargenomen, wijkt wat af van die langs de kust. Bij de vliegtuigtellingen (figuur 7.13) zijn het hele jaar door bruinvissen waargenomen, met lage dichtheden in herfst en winter (aug/sept tot dec/jan), een toename in februari/maart en een 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 en 2013 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.

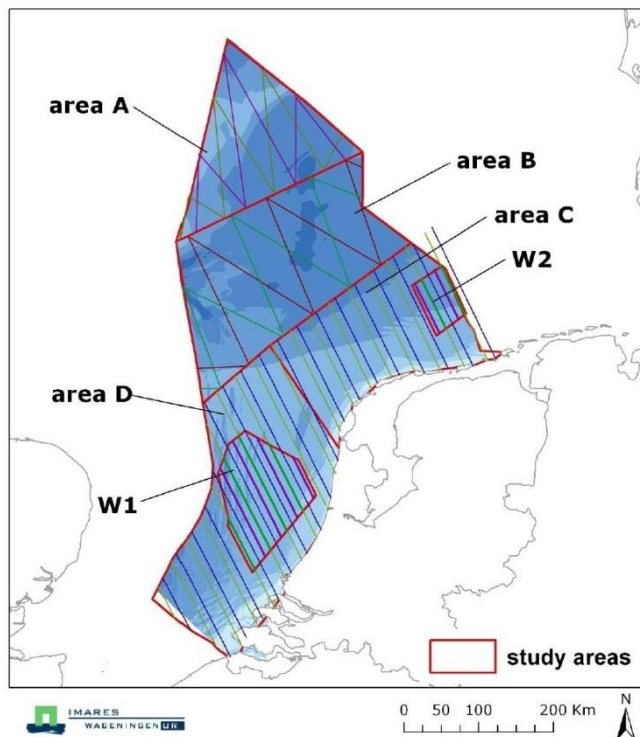
Bruinvissen in plangebied

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 7.15 Totale onderzoeksinspanning bij goede/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 et al., 2011)

Tabel 7.4 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 7.16 en de gemiddelden voor het hele NCP.



Figuur 7.16 Deelgebieden Bruinvistellingen (Geelhoed, 2011)

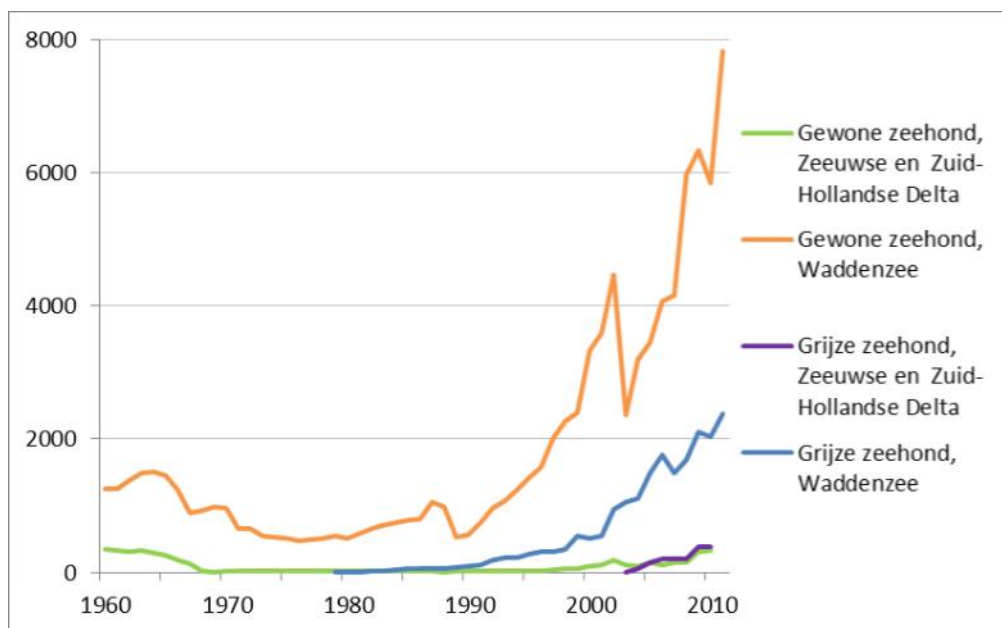
Tabel 7.4 Schattingen dichtheid en aantallen bruinvissen, binnen deelgebied D (waar het plangebied binnen valt) en gemiddeld voor het NCP (informatie uit Geelhoed et al. 2011 en aangevuld met gegevens uit Geelhoed et al. 2014).

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)

Zeehonden

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



Figuur 7.17 Aantallen zeehonden in de Waddenzee en de Zeewuise en Zuid-Hollandse Delta gebaseerd op jaarlijkse tellingen van grijze en gewone zeehonden in de Waddenzee en in de Zeewuise en Zuid-Hollandse Delta (Bron: Wageningen IMARES (WUR) en RWS/Provincie Zeeland, 2011).

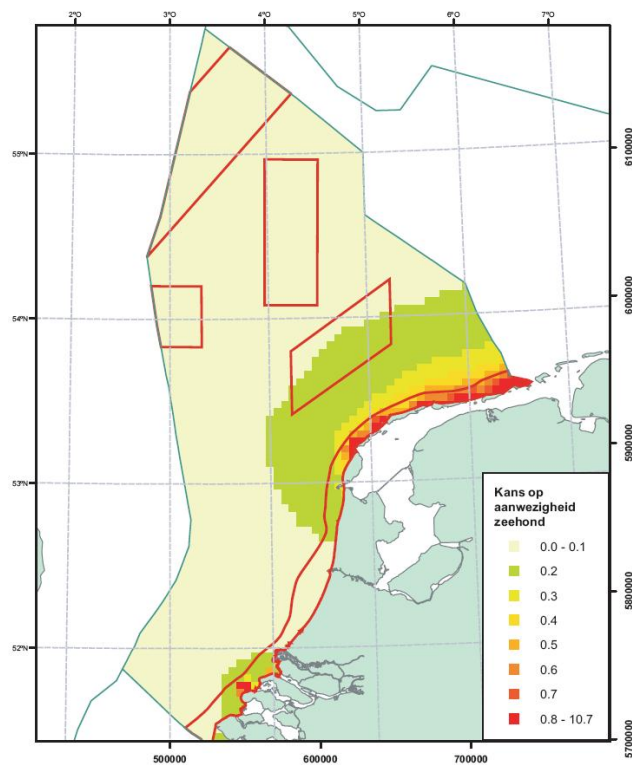
Het Waddengebied is het belangrijkste gebied voor gewone en grijze zeehonden in Nederland. Grijze zeehonden waren voor 1980 vrijwel afwezig in Nederland. Sindsdien is het gebied opnieuw gekoloniseerd en aantallen zijn toegenomen. In 2011 zijn er met vliegtuigtellingen 2388 geteld. Vliegtuigtellingen van gewone zeehonden geven aantallen van 2300 dieren net na de virusuitbraak in 2002, tot 6800 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).

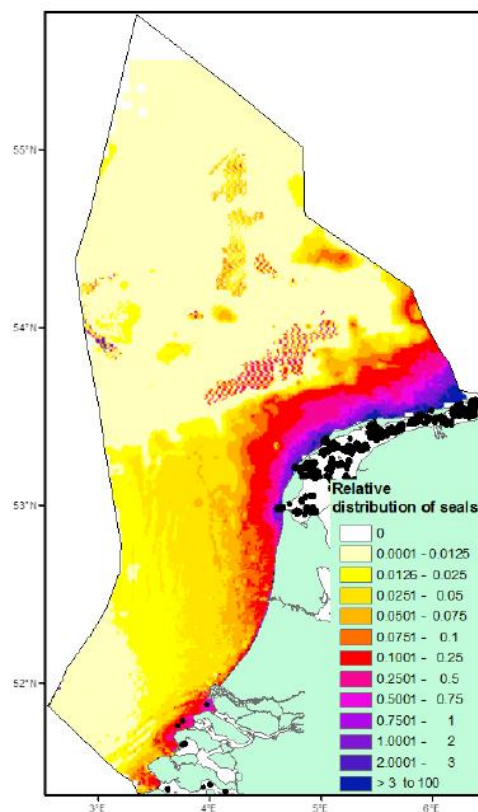
In het Deltagebied worden slechts zeer weinig pups geboren. Daarnaast is de mortaliteit er hoog. De groei van de populaties is te verklaren door import vanuit andere gebieden, zoals het Waddengebied of Engelse kolonies.

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 7.18 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 7.19 geeft een recentere versie van een model dat gebaseerd is op gebiedskenmerken en vliegtuigtellingen (Brasseur 2012).



Figuur 7.18 Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom et al, 2005)



Figuur 7.19 Gemodelleerde voorspelling van zeehondendichtheid op basis van verschillende omgevingskenmerken in combinatie met vliegtuigtellingen (zwarte stippen zijn Haul out sites)³¹.

³¹ Uit: Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms, Brasseur et al., rapport: OWEZ R 252 T1 20120130, 30-01-2012

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 verhareren, zullen ze met name in de buurt van de rustplaatsen verblijven.

Grijze zeehond

De dieren maken regelmatig gebruik van droogvallende platen. Meestal verblijven ze echter in de kustzee waar ze foerageren op vis. Op grond van analyse van uitwerpselen is gevonden dat grijze zeehonden in de kustzone met name verschillende demersale vissoorten eten, met name tong in de lente en bot in de herfst (Brasseur et al. 2008).

Voor de voortplanting (november-februari) en verharing (maart-april) is het dier afhankelijk van permanent droogliggende platen, stranden en duinen. De jongen kunnen na de geboorte niet meteen zwemmen. Grijze zeehonden worden vooral in de zomer (juli-augustus) en winter (december-februari) langs de kust gezien.

Ook aan grijze zeehonden is onderzoek uitgevoerd met zenders. Tussen 2005 en 2008 zijn in totaal 29 grijze zeehonden voorzien van een zender. Deze gegevens laten zien dat grijze zeehonden in de hele Nederlandse kustzone voorkomen, maar ook heel lange afstanden kunnen afleggen.

Natura 2000-gebieden en instandhoudingsdoelstellingen

In tabel 7.5 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) voor ten behoeve van een regionale populatie van 200 exemplaren. Voor de andere twee gebieden geldt een behoudsdoelstelling. Voor de grijze zeehond zijn in de Waddenzee, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlake 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 Vlake van de Raan is als instandhoudingsdoel aangegeven: 'behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud van populatie'.

Tabel 7.5 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 Delta-gebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Delta-gebied 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 Delta-gebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Delta-gebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
	Westerschelde & Saeftinghe	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Delta-gebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Delta-gebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
Grijze zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Voordelta	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied

Autonome ontwikkelingen zeezoogdieren

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 angst, 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 Bodemdieren³²

Ruimtebeslag in de aanlegfase

De grootste effecten van ruimtebeslag treden op bij het gebruik van funderingen met erosiebescherming van stortsteen. De effecten van ruimtebeslag door het ingraven van de kabel zijn tijdelijk en daarmee zijn de gevolgen voor de bodemfauna veel kleiner. De effecten van het ruimtebeslag zijn maximaal bij een 10 MW turbine met een Gravity Based fundatie (doorsnede 40 m) en bedraagt voor het gehele park dan maximaal 43 ha. Dit ruimtebeslag bedraagt ten opzichte van het NCP (57.000 km²) 0,0008%. In het plangebied is daarbij ten opzichte van het overige deel van het NCP sprake van een relatief lage diversiteit en dichtheid, waardoor de effecten op de biodiversiteit, dichtheid en biomassa in relatieve zin nog kleiner zijn (effectbeoordeling 0/-).

Bodemverstoring in de aanlegfase

Door het ingraven van de kabels van de turbines naar het transformatorstation treedt tijdelijk verstoring van de bodem op. Bij toepassing van een spanning van 33 kV bedraagt de totale lengte aan parkbekabeling 100 à 110 km. Bij 66 kV kunnen meer turbines op een streng worden aangesloten, waardoor de totale lengte aan parkbekabeling kleiner is (circa 70 à 80 km). Bij een breedte van de kabelsleuf van 3 m beslaat de bodemverstoring maximaal 0,33 km². Dit is circa 0,5% van het park zelf en 0,0006% van het NCP. Omdat de omvang klein is en de effecten tijdelijk zijn, zijn de effecten als gering beoordeeld (effectbeoordeling 0/-).

Verandering van substraat in gebruiksfase

De harde substraten van de palen en de stortsteen zullen begroeien mosselen, anemonen, algen en zeewieren, etc. Hierdoor zal de biodiversiteit aanzienlijk toenemen zoals ook blijkt uit onderzoek na de aanleg van OWEZ (Bouma & Lengkeek, 2009, 2012). Voor de mate en soort van aangroei is het type substraat van belang: staal bij de fundering en stortsteen als erosiebescherming rond de fundering. Van boven naar beneden ontstaan een getijdenzone, een sublitorale wierzone en sublitorale zones. De laatste worden gedomineerd door dierlijke organismen. Tussen de stortsteen ontstaan holten waar bepaalde kreeftachtigen, zoals bijvoorbeeld de Noordzeekrab en Noordzeekreeft, kunnen verblijven. In dit opzicht is er sprake van aanmerkelijk positieve effecten. De grootste effecten zijn te verwachten bij 10 MW turbine met een gravity based fundatie (doorsnede 40 m). Het totale areaal aan hardsubstraat bestaat inclusief de verticale oppervlakte van de palen meer dan 40 ha. Omdat het areaal aan hardsubstraat op het NCP beperkt is, is de toename in relatieve zin groot (effectbeoordeling +).

Geluid/trillingen in aanleg, gebruiks- en verwijderingsfase

De grootste toename aan geluid/trillingen treedt op bij het heien van grote monopalen die kunnen worden toegepast bij 10 MW turbines. In minder mate is er sprake van toename van geluid/trillingen als gevolg van het aanbrengen van stortsteen en het ingraven van de kabel in de aanlegfase en het draaien van de windturbines. Er zijn geen onderzoeken bekend waaruit blijkt

³²In het plangebied komen in de huidige situatie vanwege onvoldoende lichtdoordringing op de bodem en afwezigheid van geschikt hard substraat voor aanhechting (er is uitsluitend een zandbodem aanwezig) geen algen of wieren voor.

dat benthos gevoelig is voor geluid of trillingen. Onderzoek dat is uitgevoerd enkele maanden na de realisatie van OWEZ, waarbij sprake was van heien, toont aan dat de realisatie van OWEZ ook geen effect had op de recruitment van tweekleppigen (Bergman, 2010) en/of dichtheden van macrobenthos soorten (Daan et al., 2009). Er worden dan ook geen effecten op de diversiteit, dichtheid of biomassa van benthos verwacht als gevolg van de aanleg of gebruik van het windpark (effectbeoordeling 0).

Vertroebeling in aanleg, gebruiks- en verwijderingsfase

Bij het plaatsen of verwijderen van de turbines en het ingraven van de kabels kan door opwoeling van de bodem vertroebeling optreden. Dit kan leiden tot tijdelijke effecten op de voedselopname van bodemdieren of bedekking ervan. De maximale effecten zijn te verwachten bij toepassing van een 10 MW turbine met een gravity based fundatie (doorsnede 40 m) omdat deze het grootste effectgebied hebben. De in de Noordzee aanwezige bodemdieren zijn aangepast aan een natuurlijke seizoensafhankelijke dynamiek, waarbij er tijdens stormen opwoeling en zandverplaatsingen optreden die in omvang en duur vergelijkbaar of groter zijn. In de onderste waterlagen is het slibgehalte van nature al relatief hoog. Omdat de huidige bodemgemeenschap onder deze omstandigheden is gevormd worden er geen effecten van vertroebeling in de aanlegfase op de diversiteit, dichtheid of biomassa van de aanwezige bodemdieren verwacht. Dit wordt ondersteund door de studies die zijn verricht in het kader van OWEZ (effectbeoordeling: 0).

Straling

Indien er een magnetisch veld rond de kabels optreedt dan zal de invloed op het bestaande magnetisch veld zich vooral manifesteren direct in en op de bodem boven de kabels. Het is onbekend of bodemdieren hier een negatieve invloed van ondervinden. Indien wel een negatieve invloed optreedt, dan mag verwacht worden dat deze beïnvloeding lokaal is en zich tot niet meer dan enkele meters uitstrekt. Hetzelfde geldt voor de warmte-ontwikkeling, die lokaal op de bodem maximaal 2-3 graden kan bedragen. De effecten zijn dusdanig laag en lokaal (directe omgeving van de kabel) dat de effecten op voorhand als ecologisch niet relevant kunnen worden beschouwd (effectbeoordeling 0).

Verandering visserij in gebruiksfase

Door afsluiting van het gebied voor de visserij zal zich een meer evenwichtige bodemfauna kunnen ontwikkelen die niet alleen maar bestaat uit pioniersoorten. Zowel de diversiteit, dichtheid als biomassa kan hierdoor toenemen. Resultaten van macrobenthos bemonsteringen in OWEZ en zes referentiegebieden, uitgevoerd vijf jaar na realisatie van het park (in februari 2011) konden een dergelijk effect echter (nog) niet aantonen (Bergman et al., 2012) (effectbeoordeling 0/+).

Samenvatting

De mogelijke negatieve effecten op bodemdieren zijn het grootst bij het 10 MW alternatief met 33 kV parkbekabeling wat betreft ruimtebeslag en vertroebeling. De verschillen tussen het 4 en 10 MW alternatief zijn echter ecologisch niet relevant onderscheidend. Positieve effecten zijn mogelijk als gevolg van toename hardsubstraat en afsluiting voor de visserij.

7.4.2 Vissen

Ruimtebeslag in aanleg- en gebruiksfase

Door het aanbrengen van de funderingen treedt ruimtebeslag op ten koste van leefgebied van bodemvissen van zacht substraat, zoals platvis, zandspiering en ponen. De grootste effecten treden in dit kader op bij het gebruik van funderingen met erosiebescherming van stortsteen. De effecten ruimtebeslag door het ingraven van de kabel zijn tijdelijk en daarmee de gevolgen voor de vissen veel kleiner.

De effecten van het ruimtebeslag zijn maximaal bij een 10 MW turbine met een gravity based fundatie (doorsnede 40 m) en bedraagt voor het gehele park dan maximaal 43 ha. Dit ruimtebeslag bedraagt ten opzichte van het NCP (57.000 km²) 0,0008%. In het plangebied is daarbij geen sprake van een relatief hoge diversiteit of dichtheid, waardoor de effecten op de biodiversiteit, dichtheid of biomassa relatief nog kleiner zijn (effectbeoordeling 0/-).

Verandering substraat in gebruiksfase

Bij windturbines kunnen zich tussen de erosiebescherming (stortsteen) verschillende typen vissoorten ophouden: soorten die over en tussen het substraat kruipen, soorten die weliswaar vrij zwemmen maar duidelijk aan de bodem gebonden zijn en soorten die in het vrije water zwemmen maar zich toch in de nabijheid van harde substraten kunnen ophouden zoals de (zee)paling. In onderzoek is aangetoond dat de dichtheid van vissen nabij een paal veel hoger is dan erbuiten (Couperus et al. 2010). Diverse vissoorten, zoals de zeedonderpad, de snotolf en de geep, gebruiken hard substraat in de getijdenzone en in ondiep water om hun eieren af te zetten. Soorten die zich meer in de buurt van harde substraten ophouden zijn harders en zeebaars.

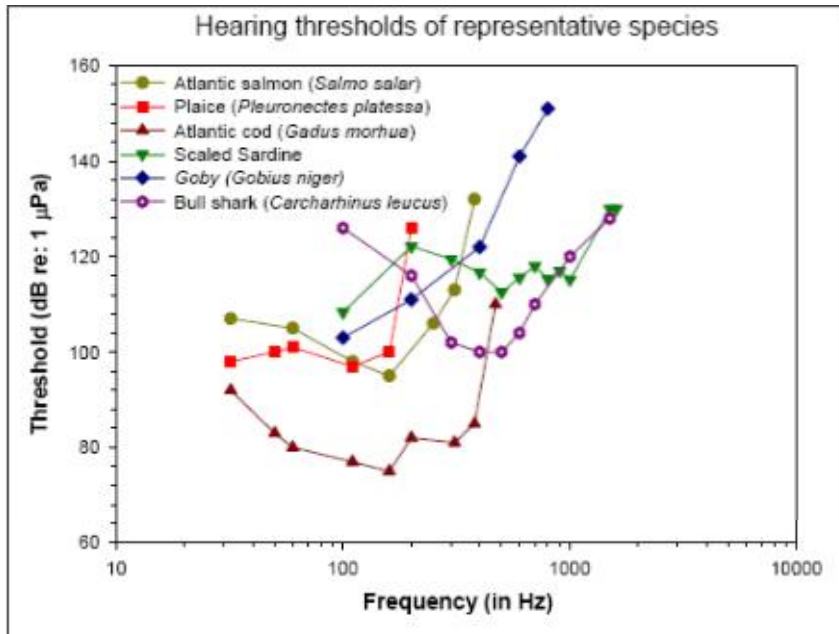
De aangroei van wieren of benthos op wrakken en kunstriffen vormt voor de meeste vissoorten waarschijnlijk geen belangrijke reden voor het samenscholen. De biomassa van deze aangroei is weliswaar hoog, maar deze wordt voor een groot deel gevormd door zeeanemonen, die nauwelijks in aanmerking komen als voedselbron voor vissen. Als de aangroei voornamelijk uit mosselen bestaat, kunnen zich daartussen wormen (zoals zeerupsen), ophouden die wel als voedselbron kunnen dienen. Of de mosselen zelf ook vissen uit het omringende water aantrekken is niet bekend. Naarmate de mossel groter wordt, wordt in het algemeen een betere bescherming tegen predatie bereikt. De positieve effecten van de aanwezigheid van hard substraat kunnen voor een deel weer teniet worden gedaan door de negatieve effecten van geluid op vissen in de gebruiksfase (effectbeoordeling 0/+).

Geluid/trillingen in aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase

Geluid en trillingen kunnen optreden in de aanlegfase door het heien, het storten van de stortsteen, het varen met schepen en het ingraven van de kabels. In de gebruiksfase kunnen geluid en trillingen optreden door het draaien van de turbines en in de verwijderingsfase door varen en trillen. De grootste toename aan het niveau en effectgebied van geluid/trillingen treedt op bij het heien van grote monopalen die kunnen worden toegepast bij 10 MW turbines.

Vissen kunnen wat betreft het waarnemen van geluid in twee groepen worden verdeeld, namelijk in hoorspecialisten en hoorgeneralisten. Hoorspecialisten hebben speciale aanpassingen, waardoor ze een bredere range van geluiden kunnen waarnemen en/of geluid bij een lagere geluidsterkte kunnen waarnemen dan hoorgeneralisten. De meeste vissoorten zijn geluidsgeneralisten (Hastings & Popper, 2005).

In figuur 7.20 is voor een aantal zoutwatersoorten aangegeven wat de minimale geluidsterkte is waarop de betreffende vissoort geluid van een bepaalde frequentie kan waarnemen. De schol, kabeljauw, zwarte grondel en Atlantische zalm zijn soorten die ook in de Noordzee in meer of mindere mate voorkomen. Uit de figuur blijkt dat de kabeljauw van de weergegeven soorten het gevoeligst is voor geluid. De meeste vissoorten die in de Noordzee voorkomen (schar, kabeljauw, schelvis, haring, pollak, leng, zalm, zwarte grondel) zijn hoofdzakelijk gevoelig voor geluid met een frequentie tussen 100 en 300 Hz. Schol kan alleen geluid waarnemen tot circa 200 Hz. Het relatieve slechte gehoor van de schol heeft waarschijnlijk te maken met het ontbreken van een zwemblaas. De Amerikaanse fint, familie van de in Nederland voorkomende fint en elft kan alleen geluid waarnemen met een frequentie tussen 1.000 en 1.500 Hz. Roggen zijn waarschijnlijk niet in staat geluid boven 800 en 1.000 Hz waar te nemen.



Figuur 7.20 Drempelwaarden voor geluidwaarnemingen van verschillende soorten vissen (Hastings & Popper, 2005)

Hoewel vissen op grote afstand trillingen kunnen waarnemen, leidt dit in het algemeen slechts beperkt tot vermijdingsgedrag. Vissen bevinden zich immers ook op korte afstand van allerlei andere verstoringbronnen, waaronder varende schepen. De meeste vissen zijn beperkt gevoelig (100-300Hz) voor het geluid dat door varende schepen wordt voortgebracht (400-500Hz). Trekvisen als de fint zijn gevoelig voor geluid (1.000-1.500 Hz). Reactieafstanden van vissen variëren afhankelijk van de beoordeelde soort en vaartuig van 100-200 m voor normale vaartuigen tot 400 m voor luidruchtige vaartuigen (Mitson, 1995). Aangenomen mag worden dat de effecten op vissen als gevolg van de vaarbeweging niet meer dan 200 m bedragen. Gezien de tijdelijkheid van de effecten en de ruime uitwijkmogelijkheden, zijn effecten van varende schepen in de aanleg- en verwijderingsfase op vissen verwaarloosbaar.

Het heien (piledriving) van de monopiles in de aanlegfase gaat gepaard met zeer hoge geluidsniveaus en bij deze activiteit worden de meest ernstige effecten verwacht. Hoewel deze verstoring tijdelijk is, zijn de geluidsniveaus dermate hoog dat er sprake kan zijn van zware hinder en zelfs sterfte. Verboom (2005) schat op grond van Amerikaans onderzoek in, dat vissen die zich binnen 300 meter van de heiplaats bevinden, direct of na enige tijd kunnen sterven. Effecten van zeer sterk onderwatergeluid op vis kan variëren van tijdelijke of permanente gehoorschade (beschadigingen aan haarcellen in het binnenoor), tot interne bloedingen (door het hele lichaam), tot orgaanschade (lever, nieren) door plotselinge expansie van de zwemblaas, tot een ruptuur van de zwemblaas (direct dodelijk). Vissterfte als gevolg van heigeluid kan direct zijn of indirect, bijvoorbeeld doordat meeuwen vissen oppikken die tijdelijk verdoofd aan het oppervlak komen. Dergelijke effecten zijn vastgesteld in Amerikaanse studies, tot op afstanden van 500 m tot de geluidsbron (Anonymus, 2001). Sterfte door onderwatergeluid neemt af met afstand tot de bron, maar hoe precies hangt af van de lokale omstandigheden en de betrokken vissoorten (Hastings & Popper, 2005). Het verstoringseffect van heien op vissen in de bredere omgeving (>500 m) is beperkt aangezien er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn.

Omdat in de praktijk het heien met beperkte intensiteit begint zullen vissen wegzwemmen van heilocaties zodat sterfte van vissen op het moment dat er met maximale energie geheid gaat worden in principe niet zal optreden. De effecten kunnen mogelijk nog worden verminderd door het toepassen van bellenschermen, geluidabsorberende mantels voor de hei installaties e.d. Aangenomen mag worden dat voor zover sprake is van geluid dat schadelijk is voor vissen dit slechts incidenteel zal leiden tot slachtoffers. Dit betreft vissoorten met een zwemblaas. Voor soorten zonder zwemblaas zijn effecten uit te sluiten. Er van uitgaande dat vissen in de worst

case situatie niet wegzwemmen en gemiddeld in de tijd over het gehele NCP verspreid zijn, dan bevindt zich binnen het effectgebied waarbinnen schade kan optreden (500 m) circa 0,0004% van de populatie van enige vissoort ($0,25 \text{ km}^2/57.000 \text{ km}^2 \text{ NCP}$). Bij een gemiddeld maximale levensverwachting van vissen op de Noordzee van 10 jaar (worst case) is de natuurlijke sterfte 10%. De mogelijke schadelijke effecten van het heien bedraagt dan $<<1\%$ van de natuurlijke sterfte. In dit kader is er geen sprake van ecologisch relevante effect op populatieniveau van enige vissoort.

Indien vissen (met name hoorspecialisten) het windpark tijdens het heien geheel mijden bedraagt het tijdelijk verlies aan leefgebied in de aanlegfase circa 60 km^2 , dit is minder dan 0,11% van het NCP. Omdat er niet binnen het gehele park tegelijkertijd geheid wordt is het daadwerkelijke tijdelijk verlies areaal veel kleiner. De duur van de effecten bedraagt minimaal circa 38 dagen (10 MW) en maximaal circa 95 dagen (4 MW) uitgaande van de aanleg van 1 paal per dag. Gezien de tijdelijkheid van de effecten en de uitwijkmogelijkheden zijn de effecten alsnog beperkt (effectbeoordeling 0/-).

Het heien kan ook van invloed zijn op het overleven van vislarven. In eerdere effectbeoordelingen (o.a. Grontmij 2008) zijn door Deltares berekeningen uitgevoerd naar populatie effecten uitgaande van een worst case aanname van 100% sterfte binnen 1 km afstand (Prins et al. , 2009). Recent is een aantal experimentele onderzoeken (Solea solea, Bolle et al. 2012, Effect of pile-driving sound on the survival of fish larvae. Progress report 2013) uitgevoerd naar larven van zeetong, zeebaars en haring. Uit deze onderzoeken blijkt dat de eerdere berekeningen op basis van het model met 100% sterfte binnen 1 km voor windmolenparken op zee te conservatief was. De effecten van de verminderde larvenaivoer na doorwerking op de populatie blijft ruim onder de 1% van de natuurlijke sterfte. Het plangebied heeft daarbij voor zover bekend geen specifieke functie heeft als paaigebied voor vissen

Vissen (met name hoorspecialisten) kunnen in de gebruiksfase hinder ondervinden van het geluid van draaiende windturbines, vooral bij hogere windsnelheden en de daarmee gepaard gaande hogere geluidsniveaus. Bij windsnelheden van 13 meter per seconde of meer zouden vissen binnen vier meter van de monopalen worden verdreven (Wahlberg & Westerberg, 2005).

Vertroebeling in aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase

Bij het plaatsen of verwijderen van de turbines en ingraven van de kabels kan door opwoeling van de bodem vertroebeling optreden. De maximale effecten zijn te verwachten bij toepassing van een 10 MW turbine met een Gravity Based fundatie (doorsnede 40 m) omdat deze het grootste effectgebied heeft (maximaal 43 ha).

Voor het waarnemen van hun omgeving maken vissen zowel gebruik van het opvangen van trillingen met hun zijlijnorgaan als het zicht. Het zicht van vissen is in het algemeen beperkt en lijkt vooral van belang voor waarnemingen op korte afstand. De verwachting is dat eventuele afname van het doorzicht geheel gecompenseerd kan worden door het waarnemen van trillingen. Dit wordt ondersteund door het feit dat veel vissen in de Noordzee in troebel water kunnen overleven. Dit betekent tevens dat toename van de troebelheid, als het gaat om het gezien worden, geen voordeel zal opleveren ten aanzien van de kans op predatie door roofvissen. Omdat het beïnvloedingsgebied gering is ten opzichte van het NCP en de effecten per locatie tijdelijk zijn (enkele dagen) zijn de effecten beperkt (effectbeoordeling 0/-).

Straling

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. Bij haaien en roggen 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. Ze kunnen de kabels tot op een afstand van enkele tientallen meters kunnen 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 (effectbeoordeling 0).

Verandering visserij in gebruikfase

Indien het park wordt afgesloten voor bodemberoerende visserij dan kan de visstand aan bodemvissen (o.a. platvissen, roggen) zich binnen het gebied herstellen en kan dit leiden tot een hogere diversiteit en dichtheid, maar ook hogere leeftijdsklassen. Uit onderzoek bij OWEZ (Winter et al., 2010) blijkt dat voor een aantal vissen (o.a. kabeljauw) het gebied wordt gebruikt als kraamkamer waar jonge vis opgroeit (effectbeoordeling 0/+). Het effect is niet onderscheidend voor de alternatieven.

Samenvatting

De mogelijke negatieve effecten op vissen (met name vissen met een zwemblaas en hoorspecialisten) zijn het grootst bij het 10 MW alternatief wat betreft geluid/trillingen en vertroebeling. De verschillen tussen beide alternatieven zijn echter ecologisch niet relevant onderscheidend. Positieve effecten zijn mogelijk als gevolg van toename hardsubstraat en afsluiting voor de visserij.

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 7.6 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 7.6 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 AQUARIUS gegenereerde onderwatergeluidkaarten (zie bijlage 3). In deze berekeningen is er van uitgegaan dat de geluidsenergie van een enkele (maximale) heiklap maatgevend is voor gedragsverandering. Vervolgens is per soort bepaald op welke afstand van de hei-locatie de drempelwaarden voor gedragsrespons worden overschreden. Bij het berekenen van het aantal dieren door hei-geluid beïnvloede dieren is ervan uitgegaan dat dit alle dieren betreft die aanwezig zijn binnen de contour waarde drempelwaarde voor verstoring/mijding in de onderste helft van de waterkolom wordt overschreden (*worst-case*). Met de lagere geluidsniveaus nabij het wateroppervlak wordt bij de schatting van effectafstanden geen rekening gehouden, in de veronderstelling dat zeezoogdieren in hun normale (foerageer)gedrag worden verstoord als ze niet van de hele waterkolom gebruik kunnen maken. Daarnaast is ervan uitgegaan dat verstoring voor alle dieren die zich bij aanvang van de geluidsproductie binnen deze contour bevinden even lang duurt.

Daarnaast is berekend welke (cumulatieve) geluidbelasting tijdens het heien van één paal kan ontstaan en waaraan bruinvissen en zehonden die zich in de nabijheid van de hei-locatie bevinden en vervolgens met een bepaalde snelheid wegzwemmen, kunnen worden blootgesteld. De totale geluidbelasting 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

Seismisch onderzoek door met een schip via vaste transecten door het gebied te varen is in het gehele windenergiegebied Borssele reeds uitgevoerd in de periode van de voorbereiding van het nemen van het kavelbesluit (2014-2015). Daardoor zijn geen of slechts beperkte aanvullende seismische onderzoeken te verwachten voorafgaand aan de bouw van het windpark, die dan vooral gericht zullen zijn op het meer gedetailleerd onderzoeken van de exacte locaties van de windturbines die uiteindelijk gebouwd gaan worden. Het seismisch onderzoek zal daardoor lokaal en van korte duur zijn.

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 7.7 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 meet-systeem	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

			geen bekend effect lagere frequenties: korte afstand: schade grotere afstand: ver- storing	
Pinger	130 - 160	3,5 - 14	mogelijk verstoring	geen effect
Sub-bottom profiler ("boomer")	200	1 - 7	korte afstand: schade grotere afstand: ver- storing	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 de Borssele windparken 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 overlevingskansen 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 bruinvisverstoringdagen en de reductie van de bruinvispopulatie op de Noordzee. De volgende benaderingsformule geeft het verband weer als van een 95% zekerheid wordt uitgegaan (= 5% kans dat de berekende populatiereductie groter is):

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

De populatiereductie is uitgedrukt in het aantal individuen, hppd 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.

Effecten van aanleg op bruinvissen

Onlangs is door de Nederlandse overheid het 'Kader Ecologie en Cumulatie' gepubliceerd (KEC). 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 voortsnog 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.

De commissie MER heeft tussentijds geadviseerd op het concept MER voor de kavels I en II van het Borssele windpark en heeft voorgesteld om voor een acceptabele grens van een hoger percentage dan 80% van de huidige populatie uit te gaan zolang er geen sprake is van een gunstige staat van instandhouding. is besloten om de acceptabele grens te verlagen. Dat wil zeggen dat een kleiner effect is toegestaan dan waarvan in de eerdere effectbeschrijvingen in het MER is uitgegaan (jaarlijkse afname van 1.275 dieren; 637 dieren per windpark uitgaande van de uitrol conform het SER-akkoord van twee windparken per jaar).

Uitgangspunt bij de nieuwe toetsing van de effecten op de bruinvispopulatie (waarbij dus rekening is gehouden met het advies van de commissie MER) 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 (in plaats van de eerdere 20%). 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 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 heigeluid- verstoorde bruinvissen het grootst is (zie tabellen 7.8 en 7.9). Afhankelijk van de locatie waar wordt geheid, kunnen in het voorjaar respectievelijk 3.711 – 5.014 (alternatief 1) en 2.070 – 2.745 (alternatief 2) bruinvissen worden verstoord. In het najaar is de gemiddelde dichtheid van bruinvissen het laagst. Dan kunnen respectievelijk 1.258 – 1.700 (alternatief 1) of 702 - 931 (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, in het plangebied van windpark Borssele voorkomende diepte van 35 m wordt geheid en dat deze diepte contant 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 bevin-den binnen een straal van ongeveer 1,6 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandig-heden bedraagt deze afstand ongeveer 3,0 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplo-pen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,2 km onder windstille omstan-digheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Populatie

In de tabellen 7.8 en 7.9 zijn de resultaten van de berekeningen van de gevolgen van verande-ringen 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 twee paalposities met beide een waterdiepte van ca. 29 meter.

Tabel 7.8 *Gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 1 (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 1 (38 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	minimaal	maximaal	minimaal	maximaal	minimaal	maximaal
Effecten totaal						
Gem. oppervlak verstoord (km ²)	3.161	4.271	3.161	4.271	3.161	4.271
Bruinvissen binnen contour (n)	3.711	5.014	1.530	2.067	1.258	1.700
Dierversoringsdagen (NCP+BCP+ECP)	141.019	190.538	58.137	78.552	47.807	64.595
Populatiereductie totaal	1555	2101	641	866	527	712
Effecten NCP						
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km ²)	2.016	2.021	2.016	2.021	2.016	2.021
Bruinvissen binnen contour (n)	2.366	2.373	976	978	802	804
Dierversoringsdagen	89.915	90.161	37.069	37.170	30.482	30.566
Populatiereductie NCP	992	994	409	410	336	337

Tabel 7.9 *Gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 2 (95 funderingen met 1000kJ 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 (95 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Effecten totaal						
Gem. oppervlak verstoord (km ²)	1.764	2.339	1.764	2.339	1.764	2.339
Bruinvissen binnen contour (n)	2.070	2.745	854	1.132	702	931
Dierversoringsdagen (NCP+BCP+ECP)	196.683	260.813	81.086	107.524	66.678	88.419
Populatiereductie totaal	2169	2875	894	1186	735	975
Effecten NCP						
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km ²)	1.162	1.242	1.162	1.242	1.162	1.242
Bruinvissen binnen contour (n)	1.364	1.458	562	601	462	494
Dierversoringsdagen	129.598	138.464	53.429	57.084	43.935	46.941
Populatiereductie NCP	1429	1527	589	630	485	518

De berekende reductie van de bruinvispopulatie op het NCP is het grootst als voor alternatief 2 in het voorjaar op paalpositie 1 wordt geheid; de reductie bedraagt dan 1.527 dieren. Voor alternatief 1 is dit 994 dieren. Dit komt overeen met een afname van de populatie op het NCP met 1,9% (alternatief 1) en 3,0% (alternatief 2). voor de totale Noordzeepopulatie is dit respectievelijk 0,4% (alternatief 1) en 0,7% (alternatief 2). De effecten op de bruinvispopulatie zijn voor alternatief 2 ongeveer 50% groter dan voor alternatief 1. Hieruit is af te leiden dat een 2,5-voudige toename van het aantal funderingen, en daarmee van het aantal bruinverstoringsdagen, sterker doorwerkt dan een drievoudige afname van de hei-energie (effect op oppervlakte verstoord gebied).

