RAPPORT

Passende Beoordeling

Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee aanvulling Hollandse Kust

Klant:	Rijkswaterstaat en Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Referentie:	WATBD8835R003F02
Versie:	02/Finale versie
Datum:	30 mei 2016

Grontmij

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Passende Beoordeling
Ondertitel:	Passende Beoordeling
Referentie:	WATBD8835R003F02
Versie:	02/Finale versie
Datum:	30 mei 2016
Projectnaam:	PlanMER en PB windenergie op zee binnen 12-mijlszone
Projectnummer:	BD8835
Auteur(s):	Lies van Nieuwerburgh, Hans Jaspers, Femkje Sierdsma, Audrey van Mastrigt

Opgesteld door:	Lies van Nieuwerburgh en Suzan Tack
Gecontroleerd door:	Erik Zigterman
Datum/Initialen:	30 mei 2016
Goedgekeurd door:	Erik Zigterman
Datum/Initialen:	30 mei 2016

Classificatie
Projectgerelateerd

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The quality management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001.

Royal HaskoningDHV

Grontmij

Inhoud

1 Inleiding 3
1.1 Achtergrond en aanleiding 3
1.2 Doel van de Passende Beoordeling 4
1.3 Leeswijzer 4
2 Werkwijze 5
2.1 Scope 5
2.2 Uitgangspunten 6
2.3 Literatuur 6
2.4 Varianten 7
2.5 Methodiek voor bepaling van effecten 10
3 Beschermingskader Natura2000 14
3.1 Algemene gebiedsbeschrijving en vigerende wettelijke kaders 14
3.2 Noordzeebeleid 16
4 Effecten op Natura 2000 21
4.1 Stap 1: Eerste selectie 21
4.2 Stap 2: Verspreiding relevante soorten 28
4.3 Stap 3 en 4: Effectbeschrijving en -beoordeling 42
4.4 Samenvatting effectbeoordeling 66
4.5 Leemten in kennis en informatie 68
5 Mitigatie en advies voor optimalisatie 71
6 Cumulatie ten behoeve van NB-wet toetsing 73
7 Opgaven voor het vervolg 75
7.1 Vervolgproces 75
7.2 Aandachtspunten voor monitoring en evaluatie 75
Literatuur en Bronnen 77

Bijlagen:

Bijlage 1: Instandhoudingsdoelstellingen relevante Natura 2000 gebieden

Bijlage 2: Onderwatergeluid Hollandse Kust, opgesteld door TNO

Bijlage 3: Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust, opgesteld door Bureau Waardenburg

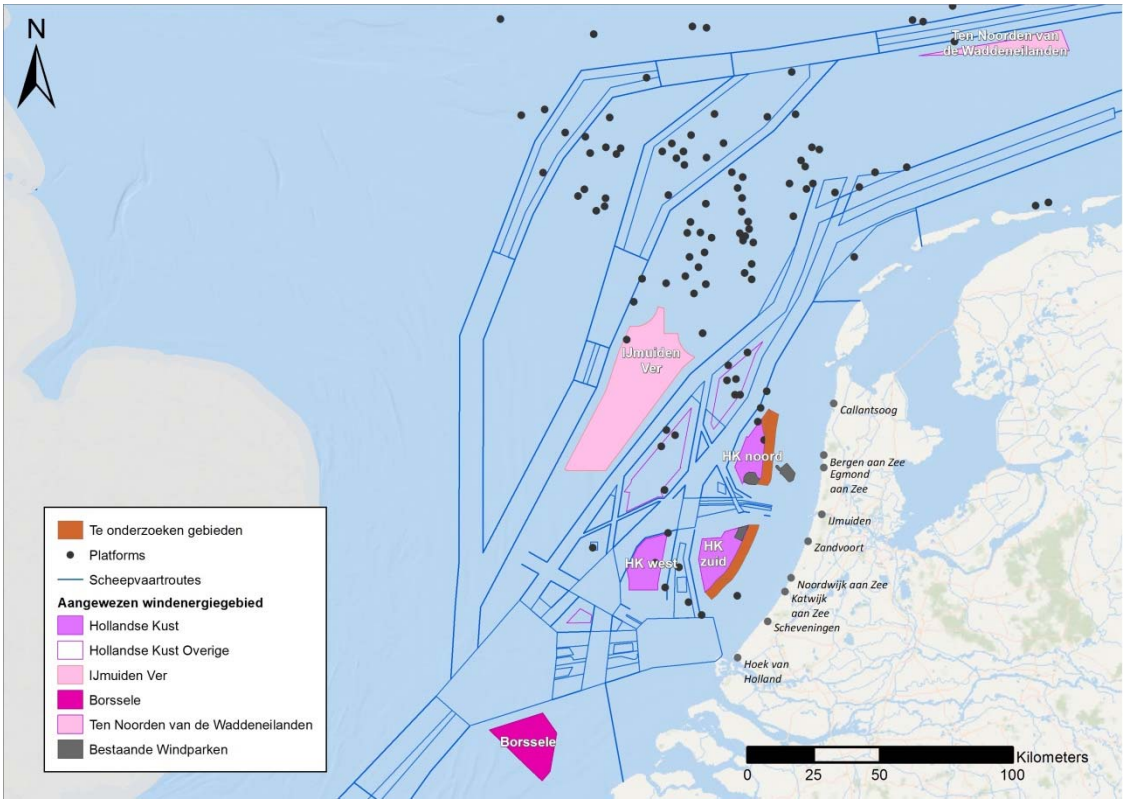
Bijlage 4: Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust voor kleine mantelmeeuwen vanuit de broedkolonie Texel, opgesteld door Bureau Waardenburg

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

In het Energieakkoord[1] is afgesproken dat windparken op zee in 2023 vijf miljoen Nederlandse huishoudens van stroom moeten voorzien. Met de bouw van windparken op zee wordt de Nederlandse energievoorziening duurzamer en minder afhankelijk van het buitenland.

In de Routekaart[2] heeft het Rijk een strategie uitgestippeld om de in het Energieakkoord afgesproken capaciteit windenergie op zee te ontwikkelen. De inzet is een beperkt aantal grote windparken die worden aangesloten op het door TenneT beheerde elektriciteitsnet via standaardplatforms met een capaciteit van ongeveer 700 MW per stuk. In het Nationaal Waterplan 2009-2015 (NWP1) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014) zijn gebieden aangewezen waar nieuwe windparken op zee gebouwd kunnen worden (Figuur 1). De aangewezen windenergiegebieden ter hoogte van Zuid- en Noord-Holland, zijn te klein voor de aanpak met standaardplatforms. Daarom wil het kabinet een strook tussen de 10 en 12 nautische mijl (NM)[3] aan deze gebieden toevoegen. Een uitbreiding van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord kan alleen aan de landzijde binnen de 12-mijlszone plaatsvinden, omdat de gebieden aan de zeezijde worden begrensd door scheepvaartroutes.



Figuur 1: Functies op de Noordzee: bestaande windparken, windenergiegebieden, scheepvaartroutes, olie- en gasplatforms en de te onderzoeken gebieden voor windenergie in de 12 NM-zone

[1] *Tweede Kamer, vergaderjaar 2012-2013, 30 196, nr. 202*
[2] *Staten-Generaal, vergaderjaar 2014-2015, 33 561, nr. A/11*
[3] *In dit planMER wordt gebruik gemaakt van de lengtemaat zeemijl. Een zeemijl (in het Engels Nautical Mile, afgekort NM) is een lengtemaat die gelijk is aan precies 1852 meter. De zeemijl wordt als eenheid van afstand gebruikt in de zeevaart en de gemotoriseerde luchtvaart.*

Deze stroken worden vastgelegd in de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee aanvulling Hollandse Kust. Dit is een tussentijdse herziening van het Nationaal Waterplan 2016-2021 (NWP2) voor het onderdeel windenergie op zee. De stroken krijgen als nevenfunctie windenergie, waardoor het mogelijk wordt om in deze gebieden windparken te ontwikkelen. Het gaat daarbij nog niet om de inrichting van de gebieden. Dat komt pas later aan de orde bij de uitgifte van de kavels voor de bouw van windparken door private partijen.

1.2 Doel van de Passende Beoordeling

Voorliggende Passende Beoordeling is opgesteld in het kader van de besluitvorming over de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee aanvulling Hollandse Kust. Windenergie op zee kan mogelijk significante gevolgen hebben voor beschermde natuurwaarden van Natura 2000-gebieden op zee en langs de kust. Daarom is voor de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee aanvulling Hollandse Kust naast een planMER ook een Passende Beoordeling ex artikel 19j van de Natuurbeschermingswet (Nbwet) nodig. De Passende Beoordeling beschrijft en beoordeelt de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden als gevolg van het uitbreiden van de twee windenergiegebieden (Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord) met een strook van twee NM (tussen de 10 en 12 NM).

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 behandelt de uitgangspunten, de te onderzoeken varianten en de methodiek voor de Passende Beoordeling. Hoofdstuk 2.5.7 beschrijft de referentiesituatie. Hoofdstuk 0 beschrijft en beoordeelt de effecten op Natura 2000-gebieden. Hoofdstuk 0 geeft de mogelijkheden voor mitigatie en optimalisatie. Hoofdstuk 6 beschouwt de cumulatieve effecten met andere ontwikkelingen op de Noordzee en andere (buitenlandse) windparken. Dit rapport eindigt met een eindoverweging – met aandachtspunten voor monitoring – in hoofdstuk 7.

2 Werkwijze

2.1 Scope

De Passende Beoordeling (PB) gaat alleen in op die onderdelen die wijzigen ten opzichte van het NWP2. De PB beschrijft en beoordeelt de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen (IHD) van Natura 2000-gebieden als gevolg van het uitbreiden van de twee windenergiegebieden (Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord) met een strook van twee NM (tussen de 10 en 12 NM). De PB geeft daarmee antwoord op de vraag of de uitbreiding van de twee windenergiegebieden kan doorgaan zonder significante effecten, ook in cumulatie. De beoordeling gaat over de aanleg, het gebruik en de afbraak van windturbines en de aanleg van kabels in de windenergiegebieden tot aan het platform.

Tijdens de aanleg van windparken vinden de volgende activiteiten plaats die fysiek ingrijpen op de omgeving: het transport van de bouw- en restmaterialen, het plaatsen van de pylonen en windturbines én de aanleg van kabelnetwerken op de Noordzee. Het transport van bouw- en restmaterialen gaat gepaard met scheepsbewegingen en heffen en hijsen. Het plaatsen van de pylonen gaat gepaard met heien of het aanbrengen van stortsteen, scheepsbewegingen en heffen en hijsen. De aanleg van elektriciteitskabels gaat gepaard met scheepsbewegingen en het vergraven van de zeebodem.

Tijdens het gebruik van windparken zijn de aanwezigheid van turbines voor elektriciteitsproductie, het transport van elektriciteit, én het onderhoud van de windparken van invloed op de omgeving. Daarnaast zijn de windparken als objecten aanwezig. De elektriciteitsproductie gaat gepaard met geluidproductie. Het transport van elektriciteit gaat gepaard met magnetische velden en de inductie van elektromagnetische velden. Het onderhoud van de windparken gaat gepaard met scheepsbewegingen.

Tijdens de afbraak van windparken vinden de volgende activiteiten plaats die fysiek ingrijpen op de omgeving: het ontmantelen van de pylonen en windturbines en het transport van materialen. Pylonen zullen worden verwijderd door middel van wegsnijden van de pyloon tot onder de zeebodem. Het ontmantelen van de pylonen gaat gepaard met scheepsbewegingen en heffen en hijsen. Het transport van materialen gaat gepaard met scheepsbewegingen en heffen en hijsen.

In combinatie met andere plannen en projecten kunnen mogelijk significante effecten optreden op instandhoudingdoelstellingen (IHD) van Natura 2000-gebieden. Hiervoor heeft het Rijk het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC, Leopold et al, 2015) opgesteld. Het KEC is een methodiek om de cumulatieve ecologische effecten in beeld te brengen van de realisatie van alle windparken conform het Energieakkoord en buitenlandse windparkontwikkelingen. In het KEC zijn de uitbreidingsgebieden Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord niet meegenomen. In voorliggende PB wordt en de methodes en aannames van het KEC (en aanvullingen) toegepast om de ecologische verstoringsafstanden en beïnvloede oppervlakten te bepalen en de cumulatieve effecten te beschrijven en beoordelen.

2.2 Uitgangspunten

Om de effectbeoordeling uit te voeren worden in deze PB een aantal uitgangspunten toegepast. Mogelijk dat in de kavelbesluiten de uitgangspunten verder worden geoptimaliseerd. De volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

1. Aansluiting op het elektriciteitsnet vindt plaats via platforms van TenneT, waarop per platform 700 MW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten.
2. Een individueel windpark heeft een capaciteit van 350 MW.
3. Per jaar worden 2 windparken gebouwd.
4. Gemiddeld dichtheid van 6 MW per km^2, onafhankelijk van het type turbine en ter voorkoming van te veel verlies in opbrengst door zogeheten zogeffecten.
5. De capaciteit van individuele turbines ligt binnen een bandbreedte van 4 tot 10 MW.
6. Doorvaart van de windenergiegebieden voor schepen tot 24m wordt toegestaan, bodemberoerende activiteiten blijven uitgesloten in windparken.
7.
8. De turbines hebben 3 rotorbladen. De turbinepalen hebben een diameter van 6 à 8 m. Rondom de palen komt een steenstort tot een afstand van circa 25 m. De tiphoogte is ongeveer 200 m.
9. In de praktijk worden de meeste turbines gefundeerd met palen die worden geheid, *monopiles*. Ten opzichte van geluidsarmere funderingstechnieken zijn door het heien van *monopiles* de meeste effecten op natuurwaarden te verwachten, waardoor met dit uitgangspunt de *worst-case* effecten in beeld worden gebracht.

2.3 Literatuur

De effectbeschrijving bouwt voort op de methoden en resultaten zoals beschreven in de Handreiking Passende Beoordeling (Prins et al. 2008) met de daarbij behorende onderliggende rapporten (te downloaden via www.noordzeeloket.nl), aangevuld met geactualiseerde inzichten uit de ‘short-list’ onderzoeken naar ecologische effecten (te downloaden via www.informatiehuismarien.nl), en de update van de Handreiking Passende Beoordeling (Boon et al. 2012). Daarnaast is gebruik gemaakt van de informatie uit de locatie-specifieke Passende Beoordelingen voor ronde 2 windparken op zee (Arends et al. 2008), Q4 West (Pondera Consult 2013) en Gemini (Arcadis 2012), de Notitie Berekeningen onderwatergeluid voor heiwerkzaamheden Gemini (TNO 2013), de methodes, berekeningen en aannames voor populatiegroottes en verstoringsafstanden en verstoringsoppervlakken zoals beschreven in het KEC deelrapport zeezoogdieren (TNO rapport), de informatie, methode en cumulatie berekeningen van het KEC en de doorvertaling van het KEC voor het kavelbesluit I en II windenergie Borssele en de daarbij horende MER en Passende Beoordeling (Grontmij & Pondera 2015 a en b). De nieuwste inzichten voor vislarven zijn verwerkt op basis van nader onderzoek.

Uitgangspunten met betrekking tot aanvaringen van vogels en vleermuizen, habitatverlies en barrièrewerking vogels, habitatverlies zeezoogdieren, verlies kwaliteit leefgebied zeezoogdieren en verlies stapelvoedsel voor vogels en zeezoogdieren (vislarven) zijn gebaseerd op bovenstaande literatuur. De effecten op beschermde kolonies van de kleine mantelmeeuwen zijn kwantitatief bepaald met het in 2012 door de Strategic Ornithological Support Services (SOSS) groep uitgebrachte aanvaringsmodel (Band model, meest recente digitale versie) en volgens de methode beschreven in Dirksen et al. (2012).

2.4 Varianten

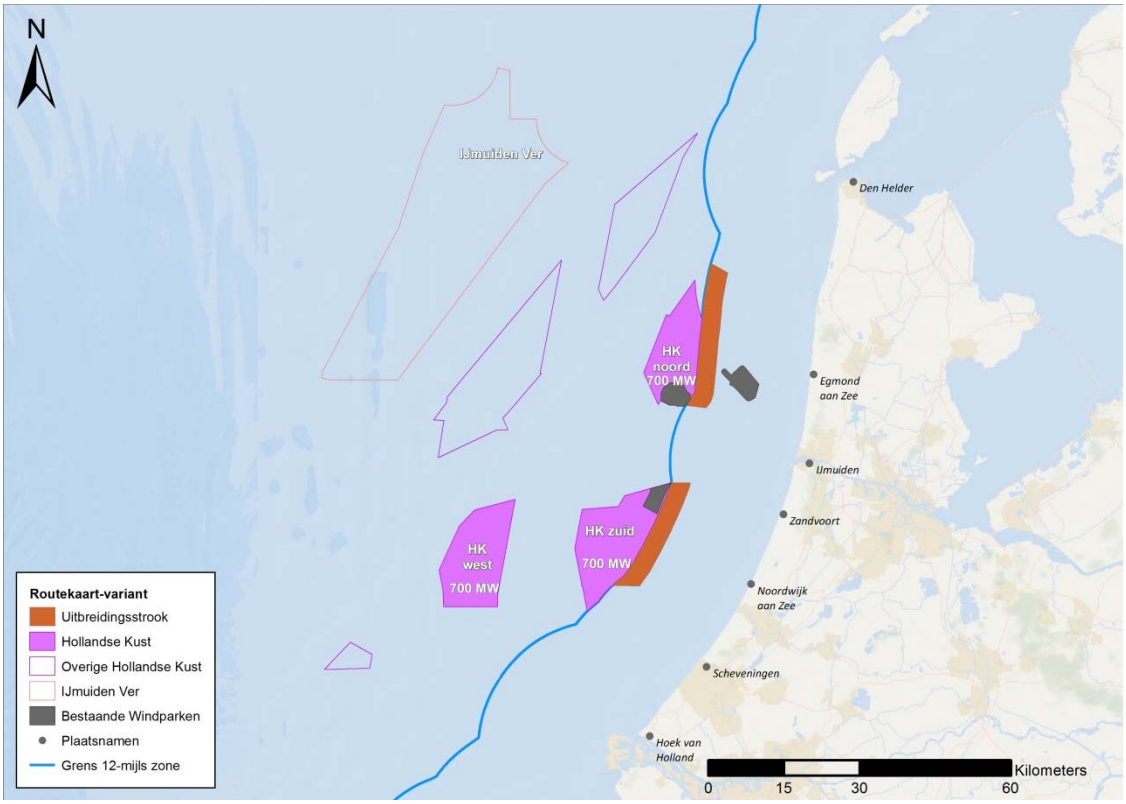
De deelgebieden Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord worden op een zodanige wijze vergroot dat het mogelijk is de taakstelling volgens de Routekaart te realiseren. Dit betekent dat Hollandse Kust Zuid voldoende ruimte moet hebben voor 1.400 MW nieuw te plaatsen vermogen en Hollandse Kust Noord voor 700 MW. Er zijn 2 varianten onderscheiden: de variant volgens de Routekaart (routekaart-variant) en de variant met beperkte uitbreiding (voorkeursvariant).

Routekaart variant

Bij het uitbrengen van de Routekaart heeft het kabinet een kaart gepubliceerd. Indien volgens die kaart extra gebieden worden aangewezen, komt in Hollandse Kust Zuid 57 km^2 extra ruimte beschikbaar en in Hollandse Kust Noord 56 km^2. De contour van de routekaart variant is weergegeven in Figuur 2; er wordt 700 MW aan windenergiecapaciteit gerealiseerd in Hollandse Kust Zuid, Hollandse Kust Noord en Hollandse Kust West. Bij uitbreiding van Hollandse Kust Zuid volgens de Routekaart wordt de oppervlakte van Hollandse Kust Zuid 212 km^2 en daarmee niet voldoende om 1.400 MW te realiseren. Daarom maakt ook Hollandse Kust West deel uit van deze variant. In Tabel 1 is een overzicht opgenomen van het nul-alternatief, welke gebieden het omvat, met bij bijbehorende oppervlaktes en dichtheden.

Tabel 1: Routekaart variant overzicht gebieden, oppervlaktes en dichtheden

		HK Zuid	HK Noord	HK West	Totaal
Opgave	MW	700	700	700	2100
Bruto Oppervlakte	km^2	322	278	217	817
Netto Oppervlakte	km^2	212	133	163	508
Dichtheid (op basis van netto oppervlakte)	MW/ km^2	3,3	5,3	4,3	4,1



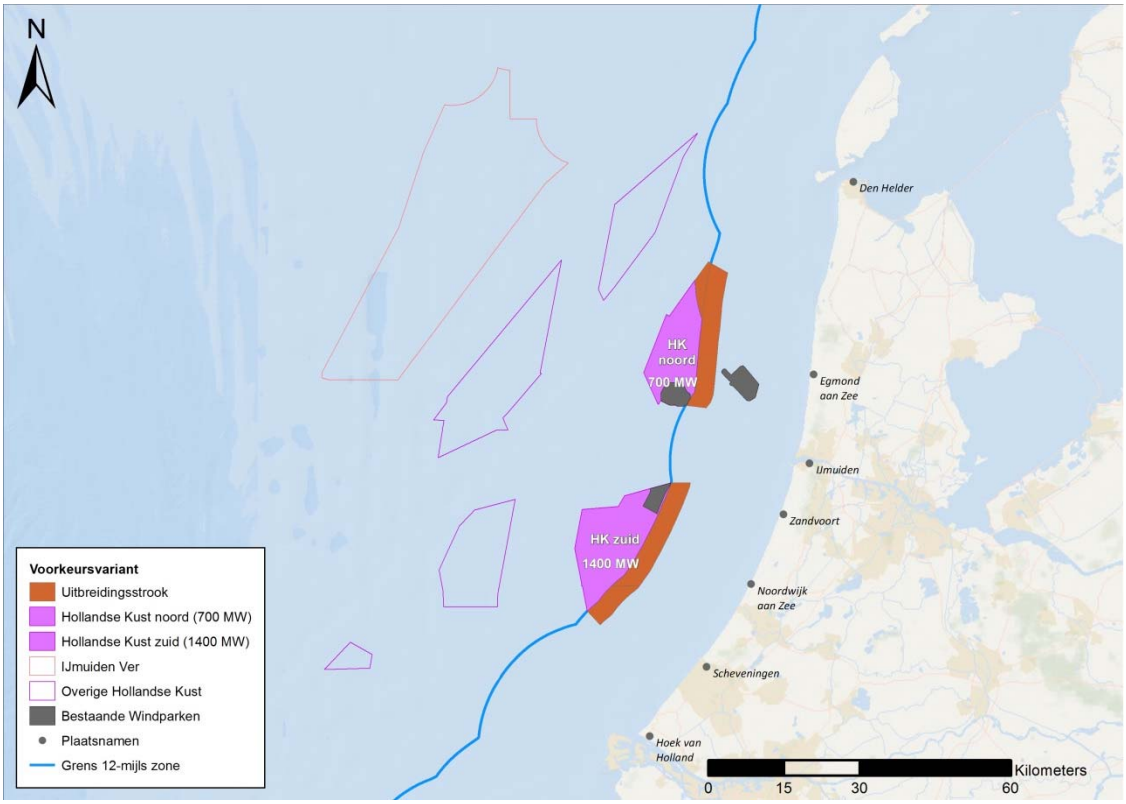
Figuur 2: Variant met aanwijzing volgens de Routekaart, de routekaart-variant genoemd.

Voorkeursvariant

In de voorkeursvariant worden Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord beide met een extra gebied uitgebreid ten opzichte van de Routekaart. De contour van de voorkeursvariant is weergegeven in Figuur 3. In Hollandse Kust Zuid wordt de strook van 10 tot 12 NM verder doorgetrokken tot de meest zuidelijke punt van het gebied. Dit was bij uitbreiding tot 3 NM niet mogelijk vanwege de aanwezigheid van een ankergebied en een mijnbouwplatform. Nu de uitbreiding tot 10 NM wordt beperkt spelen deze ruimtelijke belemmeringen geen rol en kan de strook tot de zuidelijke punt van Hollandse Kust Zuid worden doorgetrokken. Dit extra gebied heeft een oppervlakte van circa 30 km^2. In Hollandse Kust Noord wordt een gebied buiten de 12 NM toegevoegd dat vrijkomt door het verplaatsen van het militair oefengebied. Dit extra gebied heeft een oppervlakte van circa 12 km^2. In de voorkeursvariant wordt de totale opgave volgens de Routekaart voor Hollandse Kust gerealiseerd in Hollandse Kust Zuid (1.400 MW) en Hollandse Kust Noord (700 MW). In Tabel 2 is een overzicht opgenomen van het nul-alternatief, welke gebieden het omvat, met bij bijbehorende oppervlaktes en dichtheden.

Tabel 2: Voorkeursvariant overzicht gebieden, oppervlaktes en dichtheden

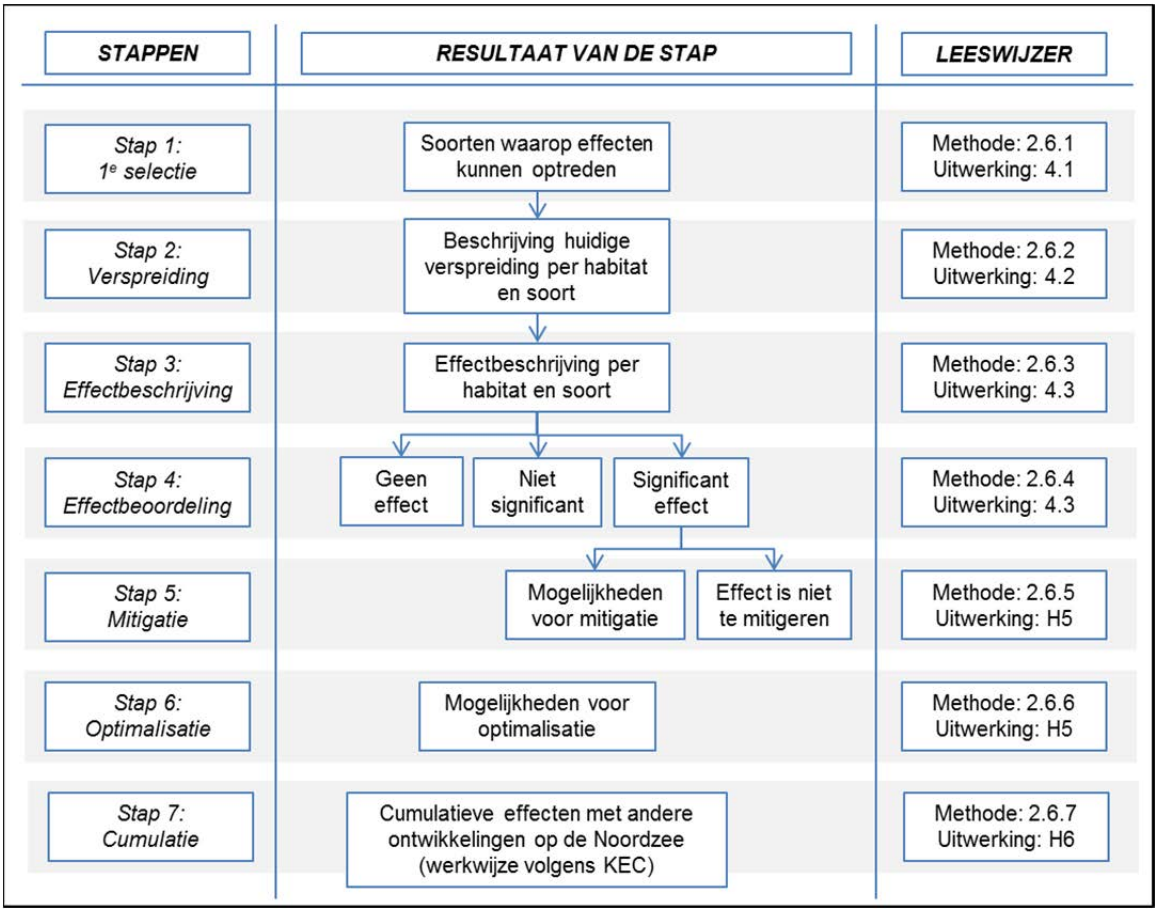
		HK Zuid	HK Noord	Totaal
Opgave	MW	1400	700	2100
Bruto Oppervlakte	km^2	356	293	649
Netto Oppervlakte	km^2	242	145	387
Dichtheid (op basis van netto oppervlakte)	MW/ km^2	5,8	4,8	5,4



Figuur 3: Voorkeursvariant met aanwijzing volgens de Routekaart en extra gebieden

2.5 Methodiek voor bepaling van effecten

In de PB zijn 7 stappen doorlopen. De stappen en het resultaat van elke stap zijn schematisch weergegeven in Figuur 4. In de volgende paragrafen is de per stap gebruikte methode beschreven. In de laatste kolom van Figuur 4 is een leeswijzer opgenomen, waarin is aangegeven in welk hoofdstuk de stappen worden behandeld.



Figuur 4: Stappen in de Passende Beoordeling.

2.5.1 Stap 1: Eerste selectie

Om te komen tot een overzichtelijke PB behorend bij het abstractieniveau van een structuurvisie zijn de voor het plangebied relevante Natura 2000-habitattypen en -soorten geclusterd. Op basis van ingreep-effectrelaties is gekeken in hoeverre (negatieve) effecten kunnen optreden per geclusterd habitattype en soortengroep. Deze eerste selectie geeft een overzicht van de aard en reikwijdte van de effecten van het plan. Het beoordelingsniveau van de eerste selectie is globaal: het gaat in dit geval om het kunnen uitsluiten van effecten. Alleen die geclusterde habitattypen en soortengroepen waarvoor een negatief effect op basis van ingreep-effectrelaties niet kan worden uitgesloten, zijn meegenomen in de vervolgstappen. Vervolgens is per Natura 2000-gebied aangegeven op welke van de aangewezen habitattypen en soorten effecten kunnen optreden. De effectanalyse is gericht op deze specifieke habitattypen en soorten.

2.5.2 Stap 2: Verspreiding per habitattype en soort

De mate waarin effecten optreden is afhankelijk van de verspreiding en het voorkomen van een habitattype of soort in een bepaalde periode. Op basis van beschikbare literatuurgegevens is de huidige verspreiding van de relevante habitattypen en soorten beschreven.

2.5.3 Stap 3: Effectbeschrijving

Voor de relevante habitattypen en soorten is een inschatting gemaakt van de aard en mate van effecten. De effectenanalyse is vooral gericht op de aard van het effect en minder op de omvang (mate) ervan, omdat er nog geen inzicht is in de details van de uiteindelijke wijze van uitvoering op projectniveau. Daarmee is deze PB, in overeenstemming met de aard van een structuurvisie, hoofdzakelijk kwalitatief uitgevoerd. Waar mogelijk is wel een (semi-)kwantitatieve inschatting gemaakt van de omvang van het effect. Voor vogels zijn specifieke berekeningen (aanvaringsrisico's) uitgevoerd voor de broedkolonie van de kleine mantelmeeuw (Texel), dit om al zoveel mogelijk op planMER niveau te kunnen bepalen of significante effecten met zekerheid zijn uit te sluiten.

Het beschrijven van mogelijke effecten is verricht met behulp van meer specifieke kennis over ingreep-effectrelaties. Deze relaties zijn tekstueel beschreven en gebaseerd op de meest recente informatie en kennis uit literatuur en door *expert judgement*. Waar mogelijk zijn bronvermeldingen opgenomen in de tekst.

Effecten worden onderscheiden in directe versus indirecte, en in interne versus externe effecten. Directe effecten zijn effecten zoals sterfte van vogels door aanvaringen van vogels met windturbines of gehoorschade bij zeezoogdieren door onderwatergeluid. Indirecte effecten betreffen bijvoorbeeld een afname van voedsel waardoor beschermde vogelsoorten effecten ondervinden. In principe dient elk type effect dat een aantasting van de IHD van een soort of habitattype tot gevolg kan hebben te worden onderzocht, direct of indirect.

Interne effecten zijn effecten die optreden in een Natura 2000-gebied. Met effecten buiten een Natura 2000-gebied dient ook rekening te worden gehouden, waarbij er in principe geen ruimtelijke grens is. We spreken dan over een extern effect. Een extern effect kan op verschillende manieren optreden, bijvoorbeeld als een mobiele soort zoals een broedvogel voor zijn broedsucces afhankelijk is van foerageren buiten het Natura 2000-gebied (kustbroedvogels zoals sterns) en op de foerageertocht moet omvliegen vanwege of een aanvaring krijgt met een windturbine (zie kader Externe werking).

Externe werking

De term externe werking wordt in spraakgebruik gehanteerd om aan te geven dat ook projecten of andere handelingen buiten een Natura 2000-gebied kunnen leiden tot verslechtering van de natuurlijke kwaliteit van habitats van soorten, of significante verstoring kunnen veroorzaken van soorten waarvoor een Natura 2000-gebied is aangewezen. In de Nbwet 1998 zelf wordt het begrip externe werking als zodanig niet genoemd. In artikel 16, lid 4 van de Nbwet 1998, wordt gesproken over 'handelingen die buiten een beschermd natuurmonument kunnen worden verricht'. Het Steunpunt Natura 2000 heeft ter verduidelijking de volgende definitie opgenomen in de Leidraad Externe Werking (2010b):
"Externe werking treedt op wanneer er, ongeacht de locatie, een effectgebied ontstaat als gevolg van het optreden van ruimtelijke overlap tussen een invloedsgebied van een IHD en een invloedsgebied van een activiteit die plaatsvindt buiten een Natura 2000-gebied en waarvoor de IHD gevoelig is".

Dus daar waar overlap is tussen het gebied dat invloed heeft op de IHD en het plangebied kan sprake zijn van externe werking.

In abstractere zin gaat het om die effecten die op enig moment van de populatiedynamica van een soort, die in een nabijgelegen Natura 2000-gebied is beschermd, kunnen optreden, zodanig dat de gunstige staat van instandhouding van het beschermde habitat of de beschermd soort in dat gebied kan worden aangetast. Indien een trekvogel op weg naar zijn broedgebied hinderende of bedreigende objecten tegenkomt, dan kan dit uiteindelijk de IHD van die soort in een Natura 2000-gebied schaden.

2.5.4 Stap 4: Effectbeoordeling

De Nbwet 1998 schrijft voor dat in de PB effecten op de Natura 2000-gebieden moeten worden vergeleken met de bestaande situatie. De bestaande situatie en effecten zijn onderzocht in stap 2 en 3. Bij de beoordeling van de effecten wordt gekeken wat de betekenis van deze effecten is in relatie tot de IHD van de Natura 2000-gebieden. Dit effect dient te worden beoordeeld op significantie (zie kader Significantie). Bij een significant negatief effect is er sprake van een wezenlijke aantasting of het niet realiseerbaar maken van een IHD van een Natura 2000-gebied.

Er is gebruik gemaakt van de volgende waarderingssystematiek:

0 geen of nagenoeg geen invloed
- een niet significant negatief effect
- - een significant negatief effect

Significantie

In de Nbwet 1998 is significantie als volgt verwoord in art. 19d, eerste lid:
"Het is verboden zonder vergunning [...] projecten of andere handelingen te realiseren onderscheidenlijk te verrichten die gelet op de IHD de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van de soorten [...] kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben voor de soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Zodanige projecten of andere handelingen zijn in ieder geval projecten of handelingen die de natuurlijke kenmerken van het desbetreffende gebied kunnen aantasten."
Het begrip 'kwaliteit' zoals genoemd in artikel 19d, eerste lid, is overigens een samenvattend begrip van de verschillende aspecten die in IHD zijn vermeld.
De wetsteksten sluiten aan bij de uitspraak over kokkelvisserij van het Europese Hof van Justitie (zaak C-127/02, punt 48 van het arrest d.d. 7 september 2004), waarin is gesteld dat "*een plan of project dat de IHD van het betrokken gebied in gevaar dreigt te brengen, noodzakelijkerwijs moet worden beschouwd als een plan of project dat significante gevolgen kan hebben voor het betrokken gebied*."

Er is geen generieke norm om te bepalen of er sprake is van significantie. Tot een aantal jaar geleden werd de 1% norm aangehouden (1% extra sterfte is significant), maar een dergelijke absolute norm bleek juridisch en praktisch niet houdbaar. De lokale situatie, de dynamiek van het ecosysteem en het type IHD zijn veeleer van invloed op de mate van het optreden van een effect (www.Natura 2000.nl). In deze PB sluiten we hierop aan en bovengenoemde punten in ogenschouw nemende vormen we middels *expert judgement* een beoordeling over de significantie van effecten. Hiertoe maken we gebruik van de meest recent beschikbare informatie over de verspreiding van soorten en habitattypen en de meest recente en vastgestelde beschikbare kennis over effecten door windparken in combinatie met de aanwijzingsbesluiten en ontwerpbesluiten waarin de IHD geformuleerd staan en de profieldocumenten waarin de IHD nader worden toegelicht.

KEC
Vanuit het KEC is de redeneerlijn voor alle soorten dat als er effecten op populatieniveau optreden, deze als significant worden beoordeeld. Specifiek voor bruinvissen zijn door de Rijksoverheid normen vastgesteld waarbij maximaal 5% afname van de huidige populatie mag plaatvinden. Dit getal is berekend op basis van het Ascobans doel om een toekomstige betere situatie voor bruinvissen te creëren en houdt rekening met andere menselijke activiteiten dan wind op zee die bruinvissen beïnvloeden. Dit betekent dat er voor maximale reductie van 1275 dieren mag zijn waarbij de populatie bruinvissen geschat wordt op 51.000 dieren (KEC, 2015,d).

2.5.5 Stap 5: Mogelijke mitigerende maatregelen

Uit de effectbeoordeling kan blijken dat significant negatieve effecten op Natura 2000-waarden niet zijn uit te sluiten. Volgens de Nbwet kan het plan dan niet zonder nadere stappen worden doorgevoerd. Om de effecten te verminderen of zelfs geheel te voorkomen dienen dan mitigerende maatregelen te worden uitgevoerd. Het is belangrijk in een vroeg stadium van een plan mogelijke mitigerende maatregelen te onderzoeken. Hierbij is het van belang dat wordt gezocht naar maatregelen die de effecten zodanig verminderen dat geen sprake meer is van significant negatieve effecten.

Indien, ondanks het nemen van mitigerende maatregelen, significante effecten niet kunnen worden uitgesloten is een zogenaamde ADC-toets[4] nodig. In een ADC-toets wordt gekeken naar de aanwezigheid van mogelijke Alternatieven. Als deze afwezig zijn wordt beoordeeld of er Dwingende redenen van openbaar belang zijn. Zijn die er, dan worden de mogelijkheden voor Compensatie onderzocht.

2.5.6 Stap 6: Mogelijke optimaliserende maatregelen

Naast mitigerende maatregelen kunnen optimaliserende maatregelen worden genomen. Met mitigerende maatregelen worden significant negatieve effecten voorkomen. Met optimaliserende maatregelen kan het plan ten aanzien van natuurwaarden worden geoptimaliseerd.

2.5.7 Stap 7: Cumulatie

De Nbwet bepaalt nadrukkelijk dat effecten van een ingreep in samenhang met die van andere plannen en projecten/activiteiten moeten worden beschouwd. Met andere woorden, cumulatieve effecten moeten in de beoordeling worden meegewogen. In de PB worden eerst de effecten op de IHD van het plan zelf beschouwd. Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 beschreven welke effecten het plan in cumulatie met andere plannen en projecten heeft op de IHD. Hierbij is het KEC als leidraad en toetsingskader gehanteerd.

[4] *ADC-toets: Alternatieven, Dwingende redenen van openbaar belang, Compensatie*

3 Beschermingskader Natura2000

In dit hoofdstuk is een gebiedsbeschrijving van de Noordzee gegeven en een beschrijving van de beschermde gebieden waarop de effecten van windenergie op zee worden onderzocht.

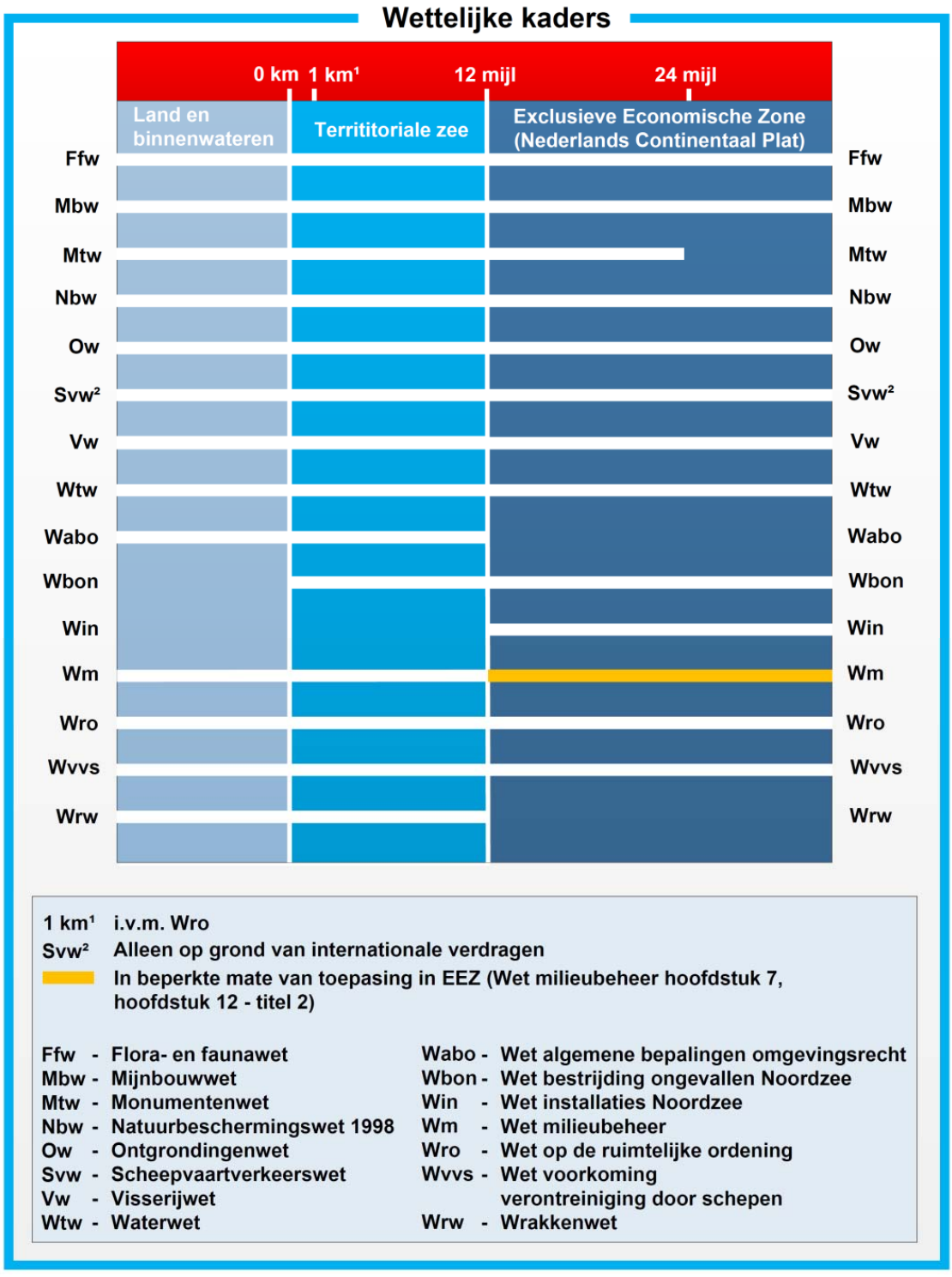
3.1 Algemene gebiedsbeschrijving en vigerende wettelijke kaders

Noordzee
De Noordzee is een complex en open marien ecosysteem, relatief ondiep en voedselrijk. Het gebied biedt ruimte aan een groot aantal functies. Het is één van de meest intensief gebruikte zeeën ter wereld. Het Nederlandse deel van de Exclusieve Economische Zone (EEZ) van de Noordzee beslaat een oppervlakte van circa 58.000 km^2. Dit is 10% van de gehele Noordzee.

(Inter)nationale kaders
Het beleid op de Noordzee is in hoge mate bepaald door internationale kaders (Figuur 5). De Nederlandse zeggenschap over de Noordzee is niet overal gelijk. De Internationale Maritieme Organisatie (IMO) heeft de zeggenschap over de vele internationale scheepvaartroutes in de Nederlandse EEZ. Dichterbij de kust is de Nederlandse zeggenschap groter en zeker binnen de 12-mijlszone. Tot circa 1 kilometer uit de kust is de Noordzee ook gemeentelijk en provinciaal ingedeeld. Deze smalle strook maakt deel uit van het kustgebied. Het beleid en beheer buiten de 1-kmkustzone is een directe verantwoordelijkheid van het Rijk.

Mariene biodiversiteit
De Noordzee heeft een belangrijke functie voor natuur en delen van de Noordzee zijn aangewezen als Natura 2000-gebied. De mariene biodiversiteit staat hoog op de internationale beleidsagenda. In 2015 zijn maatregelen gepresenteerd die invulling geven aan de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) naast de andere bestaande beschermingskaders (Ministerie Infrastructuur & Milieu 2012, 2014 a en b). Het maatregelprogramma heeft als focus het bereiken van de goede ecologische toestand in 2018 (Article 13 of the MSFD).Het beschrijft bestaande maatregelen (KRW) en nieuwe maatregelen voor alle descriptoren. Verder geeft het document inzicht in de effectiviteit van maatregelen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014b).

Windenergie
Op het Nederlandse deel van de Noordzee staan twee windparken met in totaal 228 MW aan opgesteld vermogen, dat zijn OWEZ (108 MW) en het Prinses Amalia Windpark (120 MW). Eind 2015 zal het windpark Luchterduinen op 23 km uit de kust tussen Noordwijk en Zandvoort geopend worden en in 2015 werd gestart met de bouw van het windpark Gemini op 85 km uit de kust ten noorden van de Waddeneilanden. De kavelbesluiten I en II voor de windenergiegebieden Borssele zijn recent gepubliceerd. Vanwege de afstand tot het windenergiegebied Hollandse Kust zijn buitenlandse windparken niet meegenomen in de huidige situatie. De mogelijke cumulatieve effecten met buitenlandse parken zijn beschreven in hoofdstuk 0. Het Rijk regelt alle voorwaarden om de windparken aan te kunnen leggen en het SER akkoord in 2023 te kunnen uitrollen: waar de windparken precies komen te staan, de vergunningen die nodig zijn en de aansluiting op het elektriciteitsnet. Daarom is op 24 juni 2015 de Wet windenergie op zee aan genomen.



Figuur 5: Wettelijke kader voor de Nederlandse Noordzee (Noordzeeloket.nl). De wet Windenergie op zee is zo recent dat deze nog niet in dit kader is opgenomen.

3.2 Noordzeebeleid

Het ruimtelijk beleid van de Noordzee is gericht op een duurzame ontwikkeling en een duurzaam ruimtegebruik. Voor de bescherming en verbetering van biodiversiteit en waterkwaliteit van de Noordzee zijn internationale kaders van toepassing: het OSPAR-verdrag, de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie, ASCOBANS en Natura 2000. De internationale verplichtingen zijn vertaald in de nationale beleidsregel Integraal Beheerplan Noordzee, Nbwet 1998 en de Flora- en Faunawet.

OSPAR-verdrag
Het OSPAR verdrag (1992) is het verdrag over de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan. Het OSPAR verdrag heeft als belangrijkste doel het voorkómen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu en het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten om de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden en, wanneer uitvoerbaar, aangetaste zeegebieden te herstellen. Verder is het erop gericht te komen tot een duurzaam beheer van het zeegebied waarop het verdrag van toepassing is. De verdragspartijen nemen afzonderlijk en gezamenlijk programma's en maatregelen aan en harmoniseren hun beleid en strategieën. De afspraken uit het OSPAR-verdrag zijn in Nederland verwerkt in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie en de Nbwet 1998.

Belangrijk voor de bescherming en het herstel van biodiversiteit is een netwerk van marien beschermde gebieden (Marine Protected Areas, MPAs). De Voordelta, Noordzeekustzone, Doggersbank en Klaverbank zijn aangewezen als MPAs. Daarnaast heeft OSPAR een lijst van te beschermen bedreigde diersoorten en habitats aangenomen.

Vogel- en Habitatrichtlijn en Natura 2000
In de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn is aangegeven welke dieren en planten en hun leefomgeving (habitats) beschermd moeten worden door de lidstaten van de Europese Unie. De Vogel- en Habitatrichtlijn zijn in Nederland verankerd in de Nbwet 1998 en de Flora- en Faunawet.

Kaderrichtlijn Mariene Strategie (2008/56/EG)
De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) is het Europese beleid voor bescherming en instandhouding van het mariene milieu. De KRM heeft als doel om in 2020 een goede milieutoestand van het zeemilieu te bereiken waarbij een duurzaam gebruik van de Noordzee wordt gegarandeerd. Een netwerk van beschermde gebieden is onderdeel van de KRM. Het Friese Front en de Centrale Oestergronden zijn benoemd als beschermde bodemgebieden voor de KRM (Ministerie IenM, 2014a).Uit onderzoek blijkt dat de gebieden Gasfonteinen en Zeeuwse bank niet aan de randvoorwaarden voldeden als Natura 2000-gebied (Ministerie IenM, 2014b). Over Bruine Bank is nog geen besluit genomen. Dit gebied gaat mogelijk vallen onder Natura 2000. Uit brief van de staatsecretaris van Economische Zaken (EZ) is er geen noodzaak om de Borkumse Stenen aan te wijzen als Natura 2000-gebied vanwege de aanwijzing van de Klaverbank waarmee het habitattype ‘riffen’ voldoende beschermd wordt (Ministerie IenM 2015).

Naast de beschermde gebieden is de descriptor Onderwatergeluid van belang (KRM deel 1, Bijlage I, descriptor 11). In deze descriptor wordt als milieudoel voor 2020 beschreven dat schadelijke effecten op populaties of het ecosysteemniveau (mariene fauna) als gevolg van specifieke activiteiten, zoals heien en seismisch onderzoek voorkomen moeten worden. Afzonderlijke productie van impulsgeluid door heiwerkzaamheden voor het bouwen van windparken is bij vergunning gereguleerd via de Nbwet.

ASCOBANS
ASCOBANS is een overeenkomst die is aangenomen in het kader van het Verdrag van Bonn en heeft het doel om in de Oostzee, de Noordoost-Atlantische Oceaan, de Ierse Zee en de Noordzee een gunstige staat van instandhouding van kleine walvisachtigen te bereiken en te behouden.

De Bijlage bij ASCOBANS geeft regels ten aanzien van een aantal specifieke zaken. Ten einde leefgebieden in stand te houden en te beheren dienen de partijen onder andere te werken aan het voorkómen van de inbreng van stoffen die een bedreiging zijn voor de betrokken soorten, bijvangsten van de betrokken soorten in visserij te beperken, de negatieve gevolgen voor voedselbronnen van de betrokken soorten te verminderen en andere significante verstoringen te voorkomen, met name die van geluidsbronnen. De regels zijn in Nederlandse wetgeving verwerkt in de Nbwet en de Flora- en Faunawet.