In het gedeelte van de Noordzee waar Borssele ligt kan de heilocatie een belangrijke bepalende factor vormen voor de omvang van het uiteindelijke effect: voor deze kavel is dit echter minder relevant, aangezien de waterdiepte ongeveer gelijk is over het gehele kavel. Daarnaast is het seizoen waarin wordt geheid van belang: in het najaar is de populatiereductie het kleinst (op het NCP maximaal 337 dieren voor alternatief 1 en 485 dieren voor alternatief 2), omdat de bruinvisdichtheid dan relatief laag is; in het voorjaar zijn de maximale effecten ongeveer 3 maal zo groot. Ten slotte is te zien dat in 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 en kunnen sneller zwemmen, 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 de relatieve dichtheid volgens Brasseur et al. (2012) gebruikt. De resultaten van de berekening zijn opgenomen in tabel 7.10.

Uit de berekeningen van HWE, gebaseerd op calculaties van TNO, blijkt dat bij de constructie van kavel IV van windpark Borssele bij gemiddelde windsnelheden voor zeehonden 17 – 878 km² verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dit 52 – 1.628 km² is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen echter niet worden gehaald, omdat een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied zal daardoor aanzienlijk kleiner zijn.

Net als voor bruinvissen zijn voor zeehonden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor een situatie waarin zonder geluidsbeperkende 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 windpark Borssele voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in tabel 7.10. Maximaal gaat het om 1 zeehond die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zal mijden (alternatief 1) of om minder dan 1 zeehond (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om maximaal 0,02% (alternatief 1) of om 0,01% (alternatief 2) van de populatie die in de periodes dat wordt geheid in het door heigeluid beïnvloede gebied kan worden verstoord. Het aantal te heien funderingen in aanmerking genomen, is het effect van de constructie van alternatief 1 vergelijkbaar met dat van alternatief 2. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven.

In tabel 7.10 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 twee 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 7.10 Gevolgen van heien t.b.v. de aanleg kavel IV voor gewone zeehonden

	Alternatief 1 (38 turbines)		Alternatief 2 (95 turbines)	
	hei-energie 3.000 kJ		hei-energie 1.000 kJ	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Zeehonden binnen contour (n)	1	1	0	0
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,02	0,01	0,00	0,01
Dierverstoringsdagen (n)	50	35	37	45
Totaal aantal zeehonden verstoord	1 – 43		0 – 41	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,01 – 0,5		0,01 – 0,5	

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 doorerekend. Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied van windpark Borssele voorkomende diepte van 35 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 en kunnen sneller zwemmen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden. 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 Borssele, 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.

Populatie

De conclusie is dat effecten van heigeluid bij de aanleg van windpark Borssele op gewone zeehonden op populatieniveau zijn uit te sluiten, aangezien Kavel IV van het windpark Borssele relatief ver van de kust ligt, waar de zeehondendichtheid laag is, waardoor het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden gering is. Daarnaast is de omvang van het beïnvloede gebied gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.). Ook is de minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringcontour en de kust is dermate groot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd. Tenslotte is het effect tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

Voor grijze zeehonden konden geen aparte berekeningen worden gemaakt. De (groeierende) populatie grijze zeehonden in Nederland is echter kleiner dan die van gewone zeehonden (ca. 3.400 in 2012, Strucker et al. 2013). Wanneer uitgegaan wordt van een vergelijkbare ruimtelijke verspreiding als bij gewone zeehonden zullen minder dan 1 (alternatief 1 en 2) grijze zeehonden tijdens het heien worden verdreven. De verwachting is dat de werkelijke aantallen nog lager zullen zijn, omdat buiten 20 km van de kust dichtheden Grijze zeehonden zeer laag zijn (lager dan Gewone zeehonden) (Aarts e.a. 2013).

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; Teil-

mann e.a., 2006)³³. Dit is geheel in lijn met de conclusies die in de passende beoordelingen van 2008 op grond van theoretische overwegingen zijn getrokken.

Onderwatergeluid als gevolg van vaartuigen

In de bedrijfsfase zal het windpark regelmatig worden bezocht door werkschepen die worden ingezet voor onderhoud- en reparatiewerkzaamheden. Deze schepen produceren onderwatergeluid dat door zeezoogdieren en vissen zal worden gehoord. Het is niet uit te sluiten dat zij tot op enkele honderden meters worden gemeden (m.n. door zeezoogdieren).

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 en vissen

De belangrijkste negatieve effecten op bodemdieren zijn het gevolg van het ruimtebeslag (worst case 10 MW turbine met een gravity base fundatie, doorsnede 40 m) en bodemverstoring. Gezien de beperkte omvang van de effecten ten opzichte van het NCP zijn de maximale effecten alsnog gering. Daarnaast zijn er positieve effecten op bodemdieren door de toename aan hardsubstraat en het stoppen van de bodemberoerende visserij.

De belangrijkste negatieve effecten op vissen zijn het gevolg van het ruimtebeslag (worst case 10 MW turbine met een gravity base fundatie, doorsnede 40 m) en geluid- en trillingen door heien van de funderingen (worst case 10 MW, monopile 10 m). Gezien de beperkte omvang van de effecten ten opzichte van het NCP zijn de maximale effecten alsnog gering. Wat betreft het heien zijn de effecten bovendien tijdelijk. Daarnaast zijn er ook positieve effecten op vissen door de toename aan hardsubstraat en het stoppen van de bodemberoerende visserij. Omdat deze effecten in de praktijk nog niet voldoende zijn aangetoond worden deze vooralsnog als beperkt positief beoordeeld.

7.5.2 Zeezoogdieren

Effecten van aanleg

Tijdens de aanleg treden effecten op vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door heideactiviteiten voor zowel bruinvissen als zeehonden. Tijdens het heien kunnen meerdere dieren verstoord worden, door zich binnen de geluidscontour te bevinden waarbinnen een verandering van het gedrag optreedt. Het aantal dieren dat gehinderd wordt is afhankelijk van de omvang van de contour en de dichtheid van de diersoort ter plaatse. Vervolgens is de duur van verstoring van belang voor de mate van verstoring. Naast verstoring kan ook aantasting optreden. Beide effecten kunnen vervolgens weer invloed hebben op de populatie van de diersoort, op zowel het niveau van de Noordzee als het Nederlands Continentaal plat.

³³ 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.

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 negatiever (--) dan alternatief 2 (-). Wanneer naar het aantal dierverstoringsdagen wordt gekeken, blijkt echter dat alternatief 2 negatiever scoort (--) ten opzichte van alternatief 1 (-). De tijdsduur van de verstoring is hierin bepalend. Wat betreft aantasting van bruinvissen scoren beide alternatieven licht negatief, vanwege de beperkte omvang van de contour waarbinnen PTS kan optreden. Wat betreft populatiereductie op de Noordzee wordt alternatief 1 als negatief (-) beoordeeld, en alternatief 2 als zeer negatief (--).

Voor wat betreft zeehonden scoren beide alternatieven licht negatief (0/-) ten aanzien van het verstoord oppervlak. Ten aanzien van het aantal verstoorde zeehonden scoort alternatief 2 (0) beter dan alternatief 1 (0/-). Het effect op het Nederlandse populatieniveau is in beide alternatieven als neutraal beoordeeld (0), aangezien de effecten op dit niveau gezien marginaal zijn. Voor wat betreft het aantal dierverstoringsdagen scoren alternatief 1 en 2 licht negatief (0/-). Het aantal aangetaste dieren en de doorwerking hiervan op de populatie van de Noordzee zijn voor beide alternatieven marginaal en worden daarom als neutraal beoordeeld (0).

Voor de beoordeling van de effecten voor de aanleg van het windpark wordt een keuze gemaakt in de scores, daar waar deze verschillend is tussen zeehonden en bruinvissen. Aangezien voor bruinvissen de meeste effecten zullen optreden wordt deze score gehanteerd in de uiteindelijke effectbeoordeling.

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 Flora- en faunawet (Ffwet) en de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) gebeurt in respectievelijk bijlage 7 en in bijlage 8 (Passende Beoordeling).

Tabel 7.11 Effectbeoordeling onderwaterleven

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op:	<i>Bodemdieren</i>		
- Biodiversiteit	- Ruimtebeslag	0/-	0/-
- Recruitement	- Verandering substraat	+	+
- Dichtheden/biomassa	- Geluid/trillingen	0	0
- Bijzondere soorten	- Vertroebeling	0	0
	- Bodemverstoring	0/-	0/-
	- Straling	0	0
	- Verandering visserij	0/+	0/+
	<i>Vissen</i>		
	- Ruimtebeslag		
	- Verandering substraat	0/-	0/-
	- Geluid/trillingen	0/+	0/+
	- Vertroebeling	0/-	-
	- Straling	0	0
	- Verandering visserij	0	0

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

7.6 Cumulatie

7.6.1 Vissen en benthos

Mogelijke cumulatie betreffen de effecten van ruimtebeslag op vissen en bodemdieren en geluid- en trillingen voor vissen in dezelfde periode in hetzelfde gebied.

7.6.2 Zeezoogdieren

Voor het verkrijgen van een indruk van de cumulatieve effecten van de constructie van de in kavel IV en IV gelegen delen van het windpark Borssele op de zeezoogdieren van het NCP met andere initiatieven zijn de volgende scenario's beschouwd:

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

Voor de cumulatie met andere initiatieven is ervan uitgegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor in het voorjaar zullen plaatsvinden (*worst case*). Er is daarbij gekozen voor het windpark Mermaid³⁴, bestaande uit 38 turbines van 6 MW. Aangenomen is dat de hei-energie 2.000 kJ bedraagt (aannname TNO). Verder is aangenomen dat 45% van het verstoringsoppervlak over het NCP valt.

³⁴ 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*.

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 IV en IV volgens alternatief 2 in 1 seizoen past bijvoorbeeld niet (= totaal 6,3 maand ervan uitgaande dat er nooit op dezelfde dag wordt geheid) en al helemaal niet als dan ook voor Mermaid wordt geheid. Als voor de twee Borssele windparken alle funderingen op dezelfde dag zouden worden geheid ontstaat volledige overlap van het verstoorde oppervlak, aangezien elk contour een dag 'blijft staan'

Cumulatieve 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 Borssele in twee alternatieve opstellingen en het windpark Mermaid in België (basisscenario) zijn opgenomen in tabel 7.12 en tabel 7.13. 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.

Tabel 7.12 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvis op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken (alternatief 1) en het Belgische Mermaid (basialternatief) in één jaar

	jan- mei	sep – dec	impulsda- gen	Dierversto- ringsdagen	Populatiereductie (5 ^e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
Borssele	III, IV		76	160.603	1.771	3,5
	III	IV	76	101.089	1.115	2,2
	IV	III	76	113.961	1.257	2,5
		III, IV	76	54.446	601	1,2
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			minimaal	108.665	1.199	2,4
			maximaal	214.822	2.369	4,6

Tabel 7.13 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvis op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken (alternatief 2) en het Belgische Mermaid (basialternatief) in één jaar

	voorjaar	najaar	impulsda- gen	Dierversto- ringsdagen	Populatiereductie (5 ^e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
Borssele	III, IV		190	240.487	2.651	5,2
	III	IV	190	151.894	1.675	3,3
	IV	III	190	170.121	1.876	3,7
		III, IV	190	81.528	899	1,8
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			minimaal	135.746	1.497	2,9
			maximaal	294.705	3.249	6,4

Cumulatieve 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 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 van 2.000 kJ. De resultaten van de berekeningen staan in tabel 7.14. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** 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 7.14 Cumulatieve effecten van heigeluid op zeehonden op het NCP door aanleg van 2 Borssele windparken en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

		Impulsdagen	Verstoorde dieren per geheide fundering	Dierversoringsdagen	% NCP
Borssele III/IV	alternatief 1	76	3	128	0,04 – 1,6
	alternatief 2	190	1	92	0,01 – 1,1
Mermaid		38	< 1	30	0,01 – 0,04
cumulatief minimaal					0,05 – 0,04
cumulatief maximaal					1,5 – 2,0

Uit het overzicht in tabel 7.14 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.

7.6.3 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 7.15 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 7.15 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 (individueel) 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 $1 \mu Pa^2 s$ is uitgegaan (i.p.v. de voor het Borssele windpark gehanteerde $SEL_1 = 140$ dB re $1 \mu Pa^2 s$).

Uit de tabel is af te leiden dat bij volledige uitvoering van het SER-akkoord volgens de onderzochte scenario's significante effecten op de bruinvisspopulatie op het NCP niet zijn uit sluiten, zelfs niet als een zeer strenge geluidsnorm wordt toegepast.

7.6.4 Cumulatieve effecten op de totale Noordzee

Ook is doorgerekend wat het effect op de totale bruinvisspopulatie van de Noordzee (227.298 dieren) zou zijn van een scenario waarin zowel de bouw van windparken in Nederland, Duits-

land, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk zich gelijktijdig voordoen. Voor Nederland is daarbij uitgegaan van de bouw van 2 parken in het voorjaar. De resultaten van deze berekening staan in tabel 7.16. 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 verstoringscontouren.

Tabel 7.16 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee.

Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringsdagen	Additionele populatiereductie (individueen) na 6 jaar			
			Mediaan (50 ^e per-centiel)	5 ^e per-centiel	10 ^e per-centiel	90 ^e per-centiel
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 SEL1 = 136 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ is uitgegaan (i.p.v. de voor het Borssele windpark gehanteerde SEL1 = 140 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$).

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. Indien een geluidsnorm wordt gehanteerd van SEL₁ van maximaal 160 dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m van de heillocatie (zie volgende paragraaf 7.7) voor een nadere toelichting), dan zal geen aantasting plaatsvinden van de populatie bruinvissen op het NCP en zal de bijdrage van de Nederlandse parken met circa een factor 10 afnemen.

7.7 Mitigerende maatregelen

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 4 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.

7.7.1 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 verstoorte dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorte dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoort gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

1. De oppervlakte door geluid verstoort gebied te beperken en/of
2. De heilwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
3. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken.

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

- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten (zoals Borssele) voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen; voor kavel IV kan dit tot een factor 2 in oppervlakte verstoort gebied verschillen;

- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstille; het verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;
- De propagatie van heigeluid te beperken door het toepassen van geluiddemping (bellenschermen e.d.).

Ad 2. 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 verstoringcontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Ad 3. Het aantal impulsdagen beperken

Uit de analyses blijkt dat een 2,5-voudige toename van het aantal te heien funderingen van alternatief 2 t.o.v. alternatief 1 en daarmee het aantal impulsdagen sterker doorwerkt dan een drievoudige afname van de hei-energie. Het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines waarvoor een hogere hei-energie nodig is, pakt dus gunstiger uit dan de aanleg van een windpark met veel, kleine turbines die met een lagere hei-energie kunnen worden geheid. Het halen van een relatief lage geluidsnorm van 160 dB zal echter bij het gebruik van een hoge hei-energieën waarschijnlijk niet eenvoudig zijn. Uit, door TNO uitgevoerde berekeningen blijkt echter dat ook bij het hanteren van een hogere geluidsnorm effecten op de bruinvispopulatie waarschijnlijk aanvaardbaar zijn (Heinis & de Jong, 2015).

7.7.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering

Verschillende overwegingen zijn door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een normstelsel 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. Voor de andere windenergiegebieden waar de routekaart zal worden gerealiseerd zal opnieuw de geluidsnorm worden vastgesteld, met de randvoorwaarde dat ook daar de acceptabele grens van 255 dieren per windpark niet overschreden mag worden. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode³⁵. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel 7.17.

Tabel 7.17 Normstelling voor windparken in gebied Borssele, met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Borssele I – IV	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
95 (hier onderzocht)	159	165	166
76	160	166	167
63	162	167	169
54	163	169	170
48	163	169	171

³⁵ Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger 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.

42	164	170	172
38 (hier onderzocht)	165	171	172

* 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 verstoringcontour (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 bruinvisspopulatie op het NCP

Tabel 7.18 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 heillocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie tabel 7.17). 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 bruinvisspopulatie 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 (ca. 32 meter). In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvisspopulatie door de aanleg van kavel IV niet groter zal worden dan 184 dieren (constructie van alternatief 2 in de periode juni – augustus). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park zal door de aanleg van kavel IV van windpark Borssele voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

Tabel 7.18 Effecten van heien voor aanleggen van kavel IV van het Borssele windpark (alternatief 1: 38 funderingen, alternatief 2: 95 funderingen) op de bruinvisspopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringdagen

	alternatief 1 (38 turbines)			alternatief 2 (95 turbines)		
	norm (dB re 1 $\mu Pa^2 s$ op 750 m)	bvdd	pop. reductie	norm (dB re 1 $\mu Pa^2 s$ op 750 m)	bvdd	pop. reductie
jan – mei	165	16.188	179	n.v.t. *	0	0
juni - aug	171	15.359	170	165	16.720	184
sep – dec	172	14.402	159	166	15.865	175

* Voor de aanleg van alternatief 2 is het niet toegestaan in de periode jan – mei te heien

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 1,6 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 3,0 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 1,2 km onder windstille omstandigheden. 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 (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 $\mu Pa^2 s$ 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 berekend dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel IV (32 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m maximaal 176 – 177 dB re 1 $\mu Pa^2 s$. Deze waarde ligt nog 4 tot 5 dB boven de soepelste geluidsnorm van $SEL_1 = 172$ dB re 1 $\mu Pa^2 s$ op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustisc 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 ge-

luidsnorm 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 zullen de effecten zullen nog lager uitvallen dan reeds is beschreven. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, waarvan de kans al verwaarloosbaar is zonder dat geluidsbeperkende maatregelen worden genomen.

7.8 Leemten in kennis

7.8.1 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.

7.8.2 Zeezoogdieren

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

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen

Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door het geschatte verstoringsoppervlak (oppervlakte binnen contour waar in met AQUARIUS gegenereerde geluidskaarten de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden) te vermenigvuldigen met de geschatte (niet door onderwatergeluid verstoorde) dierdichtheid in dat gebied voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt.

- Het totale aantal dierverstoringsdagen is berekend door het aantal, op een dag mogelijk verstoorde dieren te vermenigvuldigen met de duur van de verstoring. Uit de tot nu toe beschikbare informatie over de duur van de verstoring is nog geen eenduidig beeld naar voren gekomen. De modeluitkomsten blijken echter relatief gevoelig te zijn voor keuzes die hierin worden gemaakt (8, 24 en 48 uur).
- Voor bruinvissen geldt dat de beschikbare dichtheidsschattingen een grote onzekerheid kennen (95% betrouwbaarheidsinterval rond de hier gebruikte gemiddelde schattingen ligt tussen ongeveer -50% en +100% [Geelhoed et al, 2011]). Ook is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sexe- en leeftijd-specifieke variatie hierin. Hoewel in Deense wateren (zender)onderzoek loopt, waardoor voor individuele dieren vooral voor de regio van Kattegat/Skagerrak meer informatie beschikbaar is (e.g. [Sveegaard, 2011]), 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 IMARES op basis van telemetriegegevens een kaart met de ruimtelijke variatie in de relatieve dichtheid van gewone zeehonden gemaakt [Brasseur et al, 2012]. Voor grijze zeehonden is een dergelijke kaart ook gemaakt [Brasseur et al. 2010], maar deze is op gegevens van een beperkt aantal dieren gebaseerd en daarom minder betrouwbaar. In de laatste jaren zijn veel nieuwe zendergegevens, zowel voor gewone als grijze zeehond beschikbaar gekomen. Ook is de kwaliteit van de gegevens doordat GPS-zenders zijn gebruikt sterk verbeterd. Ontwikkeling van kaarten waarin deze nieuwe gegevens zijn

verwerkt, indien mogelijk voor verschillende seizoenen, zou het mogelijk maken een betere schatting van het aantal door geluid verstoorde gewone en grijze zeehonden te maken.

Doorvertalen van dierverstoring naar vital rates

Bij het bepalen van effecten op de bruinvisspopulatie 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 overlevingskansen 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 weggenomen als meer kwantitatieve informatie beschikbaar zou komen over de relatie tussen verstoring en de gezondheid/conditie van individuele dieren (van verschillende leeftijd). Daarmee wordt het mogelijk een 'full PCoD model' toe te passen (zie Figuur 2-7 in Heinis & de Jong, 2015).

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

- Invloed van verstoring op voedselopname en energieverbruik ('time-budget' analyse): Dit aspect is, meer dan voor andere zeezoogdieren van belang voor bruinvissen, omdat zij relatief klein zijn en regelmatig moeten eten om op gewicht te blijven. Zij zijn daarom relatief gevoelig voor verstoring, omdat dat gevolgen kan hebben voor hun voedselopname. Het gaat om vragen als: bij welke mate van verstoring verbruikt een verstoord dier meer energie dan een niet verstoord dier, bij welke mate van verstoring stopt een dier met foerageren, treedt gewenning op, hoe lang kan een dier zonder eten, onder welke omstandigheden (w.o. duur van vasten, voedselbeschikbaarheid) kan een (tijdelijk) tekort zonder substantiële invloed op de overlevingskansen 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 seizoensvariëaties in het voorkomen samen met variëaties 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 Borssele kan effect hebben op de scheepvaartveiligheid doordat schepen in aanvaring kunnen komen met windturbines en doordat de aanwezigheid van een windpark kan leiden tot een verhoogde kans op aanvaring tussen 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 olievrachtersreinigingen die in 2002 zijn opgetreden bij scheepsrampen bij de Noordkust van Spanje (de enkelwandige olietanker Prestige) en de Zuidoostkust van Engeland (de Tricolor).

Momenteel is het uitgangspunt is dat het windpark wordt afgesloten voor de scheepvaart. In het ontwerp NWP2 wordt echter voorgesteld om het windpark open te stellen voor doorvaart en medegebruik voor schepen tot 24 meter. De effecten van openstelling zijn daarom ook behandeld in dit hoofdstuk.

Om de effecten op scheepvaartveiligheid in beeld te brengen is een specialistische veiligheidsstudie uitgevoerd door het MARIN (Van Schaijk, 2015). De rapportage van het MARIN is opgenomen in bijlage 6. 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 (4 MW) waarvan de fundering een grote diameter heeft (jacket) en een scenario met weinig turbines (10 MW) waarvan de fundering een kleine diameter heeft (monopile).

Te beschouwen alternatieven:

Alternatief 1: 95 windturbines met een vermogen van 4 MW, op een jacket fundatie met een afmeting van circa 17 x 17 m vlak boven zeeniveau.

Alternatief 2: 38 windturbines met een vermogen van 10 MW, 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

Aspecten	Beoordelingscriterium
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving
Scheepvaart	Wijziging in routestructuur
	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart

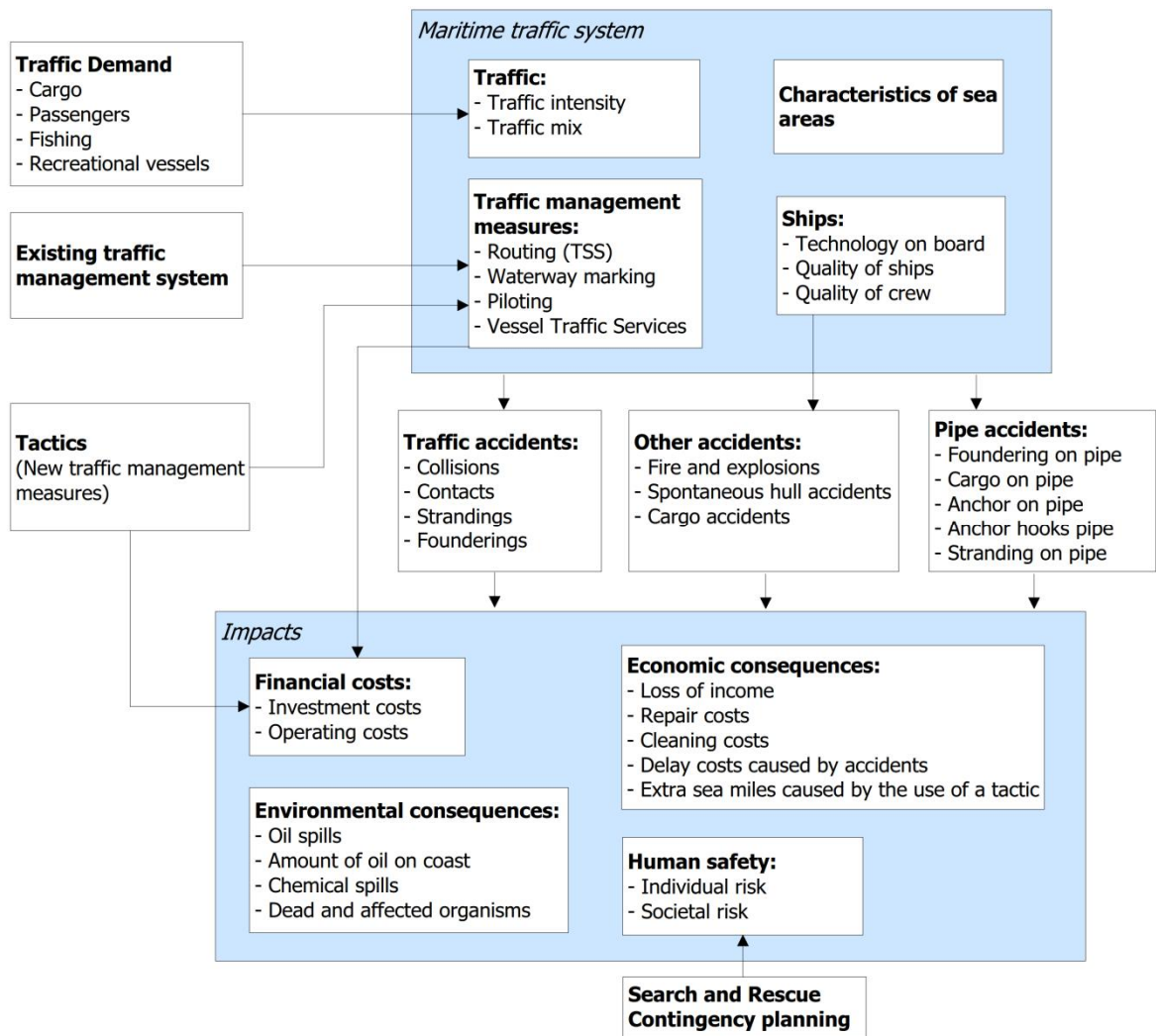
8.4 Aanpak Marin

8.4.1 SAMSON

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 Goederenvervoer (nu 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 Systeemdiagram 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 wegnetwerk 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. Daarnaast wordt uitgegaan van de volledige afsluiting van het windenergiegebied aan de Belgische zijde, doorvaart is hier niet mogelijk.

De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes zijn bepaald door alle scheepsreizen van een jaar die geheel of gedeeltelijk over de Noordzee hebben plaatsgevonden, toe te wijzen aan deze links. Al deze scheepsreizen worden door Lloyd's List Intelligence (voorheen Lloyd's Marine Intelligence Unit) verzameld. De laatste keer dat deze informatie ten behoeve van SAMSON is gekocht en verwerkt, betrof alle scheepsreizen van het jaar 2012. Bij het toewijzen van het verkeer worden de aantallen schepen varend van vertrekpunt A naar bestemming B uit 2012 gerouteerd over de huidige routestructuur.

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 heeft met name in de laatste jaren plaatsgevonden als gevolg van de 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), maar 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 wordt bereikt vanwege de huidige crisis.

Voor kavel III en IV van windenergiegebied Borssele is een aangepaste verkeersdatabase gebruikt, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het routegebonden verkeer niet door windenergiegebied Borssele vaart. Alle vier de kavels worden afgesloten voor verkeer, aangezien het zeer waarschijnlijk is dat bij een toekomstig kavelbesluit voor kavels III en IV, ook de kavelbesluiten voor kavels I en II reeds zijn vastgesteld. De aanvarings- en aandrijvingsfrequenties voor de turbines worden alleen bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de vier kavels zijn vrijgemaakt van verkeer. Dit is dezelfde verkeersdatabase als in de veiligheidsstudie voor kavels I en II (Van Schaijk & Koldenhof, 2015) is gebruikt; de routegebonden verkeersstromen veranderen niet indien naast kavels I en II ook kavels III en IV afgesloten worden van routegebonden 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.

Binnenkort kan een betere verdeling van deze scheepvaart worden bepaald aangezien steeds meer niet-routegebonden schepen al dan niet verplicht zijn uitgerust met een AIS-transponder. Voor de tussenfase is voor de visserij op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) gebruik gemaakt van de Vessel Monitoring through Satellite (VMS) gegevens van 2009 van Nederlandse schepen op het NCP. VMS-gegevens zijn satellietgegevens met informatie over de verspreiding van de visserijvloot door de tijd. Visserijsschepen groter dan 15 m waren in dat jaar VMS-plichtig. Aangezien de VMS-gegevens gevoelige informatie bevatten, kon de data alleen anoniem voor de Nederlandse vloot ter beschikking worden gesteld. Het aandeel van de Nederlandse vloot op het NCP is 80%. Daarom zijn de cijfers vermenigvuldigd met 1.25. Door een koppeling met EU-logboeken (VIRIS database) is de scheepslengte achterhaald. De activiteit van een schip op het moment van registratie (varend of vissend) is vastgesteld op basis van de vaarsnelheid, het vistuig en in sommige gevallen het motorvermogen van het schip.

Voor de supply- en werkvaart is naast de gegevens beschikbaar vanuit VONNOVI ook gebruik gemaakt van de gegevens beschikbaar in de scheepsreizen database van Lloyd's List Intelligence. Hiervoor zijn dus de gegevens gebruik gebaseerd op 2012 met een voorspelling naar 2020. Het gaat hierbij wel om de grotere supply- en werkschepen die veelal op standaard routes varen en dus toegewezen worden aan de route structuur.

Voor de berekeningen van het niet-routegebonden verkeer is voor het NCP en BCP 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 en volledige alternatieve databron beschikbaar. Binnen een ander project voor RWS (onderhoud SAMSON-model) zal hiervoor een update worden gemaakt, deze was niet beschikbaar tijdens de uitvoering van de studie voor kavel III en IV.
- Visserij: Voor het NCP is hierbij gebruik gemaakt van VMS-gegevens van 2009, waarbij de cijfers zijn vermenigvuldigd met 1.25 ter compensatie van de niet-Nederlandse vloot. Deze VMS-gegevens, in vergelijking met de visserijgegevens van de VONNOVI-vluchten, toonden aan dat er sinds 2000 een daling van 40% in de visserijbeweging heeft plaatsgevonden. Deze inkrimping van 40% in de 9 jaar tussen 2000 en 2009 wordt ook voor het Belgische deel van de Noordzee als realistisch ervaren door experts en is daarom voor het BCP ingebracht in de scenario's in deze studie. Aangezien het niet bekend is hoe de visserij zich verder ontwikkelt 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: de dichtheid van de kleinere werk- en supplyvaart is gebaseerd op de gegevens van de VONNOVI-vluchten.

De aanvarings- en aandrijvingsfrequenties voor de turbines voor het niet-routegebonden verkeer worden bepaald voor deze verkeersdatabase. Hierbij wordt tevens uitgegaan van de aanwezigheid van kavels I, II, III en IV.

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 zijn de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (windturbine)
 - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
 - als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van het windpark op de scheepvaart buiten de windparklocatie te kwantificeren, is het risiconiveau met en zonder het windpark 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 aandrijvingsfrequenties 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.

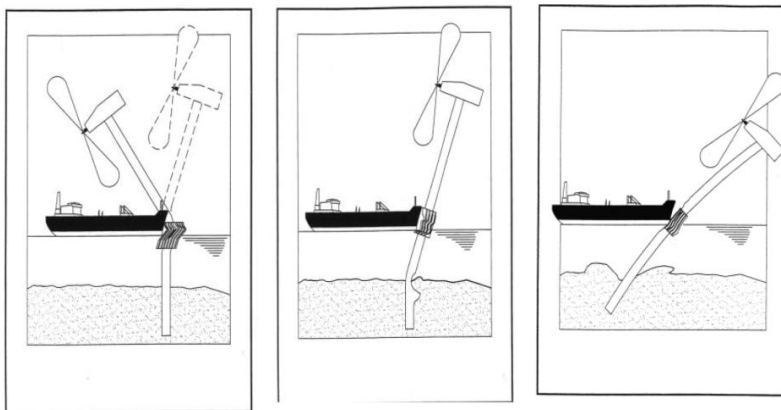
Van de schepen die in aanvaring of aandrijving met het windpark komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de energie die maximaal aanwezig is in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis 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 frequenties 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 Figuren van de 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. Wat in werkelijkheid gebeurt, hangt van veel constructiewaarden en omgevingsfactoren af. Ook de breedte en de diepgang van het schip zijn hierbij factoren die van belang zijn. Voor de nu uitgevoerde berekeningen wordt aangenomen dat de mast met gondel altijd op het schip valt ingeval van knikken.

In tabel 8.2 is een overzicht gegeven van verschillende bezwijkvormen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine per scheepsgrootte. Ook is in de tabel aangegeven wat de verwachte schade aan het schip zal zijn. Dit is de gevolgschadetabel die ook in Barentse (2001) is gebruikt. Het bovenste deel van tabel 8.2 geldt wanneer de windturbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken. Pas vanaf een scheepsgrootte van 1000 GT kan dit optreden (kans 5-10%) en bij schampen treedt dit pas op bij 1600 GT. Bij aandrijven is de energie onvoldoende om de turbine te doen knikken.

Bij frontale en frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg van het schip, maar zal geen ernstige schade optreden in het ladinggedeelte van het schip ("Geen" in tabel 8.2). De constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) is zeer stijf waardoor de schade beperkt zal blijven tot het deel van het schip voor het aanvaringsschot, waar lek raken geen uitstroom tot gevolg heeft omdat er geen lading of brandstof in dit deel van het schip aanwezig is. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaiende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Wel kan er schade ontstaan aan het dek, in het geval de mast en/of gondel op het dek valt. Bij aandrijving van een windturbine wordt geen milieuschade verwacht omdat de windturbine zodanig is opgebouwd dat er geen uitsteeksels zijn die de huid van het tegen de windturbine drijvende schip beschadigen.

Tabel 8.2 *Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan turbine en schip*

Bezijkvormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal midden-schips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
			Turbine	Schip		Turbine	Schip		Turbine	Schip		Turbine	Schip
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1.000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1.000-1.600	5%	GosMos ³⁶	Dek	0%	Ja	Geen						
	1.600-10.000	10%	GosMos	Dek	5%	GosMos	Dek						
	10.000-30.000	10%	GosMos	Dek	10%	GosMos	Dek						
	30.000-60.000	10%	GosMos	Dek	10%	GosMos	Dek						
	60.000-100.000	10%	GosMos	Dek	10%	GosMos	Dek						
	>100.000	10%	GosMos	Dek	10%	GosMos	Dek						
Scharnieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1.000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1.000-1.600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1.600-10.000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10.000-30.000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30.000-60.000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60.000-100.000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100.000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

³⁶ GosMos = Gondel op schip en Mast op schip na plastische vervorming.

Bepalen persoonlijk letsel en milieuschade

Voor de windturbines zijn de frequenties van de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende schade in termen van persoonlijk letsel en milieuschade 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:

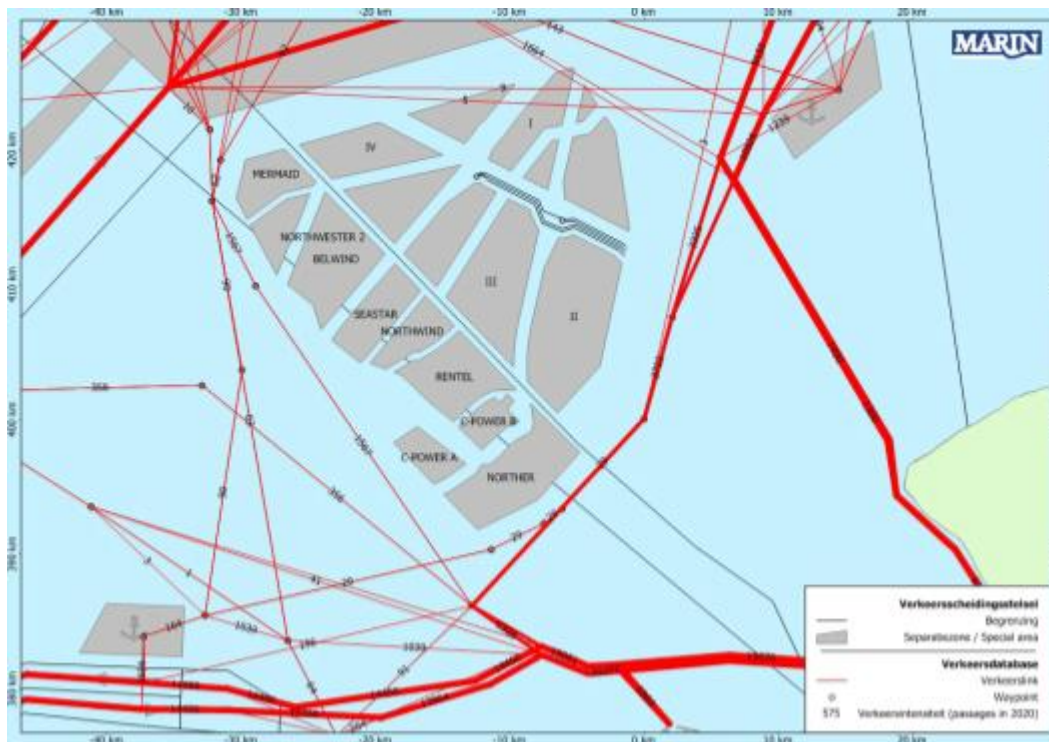
- Aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm.
- Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in tabel 8.2). Aangezien niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, 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.