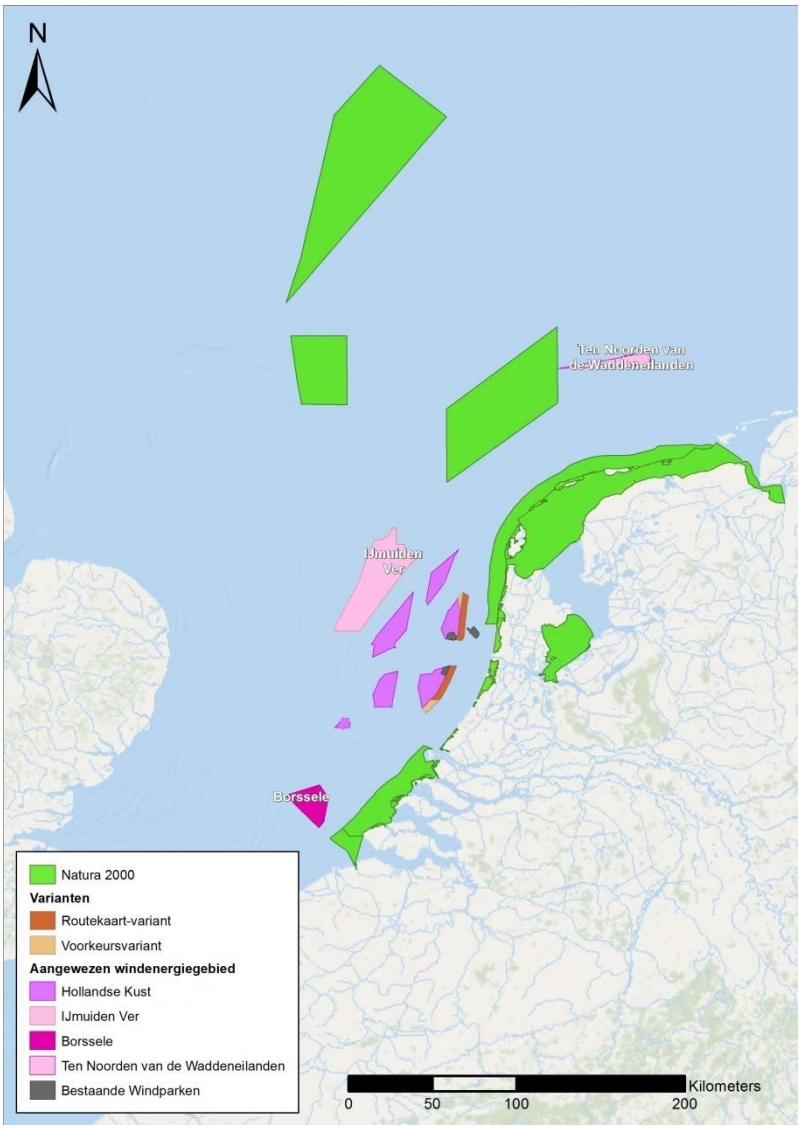
Integraal Beheerplan Noordzee
De internationale verplichtingen voor natuurbescherming zijn vertaald in de nationale beleidsregel Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (IBN2015). In het IBN2015 worden gebieden aangegeven met bijzondere ecologische waarden. Alleen die gebieden die voldoen aan zowel OSPAR- als Natura 2000-criteria zijn in IBN2015 beschermd: dat zijn Klaverbank, Doggersbank, Friese Front, de Voordelta en Noordzeekustzone (IenM, 2015).

In het IBN2015 staat een afwegingskader voor economisch ruimtegebruik. Dit IBN-afwegingskader is zoveel mogelijk gecombineerd met het afwegingskader volgens de Nbwet. Belangrijk uitgangspunt voor de gebieds- en soortbescherming is het principe van meervoudig ruimtegebruik. Voor iedere gebruiksfunctie wordt vastgesteld of en onder welke voorwaarden de onder deze functie vallende activiteiten kunnen plaatsvinden.

Natuurbeschermingswet 1998
De Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet) regelt de bescherming van Natura 2000-gebieden en gebieden die als beschermd natuurmonument zijn aangewezen. De Nbwet bepaalt wat er wel en niet mag in deze beschermde natuurgebieden. Voor activiteiten die negatieve gevolgen voor natuurwaarden kunnen hebben is een vergunning nodig. Per 1 januari 2014 geldt de Nbwet 1998 op het gehele Nederlands Continentale Plat (NCP).

Flora en Faunawet
Sinds 1 april 2002 is de Ff-wet van kracht. De Ff-wet regelt de bescherming van in het wild levende planten- en diersoorten in Nederland door middel van een aantal verbodsbepalingen. In deze wet zijn de soortbeschermingsbepalingen uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn opgenomen. Het uitgangspunt van de wet is 'nee, tenzij'. Dit betekent dat activiteiten met een schadelijk effect op beschermde soorten in principe verboden zijn. Daarnaast erkent de wet dat ook dieren die geen direct nut opleveren voor de mens van onvervangbare waarde zijn (erkenning van de intrinsieke waarde). Van het verbod op schadelijke handelingen ('nee') kan onder voorwaarden ('tenzij') worden afgeweken, met een ontheffing of vrijstelling. Sinds 1 januari 2014 is de wet ook gelding op het NCP.

Beschermde gebieden
In Figuur 6 zijn de beschermde gebieden weergegeven die in de PB relevant zijn. In de alinea’s eronder staat een verdere toelichting waarom bepaalde beschermde gebieden al dan niet relevant zijn.



Figuur 6: *Relevante beschermde natuurgebieden op de Noordzee, aan de kust en in de kustzone zoals meegenomen in de beoordeling.*

Nederlandse Natura 2000-gebieden, reeds aangewezen

In de PB is getoetst aan de IHD van soorten en habitattypen van relevante aangewezen Natura 2000-gebieden (Bijlage 1). Een Natura 2000-gebied is relevant als er een (extern) effect op de doelstellingen kan optreden ten gevolge van de ingreep. Het betreft alle Natura 2000-gebieden op het Nederlandse deel van de Noordzee en grenzend aan de Nederlandse kust (Tabel 3). In een groot aantal andere Natura 2000-gebieden komen vogelsoorten voor die tijdens de trek mogelijk de stroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord in de 12-mijlszone op hun route krijgen. De effecten op deze trekvogels wordt in algemene zin getoetst en niet gerelateerd aan een specifiek Natura 2000-gebied. Omdat zeezoogdieren voor verschillende gebieden op zee zijn beschermd (Doggersbank, Klaverbank, Noordzeekustzone) en het om één Noordzeepopulatie gaat worden effecten wordt ook hier in algemene zin getoetst.

Tabel 3: Overzicht van relevante Nederlandse reeds aangewezen Natura 2000-gebieden op zee, aan de kust en in de kustzone.

Abtskolk & De Putten	Manteling van Walcheren
Coepelduynen	Meijendel & Berkheide
Doggersbank	Noordhollands Duinreservaat
Duinen Den Helder - Callantsoog	Noordzeekustzone
Duinen en Lage Land Texel	Schoorlse Duinen
Duinen Goeree & Kwade Hoek	Solleveld & Kapittelduinen
Duinen Schiermonikoog	Vlakte van de Raan
Duinen Terschelling	Voordelta
Duinen Vlieland	Voornes Duin
Friese Front	Waddenzee
Kennemerland-Zuid	Westduinpark & Wapendal
Klaverbank	Zwanenwater & Pettemerduinen
Kop van Schouwen	Zwin & Kievittepolder

Buitenlandse Natura 2000-gebieden

Naast potentiële effecten op Nederlandse Natura 2000-gebieden, dienen ook potentiële effecten op Europese Natura 2000-gebieden in beeld te worden gebracht indien van toepassing. Ten noorden van de Waddeneilanden ligt het Duitse Natura 2000-gebied Borkum Riffgrund. In dit Natura 2000-gebied komen in het voorjaar hoge concentraties bruinvissen met kalveren voor. Beschermde kolonies jan-van-gent binnen bereik zijn te vinden in Bass Rock en Bempton Cliffs (beide Verenigd Koninkrijk) en Helgoland (Duitsland) en foerageren in het NCP. Uit recent onderzoek (Edwards et al., 2013) blijkt dat gezenderde jan-van-genten de gebieden Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord (inl. uitbreidingen) niet bereiken vanaf de buitenlandse broedkolonies.

Tabel 4: Relevante Natura 2000-gebieden buiten Nederland. Uit onderzoek blijkt dat de cursief aangewezen gebieden niet relevant zijn in het kader van deze uitbreidingen.

Borkum Riffgrund (Duitsland)
Bass Rock (Verenigd Koninkrijk)
Bempton Cliffs (Verenigd Koninkrijk)
North norfolk sandbanks and saturn reef (Verenigd Koninkrijk)
Haisborough, Hammond and Winterton (verenigd Koninkrijk)
Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (Duitsland)
Helgoland (Duitsland)

Overige Nederlandse ecologisch waardevolle gebieden

Er zijn ook nog enkele gebieden die als mogelijk ecologisch waardevol zijn aangemerkt (tabel 7), maar voorlopig nog in onderzoek zijn naar hun geschiktheid om als Habitat- of Vogelrichtlijngebied te worden meegenomen, zoals de Borkumse Stenen en Bruine Bank (KRM, 2014a; IBN, 2015). Het is niet duidelijk wanneer besluitvorming plaatsvindt. Dit hangt o.a. samen met de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). In de KRM zijn het Friese Front en de Centrale Oestergronden aangemerkt als zoekgebied voor ruimtelijke beschermingsmaatregelen voor bescherming van het bodemecosysteem.

Tabel 5: Overzicht van potentieel aan te wijzen Nederlandse Natura 2000-gebieden op de Noordzee (Bruine Bank) en relevante gebieden die ecologisch waardevol zijn.

Bruine Bank (Vogelrichtlijn)
Ecologisch waardevolle gebieden: Centrale Oestergronden (bodem), Friese Front (bodem), Gasfonteinen, en Borkumse Stenen

Sommige van deze hierboven beschreven gebieden liggen op voldoende grote afstand of zijn aangewezen voor vogels die niet in de buurt van het plangebied (uitbreiding volgens Routekaartvariant en voorkeursvariant) voorkomen. Effecten op soorten of habitats van deze gebieden zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Het gaat hij om de Bruine Bank, het Friese front,

4 Effecten op Natura 2000

4.1 Stap 1: Eerste selectie

4.1.1 Ingreep-effectrelaties en relevante soorten

In deze paragraaf zijn de relaties tussen voorgestelde ingrepen en mogelijk optredende effecten toegelicht. Een deel van deze ingrepen kan leiden tot (significante) effecten en zijn daarom in de PB nader zijn beschreven. Een ander deel van de mogelijke ingrepen heeft zeker geen (significant) effect en is daarom in de PB buiten beschouwing gelaten (tabel 9). Hieronder wordt de onderbouwing voor de selectie van nader te onderzoeken effecten per project fase beschreven en welke soorten hierbij relevant zijn. De voor het plangebied relevante Natura 2000-habitattypen en -soorten zijn geclusterd (Tabel 6).

Tabel 6: Geclusterde habitattypen en soortengroepen voor eerste selectie

Clusters	Habitattypen en soortengroepen
Geclusterde habitattypen	Mariene wateren en getijdegebieden
Geclusterde soorten	Trekvogels
	Broedvogels
	Niet-broedvogels
	Vleermuizen
	Zeezoogdieren
	Vissen/Vislarven
	Benthos
	Fytoplankton

De selectie van ingrepen is gebaseerd op methodebeschrijving van het KEC (2015a) (tabel 9). In onderstaande paragrafen staat de onderbouwing waarom bepaalde effecten (niet) verder worden behandeld beschreven.

Tabel 7: Overzicht van de verschillende ingrepen en effecten per projectfase. Oranje duidt aan dat het effect verder wordt onderzocht. Groen duidt aan dat het effect verwaarloosbaar is.n.v.t. = niet van toepassing.

Effecten	Aanleg	Onderhoud	Afbraak
Trillingen en geluid onder water	heien (scheepvaart)	windturbines, scheepvaart	weghalen palen en scheepvaart
Trillingen en geluid boven water	scheepvaart	windturbines, scheepvaart	weghalen palen en scheepvaart
Licht (verstoring en aantrekking)	scheepvaart, windturbines	windturbines, scheepvaart	scheepvaart
Beweging	Scheepvaart	Scheepvaart	Scheepvaart
verlies habitat (Vergraving, hard substraat en verandering bodem)	windturbines en kabels	windturbines en kabels	weghalen palen
Doden of beschadigen (o.a.benthos, vogels)	windturbines en kabels	windturbines en kabels	weghalen palen
Obstakels trekroutes (aanvaring en barrièrewerking)	n.v.t.	windturbines	n.v.t.
Verontreiniging	scheepvaart	windturbines, scheepvaart	scheepvaart

Effecten	Aanleg	Onderhoud	Afbraak
Elektromagnetische velden	n.v.t.	kabels	n.v.t.
Vertroebeling	palen en kabels	n.v.t.	Weghalen palen
Verandering in soortsamenstelling en voedsel	n.v.t.	palen (hard substraat)	n.v.t.
Verandering hydromorfologische processen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Aanleg van windparken

Mogelijk significante effecten

Bij de aanleg van windparken in de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord in de 12-mijlszone zijn de volgende ingrepen verder uitgewerkt omdat **effecten op voorhand niet zijn uit te sluiten**:

1. Onderwatergeluid

De funderingspalen worden in de bodem geheid, wat een zeer sterk impulsgeluid produceert en trillingen veroorzaakt. Hierdoor kunnen ernstige verstoring en verwonding van vissen en zelfs sterfte van organismen zoals vislarven optreden[5]. Een hieruit volgende verminderde aanvoer van vislarven in de opgroeigebieden langs de kust, de Deltawateren en de Waddenzee kunnen leiden tot een afname van juveniele vissen als stapelvoedsel voor broedende meeuwen en sterns, maar ook voor zeezoogdieren, zoals zeehonden en bruinvissen. Foeragerende zeevogels kunnen door het heien en door scheepvaartactiviteiten worden verstoord. Met name zeekoeten, alken, duikers en zee-eenden zijn hiervoor gevoelig.

De verstorende effecten op zeezoogdieren kunnen leiden tot verlies van omvang en kwaliteit leefgebied en barrièrewerking voor migrerende en foeragerende bruinvissen en zeehonden. Ook kan directe gehoorschade of zelfs sterfte van zeezoogdieren optreden als gevolg van heigeluid. Zwangere vrouwtjes van de gewone zeehond die vanuit de Deltawateren naar de Waddenzee migreren, kunnen zo worden gestoord in hun migratiedrang dat ze een miskraam krijgen (Arends et al. 2009).

Volgende effecten kunnen als gevolg van onderwatergeluid optreden op zeezoogdieren aangewezen voor verschillende gebieden op de Noordzee:

Gedragsverandering

- Het geluid leidt tot een gedragsverandering van allerlei mogelijke aard (bv. toename in hartritme of vermijdingsgedrag);
- Herhaaldelijke blootstelling aan het geluid leidt tot gewenning (afname van gedragsverandering) of blijft leiden tot verstoring;
- Bij voldoende geluidsniveau kan het leiden tot mogelijke afname van communicatie tussen soorten (masking) en/of van de mogelijkheden van de zeezoogdieren om via echolocatie zelf hun prooien te kunnen vinden;
- Vermijding van het gebied met habitatverlies als gevolg

[5] *Bepaalde soorten vissen zijn, evenals de zeezoogdieren bruinvis, gewone zeehond en grijze zeehond, ook beschermd onder de Flora- en faunawet.*

Verschuiving/ aantasting gehoordrempel (fysisch effect)
Zeer sterk of lang aanhoudend, respectievelijk repeterend geluid kan leiden tot een verschuiving van de gehoordrempel. Het geluidniveau moet hiervoor de soort-specifieke grenswaarden overschrijden. TTS(of tijdelijke gehoordrempelverhoging) is het gevolg van tijdelijke beïnvloeding en PTS (permanente gehoordrempelverhoging) kan leiden tot blijvende fysieke schade of zelfs dood (zie kader).

Definitie PTS en TTS

Onderwatergeluid kan mariene organismen al naar gelang het geluidsdrukniveau en de frequentie op verschillende manieren beïnvloeden (e.g. Richardson e.a. 1995; Kastelein e.a. 2008).

In de literatuur worden meestal zones van geluidsbeïnvloeding onderscheiden, lopend van een zone waarbij het geluid wordt gehoord, maar waarin het dier niet reageert tot aan een zone waarin ernstige fysieke schade of dood optreedt. Daartussen liggen zones van gedragsbeïnvloeding, waarin het dier van het geluid wegzwemt of erdoor wordt aangetrokken en een zone waarbij een tijdelijke of permanente verhoging van de gehoordrempel optreedt:

TTS = temporary threshold shift of tijdelijke gehoordrempelverhoging
PTS = permanent threshold shift of permanente gehoordrempelverhoging

2. Habitatverlies voor soorten zoals benthos en vissen (potentieel voedsel voor vogels en/of zeezoogdieren) en eventueel doden of beschadigen van benthos door de aanleg van de windturbinepalen, het aanbrengen van stortsteen en het ingraven van de kabels.

Niet-significante effecten
Effecten die **zeker niet significant** zijn tijdens de aanleg en niet verder in deze PB worden besproken zijn:

- Verstoring van vogels en zeezoogdieren door licht, aanwezigheid en beweging (scheepvaart) tijdens de aanlegwerkzaamheden is mogelijk. Het aantal scheepvaartbewegingen is relatief beperkt: gemiddeld worden eens per drie dagen palen vervoerd vanuit een haven. Er zijn al veel scheepvaartbewegingen in het gebied, de aanlegwerkzaamheden zijn tijdelijk en omdat het beïnvloede areaal beperkt is, wordt dit effect als niet belangrijk (verwaarloosbaar klein) beoordeeld.
- Effecten van vertroebeling door de aanleg van funderingen en kabels zijn tijdelijk en lokaal omdat zand snel bezinkt en het over kleine hoeveelheden gaat. De effecten van vertroebeling zijn verwaarloosbaar en vallen binnen de natuurlijke bandbreedte van vertroebeling ontstaan door de stroming of een storm. De effecten zullen zeker geen effect hebben op de primaire productie en niet doorwerken in de voedselketen.
- Verontreiniging wordt als verwaarloosbaar effect beoordeeld omdat volgens de regels van de Waterwet wordt gewerkt waarbij veiligheid en zorgvuldigheid voorop staat. Hierbij wordt het voorzorgsprincipe gehanteerd. Verontreinigende stoffen worden afgevoerd en op land gebracht. Er worden geen gevaarlijk stoffen op zee geloosd. Effecten als gevolg van verontreiniging zijn met zekerheid uit te sluiten.

Aanwezigheid van windparken en onderhoudswerkzaamheden

Mogelijk significante effecten

Bij de **aanwezigheid** van windparken in de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord in de 12-mijlszone zijn de volgende ingrepen nader uitgewerkt omdat **(significante) effecten op voorhand niet zijn uit te sluiten** vooral door de windturbines zelf en het totale areaal dat door windparken wordt ingenomen:

1. Aanvaring met windmolens: Vogels zowel als vleermuizen kunnen in aanraking komen met de draaiende rotoren van windturbines of masten. Het betreft vogels en vleermuizen in hun seizoensmigratie, vogels die op zee verblijven en foerageren en vogels die bij foerageertochten vanuit hun broedkolonies, zoals sterns en meeuwen, in windparken terecht komen en tegen een turbine aanvliegen en dit niet overleven. Ook trekvogels kunnen in aanvaring komen met turbines. De enige Nederlandse broedvogels die ver genoeg op zee foerageren om in aanraking te kunnen komen met windparken in de stroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord in de 12-mijlszone zijn de aalscholver, de kleine mantelmeeuw en de grote stern. De enige via Nbwet beschermde soort, de meervleermuis (Natura 2000-gebied Meijendel & Berkheide), verplaatst zich langs lijnvormige elementen, zoals rivieren, sloten en kusten, zoals de IJsselmeerkust, Wadden en de Noordzeekustzone. Ze foerageren boven beschutte wateren.
2. Barrière werking: De aanwezigheid van een windpark kan ervoor zorgen dat trekkende en foeragerende vogels moeten omvliegen (barrièrewerking) en het gebied vermijden. Effecten van licht van windparken op vogels vallen hier ook onder. Dit verstorende effect kan van belangrijke invloed zijn op de overlevingskans of het broedsucces van vogels.
3. Habitatverlies: De fysieke aanwezigheid van de windturbines kan een verslechtering van de kwaliteit van habitat of zelfs verlies van habitat voor zeezoogdieren en op zee verblijvende en/of foeragerende vogels veroorzaken. Indien vogels of zeezoogdieren helemaal niet meer kunnen foerageren in hun oorspronkelijke foerageergebied waar een windpark is gekomen, is er sprake van habitatverlies. Indien deze vogels afkomstig zijn uit Natura 2000-gebieden, zoals broedende kustvogels, dan is verlies van foerageergebied voor deze soorten mogelijk. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat hetzij verlies van leefgebied, hetzij aanvaringen ook buiten het broedseizoen een zodanige impact kunnen gaan hebben dat populaties van aangrenzende (of iets verder weg gelegen) Natura 2000-gebieden er last van kunnen gaan krijgen. Vermijding van de parken door zeezoogdieren is mogelijk, maar vermoedelijk ruimtelijk (zeer) beperkt. In cumulatie kan het zo zijn dat deze effecten niet meer verwaarloosbaar klein zijn. Dit wordt besproken in hoofdstuk 6 waarbij het KEC wordt toegepast.
4. Verstoring door scheepvaart (onderhoud): Verstoring door scheepvaartbewegingen is mogelijk door de productie van boven- en onderwatergeluid. Voor onderhoud zal een windpark met enige regelmaat moeten worden bezocht. De frequentie waarmee is niet te voorspellen, maar de frequentie is minstens gelijk maar waarschijnlijk hoger dan tijdens de aanlegfase. Vogels, vissen en zeezoogdieren kunnen door onderhoudswerkzaamheden verstoord worden door het onderwatergeluid van de onderhoudsschepen die een continu geluid produceren. Continu geluid is laag frequent geluid. Vissen zijn meer gevoelig voor dit type geluid dan zeezoogdieren, omdat ze lage frequenties gebruiken voor de communicatie maar beperkte effecten op zeezoogdieren zijn ook waargenomen in het veld (Southall et al. 2007) vooral voor walvissen.

Niet-significante effecten

Effecten die **zeker niet significant** zijn tijdens het gebruik en niet verder in deze PB worden besproken zijn:

- Effecten van verontreiniging tijdens de gebruiksfase zijn op voorhand uit te sluiten. Voor onderbouwing zie aanlegfase.

- Effecten van electromagnetische velden als gevolg van kabels voor vissen, zeezoogdieren en benthos zijn verwaarloosbaar (Arcadis, 2013) en lokaal en daarmee op voorhand uitgesloten.

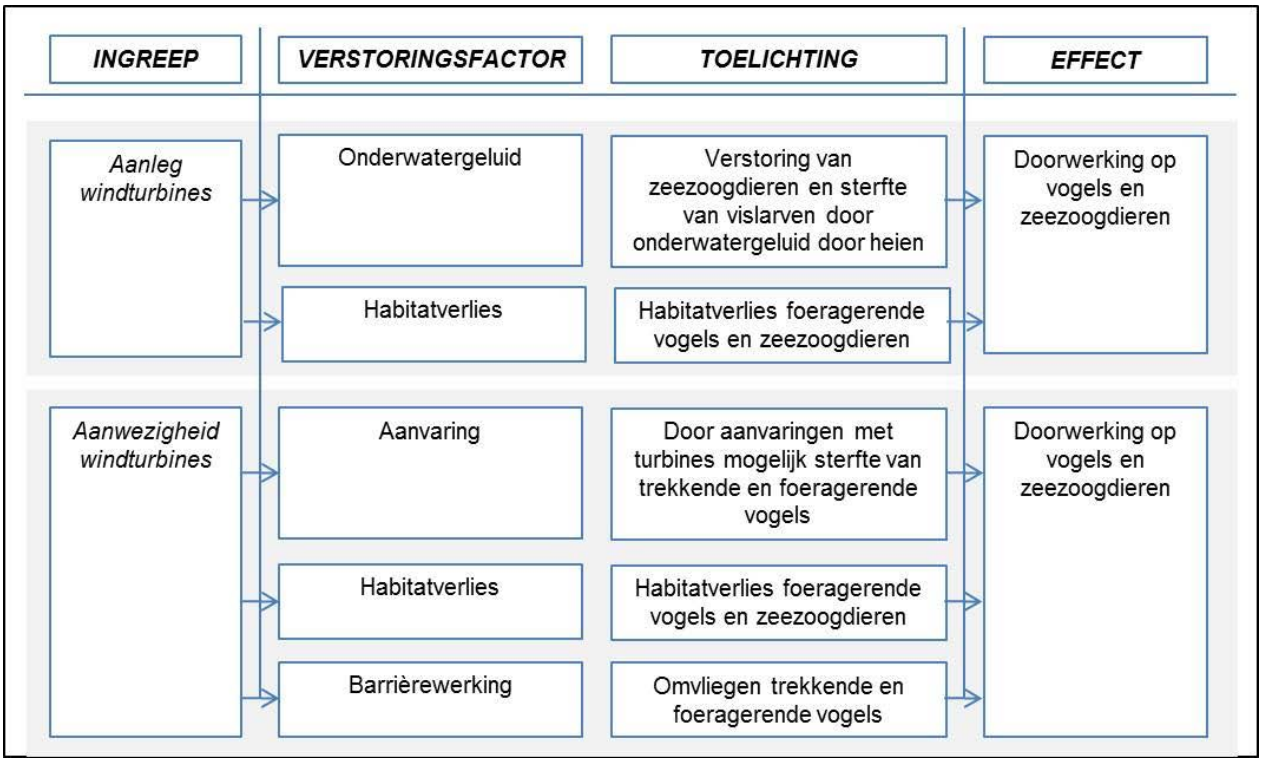
Licht positieve effecten

- Door het plaatsen van palen wordt onderwater habitat (hard substraat) voor benthos toegevoegd. Het feitelijk oppervlak van het nieuwe harde substraat is ten opzichte van het omringende gebied verwaarloosbaar. De funderingen hebben een begroeiing die afwijkt van die van het zachte sediment tussen de palen. Veel *filter feeders* zoals mosselen en krabben kunnen voedsel zijn voor vissen en algen uit het water halen. Er is nog weinig bekend over de invloed van deze begroeiing op de omgeving; maar effecten zijn zeker niet significante negatief en hebben mogelijk een positief effect door het creëren van habitatwinst.
- Omdat vooralsnog de bepaling geldt dat vissersschepen (>24 meter en methoden die de bodem beroeren) niet in een windpark mogen vissen, is er rust en een grote diversiteit aan habitats waardoor een refugiumgebied voor vis wordt gecreëerd. De omvang van het areaal van dit refugium is beperkt ten opzichte van het totale habitat voor vis. Het effect op de groei van vis en het afgeleide effect op vogels en zeezoogdieren is verwaarloosbaar, maar lokaal wordt de biodiversiteit wel vergroot.

Afbraakfase

Ook bij de **afbraak** van windparken zijn effecten denkbaar. Naar verwachting is de belangrijkste drukfactor opnieuw de productie van onder- en bovenwatergeluid, door het weghalen van de monopalen, de aanwezigheid van scheepvaart, en vergraving. Bij de afbraakwerkzaamheden varen schepen af en aan. De frequentie is veel lager dan tijdens de onderhoudsfase. Ten opzichte van de normale vaarbewegingen op de Noordzee is de tijdelijke toename van het aantal vaarbewegingen verwaarloosbaar. De mogelijke effecten van geluid (boven en onderwater) zijn beperkt vergeleken met de aanlegfase waarin geheid wordt. De effecten zijn veel minder dan in de aanleg- en gebruiksfase, tijdelijk, lokaal en verwaarloosbaar. Aan het eind van de gebruiksfase worden de palen op de bodem afgesneden waarna de afgesneden paal wordt verwijderd en de fundering onder de zeebodem blijft staan. Dit geeft lokaal verstoring van bodemmateriaal en opwerveling van zand en slib. Vanwege het lokale en zeer tijdelijke karakter van de verstoring is er geen sprake van significante effecten op beschermde habitats of soorten.

Significante negatieve effecten als gevolg van verstoring tijdens de afbraak zijn op voorhand uit te sluiten. Deze worden niet verder in de PB besproken. In Figuur 7 zijn op grond van voorgaande beschouwing de relevante ingreep-effectrelaties, die in de PB aan de orde komen, samengevat.



Figuur 7: Overzicht van relevante ingreep-effectrelaties voor windenergie op de Noordzee in relatie tot de NB-wet.

Tabel 8 geeft voor de geclusterde habitattypen en soortengroepen aan of (significant) negatieve effecten bij voorbaat kunnen worden uitgesloten of niet. De geclusterde habitats en soortengroepen waarop effecten zijn uit te sluiten, zijn in de effectbeschrijving en -beoordeling buiten beschouwing gelaten.

Tabel 8: Kans op optreden van niet verwaarloosbare negatieve effecten per cluster in relatie tot de NB-wet.

	Aanleg	Aanwezigheid	Afbraak
Geclusterde habitattypen			
Mariene wateren	X		
Geclusterde soorten			
Trekvogels		X	
Broedvogels		X	
Niet-broedvogels		X	
Zeezoogdieren	X	X	
Vissen/Vislarven	X	X	
Benthos	X	X	

4.1.2 Relevante Natura2000 soorten

In deze paragraaf wordt per relevant Natura 2000-gebied aangegeven op welke van de aangewezen IHD de mogelijk (significant) negatieve effecten kunnen optreden op basis van de in 4.1.1 beschreven informatie. De effectbeoordeling zal zich richten op deze IHD en Natura 2000-gebieden. In de aanlegfase

zijn de effecten van onderwatergeluid op vislarven, vissen en zeezoogdieren de meest kritische en in de gebruiksfase zijn dat effecten als gevolg van de windturbines en rotorbladen die aanvaringsrisico's op vogels en mogelijk vleermuizen veroorzaken.

In Tabel 9 is een overzicht opgenomen van de effecten die per Natura 2000-gebied worden verwacht voor de uitbreiding van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord op afzonderlijke IHD. Voor alle soorten uit deze Natura 2000-gebieden waarvoor IHD gelden (Bijlage 1) maar die niet in Tabel 9 zijn genoemd geldt dat aanleg, de aanwezigheid en de afbraak van windparken op deze soorten geen (mogelijk) significant effect hebben.

Effecten voor de beschermde vogels van de Bruine bank zijn vanwege de afstand van het plangebied en de beperkte uitbreiding verwaarloosbaar en worden niet verder beschreven. De effecten op zeehonden en bruinvissen aangewezen voor Doggersbank, Noordzeekustzone en de Klaverbank en de zuidelijke kustgebieden worden beschouwd als één Noordzeepopulatie. Om die reden zijn alle Noordzee gebieden waarvoor zeezoogdieren zijn aangewezen, hoe ver ook afgelegen, relevant. Effecten op buitenlandse Natura 2000-gebieden zijn gezien de afstand van de kleine uitbreidingstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord op voorhand uitgesloten.

De enige via Nbwet beschermde soort, de meervleermuis (Natura 2000-gebied Meijendel & Berkheide), verplaatst zich langs lijnvormige elementen, zoals rivieren, sloten en kusten, zoals de IJsselmeerkust, Wadden en de Noordzeekustzone. Ze foerageren boven beschutte wateren. Bij een studie naar langstrekkende vleermuizen zijn geen meervleermuizen zo ver op zee waargenomen (Boshamer & Bekker 2008). Het is niet waarschijnlijk dat er een grootschalige migratieroute op de Noordzee is, zodat significant negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Nadere toetsing is in dit kader niet noodzakelijk[6].

Tabel 9: Overzicht van soorten met een Natura 2000-instandhoudingsdoelstelling waarbij sprake is van een (mogelijk) significant effect door aanleg en aanwezigheid windparken in de uitbreidingsstroken van het windenergiegebied Hollandse Kust

Natura 2000-gebied	Soort*	Type	Aanleg	Aanwezigheid
Doggersbank	Grijze zeehond	hs	X	X
	Gewone zeehond	hs	X	X
	Bruinvis	hs	X	
Duinen en Lage Land Texel	Kleine mantelmeeuw	b		X
Duinen Goeree & Kwade Hoek	Aalscholver	nb		(X)
Duinen Vlieland	Aalscholver	b		(X)
	Kleine mantelmeeuw	b		X
Friese Front	Grote Mantelmeeuw	nb		X
	Zeekoet/alk	nb		X
Grevelingen	Grote stern	b		X
Haringvliet	Grote stern	b		X
Klaverbank	Grijze zeehond	hs	X	X
	Gewone zeehond	hs	X	X

[6] De ruige dwergvleermuis is gezien op de Noordzee, maar dit is geen NB-wetsoort en wordt in de PB niet besproken. Alle soorten vleermuizen zijn strikt beschermd onder de FF-wet.

Natura 2000-gebied	Soort*	Type	Aanleg	Aanwezigheid
	Bruinvis	hs	X	
Noordzeekustzone	Bruinvis	hs	X	X
	Grijze zeehond	hs	X	X
	Gewone zeehond	hs	X	X
Oosterschelde	Gewone zeehond	hs	X	X
	Grote stern	b		X
Vlakte van de Raan	Grijze zeehond	hs	X	X
	Gewone zeehond	hs	X	X
	Bruinvis	hs	X	
Voordelta	Grijze zeehond	hs	X	X
	Gewone zeehond	hs	X	X
Voornes Duin	Aalscholver	b		(X)
Waddenzee	Kleine mantelmeeuw***	b		X
	Grote stern	b		X
	Grijze zeehond	hs	X	X
	Gewone zeehond	hs	X	X
Westerschelde & Saeftinghe	Gewone zeehond	hs	X	X
	Grote stern	b		X
Zwanenwater & Pettemerduinen**	Aalscholver	B		(X)

X = mogelijk significant negatief effect
(X) = effect mogelijk, onduidelijk of negatief of positief
hs = habitatsoort; b = broedvogel; nb = niet-broedvogel
* Gezien het grote aantal soorten en de vele Natura 2000-gebieden waar trekvogels vandaan kunnen komen, is deze groep vogels voor het overzicht niet opgenomen in de tabel. Het gaat in dit geval om vele tientallen soorten die twee keer per jaar tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland, of tussen Scandinavië en Nederland heen en weer vliegen.
** Kolonie Zwanenwater & Pettemerduinen is in PBs ronde-2-vergunningen onderbouwd weggeschreven.
*** Kolonie kleine mantelmeeuwen op Terschelling en Vlieland vallen onder het Natura 2000-gebied Waddenzee.

4.2 Stap 2: Verspreiding relevante soorten

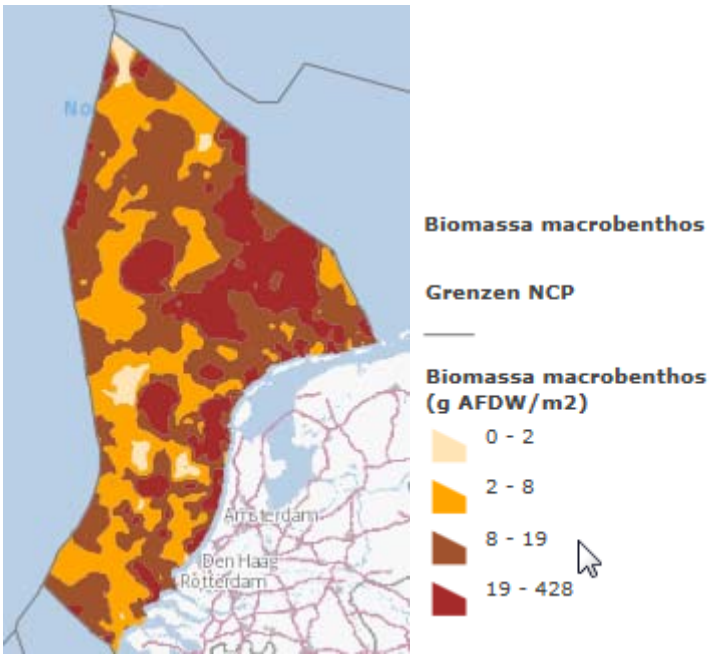
De mate waarin effecten optreden is afhankelijk van het vóórkomen (dichtheden) van de beschermde soorten (in een bepaalde periode) en het belang van een verspreidingsgebied van een soort. Hieronder wordt per soort een overzicht van de verspreiding gegeven.

4.2.1 Benthos

Benthos is de verzamelnaam van soorten die in of op de waterbodem leven en zich (in belangrijke mate) voeden met fyto- of zoöplankton. Het betreft een zeer diverse soortengroep zoals krabben, kreeften, schelpdieren, wormen en stekelhuidigen. Veel bodemdieren zijn plaatsgebonden, of hun actieradius is zo beperkt dat ze functioneel omdat toch als weinig mobiel kunnen worden beschouwd. Het voorkomen van benthos soorten wordt bepaald door de abiotische factoren en wat er op de lange termijn heeft geheerst.

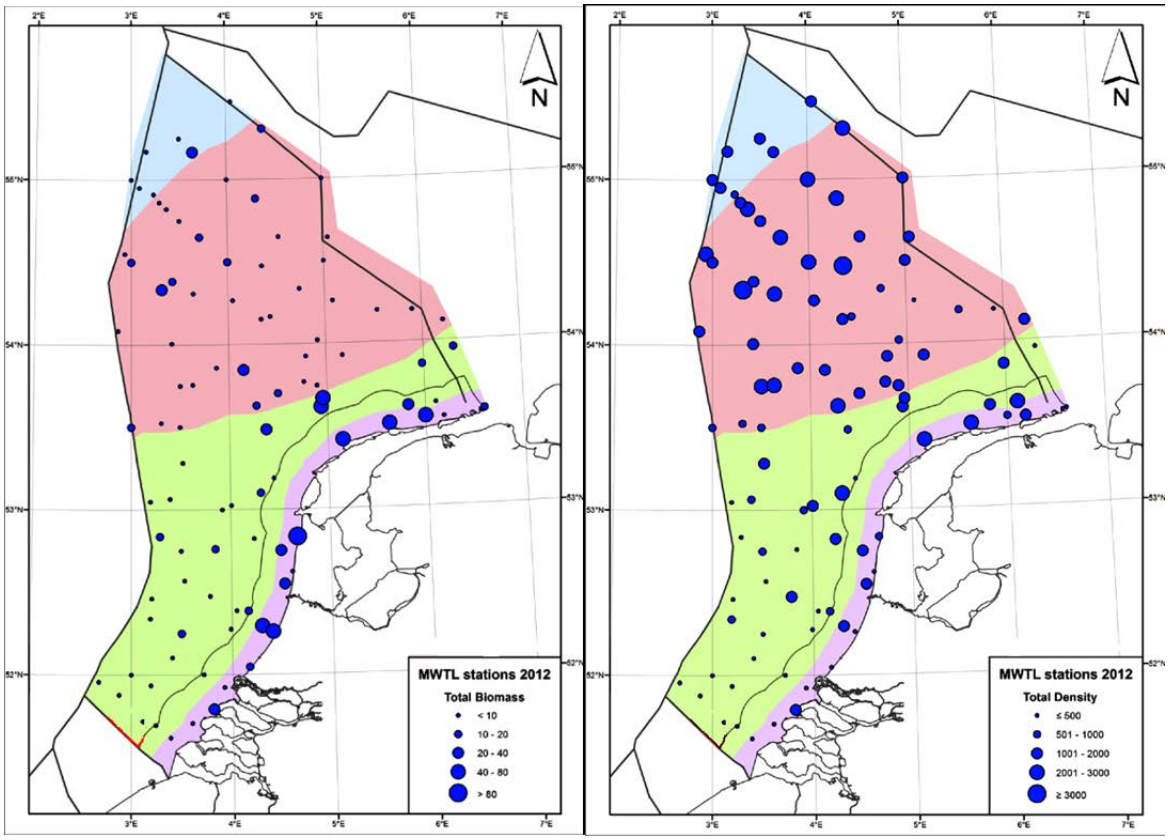
Factoren zoals samenstelling van het sediment, de dynamiek van het milieu, de troebelheid van het water, de waterdiepte, voedselaanbod, organische belasting, de predatie en de watertemperatuur bepalend.

Bemonstering van benthos vindt plaats in grootschaligere meetnetten (RWS-MWTL, NIOZ) die inzicht geven in de regionale verspreiding. Uit de regionale en lange termijn data kan de relatieve betekenis van het plangebied worden afgeleid in ruimte en tijd. In Figuur 8 zijn de belangrijkste gebieden voor bodemdieren op het NCP weergegeven. Er zijn vier ecologische regio's te onderscheiden: de Doggersbank, de Oestergronden, het zuidelijke offshore gebied en de kustzone.



Figuur 8: Biomassa van het macrobenthos verspreid over het NCP (Noordzeeatlas.nl)

Uit de figuur blijkt dat de diversiteit en biomassa afnemen met de afstand tot de kust met een uitzondering van een paar gebieden. De soortenrijkdom is het hoogst op de Doggersbank en op de Oestergronden (Figuur 8). Dit patroon is gerelateerd aan een hogere stabiliteit, grotere diepte, slibrijker, voedselrijkdom en een sterke invloed van Atlantisch water. Schelpenbanken komen alleen in ondiepere delen van de zee voor (tot maximaal 20 m diepte). Tussen de kustzone en de diepe zee kan een overgangszone (van ca. 5- 20 km uit de kust) worden onderscheiden (Van Scheppingen & Groenewold 1990). De bodemdiergemeenschap 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.



Figuur 9: Totale biomassa en dichtheid van benthos op de meetpunten van het MWTL meetnet op het NCP in 2012.

De uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord zijn gelegen in het kustgebied. De biodiversiteit en dichtheid ter hoogte van de uitbreidingsstroken is relatief hoog. De bodemfauna in het plangebied bestaat hoofdzakelijk uit snelgroeiende opportunistische soorten (zowel bodemdieren als vissoorten) (Herman et al. 2014) en is gerelateerd aan de aanwezigheid van boomkorvisserij. Dit type visserij heeft een groot effect op het ecosysteem, omdat de bodem regelmatig wordt verstoord. Ruim de helft (55%) van het NCP wordt meer dan één maal per jaar bevist 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, ook op de locaties van de uitbreiding. In het plangebied komen lage aantallen aan schelpdieren (*Ensis* en *Spisula*) voor die voedsel zijn voor zeevogels zoals zwarte zee-eenden (Goudswaard et al. 2012).

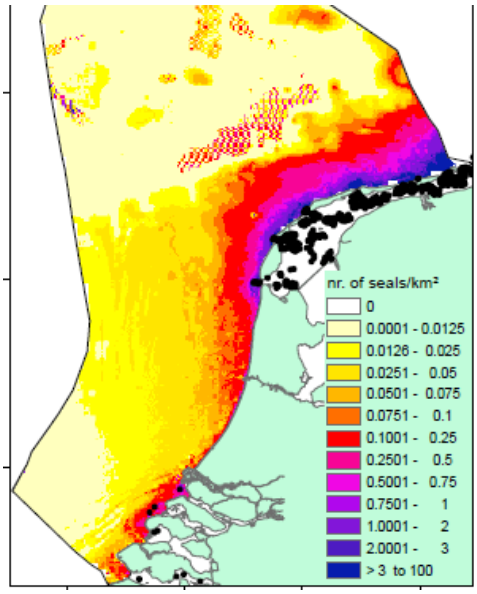
4.2.2 Zeehonden

De Waddenzee is voor de Nederlandse zeehondenpopulatie een zeer belangrijk gebied. De meeste zeehonden werpen op de zandplaten in dit gebied hun jongen, daarnaast rusten ze bij eb op deze zandplaten. Er is ook een deelpopulatie in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta aanwezig. Deze deelpopulaties zijn onderdeel van de Noordwest Europese metapopulatie waarbij geregeld uitwisseling plaatsvindt van zeezoogdieren tussen de deelgebieden in Nederland, maar ook in Verenigd Koninkrijk en Duitsland. Zeehonden gebruiken de Noordzee voornamelijk om te foerageren. Op open zee is de concentratie van zeehonden zeer laag. Ook komen veel zeehonden voor in de kustzone op de migratieroute tussen het Wadden- en Deltagebied. In de periode half mei - half juni maken drachtige vrouwtjes van deze route gebruik om van de Delta naar de Waddenzee te gaan (Brasseur & Reijnders 2001). Het kustgebied waar de uitbreidingstroken voor Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord

liggen, ligt op deze route en het plangebied wordt gebruikt om te foerageren. De hoogste aantallen zeehonden zijn te vinden in de Waddenzee.

Sinds 2004 is het aantal **gewone zeehonden** in de gehele Waddenzee (dus inclusief Duitsland en Denemarken) toegenomen. In 2014 werden er in Nederland 7066 gewone zeehonden geteld. In 2014 is een hoog aantal pups geteld namelijk 1856, met name in het westelijk deel van de Nederlandse Waddenzee (Galatius et al. 2014), dit is een stijging ten opzichte van de afgelopen jaren (2011-2013). De kleine deelpopulatie van gewone zeehond in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta laat sinds 2005 een stabiele stijgende lijn zien. Meest recente data zijn circa 500 dieren in 2012 (PBL 2014). Hoewel dit nog ver onder de draagkracht van het gebied ligt en de voortplanting laag is (er werden 24 jongen in 2012 geteld), geeft dit aan dat het gebied in toenemende mate gebruikt wordt door de dieren (PBL 2014).

De verspreiding van de **grijze zeehond** fluctueert de laatste jaren. In 2014 zijn in de Waddenzee 4276 dieren geteld, 50% meer dan in 2013. De populatiegroei ten opzichte van 2012 is 6%. In 2013 zijn weinig grijze zeehonden geteld. In de Delta zijn in 2013 909 dieren geteld. In 2011 was dat nog 677 en in 2010 382. De aantallen grijze zeehonden nemen in deze gebieden jaarlijks toe. Mogelijk komt dit door een vrije uitwisseling met de Britse populatie grijze zeehonden (met aantallen boven 100.000) (CBS, PBL, Wageningen UR (2012) en Brasseur et al. 2014).



Figuur 10: Gemodelleerde relatieve dichtheid van gewone zeehond bij foerageren en locatie van rustplaatsen (zwarte stippen) (Brasseur et al. 2012).

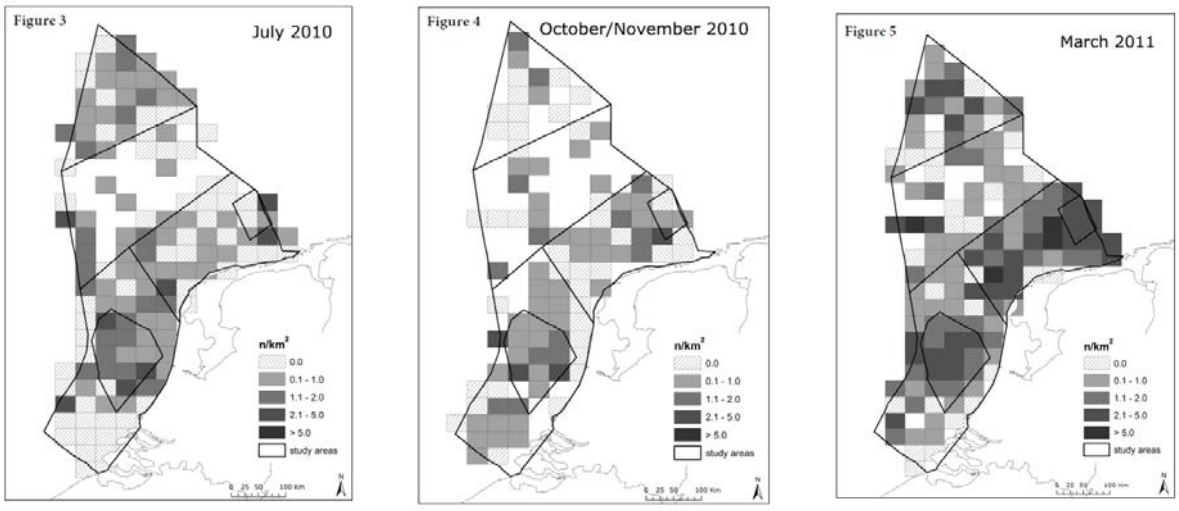
Op basis van de zendergegevens en kenmerken voor habitatgeschiktheid is via een model de relatieve dichtheid van gewone zeehonden berekend (Figuur 10). Het model gebruikt de 3 belangrijkste variabelen die van invloed zijn op het vóórkomen van zeehonden, te weten diepte, sedimenttype en scheepvaartactiviteit (Brasseur et al.2012).

Poot et al. (2011) heeft na vergelijking van verschillende monitoringsstudies bepaald dat de meeste zeehonden zijn waargenomen ten noorden en noordwesten van de Waddenzee en in mindere mate langs de kustzone, zo ook in het plangebied. Deze resultaten komen overeen met de gemodelleerde verspreiding en de gegevens van de gezenderde zeehonden uit Brasseur et al. (2012). Voor de dichtheden van zeehonden is de kaart van Brasseur et al. (2012) (Figuur 10) momenteel de best beschikbare bron.

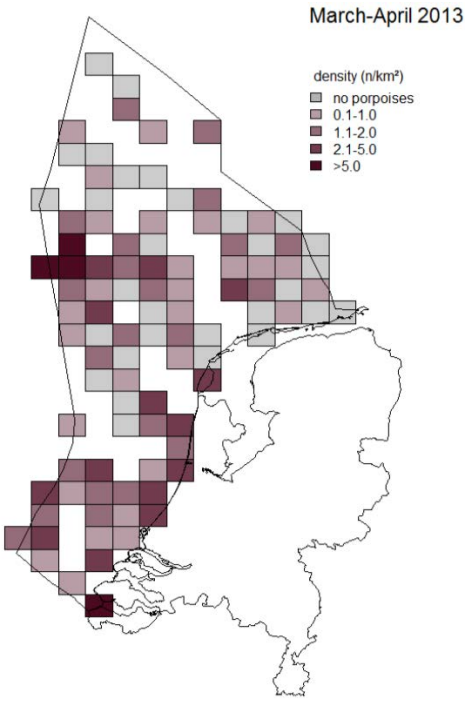
4.2.3 Bruinvissen

In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis (*Phocoena phocoena*) algemeen in de Nederlandse kustzone, maar daarna werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt de bruinvis zich weer vrij algemeen voor onze kust op (Bergman & Leopold 1992). Uit luchtwaarnemingen (Witte & Van Lieshout 2003) werd afgeleid dat de zuidgrens van de zuidelijke Noordzeepopulatie van de bruinvis voor de Nederlandse kust ligt. De bruinvis wordt de laatste 10 tot 15 jaar steeds zuidelijker waargenomen. Dichtheden in de noordelijke Noordzee, boven de 56°N, zijn grofweg gehalveerd, terwijl ze in de zuidelijke Noordzee zijn verdubbeld (SCANS II 2005). Er wordt vermoed dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt. Bruinvissen zijn kustgebonden zoogdieren met een voorkeur voor relatief ondiep water. Bruinvissen hebben een hoge energiebehoefte, met name geslachtsrijpe vrouwtjes die vrijwel onafgebroken zwanger zijn of een jong hebben. Bruinvissen kunnen in hun vetlaag niet veel reserves opslaan, waardoor ze genoodzaakt zijn om vrijwel continu voedsel te zoeken. Jongen worden vooral in beschut, ondiep water geboren, een enkele keer op open zee. Aangezien pasgeboren jongen minder goed kunnen zwemmen, mag in het geboortegebied geen sterke stroming in de richting van een flauw hellend, zandig strand voorkomen (Geelhoed 2011).

De Nederlandse Noordzee wordt gebruikt om te foerageren (Brasseur et al. 2008, Camphuysen & Siemensma 2011). Vliegtuigonderzoek in het voorjaar liet zien dat de bruinvissen gelijkmatig over de zuidelijke Noordzee verspreid waren. Clusters van bruinvissen duiden over het algemeen op kortstondige lokale goede foerageercondities (Camphuysen & Siemensma 2011) met uitzondering van de waarschijnlijke deelpopulatie voor de kust van Zeeland. Vliegtuigtellingen langs vooraf ontworpen *track lines* maken het mogelijk dichtheden en aantalsschattingen van bruinvissen op het NCP te berekenen. De hoogste aantallen werden in maart 2011 (n=85.572) gevonden, ongeveer drie keer zo veel als in juli 2010 (n=25.998) en in oktober/november 2010 (n=29.963) (Geelhoed 2013). In maart/april 2013 werd de populatie geschat op 63.408 bruinvissen (Geelhoed 2014). Het verspreidingspatroon verschilde per telperiode, maar gedurende alle telperioden waren hogere dichtheden aanwezig in een strook tussen de Bruine Bank en de Borkumse Stenen. In juli werden kalfjes gezien, wat een indicatie vormt voor het feit dat bruinvissen zich in Nederlandse wateren voortplanten. De aantalsschatting voor maart correspondeert met 48% van de populatie in de zuidelijke Noordzee; een groot deel van de Noordzeepopulatie verblijft daarmee in die periode in Nederlandse wateren (Geelhoed et al. 2013). De Rijksoverheid heeft de Nederlandse populatie op 51.000 dieren geschat.



Figuur 11: Verspreiding bruinvis op basis van vliegtuigtellingen. Het onderzoeksgebied ligt binnen de rode contour. (Bron: Geelhoed, 2013).



Figuur 12: Verspreiding bruinvis op basis van vliegtuigtellingen in maart/april 2013 (Geelhoed, 2014).