8.5 Effectbeschrijving

8.5.1 Inleiding

Verkeer rond windenergiegebied Borssele wordt beïnvloed door reeds aanwezige of nog te bouwen windparken in de omgeving. In de studie van MARIN (Van Schaijk, 2015) is er daarom vanuit gegaan dat het windenergiegebied aan de Belgische zijde wordt afgesloten voor verkeer en is gewerkt met de routing die is opgesteld voor 2020. Deze situatie wordt beschouwd als het nulalternatief in deze studie, windenergiegebied Borssele is hierin niet aanwezig. De routegebonden verkeersdatabase die hierbij hoort is weergegeven in figuur 8.3. De kavels I, II, III en IV zijn hierin ter indicatie weergegeven, evenals de platforms en kabelinfrastructuur van TenneT. Het nulalternatief is alleen doorerekend om de effecten van het verschuiven van de verkeersroutes op de verkeersveiligheid buiten het windpark te berekenen.



Figuur 8.3 Verkeerssituatie voor het nulalternatief (2020) waarin alle Belgische windparken zijn afgesloten voor verkeer, maar het verkeer geen rekening hoeft te houden met windenergiegebied Borssele

Daarnaast is er in de studie van MARIN (Van Schaijk, 2015) gewerkt met het scenario voor het verkeer in 2020 waarin de kavels I, II, III en IV zijn afgesloten van verkeer. Doordat er links zijn die in het nulalternatief door of vlak langs kavel I en IV lopen (zie figuur 8.3), zijn deze links bij de routing van dit scenario verlegd. De routegebonden verkeersdatabank die bij dit scenario hoort, is weergegeven in figuur 8.4. Hierin zijn opnieuw alle vier de kavels van windenergiegebied Borssele en de platforms en kabelinfrastructuur van TenneT weergegeven.



Figuur 8.4 Verkeerssituatie voor het scenario (2020) waarin kavels I, II, III en IV zijn afgesloten voor het verkeer, net als het windenergiegebied aan Belgische zijde

Het niet-routegebonden verkeer is als dichtheid meegenomen in de berekeningen. Het gemiddeld aantal aanwezige niet-routegebonden schepen in de gridcellen die het gehele windenergiegebied Borssele dekken is 0.6233. Dit betekent dat wanneer op willekeurige momenten een luchtfoto gemaakt wordt van het gehele windenergiegebied Borssele er gemiddeld op 1 van de 2 foto's een niet-routegebonden schip zichtbaar is. In de berekeningen is aangenomen dat alle vier de kavels worden afgesloten van verkeer, dus ook voor het niet-routegebonden verkeer. Dit betekent dat de schepen die eerst in de kavels voeren nu naar de rand van de kavels verplaatst worden. Het totale aantal gemiddelde aanwezige schepen verandert dus niet, maar de locatie waar ze varen wel. Gemiddeld genomen is ongeveer 25% van de aanwezige niet-routegebonden schepen recreatievaart, 25% kleinere supply-/werkvaart en 50% visserij.

8.5.2 *Kans op aanvaringen en aandrijvingen*

Door de aanwezigheid van het windpark is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de frequentie 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.

Uit het model blijkt dat de windturbines aan de noordkant van het park een relatief hoge aanvaringsfrequentie hebben vergeleken met de turbines in het midden en aan de zuid-oostkant van het park. Dit komt doordat de verkeersbeweging richting Rotterdam dichters langs kavel ligt dan de overige verkeersbanen rond windenergiegebied Borssele, welke tevens op afstand worden gehouden door kavels I, II en III en het windenergiegebied aan de Belgische zijde.

In tabel 8.3 zijn de aanvarings/aandrijvingsfrequenties per jaar weergegeven voor beide alternatieven gesommeerd over alle windturbines. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen routegebonden schepen (R-schepen) en niet-routegebonden schepen (N-schepen). Uit de tabel blijkt dat voor alternatief K4_4MW de frequenties hoger zijn dan voor alternatief K4_10MW. Dit komt vooral door het hogere aantal turbines. De totale aanvarings- en aandrijvingsfrequentie voor alternatief K4_4MW is 0.050634 per jaar, of te wel eens per 20 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Dit is ruim twee en een half keer zo groot dan bij de alternatief K4_10MW.

Tabel 8.3 *Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per alternatief*

Alternatief	Oppervlakte (km ²)	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
K4_4MW	66.23	95	0.000681	0.005374	0.041387	0.003193	0.050634
K4_10MW	62.87	38	0.000231	0.001412	0.016177	0.001058	0.01878

De aanvaringsfrequenties worden voor een groot gedeelte bepaald door de afstand van de verkeersstromen tot de turbines. De gemiddelde afstand tot de (noordelijke) turbines van niet-routegebonden schepen is bij deze locatie (veel) kleiner dan de afstand van routegebonden schepen op de grotere doorgaande route. Hierdoor is de frequentie van een aanvaring met een turbine door niet-routegebonden schepen groter dan de frequentie voor de routegebonden schepen.

Voor de aandrijvingsfrequentie speelt naast de afstand ook de lengte van een schip een zeer bepalende factor; een klein schip heeft een kleinere kans de turbine te raken wanneer het eenmaal op drift is ten opzichte van een groot schip. Daarbij komt dat de kans van het uitvoeren van een succesvolle ankerprocedure in geval van nood groter is bij kleinere schepen dan bij grotere. Hierdoor laat de aandrijffrequentie een andere verhouding zien, waarbij de frequentie voor het routegebonden verkeer groter is dan de frequentie voor het niet-routegebonden verkeer.

Omdat de frequenties vooral afhangen van het aantal turbines, zijn in tabel 8.4 de gemiddelde frequenties per turbine gegeven. Hieruit blijkt dat de gemiddelde frequentie per jaar voor een

turbine in alternatief K4_4MW 0.0005330 (eens per 1880 jaar) bedraagt en in alternatief K4_10MW 0.0004968 (eens per 2010 jaar). Deze grotere frequentie voor een aanvaring of aandrijving per jaar voor alternatief K4_4MW wordt veroorzaakt door de grotere afmeting van de jacket ten opzichte van de monopaal.

Tabel 8.4 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine per alternatief

Alternatief	Oppervlakte (km ²)	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per turbine		Totaal per turbine
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
K4_4MW	66.23	95	7.166E-06	5.657E-05	4.357E-04	3.361E-05	5.330E-04
K4_10MW	62.87	38	6.082E-06	3.715E-05	4.257E-04	2.785E-05	4.968E-04

8.5.3 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 milieu-schade.

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_4MW wordt ongeveer 88.1% van de contacten met turbines door driften veroorzaakt en 11.9% door rammen. Verder blijkt dat het voor 83.1% routegebonden schepen betreft. Het aantal aanvaringen dat een impact heeft boven een bepaalde energiewaarde, zal afnemen naar mate die drempelwaarde toeneemt. Er vinden nooit aandrijvingen plaats met een impact van meer dan 375 MJ. Alleen aanvaringen hebben een impact van meer dan 375 MJ.

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 frequentie van 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 $1/(0.002139+0.000836) \approx 336$ jaar voor alternatief K4_4MW. De gemiddelde uitstroom van 1.454 m^3 ladingolie voor dit alternatief in tabel 8.5 dient alleen als vergelijking. Een uitstroom van 1.454 m^3 ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 1.454 m^3 eens in de 1000 jaar op één bepaald moment.

Om een idee te krijgen van wat dit betekent is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor het gehele NCP toegevoegd (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 frequentie van uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van alternatief K4_4MW toe

met $(0.002139 + 0.000836) / (0.353402 + 0.148723) * 100 \approx 0.59\%$. Voor alternatief K4_10MW ligt dit lager (0.23%).

Uit tabel 8.5 volgt dat zowel de frequentie als de gemiddelde hoeveelheid uitstroom bunker- en ladingolie hoger is voor alternatief K4_4MW dan voor alternatief K4_10MW.

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	Eens in de jaar
K4_4MW ³⁷	0.002139	468	1454	0.000836	1196	5383	336
K4_10MW ¹⁹	0.000839	1192	0.581	0.000333	3003	2161	853
Gehele NCP (zonder windparken) ³⁸	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	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_4MW 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 Aantal per jaar		Samen eens in de jaar	Directe doden		Groepsrisico Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	
Olietanker	0.000001	0.000005	175439	1.02	0.000006	-
Chemicaliën tanker	0.000000	0.000002	407332	1.33	0.000003	-
Gastanker	0.000000	0.000000	-	-	0.000000	-
Container + RoRo	0.000006	0.000050	18146	1.43	0.000079	1666667
Ferry	0.000000	0.000000	5000000	59.15	0.000012	5000000
Overige R-schepen	0.000000	0.000004	250000	1.07	0.000004	-
N-schepen	0.000016	0.000137	6532	0.12	0.000018	-
Totaal	0.000023	0.000198	4534	0.55	0.000122	1250000

Er bestaan geen echte normen voor het risico op zee maar voor het afschatten van het persoonlijk risico wordt gekeken naar de norm zoals deze beschreven is in het Handboek risicozonering Windturbines. Ook deze norm sluit niet helemaal aan bij de berekende frequenties. In het handboek wordt gesproken over een norm voor het Individuele Passanten Risico gelijk aan een maximale frequentie van 10^{-6} per jaar. Voor het Maatschappelijk Risico geldt dat niet meer dan

³⁷ De uitstroom als gevolg van een aandrijving van een turbine.

³⁸ De uitstroom als gevolg van een ongeval (alle verschillende types) op het gehele NCP zonder windparken (Koldenhof & Van der Tak, 2004). Hierbij is nog uitgegaan van de oude routestructuur op de Noordzee, en niet de situatie vanaf augustus 2013.

2×10^{-3} passanten per jaar mogen overlijden. In de uitgevoerde berekening is het overlijdensrisico bepaald als gevolg van een aanvaring of aandrijving met een turbine. Hierbij is dus niet de kans op overlijden bepaald als gevolg van een intrinsiek falen van de turbine, wat het echte passanten risico is. Bij alternatief K4_4MW is het verwachte gemiddeld aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving met een turbine 0.000122 (1.22×10^{-4}). Dit aantal ligt dus lager dan de norm voor het maatschappelijke risico voor passanten. Het verwachte aantal doden voor de 10MW alternatief is 0.000048 (4.76×10^{-5}), ook dit verwachte aantal is lager dan de norm.

8.5.4 Effecten en overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur

Naast de mogelijke aanvaringen met windturbines kan de aanwezigheid van een windpark, in dit geval zowel kavel I, II, III als IV, ook op andere gebieden effect hebben op de scheepvaart. Zo zorgt omvaren van schepen voor extra kosten en zal door omvaren de dichtheid van schepen op de verkeeroutes toenemen. Bovendien heeft het verleggen van de routes en een verandering van intensiteiten ook een mogelijk 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 kavels I, II, III en 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 zeemijlen (economisch effect en emissies).

Tabel 8.7 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid van kavels I, II, III en IV van het windenergiegebied onder het verkeersscenario "Borssele kavels I, II, III, en IV" op de scheepvaart binnen de EEZ

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor EEZ na aanpassing van het verkeer volgens scenario "Borssele kavels I, II, III en IV"	Absoluut effect scenario "Borssele kavels I, II, III en IV" t.o.v. het nulalternatief	Relatief effect scenario "Borssele kavels I, II, III en IV" t.o.v. het nulalternatief
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
- OBO's		0.103	0.0000	0.00%
- Chemicaliëntankers		26.551	0.0420	0.16%
- Olie-tankers		9.334	0.0000	0.00%
- Gastankers		5.565	0.0400	0.72%
- Bulkers		10.724	0.0020	0.02%
- Unitised		34.664	0.0130	0.04%
- General Dry Carco		51.573	0.0890	0.17%
- Passagiersschepen + conventionele ferries		2.862	0.0000	0.00%
- High Speed Ferries		0.046	0.0000	0.00%
- Overig		8.962	0.0030	0.03%
Totaal routegebonden		150.384	0.1890	0.13%
Totaal niet-routegebonden (alleen deel dat in VONOV/VMS 2009 is waargenomen)		151.980	0.0000	0.00%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	11.262	0.0060	0.05%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	6.820	0.0000	0.00%

Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	1.380	0.0010	0.07%
Zinken	aantal/jaar	1.073	0.0007	0.06%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	1.209	0.0010	0.08%
Brand/explosie	aantal/jaar	2.238	0.0010	0.04%
Totaal		23.983	0.0096	0.04%
Economisch effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€/jaar	1469.497	0.7351	0.05%
Emissie				
CO ₂	kton/year	5554	2	0.04%
CO	kton/year	21	0	0.04%
SO ₂	kton/year	57	0	0.04%
NO _x	kton/year	63	0	0.04%

8.5.5 Effecten van 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 Vlissingen de uitvalsbasis voor het windenergiegebied Borssele worden. Vanuit Vlissingen naar kavels III en IV van windenergiegebied Borssele is het gemiddeld ongeveer 2.5 uur varen. Met acht schepen zijn dit $8 \times 2.5 \text{ uur} \times 2$ (heen + terug) = 40 extra vaaruren per dag. Tijdens de bouwperiode is dus gemiddeld $40/24 = 1,66$ 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 0.56%. Gedurende de bouwperiode is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit daarom $(1.0056^2 - 1) \times 100\% \approx 1.11\%$ hoger³⁹ 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 0.56% (lineair met de toename van het aantal schepen).

8.5.6 Kruisende scheepvaart

In de studie van MARIN (Van Schaijk, 2015) is onderzocht welke effecten een windpark in kavel IV kan hebben op kruisende scheepvaart. Daarbij worden twee ontmoetingssituaties onderscheiden:

- routegebonden met routegebonden verkeer op de doorgaande vaarroutes;
- ontmoeting met een schip <24 m dat kavel IV verlaat in westelijke richting, indien er besloten wordt dat kleine scheepvaart in het park mag varen).

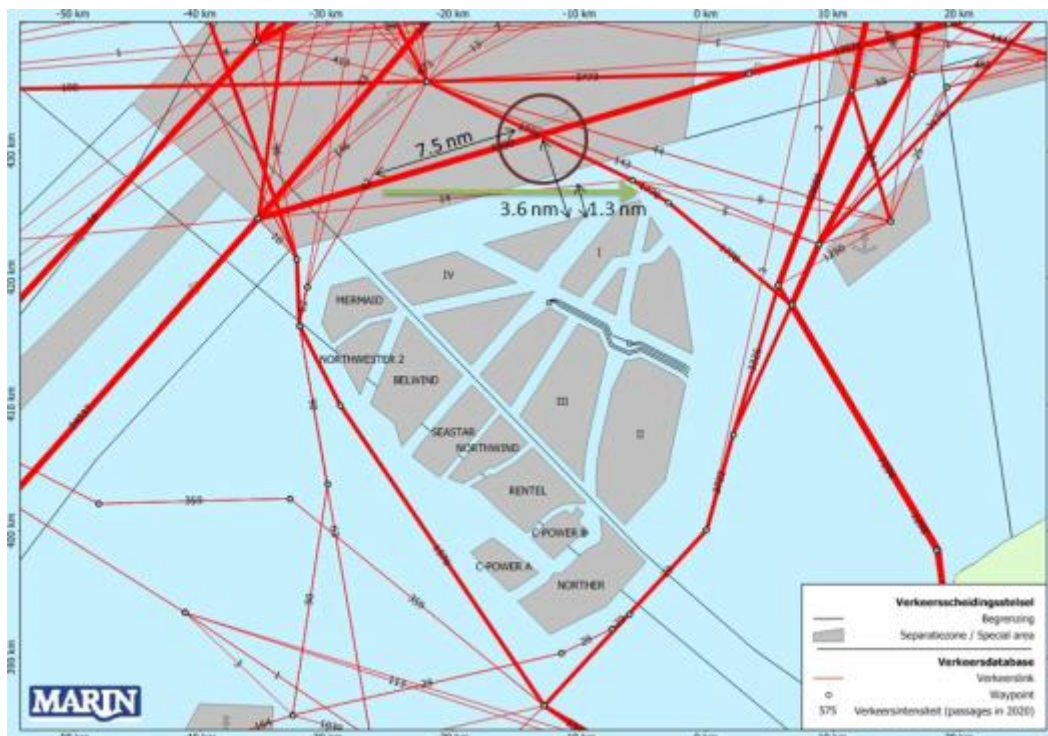
In de berekeningen met behulp van SAMSON is niet expliciet rekening gehouden met het feit dat schepen AIS aanboord hebben. Wanneer AIS geïntegreerd is in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, zal AIS een risico reducerende werking hebben. In onderstaande beschouwing van de effecten op de ontmoetingen en kruisende situaties rond het windenergiegebied is niet expliciet rekening gehouden met AIS. Dit omdat een deel van het niet-routegebonden verkeer nog niet uitgerust zal zijn met AIS. Bij onderstaande beschouwing dient wel opgemerkt te worden dat de uiteindelijke risico's op de kruispunten kleiner zullen zijn omdat de meeste schepen, met name alle routegebonden schepen, wel AIS aan boord hebben.

³⁹ Het aantal aanvaringen tussen schepen neemt kwadratisch met de intensiteit toe.

Ontmoeting tussen schepen op de doorgaande vaarroutes

Ten noorden van kavel IV ligt een gebied waar diverse routes van routegebonden schepen elkaar kruisen (zie cirkel in figuur 8.5). Het kruispunt ligt op grote afstand tot de locatie van kavels III en IV; de afstand tussen het kruispunt en de noordelijke punt van kavel IV is ruim 3.6 NM. Ruim 7.5 nm voor het kruispunt is er vanuit de vaarbaan in noordoostelijke richting vrij zicht op de vaarbaan komend uit zuidoostelijke richting (groene pijl in figuur 8.5). Op de locatie van het kruispunt en ook ruim ervoor belemmeren de turbines van kavel IV en ook de turbines van kavel I niet het zicht voor schepen uit beide richtingen. De turbines van kavel III belemmeren het zicht niet omdat deze kavel midden tussen de andere kavels en de Belgische windparken ligt.

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee is vastgesteld dat een schip 6 keer de scheeps-lengte nodig heeft voor het maken van een rondtorn, bij een schip van 400 meter is dit dus 1.30 nm. Voor een rondtorn over stuurboord wordt 0.3 nm extra gerekend (het schip probeert eerst naar stuurboord uit te wijken voordat het een rondtorn inzet), dit betekent dus 1.60 nm. Dit betekent dat er voor schepen komend uit zuidwestelijke richting voldoende ruimte is tussen de vaarbaan en kavel IV om een rondtorn te maken indien andere schepen hun route kruisen.



Figuur 8.5 Verkeerssituatie rond kavel III en IV

Ontmoeting met een schip < 24 m dat kavel IV verlaat in westelijke richting

In het geval dat kleinere scheepvaart (tot 24 m) toegelaten wordt in windenergiegebied Borssele kunnen er ook kruisende ontmoetingen plaatsvinden tussen schepen die langs de kavels varen en een schip dat (op een willekeurige locatie) een van de kavels uitvaart. De afstand tussen het midden van de doorgaande vaarroute in noordoostelijke richting en kavel IV is minimaal 1.3 nm (geldt slechts voor 14 schepen per jaar) en voor de drukke vaarroute minimaal 3.6 nm. Dit betekent dat er voldoende ruimte is voor schepen om elkaar op tijd waar te nemen en actie te ondernemen. Hierbij moet wel meegenomen worden dat de kleine scheepvaart wendbaarder is, dus minder tijd nodig heeft om een uitwijkmanoeuvre uit te voeren. Een ander type ontmoeting is een ontmoeting tussen een uitvarend schip en een ander klein schip dat vlak langs de kavels vaart. Hierbij speelt met name de beperking in zicht een belangrijke rol. De analyse is vergelijkbaar met de analyse voor de corridor (Van Schaijk, L. & Y. Koldenhof, 2015). Vanwege de kortere afstanden tussen de palen en het grotere aantal turbines zal het zicht bij het 4 MW alternatief slechter zijn dan bij de 10 MW alternatief. Maar ook hierbij geldt dat beide schepen relatief

weinig manoeuvreerruimte nodig hebben vanwege de grotere wendbaarheid. Een aanbeveling is het geven van goede voorlichting aan de scheepvaart die in de kavels gaat varen, zodat men bekend is met de eventuele extra risico's bij het in- en uitvaren van een kavel.

8.5.7 *Effecten scheepvaartveiligheid bij openstellen van kavel IV*

In de studie van MARIN (Van Schaijk, 2015) is onderzocht welke effecten op de scheepvaartveiligheid kunnen optreden bij het openstellen van kavel IV voor schepen kleiner dan 24 meter. De mogelijke effecten zijn:

- aanvaring met een windturbine als gevolg van een navigatiefout;
- aanvaring (aandrijving) met een windturbine als gevolg van een motor- of stuurstoring;
- aanvaring tussen een schip dat kavel IV verlaat en een passerend schip (zie paragraaf 8.5.6);
- aanvaring met een windturbine als gevolg van turbulentie van de turbines;
- schepen moeten omdraaien als ze bij de Belgische windparken komen.

Aanvaring met een windturbine als gevolg van een navigatiefout

Schepen met een afmeting kleiner dan 24 meter zijn over het algemeen genomen wendbare schepen. Daarbij is de afstand tussen de palen in beide alternatieven relatief groot ten opzichte van de lengte van de schepen waarvoor de kavels mogelijk worden opengesteld. De afstand tussen de palen bij het alternatief met 4 MW turbines is ruim 700 meter en de afstand tussen de palen bij een alternatief met 10 MW turbines is ruim 1200 meter. Er bestaat een kans dat een schip een navigatiefout maakt en daardoor op "ramkoers" met een paal komt. Echter, door de wendbaarheid van deze categorie schepen en de relatief grote ruimte tussen de palen is er tijd genoeg om de fout te detecteren en een uitwijkmanoeuvre in te zetten zodat de aanvaring kan worden voorkomen. De kans op een (frontale) aanvaring is verwaarloosbaar. Indien het komt tot een (frontale) aanvaring dan is de schade aan schepen tot 24 meter aanzienlijk, met mogelijk kans op persoonlijk letsel en zinken van het schip.

Aandrijving met een windturbine als gevolg van een motor- of stuurstoring

Het grootste risico dat het varen in een windpark oplevert voor een klein schip lijkt het incident te zijn waarbij een motorstoring of andere averij optreedt waardoor het schip niet meer onder controle is en op drift raakt. Als deze vorm van averij optreedt in een windpark bestaat er een kans dat het schip tegen een paal aandrijft en daardoor schade oploopt. In de studie van MARIN (Van Schaijk, 2015) is op basis van gegevens van het KNRM bepaald hoe groot de kans op averij is binnen kavel III en IV. Vervolgens is bepaald hoe groot de kans is dat het driftende schip een turbine raakt. Het MARIN heeft voor de kavels III en IV samen de totale frequentie berekend voor een aandrijving van een schip (< 24 m) met een turbine. Voor het alternatief met 4 MW turbines is deze maximaal 0.0307 (eens in de 33 jaar), voor het alternatief met 10 MW turbines is dit eens in de 60 jaar.

In de praktijk zal dit aantal kleiner zijn doordat:

- de KNRM al bij het schip kan zijn voordat het uit het windpark of tegen een paal aan gedreven is;
- het schip gebruik kan hebben gemaakt van het anker, zodat het driften is gestopt;
- de oorzaak van het driften verholpen is voordat een paal is geraakt.

Aanvaring met een windturbine als gevolg van turbulentie van de turbines;

Turbulentie van de turbines kan het lokale windklimaat in de kavels dusdanig beïnvloeden dat het effect kan hebben op zeilende schepen. De wind kan door het draaien van de rotor onbetrouwbaar zijn. Dit kan een extra gevaar opleveren, met name voor de minder ervaren zeilers. Uiteindelijk kan het ertoe leiden dat een zeilschip tegen een turbine vaart of er tegenaan drijft en daardoor schade oploopt. Een mogelijke maatregel zou kunnen zijn dat zeilboten alleen op de motor door de kavels mogen varen. Echter, hieraan zijn ook nadelen verbonden aangezien een motor op een zeilboot niet bedoeld is om ook op volle zee mee te varen, dus de zeilboot zal minder goed bestuurbaar/controleerbaar zijn dan wanneer de zeilen gebruikt worden (Koldenhof, 2014).

Schepen moeten omdraaien als ze bij de Belgische windparken komen.

Indien windenergiegebied Borssele opengesteld wordt voor verkeer tot 24 meter, kan dit ertoe leiden dat schepen om moeten draaien als ze bij de Belgische windparken komen. In deze Belgische windparken is doorvaart namelijk niet toegestaan. In het alternatief met 4 MW turbines hebben schepen minimaal 700 meter tussen de palen om een (halve) rondtorn te maken. In het 10 MW alternatief is dit zelfs minimaal 1200 meter. Voor het maken van een rondtorn heeft een schip 6 maal de scheepslengte nodig, voor een schip van 24 meter is dit dus 144 meter. Dit betekent dat er voor beide alternatieven genoeg ruimte is tussen de palen voor een schip om te draaien. Daarnaast wordt de vuistregel van 6 maal de scheepslengte met name gebruikt voor grotere schepen. Schepen tot 24 meter hebben door hun wendbaarheid minder ruimte nodig voor een volledige rondtorn.

Een andere mogelijkheid is dat schepen hun weg zoeken langs de zuidwestelijke rand van windenergiegebied Borssele. Dit kan leiden tot een verhoogde intensiteit vlak langs de grens van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) en het Belgisch Continentaal Plat (BCP) met mogelijk extra aanvaringen van de turbines aan de zuidwestelijke rand als gevolg. Deze verhoogde aanvaringsfrequentie geldt in dit geval niet alleen voor de turbines in windenergiegebied Borssele, maar ook voor de noordoostelijke turbines in de aangrenzende Belgische windparken. Doordat schepen niet door de parken op het Belgische Continentaal Plat mogen varen, zal de verkeerintensiteit langs de grens toenemen ten opzichte van de mogelijke verkeersintensiteit in windenergiegebied Borssele. De kans op aanvaringen tussen schepen onderling zal in dit grensgebied daarom iets hoger zijn dan in het windenergiegebied. Ook vanwege de mogelijke verwarring die de verkeerssituatie zal opleveren, doordat in het ene gebied wel gevaren mag worden en in het andere gebied niet. Echter, de absolute toename van het aantal aanvaringen tussen schepen onderling zal klein zijn. Een aanbeveling is om duidelijk aan te geven waar wel en waar niet gevaren mag worden tussen de palen, bijvoorbeeld met een markering op de palen.

8.5.8 Effecten scheepvaartcorridors

Door het MARIN (Van Schaijk & Koldenhof, 2015) is een studie uitgevoerd naar de effecten van het benutten van de corridors in windenergiegebied Borssele, ontstaan door de aanwezige kabels en bijbehorende onderhoudszones, op de scheepvaartveiligheid. De effecten worden vergeleken met het verkeersscenario waarbij windenergiegebied Borssele aanwezig is en doorvaart voor schepen tot 24 meter is toegestaan.

In de studie zijn de volgende effecten in beeld gebracht:

- de aanvaringsrisico's van de turbines;
- de effecten op het algemene veiligheidsniveau rond het windenergiegebied door het verplaatsen van verkeersstromen;
- de risico's bij het in- en uitvaren van de oost-westcorridor;
- het effect op de risico's van het verkeer in de corridor indien het gehele windenergiegebied wordt opengesteld voor verkeer kleiner dan 24 meter en indien er wordt gevist in de corridor.

In de studie van het MARIN (Van Schaijk & Koldenhof, 2015) wordt nog uitgegaan van een ondergrens van 3 MW turbines en een totaal vermogen van 1.400 MW voor windenergiegebied Borssele. Inmiddels is de ondergrens verhoogd naar 4 MW turbines en is het totale vermogen voor windenergiegebied Borssele maximaal 1.520 MW. Dit heeft tot gevolg dat het aantal turbines aan de onderkant van de bandbreedte minder wordt (380 turbines van 4 MW i.p.v. 468 turbines van 3 MW) en aan de bovenkant van de bandbreedte meer (152 turbines van 10 MW i.p.v. 140 turbines van 10 MW). De gevolgen van deze veranderingen voor het aantal aanvaringen/aandrijvingen zijn toegelicht in de laatste alinea van deze paragraaf. Een uitgebreide toelichting is gegeven in bijlage 12.

Onderzochte verkeersscenario's

Als voorbereiding voor het vaststellen van de verkeersscenario's is een analyse van de huidige verkeersstromen uitgevoerd. De belangrijkste waarnemingen zijn:

- Verkeer dat in westelijke en oostelijke richting door windenergiegebied Borssele vaart is voornamelijk afkomstig uit de Westerschelde of gaat richting de Westerschelde. Een enkel RoRo-schip tussen Zeebrugge en Humber vaart door het windenergiegebied.
- De omvang van het aantal schepen in noord- en zuidwaartse richting is kleiner dan het aantal schepen in oost- en westwaartse richting, dit zijn met name schepen groter dan 100 meter. Bovendien varen deze schepen door de kavels waar in de toekomst de Belgische windparken Seastar en Rentel worden gebouwd.
- Voor de recreatievaart en visserij is de AIS-data niet volledig. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de VONOV-gegevens (recreatie) in combinatie met VMS-gegevens (visserij) uit 2009.
- Schepen met loodsplicht varen waarschijnlijk niet door de oost-westcorridor omdat het bevoordelen over het algemeen noordelijker plaatsvindt dan de ingang van de oost-westcorridor.

In overleg met Rijkswaterstaat en enkele vertegenwoordigers van het Loodswezen, de Kustwacht en de recreatievaart zijn de volgende uitgangspunten voor de verkeersscenario's vastgesteld.

Noord-zuidcorridor

Doordat er geen relevante verkeersstromen zijn in noord-zuid richting en er op termijn geen vaarroutes mogelijk zijn vanwege de volledige afsluiting van het windenergiegebied aan de Belgische zijde zijn de noord-zuidcorridors niet verder onderzocht in deze studie.

Oost-westcorridor

Voor de oost-westcorridor zijn de volgende verkeersscenario's beschouwd:

- Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en geen corridor voor schepen groter dan of gelijk aan 24 meter.
- Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 45 meter.
- Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 80 meter.
- Aanwezigheid windenergiegebied Borssele inclusief doorvaart tot 24 meter en een corridor voor schepen tot 80 meter m.u.v. schepen van het type Chemical, LPG, LNG en Oil.

Aanvaar- / aandrijffrequenties turbines en platforms TenneT

Het aantal routegebonden schepen door de corridor is relatief klein:

- Scenario B (corridor tot 45 m): 46 passages per jaar.
- Scenario C (corridor tot 80 m): 314 passages per jaar.
- Scenario D (corridor tot 80 m m.u.v. tankers): 195 passages per jaar.

De aanvaarfrequenties voor de turbines en platforms nemen toe voor de scenario's met een corridor ten opzichte van het scenario zonder corridor, met een maximale toename van 6.34% voor schepen tot 80 meter voor het 3 MW alternatief (ten opzichte van 0.282412 voor het scenario zonder corridor) en 10.07% voor schepen tot 80 meter voor een aanvaring met (een van) de platforms (ten opzichte van 0.004420 voor het scenario zonder corridor).

Uitstroom van lading- en bunkerolie en chemicaliën voor de turbines en platforms

De verwachte uitstroomfrequentie van olie voor alle scenario's stijgt ten opzichte van het scenario zonder corridor (voor schepen ≥ 24 m). De relatieve stijging is echter maximaal 2.17% (ten opzichte van 0.000058 voor verkeersscenario A) en dit is voor de aanvaringen met een platform. De verwachte uitstroom neemt af wanneer tankers tot 80 meter niet door de corridor mogen (ten opzichte van het scenario waarbij verkeer tot 80 meter door de corridor mag). Dit wordt deels veroorzaakt door het feit dat de intensiteit door de corridor afneemt wanneer tankers geweerd worden. Voor de uitstroomfrequenties van chemicaliën geldt dat deze enkel toenemen voor verkeersscenario C (verkeer tot 80 meter wordt toegelaten tot de corridor) ten opzichte van verkeersscenario A (geen corridor). Voor het 3 MW alternatief is deze toename 2.47% ten opzichte van een totale uitstroomfrequentie van 0.002363 voor verkeersscenario A, voor de platforms is de toename 10.74% ten opzichte van een totale uitstroomfrequentie van 0.000011 voor verkeersscenario A. Voor scenario's A, B en D verandert de verwachte uitstroom van chemicaliën niet; in deze verkeersscenario's zitten immers geen tankers.

Tabel 8.8 Aanvaarfrequenties en uitstroomfrequenties van ladingolie, bunkerolie en chemicaliën per jaar per alternatief en voor de platforms. De resultaten voor verkeersscenario A zijn absoluut, de resultaten voor verkeersscenario's B, C en D relatief ten opzichte van scenario A (geen corridor)

Resultaten	Verkeersscenario	Alternatief		
		Bor_3MW	Bor_10MW	Platforms Alpha & Beta
Totale aanvaar- en aandrijffrequentie	A (alleen doorvaart)	0.282412	0.077883	0.004420
	B (corridor < 45m)	0.22%	0.19%	0.26%
	C (corridor < 80m)	6.34%	5.22%	10.07%
	D (corridor < 80m, geen tankers)	6.00%	4.92%	8.30%
Totale uitstroomfrequentie lading- en bunkerolie	A (alleen doorvaart)	0.012507	0.003712	0.000058
	B (corridor < 45m)	0.00%	0.00%	0.00%
	C (corridor < 80m)	0.50%	0.46%	2.17%
	D (corridor < 80m, geen tankers)	0.24%	0.22%	1.01%
Totale uitstroomfrequentie chemicaliën	A (alleen doorvaart)	0.002363	0.000685	0.000011
	B (corridor < 45m)	0.00%	0.00%	0.00%
	C (corridor < 80m)	2.47%	2.36%	10.74%
	D (corridor < 80m, geen tankers)	0.00%	0.00%	0.00%

Effecten buiten het windenergiegebied

Het openstellen van de corridor voor verschillende klasse schepen zal ook, naast de effecten in de corridor (aanvaarkansen turbines), een effect hebben buiten het windenergiegebied. Hiervoor zijn voor de verschillende verkeersscenario's het gemiddeld aantal schepen binnen de EEZ, het aantal verwachte ongevallen (aanvaringen, stranden) en de effecten op het aantal gevaren mijlen en de emissies bepaald. De effecten zijn gerelateerd aan de resultaten van verkeersscenario A, waarbij alleen doorvaart tot 24 meter meegenomen is en waarbij de corridor wordt afgesloten voor schepen ≥ 24 meter. De effecten zijn op alle vlakken klein tot zeer klein. Zoals verwacht zijn de effecten voor het scenario waarbij schepen tot 80 meter worden toegelaten tot de corridor het grootst, dit omdat hierbij de meeste schepen door de corridor worden geleid en dus een kortere route kunnen varen. In vrijwel alle gevallen zijn de effecten positief. Dit betekent dat het aantal verwachte ongevallen voor alle scenario's ofwel gelijk blijft ofwel afneemt.

Entry en exit points

De hoofdverkeersbanen (Westpitroute en de doorgaande route naar Rotterdam) rond het windenergiegebied liggen op meer dan 2 nm afstand van de entry en exit points van de corridor. Dit

is voldoende afstand om een uitwijkmanoeuvre in te zetten. Een ontmoeting met een ander klein schip dat op korte afstand langs het windenergiegebied vaart is lastiger. In sommige situaties kan het gebied een belemmering vormen wanneer in stuurboordrichting uitgeweken moet worden. Ook kan in sommige gevallen het windenergiegebied het zicht op het andere schip belemmeren, waardoor het schip pas laat wordt waargenomen. Echter, in veel gevallen hebben schepen in de corridor vanaf 2 nm voor het ontmoetingspunt vrij zicht op de schepen in de andere vaarbaan (vlak langs het windenergiegebied). Alleen bij het entry en exit point aan de westkant, wanneer een ontmoeting plaatsvindt met een langsvarend schip (op korte afstand van het gebied) in noordelijke richting, is er pas vanaf 1 nm afstand tot het kruispunt vrij zicht (in geval van 3MW alternatief). Het gaat hierbij echter wel om ontmoetingen tussen relatief kleinere schepen (visserij en recreatie). Deze schepen zijn wendbaarder, dus is het risico bij een ontmoeting kleiner dan bij een ontmoeting tussen grotere schepen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat deze bevindingen gebaseerd zijn op de gegeven inrichtingen. Het zicht door het windenergiegebied wordt beïnvloed door de exacte inrichting van het gebied.

Kruisen van de corridor door scheepvaart tot 24 meter

Wanneer scheepvaart kleiner dan 24 meter toegelaten wordt binnen de kavels, kan de situatie ontstaan dat een schip (kleiner dan 24 m) de corridor oversteekt. Hierbij kan een ontmoeting plaatsvinden met een schip dat door de corridor vaart. Vanwege de beperkte ruimte in corridor (minimaal 1500 meter breed inclusief de veiligheidszones voor de windturbines) voor een rondtorn en uitgaande van het feit dat schepen veelal in het midden van de corridor varen is een rondtorn van meer dan 700 meter niet mogelijk. Echter, de kans dat een "overstekend" schip (tot 24 meter) een routegebonden schip in de corridor tegenkomt is relatief klein; in het slechtste geval (verkeersscenario met schepen tot 80 meter in de corridor) zal er gemiddeld bijna 1 schip per dag gebruik maken van de corridor.

Kwalitatieve analyse voor vissen in de corridor

Wanneer vissen wordt toegestaan in de corridor betekent dit dat er een schip in de corridor aanwezig is dat beperkt manoeuvreerbaar is en dus een extra risico vormt. De ruimte binnen de corridor om uit te wijken is beperkt. Een vissend schip zal gemiddeld 4 kn varen en zal daarmee, wanneer het schip een lange track door de corridor maakt, 2.5 uur in de corridor aanwezig zijn. De kans dat een vissend schip dus een passerend routegebonden schip tot 80 meter (gemiddeld bijna 1 schip aanwezig per dag) ontmoet in de corridor is relatief klein.

Effecten wanneer de ondergrens wordt verhoogd naar 4 MW turbines en 380 MW per kavel

Aangezien door de opschaling naar 380 MW (in plaats van 350MW) het aantal turbines voor de variant met 4 MW turbines afneemt met 88 turbines en voor de variant met 10 MW turbines toeneemt met 12 turbines, kan een minimale en maximale relatieve af-/toename gegeven worden per variant ten opzichte van het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen, zoals berekend in de corridorstudie (Van Schaijk & Koldenhof, 2015). De resultaten hiervan staan weergegeven in de onderstaande tabel.

Variant	Aantal turbines		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
Bor_4MW	380	Minimaal	-0.06%	-0.01%	-15.27%	-13.43%	-11.17%
		Maximaal	-342.17%	-114.20%	-27.37%	-44.48%	-53.16%
Bor_10MW	152	Minimaal	0.02%	0.00%	6.96%	5.82%	5.27%
		Maximaal	145.91%	34.14%	12.67%	20.85%	19.39%

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat de maximale afname van het totale aantal verwachte aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de variant met 4 MW turbines gelijk is aan -53.16%. De maximale toename van het totale aantal verwachte aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de variant met 10 MW turbines is gelijk aan 19.39%.

8.6 Effectbeoordeling

Voor twee alternatieven van kavel IV zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor alternatief K4_4MW zijn de kansen hoger dan voor alternatief K4_10MW. Dit komt vooral door het hogere aantal turbines en in minder mate door de grotere diameter. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor alternatief K4_4MW is 0.050634.

Als gevolg van alternatief K4_4MW wordt eens per 336 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor alternatief K4_10MW eens per 853 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 0.59% toe voor alternatief K4_4MW. Voor alternatief K4_10MW is dit lager (0.23%).

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots aan de criteria voor het extern risico voldaan, zowel wat betreft het individueel als het groepsrisico.

De wijziging van de routestructuur leidt, door de aanwezigheid van kavels I, II, III en IV nauwelijks tot een toename van de kans op ongevallen. De kans op ongevallen neemt door de aanwezigheid van kavels I, II, III en IV toe met maximaal 0.05% (zie tabel 8.7).

Het effect op kruisende scheepvaart is beperkt doordat de kavel IV op relatief grote afstand ligt van de routegebonden scheepvaart. Dit geldt ook voor de situatie dat schepen die kavel IV in westelijke richting verlaten. Bij openstelling van het windpark voor schepen kleiner dan 24 meter is de kans op aanvaring ook beperkt omdat dergelijke schepen over het algemeen zeer wendbaar zijn.

Tabel 8.9 Samenvatting effectbeoordeling

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 (4 MW)	Alternatief 2 (10 MW)
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Wijziging in routestructuur	0	0
	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0

8.7 Cumulatie

Het cumulatieve effect is niet afzonderlijk beschouwd omdat, in afwijking van voorafgaande studies, 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. Daarnaast wordt in het nulalternatief uitgegaan van de aanwezigheid van de Belgische windparken. In het scenario waarbij kavels III en IV van windenergiegebied Borssele aanwezig zijn, wordt tevens gecumuleerd over kavels I en II; zowel voor het routegebonden als voor het niet-routegebonden verkeer.

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.

8.8 Mitigerende maatregelen

Gebruik van AIS

Sinds 1 januari 2005 hebben alle zeevaartschepen boven de 300 GT (ongeveer 55 m) een AIS-transponder (Automatic Identification System), die de positie van het schip continu uitzendt, aan boord. In de buurt varende schepen kunnen deze signalen ontvangen en hiermee is de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend. AIS, mits geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, biedt dan ook extra mogelijkheden om het kruisende schip vroegtijdig te zien. Te meer daar AIS niet verstoord wordt door het windpark. De verwachting is dat AIS, met name wanneer AIS wordt geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, de veiligheid op zee zal bevorderen. De verwachting is dat daardoor de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen met 20%. Deze reductie volgt uit het SAFES-HIP-project en de harmonisatie van de aannamen ten behoeve van veiligheidsstudies voor windparken voor de Duitse autoriteiten (BSH, 2005).

Het is de verwachting dat in de toekomst steeds meer kleinere schepen, waaronder vissers, met een AIS-transponder gaan varen, waardoor het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot wordt. Zo zijn sinds 31 mei 2014 ook alle nieuwbouw vissersschepen en vissersschepen langer dan 15 meter verplicht AIS te dragen.

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. Het positioneren van een ETV in de buurt van windenergiegebied Borssele zal de aandrijvingskansen voor kavels III en IV doen reduceren. Uit eerdere studies is gebleken dat dit kan leiden tot een reductie van meer dan 80% (afhankelijk van de locatie van het windpark t.o.v. de positionering van de ETV).

8.9 Leemten in kennis

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

9 Morfologie en hydrologie

9.1 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

Met de beschrijving van de morfologische en hydrologische processen wordt de wisselwerking tussen de beweging van water, het transport van zand/slib, en erosie en sedimentatie in beeld gebracht. In dit hoofdstuk is onderzocht welke effecten een windpark in kavel IV kan hebben op deze processen. Er zijn diverse alternatieven onderzocht waarmee de bandbreedte van de mogelijke milieueffecten in beeld zijn gebracht. Voor het aspect morfologie en hydrologie zijn alleen de onderdelen van het windpark van belang die zich onder water bevinden. Dit zijn de funderingen (inclusief erosiebescherming) en de parkbekabeling.

Onderzochte alternatieven

Voor de fundatie van offshore windturbines zijn verschillende type funderingen mogelijk. De meest toegepaste funderingen zijn: monopile, jacket, tripod, tripile 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 bodembeoering (zie tabel 9.1). Waar relevant wordt tevens ingegaan op de andere soorten funderingen. Het totaal oppervlak aan fundering en erosiebescherming is per funderingstype weergegeven in tabel 9.1.

Alternatief 1: 4 MW turbine: 95 turbines op een monopile (3 m)/suction bucket (15 m) fundering. Erosiebescherming (stortstenen): vijf maal de paaldiameter.

Alternatief 2: 10 MW turbine: 38 turbines 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 9.1 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark)

	Oppervlakte fundering	Oppervlakte erosiebescherming	Totaal oppervlak
Jacket 20x20 m (4 MW)	672 m ²	151.328 m ²	152.000 m ²
Jacket 30x30 m (10 MW)	1.462 m ²	135.338 m ²	136.800 m ²
Monopile 3 m (4 MW)	672 m ²	16.116 m ²	16.788 m ²
Monopile 10 m (10 MW)	2.985 m ²	71.628 m ²	74.613 m ²
Tripod 2 m (4 MW)	895 m ²	21.489 m ²	22.384 m ²
Tripod 4 m (10 MW)	1.433 m ²	34.381 m ²	35.814 m ²
Tripile 2 m (4 MW)	895 m ²	21.489 m ²	22.384 m ²
Tripile 4 m (10 MW)	1.433 m ²	34.381 m ²	35.814 m ²
Suction bucket 15 m (4 MW)	16.788 m ²	0 m ²	16.788 m ²
Suction bucket 20 m (10 MW)	11.938 m ²	62.675 m ²	74.613 m ²
Gravity Based Fundatie 25 m (4 MW)	46.633 m ²	373.046 m ²	419.679 m ²
Gravity Based Fundatie 40 m (10 MW)	47.752 m ²	382.018 m ²	429.770 m ²

9.2 Beoordelingskader

Voor de voorspelling van de effecten van het windpark op het aspect morfologie en hydrologie zijn de onderstaande beoordelingscriteria onderscheiden (zie tabel 9.2). Deze criteria hebben alleen, of in samenspel 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. Aan de hand van deze beoordelingscriteria zijn de effecten beschreven. De effecten zijn kwalitatief en waar mogelijk kwantitatief beschreven. De beschrijving van de effecten op morfologie en hydrologie is met name van belang om de effecten op natuur te bepalen.

Tabel 9.2 Beoordelingscriteria morfologie en hydrologie

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Morfologie en hydrologie	- Effect op golven - Effect op waterbeweging (waterstand/stroming) - Effect op waterdiepte en bodemvormen - Effect op bodemsamenstelling - Effect op troebelheid en waterkwaliteit - Effect op sedimenttransport - Effect op kustveiligheid	- Kwalitatief en kwantitatief

9.2.1 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: hoe ondieper het water, hoe 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 golfhoogte. 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.

9.2.2 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 waterstandsverhogingen (of verlagingen), golven en stromingen. Wind is hiermee indirect de oorzaak van vele 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.

9.2.3 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, zandbanken, zandgolven en (mega)ribbels. Deze veelal mobiele bodemvormen hebben grote invloed op bijvoorbeeld het sedimenttransport, de kustveiligheid en de stabiliteit van kabels en leidingen die op of in de zeebodem liggen.

9.2.4 Bodemsamenstelling

De sedimentsamenstelling van de bodem speelt een belangrijke rol bij het optreden van verschillende processen. Zo hebben de sedimentkarakteristieken 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 hebben sommige bodemlagen een belangrijke archeologische waarde (zie paragraaf 11.4).

9.2.5 *Troebelheid en waterkwaliteit*

De troebelheid, die met name bepaald wordt door het gehalte zwevend stof in het water, bepaalt de mate waarin licht dat voor fytoplankton en andere organismen belangrijk is, kan doordringen in de waterkolom. De troebelheid wordt bepaald door de aanvoer van slib uit rivieren en opwerveling door natuurlijke processen en menselijk handelen (bijv. baggeren, zandwinning, ingraven kabels, storten baggerspecie). 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), onder meer door de grotere inwerking van golven op de zeebodem.

9.2.6 *Sedimenttransport*

Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van zand en slib langs de Nederlandse 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 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. Over het algemeen kan het sedimenttransport worden opgedeeld in drie fasen, te weten het opwoelen van bodemmateriaal, de horizontale verplaatsing door het water en resedimentatie (opnieuw sedimenteren).

9.2.7 *Kustveiligheid*

De kustveiligheid heeft hoofdzakelijk te maken met de veiligheid tegen overstroming. Dit hangt enerzijds af van de (hydrodynamische) belasting en anderzijds van de sterkte van de zeewering. De sterkte van de zachte delen van de zeewering (strand en duinen) is in hoge mate afhankelijk van de hoeveelheid aanwezig zand. De hoeveelheid zand fluctueert in ruimte en tijd en is afhankelijk van het gevoerde kustbeleid (thans: kustlijnhandhaving door middel van zandsuppleties). De natuurlijke verandering van de hoeveelheid zand in een bepaald kustvak hangt met name af van de golven en het getij (waterstanden en stroomsnelheden) en stormen. Het criterium kustveiligheid wordt dus beïnvloed door de golven en het getij.

9.3 *Huidige situatie en autonome ontwikkeling*

9.3.1 *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 het windenergiegebied Borssele sprake is van een door natuurlijke processen gestuurd dynamisch evenwicht. Binnen dit evenwicht is de variatie van morfologie en hydrologie in ruimte en tijd 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 weersomstandigheden. De invloed van het getij op de morfologische veranderingen is juist relatief groter in dieper water en wordt in de tijd gestuurd door de positie van zon en maan. De morfologie en hydrologie van de nabijgelegen kustzone wordt behalve door natuurlijke processen ook beïnvloed door grootschalige menselijke ingrepen. Zo hebben bijvoorbeeld de aanleg van de Maasvlakte en de aanwezigheid van zandwingebieden invloed op hun directe omgeving.

Golven

Golven komen overwegend uit het zuidwesten en noordwesten, zijnde de richting waaruit het meest frequent de wind waait. De condities van de golven zijn sterk afhankelijk van de windsnelheid, de golfcondities zijn daardoor in de winter heviger dan in de zomer. Van windenergiegebied Borssele zijn geen metingen van golfhoogten beschikbaar. Deltares heeft daarom de golfcondities gemodelleerd in de uitgevoerde metoceanstudie (Riezebos et al. 2015). Uit deze studie blijkt dat de meest extreme golven windenergiegebied Borssele naderen vanuit het westen. Golfhoogten van 8,5 meter komen eens per 50 jaar voor.

Waterbeweging (waterstand en stroming)

In de uitgevoerde metoceanstudie (Riezebos et al. 2015) zijn de waterstanden en stroomsnelheden gemodelleerd op basis van een voorspellingsperiode van 20 jaar. Hiervoor is gebruik gemaakt van Delft3D-FLOW, een numeriek model dat in staat is instabiele waterbewegingen en

transport van opgelost materiaal te modelleren. Op basis van het model is in windenergiegebied Borssele het hoogste astronomische getij berekend op 2.20 m (ten opzichte van het middenstandsvlak) en het laagste astronomische getij op -1.60 m (ten opzichte van het middenstandsvlak). De extreme hoogwaterstand met een overschrijdingskans van eens per 50 jaar is 3.20 m boven middenstandsvlak en de extreme laagwaterstand met dezelfde overschrijdingskans is -2.20 m.

De twee aan het getij gerelateerde dominante stromingsrichtingen zijn noordnoordoost en zuid-zuidwest. Met het model Delft3D-FLOW zijn hiervoor de operationele en extreme stromingscondities berekend. Uit de modellering blijkt dat de dieptegemiddelde stroomsnelheden met een overschrijdingskans van eens per 50 jaar voor de sectoren noordnoordoost en zuidzuidwest 1,2 m/s respectievelijk 1,0 m/s zijn.

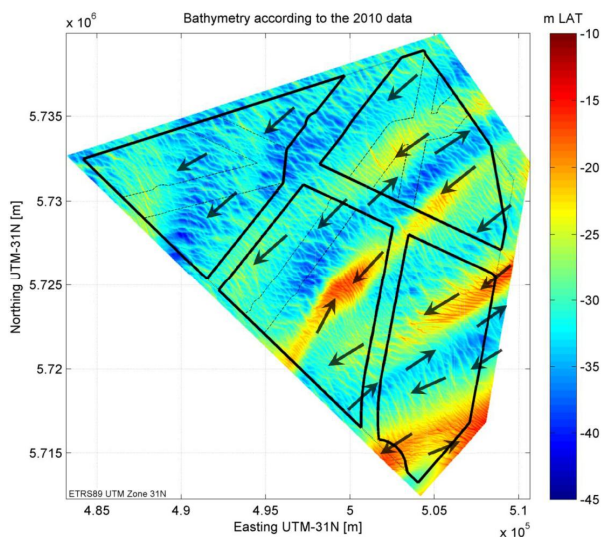
Waterdiepte en bodemvormen

De zeebodem ter plaatse van windenergiegebied Borssele is continu aan verandering onderhevig. Deze verandering, die valt binnen het dynamische evenwicht, wordt veroorzaakt door het optreden van verschillen in het zandtransport in ruimte en tijd. De zeebodem ook wel shelf genoemd betreft de vlakke zone zeewaarts van ongeveer NAP -20 meter.

Karakteristiek voor de Zeeuwse kust is dat op de shelf tientallen kilometers lange en kilometers brede zandbanken liggen. Deze zandbanken komen ook elders voor langs de Nederlandse kust, maar alleen voor de Zeeuwse kust bereiken de zandbanken een hoogte van meer dan 10 meter. Hierdoor ontstaan plaatselijk grote diepteverschillen, variërend van -15 tot 40 meter.

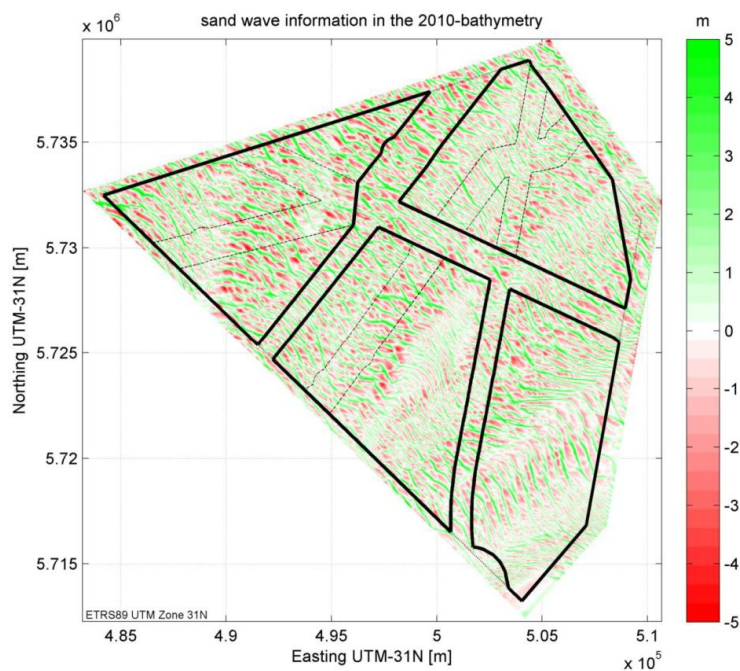
De waterdiepte in kavel IV varieert, afhankelijk van de ligging van zandbanken, van -25 m tot -40 m LAT (zie figuur 9.1). Het plangebied ligt daarbij zover uit de kust (circa 35 kilometer) dat, afgezien van zandbanken en zandgolven, de zeebodem vrijwel vlak is (met een helling kleiner dan 1:1.000). De zandbanken liggen parallel aan de kust (ZW-NO). Naast de zandbanken en zandgolven komen ook megaribbels voor. Deze bodemvormen met een golflengte van 5-15 meter en een amplitude van circa 0,5-1,5 meter, zijn dynamischer dan zandgolven en veranderen tijdens stormen vaak van vorm. De meest kleinschalige bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op sturende hydrodynamische processen en worden daarnaast sterk beïnvloed door de boomkorvisserij.

Door Deltares (Riezebos et al. 2014) is voor windenergiegebied Borssele een bureaustudie uitgevoerd om de bodemmorfologie en bodemdynamiek in beeld te brengen. Uit deze studie blijkt dat de bathymetrie in windenergiegebied Borssele bestaat uit een complex systeem van kustparallelle zandbanken die bedekt zijn met zandgolven die haaks op de kust liggen. De zandbanken worden geacht statisch te zijn over een periode van tientallen jaren (levensduur van een windpark). In het hele windenergiegebied komen zandgolven voor. De zandgolven migreren in kavel IV voornamelijk in zuidwestelijke richting (zie figuur 9.1).



Figuur 9.1 Bathymetrie en migratierichting zandgolven (Riezebos et al. 2014)

De in windenergiegebied Borssele aanwezige zandgolven zijn kleinschaliger (enkele honderden meters lang) en mobieler dan de kilometers brede en tientallen kilometers lange zandbanken. De zandgolven op de zandbanken zijn daarbij over het algemeen kort en laag en in de tussenliggende geulen lang en hoog. De zandgolven in kavel IV hebben een lengte die varieert van 130-470 m en een hoogte die varieert van 1,6-6,1 m (zie figuur 9.2). De gemiddelde migratiesnelheid van de zandgolven varieert van 1,8-3,1 m/jaar. In deze studie is ook onderzocht welke variaties in bodemhoogte kunnen optreden als gevolg van de migratie van zandgolven. Voor kavel IV wordt een maximale bodemvariatie berekend van circa 5-6 m.



Figuur 9.2 Hoogte zandgolven op basis van meting in 2010 (Riezebos et al. 2014)

Bodemsamenstelling

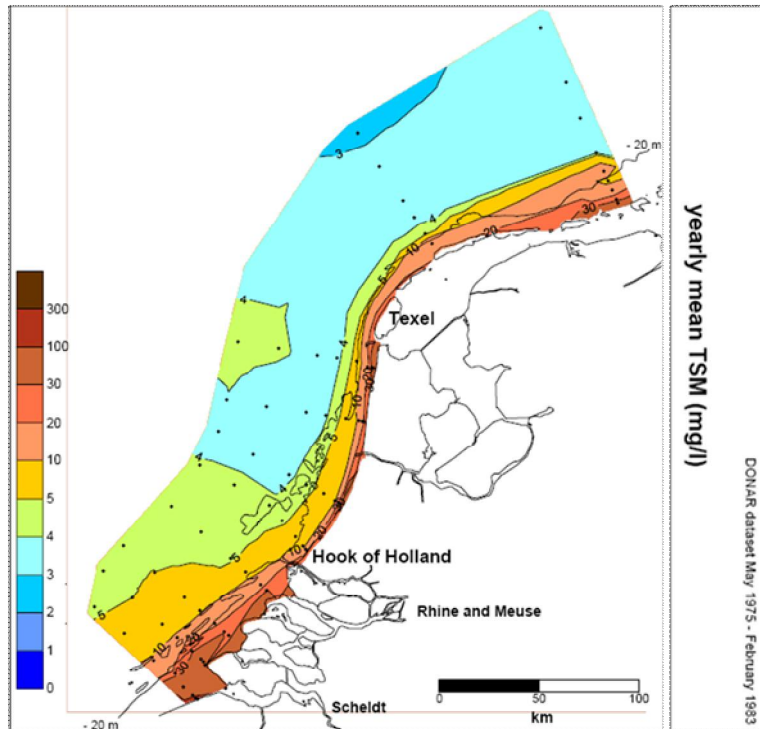
De gemiddelde korrel diameter van sediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid, waarbij diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden fijnkorreliger zijn dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust (Niessen & Schüttenhelm, 1986). Het oppervlak van de zeebodem ter plaatse van kavel IV bestaat voornamelijk uit middelgrof zand met een gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250-500 μm (bron: www.noordzeeatlas.nl), met een slibpercentage van < 4% (Van Heteren et al. 2006).

De onderliggende lagen (tot een diepte van circa 15 m) bestaan grotendeels uit zandige afzettingen van de Blight Bank formatie, de aanwezige zandbanken zijn hier ook onderdeel van. Lokaal komen dunne laagjes klei voor en afzettingen van fijn grind (Haasnoot et al, 2014).

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.

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 5-10 mg/l. In de zomermaanden, wanneer de weersomstandigheden rustiger zijn, is de gemiddelde troebelheid lager dan in de wintermaanden.



Figuur 9.3 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.), weekmakers 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, etc.).

Sedimenttransport

Het transport van sediment langs de Nederlandse kust wordt bepaald door de waterbeweging en sedimentbeschikbaarheid, die afhangen van getij, wind/golven en rivierafvoer. Uitwisseling tussen water en bodem is daarbij van groot belang. Bij sediment wordt onderscheid gemaakt in slib (tot 63 μm) en zand (tussen 63 μm en 2.000 μm). Het onderscheid tussen deze fracties is belangrijk omdat deze zich anders gedragen in de waterkolom. Omdat zand zwaarder is dan slib vindt het zandtransport voornamelijk langs de bodem plaats tijdens maximale stroomsnelheden als gevolg van getij en golven. Slib is veel meer homogeen verdeeld over de waterkolom. Eenmaal in de kustzone, wordt het zand en slib in de waterkolom door stroming netto noordwaarts getransporteerd.

Zandtransport vindt voornamelijk plaats in de ondiepe kustzone. In de zone tot de NAP -10 m dieptelijn is het zand continue in beweging als gevolg van getijstroming en golven. Zeewaarts van de NAP -10 m dieptelijn is er relatief weinig zandtransport en zeewaarts van de NAP -20 m dieptelijn is er nauwelijks zandtransport. Alleen gedurende zware storm is er zeewaarts van de NAP -20 m dieptelijn zand in beweging. Slibtransport vindt in de hele kustzone plaats, maar ook hier zijn de transporten in de ondiepe kustzone het grootst. Schattingen van het slibtransport variëren tussen de 10 en 26 miljoen ton droge stof per jaar (Salden, 1998).

Kustveiligheid

De verandering van de Hollandse 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 dan een zandsuppletie wordt uitgevoerd. De belangrijkste reden voor de noodzaak van zandsuppleties is de erosie langs delen van de Nederlandse kust en 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, gezien de opwarming van de aarde, een verdere stijging van de zeespiegel verwacht. Niet overal langs de kust heeft de zeespiegelstijging dezelfde gevolgen. Het centrale deel van de Nederlandse kust progradeert enigszins, terwijl het zuidelijke en noordelijke deel eroderen (Lorenz et al., 1991). Dit geldt overigens alleen voor duin en strand, en niet voor de vooroever.

9.3.2 Autonome ontwikkeling

In de autonome ontwikkeling doen zich voor de Nederlandse kust geen ontwikkelingen voor die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk zullen beïnvloeden. De situatie bij voortgaande autonome ontwikkeling wijkt daardoor nauwelijks af van de huidige situatie. De meeste hierboven besproken processen zijn het resultaat van een langetermijnontwikkeling en een zodanig grootschalige setting, dat veranderingen slechts op een tijdschaal van eeuwen of langer significant zullen zijn. In de nabije toekomst wordt, gezien de opwarming van de aarde, een verdere stijging van de zeespiegel verwacht. Voor de Nederlandse waterkeringen wordt, conform de kustnota's, ervan uitgegaan dat de zachte zeeweringen zullen meegroeien met de zeespiegelstijging en bodemdaling van circa 20 cm per eeuw. Hiertoe zullen strandsuppleties en vooroeversuppleties moeten worden uitgevoerd. De omvang van de zandsuppleties zullen naar verwachting geen grote verschuivingen laten zien in de komende jaren bij een gelijkblijvende zeespiegelstijging van 20 cm/eeuw (IDON, 2011). Schattingen voor de totale jaarlijkse volumes komen uit op netto 12 tot 16 miljoen m^3 per jaar, verspreid langs vrijwel de hele kust.

9.4 Effectbeschrijving

Bij de effectbeschrijving zijn twee alternatieven onderzocht (zie paragraaf 9.1). De effecten van een windpark in kavel IV zijn bepaald aan de hand van de in paragraaf 9.2 beschreven beoordelingscriteria. De effecten zijn kwalitatief en waar mogelijk kwantitatief beschreven. Bij de be-

schrijving is onderscheid gemaakt in effecten tijdens de exploitatie, effecten tijdens aanleg/verwijdering en effecten tijdens onderhoud.

9.4.1 Effecten tijdens 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 dergelijk 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 3 tot 10 m. Dat betekent dat de afstand waarop beïnvloeding plaats vindt, varieert van 6 tot maximaal 20 meter. De toepassing van J-tubes langs de funderingen om de kabels over de bodem te geleiden kan een invloed hebben van 9-17% op de lokale golfsterkte (Segeren, 2011).

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

Waterbeweging (waterstand en stroming)

Het windpark heeft ook invloed op de waterbeweging rondom de funderingen. Ook hier is de invloed van de fundering afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacketfundering is sprake van een open constructie, waardoor de waterbeweging nauwelijks wordt gehinderd.

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, tripile/tripod, suction bucket of gravity based zal wel sprake zijn van een kleine verandering van de waterbeweging. De verandering van het stroombeeld zal alleen lokaal achter de funderingen (één tot twee keer de diameter van de monopile) optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). Een dichte fundering, zoals bijvoorbeeld een monopile, in een stromingsveld veroorzaakt een kleine verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de monopile en turbulentie aan de lijzijde van de monopile. Deze veranderingen zijn echter zeer gering (maximaal 2%; Danish Hydraulic Institute, 1999). De effecten zijn daardoor alleen merkbaar in de directe omgeving van de funderingen. De funderingen hebben geen invloed op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het windpark. Daarvoor is de diameter van de fundering te klein, de waterdiepte te groot 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 van de bodemligging worden veroorzaakt door het sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstroming en waterdiepte. Naarmate de waterdiepte afneemt worden de snelheden langs de bodem veelal groter, waardoor transport van sediment toeneemt. In kavel IV bevinden zich zandbanken met een zuid-west-noordoost oriëntatie. Haaks op deze zandbanken liggen zandgolven waarvan de hoogte varieert van 1,6-6,1 m.

Het windpark heeft als gevolg van de naar verhouding geringe diameter van de fundering en de erosiebescherming, en de grote onderlinge afstand van de windturbines, alleen in de directe omgeving van de fundering/erosiebescherming invloed op bodemvormen. Dit wordt veroorzaakt door de verandering van de waterbeweging in de nabijheid van de fundering (zie criterium waterbeweging). Door toepassing van erosiebescherming zullen geen ontgrondingskuilen ontstaan.

Het windpark heeft geen wezenlijke invloed op de migratie van bodemvormen, maar met name zandgolfmigratie heeft wel invloed op het windpark. Bij het ontwerp en dimensioneren van de fundering zal rekening moeten worden gehouden met de aanwezigheid van zandgolven. Door Deltares (Riezebos et al. 2014) is onderzocht welke variaties in bodemhoogte kunnen optreden als gevolg van de migratie van zandgolven. Voor kavel IV is een maximale bodemvariatie berekend van circa 5-6 m. In tegenstelling tot de fundering kan de aan te brengen erosiebescherming worden ontgraven, indien geplaatst op een locatie waar door migratie van zandgolven sterke erosie en derhalve verlaging van het zeebodemoppervlak optreedt. Ook hier kan bij het definitieve ontwerp rekening mee worden gehouden, bijvoorbeeld door funderingspalen bij voorkeur in of nabij zandgolventroggen te plaatsen en niet op of nabij zandgolftoppen.

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

Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen kavel IV is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk middelgrof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250-500 μm). Rondom de funderingspalen wordt erosiebescherming aangebracht. Hierdoor zal geen effect op de bodemsamenstelling optreden. De effecten zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Troebelheid en waterkwaliteit

Tijdens de exploitatie van het windpark wordt geen verhoging van de troebelheid verwacht, aangezien er geen werkzaamheden plaatsvinden die daar aanleiding toe geven. Ook zullen er, doordat erosiebescherming wordt toegepast, geen erosiekuilen ontstaan rondom de funderingen. Een verhoging van de troebelheid wordt hiermee voorkomen.

In windturbines worden voorzieningen getroffen (o.a. vloeistofdichte voorzieningen en lekbakken) om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het watermilieu terecht kunnen komen. Een eventuele verontreiniging van het water wordt daarom niet verwacht. De fundering zal worden voorzien van een kathodische bescherming om corrosie tegen te gaan. Dit wordt voornamelijk toegepast bij stalen constructies die onder water staan. Hierbij worden anodes van zink of aluminium aangebracht. De hoeveelheid aluminium of zink die op deze manier in het water terecht komt, kan als volgt worden berekend. In 20 jaar tijd wordt per fundering van een 4 MW turbine circa 1.500 kg Al of zink afgescheiden. In deze periode zal ongeveer $1,2 \times 10^{14} \text{ m}^3$ water de funderingen passeren (uitgaande van een gemiddelde waterdiepte van 30 m, een parkdoorsnede van 12,5 km en een stromingssnelheid van 0,5 m/s). Dit resulteert in een verhoging van de aluminium/zink concentratie in het water van 0,001 $\mu\text{g/l}$. Door de getijde zal een deel van het water verschillende keren door het windpark stromen, wat kan leiden tot een hogere concentratie. Daarnaast vindt echter verdunning plaats door vermenging met omringende waterstromen. De verhoging van de concentratie aluminium/zink in het water is verwaarloosbaar ten opzichte van de normale achtergrondconcentratie van aluminium (0,5 $\mu\text{g/l}$) of zink (0,1-2,6 $\mu\text{g/l}$). Het effect van de corrosiebescherming op de waterkwaliteit is daarmee verwaarloosbaar. Bij een gravity based fundering wordt geen corrosiebescherming toegepast, waardoor geen emissie van aluminium of zink plaatsvindt. De effecten van de alternatieven zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Sedimenttransport

Het sedimenttransport ondervindt, net als de waterbeweging, door de grote onderlinge afstand tussen de windturbines geen hinder van het windpark. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen er geen erosiekuilen ontstaan rond de funderingen. Het windpark heeft hierdoor

geen invloed op het sedimenttransport. De effecten zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Kustveiligheid

De gevolgen van het windpark voor de kustveiligheid moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria. De invloed van deze veranderingen op de kustveiligheid is afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. De invloed van het windpark op de hiervoor genoemde aspecten is zeer lokaal en verwaarloosbaar. Dit in combinatie met de grote afstand tot de kust (circa 35 km), betekent dat het windpark geen effect zal hebben op de kust, de kustveiligheid en/of de maatgevende hoogwaterstand. De effecten zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

9.4.2 Effecten tijdens 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 zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 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 en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem tijdelijk worden verstoord. De verstoring hangt vooral samen met het egaliseren van de bodem ten behoeve van het aanbrengen van de erosiebescherming en het ingraven van de kabels. De effecten die optreden zijn lokaal en van korte duur. De effecten van een gravity based fundering zijn door de omvang van de fundering en erosiebescherming (Ø 120 m) groter dan bij de andere funderingstypen (zie tabel 9.1). 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. Het verstoorde oppervlak is afhankelijk van de totale lengte van de parkbekabeling en de breedte van de strook die wordt verstoord door het ingraven van de kabel. Afhankelijk van de ingraafdiepte en de gebruikte ingraaftechniek (ploegen, trenchen of een combinatie) zal de verstoorde breedte maximaal 10 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 de 66 kV parkbekabeling kunnen 6 (10 MW) à 15 (4 MW) turbines worden aangesloten op een streng, waardoor de totale lengte aan parkbekabeling circa 70 à 80 km bedraagt.

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

Bodemsamenstelling

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen van de funderingen, 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 stroming worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Het effect is gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem. Nadat de werkzaamheden zijn afgerond 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 geringe effecten op.

Door de aanleg van erosiebescherming wordt nieuw substraat in de vorm van stortsteen geïntroduceerd (zie tabel 9.1). De erosiebescherming wordt uitsluitend zeer lokaal (rond de fundering) toegepast. De effecten zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Troebelheid en waterkwaliteit

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen van de funderingen, 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 (<4%) 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. Dergelijke effecten treden in geringere mate op bij de verwijdering van het windpark.

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. De invloed van deze veranderingen op de kustveiligheid is 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 tot de kust (circa 35 km), betekent dat de aanleg en verwijdering van het windpark geen effect zal hebben op de kust, de kustveiligheid en/of de maatgevende hoogwaterstand. De effecten zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

9.4.3 Effecten tijdens onderhoud

Bij offshore windparken wordt er veelal naar gestreefd om één keer per jaar preventief onderhoud uit te voeren. Dit onderhoud wordt zoveel mogelijk gebundeld en zal bij voorkeur, vanwege de gunstige weersomstandigheden, 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.

9.5 Effectbeoordeling

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, exploitatie, verwijdering en onderhoud van het windpark zijn lokaal, 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 funderingen en de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving (variërend van enkele meters tot maximaal 100 meter) van de funderingen en is tijdelijk van aard. In de onderstaande tabel zijn de effecten van het windpark weergegeven.

Tabel 9.3 Samenvatting effectbeoordeling

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Monopile/suction bucket (4 MW)	GBF (10 MW)
- Effect op golven	- Kwalitatief en kwantitatief	0	0
- Effect op waterbeweging (waterstand/stroming)		0	0
- Effect op waterdiepte en bodemvormen		0	0
- Effect op bodemsamenstelling		0	0
- Effect op troebelheid en waterkwaliteit		0	0
- Effect op sedimenttransport		0	0
- Effect op kustveiligheid		0	0

9.6 Cumulatie

Uit de effectbeschrijving blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden. Alle effecten zijn zeer lokaal, tijdelijk en verwaarloosbaar. Bij de volledige invulling van windenergiegebied Borssele (kavel I, II, III en IV) 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.

9.7 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.

9.8 Leemten in kennis

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

10 Landschap

10.1 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. Het zicht-aspect van de innovatiekavel wordt meegenomen in dit hoofdstuk over kavel IV.

10.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

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.

Om de bandbreedte te beschouwen hanteert dit hoofdstuk twee alternatieven: een minimum alternatief met 95 'kleine' 4MW turbines en een maximum alternatief met 38 'grote' 10 MW turbines (zie tabel 10.1).

Tabel 10.1 kenmerken van de te onderscheiden alternatieven voor landschap⁴⁰

Kenmerken	Minimum alternatief	Maximum alternatief
Minimale afstand tot de kust	30 km	30 km
Aantal turbines	95	38
Maximale tiphoogte	141 meter	250 meter
Diameter monopaal	4 meter	10 meter
Gondel (hoogte)	4,2 meter	10 meter
Rotorbladen (max breedte)	4,0 meter	7,3 meter
Rotortip	0,5 meter	0,5 meter

De basis voor dit hoofdstuk is in bijlage 4 en 5 te vinden, waarin respectievelijk een memo over fotovisualisaties zijn opgenomen en een zichtbaarheidsanalyse.

10.3 Beoordelingskader

In de volgende tabel wordt voor landschap het beoordelingskader weergegeven. Op basis hiervan wordt het effect beschreven in dit hoofdstuk.

Tabel 10.2 Beoordelingskader landschap

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Landschap	- Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid a.d.h.v. fotovisualisaties	- Kwalitatief (op basis van fotovisualisaties) en kwantitatief (% zichtbaarheid in de tijd)

⁴⁰ Voor wat betreft details over afmetingen van turbines wordt verwezen naar de bijlage met de zichtbaarheidsanalyse (bijlage 5)

10.3.1 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:

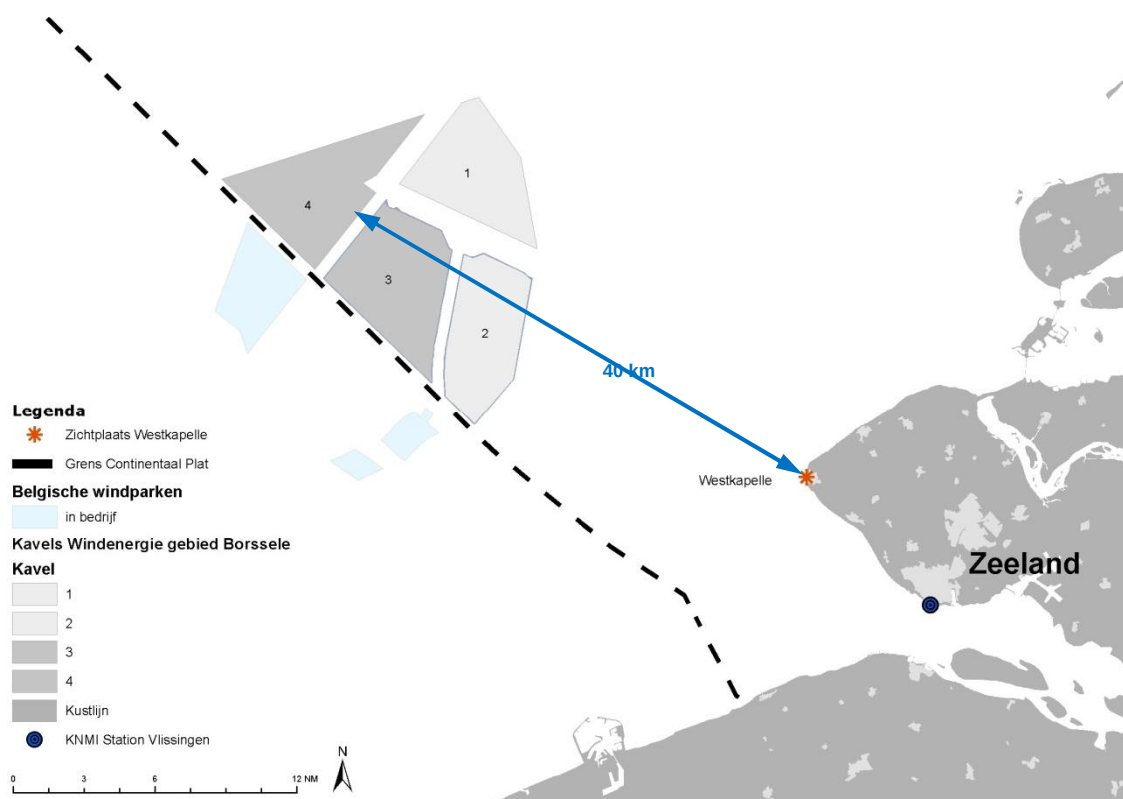
- de eigenschappen van het object (afmetingen, materiaal, kleur),
- de kromming van de aarde,
- de visus van het menselijk oog (gezichtsscherpte) en
- de meteorologische omstandigheden ((water)deeltjes in de lucht die het zicht kunnen beperken).