Het KEC geeft dichtheden van bruinvissen per deelgebied en per seizoen (Tabel 10).

Tabel 10: Bruinvisdichtheden per deelgebied per seizoen (KEC, 2015d)

	Lente (individuen/km^2)	Zomer (individuen/km^2)	Herfst (individuen/km^2)
Nederland, België en East Anglia	1,42	0,48	0,398
Duitsland	0,98	0,98	0,98
Denemarken	1,30	2,90	1,60
Verenigd Koninkrijk Doggersbank	1,80	1,80	1,80
Verenigd Koninkrijk Schotland	0,2-0,7	0,2-0,7	0,2-0,7
Verenigd Koninkrijk Hornsea projects	1,40	1,80	1,30

In het gebied van de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord foerageren bruinvissen. Uit Figuur 11 en Figuur 12 is te zien dat dichtheden in het plangebied niet hoog zijn in vergelijking met andere gebieden zoals Borkumse stenen en dat het gebied geen speciale functie heeft voor bruinvissen.

4.2.4 Vogels

Er komt een groot aantal vogelsoorten voor op de Noordzee die gevoelig zijn voor windmolens, waaronder lokaal foeragerende en trekkende zeevogels (duikers, zeekoeten, alken, meeuwen, jagers, duikers en zee-eenden) en foeragerende en migrerende landvogels (zangvogels, steltlopers en ganzen). Een aantal van deze vogels zijn beschermd onder de Europese Vogelrichtlijn. Trekvogels en zeevogels (visetende en schelpdieretende) zijn niet aangewezen onder de vogelrichtlijn aangewezen voor het verblijven in het Natura 200-gebied om te foerageren, rusten en ruien. Directe effecten zijn uitgesloten omdat er niet in

Natura2000 gebied wordt gewerkt. Er wordt aangenomen dat effecten van externe werking minimaal zijn omdat de omgeving buiten het Natura 2000-gebied van ondergeschikt belang is voor deze soorten. Er kunnen wel indirecte effecten optreden op broedkolonies en foeragerende soorten.

Vogels kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden van windparken door aanvaring, verstoring en/of barrièrewerking. De mate van gevoeligheid is soortafhankelijk, maar op hoofdlijnen geldt het volgende:

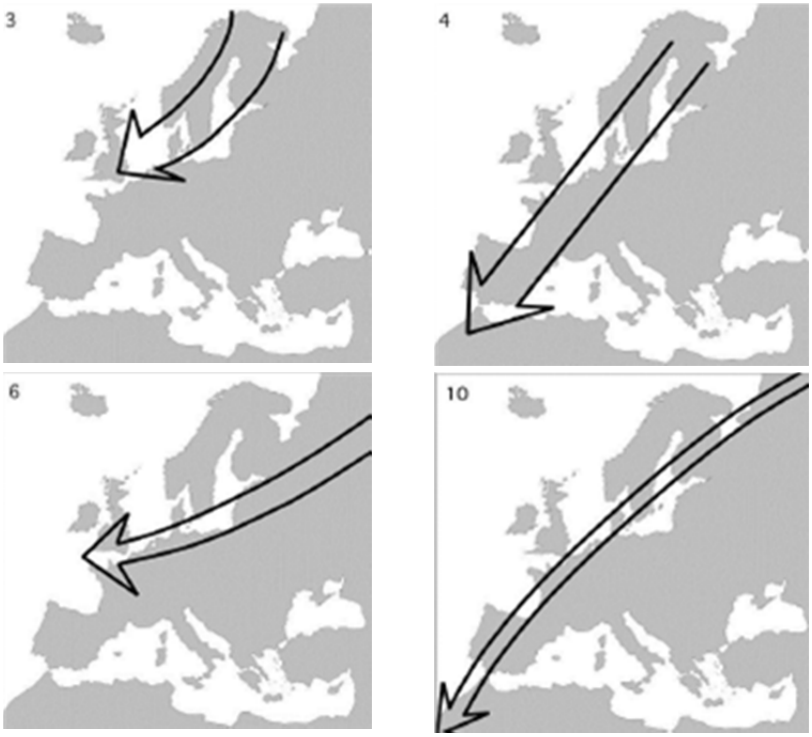
- Vogels die vliegend op zee foerageren, lopen een verhoogd risico op aanvaring, omdat ze voornamelijk naar beneden kijken zoekend naar een prooi. Dit zijn veelal lang levende vogels met een relatief laag reproductief succes. Daardoor treden bij verstoring of extra sterfte snel effecten op populatieniveau op.
- Koloniebroedende vogels: deze vogels foerageren deels op zee en kunnen hierbij in aanvaring komen met de turbines.
- Het vlieggedrag van trekvogels is afhankelijk van de soort en het weertype. Een groot deel van de trekvogels migreert 's nachts. Doordat windmolens dan slechter zichtbaar zijn is de kans op aanvaringen hoger. Verlichte windmolens kunnen echter onder bepaalde omstandigheden vogels zelfs aantrekken, wat dan zorgt voor een nog weer hoger aanvaringsrisico. Trekvogels vliegen 's nachts echter gemiddeld hoger dan overdag, waardoor de kans op aanvaring dan weer afneemt. Bij slecht zicht worden vogels gedwongen lager te vliegen en neigen ze ertoe op lichtbronnen af te komen.
- Lange afstandstrekkers afkomstig uit Scandinavië lopen een hoger risico op aanvaringen, omdat ze relatief vaak op windturbine hoogte vliegen, terwijl vogels die uit Afrika komen weer op hogere hoogte vliegen en minder risico op aanvaring lopen (Krijgsveld et al. 2011).

Om effecten op planMER niveau met zekerheid te kunnen uit sluiten zijn voor een 11 zeevogel- en 7 trekvogelsoorten specifiek voor deze planMER berekeningen gemaakt (Gyimesi & Fijn, 2015a, Bijlage 3). De soorten zijn geselecteerd op basis van de resultaten van de berekeningen voor het KEC waarbij het effect op populatieniveau door aanvaringen met offshore windturbines het grootst was (Leopold *et al.* 2015a) en op basis van de slachtofferberekeningen voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b).

Tijdens vogelinventarisaties bij het windpark OWEZ, dat nog verder kustwaarts ligt dan de uitbreidingsstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord, is veel informatie over vogels verzameld. Tijdens de trekperiode, in voor- en najaar, werden rond dit windpark de meeste vogels waargenomen, waarbij behoorlijk wat variatie binnen en tussen de inventarisatiejaren aanwezig was. De variatie was gerelateerd aan diverse factoren zoals seizoen, tijd op de dag en weersomstandigheden (Krijgsveld et al. 2011).
Hieronder zijn soorten vogels geclusterd op basis van hun gedrag en eetpatroon en is per cluster aangegeven waar deze vogels voorkomen op het NCP en specifiek voor het plangebied.

Trekvogels

Er zijn op de Nederlandse Noordzee grofweg twee relevante vogeltrekbewegingen te onderscheiden: de oost-westtrek en noord-zuidtrek, die elk afhankelijk van de locatie van afkomst en bestemming van de vogels weer verder zijn onder te verdelen (Figuur 13, Lensink & Van der Winden 1997). De breedte van deze zone is variabel, afhankelijk van soort, jaargetijde en weersinvloeden (Camphuysen & Van Dijk 1983; Baptist & Wolf 1993; Platteeuw et al. 1994; Camphuysen & Leopold 1998).



Figuur 13: De vier (relevante) trekvogelroutes over de Noordzee/Waddenzee (Lensink & Van der Winden 1997)

De resultaten van het monitoringsonderzoek bij OWEZ geven een goed inzicht in vogelverspreiding op zee (Krijgsveld et al. 2005; 2008; 2011) in de nabijheid van dit windpark. Hieruit blijkt dat op circa 10 tot 20 km uit de kust vele soorten vogels over zee vliegen. Dit betreft zeevogels (sterns en meeuwen), watervogels, steltlopers, landvogels (zangvogels) en roofvogels. Uit de metingen van Krijgsveld et al. (2008; 2011) blijkt dat bij de herfsttrek de intensiteit het hoogst is tijdens de nacht op hoogten groter dan 250 m (laag aanvaringsrisico), gevolgd door trekintensiteiten tijdens de nacht op turbinehoogten van 25-150 m (groot aanvaringsrisico). Tevens duiden de resultaten erop dat tijdens de herfsttrek uitwijking plaatsvindt.

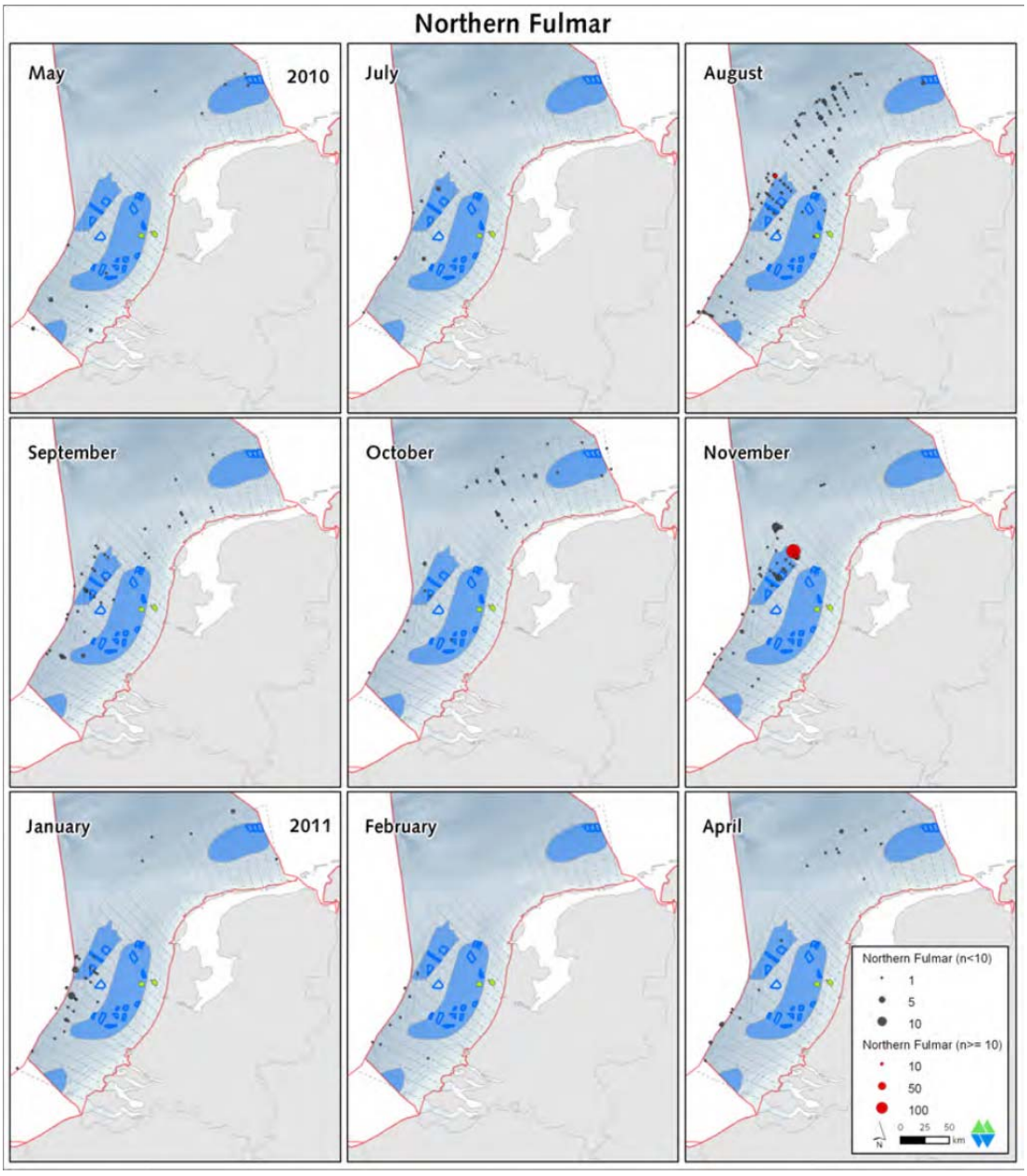
De kustgebieden, inclusief het plangebied, zijn belangrijk ter oriëntatie, rust, voedsel, etc. Vogels afkomstig uit Scandinavië en/of vogels die niet gebonden zijn aan de kustzone om te foerageren, vliegen veelal over de open oceaan. Voor het plangebied zijn voornamelijk volgende soorten van belang: kleine zwaan, zwarte stern, kanoet, drieteenstrandloper, wulp, grutto en spreeuw.[7]

Koloniebroedende kustvogels

Voor broedvogels zijn alleen die soorten relevant die de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord in de 12-mijlszone vanuit hun kolonie kunnen bereiken. Dit zijn noordse stormvogel (buitenlandse kolonies), aalscholver, grote stern en kleine mantelmeeuw.

Voor **noordse stormvogels** geldt dat zij foerageren in Nederlandse wateren vanuit broedkolonies in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland (Helgoland). De broedkolonie in Helgoland bestaat uit 100 broedparen. De noordse stormvogel komt voornamelijk voor in de late zomer en herfst met de grootste aantallen in augustus (zie Figuur 14).

[7] *De spreeuw is geen Natura2000 soort maar komt wel in zeer grote getalen voor en vooral voor de Ff/wet van belang.*



Figuur 14: Verspreiding van Noordse stormvogel, aantallen waargenomen via vliegtuig tellingen gedaan in de periode mei 2010 tot april 2011 (Poot et al. 2011)

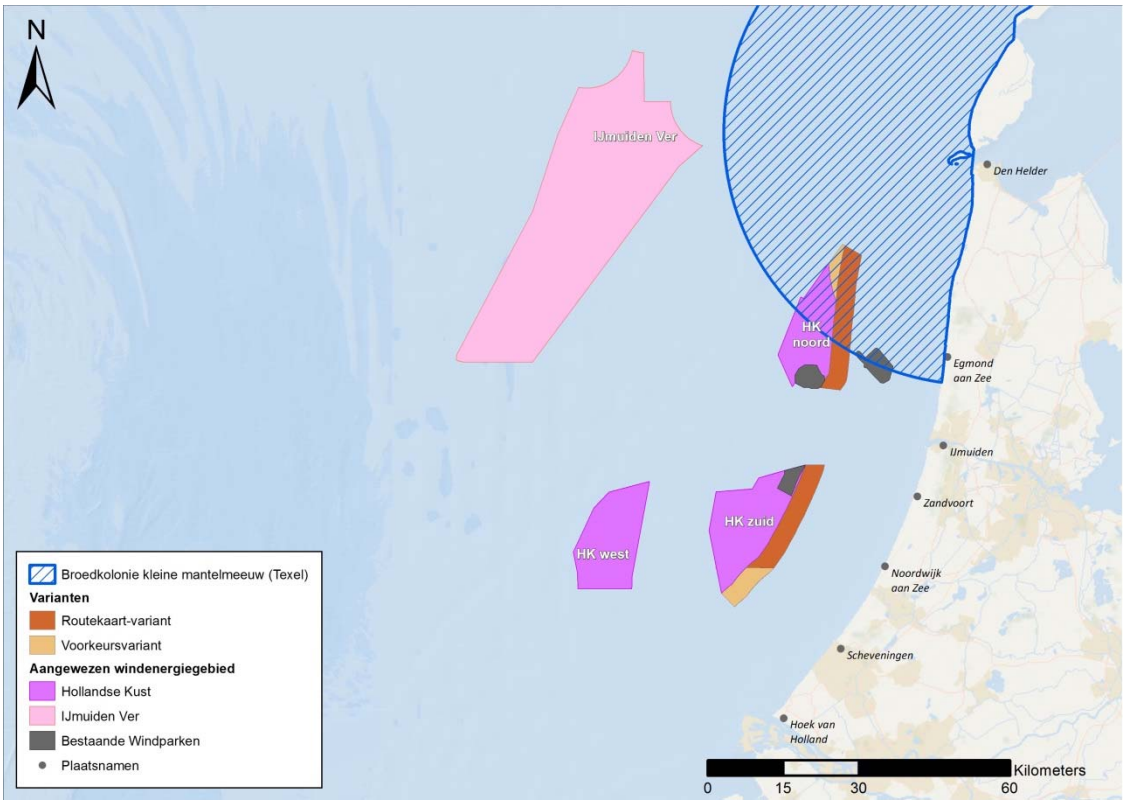
Aalscholvers komen op verschillende plekken langs de Nederlandse Noordzeekust voor: op Vlieland, in het Zwanenwater, de duinen van Castricum, en er zijn zeegaande kolonies op het vasteland van Zuid-Holland, in Voornes Duin. Op zee komen er voornamelijk foeragerende of rustende aalscholvers voor. Aalscholvers worden steeds verder op zee waargenomen, tot maximaal 60 km, doordat het aantal rustpunten, zoals windturbines, op zee toeneemt. Aalscholvers vliegen over het algemeen op een hoogte van 25 m of hoger. Deze soort komt op zee jaarrond voor, maar vooral in april tot en met september komen grote aantallen voor in de kustwateren (Poot et al. 2011).

Grote sternen broeden vrijwel uitsluitend in enkele kolonies op moeilijk bereikbare eilanden en kwelders in het Wadden- en Deltagebied. Broedgevallen in het IJsselmeergebied worden vrijwel niet meer vastgesteld. Grote Sterns zijn buiten broedtijd voornamelijk aanwezig van maart tot en met half november.

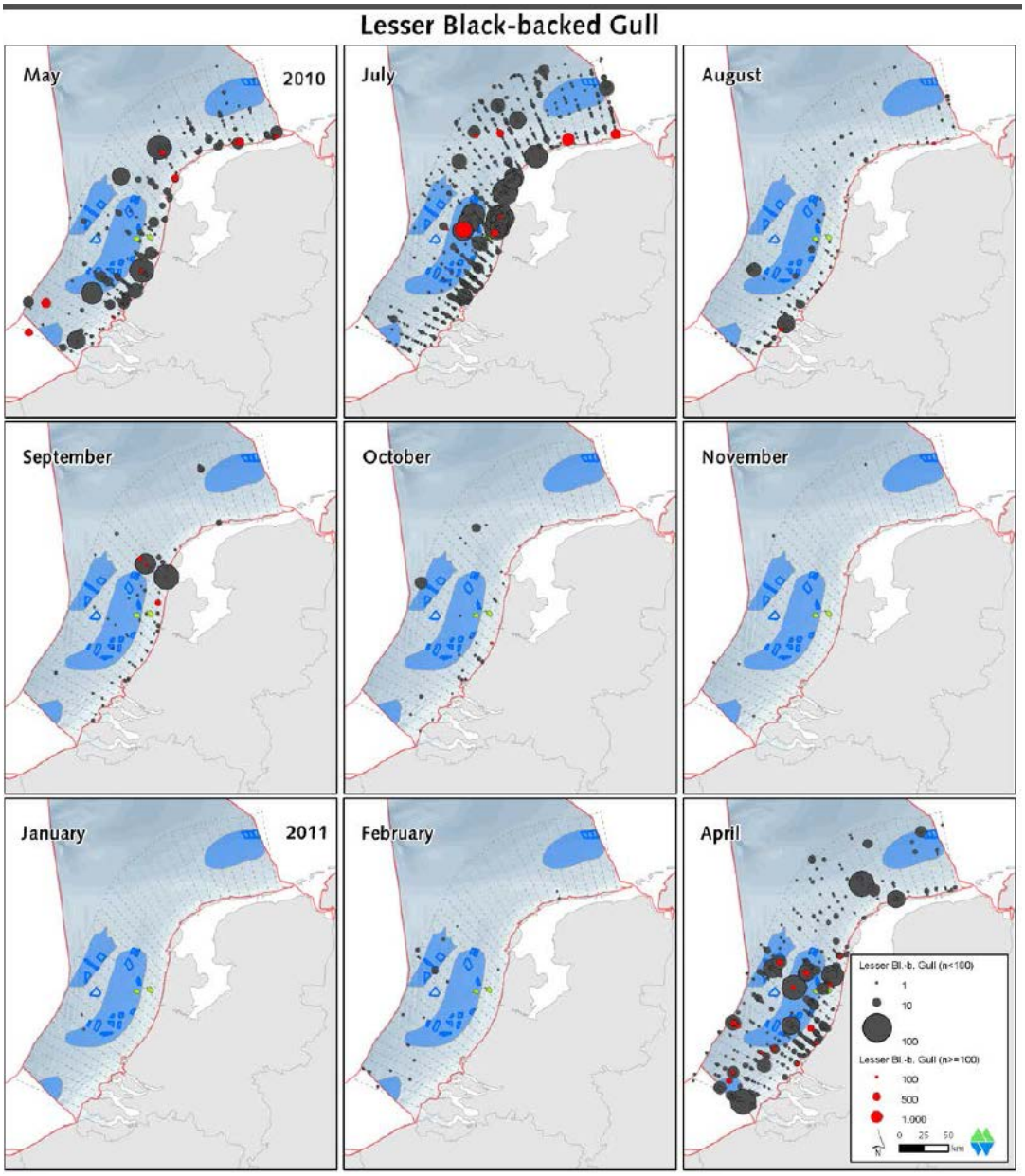
In de wintermaanden kunnen tot enkele tientallen exemplaren in het Deltagebied verblijven. De broedvogels arriveren vanaf eind maart in de kolonies, die ze uiterlijk half augustus weer verlaten. In april en mei vindt tevens doortrek plaats. De wegtrek, speelt zich voornamelijk tussen eind juli en eind september af. Grote sterns kunnen aanwezig zijn in het plangebied, waar ze foerageren.

Kleine mantelmeeuwen broeden op verschillende locaties langs de Nederlandse kust. De zwaartepunten liggen op de Wadden, Zuidwestelijke Delta (inclusief Maasvlakte) en IJmuiden. Daarnaast broeden ze in enkele steden langs de kust. De totale Nederlandse populatie bedraagt 82.000 broedparen (Prins et al. 2008). Vijf Natura 2000-gebieden hebben een IHD voor kolonies kleine mantelmeeuw: Duinen en Laag Land op Texel, Duinen van Vlieland, Waddenzee, Veerse Meer en Krammer Volkerak.

Vooral de broedkolonie van Texel (zie Figuur 15) is van belang voor de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord. De kleine mantelmeeuwen arriveren in maart op Texel vanuit hun overwinteringsgebieden in Zuid-Europa en vertrekken in september. Deze temporele verspreiding is ook zichtbaar in vliegtuigtellingen op de Noordzee met grootste aantallen in de periode van april tot en met juli (Figuur 16). Uit onderzoek (Camphuysen 2011) blijkt dat de kleine mantelmeeuwen van de Texelse kolonie tijdens de broedperiode voor een belangrijk deel op open zee foerageren. De mannetjes brengen gemiddeld 78% van de foerageertijd op open zee door en de vrouwtjes 33%. Het blijkt dat de normaal aangenomen foerageerafstand van kleine mantelmeeuw van 80 km voor de kolonie op Texel slechts incidenteel wordt gehaald. 90% van de kolonie foerageert binnen 50 km (Camphuysen 2011). Overigens is het ook zo dat deze soort zich vooral in de zuidelijke sector van het foerageergebied begeeft. Uitgaand van de gegevens van Texel worden voor de stroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord in de 12-mijlszone ook de vliegbewegingen van de kleine mantelmeeuwen uit de kolonies op Vlieland en de Waddenzee ondervangen doordat de actieradius over deze gebieden reikt. Opgemerkt moet worden dat de Vlielandse kolonie voornamelijk foerageert ten noordwesten van Vlieland en dus niet in het plangebied.



Figuur 15: Varianten ten opzichte van foerageerafstanden van kleine mantelmeeuw rondom de broedkolonie van Texel



Figuur 16: Verspreiding van kleine mantelmeeuw aantallen waargenomen doormiddel van vliegtuig tellingen gedaan in de periode mei 2010 tot april 2011 (Poot et al. 2011)

Voor de kolonie bij het Veerse Meer geldt dat de afstand tot de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord meer dan 90 km bedraagt. De uitbreidingsstroken liggen daarmee buiten het foerageergebied van de kolonie van het Veerse Meer en deze kolonie is daarom niet meegenomen in de effectbeoordeling. Voor de kolonie Krammer Volkerak blijkt uit onderzoek dat foerageergebieden overwegend binnendijks liggen en het voornamelijk vuilstortplaatsen, landbouwgebieden en zoetwatergebieden betreffen (Gyimesi et al. 2011). Van de gezenderde mantelmeeuwen gingen er slechts twee richting Noordzee, maar deze vogels hadden waarschijnlijk hun broedsel verloren. Dit suggereert dat de kolonie kleine mantelmeeuwen in het Krammer Volkerak tijdens de broedperiode in het binnenland foerageert en volwassen niet broedende vogels vooral op open zee foerageren (Gyimesi et al. 2011). Deze kolonie is daarom niet meegenomen in de effectbeoordeling.

Niet-broedvogels (zeevogels)

Schelpdieretende vogels

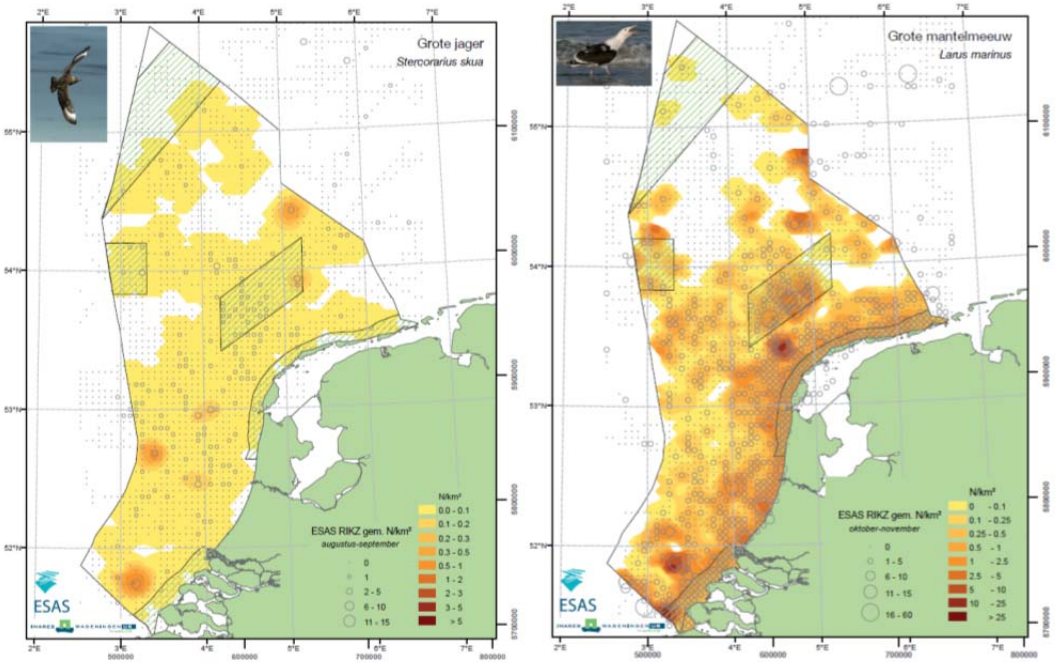
In Nederland komen schelpdieretende zee-eenden, zoals eider, topper en zwarte zee-eend in de wintermaanden verspreid langs de kustzone voor. De hoogste dichtheden worden gezien binnen de -20 m dieptelijn (voor de Hollandse Kust en de Zuidwestelijke Delta nl. omgeving Brouwersdam), hoewel zwarte zee-eenden tot een diepte van circa 30 m kunnen duiken. Tegenwoordig zijn er nauwelijks meer *Spisula* banken in de Nederlandse wateren aanwezig waardoor ook de zwarte zee-eend, die op *Spisula* foerageert, niet meer in grote aantallen wordt aangetroffen. De zwarte zee-eend foerageert naast *Spisula* op de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis*) en tere dunschaal (*Abra alba*). De eider en topper foerageren vooral op kokkels en mossels. De uitbreidingsstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord overlappen niet met het voorkeursgebied van de zwarte zee-eenden of eiders en toppers (tot circa 20 m-dieptelijn) waardoor er geen betekenisvolle aantallen zullen aanwezig en een verstorend effect onwaarschijnlijk is. Ook uit gegevens van OWEZ bleek dat deze kustgebonden soorten verder op zee, ter hoogte van OWEZ niet zijn waargenomen. Alleen tijdens de trekperiode (zie kopje trekvogels) verplaatsen de schelpdieretende vogels zich verder van de kust af (maar waren dan niet aan het foerageren). Effecten op schelpdieretende vogels zijn daarom op voorhand uit te sluiten en worden niet verder besproken.

Visetende vogels op open zee

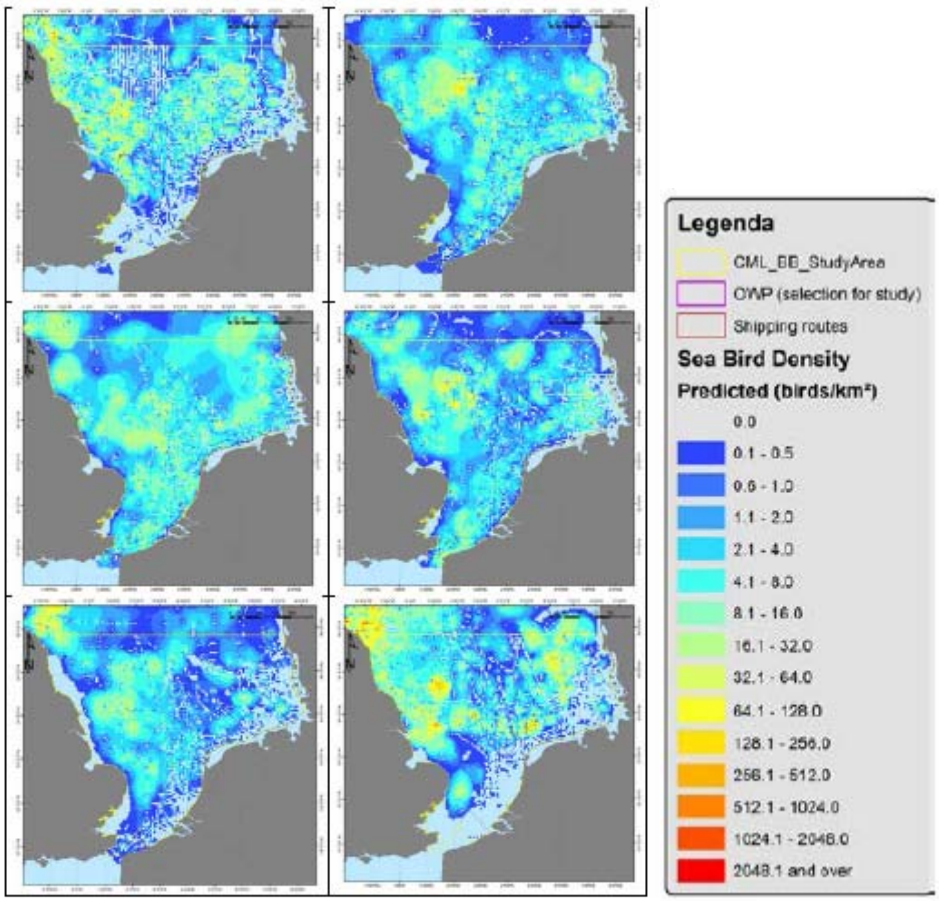
Onder de categorie viseters op open zee vallen de vogelsoorten van open zee die niet aan het broeden zijn, zoals alk, zeekoet en grote jager die op zee verblijven en foerageren. In de PB worden ook meeuwensoorten onder de viseters geschaard. Meeuwen, zoals zilvermeeuw, grote mantelmeeuw en kleine mantelmeeuw, hebben op zee vaak een verspreiding die gebonden is aan die van viskotters, omdat ze foerageren op de vis die overboord wordt gegooid. Ze kennen, afhankelijk van de soort, een meer of minder kustgebonden verspreiding. De grote mantelmeeuw heeft bijvoorbeeld in de herfst en winter de hoogste aantallen langs de kust (zie Figuur 17).

De grote jager kent een gelijkmatige verspreiding over het NCP (zie Figuur 17). Grootste aantallen worden op het NCP geteld in de periode augustus/september, met piekwaarden van 1500 tot 2900 individuen. De soort komt als broedvogel alleen in Europa voor en verblijft gedurende een groot deel van het jaar op open zee. In het najaar migreert de grote jager via de kust naar de zuidwest-Europese en noordwest-Afrikaanse open zee en broedt in noordelijk Europa (Jak et al. 2009).

Zeekoeten en alken zijn voornamelijk te vinden in de winter, waarbij ze zich over de gehele Noordzee verspreiden (zie Figuur 18). De kustgebieden zijn van ondergeschikt belang voor deze soorten, visrijke gebieden als het Friese Front, Doggersbank, Centrale Oestergronden en de Bruine Bank zijn veel belangrijker. Effecten als gevolg van de uitbreidingstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord zijn minimaal en zeker niet significant en worden daarom niet verder besproken in de PB.



Figuur 17: Links: verspreiding van grote jager in de periode augustus/september. Rechts: Verspreiding van grote mantelmeeuw in de periode oktober/november (Lindeboom et al. 2008)



Figuur 18: Verspreiding van de zeekoet in augustus/september, oktober/november, december/januari en juni/juli boven links tot beneden rechts. Figuur ontleend uit KEC, 2015c

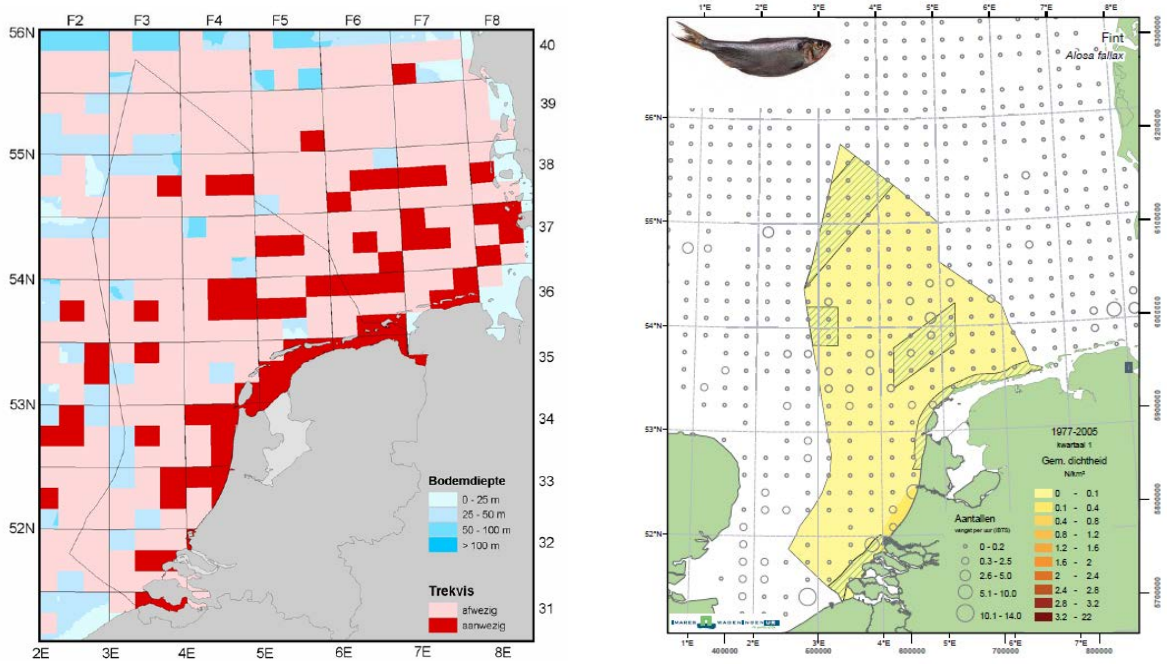
Daarnaast zijn er duikers en fuutachtige viseters die op open zee voorkomen. Deze vogelsoorten verblijven in uiteenlopende dichtheden verspreid over de Noordzee. De roodkeelduiker is van september tot april op de Noordzee aanwezig. Deze soort wordt voornamelijk in kleine groepjes van 10 tot 20 vogels gesignaleerd en heeft in de Nederlandse wateren een overwegend kustgebonden verspreiding (Poot et al. 2011), net als de parelduiker die vanaf vliegtuigtellingen moeilijk is te onderscheiden van de roodkeelduiker. Hoewel ook waarnemingen zijn van groepen van enkele honderden langs de Noordzeekust in de wintermaanden (pers. mededeling M. Platteeuw). Omdat de soort zeer schuw is en menselijke activiteit ontwijkt, en er veel activiteit in het plangebied is, wordt verwacht dat deze soorten nauwelijks in het gebied aanwezig zijn, waardoor significante effecten met zekerheid zijn uit te sluiten en de soorten niet verder worden besproken.

Samenvattend kent de kustzone in vrijwel alle seizoenen hoge dichtheden van (zee)vogels. Daarnaast is een globaal patroon waarbij aan het eind van de zomer/herfst hoge dichtheden op het noordelijk NCP voorkomen. Gedurende winter/voorjaar worden de dichtheden op het zuidelijk NCP hoger, waar het plangebied ligt. Voor het plangebied zijn volgende soorten van belang: zilvermeeuwen, kleine en grote mantelmeeuw, stormmeeuwen, drieteenmeeuwen, dwergsternen, dwergmeeuwen, grote stern en grote jager.

4.2.5 Vissen/vislarven

De kustzone, Waddenzee en de Zuidwestelijke Delta zijn belangrijke paai- en opgroeigebieden van verschillende vissoorten. Vissen worden verspreid over de gehele Noordzee aangetroffen, waarbij de hoogste dichtheden zijn te verwachten op de overgang naar zoete wateren vanwege de voedselrijke omgeving, zoals in de Zuidwestelijke Delta en in het Waddengebied (in het bijzonder langs de Noord-Hollandse, Friese en Groningse vastelandskust, en in het Eems-Dollard-estuarium). In de kustzone is een grote rijkdom aan veelal kleine vis (jonge stadia) die als voedsel voor zeevogels en zeezoogdieren dient, zo ook in het plangebied. Van Damme et al. (2011) hebben de distributie van viseieren en larven in de zuidelijke Noordzee tussen april 2010 en maart 2011 in kaart gebracht. De hoogste dichtheden van soorten die belangrijk zijn als stapelvoedsel in de voedselketen (haringachtigen (clupeids), zandspiering, platvis, kabeljauwachtigen (gadoids)) traden op in de eerste helft van het jaar, met name in de kustgebieden. De latere stadia (na larven) en van haring en schol worden ten noorden van de Waddeneilanden, en dus niet in het plangebied, gevonden. Eitjes en larven van schol werden gevonden in hoge aantallen in de oostelijke Zuidelijke Bocht, van januari tot maart. Tong werd gevonden in de gehele Zuidelijke Bocht van april tot juli, maar was beperkt in de kustgebieden.

In de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord kunnen trekvissen voorkomen die onder de Habitatrichtlijn beschermd zijn (zie Figuur 19). Deze soorten kennen een anadrome leefwijze, wat betekent dat de voortplanting plaatsvindt in de zoetwatergebieden in de bovenstroom van rivieren. De larven en juveniele exemplaren groeien vervolgens op in de benedenstroom van rivieren en in de estuaria. Ter Hofstede & Baars hebben in 2006 een cumulatieve verspreidingskaart gemaakt van alle trekvissen op het NCP (Figuur 19). Ze concluderen dat het NCP voor deze groep niet van groot belang is.



Figuur 19: Links. Verspreiding van trekvissen, waaronder Atlantische zalm, elft, fint, rivierprik en zeeprik, op het NCP over de periode 1996-2005 (Ter Hofstede & Baars 2006) waarbij een eenmalige vangst al wordt gemarkeerd als aanwezig. Rechts. Verspreiding fint in de periode 1977-2005 (Lindeboom 2008).

De verspreidingskaarten van fint laten zien dat in het kustgebied bij IJmuiden waar trekvissen kunnen in- en uittrekken, de concentratie aan fint hoger is, maar dit gebied ligt buiten de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord (Figuur 19, Lindeboom 2008).

4.3 Stap 3 en 4: Effectbeschrijving en -beoordeling

In deze paragraaf zijn de stappen 3 en 4 gecombineerd. Er is een inschatting gemaakt van de aard en de mate van effecten voor de relevante soorten en vervolgens is het effect beoordeeld. De effecten zijn per fase beschreven en beoordeeld waarbij eerst de aanlegfase en dan de gebruiksfase aan bod komen. De effecten worden voor de verschillende varianten beoordeeld ten opzichte van de huidige situatie waar geen uitbreiding van de stroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord plaatsvindt. De effecten van afbraak en verwijdering zijn niet apart beschreven; deze effecten komen overeen met de effecten van de aanleg, behalve dat de effecten door heigeluid tijdens verwijdering niet optreden en effecten veel minder zijn waardoor significante effecten op voorhand zijn uit te sluiten (zie 4.1.1). De paragraaf sluit af met een samenvattende tabel met alle effectbeoordelingen.

4.3.1 Aanleg windparken

Bij de aanleg van windparken zijn twee effecten relevant: verstoring als gevolg van de productie van geluid door heiwerkzaamheden van de funderingen van windturbines en habitatverlies door het plaatsen van de windturbines. Er zijn verschillende soorten geluid: boven- en onderwatergeluid, continu en impuls geluid. Bovenwatergeluid gedraagt zich anders dan onderwatergeluid, omdat geluid zich in de lucht helemaal anders gedraagt dan in het water.

Benthos

Waar de turbines worden geplaatst, gaat tijdelijk habitat voor benthos verloren en kan benthos worden gedood. Dit kan effect hebben op de lokale bodemfauna. Ook zal plaatselijk de bodem omgewoeld worden en zijn er trillingen door de (hei)werkzaamheden. De oppervlaktes die beïnvloed worden en verloren gaan zijn echter verwaarloosbaar klein (ca. 2500 m^2 per windturbine) in vergelijking met het beschikbare habitat op het NCP. In het gebied vindt ook boomkorvisserij plaats waardoor er regelmatig verstoring van de bodem is en er voornamelijk stress- en verstoringsbestendige pioniersoorten (Deerenberg & Heinis 2011; Herman et al. 2014) voorkomen die zich snel kunnen herstellen. Boomkorvisserij is dus een veel grotere verstoring van habitat dan de aanleg en het gebruik van de uitbreidingsstrook van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord. Wat betreft habitatverlies gaat het ook om kwaliteit. Binnen de 20m-dieptelijn komen andere en rijkere levensgemeenschappen voor met hogere biomassa en densiteit. De stroken binnen de 12-mijlszone bevinden zich buiten deze zone. Het habitatverlies is daarom ook vanuit het oogpunt van kwaliteit als niet significant beoordeeld. De effecten van de varianten zijn vergelijkbaar door het kleine verschil in oppervlakte ten opzichte van de beschikbaarheid voor benthos op het NCP en omdat samenstelling van de benthos levensgemeenschappen niet verschilt. Effecten op benthos zijn vanwege de beperkte omvang ten opzichte van het totale areaal en voor beide varianten zeker niet significant.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Habitatverlies benthos	**0**	**-**	**-**

Zeezoogdieren

Zeezoogdieren kunnen door het onderwatergeluid, geproduceerd door heien, worden verstoord, gewond of zelfs gedood (zie 4.1.1). Effecten op de populatie zijn het grootst als het heien in of vlakbij een belangrijk verspreidingsgebied van de dieren plaatsvindt. Hoe dichter zeezoogdieren zich bevinden bij de geluidsbron, hoe groter de effecten zullen zijn waarbij permanente gehoordrempelverschuiving (PTS) het meest ingrijpende effect is, daarna tijdelijke gehoordrempelverschuiving (TTS) en tot slot vermijding en gedragsverandering. Gedragsverandering (masking, hartslagverhoging) is moeilijk meetbaar en wordt hier niet meegenomen omdat vermijding als “erger” effect wordt aanzien. Zeezoogdieren hebben verschillende gevoeligheden voor onderwatergeluid. Bruinvissen hebben een groot frequentiebereik van circa 200 Hz tot 180 kHz (Southall et al., 2009), dit is relatief hoog ten opzichte van bijvoorbeeld zeehonden, die een frequentiebereik hebben 75 Hz tot 75 kHz (Southall et al., 2009). Ook de mate van gevoeligheid van het hoorbare frequentiebereik is soort-specifiek. Bruinvissen zijn bijvoorbeeld het gevoeligst voor geluiden met frequenties hoger dan 100 kHz (Andersen, 1970; Kastelein et al., 2002). Zeehonden horen beter bij lage frequenties. Bruinvissen worden als worst-case soort beschouwd omdat ze gevoeliger zijn voor onderwatergeluid geproduceerd door heigeluid (impuls) dan zeehonden

Het uitgangspunt bij menselijke activiteiten op zee is dat zowel voor zeehonden als bruinvissen er geen permanent gehoorschade of PTS mag optreden (voor PTS en TTS zie 4.1.1). Dit staat namelijk gelijk aan het verwonden van een dier. PTS kan redelijk eenvoudig voorkomen worden door mitigerende maatregelen toe te passen door het gebruik van *Accoustic Deterrent Device* (afgesteld op het juiste frequentiebereik) en een *softstart* procedure tijdens het heien (hoofdstuk 0). Dit betekent niet dat hiermee effecten zijn uitgesloten, er kunnen nog effecten van “mindere mate” van verstoring optreden, nl. TTS en vermijding van het gebied (met verlies van habitat als gevolg).

Om effecten te kunnen bepalen is in het KEC (2015d) aangegeven welke verspreidingsgegevens te gebruiken en hoe beïnvloede oppervlaktes voor PTS, TTS en vermijding te berekenen. Volgens de KEC methode (2015a) worden de effecten van onderwatergeluid op de populatie van met name bruinvissen doorgerekend middels een aantal stappen. Het gaat hierbij om:

1. Geluidverspreiding per heiklap
2. Verstoringsoppervlak
3. Aantal verstoorde dieren
4. Dierverstoringsdagen per offshore project (en cumulatief)
5. Populatieontwikkeling over de jaren (via Interim PCoD model)[8]

Op basis van onderzoek en experimentele studies zijn drempelwaarden voor zeezoogdieren ontwikkeld voor vermijding, TTS en PTS (KEC 2015d) (zie Tabel 11) die van belang zijn voor het bepalen van effecten. Een belangrijke parameter bij het bepalen van de cumulatieve Sound Exposure Level van één enkel impulsgeluid of SEL is de snelheid waarmee dieren wegzwemmen van de geluidsbron. Voor de bruinvis is uitgegaan van 3,4 m/s en voor zeehonden van 4,9 m/s. Andere aannames en uitgangspunten zijn gebaseerd op het KEC (2015c).

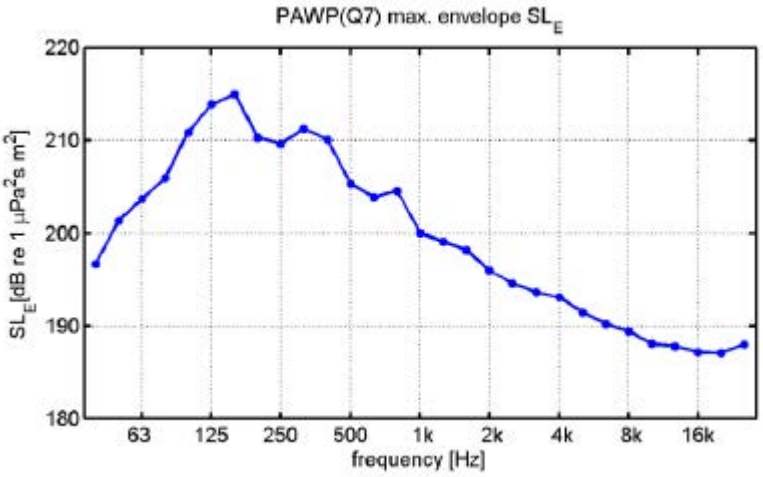
Tabel 11: Drempelwaarden voor het inschatten van effecten op bruinvissen en zeehonden. SEL1= geluiddosis als gevolg van een enkele heiklap; SELCUM = geluiddosis door een zwemmende dier ontvangen als gevolg van het heien van de gehele paal; SEL1/CUM,w = M-gewogen SEL voor zeehonden in water, zie [Southall et al, 2007]. Voor intermezzo drempelwaarden zie KEC 2015c.

Soort	Type effect	Waarde	Bron
Bruinvis	Mijding	SEL_1>140 dB re 1µPa^{2}s	KEC
	PTS-onset	SEL_{CUM}>179 dB re 1µPa^{2}s	TTS-onset + 15 dB
Zeehonden	Mijding	$SEL_{1,w}$>145 dB re 1µPa^{2}s	Kastelein et al. 2011
	PTS-onset	$SEL_{CUM,w}$>186 dB re 1µPa^{2}s	Southall et al. 2007

Aan de hand van de bekende drempelwaarden kunnen verstoringsafstanden voor zeehonden en bruinvissen worden berekend voor PTS, TTS en vermijding. De mijdingscontouren zijn bepaald op basis van één enkele klap (SEL_{ss}), TTS en PTS contouren zijn bepaald op basis van cumulatieve geluidsniveaus (SEL_{cum}).Het KEC en ook dit project focust vooral op vermijding, omdat de berekende TTS-onset (Temporary Threshold Shift bij de eerste heiklap) contouren veel kleiner zijn dan de maximale mijdingscontouren, wat betekent dat het aantal bruinvissen waarvan het gehoor tijdelijk minder gevoelig zal zijn, ook kleiner is dan het aantal verstoorde bruinvissen.

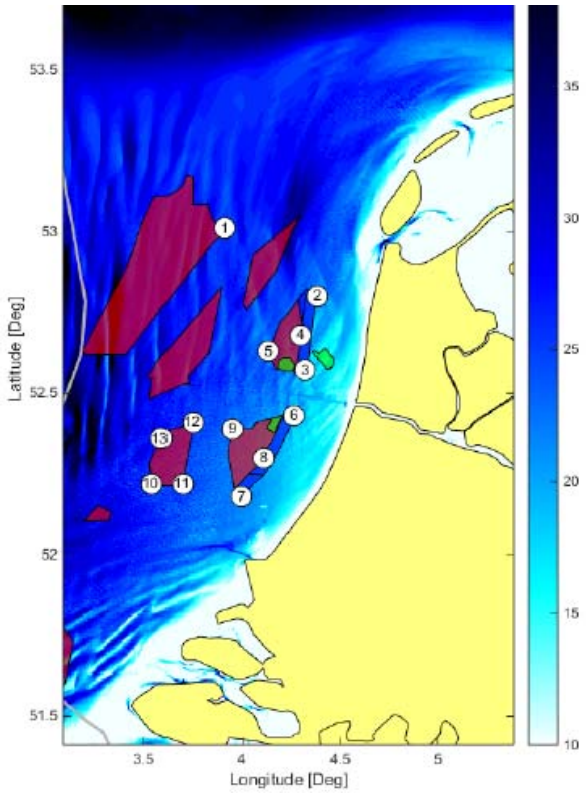
TNO (de Jong & Binnerts, 2015) heeft voor de uitbreidingsstroken inclusief de al aangewezen gebieden Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord specifieke berekeningen uitgevoerd om gedetailleerd inzicht in de effecten te krijgen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het TNO rekenmodel AQUARIUS1.0 (Bijlage 2). Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van de energie van de heiklappen, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. Het model gaat uit van het onderwatergeluid dat is gemeten tijdens het heien voor het Prinses Amalia windpark (de Jong & Ainslie 2012 en Figuur 20).

[8] *Stap 4 en 5 zijn belangrijk voor de bepaling van cumulatieve effecten*



Figuur 20: Geschatte bovengrens voor het energie bronniveau spectrum (1/3-octaaf) voor het heigeluid, gebaseerd op de meetresultaten van Q7 (zie Bijlage 2).

Er zijn voor 13 heilocaties geluidskaarten doorgerekend met verschillende hei-energie voor zowel de zeehond als de bruinvis (Figuur 21). De bandbreedte voor de hei-energie voor funderingen van turbines van 4 MW tot 10 MW loopt van een minimale hei-energie van circa 1.000 kJ tot een maximale hei-energie van circa 3.000 kJ. Binnen deze bandbreedte kunnen zowel monopiles, jackets als tripods worden aangelegd. De geluidverspreiding is uitgerekend voor een zwemdiepte 1 m boven de zeebodem met volgende verschillende omgevingsparameters (zie Bijlage 2).