Met name de vierde factor is bepalend voor de zichtbaarheid van een windpark in kavel IV. In bijlage 5 is een zichtbaarheidsonderzoek opgenomen. In deze bijlage wordt nader ingegaan op de genoemde zichtbaarheidsaspecten.

10.3.2 Fotovisualisaties

Naast het zichtbaarheidsonderzoek kan door middel van fotovisualisaties een beeld verkregen worden van de zichtbaarheid van het windpark in kavel IV. In de memo in bijlage 4 is vanaf de meest nabijgelegen kustlocatie (Westkapelle) een visualisatie opgenomen en is geconcludeerd dat het visualiseren van kavel III en IV, vanaf andere - verder weg gelegen - locaties, niet zinvol is. De turbines zijn dusdanig klein en vallen bovendien weg achter de windturbines van kavel I en II, dat geen onderscheidende verschillen meer kunnen worden weergegeven tussen het minimum en maximum alternatief.

In de digitale opname die vanuit Westkapelle is gemaakt zijn met fotobewerkingssoftware en 3D-renderingssoftware de windturbines gemonteerd, zodat een realistisch beeld ontstaat van de situatie wanneer het windpark gerealiseerd is. In bijlage 4 is de fotovisualisatie te vinden.



Figuur 10.1 Afstand tussen kavel IV en het dichtstbijzijnde punt op land bedraagt 40 km (Westkapelle)

10.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

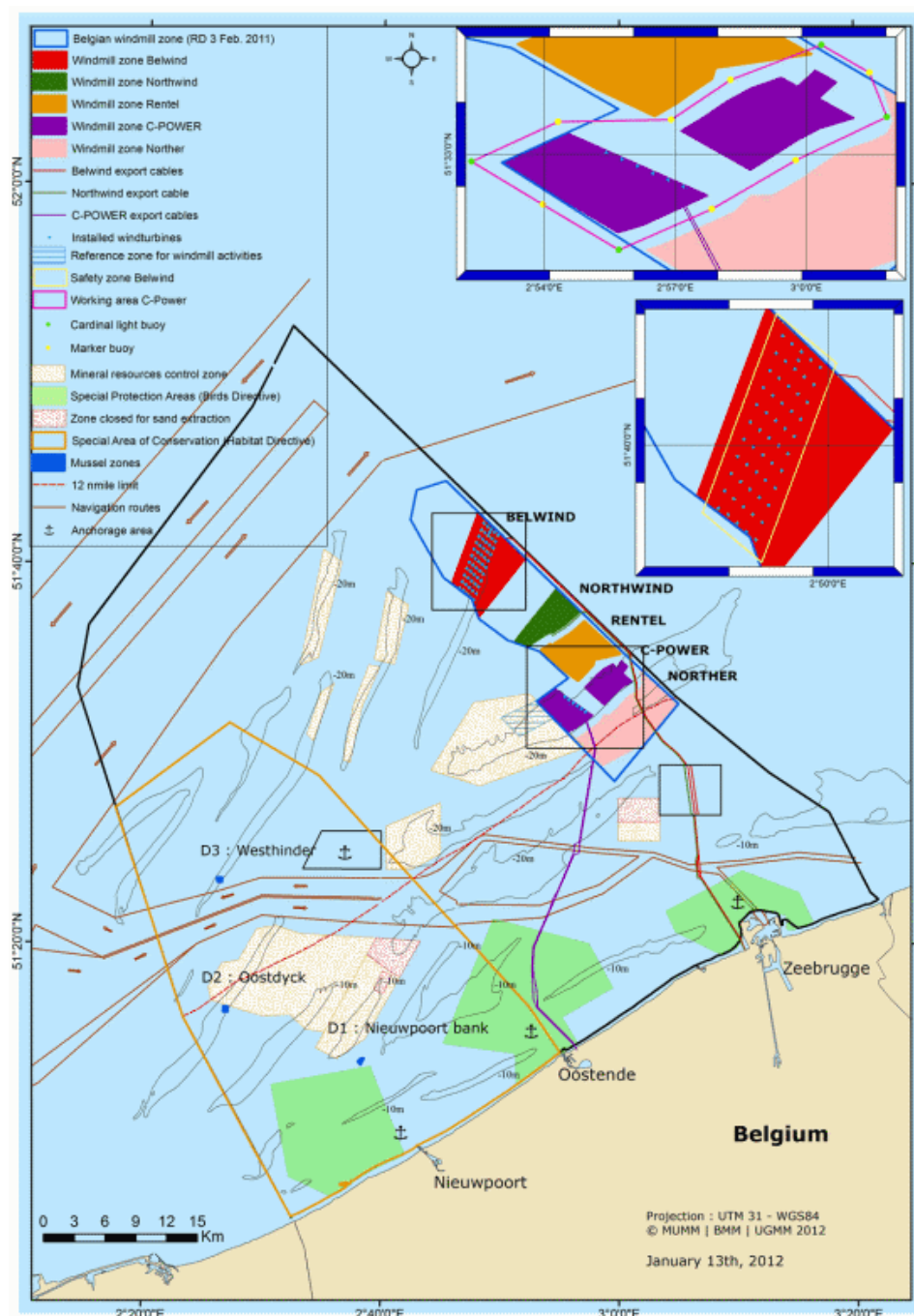
In de huidige situatie is het van belang te weten dat er reeds een aantal windparken net over de grens in het Belgische deel van de Noordzee zijn gebouwd, te weten Belwind, C-Power en Northwind (zie figuur 10.2). Deze windparken liggen op respectievelijk 42, 29 en 35 kilometer vanaf de kust van Walcheren. Bij goed weer zijn de windparken C-power en mogelijk ook Northwind waar te nemen vanaf de Nederlandse kust.

In de nabijheid van deze Belgische windparken zijn nog een aantal windparken vergund (maar nog niet gebouwd anno 2015, zie figuur 10.2). Dit zijn:

- Norther;
- Rentel;
- Seastar (niet in figuur 10.2 opgenomen, maar gelegen tussen Belwind en Northwind in).

De parken Mermaid en Northwester 2 hebben reeds een concessie (ten noordwesten van Belwind), maar de procedure van de milieuvergunning is lopende.

Naast deze Belgische windparken is ook voor de zichtbaarheid van belang dat kavel I, II en III van Borssele worden ontwikkeld voor windenergie. Deze kavels liggen tussen kavel IV en de kust (zie figuur 10.1). Kavel IV zal het windgebied Borssele complementeren, zodat in totaal vier kavels in Borssele uitgegeven worden voor de ontwikkeling van windturbines. Realisatie van deze windparken wordt voorzien uiterlijk in 2020.



Figuur 10.2 Belgische windparken in verschillende ontwikkelstadia
(<http://www.imcbrokers.com/blog/overview/detail/offshore-wind-farms-in-belgium>)

10.5 Effectbeschrijving

10.5.1 Horizontale beeldhoek

De horizontale beeldhoek is het aantal graden in horizontale zin dat het windpark beslaat in het beeld van 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 strandbezoeker, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. De breedte die het windpark in het beeld van de strandbezoeker inneemt, is mede bepalend voor de dominantie van het windpark in dat beeld. Dit is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer relevant⁴¹. Buiten deze afstand neemt de

⁴¹ Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

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. Kavel IV ligt op minimaal 40 km vanaf het vasteland en daarmee is de horizontale beeldhoek niet meer bepalend.

10.5.2 Zichtbaarheid

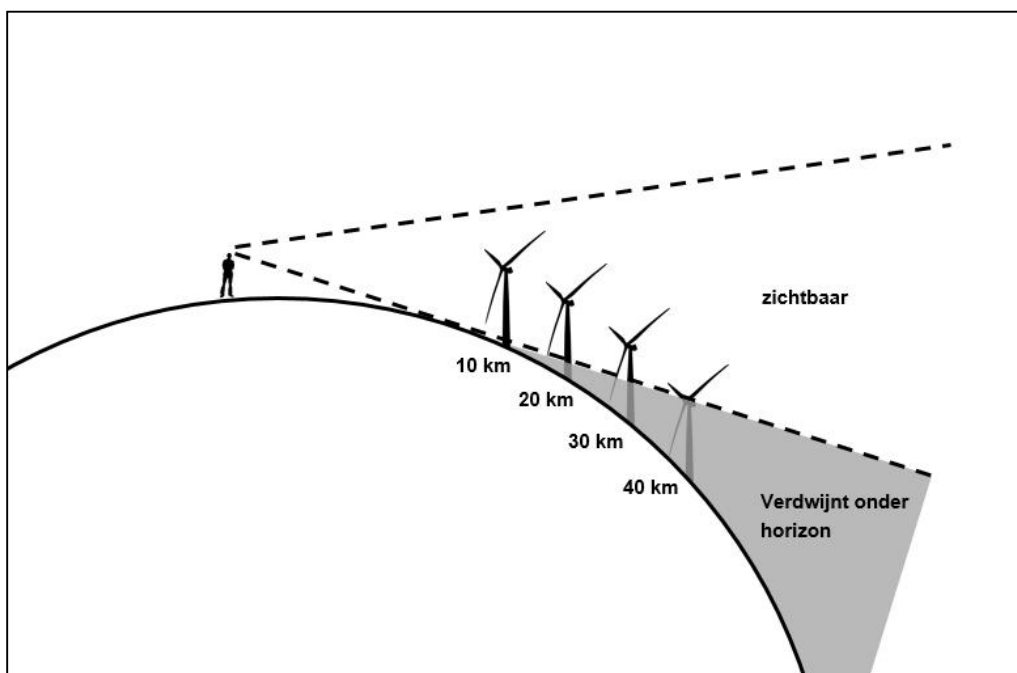
De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt van een viertal factoren af: de eigenschappen van het object, de kromming van de aarde, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden. De zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust is voornamelijk beperkt door de meteorologische omstandigheden. Voor een uitgebreidere effectbeschrijving wordt verwezen naar bijlage 5.

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 is minder bepalend omdat de turbines voorzien worden van een matte coating in de kleur wit en lichtgrijs. Hierdoor zullen de turbines veelal wegvallen tegen de achtergrond.

Kromming van de aarde

Door de kromming van de aarde zijn turbines met een tiphoogte van 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 10.3 met een schematische weergave van de kromming van de aarde). Dit wordt ook wel kimduiking genoemd. Bij turbines met een tiphoogte van 141 meter is de afstand 47 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 groter.



Figuur 10.3 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). Wanneer gekeken wordt naar de hoogte en de afmetingen van de turbines en dit wordt afgezet tegen de kimduiking en de prestaties van de visus van het menselijk oog, kan de theoretische zichtbaarheid van deze turbines worden bepaald. Deze

worden per alternatief weergegeven in tabel 10.3 en tabel 10.4. Voor de afmetingen zijn schattingen en extrapolaties gemaakt, op basis van gegevens van bestaande turbines.

Tabel 10.3 Theoretische zichtbaarheid turbine minimum alternatief (95 x 4 MW)

Turbine-onderdeel	Afmeting onderdeel (m)	Theoretische zichtbaarheid tot (km)
Mast (gemiddelde Ø)	4,0	40
Gondel (hoogte)	4,2	42
Rotorbladen (max breedte)	4,0	40
Rotortip	0,5	5

Tabel 10.4 Theoretische zichtbaarheid turbine maximum alternatief (38 x 10MW)

Turbine-onderdeel	Afmeting onderdeel (m)	Theoretische zichtbaarheid tot (km)
Mast (gemiddelde Ø)	10,0	61*
Gondel (hoogte)	10,0	61*
Rotorbladen (max breedte)	7,3	61*
Rotortip	0,5	5

* Kimduiking is hier leidend, anders was de theoretische zichtbaarheid vanwege de visus van het menselijke oog voor de mast en gondel 100 km en voor de rotorbladen 73 km.

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. De minimale afstand tussen de kust en kavel IV is 40 kilometer (zie figuur 10.1).

Meteorologische omstandigheden

Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, welke de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee het zicht verkleinen. Het KNMI berekent uit dagelijkse metingen voor 26 weerstations in Nederland de maximale zichtafstand. Voor dit project is gekozen voor data die beschikbaar zijn voor weerstation 310 Vlissingen, aangezien dit het dichtstbijzijnde weerstation betreft. De data die zijn gebruikt zijn voor de zomerperiode (1 mei - 30 september) en voor de dagperiode (7.00 – 21.00 uur) als er voornamelijk mensen op het strand aanwezig zijn. In tabel 10.5 zijn de langjarige gemiddelde zichtafstanden, gemeten over 1955 – 2014, van een windpark in kavel IV weergegeven voor de zomerperiode (mei-september).

Tabel 10.5 Langjarige gemiddelde zichtafstand van een windpark in kavel IV in de zomerperiode (1 mei – 30 september)

Zichtbaarheid	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Omgerekend in aantal dagen	Percentage van de tijd (dagperiode)
> 5 km	89,6 %	137	91,8 %
> 10 km	72,0 %	110	75,6 %
> 20 km	38,0 %	58	42,1 %
> 30 km	10,4 %	16	12,8 %

De percentages voor de zomerperiode en dagperiode verschillen, aangezien door de filtering de periode tussen 21:00 – 07:00 uur uit de dataset zijn verwijderd. De gemiddelde maximale zichtafstand ligt gedurende de dagperiode een paar procent hoger dan wanneer het gehele etmaal wordt meegenomen.

Op basis van tabel 10.5 kan berekend worden dat 2,6% van de tijd de meteorologische omstandigheden in de zomerperiode overdag zo zijn dat (een deel van) het windpark zichtbaar is gedurende een deel van de dag. Dit percentage is van toepassing op een persoon die zich op het dichtstbijzijnde strand bevindt ten opzichte van het windpark (Westkapelle). Op grotere afstand van het windpark nemen de zichtbaarheidspercentages sterk af. Zo is de meteorologi-

sche zichtbaarheid van het windpark vanuit Cadzand Bad (op circa 48 km afstand), nog maar 0,3% van de tijd. In tabel 10.6 wordt het percentage van de tijd dat het windpark zichtbaar is vanaf verschillende kustplaatsen weergegeven.

Tabel 10.6 Overzicht zichtbaarheid van het windpark

Locatie	Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Omgerekend aantal dagen	Percentage van de tijd (dagperiode)
Westkapelle	40 km	2,0%	3	2,6 % (circa 24 min)
Domburg	42 km	0,6%	1	0,7 % (circa 6 min)
Knokke Heist	44 km	0,6%	1	0,7 % (circa 6 min)
Cadzand Bad	48 km	0,3%	1	0,3 % (circa 3 min)
Burgh Haamstede	47 km	0,3%	1	0,3 % (circa 3 min)
Ouddorp	58 km	0,01%	0	0,02 % (circa 0 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 10.7 worden de verschillen in theoretische zichtbaarheid tussen de alternatieven weergegeven.

Tabel 10.7 Alternatieven in relatie tot kimduiking en de visus.

	Tiphoogte turbine (m)	Verdwijnafstand kimduiking (km)	Max. afmeting onderdelen (m)	Verdwijnafstand door prestatie menselijke visus (km)	Max zichtafstand (kimduiking + visus) (km).
Alternatief 1	141	47	4,2	42	42
Alternatief 2	250	61	10,0	100	61

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 (> 42 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 (Westkapelle) is kavel IV maximaal 2,6% van de tijd tijdens de zomerperiode overdag zichtbaar. In Cadzand Bad, dat verder van het kavel is gelegen, is dat nog maar 0,3% van de tijd tijdens de zomerperiode overdag.

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.

10.5.3 Fotovisualisaties

In de memo in bijlage 4 is vanaf de meest nabijgelegen kustlocatie (Westkapelle) een visualisatie opgenomen van het alternatief met de grootste windturbines (tiphoogte 250 meter). Deze visualisatie is tevens hierna opgenomen. In het memo is geconcludeerd dat het visualiseren van kavel IV (en ook kavel III), vanaf andere - verder weg gelegen - locaties, niet zinvol is. De turbines zijn dusdanig klein en vallen bovendien deels weg achter de windturbines van kavel I en II, dat geen onderscheidende verschillen meer kunnen worden weergegeven tussen het minimum en maximum alternatief.

Tevens kan geconcludeerd worden dat de zichtbaarheid van kavel IV (en kavel III) vanaf de Zeeuwse kust zeer beperkt is, ongeacht het alternatief. In de volgende foto's is om de turbines het best zichtbaar te krijgen gewerkt met een hoog contrast van de windturbines.



Figuur 10.4 Fotovisualisatie vanuit Westkapelle (op 30 km afstand van het windpark) met daarin het maximale alternatief gevisualiseerd in kavel IV (en kavel III). Op andere plaatsen dan Westkapelle zijn de turbines niet of minder zichtbaar, vanwege de grotere afstand tussen de kust en het windpark. Ook de turbines van kavel I en II zijn gevisualiseerd (met turbines met tiphoogte tot 250 meter). Beeldhoek: 140 graden.

In de volledige panorama zijn de windturbines vrijwel onzichtbaar. Daarom is een uitsnede gemaakt op 60 graden beeldhoek (en nogmaals op 30 graden in bijlage 4).



Figuur 10.5 Fotovisualisatie vanuit Westkapelle (op 30 km afstand van het windpark) met daarin het maximale alternatief gevisualiseerd in kavel IV (en III). Op andere plaatsen dan Westkapelle zijn de turbines niet of minder zichtbaar, vanwege de grotere afstand tussen de kust en het windpark. Ook de tur-

bines van kavel I en II zijn gevisualiseerd (met turbines met tiphoogte tot 250 meter). Beeldhoek: 60 graden.

Om de situatie met en zonder kavel IV (en III) goed te kunnen vergelijken is in figuur 10.6 en 10.7 nog een visualisatie opgenomen. De figuren geven de turbines in respectievelijk kavel I en II weer met grote turbines (tiphoogte 250 meter), maar dus zonder turbines in kavel IV (en III).



Figuur 10.6 Fotovisualisatie vanuit Westkapelle (op 40 km afstand van het windpark in kavel IV) met daarin alleen kavel I II gevisualiseerd. Beeldhoek 60 graden. Ter vergelijk met figuur 10.5.



Figuur 10.7 Fotovisualisatie vanuit Westkapelle (op 40 km afstand van het windpark in kavel IV) met daarin alleen kavel I gevisualiseerd. Beeldhoek 60 graden. Ter vergelijk met figuur 10.5.

10.6 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 2,6% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Westkapelle). Buiten deze periode is het zichtbaarheidspercentage lager. Ook is dit percentage lager op andere zichtlocaties, die verder van het kavel zijn gelegen. Verder geeft fotovisualisatie aan dat het windpark, als de meteorologische omstandigheden goed zijn, slechts zeer beperkt zichtbaar is. Dit komt in eerste plaats door de grote afstand (minimaal 40 km), alsmede de aanwezigheid van turbines in kavel I, II en III die (in de toekomst) tussen de kust en kavel IV zijn gelegen.

Onderscheid tussen de alternatieven is zeer gering. De grote turbines zijn op een afstand van 42 kilometer of meer nog wel (theoretisch) zichtbaar, de kleine turbines niet meer (vanwege kimduiking). Dit verschil in effect wordt echter zo klein ingeschat vanwege het feit dat de meteorologische omstandigheden veelal de zichtbaarheid op een dergelijke grote afstand beperken, dat dit niet in de score tot uitdrukking komt. Omdat de windturbines in kavel IV nauwelijks tot niet zichtbaar zijn wordt neutraal gescoord (0).

Tabel 10.8 Beoordeling landschap

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Minimum alternatief	Maximum alternatief
- Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid a.d.h.v. fotovisualisaties	- Kwalitatief (op basis van fotovisualisaties) en kwantitatief (% zichtbaarheid in de tijd)	0	0

10.7 Cumulatie

Zoals eerder aangegeven in dit hoofdstuk ligt een aantal Belgische parken (gerealiseerd of nog te realiseren) dichtbij het kavel. Naast kavel IV is het doel om ook in andere kavels van Borssele windturbines te realiseren. De inbeslagname van de horizontale beeldhoek door windturbines zal dan ook toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van deze windturbines is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines drastisch beperken. De kortste afstand tussen de offshore windturbines en het strand bedraagt 40 kilometer. Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 2,6% van de tijd zichtbaar. De meeste windparken liggen verder van het strand af en zijn daardoor gemiddeld een minder percentage van de tijd zichtbaar. Naast windparken zijn ook tal van schepen zichtbaar aan de horizon.

10.8 Mitigerende maatregelen

Omdat het effect op zichtbaarheid beperkt is, worden geen mitigerende maatregelen genomen.

11 Overige gebruiksfuncties

11.1 Inleiding

Doordat bij de locatiekeuze en de begrenzing van windenergiegebied Borssele 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- en luchtvaartradar;
- kabels en leidingen;
- telecommunicatie;
- munitiestortgebieden en militaire activiteiten;
- recreatie en toerisme;
- cultuurhistorie en archeologie;
- mosselzaadinvalinstallaties;
- windparken.

11.2 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 (95 of 38 st.), de tiphoogte (140 of 250 m) en de oppervlakte aan erosiebescherming (17.000-429.000 m², zie tabel 11.1).

Tabel 11.1 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark)

	Oppervlakte fundering	Oppervlakte erosiebescherming	Totaal oppervlak
Jacket 20x20 m (4 MW)	672 m ²	151.328 m ²	152.000 m ²
Jacket 30x30 m (10 MW)	1.462 m ²	135.338 m ²	136.800 m ²
Monopile 3 m (4 MW)	672 m ²	16.116 m ²	16.788 m ²
Monopile 10 m (10 MW)	2.985 m ²	71.628 m ²	74.613 m ²
Tripod 2 m (4 MW)	895 m ²	21.489 m ²	22.384 m ²
Tripod 4 m (10 MW)	1.433 m ²	34.381 m ²	35.814 m ²
Tripile 2 m (4 MW)	895 m ²	21.489 m ²	22.384 m ²
Tripile 4 m (10 MW)	1.433 m ²	34.381 m ²	35.814 m ²

	Oppervlakte fundering	Oppervlakte erosie-bescherming	Totaal oppervlak
Suction bucket 15 m (4 MW)	16.788 m ²	0 m ²	16.788 m ²
Suction bucket 20 m (10 MW)	11.938 m ²	62.675 m ²	74.613 m ²
Gravity Based Fundatie 25 m (4 MW)	46.633 m ²	373.046 m ²	419.679 m ²
Gravity Based Fundatie 40 m (10 MW)	47.752 m ²	382.018 m ²	429.770 m ²

Te beschouwen alternatieven:

Alternatief 1: 4 MW turbine: 95 turbines (tiphoogte 140 m) op een monopile (3 m)/suction bucket (15 m) fundering. Erosiebescherming (stortstenen): vijf maal de paaldiameter.

Alternatief 2: 10 MW turbine: 38 turbines (tiphoogte 250 m) 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.

Bij de 4 MW en 10 MW windturbine is uitgegaan van een monopile/suction bucket en een gravity based fundatie omdat deze fundaties het kleinste respectievelijk grootste oppervlak aan erosiebescherming hebben.

11.3 Beoordelingskader

Voor de voorspelling van de effecten van het windpark op het aspect overige gebruiksfuncties zijn de onderstaande beoordelingscriteria onderscheiden (zie tabel 11.2). Aan de hand van deze beoordelingscriteria zijn 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 blijven daarom hier buiten beschouwing.

Tabel 11.2 Beoordelingscriteria overige gebruiksfuncties

Aspecten	Beoordelingscriterium
Visserij	Beperkingen visserij
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart
	Interferentie militaire luchtvaart
	Interferentie Kustwacht
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden
Scheeps- en luchtvaartradar	Schaduwwerking
	Multipath / Bouncing
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen
	Verstoring straalpaden
Munitiestortgebieden en militaire gebieden	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart
	Beperkingen kustrecreatie
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties
Windparken	Beïnvloeding windparken

11.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Visserij

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 offshore platforms en windparken 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. Het toekomstbeeld voor de sector is een gezonde bedrijfstak die op een ecologisch verantwoorde en economisch efficiënte wijze, met maatschappelijk draagvlak gebruik maakt van de zee. Op het NCP worden verschillende vormen van visserij uitgeoefend. De zuidelijke Noordzee, waarin ook het windenergiegebied Borssele 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 gevist 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 tabel 11.3 is het aantal actieve vaartuigen in de kottervisserij weergegeven. Hiervoor zijn de gegevens uit 'Visserij in Cijfers' gehanteerd (via www.agrimate.nl).

Tabel 11.3 Aantal actieve vaartuigen in de kottervisserij naar leeftijd en motorvermogen (per 31 december)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Totaal kottervloot	374	367	342	346	345	308	294	297	284	276
Leeftijd										
- 0-10 jaar	78	70	67	66	62	58	58	52	34	27
- 11-20 jaar	140	136	113	101	84	75	64	63	65	65
- meer dan 20 jaar	156	161	162	179	199	175	172	182	185	184
Totaal	374	367	342	346	345	308	294	297	284	276
Motorvermogen										
- 1-150 pk	4	3	8	8	8	3	1	1	3	3
- 151-200 pk	16	18	17	17	19	12	12	12	11	8
- 201-260 pk	34	32	32	30	37	34	33	32	31	30
- 261-300 pk	173	168	163	166	159	155	150	152	145	144
- 301-600 pk	8	7	8	7	8	7	5	5	5	6
- 601-800 pk	2	2	3	4	2	4	1	3	7	6
- 801-1.100 pk	6	5	5	5	6	8	9	9	5	8
- 1.101-1.500 pk	5	6	4	5	5	5	4	4	2	3
- 1.501-2.000 pk	87	92	81	83	90	78	79	79	75	68
- 2.001 en meer	39	34	21	21	11	2	-	-	-	-
Totaal	374	367	342	346	345	308	294	297	284	276
Gemiddeld motorvermogen (pk)	981	986	981	891	848	779	781	779	765	762

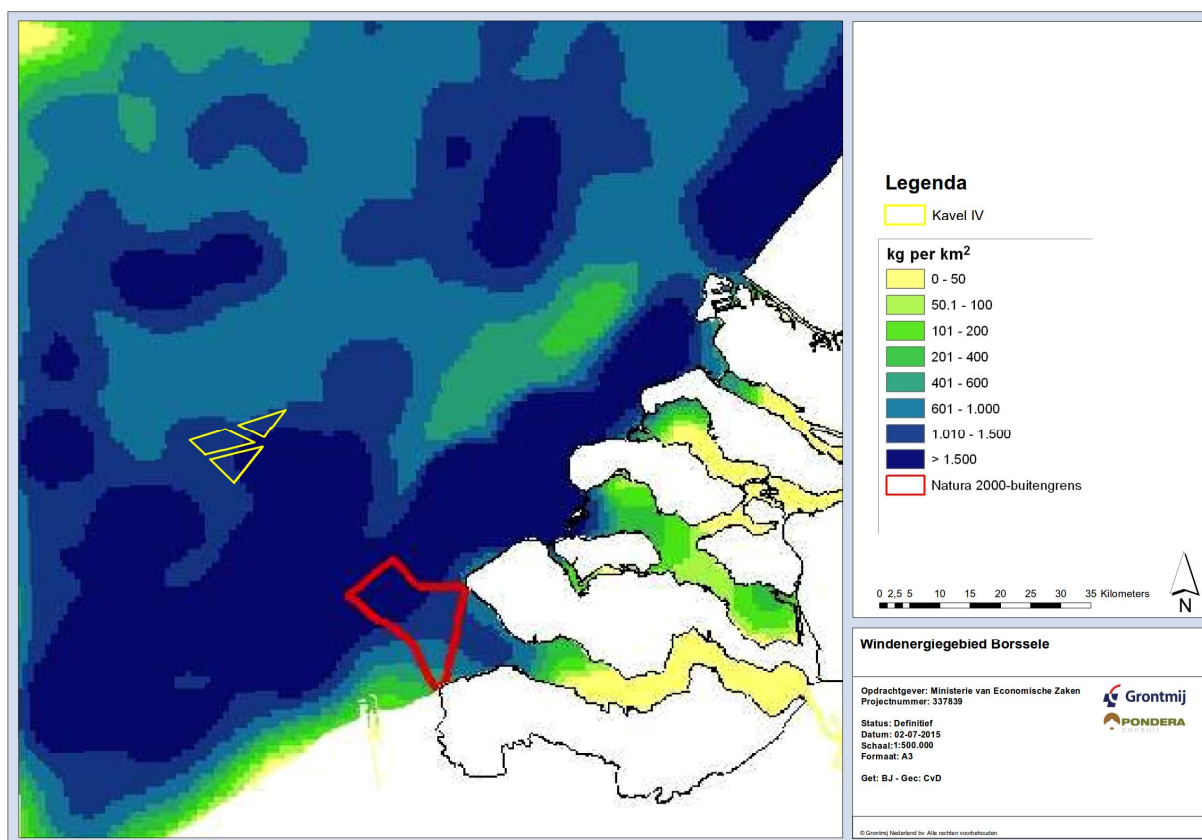
Er komen in de hele Noordzee meer dan 220 vissoorten voor, waarvan in het Nederlandse deel circa 145 soorten, inclusief haaien en roggen. Zowel de aantallen als de soorten zijn niet gelijkmatig over de Noordzee verdeeld. De visserij op de Noordzee concentreert zich op ongeveer 25 soorten, waarvan platvissen (schol, tong, schar, tarbot en griet), kabeljauwachtigen (kabeljauw, koolvis, schelvis, wijting), haring, sprot, zandspiering en makreel de hoofdmoot uitmaken. In tabel 11.4 is de hoeveelheid gevangen vis per soort in de Noordzee weergegeven. Hiervoor zijn de gegevens uit 'Visserij in Cijfers' gehanteerd (via www.agrimate.nl).

Tabel 11.4 Aanvoer Nederlandse kotters per vissoort (x 1.000 ton)

Vissoort	Aanvoer Nederlandse kotters per vissoort (x 1.000 ton) naar levend gewicht									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tong	13	13	11	8	10	9	9	9	8	8
Schol	29	25	23	24	23	21	23	28	29	32
Schar	5	5	5	5	7	6	5	5	5	4
Tarbot/Griet	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3
Kabeljauw	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2
Wijting	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Langoestine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Garnalen	15	14	16	16	16	15	18	17	16	14

De vangstopbrengst in 2008 in kavel IV en omgeving is weergegeven in figuur 11.1. Hieruit blijkt dat kavel IV (gele contour) in een gebied ligt met een relatief hoge vangstopbrengst. Bij een opbrengst van 1.500 kg/km² is de opbrengst voor heel windenergiegebied Borssele (344 km²) circa 516.000 kg/jaar. Deze opbrengst ligt in dezelfde orde grootte als recentelijk door Imares (Van der Reijden, 2015) is berekend voor de jaren 2011 t/m 2013.

In Van der Reijden (2015) is berekend dat de opbrengst van de visserij in windenergiegebied Borssele in de periode 2011 t/m 2013 gemiddeld 1,9 miljoen euro per jaar bedroeg. In het laatste jaar (2013) bedroeg de opbrengst 2,5 miljoen euro. Geschat wordt dat er circa 25 tot 30 vissersschepen in windenergiegebied Borssele vissen. Dat betekent dat windenergiegebied Borssele een waarde vertegenwoordigt van gemiddeld € 100.000 per schip.

Figuur 11.1 Opbrengst visserij per km² in de omgeving van windenergiegebied Borssele

Nieuwe (duurzame) vistechnieken

De visserijsector bevindt zich in Nederland 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 trawlvissers (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.

Olie- en gaswinning

In het windenergiegebied Borssele en de directe omgeving bevinden zich geen olie- en gasplatforms. Ook zijn voor het gebied geen winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven.

Luchtvaart

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). Het luchtruim ter plaatse van windenergiegebied Borssele wordt gebruikt door de burgerluchtvaart. Behoudens uitzonderingen gelden 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.

In de omgeving van windenergiegebied Borssele bevinden zich geen olie- en gasplatforms waardoor geen vliegbewegingen van helikopters zijn te verwachten. Ook CNS apparatuur ontbreekt in het gebied. Ook liggen in het gebied geen laagvlieggebieden, deze gebieden liggen namelijk voor de kust van Noord-Holland en ten noorden van de Waddeneilanden.

Zand-, grind- en schelpenwinning

Zandwinning is toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP -20 dieptelijn. Binnen de doorgaande NAP -20 m dieptelijn mag, in verband met de kustveiligheid en de ecologische waarde van het gebied, niet worden gewonnen. Uitzonderingen zijn o.a. zandwinning uit vaargeulen en zandwinning ten behoeve van de kustverdediging. Direct ten oosten van windenergiegebied Borssele, binnen de 12-mijlsgrens, vindt zandwinning plaats. Buiten de 12-mijlszone krijgen windparken de prioriteit boven zandwinning (IDON, 2011).

Baggerstort

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. Geen van deze loswallen ligt in de nabijheid van windenergiegebied Borssele.

Scheeps- en luchtvaartradar

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). Het bereik van deze radarposten is maximaal circa 50 km (circa 30 zeemijlen). De radarposten met hun bereik staan aangegeven op de 1800-serie (blad 1801) van de Hydrografische Kaart voor Kust- en Binnenwateren van de Koninklijke Marine (Koninklijke Marine, 2008).

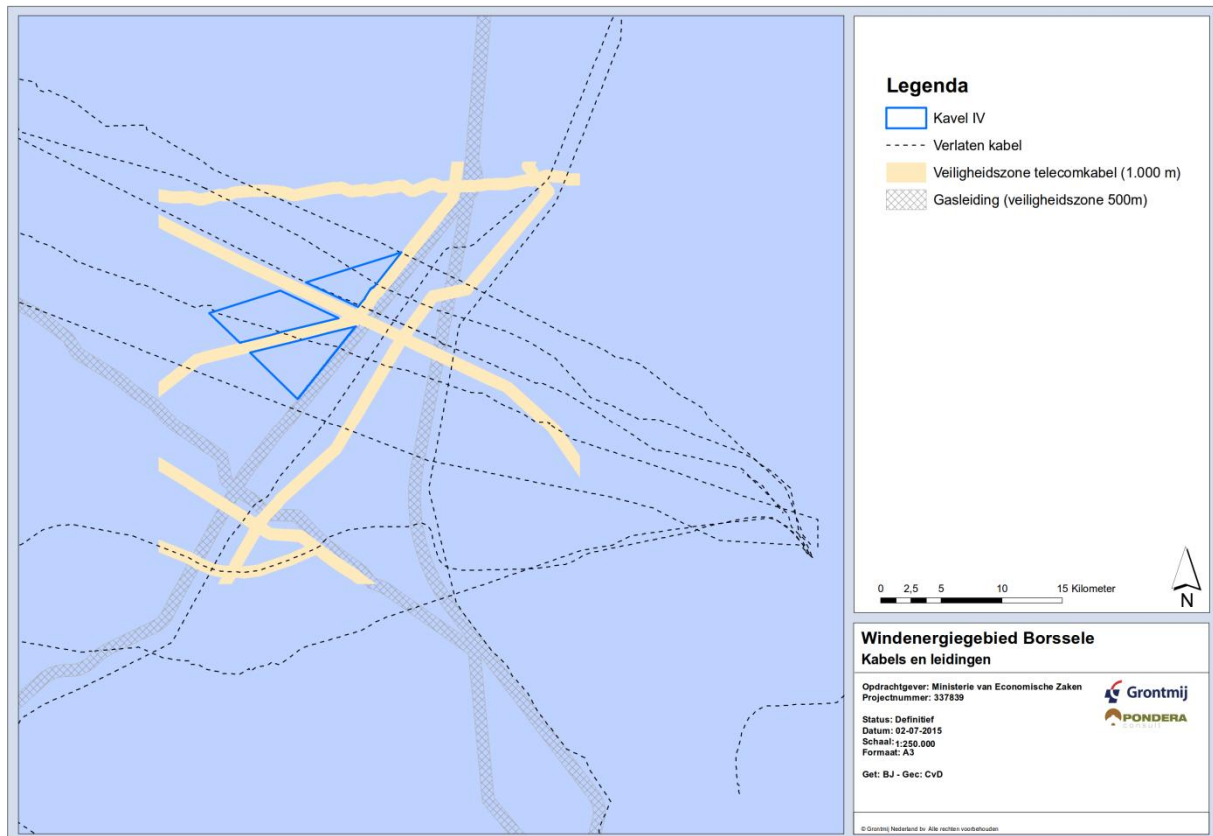
Om het scheepvaartverkeer in het Scheldegebied in beeld te brengen en effectief te begeleiden, hebben Nederland en België een gemeenschappelijke en grensoverschrijdende radar keten gebouwd, de zogenaamde Schelderadarketen (SRK). Met deze radarketen wordt het scheepvaartverkeer op de Noordzee vanaf de Belgisch-Franse grens tot en met de Steenbank (zo'n 40 kilometer voor de kust van Domburg) in beeld gebracht. De SRK verleent VTS aan vaartuigen om een veilige en vlotte scheepvaart mogelijk te maken. De huidige SRK bestaat uit 6 bemande verkeerscentrales en 22 onbemande radarposten. De dichtstbijzijnde radarpost betreft de onbemande radarpost Westkapelle, deze ligt op 24,5 km afstand van windenergiege-

bied Borssele. Om beter zicht te krijgen op het scheepvaartverkeer bij het ankergebied De Steenbank wordt momenteel een onbemande radartoren gebouwd op Neeltje Jans. Deze radartoren wordt de hoogste radartoren (115 m) voor scheepvaart in Europa en zal een bereik hebben van circa 65 km.

De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 170 km afstand van windenergiegebied Borssele.

Kabels en leidingen

In windenergiegebied Borssele liggen voor zover bekend tien kabels en twee leidingen. Van de tien kabels zijn er zeven buiten gebruik. De in gebruik zijnde kabels en leidingen betreffen drie datakabels en twee gasleidingen. De ligging van de kabels en leidingen is weergegeven in figuur 11.2.