Figuur 21: Bathymetriekaart van het gebied met daarin aangegeven de contouren van de zoekgebieden en de 13 geselecteerde heilocaties waarvoor de verspreiding van het heigeluid is berekend

Ook windsnelheden hebben een effect op de verspreiding van geluid. Wind boven zee verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt. Daardoor neemt het propagatieverlies toe bij toenemende windsnelheid. Er is voor twee windsnelheden gerekend 0 m/s (worst case) en 6,5 m/s (op 10 m hoogte). De bathymetrie is ook van belang, waarbij in ondiepere gebieden de geluidsverspreiding minder ver gaat en het verstoringsoppervlak voor zeezoogdieren minder is dan bij diepere delen. Zo liggen de locaties 3 en 6 dichter bij de kust en is de beïnvloede oppervlakte van deze locaties ook minder.

Op basis van de geluidkaarten heeft TNO de totale oppervlakte berekend voor zeehonden en bruinvissen binnen de contourlijn waarbinnen verwacht wordt dat dieren van de geluidbron weg zullen vluchten (voor vermijdingswaarden zie Tabel 11 en achtergrond in Bijlage 2). Daarbij is uitgegaan van heien zonder geluid mitigerende maatregelen, waarbij het berekende onderwatergeluidniveau (SEL1) op 750 m van de heilocatie gelijk is aan respectievelijk 175 en 180 dB re 1 µPa^{2}s. De berekeningsresultaten geven een indicatie van de orde van grootte van de oppervlaktes rond de heipaal waarbinnen het onderwatergeluid kan leiden tot vermijdingsgedrag gezien vele onzekerheden in berekeningen en grenswaarden.

Tabel 12: Berekend vermijdingsoppervlak (km^2) voor zeehonden en bruinvissen, rond de dertien heilocaties, voor twee hei-energieën en twee windsnelheden.

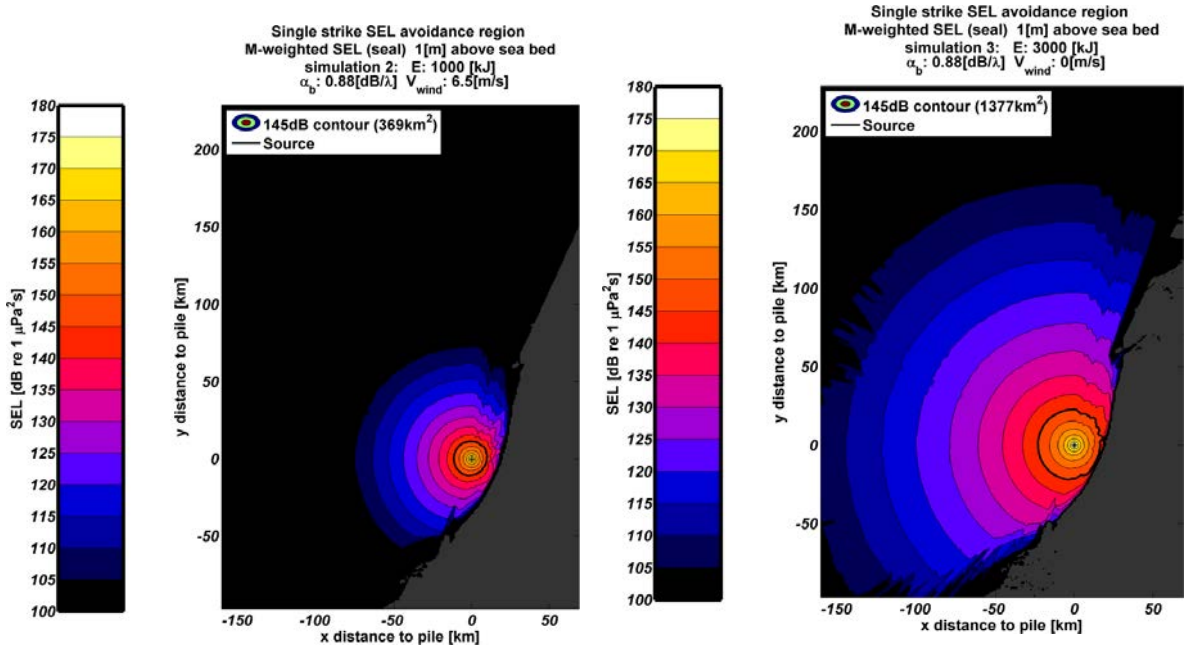
	Dier	**Zeehond**				**Bruinvis**			
	Hei-energie [kJ]	1000	1000	3000	3000	1000	1000	3000	3000
	Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5	0	6,5	0	6,5
IJmuiden Ver	locatie 1	1268	773	2714	1523	2920	1657	5633	2980
Hollandse Kust Noord	locatie 2	866	519	1661	901	1752	966	3151	1551
	locatie 3	635	327	1233	556	1290	587	2289	948
	locatie 4	880	501	1819	913	1930	976	3509	1710
	locatie 5	997	606	2014	1078	2143	1147	4051	1950
Hollandse Kust Zuid	locatie 6	702	369	1377	654	1451	689	2545	1132
	locatie 7	862	514	1643	902	1734	951	3067	1523
	locatie 8	834	472	1663	839	1756	892	3096	1489
	locatie 9	1018	582	2102	1111	2229	1184	4147	2052
Hollandse Kust West	locatie 10	1270	785	2674	1532	2870	1653	5396	2925
	locatie 11	1144	684	2420	1310	2581	1409	4637	2516
	locatie 12	1182	727	2455	1382	2623	1490	4963	2560
	locatie 13	1297	815	2701	1567	2896	1700	5567	2956

Volgens de werkwijze uit het KEC kan het aantal verstoorde dieren per hei-dag bepaald worden door het gemiddelde van de berekende verstoringsoppervlakken met en zonder wind te vermenigvuldigen met het de geschatte lokale dichtheid van de betreffende diersoort. Hier zal per soort naar de twee uitersten worden gekeken (0m/s en 3000KJ t.o.v. 6,5m/s en 1000KJ).

Zeehonden

De effecten van onderwatergeluid door heiwerkzaamheden op aantallen zeehonden worden berekend voor de gewone zeehond. Op basis van Nedwell et al. (2004) en zoals uitgegaan in het KEC is de verstoringsafstand voor grijze zeehond gelijk of minder dan die van de gewone zeehond omdat de gewone zeehond gevoeliger is voor geluid dan de grijze zeehond. Op zeer korte afstand van de heiwerkzaamheden is het geluidniveau en daarmee samenhangende drukgolf zo hoog dat sterfte of

verwondingen mogelijk zijn (PTS). De afstand waarbinnen dit kan plaatsvinden bij zeehonden is kleiner dan bij bruinvissen omdat ze minder gevoelige zijn voor onderwatergeluid. PTS kan (en moet) worden vermeden door mitigerende maatregelen te nemen.



Figuur 22: Berekende verdeling van SEL1,W op een diepte van 1 m boven de zeebodem voor locatie 6 (Hollandse Kust Zuid) als voorbeeld van een locatie dicht bij de kust voor 1000KJ hei-energie en windsnelheid 6,5 m/s (links, minimale effect) en 3000KJ hei-energie en 0 m/s (rechts, maximale effect) als uitersten van de bandbreedte. De heilocatie is weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnt toont de contour waarbinnen de drempelwaarde voor mijding wordt overschreden voor zeehonden.

De verstoringscontouren rondom de uitbreidingsstrook van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord kunnen binnen de Noordzeekustzone vallen afhankelijk van de condities. Indirecte effecten kunnen ook aan de orde zijn voor alle Natura 2000-gebieden, doordat verstoring elders de populatie kan beïnvloeden. En aangezien de populatie gewone en grijze zeehonden van een groot deel van de Noordzee gebruikmaken, kan dit van invloed zijn op de aantallen zeehonden die in de Doggersbank, Klaverbank, Oosterschelde, Vlakte van de Raan, Voordelta, Waddenzee en Westerschelde voorkomen.

Naast effecten van vermijding met name voor het Natura 2000-gebied de Noordzeekustzone kan ook de migratieroute van zeehonden tussen de Waddenzee en de Voordelta worden beïnvloed door heien met als gevolg dat de migratie tussen de twee gebieden wordt afgesloten. Uit Figuur 22 blijkt dat afhankelijk van de condities (hei-energie en windsnelheden) de migratieroute van zeehonden kan worden afgesloten, met name bij hoge hei-energie en lage windsnelheid (zie contouren Bijlage 2).

Rekening houdend met een totale Nederlandse populatie van 7066 gewone zeehonden (zie 4.2.2), een worst-case dichtheid van het aantal dieren/km^2 gebaseerd op Brasseur et al. (2012) en de vermijdingsoppervlakten, kan het aantal beïnvloede zeehonden worden berekend (zonder mitigatie) en gerelateerd worden aan de Nederlandse populatie voor de verschillende locaties.

Per jaar, in drie achtereenvolgende jaren, zal 700 MW aan vermogen worden gebouwd, waarbij voor de kustzones (de kavels van Hollandse Kust Zuid en Noord die (gedeeltelijk) binnen de 12 mijlszone liggen) de laatste 2 jaar van belang zijn. Kijkend naar de bandbreedte betekent dat een totaal van 175 turbines/funderingen bij 4 MW en 70 turbines/funderingen bij 10 MW. Het bouwen van grotere turbines (10

MW) zal gebeuren met een hogere hei-energie (3.000kJ vs 1.000 kJ) en beïnvloedt daardoor een grotere verstoringsoppervlakte. Echter, de totale tijdsduur waarover turbines met groter vermogen worden gebouwd, is een stuk korter en het aantal turbines substantieel kleiner. Daarmee is het aantal bruinvissen/zeehonden dat gedurende langere tijd verstoord zal worden (aantal dierverstoringsdagen), kleiner.

In de MERren bij de kavelbesluiten voor windenergiegebied Borssele (Grontmij & Pondera, 2015) is per seizoen aangegeven wat de maximale geluidsbelasting mag zijn gerelateerd aan de bouw van een bepaald aantal turbinepalen. Er wordt uitgegaan van drie seizoenen: januari t/m mei, juni t/m augustus en september t/m december. Alleen in het seizoen januari t/m mei wordt bij meer dan 77 turbine palen een verbod op geluidsproductie opgelegd. Voor de overige seizoen gecombineerd met het aantal turbinepalen loopt de geluidsnorm uiteen van 160 tot 172 dB re µPa2s SEL1 op 750 meter van de geluidsbron. Een vergelijkbaar voorschrift kan worden uitgewerkt in de MER bij de kavelbesluiten voor Hollandse Kust.

Tabel 13: Overzicht van aantallen beïnvloede dieren op basis van dichtheden afgeleid uit Brasseur et al. 2012 en gerelateerd aan de Nederlandse populatie van 7066 dieren. In het kader zijn links de minimale aantallen en rechts de maximale aantallen aangegeven.

Locatie en kenmerken			Aantallen zeehonden/km^2				Percentage Nederlandse populatie			
Hei-energie [kJ]			1000	1000	3000	3000	1000	1000	3000	3000
Windsnelheid [m/s]	**Locatie**	**Zeehonden-dichtheid (aantal/km)**	0	6,5	0	6,5	0	6,5	0	6,5
IJmuiden Ver	**locatie 1**	0,05	63	39	136	76	0,9	0,5	1,9	1,1
Hollandse Kust Noord	**locatie 2**	0,25	217	130	415	225	3,1	1,8	5,9	3,2
	locatie 3	0,25	159	82	308	139	2,2	1,2	4,4	2,0
	locatie 4	0,075	66	38	136	68	0,9	0,5	1,9	1,0
	locatie 5	0,075	75	45	151	81	1,1	0,6	2,1	1,1
Hollandse Kust Zuid	**locatie 6**	0,25	176	92	344	164	2,5	1,3	4,9	2,3
	locatie 7	0,07	60	36	115	63	0,9	0,5	1,6	0,9
	locatie 8	0,07	58	33	116	59	0,8	0,5	1,6	0,8
	locatie 9	0,05	51	29	105	56	0,7	0,4	1,5	0,8
Hollandse Kust West	**locatie 10**	0,05	64	39	134	77	0,9	0,6	1,9	1,1
	locatie 11	0,05	57	34	121	66	0,8	0,5	1,7	0,9
	locatie 12	0,05	59	36	123	69	0,8	0,5	1,7	1,0
	locatie 13	0,05	65	41	135	78	0,9	0,6	1,9	1,1

Uit Tabel 13 blijkt dat ook bij de meest ideale condities (lage hei-energie en hoge windsnelheid) het aantal beïnvloede zeehonden substantieel is en in de locaties dichtbij de kust ver boven 1% van de populatie vallen. De beïnvloede aantallen bij vermijding zijn veel minder wanneer 1) de hei-energie lager is; 2) er minder palen worden geplaatst; 3) er verder weg van de kust wordt gewerkt en 4) er mitigerende maatregelen worden genomen om PTS tegen te gaan (omdat individuen het gebied zullen ontwijken en

mogelijk verder wegzwemmen dan de vermijdingscontour reikt). PTS is niet aan de orde als er mitigerende maatregelen zoals een soft start en ADD worden gebruikt.

Het aantal beïnvloede grijze zeehonden zal minder zijn dan het aantal beïnvloede gewone zeehonden omdat deze minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid.

Beoordeling zeehonden
De verstoringscontour rondom de uitbreidingsstroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord kan gedeeltelijk overlappen met Noordzeekustzone met een IHD voor de grijze zeehond en de gewone zeehond, zodat de aantallen tijdens aanlegwerkzaamheden direct kunnen worden beïnvloed, afhankelijk van de condities. Ook is er zeker sprake van externe effecten op de populatie, omdat de zeehonden ook buiten de Natura 2000-gebieden foerageren en migreren. Zonder mitigerende maatregelen kunnen zeehonden buiten de Natura 2000 gebieden directe schade ondervinden van de heiwerkzaamheden. Effecten zijn niet verwaarloosbaar en significantie is moeilijk te bepalen, omdat er nog geen uitgewerkt en algemeen gebruikt populatiemodel voor zeehonden beschikbaar is zoals dat wel het geval is voor bruinvissen. Vanuit het voorzorgsprincipe kunnen significante effecten op zeehonden niet worden uitgesloten. Op planMER niveau worden algemene mitigerende maatregelen en voorschriften beschreven, zie hoofdstuk 5. In de MERren bij de kavelbesluiten worden deze waar mogelijk uitgewerkt tot locatie-specifieke mitigerend maatregelen en voorschriften.

De verstoringscontour voor vermijding kan overlappen met de migratieroute langs de kust, afhankelijk van de omstandigheden. Er is een kleine strook waar zeehonden wel kunnen passeren maar bij grote hei-energie en lage windsnelheden bestaat de kans dat deze strook te smal is om de gewenste uitwisseling tussen de Waddenzee en Deltagebied te garanderen. Daarnaast kan eventuele fysieke schade optreden. Mitigerende maatregelen moeten worden genomen om PTS en directe schade en dood te vermijden. Ook in cumulatie zullen naar verwachting significante effecten optreden (zie hoofdstuk 6). Effecten zijn zodanig in beide varianten dat er geen onderscheid in beoordeling kan worden gemaakt.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Gewone zeehond	**0**	--	--
Grijze zeehond	**0**	--	--

Bruinvis
Voor bruinvissen zijn over het algemeen geen plekken voor windparken aan te wijzen die beter of slechter zijn; de soort migreert en foerageert door de hele Noordzee, waarbij ze in de herfst, winter en vroege voorjaar vooral langs de kust worden waargenomen en in de zomer midden op zee. De verstoringsafstand van heiwerkzaamheden de stroken van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord in de 12-mijlszone kan tot in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone reiken afhankelijk van de condities. De bruinvis is echter niet gebonden aan de Natura 2000-gebieden, maar maakt gebruik van de hele Noordzee. Er moet dus ook rekening worden gehouden met externe effecten op andere Natura 2000 gebieden, namelijk De Doggersbank, de Klaverbank en de Vlakte van de Raan.

De totale opgave van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord zal in drie aansluitende jaren worden gerealiseerd, waarbij 2 windparken (van ieder 350 MW) per jaar worden aangelegd. Er blijken geen eenduidige resultaten naar voren te komen uit de verschillende effectstudies van het gedrag van bruinvissen op heigeluid wat betreft de duur van de effecten. In een studie naar de reactie van bruinvissen bij het Deense windpark Nysted was er een zeer sterke afname van bruinvissen tijdens de bouw en een zeer geringe mate van herstel. Bij eenzelfde studie bij het Deense windpark Horns Rev kwamen

bruinvissen na de bouw wel snel terug (Teilmann et al. 2006). Dit verschil is niet eenduidig te verklaren, maar als opties worden genoemd de locatie van de windparken (beschutte baai bij Nysted versus open zee bij Horns Rev), de mate van achtergrondgeluid en geschiktheid als foerageergebied. Andere studies in Deense en Duitse windparken tonen aan dat er na 12 tot 24 uur na het heien al bruinvisactiviteit is en dat na een paar dagen de bruinvissen activiteit weer op normaal niveau is (Brandt et al. 2012, Dähne et al. 2013 en Diederichs et al. 2014). Deze resultaten zijn indicatief omdat bijvoorbeeld de bruinvisreactie individueel is en afhankelijk van de afstand tot de heilocatie.

Rekening houdend met een worst-case dichtheid die per seizoen verschil tussen 1,42 en 0,4 dieren/km^2 (KEC, 2015c) en de verstoringsoppervlakten (Bijlage 2) voor vermijding zoals berekend door de Jong & Binnerts (2015), kan het aantal beïnvloede bruinvissen worden berekend (Tabel 3). Uit Tabel 14 blijkt dat het aantal beïnvloede bruinvissen:

- het grootst is bij ver afgelegen locaties omdat het onderwatergeluid bij grotere diepte een grotere verspreiding heeft en het beïnvloede oppervlakte dus groter is;
- afhankelijk is van seizoen omdat er in het voorjaar meer bruinvissen voorkomen dan in het najaar/winter;
- afhankelijk is van het aantal te plaatsen palen.

Per jaar, in drie achtereenvolgende jaren, zal 700 MW aan vermogen worden gebouwd, waarbij voor de kustzones (de kavels van Hollandse Kust Zuid en Noord die (gedeeltelijk) binnen de 12 mijlszone liggen) de laatste 2 jaar van belang zijn. Kijkend naar de bandbreedte betekent dat een totaal van 175 turbines/funderingen bij 4 MW en 70 turbines/funderingen bij 10 MW. Het bouwen van grotere turbines (10 MW) zal gebeuren met een hogere hei-energie (3.000kJ vs 1.000 kJ) en beïnvloedt daardoor een grotere verstoringsoppervlakte. Echter, de totale tijdsduur waarover turbines met groter vermogen worden gebouwd, is een stuk korter en het aantal turbines substantieel kleiner. Daarmee is het aantal bruinvissen dat gedurende langere tijd verstoord zal worden (aantal dierverstoringsdagen), kleiner.

In de MERren bij de kavelbesluiten voor windenergiegebied Borssele (Grontmij & Pondera, 2015) is per seizoen aangegeven wat de maximale geluidsbelasting mag zijn gerelateerd aan de bouw van een bepaald aantal turbinepalen. Er wordt uitgegaan van drie seizoenen: januari t/m mei, juni t/m augustus en september t/m december. Alleen in het seizoen januari t/m mei wordt bij meer dan 77 turbine palen een verbod op geluidsproductie opgelegd. Voor de overige seizoen gecombineerd met het aantal turbinepalen loopt de geluidsnorm uiteen van 160 tot 172 dB re µPa2s SEL1 op 750 meter van de geluidsbron. Een vergelijkbaar voorschrift kan worden uitgewerkt in de MER bij de kavelbesluiten voor Hollandse Kust.

Tabel 14: Berekening van het aantal beïnvloede bruinvissen als gevolg van de heiactiviteiten afhankelijk van locatie, windsnelheden, hei-energie en seizoen.

		Voorjaar (1,42 ind/km^2)				Najaar (0,4 ind./km^2)			
	Hei-energie [kJ]	1000	1000	3000	3000	1000	1000	3000	3000
	Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5	0	6,5	0	6,5
IJmuiden Ver	**locatie 1**	4146	2353	7999	4232	1168	663	2253	1192
Hollandse Kust Noord	**locatie 2**	2488	1372	4474	2202	701	386	1260	620
	locatie 3	1832	834	3250	1346	516	235	916	379
	locatie 4	2741	1386	4983	2428	772	390	1404	684
	locatie 5	3043	1629	5752	2769	857	459	1620	780
Hollandse Kust Zuid	**locatie 6**	2060	978	3614	1607	580	276	1018	453
	locatie 7	2462	1350	4355	2163	694	380	1227	609
	locatie 8	2494	1267	4396	2114	702	357	1238	596
	locatie 9	3165	1681	5889	2914	892	474	1659	821
Hollandse Kust West	**locatie 10**	4075	2347	7662	4154	1148	661	2158	1170
	locatie 11	3665	2001	6585	3573	1032	564	1855	1006
	locatie 12	3725	2116	7047	3635	1049	596	1985	1024
	locatie 13	4112	2414	7905	4198	1158	680	2227	1182

PTS is echter niet aan de orde als er mitigerende maatregelen zoals een soft start of ADD worden gebruikt. De vermijdingsafstanden zijn beduidend groter dan die voor PTS en de aantallen beïnvloede bruinvissen zijn daarom ook groter. De aantallen zullen veel lager zijn wanneer er mitigerende maatregelen worden genomen zoals soft start en ADD en er rekening wordt gehouden met seizoenen.

Beoordeling bruinvis

Voor bruinvissen mag er in ieder geval geen permanent negatief effect op de populatie zijn en mag de populatieomvang in cumulatie niet met meer dan 5% (of maximaal 1275 dieren) afnemen. De soort migreert over de hele Noordzee. Bij alle studies naar effecten van heien op bruinvis was er sprake van verstoring tijdens de bouw, zodat het werkgebied en het effectgebied dan ongeschikt is voor bruinvissen. De bruinvis kan niet foerageren en moet uitwijken naar verstoringsvrije delen van de Noordzee. Vooral in de periode dat veel bruinvissen aanwezig zijn in de zuidelijke Noordzee (vroege winter tot begin lente) kan een groot deel van de populatie hierdoor beïnvloed worden omdat zij een voldoende groot foerageergebied, zonder veelvuldige verstoring, nodig hebben.

Zonder mitigerende maatregelen kunnen bruinvissen directe schade ondervinden van de heiwerkzaamheden en wordt een aantal dieren verstoord. Dit kan doorwerken op populatieniveau en een reductie van de populatie veroorzaken. Voor bruinvissen wordt uitgegaan van één dichtheid voor het zuidelijke gedeelte van het NCP per seizoen (KEC, 2015 c). Uit de MER Borssele (Grontmij& Pondera, 2015) bleken voor de aanleg van een windpark van 350 MW, waarbij mitigatie werd toegepast, geen effecten te zijn op populatieniveau voor bruinvissen. Uitgaand van één dichtheid voor bruinvissen voor het

gehele NCP per seizoen, kan worden aangenomen dat effecten op bruinvissen vergelijkbaar zullen zijn. Omdat het oppervlakte voor de uitbreidingsstroken veel minder is, zal de populatiereductie door de aanleg in de uitbreidingstroken binnen de vooropgestelde norm blijven en zijn effecten niet significant.

Op planMER niveau worden algemene mitigerende maatregelen en voorschriften beschreven, zie hoofdstuk 5. In de MERren bij de kavelbesluiten worden deze waar mogelijk uitgewerkt tot locatie-specifieke mitigerend maatregelen en voorschriften. Wat zeker te verwachten is, is dat door de uitbreiding van de kavels van Hollandse Kust Zuid en Noord, die (gedeeltelijk) binnen de 12 mijlszone liggen, de populatiereductie alleen onder de 1275 dieren blijft. Door mitigerende maatregelen te nemen wordt PTS vermeden en zal er geen directe reductie van de populatie door dood en verwonding plaatsvinden. Wel kan er nog steeds een reductie van de populatie door andere verstoring (TTS en vermijding) optreden. In cumulatie kunnen effecten echter wel significant negatief zijn (hoofdstuk 6). Effecten zijn zodanig in beide varianten dat er geen onderscheid in beoordeling kan worden gemaakt.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Bruinvis	**0**	**-**	**-**

Vergelijking met beoordeling zeezoogdieren Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord

Ten opzichte van de planMER en PB voor Hollandse Kust Zuid en Noord zijn de uitbreidingsstroken toegevoegd en is alleen de beïnvloede oppervlakte vergroot. Het aantal te heien palen blijft hetzelfde, waardoor het effect (onderwatergeluid) op zeezoogdieren ook hetzelfde blijft. De dichtheden van zeezoogdieren, zowel bruinvissen als gewone en grijze zeehonden, zijn niet fundamenteel anders in de uitbreidingsstroken dan in de volledige Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord gebieden. De uitbreidingsstroken hebben ook geen speciale of andere functie voor bruinvissen of zeehonden. Derhalve zijn de effecten niet fundamenteel anders dan beschreven in de planMER en de PB voor Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord.

Vissen

In de Noordzee komen enkele beschermde trekvissoorten voor waarvoor Natura 2000-gebieden zijn aangewezen volgens Annex II van de Habitatrichtlijn. Het gaat hier om zeeprik, rivierprik, elft, fint en zalm, onder andere beschermd in Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. Vissen dienen als voedsel voor zeezoogdieren. Het geluid dat door heien wordt geproduceerd, kan door vissen worden waargenomen en tot gedragseffecten leiden. Indien vissen hinder van heiwerkzaamheden ondervinden zijn zij in staat om weg te zwemmen. Fysieke of fysiologische effecten omvatten in theorie tijdelijke of permanente schade aan de zwemblaas, bloedvaten of het gehoorapparaat.

Bij vissen wordt onderscheid gemaakt in gehoorspecialisten, waartoe soorten behoren met een relatief lage gehoordrempel en hoge gevoeligheid voor geluid (en zwemblaas), en gehoorgeneralisten: soorten die geen zwemblaas hebben of waarbij speciale structuren voor een efficiënte geluidsoverdracht ontbreken. De meeste bodemvissen, zoals platvissen en grondels, zijn gehoorgeneralisten terwijl de meeste vissen die hoger in de waterkolom leven zoals rondvissen gehoorspecialisten zijn.