Figuur 11.2 Ligging kabels en leidingen

De oostgrens van kavel IV wordt gevormd door de noordoost-zuidwest lopende gasleiding. Kavel IV wordt doorsneden door twee telecomkabels. Ook liggen er binnen kavel IV drie buiten gebruik gestelde (verlaten) kabels (zie figuur 11.2).

In het Integraal Beheerplan Noordzee (hierna: het IBN) is vastgelegd dat een onderhoudszone van 500-1000 meter wordt aangehouden rondom in gebruik zijnde kabels. In de Beleidsnota Noordzee is bepaald dat met het oog op efficiënt ruimtegebruik onderhoudszones waar mogelijk worden verkleind.

Telecommunicatie

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 Borssele (zie figuur 11.2). 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.

Munitiestortgebieden en militaire activiteiten

Windenergiegebied Borssele ligt niet in de nabijheid van gebieden die zijn gereserveerd voor militaire activiteiten of zijn aangewezen als munitiestortgebied.

REASeuro (2014) heeft voor windenergiegebied Borssele een bureauonderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van Niet Gesprongen Explosieven (NGE). Het bureauonderzoek bestaat uit een historisch vooronderzoek en een risicoanalyse. Hieronder zijn de belangrijkste bevindingen van het historisch vooronderzoek weergegeven.

- Tijdens de Eerste en Tweede Wereldoorlog waren windenergiegebied Borssele en de omgeving het toneel van vele oorloggerelateerde gebeurtenissen. In beide wereldoorlogen werden grote hoeveelheden zeemijnen ingezet in de Noordzee. In windenergiegebied Borssele waren zes bekende mijnevelden (WOII) aanwezig. De aanwezigheid van zeemijnen in de overige delen van het windenergiegebied kan, ten gevolge van het in het geheim leggen van offensieve mijnevelden, niet worden uitgesloten. Van alle mijnen die tijdens de Tweede Wereldoorlog werden gelegd is slechts 15% tot 30% geruimd. Er zijn geen gegevens bekend van het ruimen van mijnen na de Eerste Wereldoorlog. Waarschijnlijk was het percentage geruimde mijnen na de Eerste Wereldoorlog nog geringer.
- Het windenergiegebied Borssele ligt binnen de belangrijkste vluchtroutes van geallieerde bommenwerpers. Ten gevolge hiervan zijn een groot aantal vliegtuigen neergestort in de Noordzee en zijn grote hoeveelheden bommen afgeworpen in de Noordzee.
- Sinds april 2005 zijn door vissers bij de kustwacht 25 NGE aangemeld binnen het windenergiegebied Borssele.
- De zeebodem is erg dynamisch ten gevolge van getijdestromingen en de beweging van zandduinen. Hierdoor kunnen NGE zijn verplaatst, waardoor ze niet meer op hun oorspronkelijke positie liggen.
- In de periode na de oorlog is de zeebodem intensief gebruikt. Ten gevolge van intensieve visserij zijn NGE verplaatst. Tot 2005 werden de meeste NGE na aantreffen weer terug in zee geworpen. Dit gebeurde vaak in de buurt van bekende scheepswrakken. Deze locaties werden veelal vermeden om schade aan de netten te voorkomen en vormden zodanig vaak een verzamelplaats voor NGE.

Op basis van de bovenstaande bevindingen wordt geconcludeerd dat windenergiegebied Borssele kan worden aangemerkt als een gebied met een grote kans op het voorkomen van NGE.

Recreatie en toerisme

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. 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. Recreatievaart langs de kust met als bestemming de Belgische en Franse kust varen via het Middeldiep of Steendiep (ten oosten van windenergiegebied Borssele) richting het zuiden.

Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden en Hoek van Holland worden er ook oversteken gemaakt naar Engeland. Ook het gebied ter plaatse van windenergiegebied Borssele wordt gebruikt om de oversteek naar Engeland (Thamesmonding) te maken. Schepen varen daarbij vanuit de kustzone door windenergiegebied Borssele naar het gebied ter hoogte van boei NHR-SE (direct ten westen van windenergiegebied Borssele), om daar vervolgens het verkeersscheidingsstelsel te kruisen en naar Engeland te varen.

Cultuurhistorie en archeologie

Vestigia (2014) heeft voor windenergiegebied Borssele een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd. Dit bureauonderzoek is gericht op het in beeld brengen van twee typen archeologische resten, namelijk vroeg-prehistorische vindplaatsen en vondsten afgedekt door jong sedi-

ment en historische wrakken en ander objecten. Hieronder zijn de belangrijkste bevindingen weergegeven.

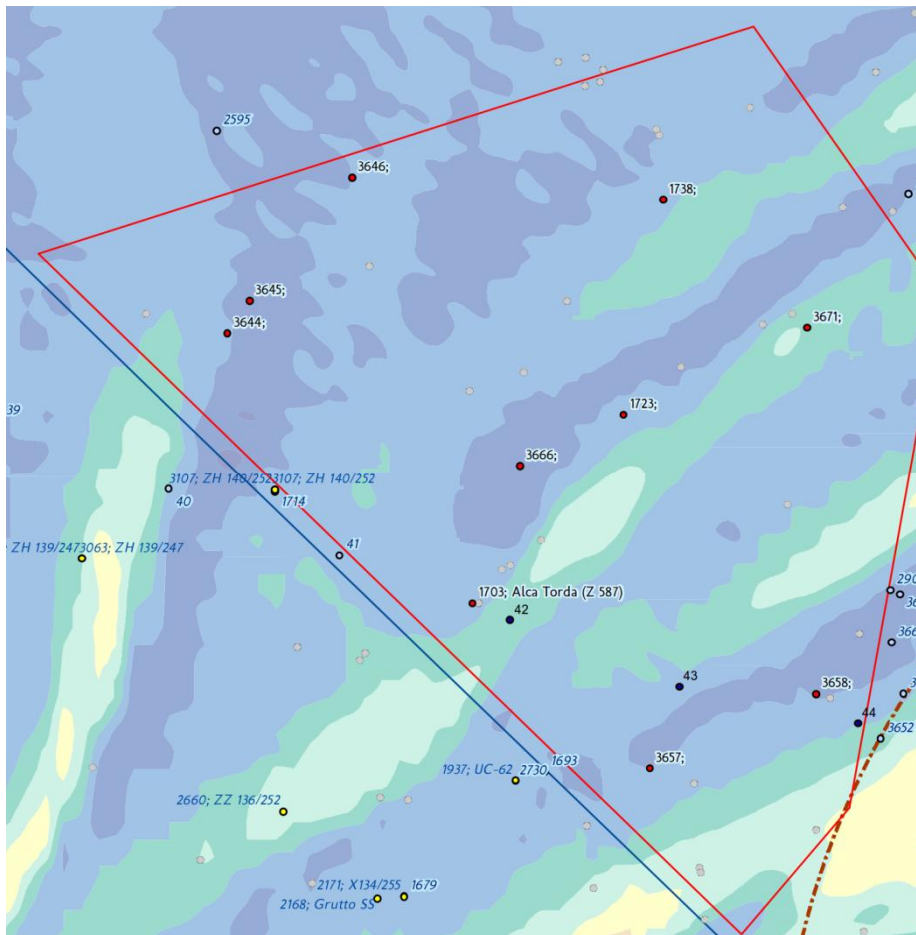
Vroeg-prehistorische vindplaatsen en vondsten

Prehistorische archeologische resten in situ kunnen aanwezig zijn in gebieden waar laat-pleistocene en vroeg-holocene landschappen bewaard zijn gebleven in de geologische stratigrafie. De restanten van deze landschappen - waar ze zijn aangetroffen binnen windenergiegebied Borssele - bevinden zich op een diepte van -30 tot -40 meter NAP en worden grotendeels afgedekt door een dikke laag midden-holocene tot laat-holocene mariene afzettingen. Eventuele prehistorische vindplaatsen zullen grotendeels, zo niet vrijwel allemaal, dateren uit het Midden-Paleolithicum en het Laat-Paleolithicum. Vindplaatsen uit deze perioden kennen een bijzonder lage dichtheid. Eventuele vindplaatsen uit het Laat-Paleolithicum en het vroeg-Mesolithicum in het windenergiegebied kunnen alleen verwacht worden op de hoger gelegen delen van het pleistoceen of vroeg-holocene landschap, welke juist meer aangetast zullen zijn als gevolg van erosie door de Noordzee.

De algehele archeologische verwachting met betrekking tot vroeg-prehistorische vindplaatsen is daarom laag voor de gehele windpark zone, maar de aanwezigheid van dergelijke vindplaatsen kan nooit helemaal worden uitgesloten.

Historische wrakken en andere objecten, zoals verloren scheepsuitrusting en neergestorte vliegtuigen

Er zijn binnen windenergiegebied Borssele slechts drie scheepswrakken bekend (zie nummers 1703, 1723, 1738 in figuur 11.3). Hiervan is er slechts één nader geïdentificeerd (nummer 1703). Het wrak dateert uit de 20^e eeuw en heeft geen archeologische waarde. Er is ook een aantal gerapporteerde obstructies bekend uit het gebied (zie nummers 3644, 3645, 3646, 3657, 3658, 3666 en 3771 in figuur 11.3). Deze zijn niet nader geïdentificeerd. Het kan hier gaan om scheepswrakken of delen van scheepswrakken, maar ook om verloren objecten (bijvoorbeeld ankers, kettingen), vracht, afval etc. Het kan ook gaan om delen van neergestorte vliegtuigen uit de Tweede Wereldoorlog.



Figuur 11.3 Ligging wrakken en obstructies binnen windenergiegebied Borsselle (Vestigia, 2014)

Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat binnen het windenergiegebied systematisch onderzoek heeft plaatsgevonden met behulp van side scan sonar of een andere geofysische methode. De bekende historische wrakken en andere objecten moeten daarom beschouwd worden als toevallsvondsten. Het kleine aantal vindplaatsen zegt daarom niet noodzakelijkerwijs iets over de daadwerkelijke dichtheid van historische archeologische objecten, waaronder ook scheepswrakken uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog, alsmede gevechtsvliegtuigen. Het is slechts een reflectie van het ontbreken van systematisch onderzoek, dat normaliter voornamelijk wordt uitgevoerd op de belangrijkste scheepvaartroutes. Naar alle waarschijnlijkheid bevinden zich in het windenergiegebied daarom nog meer onontdekte historische objecten. In de bureaustudie is de trefkans op historische vindplaatsen (scheepswrakken, vliegtuigwrakken, etc.) voor het hele windenergiegebied Borsselle aangeduid als middelhoog (middelhoge archeologische verwachting).

Mosselzaadinvanginstallaties

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 bodembereoerende 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

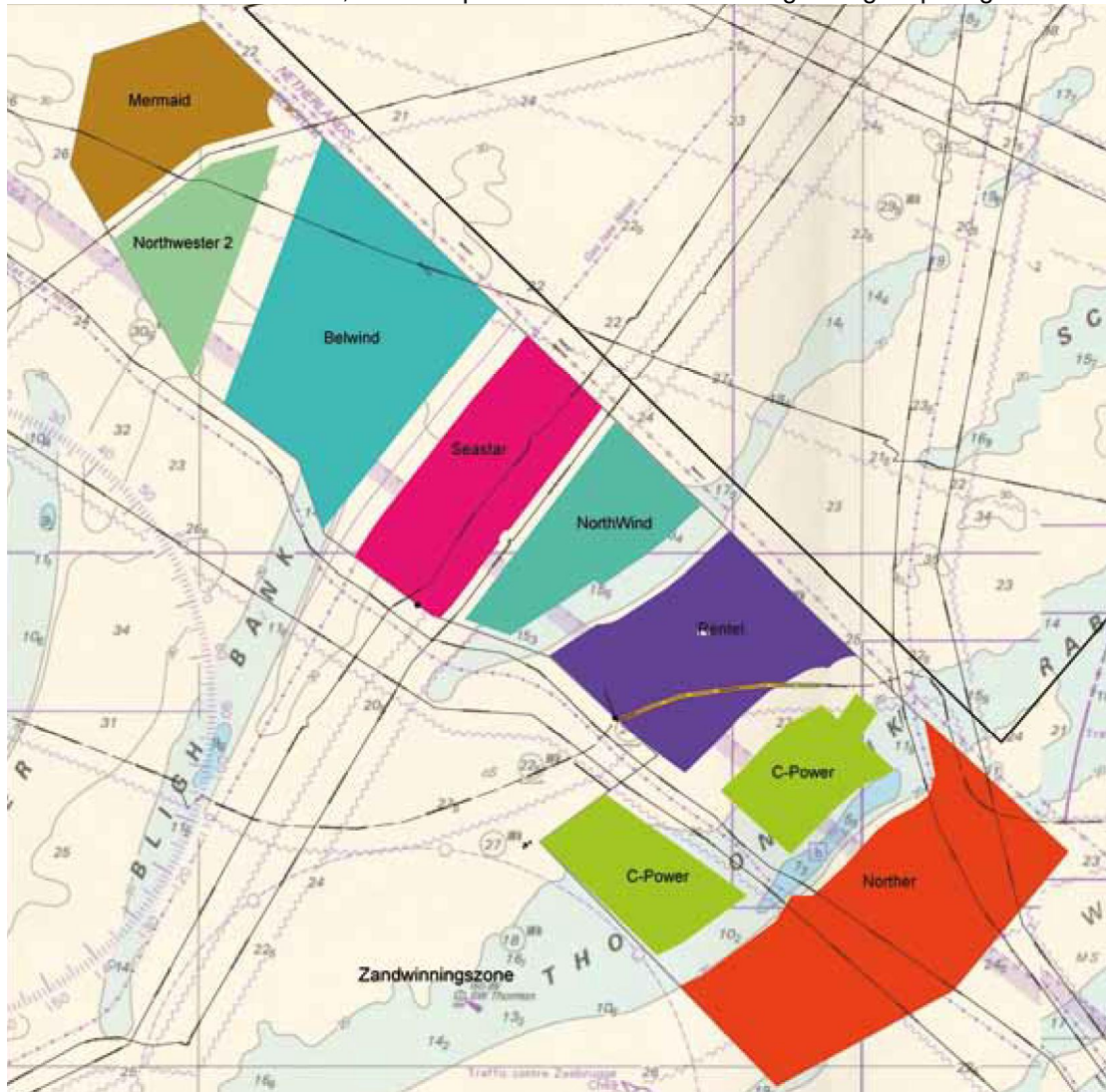
bieden van financiële ondersteuning om de uitvoering van voorbeeldprojecten te bevorderen op het gebied van schelpdierkweek/maricultuur (waaronder kweek van zeewier/macro-algen).

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 windparken op zee niet voor de hand.

Op dit moment worden de mogelijkheden van medegebruik en doorvaart van windparken verkend. 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. De belangenafweging zal binnen de daarvoor te verstrekken watervergunningen moeten plaatsvinden.

Windparken

Direct ten zuidwesten van windenergiegebied Borssele is door de Belgische overheid een gebied aangewezen waar windparken mogen worden gebouwd. De windparken Belwind en C-Power zijn operationeel, en Northwind is in aanbouw (zie figuur 11.4). Daarnaast liggen in het gebied drie windparken die wel zijn vergund maar nog niet gebouwd. Dit betreffen: Norther, Rentel en Seastar. De windparken Mermaid en Northwester 2 (ten noordwesten van Belwind) hebben reeds een concessie, maar de procedure van de milieuvergunning loopt nog.



Figuur 11.4 Ligging Belgische windparken

11.5 Effectbeschrijving

11.5.1 Visserij

Effecten tijdens exploitatie

Het belangrijkste effect van het windpark op de visserij is dat binnen het windpark en de bijbehorende veiligheidszone van 500 m rondom het windpark niet mag worden gevist. Het ruimtebeslag van kavel IV ten opzichte van het NCP is zeer gering. De oppervlakte van kavel IV bedraagt, inclusief veiligheidszone, circa 58 km². Dit betekent dat, gezien de grootte van het NCP (57.000 km²), kwantitatief slechts 0,1% van het bevisbare oppervlak op het NCP verloren gaat. 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 11.1), waardoor het gaat om een voor de visserij interessant gebied. In Van der Reijden (2015) is berekend dat de opbrengst van de visserij in windenergiegebied Borssele in de periode 2011 t/m 2013 gemiddeld 1,9 miljoen euro per jaar bedroeg. Dat betekent, uitgaande van circa 25 tot 30 vissersschepen in gebied, dat het gebied een aanzienlijke waarde vertegenwoordigt per schip.

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 moeilijk is te kwantificeren, zal het effect naar verwachting gering zijn.

Het windpark kan er ook toe leiden dat de vaartijd van vissersschepen 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.

In het ontwerp NWP2 wordt voorgesteld om het windpark open te stellen voor niet-bodemberoerende visserij (<24 m), bijvoorbeeld ringzegen en staand want. Dit leidt er mogelijk toe dat deze vorm van visserij minder hinder ondervindt van het windpark. Bij het eventueel openstellen van de oost-west corridor door windenergiegebied Borssele zullen ook vissersschepen groter dan 24 m minder hoeven om te varen.

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.

11.5.2 Olie- en gaswinning

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Windenergiegebied Borssele ligt niet in de nabijheid van olie- en gasplatforms. Ook zijn er in het gebied geen winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

11.5.3 Luchtvaart

Effecten tijdens exploitatie

Om zichtbaar te zijn voor de luchtvaart worden op de gondels obstakellichten met een sterkte van 50 candela aangebracht (conform IALA). De burgerluchtvaart vliegt ter plaatse van windenergiegebied Borssele echter op een dusdanige hoogte (minimaal 760 m) dat gesteld kan worden dat turbines in het windpark (maximale tiphoogte 250 m) geen invloed zullen hebben op de burgerluchtvaart. Ook vinden in het gebied nauwelijks vliegbewegingen van helikopters plaats omdat olie- en gasplatforms ontbreken.

Tijdens zogenaamde Search and Rescue (SAR)-operaties worden taken uitgevoerd op het gebied van hulpverlening en reddingsoperaties door het Kustwachtcentrum. De aanwezigheid van een windpark kan een dergelijke operatie verstoren. Bijvoorbeeld als een reddingsoperatie moet worden uitgevoerd in het windpark, dan vormt de aanwezigheid van windturbines een extra risicofactor. Het is aangetoond dat reddingacties uit de lucht binnen een windpark bij beperkt zicht moeilijk zijn (Brown, 2005). SAR-operaties worden naar verwachting voor het grootste deel uitgevoerd door schepen en een beperkt deel door helikopters. Schepen ten behoeve van SAR-operaties mogen in tegenstelling tot overige scheepvaart het windpark wel invaren, waardoor een verhoogde kans op aanvaring tijdens een dergelijke SAR-operatie optreedt door de aanwezigheid van turbines. Uit de studie van Brown (2005) komt naar voren dat radiocommunicatie tussen schepen binnen het windpark North-Hoyle in het Verenigd Koninkrijk correct werkte. Turbines hebben maar een smalle schaduw voor VHF communicatie en hebben derhalve nauwelijks effecten. Radardetectie werd moeilijk wanneer schepen binnen 100 meter van een turbine kwamen. Ook het automatische identificatiesysteem (AIS) is geheel operationeel binnen het windpark. Er is geen bewijs dat magnetische kompassen afwijkingen vertonen, tenzij het kompas wordt gebruikt wanneer dicht in de buurt van een turbine wordt gevaren.

De verwachting is dat SAR-operaties zich kunnen voordoen wanneer een schip het windpark binnenvaart en in de problemen komt. Op dit moment is het niet toegestaan dat scheepvaart zich binnen een windpark bevindt (uitgezonderd onderhoudsschepen). Recreatievaart ter hoogte van windenergiegebied Borssele zal, gezien de afstand tot de kust (minimaal 24 km), beperkt van omvang zijn. Het gebied bevindt zich wel in voor recreatievaart populaire routes tussen het continent en Britse havens. Er worden daarom incidenteel SAR-operaties verwacht met recreatieve vaart in het gebied indien een recreatievaartuig door problemen in het windpark terechtkomt.

Echter, in het ontwerp NWP2 wordt voorgesteld om het windpark open te stellen voor doorvaart en medegebruik voor schepen tot 24 m. Dit zal leiden tot een grotere kans op SAR operaties binnen het windpark. Er wordt in 2015 een pilot uitgevoerd om de SAR-mogelijkheden voor luchtvaarteenheden binnen een windpark te testen. Afhankelijk van de uitkomsten daarvan en testen met betrekking tot handhaving, zal in het NWP2 al dan niet besloten worden om windparken open te stellen voor schepen tot 24 meter.

Inrichtingsalternatieven waarbij turbines op een grotere afstand staan (de grotere turbines) scoren iets gunstiger omdat meer ruimte aanwezig is voor het uitvoeren van SAR-operaties. In de beoordeling is, gezien de geringe omvang van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen alternatieven waarbij de turbines ruimer van elkaar staan. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering

Voor de luchtvaart is het van belang om aan te geven waar het windpark zich bevindt in verband met de hoogte van windturbines. Tijdens de aanleg en verwijdering van het park worden turbines daarom al uitgerust met obstakelverlichting met een sterkte van 50 candela als een hoogte van 30 meter wordt overschreden (tijdens de exploitatiefase is deze verlichting ook aanwezig). Ook zal de kustwacht tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark veiligheidsberichten uitzenden om de scheepvaart te informeren.

De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

11.5.4 Zand-, grind-, en schelpenwinning

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

In windenergiegebied Borssele en directe omgeving vindt geen grind- en schelpenwinning plaats. Wel ligt kavel IV in de nabijheid van de 12-mijlsgrens, waarbinnen zandwinning plaatsvindt. Doordat de afstand tussen kavel IV en de 12-mijlsgrens minimaal vijftien kilometer bedraagt, heeft het windpark geen effect op de zandwinning. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

11.5.5 Baggerstort

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

In het gebied en de directe omgeving liggen geen baggerstortgebieden. De effecten worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

11.5.6 Scheeps- en luchtvaartradar

Effecten tijdens exploitatie en onderhoud

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 het vliegtuig. Door mist en neerslag werden deze wel beperkt.

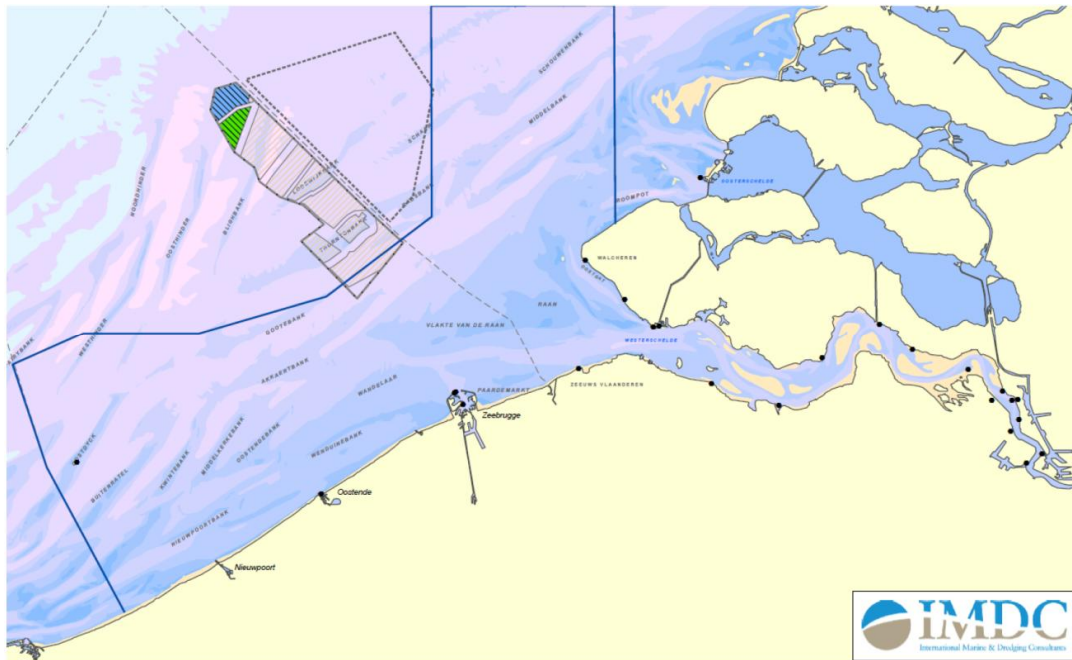
Uit ervaringen met windparken in Denemarken (Spaven consulting, 2011) blijkt dat windturbines die zich binnen 30 kilometer van de luchtbegeleidingsradar bevinden geen problemen opleveren voor luchtverkeersbegeleiding. De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 170 km afstand van windenergiegebied Borssele. 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. Kavel IV ligt niet in de nabijheid van laagvlieggebieden en heeft daarom geen effect op het waarnemingszicht boven laagvlieggebieden.

Walradar

Een windpark kan op verschillende manieren invloed hebben op radarsystemen (walradar en scheepsradar). Beïnvloeding van radarsystemen is mogelijk door:

- Schaduweffecten: wanneer zich tussen de radarpost 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.
- Vermindering van het bereik van radar: wanneer zich tussen de radarpost en het te detecteren object een windturbine bevindt, dan is in deze schaduw het bereik minder dan in niet belemmerende omstandigheden.
- 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.
- Indirecte echo door meervoudige reflectie: windturbines kunnen vanwege hun grote verticale oppervlak een meervoudige reflectie veroorzaken, indien de turbines zich in de buurt van de radar bevinden.
- 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.

Schaduwwerking is veruit het belangrijkste effect dat een windpark op een radarpost kan hebben. Wanneer een windpark binnen het bereik van een walradar wordt gebouwd, dan treedt achter dit windpark een schaduw op. Dat wil zeggen een gebied waar de walradar niet kan kijken. Voor de verkeersbegeleiding ter plaatse van windenergiegebied Borssele is de SRK-walradarketen van belang. Uit figuur 11.4 blijkt dat windenergiegebied Borssele net buiten het wettelijke werkingsgebied ligt van de SRK-walradarketen. Het feitelijk operationele werkingsgebied van de SRK-walradarketen strekt zich echter verder uit, waardoor mogelijk sprake kan zijn van beïnvloeding van het gebied ten noordwesten van windenergiegebied Borssele. Dit gebied ligt echter zover uit de kust (40-50 km), dat wordt verwacht dat dit gebied buiten het radarbereik ligt van de SRK.



Figuur 11.4 SRK werkingsgebied en windenergiegebied Borssele (Bron: Milieueffectrapport windpark Mermaid, 2014)

Scheepsradar

Doordat windturbines, conform de IALA-richtlijnen, langs de buitenomtrek van het windpark worden voorzien van een radarreflector op het werkbordes, zal het windpark goed zichtbaar zijn voor de radar. Ook bij een scheepsradar kunnen windturbines voor verstoring zorgen door bijvoorbeeld schaduwwerking, reflecties of zijlus-effecten. Dit geldt met name als zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Uit een experiment op de simulator van MARIN blijkt dat de scheepsradar ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) functie van de scheepsradar af en toe een echo verliest van een schip dat zich achter het windpark bevindt. Dit leidt echter niet tot gevaarlijke situaties omdat schepen achter het windpark geen potentieel gevaar vormen voor het eigen schip. Het wordt gevaarlijker als de echo wordt verloren op het moment dat beide schepen op dezelfde hoek van het windpark afvaren. In deze situatie is de kans op verlies van een echo echter kleiner omdat het aantal windturbines dat tussen beide schepen staat, kleiner wordt naarmate de hoek van het windpark wordt genaderd. Ook de veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt eerder zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels staan. Doordat in de toekomst steeds meer kleinere schepen worden uitgerust met AIS, dat niet wordt verstoord door een windpark, zal het probleem van radarverstoring steeds minder groot worden.

Uit ervaringen met het windpark North Hoyle UK (Howerd & Brown, 2004) blijkt dat de hoogte van windturbines radarresponsies veroorzaakt die sterk genoeg zijn om zijlus-effecten en dubbele of meervoudige reflecties te produceren. Het is mogelijk om met een verlaagde ontvangst-versterking de resolutie te vergroten, waardoor windturbines van zijlussen kunnen worden onderscheiden. Bijkomend effect hiervan is dat de ontvangstsignalen van kleine schepen en boeien ook gereduceerd worden en wellicht niet meer waar te nemen zijn nabij het windpark.

Uit bovenstaande beschrijving volgt dat het windpark geen effect heeft op de walradar. Wel is het mogelijk dat de scheepsradar hinder ondervindt van het windpark. Hiervoor geldt dat hoe groter de afstand van de scheepsradar tot het windpark, hoe kleiner de beïnvloeding. Voor de schaduwwerking is het aantal windturbines en de onderlinge afstand van belang. Inrichting van het windpark met grote turbines (10 MW) heeft vanwege het geringere aantal windturbines een geringer effect.

Hoewel er kleine verschillen zijn in effecten tussen alternatieven met veel en weinig turbines, worden de alternatieven gezien de geringe omvang van de effecten als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Effecten tijdens aanleg en verwijdering

Tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark zal het gebied waar werkzaamheden plaatsvinden, conform de IALA-richtlijn voor maritieme navigatiesystemen (IALA Maritime Buoyage System (MBS)) worden gemarkeerd. Gedurende de periode van aanleg en verwijdering vindt indien nodig mistwaarschuwing plaats 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.

11.5.7 Kabels en leidingen

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 (IBN). In deze zone mogen geen windturbines staan en bij werkzaamheden dient hier rekening mee te worden gehouden. De oostzijde van kavel IV worden begrensd door een gasleiding. Kavel IV wordt ook doorsneden door twee telecomkabels. Door het hanteren van een onderhoudszone langs deze kabels worden geen effecten verwacht. Ook liggen in kavel IV drie buiten gebruik zijnde kabels. Tijdens de aanleg van het windpark hoeft met deze verlaten kabels geen rekening te worden gehouden.

De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

11.5.8 Telecommunicatie

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Kavel IV wordt doorsneden door twee telecomkabels. Door de veiligheidszone langs de kabel wordt geen effecten op de telecomkabels verwacht. In de omgeving van kavel IV lopen geen straalpaden omdat olie- en gasplatforms in het gebied ontbreken. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

11.5.9 Munitiestortgebieden en militaire activiteiten

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Kavel IV ligt niet in de directe omgeving van gebieden die zijn gereserveerd voor militair gebruik of als munitiestortlocatie. Wel blijkt uit bureauonderzoek (REASeuro, 2014) dat windenergiegebied Borssele kan worden aangemerkt als een gebied met een grote kans op het voorkomen van Niet Gesprongen Explosieven (NGE).

De NGE die mogelijk zijn achtergebleven in windenergiegebied Borssele zijn gevoelig voor aanraken, bewegen, veranderingen in waterdruk en versnellingen groter dan 1 m/s^2 . Binnen windenergiegebied Borssele zullen diverse grondberoerende activiteiten worden uitgevoerd. Deze activiteiten kunnen een detonatie van een aanwezig NGE veroorzaken. Vanwege het vaak grote kaliber van de te verwachten NGE zal een detonatie een vernietigende werking hebben op vaartuigen, materieel, funderingen, personeel en de omgeving. Een detonatie vormt daarom een niet toelaatbaar risico.

Wetgeving op het gebied van veiligheid en gezondheid schrijft voor dat de risico's zo veel mogelijk moeten worden gereduceerd. Met goed NGE-risicomanagement kan het risiconiveau tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht. Bijvoorbeeld door voorafgaand aan de uitvoering een NGE-risicoanalyse uit te voeren en een gecertificeerd opsporingsbedrijf te betrekken

bij de voorbereiding en bouw van het windpark. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

11.5.10 Recreatie en toerisme

Effecten tijdens aanleg, exploitatie, onderhoud en verwijdering

Voor de recreatie langs de kust en in de duinen zijn de zichtbaarheid en het geluid van het windpark van belang. Het windpark zal gezien de afstand tot de kust (circa 35 kilometer) niet hoorbaar zijn aan de kust. De zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust is uitgewerkt in het hoofdstuk landschap.

Het windpark kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met boten. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten te dicht bij het windpark 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 windpark, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark, op dit moment gesloten voor alle scheepvaart (met uitzondering van vaartuigen bestemd voor onderhoud van het windpark en schepen van de overheid). Doordat het windpark (inclusief een veiligheidszone van 500 meter) wordt afgesloten voor de scheepvaart wordt de bewegingsvrijheid van recreanten enigszins beperkt. Dit speelt echter een beperkte rol omdat recreatievaartuigen met name gebruik maken van de 10 à 20 km brede zone langs de kust.

Voor de recreatievaartuigen die de oversteek van bijvoorbeeld Zeeland naar Engeland maken kan het windpark een belemmering vormen. Vaartuigen zullen een aantal kilometers moeten omvaren om vervolgens ten westen van windenergiegebied Borssele en het Belgische windenergiegebied het verkeersscheidingsstelsel te kruisen en naar Engeland te varen. Ten opzichte van de vaarafstand naar Engeland is deze extra vaarafstand verwaarloosbaar. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

In het ontwerp-NWP2 wordt voorgesteld om het windpark open te stellen voor doorvaart en medegebruik voor schepen tot 24 m. Dat betekent dat recreatievaartuigen, maar ook bepaalde vormen van sportvisserij, door het windpark heen mogen varen en er mogen verblijven. Het windpark zou daardoor een recreatieve bestemming kunnen vormen. Recreatievaartuigen die de oversteek naar Engeland willen maken, kunnen dan door windenergiegebied Borssele heen varen, waarbij zij eventueel gebruik kunnen maken van de corridor die in oost-westelijke richting door windenergiegebied Borssele loopt. De effecten van het openstellen van het windpark worden momenteel verder onderzocht. Voordat het windpark wordt geopend voor medegebruik zal eerst elders een pilot volgen.

11.5.11 Cultuurhistorie en archeologie

Effecten tijdens aanleg, exploitatie, onderhoud en verwijdering

Uit het archeologisch bureauonderzoek (Vestigia, 2014) blijkt dat de archeologische verwachting met betrekking tot vroeg-prehistorische vindplaatsen laag is. Eventuele archeologische resten bevinden zich op een diepte van -30 tot -40 m NAP en worden grotendeels afgedekt door een dikke laag holocene afzettingen. Deze vindplaatsen kunnen worden aangetast door het aanbrengen van de funderingen (inheidiepte 20-60 m) en afhankelijk van de diepte van archeologische resten ook door het aanbrengen van erosiebescherming en de aanleg van parkbekabeling. Ten aanzien van de kans dat historische vindplaatsen (scheepswrakken, vliegtuigen, etc.) worden aangetroffen, geldt een middelhoge verwachtingswaarde.

De kans dat tijdens de aanleg van het windpark archeologische resten worden aangetast, is afhankelijk van de diepte van de funderingen en het oppervlak van de funderingen en erosiebescherming. Uit tabel 11.1 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 1.000 m² (jacket, tripod/tripile, monopile 3 MW) tot circa 17.000 m² (suction bucket 4 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 11.1) 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 3 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. 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).

Indien tijdens nader bodemonderzoek archeologische resten worden aangetroffen, dan zal dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en het RCE. 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.

11.5.12 Mosselzaadinstallaties

Effecten tijdens aanleg, exploitatie, onderhoud en verwijdering

In windenergiegebied Borssele zijn geen mosselzaadinstallaties (MZI's) aanwezig, hierdoor treden geen effecten op (effectbeoordeling: 0). Een windpark biedt mogelijk wel kansen voor MZI's door ruimte te bieden aan MZI's.

11.5.13 Windparken

ECN heeft een quick scan (Bulder, 2015) uitgevoerd om de invloed van windenergiegebied Borssele op de windparken in de Belgische windparkzone te bepalen. Dit is gedaan door voor de Belgische windparken de energieopbrengst te bepalen voor zowel de situatie met als zonder windenergiegebied Borssele. Voor windenergiegebied Borssele is uitgegaan van windturbines met een vermogen van 6 MW, resulterend in een totaal vermogen van 1400 MW. Uit de uitgevoerde analyse blijkt dat windenergiegebied Borssele, door windafvang, een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van de Belgische windparken van gemiddeld ongeveer 2,7%. De effecten worden als beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

11.6 Effectbeoordeling

Uit de voorgaande effectbeschrijving blijkt dat er nauwelijks effecten optreden ten aanzien van reeds aanwezige gebruiksfuncties. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Bij de gebruiksfuncties scheeps- en luchtvaartradar, recreatie en toerisme, en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van ruimteverlies (recreatie), aantasting (archeologie) of beïnvloeding (scheepsradar). De effecten worden gezien de geringe omvang neutraal beoordeeld.

De effecten op de visserij worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (58 km²) en de waarde van dat gebied voor de visserij, beperkt negatief beoordeeld. Ook de effecten op windparken worden beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van de Belgische windparken.

Tabel 11.5 Samenvatting effectbeoordeling

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Monopile/suction bucket (4 MW)	Gravity based fundatie (10 MW)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswin-	0	0

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Monopile/suction bucket (4 MW)	Gravity based fundatie (10 MW)
	ning		
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
	Interferentie Kustwacht	0	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps- en luchtvaartradar	Schaduwwerking	0	0
	Multipath / Bouncing	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
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0	0
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties	0	0
Windparken	Beïnvloeding windparken	0/-	0/-

11.7 Cumulatie

Uit de effectbeschrijving in paragraaf 11.5 blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden, de effecten zijn gering tot verwaarloosbaar. Alleen op de visserij en de Belgische windparken treden beperkt negatieve effecten op. Bij de volledige invulling van windenergiegebied Borssele (kavel I, II, III en IV) 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 verloren. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij (0,6%) betreft relatief goede visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Daar boven op komt nog het gebied dat door het Belgische windenergiegebied verloren gaat.

Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast. Voor recreatie en toerisme heeft de verdere invulling van windenergiegebied Borssele beperkte gevolgen omdat de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit Zeeland de oversteek naar Engeland willen leidt de realisatie van kavel III en IV niet extra omvaren omdat deze kavels ten westen van kavel I en II liggen. Het Belgische windenergiegebied leidt waarschijnlijk nauwelijks tot extra omvaren omdat het Belgische windenergiegebied direct ten zuidwesten van windenergiegebied Borssele ligt.

11.8 Mitigerende maatregelen

Er treden bij geen van de beoordelingscriteria wezenlijke effecten op. Alle 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 openstellen van het windpark voor kleine scheepvaart (schepen < 24 m). De niet-bodemberoerende visserij en de recreatievaart kunnen daarvan profiteren. Ook kan worden overwogen om een corridor door windenergiegebied Borssele open te stellen voor schepen groter dan 24 m, waardoor de vaartijd naar visgronden wordt beperkt. Een andere mitigerende maatregel is om de locatie van een windturbine of kabel te wijzigen om zo een (mogelijk) archeologische object te ontwijken.

11.9 Leemten in kennis

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

12 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

12.1 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

Om de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies in beeld te brengen zijn voor respectievelijk de kleinste (4 MW) en grootste (8 MW) 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.

Om de bandbreedte te beschouwen hanteert dit hoofdstuk twee alternatieven: een minimum alternatief met 95 turbines van 4 MW (SWT4) en een maximum alternatief met 48 turbines van 8 MW (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 12.1.

Tabel 12.1 Kenmerken van de te onderscheiden alternatieven voor elektriciteitsopbrengst

Kenmerken	Minimum alternatief	Maximum alternatief
Aantal turbines	95 turbines	48 turbines
Vermogen turbine	4 MW	8 MW
Rotordiameter	130 meter	164 meter
Ashoogte*	95 m	112 m

* De ashoogte wordt bepaald door de tiplaaagte (30 m boven zeeniveau) + de halve rotordiameter.

De trend bij de ontwikkeling van windturbines leidt momenteel tot turbines met een relatief groot vermogen en een grote rotordiameter. 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 4 MW en bovengrens van 10 MW aan opgesteld vermogen, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in de onderstaande tabel. De groene rijen geven respectievelijk de minimale en maximale rotordiameters weer.

Opgesteld vermogen (MW)							
Power Density Rotor (W/m ²)	4	5	6	7	8	9	10
260	140	156	171	185	198	210	221
280	135	151	165	178	191	202	213
300	130	146	160	172	184	195	206
320	126	141	155	167	178	189	199
340	122	137	150	162	173	184	194
360	119	133	146	157	168	178	188
380	116	129	142	153	164	174	183

Doordat bij het alternatief met 4 MW turbines is gerekend met een relatief grote rotordiameter (130 m, ca. 300 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 12.3). Er is voor een offshore turbine geen combinatie mogelijk waarbij voor beide alternatieven het aantal watt/m² (power density) ongeveer even groot is, in dat geval had er wel een verschil in energieopbrengst geweest.

12.2 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 12.2 Beoordelingscriteria elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	- Elektriciteitsopbrengst - CO₂-emissie reductie - SO₂-emissie reductie - NO₂-emissie reductie	- Kwantitatief in MWh/jaar en ton/jaar

12.3 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). De windparken hebben een vermogen van respectievelijk 108 en 120 MW. Deze parken worden de 'ronde 1-parken' genoemd. Het Offshore Windpark Egmond aan Zee en het Prinses Amalia Windpark bestaan uit respectievelijk 36 windturbines van 3 MW en 60 windturbines van 2 MW windturbines. Het Prinses Amalia Windpark en Windpark Egmond Aan Zee (OWEZ) produceren jaarlijks circa 315⁴² en 435⁴³ GWh, een equivalent van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van circa 214.000 huishoudens.

Daarnaast zijn vergunningen verstrekt voor de bouw van nieuwe windparken, de zogenaamde 'ronde 2-parken'. Drie van deze windparken hebben subsidie gekregen en worden de komende jaren gebouwd: Luchterduinen (voorheen Q10, 23 kilometer uit de kust bij Noordwijk aan Zee), Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats, 85 kilometer boven de kust van Groningen). Deze windparken hebben een vermogen van respectievelijk 129 en twee maal 300 MW. Het totaal aan opgesteld vermogen voor ronde 1 en 2 windparken komt daarmee op 957 MW.

12.4 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 turbi-

⁴² http://www.noordzeewind.nl/wp-content/uploads/2012/02/OWEZ_R_000_20101112_Operations_2009.pdf

⁴³ <http://www.prinsesamaliawindpark.eu/nl/windpark.asp>

ne wordt verstoord door de aanwezigheid van andere turbines. Door zogeeffecten neemt de opbrengst van een windpark af. Zogeeffecten 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 seizoen.

Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

In tabel 12.3 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 bepaald op basis van de windcondities zoals die door ECN zijn bepaald in de studie 'Quick scan wind farm efficiencies of the Borssele location' (Bulder, 2014). In deze studie zijn voor windenergiegebied Borssele op basis van de periode 2003-2013 de windcondities bepaald. Uit de studie van ECN blijkt dat de Belgische windparken, door windafvang, een negatieve invloed hebben op de energieopbrengst van ongeveer 4%. De windroos en de turbulentie zijn daarom gecorrigeerd voor de invloed van de (geplande) Belgische windparken. Bij de opbrengstberekeningen voor kavel IV is rekening gehouden met de realisatie van kavel I, II en III (en omgedraaid).

Tabel 12.3 Energieopbrengst en vermeden emissies kavel IV

Alternatief	Netto energieopbrengst (MWh/jaar)	CO ₂ -reductie (ton/jaar)	NO ₂ -reductie (ton/jaar)	SO ₂ -reductie (ton/jaar)
Minimum alternatief (4 MW)	1.679.000	966.263	841	280
Maximum alternatief (8 MW)	1.622.000	933.459	813	271

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat er weinig verschil zit in de energieopbrengst. De energieopbrengst van het minimumalternatief (95 turbines van 4 MW) is circa 4% hoger dan het maximumalternatief (48 turbines van 8 MW). Wel wordt de energieopbrengst in het alternatief met 8 MW turbines met een aanzienlijk kleiner 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: 68,9 kg CO₂/GJ, 0,06 kg NO_x/GJ en 0,02 kg SO₂/GJ. Voor het rendement van elektriciteitscentrales is uitgegaan van 42,7%.

Benodigde energie voor productie, bouw, onderhoud en verwijdering

Het produceren, bouwen, onderhouden en verwijderen van een windturbine kost energie. In verschillende onderzoeken wordt gemeld dat de energie die hiervoor benodigd is in ongeveer 3 tot 6 maanden is terugverdiend. Voor de uitstoot van CO₂, NO_x en SO₂ is de terugverdientijd ongeveer tussen de 4 en 9 maanden (Das Grüne Emissionshaus, augustus 2003; <http://guidedtour.windpower.org/en/tour/>).

Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik bedroeg in 2013 4,5% (CBS, 2013). 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 2013. Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 606.944 GWh (2.185 PJ, bron: CBS, 2013). Kavel IV levert met een energieproductie van 1.679 GWh (4 MW turbine) een bijdrage van 0,28% aan een duurzame energieproductie. Dit is 2% van de doelstelling van 14% duurzame energie in 2020.

Het gemiddelde huishouden heeft een elektriciteitsverbruik van 3.500 kWh per jaar. Kavel IV kan met een energieproductie van 1.679 GWh per jaar, circa 480.000 huishoudens van elektriciteit voorzien.

12.5 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 12.4 Samenvatting effectbeoordeling

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	4 MW	8 MW
Energieopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

12.6 Cumulatie

Bij de volledige invulling van windenergiegebied Borssele (kavel I t/m IV), maar ook bij de bouw van windparken in de windenergiegebieden van Hollandse Kust, zal de productie van duurzame energie verder toenemen. De doelstelling voor deze gebieden bedraagt in totaal 3.500 MW aan windenergie. 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 leiden tot meer windafvang voor kavel IV. De mate van windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van deze kavels.

Bij het berekenen van de energieopbrengst is ervan uitgegaan dat alle geplande parken in België reeds gebouwd zijn, verdere windafvang vanuit België zal dan ook niet plaatsvinden.

12.7 Mitigerende maatregelen

Er zijn alleen positieve effecten te verwachten op energieopbrengst 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 energieopbrengst maximeren 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 maximeren van de energieopbrengst (en daarmee de vermeden emissies) gestimuleerd.

12.8 Leemten in kennis

De windafvang vanuit België en vanuit de overige kavels binnen windenergiegebied Borssele kan exact berekend worden nadat de exacte opstellingen van die windparken bekend zijn. Verwacht wordt echter dat de berekeningen in dit hoofdstuk 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.

13 Afweging

13.1 Inleiding

Dit hoofdstuk betreft de afweging. In paragraaf 13.2 worden kort het wettelijk kader aangegeven waaraan de bevindingen van de effectbeoordeling in de voorgaande hoofdstukken getoetst zijn. Paragraaf 13.3 geeft een overzicht van de uitkomsten milieubeoordeling. In paragraaf 13.4 wordt ingegaan op cumulatie van effecten, paragraaf 13.5 geeft mogelijke mitigerende maatregelen weer. In paragraaf 13.6 wordt het voorkeursalternatief beschreven. Het voorkeursalternatief bestaat in dit MER uit een aangepaste bandbreedte die gehanteerd kan worden in het kavelbesluit. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over leemten in kennis en informatie (13.7) en een paragraaf over een voorstel voor de opzet van een monitorings- en evaluatieplan (13.8).

13.2 Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels 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 Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet 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 Flora en faunawet. Ten behoeve van de toetsing aan de Natuurbeschermingswet 1998 is een Passende Beoordeling uitgevoerd. Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden.

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken in de diverse aspectenhoofdstukken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld is de normstelling binnen ASCOBANS gehanteerd om een maat voor aanvaardbare populatiereductie te bepalen voor bruinvissen in het hoofdstuk onderwaterleven. Het planologische beschermingsregime ten aanzien van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), nu genaamd Natuurnetwerk Nederland, is niet van toepassing op de EEZ, buiten de 12-mijlszone. Het gehele windenergiegebied Borssele is buiten de 12-mijlszone gelegen.

13.3 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. 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. Deze tabellen geven geen gewicht mee aan de scores.

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 onderzocht wat de *worst case* en de *best case* situatie is per aspect. Deze kunnen per aspect verschillend zijn.

13.3.1 Vogels en vleermuizen

Tabel 13.1 Beoordeling effecten vogels en vleermuizen

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	95 * 4 MW ø 116 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
- indirecte effecten	+/-	+/-

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 aanvaringsslachtoffers in vergelijking met de andere alternatieven. De *worst case* situatie is het alternatief met 95 x 4 MW turbines en een rotordiameter van 116 meter.

13.3.2 Onderwaterleven

Tabel 13.2 Beoordeling effecten onderwaterleven

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		38 x10 MW turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	95 x 4 MW turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: - Biodiversiteit - Recruitement - Dichtheden/biomassa - Bijzondere soorten	<i>Bodemdieren</i>		
	- Ruimtebeslag	0/-	0/-
	- Verandering substraat	+	+
	- Geluid/trillingen	0	0
	- Vertroebeling	0	0
	- Bodemverstoring	0/-	0/-
	- Straling	0	0
	- Verandering visserij	0/+	0/+
	<i>Vissen</i>		
	- Ruimtebeslag	0/-	0/-
	- Verandering substraat	0/+	0/+
	- Geluid/trillingen	0/-	-
	- Vertroebeling	0	0
	- Straling	0	0
	- Verandering visserij	0/+	0/+
<i>Zeezoogdieren</i>			
Aanleg	- Verstoorde oppervlak (km ²)	-	-
- Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	- Aantal verstoorde dieren	--	-
- Fysieke aantasting	- Dierverstoringsdagen	-	--
	- Aantal aangetaste dieren	0/-	0/-
	- Populatie-effecten (Noordzee)	-	--
Gebruik			
- Verstoring door geluid en trillingen turbines	- Verstoorde oppervlak (km ²)	0	0
- Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	- Aantal verstoorde dieren	0	0
	- Verstoorde oppervlak (km ²)	0	0
	- Aantal verstoorde dieren	0	0
Verwijdering			
- Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen		0/-	0/-
	- Verstoorde oppervlak (km ²)	0/-	0/-
	- Aantal verstoorde dieren		

Voor wat betreft de effecten als gevolg van geluid, blijkt voor zeezoogdieren alternatief 1 (38 x 10 MW turbines) de best case te zijn. Dit vanwege de kortere duur van verstoring in vergelijking

met alternatief 2 (95 x 4 MW turbines); deze kortere duur weegt per saldo positief op tegen de hogere hei-energie. De effecten voor bruinvissen kunnen, indien toepassing wordt gegeven aan de worst case, sterk negatief zijn. In dit scenario zal populatiereductie van bruinvissen groter zijn dan toelaatbaar wordt geacht in het Kader Ecologie en Cumulatie. Door toepassing van mitigerende maatregelen is dit effect te beperken tot onder deze drempelwaarde (zie paragraaf 13.5 en 13.6). Voor wat betreft bodemdieren en vissen zijn de effecten zeer gering van omvang.

13.3.3 Scheepvaart en veiligheid

Tabel 13.3 Beoordeling effecten scheepvaart en veiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 x 4 MW turbines Jacket-fundering met diameter 17 m Scenario 1: openstellen windpark voor medegebruik en doorvaart (schepen < 24 m)	38 x 10 MW turbines Monopaal-fundering met diameter 10 m Scenario 2: niet openstellen windpark voor medegebruik en doorvaart (schepen < 24 m)
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Wijziging in route-structuur	0	0
	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0

Uit hoofdstuk 8 blijkt dat voor alternatief 1 (K4_4MW) de kansen op aanvaring en aandrijving hoger zijn dan voor alternatief 2 (K4_10MW). Dit komt vooral door het grotere aantal turbines. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor alternatief K4_4MW is 0.0005330 per jaar (eens in de 1880 jaar). Deze frequentie is ruim groter dan in alternatief K4_10MW; 0.0004968 (eens in de 2100 jaar). Voor wat betreft scheepvaart en veiligheid is alternatief 1 de worst case en alternatief 2 de best case.

13.3.4 Geologie en hydrologie

Tabel 13.4 Beoordeling effecten geologie en hydrologie

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		een 4 MW turbine op een tripile/tripod fundering met 3 funderingspalen met een doorsnede van 4 meter. Erosiebescherming (stortstenen): vijf maal de paaldiameter	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.
- Effect op golven	Kwalitatief en kwantitatief	0	0
- Effect op waterbeweging (waterstand/stroming)		0	0
- Effect op waterdiepte en bodemvormen		0	0
- Effect op bodemsamenstelling		0	0

- Effect op troebelheid en waterkwaliteit		0	0
- Effect op sedimenttransport		0	0
- Effect op kustveiligheid		0	0

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, exploitatie, verwijdering en onderhoud van het windpark zijn lokaal, beperkt van omvang en tijdelijk van aard. Beide alternatieven verschillen hierin nauwelijks en zijn derhalve nagenoeg gelijk.

13.3.5 Landschap

Tabel 13.5 Beoordeling effecten landschap

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 x 4 MW turbines Max. tiphoogte 141	38 x 10 MW turbines Max. tiphoogte 250 m
- Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van fotovisualisaties	- Kwalitatief (op basis van fotovisualisaties) en kwantitatief (% zichtbaarheid in de tijd)	0	0

Beide alternatieven scoren hetzelfde, want voornamelijk de meteorologische omstandigheden bepalen de zichtbaarheid van het windpark en de afmeting van de turbines is daardoor minder relevant. De grote turbines zijn op een afstand van 42 kilometer of meer nog wel incidenteel zichtbaar, de kleinste turbines niet meer. Dit verschil in effect wordt echter zo klein ingeschat vanwege het feit dat de meteorologische omstandigheden veelal de zichtbaarheid op een dergelijke grote afstand beperken, dat dit niet in de score tot uitdrukking komt. Omdat de windturbines in kavel IV nauwelijks tot niet zichtbaar zijn wordt neutraal gescoord.

13.3.6 Overige gebruiksfuncties

Tabel 13.6 Beoordeling effecten overige gebruiksfuncties

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 x 4 MW windturbines (tiphoogte 130 m) op een monopile (3 m)/ suction bucket (15 m). Erosiebescherming (stortstenen): vijf maal de paaldiameter.	38 x 10 MW windturbines (tiphoogte 250 m) op een gravity based fundatie met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal de diameter van de voet.
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
Zand-, grind- en	Beperkingen ondiepe	0	0

schelpenwinning	delfstoffenwinning		
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps- en luchtvaartradar	Schaduwwerking	0	0
	Multipath / Bouncing	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
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0	0
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties	0	0
Windparken	Beïnvloeding windparken	0/-	0/-

Uit de effectbeschrijving uit hoofdstuk 11 blijkt dat er nauwelijks effecten optreden ten aanzien van reeds aanwezige gebruiksfuncties. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Bij de gebruiksfuncties zandwinning, scheeps- en luchtvaartradar, recreatie en toerisme en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van ruimteverlies (zandwinning, recreatie), aantasting (archeologie) of beïnvloeding (scheepsradar). De effecten worden gezien de geringe omvang neutraal beoordeeld en de alternatieven verschillen niet.

13.3.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel 13.7 Beoordeling effecten elektriciteitsopbrengst

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	Alternatief 1	Alternatief 2
	95 x 4 MW turbines	48 x 8 MW turbines
Energieopbrengst	++	++
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 turbintypes 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 Wm^2) zullen meer energie opwekken dan turbines met een relatief kleine rotor. Daarbij speelt ook de onderlinge windafvang en de windafvang van de Belgische parken 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.

13.4 Cumulatie

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

Tabel 13.9 Overzicht cumulatieve effecten kavel IV Borssele

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
<i>Vogels en Vleermuizen</i>	Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case scenario in het KEC voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw is niet uit te sluiten. 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	De Nederlandse PBR wordt niet overschreden wanneer het Energieakkoord gerealiseerd wordt met gemiddeld 76 turbines of minder per park, dus turbines van minimaal 5 MW. Voor de kavels van windenergiegebied Borssele wordt ervoor gekozen om de bovengrens voor het aantal turbines vast te stellen op 95, dus turbines van minimaal 4 MW. Dat betekent dat in de overige geplande kavels van het Energieakkoord grotere turbines zullen moeten worden voorgeschreven om gemiddeld uit te komen op maximaal 76 turbines per park om de gunstige staat van instandhouding te kunnen waarborgen Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 13.5 en 13.6).
<i>Zeezoogdieren</i>	Effecten op de GSI kunnen niet worden uitgesloten	Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 13.5 en 13.6).
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Windparken in België en in de overige kavels in windgebied Borssele 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. De nieuwe routestructuur die vanaf 1 augustus 2013 van kracht is geworden, houdt namelijk al rekening met toekomstige windparken. Het cumulatieve effect dat deze toekomstige windparken kunnen hebben op de scheepvaartroutes, wordt dus al opgevangen door de nieuwe routestructuur. 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. Door het windenergiegebied Borssele ontstaat mogelijk een corridor ten gevolge van de aanwezige onderhoudszones voor (netaansluitings)kabels waarvan het al dan niet mogelijk maken van doorvaart wordt overwogen. Een aparte studie naar de veiligheidseffecten wordt hiervoor uitgevoerd.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbelsuit
<i>Geologie en hydrologie</i>	Windparken in België en in de overige kavels in windgebied Borssele kunnen ook leiden tot effecten op geologie en hydrologie	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Borssele (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 België en in de overige kavels in windgebied Borssele hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van windturbines vanaf het strand.	Geen, de inbeslagname van de horizontale beeldhoek door windturbines in België en de kavels in Borssele zal toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van deze windturbines is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines drastisch beperken. De kortste afstand tussen de offshore windturbines in kavel IV en het strand bedraagt 40 kilometer. Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 2,6% van de tijd zichtbaar. De overige windparken liggen wat dichterbij de kust, waardoor deze een hoger percentage van de tijd zichtbaar zijn. Naast windparken zijn ook tal van schepen zichtbaar aan de horizon.
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Windparken in België en in de overige kavels in windgebied Borssele hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Borssele (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 verloren. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft relatief goede visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast. Voor recreatie en toerisme heeft de verdere invulling van windenergiegebied Borssele beperkte gevolgen omdat de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit Zeeland de oversteek naar Engeland willen maken betekent de aanvullende realisatie van kavel IV geen extra omvaren. Kavel IV (en III) leidt niet tot nog meer omvaren omdat deze kavels ten westen van kavel I en II liggen. Het Belgische windenergiegebied leidt waarschijnlijk nauwelijks tot extra omvaren omdat het Belgische windenergiegebied direct ten zuidwesten van windenergiegebied Borssele ligt.
<i>Elektriciteitsopbrengst</i>	Windparken in België en in de overige kavels in windgebied Borssele kunnen wind 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. Bij het berekenen van de energieopbrengst is ervan uitgegaan dat alle geplande parken in België reeds gebouwd zijn, verdere windafvang vanuit België zal dan ook niet plaatsvinden.

13.5 Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat vrijwel bij elk aspect voldaan kan worden aan de voorwaarden uit het wet-
telijk kader. Voor het beperken van effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen zijn miti-
gerende maatregelen noodzakelijk. Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aan-
leg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten. Deze mo-
gelijke effecten kunnen worden gemitigeerd door middel van de volgende maatregelen:

Tabel 13.10 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
Vogels en vleermuizen	Aanvaring/verstoring	• Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde gestuwde trek • Cut-in windspeed verhogen (t.b.v. vleermuizen) in relevant seizoen en tijdstip van de dag (schemering). • Maximale tiplaaftte verhogen • Zo klein mogelijk oppervlak windpark (minste habitatverlies)
Zeezoogdieren	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
Scheepvaart en veiligheid	Aandrijving	• Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS) • Inzetten van een Emergency Towing Vessel
Geologie en hydrologie	-	-
Landschap	-	-
Overige gebruiksfuncties	Omvaan voor visserij (en overige scheepvaart)	• Corridor door windenergiegebied Borssele openstellen voor schepen waardoor de vaartijd naar visgronden (en overige bestemmingen) wordt beperkt.
	Aantasting archeologische waarden	• De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologische object te ontwijken.
Elektriciteitsopbrengst	-	-

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 het kavelbesluit wordt opgenomen welke maatregelen genomen worden.

13.6 Keuze voorkeursbandbreedte

13.6.1 Aspecten die de bandbreedte niet inperken

Voor wat betreft de volgende aspecten zijn er in dit MER geen belemmeringen naar voren gekomen die de bandbreedte inperken:

- Scheepvaart en veiligheid;
- Geologie en hydrologie;
- Landschap;
- Overige gebruiksfuncties;
- Elektriciteitsopbrengst.

Dat is wel het geval bij vogels en vleermuizen en onderwaterleven.

13.6.2 Aspecten die de bandbreedte wel inperken

Maatregelen die de bandbreedte inperken en 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 Borssele vast te stellen. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidsnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode⁴⁴. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

Tabel 13.11 Normstelling voor windparken in gebied Borssele, met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Borssele I – IV	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
77 - 95	159	165	166
64 - 76	160	166	167
55 - 63	162	167	169
49 - 54	163	169	170
43 - 48	163	169	171
39 - 42	164	170	172
35 - 38	165	171	172

* 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 verstoringcontour (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.

13.6.3 Conclusie

Het kavelbesluit dient de voorkeursbandbreedte mogelijk te maken. Deze bandbreedte is ten opzichte van de bandbreedte waar dit MER mee aanving, aangescherpt als gevolg van effecten op vogels en vleermuizen en onderwaterleven.

⁴⁴ Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger 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.

13.7 Leemten in kennis

13.7.1 Inleiding

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

13.7.2 Vogels en vleermuizen

Lokale vogels

In het algemeen is de kennis van de verspreiding van zeevogels op zee in het opzicht van 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 aanvaringsslachtoffers.

13.7.3 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 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

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.

13.7.4 *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.

13.7.5 *Geologie en hydrologie*

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

13.7.6 *Landschap*

Er zijn geen leemten in kennis en informatie voor wat het aspect landschap.

13.7.7 *Overige gebruiksfuncties*

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

13.7.8 *Elektriciteitsopbrengst*

De windafvang vanuit België en vanuit de overige kavels binnen windenergiegebied Borssele 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. Voor het aspect energieopbrengst en vermeden emissies zijn verder geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

13.7.9 *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 windgebied Borssele. De inschatting is dan ook dat een kavelbesluit genomen kan 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.

13.8 *Opzet voor monitorings- en evaluatieplan*

Onderstaand wordt een aanzet gegeven voor de opzet van een monitorings- en evaluatieprogramma (MEP). Bij de besluitvorming zal worden aangegeven op welke wijze en op welke termijn een evaluatieonderzoek zal moeten worden verricht. Dit evaluatieonderzoek heeft tot doel om enerzijds de voorspelde effecten te vergelijken met de daadwerkelijk optredende effecten en anderzijds te beoordelen in hoeverre de geconstateerde leemten in kennis waar nodig zijn ingevuld.

In zijn algemeenheid is het monitorings- en evaluatieprogramma nodig om de kennis te verbeteren over de effecten die windparken op het natuurlijke milieu hebben. Het onderzoek dient wetenschappelijk verantwoord opgezet te worden (transparant en herhaalbaar, met gebruik van controlegroepen, voldoende grote steekproeven etc.) en statisch relevante uitspraken mogelijk te maken. Peer reviews en afstemming met andere lopende en op te zetten onderzoeken voor andere windparken of overige activiteiten dient plaats te vinden. Het is van belang dat het onderzoek voldoende flexibel wordt opgezet om bijsturing en aanpassing aan de resultaten van het eigen en ander onderzoek mogelijk te maken, en gericht te blijven op de meest relevante

onderzoeksvragen. De cumulatieve effecten van overige windparken en andere ontwikkelingen verdienen speciale aandacht.

Met het monitoren dient ruim voor de aanvang van de bouw begonnen te worden om een referentietoestand te kunnen vastleggen die niet door het windpark is aangetast. Door monitoring voorafgaand, tijdens de bouw en tijdens het in gebruik zijn van het windpark, kunnen de verschillende gesignaleerde leemten in kennis mogelijk nader ingevuld worden.

Het monitoren dient tijdens de bouwfase en specifiek per milieuaspect in verschillende jaren tijdens de eerste bedrijfsfase te worden uitgevoerd om een langere termijn beeld te verkrijgen. Na de aanleg zal periodiek evaluatieonderzoek uitgevoerd dienen te worden. Over de exacte aard en opzet zal overleg dienen plaats te vinden met overheden, onderzoeksinstanties en waar mogelijk ook andere windparkinitiatiefnemers om zoveel mogelijk tegemoet te komen aan de leemten die in dit hoofdstuk aangestipt zijn. Specifiek zullen onderzoeksmethoden afgestemd dienen te worden. Over de bevindingen zal periodiek gerapporteerd, waarschijnlijk jaarlijks of tweejaarlijks, dienen te worden. Na ontmanteling is een eindonderzoek wenselijk om na te gaan of de ontmanteling conform vastgelegde bepalingen heeft plaatsgevonden.

Wat betreft de specifieke monitoringsonderwerpen dienen de verwachte wezenlijke effecten zoals in dit MER beschreven als uitgangspunt, naast de gesignaleerde leemten in kennis gelegd te worden. Gezien de verwachte negatieve effecten op zeezoogdieren van de aanleg van de funderingen van het windpark, verdient onderzoek dat gericht is op geluidsoverdracht, gedragsreacties en verwijdering van zeezoogdieren, bijzondere aandacht. Daarnaast is vogelonderzoek van belang gezien de aanvaringsslachters en de mogelijke verstoring en barrièrewerking van het windpark. In bijlage 10 is een aanzet voor een monitorings- en evaluatieprogramma (MEP) opgenomen dat richting kan geven aan het uiteindelijk vast te stellen monitoringsprogramma.

Literatuurlijst

Hoofdstuk 1 t/m 6

Ahlén, I., L. Bach, H.J. Baagøe & J. Pettersson, 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

Ahlén, I., H.J. Baagøe & L. Bach, 2009. Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1318-1323.

Arts, F.A. & C.M. Berrevoets, 2005. Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991-2005. Rapport RIKZ/2005.032, Middelburg.

Arts, F.A. 2013. Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2012. RWS-Centrale Informatievoorziening BM 13.28, Lelystad.

Bach, P., L. Bach & K. Ekschmitt, 2014. "Bat activities and bat fatalities at different wind farms in North-west Germany." in XIIIth European Bat Research Symposium, Sibenik, Croatia.

Baerwald, E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay, 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18: R695-696.

Band, W., 2000. Windfarm and birds: calculating a theoretical collision risk assuming no avoiding action. Scottish natural heritage Guidance Note.

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. Strategic Ornithological Support Services (SOSS).

Band, W., M. Madders & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer. *Birds and Wind Farms: Risk Assessment and Mitigation*. Blz. 259-275. Quercus. Madrid.

Baptist H.J.M. & P.A. Wolf 1993, Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat. Rapport DGW-93.013, Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren & Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Middelburg, Yerseke.

Barclay, R.M.R., E.F. Baerwald & J.C. Gruver, 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 85(3): 381-387.

Barton, C. & C. Pollock 2009. Study to evaluate the significance of impact of UK offshore installations on migratory birds. Cork Ecology publication, Cork, Ireland.

Bat Conservation Trust, 2010. Nathusius pipistrelle *Pipistrellus nathusii*. www.bats.org.uk.

Bells, L., 1952. Fifteen years of bat banding in the Netherlands. Publicaties van het Natuurhistorisch genootschap Limburg reeks V. Maastricht.

Berrevoets, C.M., Arts, F.A. 2001. Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van de Noordse stormvogel op het Nederlands Continentaal Plaat. Rapport RIKZ = Report RIKZ,

2001.024. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ): Middelburg. ISBN 90-369-3495-8. 54 pp.

Berrevoets, C.M., Arts, F.A. 2002. Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van Alk/Zeekoet op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ = Report RIKZ, 2002.039. Rijksinstituut voor Kust en Zee: Middelburg. 37 pp.

Berrevoets, C.M., Arts, F.A. 2003. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2003. Rapport RIKZ = Report RIKZ, 2003(8). Rijksinstituut voor Kust en Zee: Middelburg. 21 pp.

Bijlsma R.G. F. Hustings & C.J. Camphuysen 2001. Algemene en Schaarze Vogels van Nederland (Avifauna van Nederland 2). GMB Uitgeverij/KNNV Uitgeverij, Haarlem/Utrecht.

Boshamer, J.P.C., & J.P. Bekker, 2008. Nathusius' pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. Lutra 51: 17-36.

Bouma S., & W. Lengkeek 2009. Development of underwater flora- and fauna communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Report OWEZ_R_266_T1_20090126.

Bouma S. & W. Lengkeek 2012. Benthic communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Including results of samples collected in scour holes. Report OWEZ_R_266_T1_20120206_hard_substrate.

Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A.N., Caldow, R.W.G., Hume, D. 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PLoS ONE 9(9): e106366. doi:10.1371/journal.pone.0106366

Brinkmann R., O. Behr, I. Niermann, & M. Reich, 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, volume 4. Umwelt und Raum. Cuvillier Verlag, Göttingen.

Bruinzeel, L.W., J. van Belle, L. Davids m.m.v F. van de Laar 2009. The impact of conventional illumination of offshore platforms in the North Sea on migratory bird populations. A&W report 1227, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Veenwouden, 38 p.

BSH & BMU 2014. Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus. Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum. 201 pp.

Buurma, L.S. 1987. Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober, Limosa 60:63-74.

Buurma L.S. & H. van Gasteren 1989. Trekvogels en obstakels langs de Zuid-Hollandse kust. Rapport, Koninklijke Luchtmacht, Den Haag.

Camphuysen C.J., 1991. Baltsvluchten van Noordse Sterns *Sterna paradisaea* op open zee, Sula 5(2): 59-61.

Camphuysen, C.J. 1995. Herring Gull *Larus argentatus* and Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus* feeding at fishing vessels in the breeding season: competitive scavenging versus efficient flying. Ardea 83: 365-380.

Camphuysen, C.J. 2008. Het regent soms kleine alken in november. Natura 2: 52-54.

Camphuysen, C.J. 2009. Het gebruik van zeetrekellingen bij de analyse van populatie schommelingen (2). Dwergmeeuwen *Larus minutus* langs de kust. Sula 22: 49-66.

Camphuysen, C.J., 2011. Lesser Black-backed Gulls nesting at Texel. Foraging distribution, diet, survival, recruitment and breeding biology of birds carrying advanced GPS loggers. NIOZ-Report 2011-05. Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.

Camphuysen C.J. 2013. A historical ecology of two closely related gull species (Laridae): multiple adaptations to a man-made environment. Ph.D.-thesis, Univ. Groningen, Groningen.

Camphuysen C.J. & J. van Dijk 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-79. Limosa special issue 56(3): 81-230.

Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold. 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea, IBN Research report 94/6. NIOZ Report 1994-8. Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.

Camphuysen C.J & C.J.N. Winter. 1996. Arctic Terns *Sterna paradisaea* in the central northern North Sea in July: offshore staging area for failed breeders?, Seabird 18: 20-25.

Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold. 2005. The Tricolor oil spill: characteristics of seabirds found oiled in The Netherlands, Atlantic Seabirds (special issue) 6: 109-128.

Camphuysen C.J. & A. Gronert, 2012. Apparent survival and fecundity of sympatric Lesser Black-backed Gulls and Herring Gulls with contrasting population trends. Ardea 100: 113-122.

Camphuysen, C.J., J. van Dijk, H. Witte & N. Spaans 2008. De voedselkeuze van Kleine Mantelmeeuwen en Zilvermeeuwen en andere indicaties die aanwijzingen geven over het ruimtegebruik van deze vogelsoorten in de Noord-Hollandse kustwateren. NIOZ-Report 2008-12. Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.

Collier, M.P., S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, 2011. A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines. Part 1: Review. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-03A. Rapport 11-078. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Collier, M.P., S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, 2012. A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines: Part 2: Feasibility study of systems to monitor collisions. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-03A. Rapport 11-215. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Collier, M.P., A. Gyimesi & S. Dirksen, 2013. Schattingen van aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonies op Texel in nieuwe offshore windparken in Nederland. Rapport 12-238. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Cook A.S.C.P., A. Johnston, L.J. Wright & N.H.K. Burton 2012. A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore wind farms. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-02, British Trust for Ornithology and The Crown Estate, UK.

Cryan P.M. & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Journal of Mammalogy 90: 1330-1340.

Cryan, P.M., P. M. Gorresen, C. D. Hein, M. R. Schirmacher, R.H. Diehl, M.M. Huso, D.T.S. Hayman, P.D. Fricker, F.J. Bonaccorso, D.H. Johnson, K. Heist & D.C. Dalton, 2014. Behavior of bats at wind turbines. PNAS 111(42): 15126-15131.

Danish Energy Agency. 2013. Danish offshore wind. Key environmental issues – a Follow up. The Environmental Group: The danish energy agency, the danish nature agency, DONG Energy & Vattenfall.

- De Jong, J. De, P. Bach & A. Eriksson, 2013. Bat migration in the south Baltic Sea and consequences for wind power development. Book of Abstracts CWE, Stockholm.
- Deelder C.L. & L. Tinbergen 1947 Waarnemingen over de vlieghoogte van trekkende Vinken, *Fringilla coelebs* L. en Spreeuwen, *Sturnus vulgaris* L. *Ardea* 35: 45-78.
- Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill 2011. Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noord-west Afrika. Originele titel: Handbuch der Fledermause Europas und Nordwestafrikas. De Fontein / Tirion Natuur, Utrecht.
- Dirksen, S., M. Japink & J.C. Hartman, 2012. Kleine mantelmeeuwen en offshore windparken: nieuwe informatie voor schatting aantal aanvaringsslachtoffers. Rapport 12-087. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
- Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1134: 233–266.
- Dunnet, G.M. & J.C. Ollason 1982. The feeding dispersal of fulmars *Fulmarus glacialis* in the breeding season. *Ibis* 124:359-361.
- Dürr, T., 2013. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg. Stand 25.09.2013. www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/.../wka_fmaus.xls.
- Edwards, E.W.J., L.R. Quinn, E.D. Wakefield, P. Miller & P.M. Thompson 2013. Tracking a northern fulmar from a Scottish nesting site to the Charlie-Gibbs Fracture Zone: Evidence of linkage between coastal breeding seabirds and Mid-Atlantic Ridge feeding sites. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 98: 438-444. doi: 10.1016/j.dsr2.2013.04.011
- Ens, B., 2007. SOVON in de ruimte. *SOVON Nieuws* 20(3): 6-8.
- Ens, B., F. Bairlein, C.J. Camphuysen, P. de Boer, K.M. Exo, N. Gallego, R.H.G. Klaassen, K. Oosterbeek & J. Shamoun-Baranes. 2009. Onderzoek aan meeuwen met satellietzenders. *SOVON. Limosa* 82 : 33-42.
- Everaert, J. & E. Stienen, 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodiversity and Conservation* 16: 3345-3359.
- Exo, K.M., O. Hüppop & S. Garthe. 2002. Offshore-Windenergieanlagen und Vogelschutz, Seevögel, Zeitschr, Verein Jordsand, Hamburg. 23: 83-95.
- Falk, K. & S. Møller 1995. Satellite tracking of high-arctic Northern Fulmars. *Polar Biol.* 15: 495-502.
- Fijn, R.C. & M.J.M. Poot 2014. Vliegintensiteit en vliegroutes van vogels boven kavel Borssele. Notitie 14-528/14.04045/RubFi, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Fijn R.C., A. Gyimesi, M.P. Collier, D. Beuker, S. Dirksen & K.L. Krijgsveld 2012. Flight patterns of birds at offshore gas platform K14. Report 11-112, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Fijn, R.C., Wolf, P.A., Courtens, W., Verstraete, H., Stienen, E.W.M., Iliszko, L. & Poot, M.J.M. 2014a. Post-breeding prospecting flights of adult Sandwich Terns *Thalasseus sandvicensis*. *Bird Study* 61: online access. doi: 10.1080/00063657.2014.950942

Fijn, R.C., Poot, M.J.M., van Rijn, S., van Eerden, M.B., Boudewijn, T.J. 2014b. Specialistisch gedrag door een generalist: een kustbroedende Aalscholver foerageert uitsluitend in het binnenland. *Limosa* 87: 129-134

Fijn, R.C., Krijgsveld, K.L., Poot, M.J.M. & Dirksen, S. in prep. Bird fluxes at risk altitudes in a Dutch offshore wind farm continuously measured with vertical radar. Submitted in 2014.

Fleming T.H. & P. Eby, 2003. Ecology of bat migration. In: Kunz T.H. & Fenton M.B. (Eds). *Bat ecology*. University of Chicago Press, Chicago, IL.

Furmankiewicz J. & M. Kucharska, 2009. Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. *Journal of Mammalogy* 90: 1310-1317.

Garthe, S., Grémillet, D, and Furness, R.W. 1999 At-sea-activity and foraging activity in chick-rearing northern gannets *Sula bassana*: a case study in Shetland. *Mar Ecol Prog Ser* 185:93-99.

Garthe, S., Montevecchi, W.A., Chapdelaine, G., Rail, J.-F. and Hedd, A. 2007a. Contrasting foraging tactics by Northern Gannets (*Sula bassana*) breeding in different oceanographic domains with different prey fields. *Marine Biology* 151:687-694.

Garthe S., Montevecchi W.A., and Davoren G.K. 2007b. Flight destinations and foraging behaviour of Northern Gannets (*Sula bassana*) preying on a small forage fish in a low-Arctic ecosystem. *Deep-Sea Research II* 54:311–320.

Grémillet, D., Pichegru, L., Siorat, F., and Georges, J. 2006. Conservation implications of the apparent mismatch between population dynamics and foraging effort in French Northern Gannets from the English Channel. *Mar Ecol Prog Ser* 319: 15–25.

Gruber, S. en G. Nehls. 2003. Charakterisierung des offshore Vogelzuges vor Sylt mittels schiffsgestützter Radaruntersuchungen, *Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 35: 151-156.

Gyimesi, A. & R. Lensink, 2012. Non-breeding adults or 'floaters' in bird populations. Rapport 11-200. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A., T.J. Boudewijn, M.J.M. Poot & R.-J. Buijs, 2011. Habitat use, feeding ecology and breeding success of Lesser black-backed gulls in Lake Volkerak. Rapport 10-234. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Haan, D. de, D. Burggraaf, S. Ybema & R. HilleRisLambers 2007. Underwater sound emissions and effects of the pile driving of the OWEZ windfarm facility near Egmond aan Zee (Tconstruct). Report OWEZ_R_251_TC 20071029, Imares Wageningen UR.

Hal, R. van, B. Couperus, S. Fassler, S. Gastauer, B. Griffioen, N. Hintzen, L. Teal, O. van Keeken & E. Winter 2012. Monitoring- and Evaluation Program Near Shore Wind farm (MEP-NSW). Fish community. IMARES Report C059/12. OWEZ_R_264_T1_20121215_final_report_fish. Imares Wageningen UR.

Hamer, K.C., Phillips, R.A., Wanless S., Harris M.P. and Wood, A.G. 2000. Foraging ranges, diets and feeding locations of Gannets *Morus bassanus* in the North Sea: evidence from radio tracking. *Mar Ecol Prog Ser* 200: 257-264.

Hamer, K.C., Phillips, R.A., Hill, J.K., Wanless, S. and Wood, A.G. 2001. Contrasting foraging strategies of gannets *Morus bassanus* at two North Atlantic colonies: foraging trip duration and foraging area fidelity. *Mar Ecol Prog Ser* 224: 283-290.

Hamer, K.C., Lewis, S., Wanless, S., Phillips, R.A., Sherratt, T.N., Humphreys, E.M., Hennicke, J., and Garthe, S. 2006. Use of gannets to monitor prey availability in the northeast Atlantic

ocean: colony size, diet and foraging behavior. Pp. 236-248 in: Boyd, I.L., Wanless, S. and Camphuysen, C.J. (Eds). *Top Predators in Marine Systems*. Cambridge University Press.

Hamer, K.C., Humphreys, E.M., Garthe, S., Hennicke, J., Peters, G., Grémillet, D., Phillips, R.A., Harris, M.P. and Wanless, S. 2007. Annual variation in diets, feeding locations and foraging behaviour of gannets in the North Sea: flexibility, consistency and constraint. *Mar Ecol Prog Ser* 338: 295–305.

Hamer, K.C., Humphreys, E.M., Magalhães, M.C., Garthe, S., Hennicke, J., Peters, G., Grémillet, D., Skov, H. and Wanless, S. 2009. Fine-scale foraging behaviour of a medium-ranging marine predator. *Journal of Animal Ecology* 78: 880-889. doi: 10.1111/j.1365-2656.2009.01549.x

Hill, R., K. Hill, R. Aumuller, A. Schulz, T. Dittman, C. Kulekmeyer & T. Coppack 2014. Of birds, blades and barriers: Detecting and analysing mass migration events at alpha ventus. In: BSH & BMU 2014. *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus. Challenges, Results and Perspectives*. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum.

Hutterer, R., T. Ivanova, C. Meyer-Cords & L. Rodrigues, 2005. Bat migrations in Europe, a review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28: 1-62.

International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, 2008. Recommendation O-139 – The Marking of Man-made Offshore Structures December 2008.

Jain, A.A., R.R. Koford, A.W. Hancock & G.G. Zenner, 2011. Bat mortality and activity at a northern Iowa wind resource area. *American Midland Naturalist* 165: 185-200.

Jansen, H.W. & C.A.F. de Jong 2014. Underwater noise measurements in the North Sea in and near the Princess Amalia Wind Farm in operation. TNO report - TNO 2013 R11916. Den Haag, the Netherlands.

Jaspers Fajfer, M. & P. van Dam 2013. Cumulative Effects of Offshore Wind Farms in the North Sea. – Discussion Report. Project number 712030. Pondera Consult, Hengelo.

Johnston, A., A.S.C.P. Cook, L.J. Wright, E.M. Humphreys & N.H.K. Burton 2014, Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 51: 31–41. doi: 10.1111/1365-2664.12191

Jones, G., Cooper-Bohannon, R., Barlow, K. & K. Parsons, 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. *Scoping and Method Development Report*, Defra.

Jonge Poerink, B., Lagerveld, S. & H. Verdaat, 2013. Pilot study Bat activity in the Dutch offshore wind farm OWEZ and PAWP. IMARES report number C026/13. The Fieldwork Company report number 20120402. IMARES Wageningen UR.

Kapteyn K. 1995. *Vleermuizen in het landschap. Over hun ecologie, gedrag en verspreiding*. Schuyt & Co, Haarlem.

Kerbiriou, C., I. Le Viol, X. Bonnet & A. Robert, 2012. Dynamics of a northern fulmar (*Fulmarus glacialis*) population at the southern limit of its range in Europe. *Population Ecology* 54: 295-304.

Korner-Nievergelt, F., O. Behr, I. Niermann & R. Brinkmann, 2011. Schätzung der Zahl verunglückter Fledermäuse an Windenergieanlagen mittels akustischer Aktivitätsmessungen und modifizierter N-mixture Modelle. – In: Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (Hrsg.), 2011. *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von*

Fledermäusen an Onshore-Wind-energieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 323-353, Cuvillier Verlag, Göttingen.

Kotzerka, J., S. Garthe & S.A. Hatch, 2010. GPS tracking devices reveal foraging strategies of Black-legged Kittiwakes. *Journal of Ornithology* 151: 459-467.

Krijgsveld K.L. 2014. Avoidance behaviour of birds around offshore wind farms. Overview of knowledge including effects of configuration. Report Bureau Waardenburg 13-268, 30p., Bureau Waardenburg, Culemborg, Netherlands.

Krijgsveld K.L., R. Lensink, H. Schekkerman, P. Wiersma, M.J.M. Poot, E.H.W.G. Meesters & S. Dirksen 2005. Baseline studies North Sea wind farms: fluxes, flight paths and altitudes of flying birds 2003 - 2004. Report 05-041. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Krijgsveld K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. NoordzeeWind report nr OWEZ_R_231_T1_20111114_flux&flight. Report nr 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Kunz, T.H., E.B. Arnett, W.P. Erickson, A.R. Hoar, G.D. Johnson, R.P. Larkin, M.D. Strickland, R.W. Thresher, & M.D. Tuttle, 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 315-324.

Langston, R.H.W., Boggio, S. 2011. Foraging ranges of Northern Gannets *Morus bassanus* in relation to proposed offshore wind farms in the North Sea. RSPB report to DECC. Download via http://www.rspb.org.uk/Images/Langston_Boggio_2011_tcm9-273881.pdf.

Larsen, J.K. & M. Guillemette, 2007. Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk. *Journal of Applied Ecology* 44: 516-522.

Larsson, A.K., 1994. The environmental impact from an offshore plant, *Wind Engineering* 18: 213-218. Lascelles et al. 2012.

Lehnert L.S., Kramer-Schadt S., Schönborn S., Lindecke O., Niermann I. & C.C. Voigt, 2014. Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. *PLoS ONE* 9(8): e103106.

Lensink R. & J. van der Winden 1997. Trek van niet-zeevogels langs en over de Noordzee: een verkenning. Rapport 97-023, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink, R. & P.W. van Horssen, 2012. Een matrixmodel om effecten op een populatie te voorspellen van slachtoffers door windturbines. Rapport 11-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink R., C.J. Camphuysen, D.A. Jonkers, M.F. Leopold, H. Schekkerman, S. Dirksen, 1999. Falls of migrant birds, an analysis of current knowledge. Rapport 99.55, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Leopold, M.F. & C.J. Camphuysen. 2007. Did the pile driving during the construction of the Off-shore Wind Farm Egmond aan Zee, the Netherlands, impact local seabirds? Rapport Wageningen. IMARES Nr. C062/07 - NoordzeeWind Rapport OWEZ_R_221_Tc_20070525 aan Nuon Energy Sourcing.

Leopold M.F., C.J. Camphuysen, C.J.F. ter Braak, E.M. Dijkman, K. Kersting & S.M.J. van Lieshout 2004. Baseline studies North Sea Wind Farms: Lot 5 Marine Birds in and around the future sites Nearshore Windfarm (NSW) an Q7. Alterra-rapport 1048. Alterra, Texel.

Leopold M.F., E.M. Dijkman, L. Teal & the OWEZ-team 2010. Local birds in and around the Off-shore Wind Farm Egmond aan Zee (OWEZ). NoordzeeWind rapport OWEZ_R_221_T1_20100731_local_birds. Imares / NoordzeeWind, Wageningen / IJmuiden.

Leopold, M.F., R. van Bemmelen, A. Zuur. 2012. Responses of Local Birds to the Offshore Wind Farms PAWP and OWEZ off the Dutch mainland coast. IMARES Report nr. C151/12. IMARES, IJmuiden.

Leopold M.F., E.M. Dijkman, E. Winter, R. Lensink & M.M. Scholl. 2013. "Windenergie binnen 12 mijl" in relatie tot ecologie. Rapport C034b/13. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Leopold, M.F., M. Booman, M.P. Collier, N. Davaasuren, R.C. Fijn, A. Gyimesi, J. de Jong, R. Jongbloed, B. Jonge Poerink, J.C. Kleyheeg-Hartman, K.L. Krijgsveld, S. Lagerveld, R. Lensink, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl. 2015. A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Report number C166/14. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Lewis, S., T.N. Sherratt, K.C. Hamer & S. Wanless, 2001. Evidence of intraspecific competition for food in a pelagic seabird. *Nature* 412:816-819. Lindeboom et al. 2011.

Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers 1997. Atlas van de Nederlandse Vleermuizen. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 260 blz.

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg.

Lindeboom, H.J., Kouwenhoven, H.J., Bergman, M.J.N, Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., Fijn, R.C., de Haan, D., Dirksen, S., van Hal, R., Hille Ris Lambers, R., ter Hofstede, R., Krijgsveld, K.L., Leopold M. & Scheidat M. 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environmental Research Letters* 6 035101 doi: 10.1088/1748-9326/6/3/035101.

LWVT/SOVON 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem.

Maclean, I.M.D., Wright, L.J., Showler, D.A. & M.M. Rehfish, 2009. A review of assessment methodologies for offshore windfarms. BTO Report commissioned by COWRIE Ltd.

Marquenie, J., van der Laar, F., Poot, H. 2009. Groen Licht voor Vogels. *De Levende Natuur* 110(6): 290-291.

Masden, E. A., Haydon, D. T., Fox, A. D., Furness, R. W., Bullman, R., and Desholm, M. 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. – *ICES Journal of Marine Science*, 66: 746–753.

Masden, E.A., Reeve, R., Desholm, M., Fox, A. D., Furness, R.W., Haydon, D.T. 2012. Assessing the impact of marine wind farms on birds through movement modelling. *Journal of The Royal Society Interface* 9: 2120-2130.

May, R, O. Reitan, K. Bevanger, S.-H. Lorentsen & T. Nygård 2015. Mitigating wind-turbine induced avian mortality: Sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42: 170-181.

McGuire, L.P, C. G. Guglielmo, S. A. Mackenzie & P.D. Taylor, 2012. Migratory stopover in the long-distance migrant silver-haired bat, *Lasionycteris noctivagans*. *Journal of Animal Ecology* 81(2): 377–385.

Mendel, B., J. Kotzerka, J. Sommerfeld, H. Schwemmer, N. Sonntag & S. Garthe 2014. Effects of the alpaha ventus offshore test site on distribution patterns, behaviour and flight heights of seabirds. In: BSH & BMU 2014. Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus. Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum.

Mitchell, P.I., Newton, S.F., Ratcliffe, N. & Dunn, T.E. 2004. Seabird populations of Britain and Ireland: results of the Seabird 2000 census (1998-2002). T. and A.D. Poyser, London. Nelson, J.B. 1978. The gannet. T & AD Poyser, Berkhamsted, Herts.

Natural England 2014. Site Improvement Plan – Alde / Ore Estuary. Download van <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/4884745984933888>

Niermann, I., R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt & O. Behr, 2011. Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In Brinkmann *et al.* 2011.

Petersen I.K. & Fox A.D. 2007. Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular reference on Common Scoter. NERI Report. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Rønde, Denmark.

Petersen, I.K., T.K. Christensen, J. Kahlert, M. Desholm & A.D. Fox, 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Rønde, Denmark.

Petersen, A., J.-K. Jensen, P. Jenkins, D. Bloch & F. Ingimarsson, 2014a. A review of the occurrence of bats (Chiroptera) on islands in the North East Atlantic and on North Sea installations. *Acta Chiropterologica* 16(1): 169-195.

Petersen, I.K., R.D. Nielsen, M.L. Mackenzie, 2014b. Post-construction evaluation of bird abundances and distributions in the Horns Rev 2 offshore wind farm area, 2011 and 2012. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. 51 pp.

Petersen G., 2004. Seasonal migrations of north-eastern populations of Nathusius' bat *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera). *Myotis* 41/42: 29-56.

Pettersson, J., 2005. The impact of offshore wind farms on bird life in Southern Kalmar Sound, Sweden. A final report based on studies 1999 – 2003. Swedish Energy Agency, Lund University.

Platteeuw M. 1991. Zeevogels langs de Nederlandse kust: wanneer, welke soorten en onder wat voor omstandigheden. *Sula* 5(1): 2-15.

Platteeuw M., N.F. van der Ham & J.E. den Ouden 1994. Zeetrektingen in Nederland in de jaren tachtig. *Sula* 8(1/2, special issue): 1-203.

Plonczkier P. & I.C. Simms 2012. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *Journal of Applied Ecology* 49: 1187-1194. doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02181.x.

Poot, H., B.J. Ens, H. de Vries, M.A.H. Donners, M.R. Wernand & J.M. Marquenie 2008. Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology and Society* 13(2): 47.

Poot M.J.M. 2013. Eerste gedachten over de haalbaarheid van nieuwe nearshore windparken in Nederland in relatie tot mogelijke effecten op vogels. Notitie 13.01476 in opdracht van Pondera Consult. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M.J.M., C. Heunks, H.A.M. Prinsen, P.W. van Horssen & T.J. Boudewijn, 2006. Zeevogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2, Perceel 4: Vogels. Rapport 06-244. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Poot M.J.M., R.C. Fijn R.J. Jonkvorst C. Heunks M.P. Collier, J. de Jong & P.W. van Horssen. 2011. Aerial surveys of seabirds and marine mammals in the Dutch North Sea May 2010 – April 2011. Distribution in relation to future offshore wind farms. Report 10-235. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M.J.M., R.C. Fijn, J. de Jong, P.W. van Horssen, 2013a. Populatieschattingen zeevogels in de zone tot 80 km uit de Nederlandse kust met een extrapolatie naar de gehele Nederlandse EEZ. Resultaten Distance sampling en Distance analysis vliegtuigtellingen Shortlist Masterplan 'Wind op Zee' mei 2010 – april 2011. Rapport 13-243. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M.J.M., R.C. Fijn, C. Heunks, T.J. Boudewijn, J. de Jong, P.W. van Horssen, M. Japink, B. van den Boogaard, J. Bergsma, W. Lengkeek, S. Bouma, E.W.M. Stienen, W. Courtens, N. Vannermen, H. Verstraete, M.F. Leopold, P. Pruisscher, K. Buijtelaar, P.A. Wolf, M.S.J. Hoekstein, S.J. Lilipaly, S. van Rijn, J. Philipson, K. Hijne & M.R. van Eerden, 2013b. Hoofdstuk 4 Perceel Vogels. In: Kolff, G. van der & T. Prins. Jaarrapport 2012 PMR monitoring Natuurcompensatie Voordelta. Deel B. Deltares rapport 1200672-011.

Reid, J.B. & C.J. Camphuysen 1998. The European Seabirds at Sea database. Biol. Cons. Fauna 102: 291.

Richardson, W.J., 1978. Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review. Oikos 30: 224-272.

Rijkswaterstaat, 2015. Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee.

Robinson, R.A. 2005 BirdFacts: profiles of birds occurring in Britain & Ireland – Sandwich Tern. BTO Research Report 407. BTO, Thetford (<http://www.bto.org/birdfacts>, accessed on 12/11/2014).

Rodgers, J. A. and Schwikert, S. T. (2002) Buffer-zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by personal watercraft and outboard-powered boats. Conserv. Biol. 16: 216–224.

Russ, J.M., Hutson, A.M., Montgomery, W.M., Racey, P.A., J.R. Speakman, 2001. The status of Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839) in the British Isles. Journal of Zoology 254: 91-100.

Rydell, J., L. Bach, M.-J. Bubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues, & A. Hedenström, 2010a. Bat mortality at wind turbines in Northwestern Europe. Acta Chiropterologica 12: 261–274.

Rydell, J., L. Bach, M.-J. Bubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues, & A. Hedenström, 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal of Wildlife Research 56: 823-827.

Rydell, J., L. Bach, P. Bach, L. Guia Diaz, J. Furmankiewicz, N. Hagner-Wahlsten, E.-M. Kyheröinen, T. Lilley, M. Masing, M. Max Meyer, G. Pētersons, J. Šuba, V. Vasko, V. Vintulis, & A. Hedenström, 2014. Phenology of Migratory Bat Activity Across the Baltic Sea and the South-Eastern North Sea. Acta Chiropterologica 16(1): 139-147.

Schwemmer, P., Mendel, B., Sonntag, N., Dierschke, V. and Garthe, S. (2011) Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. Ecol. Appl. 21: 1851–1860.

- Seiche, K. 2008. Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen. Report to Freistaat Sachsen. Landesamt für Umwelt und Geologie.
- Sluiter J.W. & P.F. van Heerdt, 1966. Seasonal habits of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). Arch. Neerlandaises de Zoologie 16: 423-439.
- Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2014. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2013. RWS Waterdienst BM 14.12. Delta Project Management, Culemborg.
- Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J. & Blake, B.F. 1984 Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. Auk 101, 567-577.
- Thaxter, C.B., B. Lascelles, K. Sugar, A.S.C.P. Cook, S. Roos, M. Bolton, R.H.W. Langston & N.H.K. Burton, 2012a. Seabird Foraging Ranges as a Preliminary Tool for Identifying Candidate Marine Protected Areas. Biological Conservation 156: 53-61.
- Thaxter, C.B., Ross-Smith, V.H., Clark, N.A., Conway, G.J., Wade, H., Masden, E.A., Rehfisch, M.M., Bouten, W. & Burton, N.H.K. 2012b. Measuring the interaction between marine features of Special Protection Areas with offshore wind farm development zones through telemetry: second year report. BTO Research Report No. 610. Report to UK Department of Energy and Climate Change.
- Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird collisions Deltares v.1-0.xls'. Deltares, 2008.
- Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P.W. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind park Tunø Knob in the Kattegat. Rapport 99.64. Bureau Waardenburg, Culemborg. Van den Berg & Bosman 1999.
- Van der Laar, F. 2007. Green light to birds: investigation into the effect of bird-friendly lighting. Report NAM location L15-FA-1. NAM, Assen, The Netherlands.
- Van de Laar, F.J.T & W. Bosma. 1999. Vogeltrek boven de Noordzee. Stichting ter Bevordering van Natuurwetenschappelijk Onderzoek (SBNO).
- Van der Hut, R.G.M., M. Kersten, F. Hoekema & A. Brenninkmeijer 2007. Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied. Verspreidingskaarten van kustvogels voor het calamiteitsstelsel CALAMARIS. A&W-rapport 907. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Van der Wal, J.T., A. Gyimesi, R.C. Fijn & M. Scholl, 2015. 2nd Iteration: Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species, based on revised density data, when assessing cumulative effects of offshore wind farms on birds in the Southern North Sea. Additional note to IMARES report number C166/14.
- Van Eerden, M.R. & B. Voslamber, 1995. Mass fishing by Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Lake IJsselmeer, the Netherlands: a recent and successful adaptation to a turbid environment. Ardea 83: 199-212.
- Van Gasteren H., J. van Belle & L.S. Buurma 2002. Kwantificering van vogelbewegingen langs de kust bij IJmuiden: een radarstudie. Rapport, Koninklijke Luchtmacht, Den Haag.
- Vanermen N. & E.W.M. Stienen 2009. Seabirds & Offshore Wind Farms: Monitoring results 2008. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2009.8). INBO, Brussel.
- Vanermen N., E.W.M. Stienen, W. Courtens & M. Van de Walle 2006. Referentiestudie van de avifauna van de Thorntonbank. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.A.2006.22). INBO, Brussel.

Vanermen N., E.W.M. Stienen, W. Courtens, T. Onkelinx, M. Van de Walle & H. Verstraete 2013. Bird monitoring at offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Assessing seabird displacement effects. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (IN-BO.R.2013.755887). INBO, Brussel.

Vanermen N., T. Onkelinx, W. Courtens, M. Van de Walle, H. Verstraete & E.W.M. Stienen, 2014. Seabird avoidance and attraction at an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia* doi: 10.1007/s10750-014-2088-x.

Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann & S. Kramer-Schadt, 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153: 80–86.

Voslamber, B. 1988. Visplaatskeuze, foerageerwijze en voedselkeuze van Aalscholvers *Phalacrocorax carbo* in het IJsselmeergebied in 1982. *Flevobericht* 286. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

Votier, S.C., S. Bearhop, M.J. Witt, R. Inger, D. Thompson & J. Newton, 2010. Individual responses of seabirds to commercial fisheries revealed using GPS tracking, stable isotopes and vessel monitoring systems. *Journal of Applied Ecology* 47: 487-497. Wakefield et al. 2013.

Walls, R., S. Canning, G. Lye, L. Givens, C. Garrett & J. Lancaster 2013. Analysis of Marine Environmental Monitoring Plan Data from the Robin Rigg Offshore Wind Farm, Scotland. (Operational Year 1). E.ON Climate & Renewables & Natural Power publication 1022038.

Wanless, S., 1981. The Gannets of Boeray. Pp. 26-28 in: Duncan, N., Bullock, D. and Taylor, K. (Eds) *The Boeray 1980 expedition - a report on the ecology and natural history of St Kilda*. Unpublished University of Durham Expedition Report.

Wanless, S. 1984. The growth and food of young Gannets *Sula bassana* on Ailsa Craig. *Seabird* 7: 62–70.

Winter, H.V., G. Aarts & O.A. van Keeken 2010. Residence time and behaviour of sole and cod in the Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Report number OWEZ_R_R_265_T1_20100916. Imares Wageningen UR.

Wright, L.J., V.H. Ross-Smith, G.E. Austin, D. Massimino, D. Dadam, A.S.C.P. Cook, N.A. Calbrade & N.H.K. Burton. 2012. Assessing the risk of offshore wind farm development to migratory birds designated as features of UK Special Protection Areas (and other Annex 1 species). BTO Research Report No. 592, Strategic Ornithological Support Services - Project SOSS-05, Thetford, UK.

Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 (herdruk).

Kamerstukken II, 2014/15, 34 058.

Richtlijn 2009/28/EG (PbEG 2009, L140/16).

EU, Stappenplan Energie 2050, december 2011.

Kamerstukken II, 2014/15, 21 501-20, nr. 922.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, NWP1, december 2009.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Beleidsnota Noordzee, 2009.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, partiële herziening van het NWP1, 26 september 2014 (Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 (herdruk))

Kamerstukken II 2013/14, 31 510, nr. 49.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Noordzee 2050 Gebiedsagenda, 2014 (Kamerstukken II, 2013/14, 33 450, nr. 24).

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, (ontwerp) NWP2, 2014 (Bijlage bij Kamerstukken II, 2014/15, 31710 nr. 35).

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, (ontwerp) Beleidsnota Noordzee 2016-2021, 2014 (Bijlage bij Kamerstukken II, 2014/15, 31710 nr. 35).

Kamerstukken II, 2014/15, 33 561, nr. 12.

IMARES, vogelgevoeligheids- of vogelrisicokaart, 2010/2015.

Energie Centrum Nederland, ECN-N-14-029, 15 oktober 2014.

Crux, ediGEO en Gissense, Geological desk study, Windpark Borssele, 23072014.

ECN, Quick scan wind farm efficiencies of the Borssele location, ECN-E--14-050, 2014.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012), Structuurvisie Infrastructuur en Milieu, Nederland, concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2011), Integraal Beheerplan Noordzee 2015.

Ministerie van V&W, VROM en LNV (2009), Nationaal Waterplan 20092015, 22 december.

Ministerie van V&W, VROM en LNV (2009), Beleidsnota Noordzee 20092015, 22 december
SER, Energieakkoord voor duurzame groei, 2013.

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

Haelters, J., Kerckhof, F., Jauniaux, T. & Degraer, S. (2012b). The Grey Seal (*Halichoerus grypus*) as a Predator of Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*)? *Aquatic Mammals* 38(4): 343-353.

ASCOBANS, 2011. Summary Record of the 18th Meeting of the Advisory Committee. UN Campus, Bonn, Germany, 4-6 May 2011.

Geelhoed, S., Scheidat, M., Aarts, G., van Bemmelen, R., Janinhoff, N., Verdaat, H. & Witte, R., 2011. Shortlist masterplan wind aerial surveys of harbour porpoises on the Dutch Continental Shelf. IMARES, Wageningen Report number C103/11.

Geelhoed, S.C.V., Scheidat, M., van Bemmelen, R.S.A. & Aarts, G., 2013. Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys in July 2010- March 2011. *Lutra* 56(1): 45-57.

Geelhoed, S.C.V., Scheidat, M., van Bemmelen, 2014, Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013, Report number C027/14.

Haelters, J., Van Roy, W., Vigin, L. & Degraer, S., 2012. The effect of pile driving on harbour porpoises in Belgian waters. In: S. Degraer, R. Brabant & B. Rumes (Eds.). *Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: heading for an understanding of environmental impacts*. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Department MUMM, Chapter 9: 127-143.

Haelters, J., Vigin, L. & Degraer, S., 2013a. Attraction of harbour porpoises to operational offshore wind farms: what can be expected? In: S. Degraer, R. Brabant & B. Rumes (Eds.). *Envi-*

ronmental impacts of the construction of offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: learning from the past to optimise future monitoring programmes. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Chapter 16: 166-171.

Haelters, J., 2013. Opmerkelijke aantallen bruinvissen in de eerste helft van 2013. *De Strandvlo* 33(2): 55-58.

IJsseldijk, L.L. & Begeman, L., 2013. Increase in strandings of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch coast in April and May 2013. Rapport van de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit van Utrecht.

Camphuysen & Siemensma, Conservation plan for the Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in The Netherlands, 2011.

Brasseur S., Daan R., Fijn R.C., de Haan D., Dirksen S., van Hal R., Hille Ris Lambers R., ter Hofstede R., Krijgsveld K.L., Leopold M., & Scheidat M., 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environmental Research Letter* 6 035101.

Taal, C. Bartelings, H. Beukers, R. Klok, A.J. Strietman, W.J. (2010) *Visserij in Cijfers 2010*, LEI Rapport 2010-057, Den Haag.

Brasseur, S. Aarts, G. Meersters, E. Polanen Petel, t. van, Dijkman, E. Cremer, J. & Reijnders, P. Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms (2012). Rapport: OWEZ R 252 T1 20120130, 30-01-2012.

Boon, A.R., S. Dirksen, M.F. Leopold & A. Brenninkmeier. 2012. A methodological update of the Framework for the Appropriate Assessment of the ecological effects of Offshore Windfarms at the Dutch Continental Shelf. Deltares.

Daan R., Mulder M & Bergman M.J.N., 2009. Impact of windfarm OWEZ on the local macrobenthos community. Report OWEZ_R_261_T1_20091216.

Scheidat M, Verdaat H, Aarts G (2012) Using aerial surveys to estimate density and distribution of harbour porpoises in Dutch waters. *Journal of Sea Research* 69:1-7.

Geelhoed, S. Scheidat, M. & Bemmelen, R. van (2013) Marine mammal surveys in Dutch waters in 2012. IMARES Wageningen UR report C038/13.

Hoofdstuk 7

Haelters, J., Kerckhof, F., Jauniaux, T. & Degraer, S. (2012b). The Grey Seal (*Halichoerus grypus*) as a Predator of Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*)? *Aquatic Mammals* 38(4): 343-353.

ASCOBANS, 2011. Summary Record of the 18th Meeting of the Advisory Committee. UN Campus, Bonn, Germany, 4-6 May 2011.

Geelhoed, S., Scheidat, M., Aarts, G., van Bemmelen, R., Janinhoff, N., Verdaat, H. & Witte, R., 2011. Shortlist masterplan wind aerial surveys of harbour porpoises on the Dutch Continental Shelf. IMARES, Wageningen Report number C103/11.

Geelhoed, S.C.V., Scheidat, M., van Bemmelen, R.S.A. & Aarts, G., 2013. Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys in July 2010- March 2011. *Lutra* 56(1): 45-57.

Geelhoed, S.C.V., Scheidat, M., van Bemmelen, 2014, Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013, Report number C027/14.

Haelters, J., Van Roy, W., Vigin, L. & Degraer, S., 2012. The effect of pile driving on harbour porpoises in Belgian waters. In: S. Degraer, R. Brabant & B. Rumes (Eds.). Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Department MUMM, Chapter 9: 127-143.

Haelters, J., Vigin, L. & Degraer, S., 2013a. Attraction of harbour porpoises to operational off-shore wind farms: what can be expected? In: S. Degraer, R. Brabant & B. Rumes (Eds.). Environmental impacts of the construction of offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: learning from the past to optimise future monitoring programmes. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Chapter 16: 166-171.

Haelters, J., 2013. Opmerkelijke aantallen bruinvissen in de eerste helft van 2013. De Strandvlo 33(2): 55-58.

IJsseldijk, L.L. & Begeman, L., 2013. Increase in strandings of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch coast in April and May 2013. Rapport van de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit van Utrecht.

Camphuysen & Siemensma, Conservation plan for the Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in The Netherlands, 2011.

Lindeboom, H., J. Geurts van Kessel & L. Berkenbosch, 2005. Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ/2005.008.

Van Scheppingen Y. & A. Groenewold, 1990. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. De Nederlandse kustzone overzicht 1988-1989. Rijkswaterstaat Directie Noordzee/Dienst getijdenwateren. MILZON-BENTHOS rapport 90-03.

Holtmann, S.E., A. Groenewold, K.H.M. Schrader, J. Asjes, J.A. Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, A.J. van Bostelen en J. van der Meer, 1996. Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf, Ministry of transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk, pp 244.

Grontmij, 2008. Offshore Windpark Q10. Documentnummer 13/99088008/CvD.

Grontmij, 2013. The macrobenthic fauna monitoring in the Dutch Sector of the North.

Sea, MWTL 2012. Year report MWTL North Sea – 2012. Reference number 31019631.0006 – Year report.

Bos O.G., R. Witbaard, M. Lavaleye, G. van Moorsel, L.R. Teal, R. van Hal, T. van der Hammen, R. ter Hofstede, R. van Bemmelen, R.H. Witte, S. Geelhoed & E.M. Dijkman, 2011. Biodiversity hotspots on the Dutch Continental Shelf. IMARES Wageningen UR. Report number C071/11.

Witbaard R., Lavaleye M.S.S., Duineveld G.C.A., Bergman M.J.N., 2013. Atlas of the megabenthos (incl. small fish) on the Dutch Continental Shelf of the North Sea. NIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research. Report, 2013-4.

Hoofdstuk 8

Barentse, J. Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie. Jacobs Comprimò Nederland, juli 2000.

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Abschlussberichts der Unterarbeitsgruppe "Parameter für Risikoanalysen". BSH 2005.

Koldenhof, Y. Risicoanalyse: Varen en vissen in windparken. MARIN, juli 2014.

Koldenhof, Y. & C. van der Tak. Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee. MARIN, 19287.630/4, juli 2004.

Van Schaijk, L. & Y. Koldenhof. Veiligheidsstudie voor scheepvaartcorridors windenergiegebied Borssele. MARIN, 27894-2-MSCN-rev.2, april 2015.

Van Schaijk, L. & Y. Koldenhof. Effecten op scheepvaartveiligheid voor windenergiegebied Borssele. Veiligheidsstudie voor kavel I en II. MARIN, maart 2015.

Van Schaijk, L. Effecten op scheepvaartveiligheid voor windenergiegebied Borssele. Veiligheidsstudie voor kavels III en IV. MARIN, oktober 2015.

Van Schaijk, I. Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel. MARIN, 27918-1-MSCN-rev.2, 7 november 2014.

Van der Tak, C. Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied Hollandse Kust. MARIN, 26455-2-MSCN-rev.4, 19 september 2013.

COLREGs. Verdrag inzake de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (COLREGs). Londen, 1972.

Hoofdstuk 11

Brown, C. Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm; Report of helicopter SAR trials undertaken with Royal Air Force 'C' Flight 22 Squadron on March 22nd 2005. Maritime and Coastguard Agency, 2005.

Bulder, B.H., & E.T.G. Bot. Q Quick scan of energy production and wake losses of the Borssele Wind Farm Zone including losses for nearby Belgian Wind Farms. ECN. March 2015.

IDON. Interdepartementale Directeurenoverleg Noordzee. Integraal Beheerplan Noordzee 2015, Herziening. November, 2011.

Grontmij. Offshore windpark Q10. Houten, 2008.

Howard, M. & 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.

Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie. Officiële zeekaart voor kust- en binnenwateren, 1801 Noordzeekust De Panne tot Den Helder 2008.

REASeuro. Site Studies Wind Farm Zone Borssele, Unexploded Ordnance (UXO) desk study, 2014.

Taal, C., H. Bartelings, R. Beukers, A.J. Klok, W.J. Strietman. Visserij in Cijfers 2010. Landbouw Economisch Instituut. Wageningen UR. Den Haag, 2010.

Spaven consulting. Wind turbines and radar: operational experience and mitigation measures. Report to a consortium of wind energy companies, december 2001.

Van der Reijden, K. Waardekaarten Borssele. Imares, januari 2015.

Vestigia. Wind Farm Zone Borssele, North Sea, the Netherlands. Risk assessment and recommendations based on an archaeological desk study. Amersfoort, 2014

Hoofdstuk 12

Bulder, B.H., E.T.G. Bot, E. Wiggelinkhuizen, F.D.J. Nieuwenhout. Quick scan wind farm efficiencies of the Borssele location. ECN, June 2014.

Centraal Bureau voor de Statistiek. Hernieuwbare energie in Nederland 2013. Den Haag/Heerlen, 2014.

Verklarende woordenlijst

Alternatief

Andere wijze dan de voorgenomen activiteit om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.

Ashoogte

De hoogte van de rotor-as, waaraan de rotorbladen van de windturbine zijn bevestigd, ten opzichte van het zeeniveau.

Autonome ontwikkeling

Veranderingen, die zich in het milieu zullen voltrekken als noch de voorgenomen activiteit, noch een van de alternatieven worden gerealiseerd. Zie ook 'nulalternatief' en 'referentiesituatie'.

Bevoegd gezag

In het kader van de Wet milieubeheer en de Wet op de ruimtelijke ordening: één of meer overheidsinstanties die bevoegd zijn om over de activiteit van de initiatiefnemer het besluit te nemen waarvoor het Milieueffectrapport wordt opgesteld.

Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie voor de m.e.r.)

Commissie van onafhankelijke deskundigen die het bevoegd gezag adviseert over de gewenste inhoud van het milieueffectrapport (facultatief) en in een latere fase in het toetsingsadvies over de kwaliteit van het milieueffectrapport.

Mitigatie

Het verminderen van nadelige effecten (op het milieu) door het treffen van bepaalde maatregelen.

Milieueffectrapportage (m.e.r.)

De procedure van milieueffectrapportage; een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een milieueffectrapport en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van de activiteit waarvoor een milieueffectrapport is opgesteld.

MER

Milieueffectrapport. Een openbaar document waarin van een voorgenomen activiteit van redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven of varianten de te verwachten gevolgen voor het milieu in hun onderlinge samenhang op systematische en zo objectief mogelijke wijze worden beschreven.

MW

Megawatt = 1.000 kilowatt = 1.000 kW. kW is een eenheid van elektrisch vermogen.

Notitie R&D

Dit staat voor 'notitie reikwijdte en detail(niveau)'. Deze notitie wordt vastgesteld op basis van de conceptnotitie reikwijdte en detail(niveau) (ook wel 'startnotitie' genoemd) en de daarop ontvangen zienswijzen, reacties en adviezen. Inhoudelijk geeft de notitie reikwijdte en detailniveau aan wat (reikwijdte) en met welke diepgang (detailniveau) onderzocht en beschreven dient te worden in het milieueffectrapport (het MER).

Nulalternatief of nulvariant

Bij dit alternatief wordt uitgegaan van de bestaande situatie en de autonome ontwikkeling. Dit alternatief dient als referentiekader voor de effectbeschrijving van de andere alternatieven.

Plangebied

Het gebied, waarbinnen de voorgenomen activiteit of een van de alternatieven kan worden gerealiseerd. Vergelijk: studiegebied.

Referentiesituatie

Zie 'Nulalternatief'.

Rotordiameter

De diameter van de denkbeeldige cirkel die door de rotorbladen (wieken) van de windturbine worden bestreken.

Studiegebied

Het gebied, waarbinnen de milieugevolgen dienen te worden beschouwd. De omvang van het studiegebied kan per milieuaspect verschillen. Vergelijk: plangebied.

Tiphoogte

Maat die voor windturbines wordt gebruikt om de maximale hoogte vanaf zeeniveau aan te geven wanneer een rotorblad verticaal staat. De tiphoogte is gelijk aan de ashoogte + halve rotordiameter.

Tiplaagte

Maat die voor windturbines wordt gebruikt om de minimale hoogte vanaf zeeniveau aan te geven wanneer een rotorblad verticaal staat. De tiphoogte is gelijk aan de ashoogte - halve rotordiameter.

Variant

Synoniem voor alternatief.

Wettelijke adviseurs

Adviseurs die geraadpleegd worden door het bevoegd gezag teneinde een advies te krijgen over het plan en het MER. Veelal gaat het hierbij om de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, het hoogheemraadschap en eventueel buurgemeenten en provincie(s).