In verschillende studies zijn de effecten van heien op vissen beschreven. In een studie naar onderwaterheien in Zuid-Californië werden effecten op vissen in een experimentele opstelling onderzocht door vissen op verschillende afstanden bloot te stellen aan het door heiactiviteiten veroorzaakte geluid (Hastings & Popper 2005). Op afstanden tot 12 m van de bron resulteerde dat in de onmiddellijke dood van de vissen. Tot op 1 km afstand werden vissen aangetroffen met dusdanige verwondingen dat ze daaraan op korte termijn zouden doodgaan. Op basis van deze waarnemingen en andere onderzoeken zijn door de American Fisheries Hydroacoustic Working Group (FHWG) op grond van een aantal *worst case* aannamen drempelwaarden voor tijdelijke gehoordrempelverschuiving bij grotere vissen (> 2 gram

versgewicht) en kleine vissen (< 2 gram versgewicht) van respectievelijk SEL 187 en 183 dB 1 re µPa2s voorgesteld (Oestman et al. 2009). Heinis (2013) heeft in samenwerking met TNO voor kleine en grote vissen de drempelwaarden voor tijdelijke gehoordrempelverschuiving door heien bepaald. Hierbij hebben ze gebruik gemaakt van de gegevens van FHWG.

Daarnaast zijn er publicaties waaruit blijkt dat vissen na blootstelling aan zeer hoge niveaus met aan heiklappen overeenkomend pulsgeluid nog geen schade oplopen (Halvorsen et al. 2012a en b). Bij Trinectes maculatus, een (Amerikaanse) platvissoort zonder zwemblaas werden bij een cumulatieve SEL van 216 dB re 1 µPa2s geen effecten gevonden. Vissen met een zwemblaas bleken wat gevoeliger, maar ook deze vissen (meerdere soorten) bleken aan een cumulatieve SEL van circa 207 dB re 1 µPa2s te kunnen worden blootgesteld zonder schade op te lopen. De auteurs concluderen op grond van deze resultaten in Halvorsen et al. (2012b) dat de door de FHWG voorgestelde criteria te conservatief zijn. Ook Bolle et al. (2011 en 2012) hebben onderzoek verricht naar effecten van heien op larven van tong en komen tot de conclusie dat de waarde van 183 dB re 1 µPa²s voor de TTS grens bij vissen <2 gram bij waarschijnlijk te conservatief is.

Het lijkt er op dat vissen minder gevoelig voor onderwatergeluid zijn dan door de FHWG is verondersteld. Een recente studie naar de effecten van heien laat zien dat er geen significant verschil is in mortaliteit van een juveniele zeebaars die wel en een juveniele zeebaars die niet wordt blootgesteld aan de heiklap. Tijdens dit experiment was de geluidsdruk waaraan de juveniele zeebaars werd bloot gesteld rond de 210 decibel met een frequentie van 125-200 Hz (Debusschere et al. 2014). Dit duidt erop dat effecten door onderwatergeluid op vissen minimaal zijn en dat vissen ook een hogere blootstelling kunnen verdragen dan eerder gedacht. Voorlopig zijn de door deze groep voorgestelde criteria echter nog niet aangepast en daarom worden ze hier voorzichtigheidshalve als maatgevend voor het mogelijk optreden van tijdelijke effecten op het gehoor van vissen beschouwd (Tabel 15).

Tabel 15: Criteria voor het inschatten van effecten als gevolg van heien op vissen (Heinis, 2013)

Soort	Type effect	Waarde (dB re 1 µPa²s)	Bron
vissen (< 2 gram)	grens voor TTS	183	FHWG (2008)
vissen (> 2 gram)	grens voor TTS	187	FHWG (2008)

De FHWG drempelwaarden voor het optreden van tijdelijke effecten op het gehoor van vissen liggen met een SEL van 187 en 183 dB 1 re µPa2s voor respectievelijk grote en kleine vissen beduidend boven die voor TTS-onset van bruinvissen en zeehonden (zie Tabel 11). Uitgaande van (*worst case*) dat vissen niet van het geluid zullen wegzwemmen, ligt de TTS-afstand voor vissen groter dan 2 gram op een afstand van maximaal 0,1 km. Voor kleine vissen (larven, broed en eieren) ligt deze op een afstand tussen de 0,1 en 0,5 km.

Het aantal trekvissen dat kan worden beïnvloed is gezien de beperkte reikwijdte van de effecten ten opzichte van de totale NCP populatie verwaarloosbaar (Heinis 2013). Met name verstoring op migratieroutes kan tot effecten op de populaties van trekvissen leiden. De Habitatrichtlijnsoorten migreren tussen zoet en zout water. De kennis over de verspreiding van deze soorten in de Noordzee is zeer beperkt. Het gebied langs de kust wordt niet als belangrijkste intrekpunt voor riviertrekvissen aangewezen (Leopold et al. 2013). Er wordt op basis van huidige kennis aangenomen dat de Nederlandse EEZ van ondergeschikt belang is voor de zalm, zeeprik en rivierprik. Van de fint en elft is dit niet bekend, maar voor deze soorten wordt evenmin waarschijnlijk geacht dat de Nederlandse EEZ van belang is (Ter Hofstede et al. 2008; Prins et al. 2008). Het is niet uitgesloten dat er migratieroutes langs de kust aanwezig zijn. De aanwezigheid van migratieroutes op open zee wordt niet waarschijnlijk geacht. De belangrijkste knelpunten voor de huidige instandhouding van de beschermde trekvissen zijn de kwaliteit,

bereikbaarheid en beschikbaarheid van zoetwater habitats. Mede om die reden worden significante effecten van de aanleg van windparken op deze soorten niet verwacht (Boon et al. 2012).

Het leefgebied van de bodemgebonden soorten wordt wel tijdelijk ongeschikt waardoor een beperkt habitatverlies optreedt. De oppervlaktes die beïnvloed worden en verloren gaan zijn echter verwaarloosbaar klein in vergelijking met het beschikbare habitat op het NCP. In het gebied vindt ook boomkorvisserij plaats waardoor er regelmatig verstoring van de bodem is. Boomkorvisserij is dus een veel grotere verstoring van habitat dan de aanleg en het gebruik van de uitbreidingsstrook van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord. Er treedt geen doorwerking van het effect op hogerop in de voedselketen voor Natura 2000 soorten.

Beoordeling vissen
Er kunnen beperkte effecten op trekvissen optreden als gevolg van de aanleg. Deze effecten worden als minimaal en zeker niet significant ingeschat omdat slechts een beperkt oppervlakte wordt beïnvloed door de uitbreidingsstroken waarbij een beperkt aantal trekvissen naar verwachting aanwezig is. De 10-12 NM stroken zijn geen belangrijke gebieden voor trekvissen en de belangrijkste intrekpunten van Nederland liggen elders. Door *soft start*, waarbij de geluidsniveaus langzaam worden opgevoerd, krijgen grotere vissen de kans weg te zwemmen, zodat effecten geminimaliseerd worden. Significante effecten op trekvissen zijn op voorhand uit te sluiten en de varianten zijn door het geringe oppervlak niet onderscheidend.

Het leefgebied van de bodemgebonden soorten wordt tijdelijk ongeschikt waardoor een beperkt habitatverlies optreedt. De oppervlaktes die beïnvloed worden en verloren gaan zijn echter verwaarloosbaar klein in vergelijking met het beschikbare habitat op het NCP. Effecten van habitatverlies op vissen worden als niet-significant beoordeeld. De varianten zijn door het geringe oppervlak niet onderscheidend.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Vissen	**0**	**-**	**-**

Vislarven

Viseieren en vislarven kunnen bij hoge geluidniveaus effecten van onderwatergeluid ondervinden. De eieren drijven passief in het water en hebben geen voorbewegingsmogelijkheden en kunnen dus niet ontsnappen bij hoge geluidsintensiteit (Van Damme et al. 2011). Vislarven kunnen in een gebied tot op een bepaalde afstand van het heipunt sterven, waardoor een verminderde aanvoer optreedt van vislarven in de opgroeigebieden langs de kust, de Deltawateren en de Waddenzee. Dit kan leiden tot een verminderd aanbod van juveniele vissen als stapelvoedsel voor broedende meeuwen en sterns, maar ook voor zeezoogdieren zoals zeehonden en bruinvis.

Ten opzichte van aannames in eerdere MERren en PB's voor windparken op zee (Prins et al., 2008, Arends et al., 2008, Royal HaskoningDHV, 2014) kan gesteld worden dat de effecten veel geringer zijn, zodanig zelfs dat er geen belangrijke invloed resteert. Uit de recente vislarvenonderzoeken wordt geconcludeerd dat er geen reden is om aan te nemen dat onderwatergeluid door heien van funderingspalen leidt tot negatieve effecten op vislarven (Bolle et al. 2014). In het geval dat er nog enige sterfte optreedt in de directe omgeving van de heilocatie, zijn de effecten dermate lokaal dat de doorwerking op de aanwas van juveniele vis zeker niet aan de orde is.

Naast populatie-effecten zou de doorwerking van vislarvensterfte eventueel kunnen leiden tot een verminderde aanvoer van larven en juvenielen van belangrijke prooivissen voor beschermde visetende

vogels en zeezoogdieren en een verminderde kraamkamerfunctie van Natura 2000-gebieden. De effecten van de verminderde larvenaanvoer na doorwerking op de meest gevoelige vogelsoorten en zeezoogdieren blijven zeker onder de 1% op populatieniveau . Dit betekent dat uitgesloten kan worden dat significante effecten optreden op de IHD van Natura 2000-gebieden.

Beoordeling vislarven
Effecten op vislarven als gevolg van de aanleg zijn verwaarloosbaar en zeker niet significant. De effecten zijn lokaal en doorwerking op de aanwas van juveniele vis is niet aan de orde. Daarmee zijn ook effecten op de voedselketen voor Natura 2000 soorten niet aan de orde. De varianten zijn door het geringe oppervlak niet onderscheidend.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Vislarven	**0**	**0**	**0**

Vogels

Als gevolg van beweging en geluid in de aanlegfase kan verstoring van ter plaatse foeragerende vogels optreden. Indirect kunnen effecten optreden via de voedselketen als er effecten op vissen of benthos zijn. Uit de beoordelingen voor vissen, vislarven en benthos (zie vorige paragrafen) blijkt dat deze effecten op voedsel voor vogels minimaal en zeker niet significant zijn. Daarom zijn er geen indirecte significante effecten op (zee-)vogels via de voedselketen. Verstoring van ter plaatse foeragerende vogels leidt tot tijdelijk verlies aan leefgebied.

Beoordeling vogels
Er kunnen beperkte effecten op vogels optreden door de het verlies aan habitat en verstoring door onderwatergeluid tijdens het foerageren. Deze effecten zijn verwaarloosbaar, lokaal en tijdelijk en worden als niet significant beoordeeld.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Vogels	**0**	**0**	**0**

4.3.2 Aanwezigheid windparken

Zeezoogdieren

Tijdens de gebruiksfase kunnen verstorende effecten als gevolg van het onderwatergeluid en bovenwatergeluid als gevolg van de windturbines en scheepvaart optreden, Voor het onderhoud van de windturbines in de gebruiksfase zullen schepen regelmatig in het gebied aanwezig zijn. Verder zijn positieve effecten mogelijk doordat binnen het windpark een refugium wordt gecreëerd voor vissen en zeezoogdieren.

Het onderwatergeluid dat bij een operationeel windpark optreedt, is sterk afhankelijk van het type turbine, de fundering en de waterdiepte. Het onderwatergeluid onder andere veroorzaakt door de passage van roterende bladen langs de mast en door golven tegen de mast. Via de mast worden de geluiden aan de bodem en het water overgedragen. Het geluid ligt in een bandbreedte van 80–150 dB re 1 µPa, op golflengtes die door vis en zeezoogdieren hoorbaar zijn (Bergström et al. 2014). Zeehonden en bruinvissen worden niet verstoord door de visuele aanwezigheid van windturbines en het boven water geproduceerde geluid (Koschinski et al. 2003 gerefereerd in Boon et al. 2012). Hierdoor zijn effecten van

bovenwatergeluid door turbines op zeezoogdieren met zekerheid uit te sluiten en worden niet verder besproken per zeezoogdieren soort (zeehond en bruinvis).

Gewone zeehond/Grijze zeehond

Onderwatergeluid
Uit de onderzoeksresultaten van studies naar effecten van operationele windparken op zeehonden kan niet eenduidig worden opgemaakt of, en in welke mate operationele windparken een effect hebben op de aanwezigheid en het foerageer- en migratiegedrag van zeehonden.

De monitoringprogramma's (onder andere bij OWEZ) duiden erop dat de zeehonden de windparken niet vermijden, want er zijn waarnemingen van de dieren binnen de parken (Lindeboom et al. 2011). Hierbij moet enige voorzichtigheid in acht worden genomen vanwege methodologische beperkingen (zichtwaarnemingen/ telemetrie (juistheid posities)). Dat zeehonden in de windparken voorkomen, wil niet zeggen dat hun gedrag niet wijzigt. Skeate et al. (2012) zagen een duidelijk verschil in verspreiding van gewone zeehond voor en na de aanleg van een windpark, maar dit heeft waarschijnlijk meer te maken met toenemende competitie met grijze zeehonden. Tougaard et al. (2006) zagen geen verschil in dichtheden, terwijl Lindeboom et al. (2011) zowel zeehonden binnen en buiten het windpark heeft waargenomen, maar gedragsveranderingen niet geheel uitsluiten.

Het is lastig om onderzoeksresultaten van effecten van onderwatergeluid gegenereerd door operationele windparken onderling te vergelijken omdat onderwatergeluid afhankelijk is van diepte, type fundering en type turbine. Prins et al. (2008) en Boon et al. (2012) concluderen dat operationele windparken een verwaarloosbaar effect hebben op de verspreiding van zeehonden. Een recente studie toont aan dat zeehonden foerageren tussen de windturbines in windparken op de Noordzee (Russell et al. 2014) waaruit afgeleid kan worden dat op de Noordzee zeehonden niet gestoord zijn door de aanwezigheid van windparken. Zoals eerder aangegeven zullen in gebieden met veel menselijke activiteit effecten minder groot zijn dan in meer natuurlijke gebieden.

Er is geen onderzoek gedaan naar gedragsverandering van de grijze zeehond. Naar grote waarschijnlijkheid is de verstoringsafstand voor grijze zeehond gelijk of minder, gebaseerd op een studie van Nedwell et al. (2004) waarin blijkt dat de gewone zeehond gevoeliger is voor geluid dan de grijze zeehond. In de PB wordt uitgegaan van de *worst case* situatie dat de eventuele gedragsverandering door de aanwezigheid van windturbines op gewone zeehond ook geldt voor de grijze zeehond.

Scheepvaart
Scheepvaart kan leiden tot verstoringseffecten op zeehonden. Een studie over effecten van een Trailer Suction Hopper Dredging vessels (TSHD) op de gewone zeehond toont aan dat het geluid geproduceerd door dit type schepen waarneembaar is voor de gewone zeehond in de bandbreedte 35 Hz tot 40 kHz (Nedwel et al. 2014). Er treden tijdelijke effecten zoals vermijding en verstoring op maar er zijn geen significante negatieve effecten voor zeehonden. In het kustgebied waar de uitbreidingsstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord komen te liggen is al veel scheepvaart aanwezig. De toename aan onderhoudsschepen t.b.v. de uitbreidingsstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord zullen minimale, tijdelijke en verwaarloosbare en zeker niet significante effecten opleveren.

Beoordeling gewonde zeehond/grijze zeehond
In praktijk foerageren zeehonden dichterbij de kust, maar er zijn ook zeehonden gesignaleerd in windparken waaruit is af te leiden dat zeehonden weinig last te hebben van de aanwezigheid van windparken. Significante (negatieve) effecten van operationele windparken op gewone en grijze zeehond kunnen worden uitgesloten. Uit studies blijkt dat de effecten van toename aan scheepvaart

verwaarloosbaar, lokaal en zijn zeker niet significant. Significante effecten van activiteiten tijdens de gebruiksfase op zeehonden zijn uitgesloten. De varianten zijn hierbij niet onderscheidend door het geringe verschil in oppervlak en het ontbreken van relevante effecten.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Gewone zeehond	**0**	**0**	**0**
Grijze zeehond	**0**	**0**	**0**

Bruinvis

Onderwatergeluid

Uit monitoringsresultaten blijkt dat er geen totale vermijding is van de bestaande windparken door bruinvissen en dat bruinvissen soms na enkele dagen na het heien weer in dezelfde mate aanwezig zijn in het gebied waar windparken zijn gebouwd (Brandt et al. 2012, Dähne et al. 2013 en Diederichs et al. 2014). Bruinvissen zijn in de windparken aanwezig, in hoeverre foerageer- en migratiegedrag wordt beïnvloed is onbekend.

Bij OWEZ werd een toename van activiteit van bruinvissen in het windpark waargenomen, zowel ten opzichte van locaties buiten het windpark als voorafgaande aan de aanleg van het windpark (Scheidat et al. 2011). Of er daadwerkelijk een toename is van bruinvissen ten gevolge van het windpark is onbekend; mogelijk hebben omgevingsfactoren (aanleg Windpark Prinses Amaliapark in nabijheid) of verschil in meetapparatuur of interpretatie van meetwaarden en individuele reacties ook een effect op het resultaat. Een toename van bruinvissen in het windpark is evenwel mogelijk (een positief effect) en kan te maken hebben met een eventuele verhoogde voedselbeschikbaarheid of ontwijken van andere, ernstiger verstoorde gebieden door bijvoorbeeld scheepvaart of visserijactiviteiten (rustgebieden) (zie kader refugium functie).

Refugium functie van windparken

Er wordt gesuggereerd dat de aanwezigheid van windparken een positief effect kan hebben op vissen, benthos, vogels en zeehonden via de voedselketen. Windparken kunnen verschillende positieve effecten hebben zoals habitattoename en het verschuilingseffect (Bailey et al. 2014). Door het nieuwe harde substraat (habitattoename) kunnen specifieke soorten zich vestigen, zoals mossel, zeelelies en anemonen maar ook krabben en zeesterren, die dan weer voedsel zijn voor vissen en zeezoogdieren (Bergström et al. 2014). In windparken zijn visserij (schepen >24 m en andere bodem beroerende activiteiten verboden (sheltering effect), zodat in theorie windparken als refugium en opgroeigebied kunnen dienen voor vis wat dan weer predatoren aantrekt. In dat geval zijn windparken een locatie waar gemakkelijk voedsel te vinden is. Recente studies bij de windparken OWEZ en Nysted kunnen het effect van toename aan vis verderop in de voedselketen van bijvoorbeeld zeehonden echter niet wetenschappelijk aantonen of er is geen gericht onderzoek naar gedaan. In de PB wordt dit eventuele positieve effect voor zeehonden dan ook alleen benoemd maar niet beoordeeld.

In het Deense windpark Nysted werd echter een verlaagde bruinvisactiviteit waargenomen (Tougaard et al. 2005; in Scheidat et al. 2011). Er wordt gedacht dat er mogelijk een na-effect is van de aanleg van het windpark, waarbij de bruinvissen niet meer terugkeren naar de locatie waar het extreme onderwatergeluid plaats had. Bruinvissen die toch in het windpark worden waargenomen, zouden dan van elders komen en de aanleg niet hebben meegemaakt. Maar mogelijk worden ze ook door het operationele geluid afgeschrikt. Bij het Deense windpark Horns Rev werd geen verschil in bruinvisactiviteit voor en na de aanleg gevonden (Tougaard & Cartensen 2011). In andere Duitse en Deense windparken is na enkele dagen een “normale” bruinvisactivteit vastgesteld (Brandt et al. 2012, Dähne et al. 2013 en Diederichs et al. 2014).Er zijn studies die gewenning aantonen, terwijl andere studies vermijding van bruinvissen in windparken beschrijven (Bergström et al. 2014). Uit de literatuur blijkt dat de effecten op bruinvissen afhangen van locatie, populatie, type windturbines en andere factoren zoals andere menselijke activiteiten

op zee en dat het lastig is eenduidige conclusies te trekken. Causale verbanden konden tot dusver niet worden aangetoond. Ook de omzetting van gemeten bruinvisactiviteit via T-Pods naar absolute dichtheden is niet mogelijk (Blew et al. 2006). Boon et al. (2012) concluderen dat de onderzoeksresultaten geen reden geven de algemene aanname dat 'operationele windparken een verwaarloosbaar effect hebben op de verspreiding van bruinvissen' aan te passen, zoals verwoord in Prins et al. (2008).

Uitgaande van een *worst case* vermijdingsafstand van circa 100 m (Pondera 2013) is sprake van een soortgelijke mate van effect als op zeehonden. Dit worst case scenario, afgaande op de resultaten uit binnen- en buitenlandse windparken is niet waarschijnlijk, zeker niet in de beperkte uitbreidingsstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord. In een best case leidt het windpark tot positieve effecten (zie zeehonden). Het te verwachten effect ligt binnen deze range.

Scheepvaart
Scheepvaart kan effecten van verstoring hebben op bruinvissen. Voor bruinvissen is er geen studie bekend, maar verwacht wordt dat effecten vergelijkbaar zijn met die op zeehonden en dus niet significant zijn. Bruinvissen zullen het continu geluid maar zullen er geen last van ondervinden. Bovendien vindt al veel scheepvaart plaats in het gehele kustgebied. Door de toename aan onderhoudsschepen voor de uitbreidingsstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord zullen effecten minimaal, tijdelijk en verwaarloosbaar zijn.

Beoordeling bruinvis
Mede vanwege de recente aangetoonde aanwezigheid van bruinvissen in bestaande windparken is het aannemelijk dat bruinvissen geen negatieve effecten ondervinden van windparken. Aansluitend bij de conclusies uit de Handreiking Passende Beoordeling (Boon et al. 2012) is daarom aangenomen dat het effect van operationele windparken op bruinvis verwaarloosbaar is. Significante effecten van operationele windparken op bruinvis kunnen worden uitgesloten. Effecten van scheepvaart voor onderhoud worden verwaarloosbaar beoordeeld en zijn zeker niet significant. Effecten van activiteiten tijdens de gebruiksfase op bruinvissen zijn uitgesloten. De varianten zijn hierbij niet onderscheidend door het geringe verschil in oppervlak ten opzichte van het NCP.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Bruinvis	**0**	**0**	**0**

Vogels

Specifieke berekeningen trek- en zeevogels
Gyimesi & Fijn (2015a, Bijlage 3) hebben voor deze planMER studie specifieke aanvaringsslachtofferberekeningen uitgevoerd voor de verschillende varianten van de uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust. De berekeningen zijn met het Extended Band-model uitgevoerd (Band 2012). Voor alle turbines wordt een onderste tiphoogte van 25 meter aangehouden. Voor de rotorspecificaties de waardes evenredig afgeleid zoals gebruikt bij berekeningen voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b).

Trekvogels

Uit de berekeningen zijn aantallen slachtoffers bepaald voor het voornemen van 2100 MW in windenergiegebied Hollandse Kust, in de routekaartvariant en de voorkeursvariant (Tabel 16). Trekvogels die Oost-West vliegen tussen Engeland en Nederland (bv. kleine zwaan) trekken als een breed front over

de Noordzee (zie samenvatting door Lensink & van der Winden 1997, Fijn & Poot, 2014). Daardoor is er geen sprake van specifieke trekbanen en is er geen aanleiding om tussen de verschillende varianten te differentiëren. Over trek op soortniveau boven de Noordzee is weinig bekend, dus ook niet over precieze trekbanen en aantallen. Wel bleek het uit eerdere radaronderzoeken dat de dichtheden van trekvogels (in het algemeen) dichterbij de kust hoger zijn dan verder op zee. Dit fenomeen is ook bekend van de kust bij IJmuiden, door het radaronderzoek van Van Gasteren *et al.* (2002), die vaststelden dat er een logaritmisch afnemende dichtheidsgradiënt in vogeldichtheden vanaf de kust bestaat. Deze auteurs hebben waarnemingen gedaan tot maximaal 8,5 km. Een recenter onderzoek laat zien dat het aantal vogels in de trekperiode op een afstand van 80 km van de kust ongeveer 60% is van het aantal vogels dat op 10-20 km (bij OWEZ windpark) vanaf de kust vliegt (Fijn et al. 2012). Voor Noord-Zuid trekkende soorten die afkomstig zijn uit de Waddenzee en richting het Kanaal vliegen (bijvoorbeeld enkele soorten steltlopers zoals rosse grutto's en kanoeten) is een differentiatie tussen varianten dus wel zinvol waarbij een windpark in IJmuiden Ver mogelijk minder slachtoffers zou kunnen betekenen dan een windpark in Hollandse Kust Noord of Zuid. Deze soorten trekken namelijk in grotere mate langs de kust en zullen IJmuiden Ver dus niet bereiken. Er zijn hier geen kwantitatieve uitspraken over te doen omdat precieze verhoudingen in vogeldichtheden en exacte locatie van de trekbanen namelijk sterk locatie-specifiek zijn.

Tabel 16: Jaarlijkse maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder trekvogels bij drie turbinetypen voor de routekaart- en voorkeursvariant in windenergiegebied Hollandse Kust bepaald met het Extended Band Model (Band 2012). Let wel dat dit modeluitkomsten zijn; de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes (Gyimesi & Fijn 2015a)

	Routekaart- en voorkeursvariant		
Soort	**4 MW**	**6 MW**	**10 MW**
Kleine zwaan	4	2	1
Zwarte stern	1	1	1
Kanoet	40	27	16
Drieteenstrandloper	23	16	9
Wulp	34	22	13
Grutto	27	18	11
Spreeuw	1056	710	426

Het gebruik van turbines met een groter vermogen heeft een directe daling in het aantal turbines tot gevolg wat resulteert in een evenredige daling van het aantal vogelslachtoffers (*Tabel 16*). Het aantal spreeuwen is hierbij het hoogst maar op jaarbasis passeren tienduizenden vogels van deze soort.

Om de populatiereductie te kunnen bepalen wordt gerekend met de aantallen voor de volledige Nederlandse populatie en worden voor de volledigheid de effecten van andere Nederlandse windparken meegenomen[9]. De fracties slachtoffers (Tabel 17) zijn ten opzichte van de Potential Biological Removal (PBR[10]) waarde even hoog of lager dan in het KEC (Leopold et al. 2015a) en zijn voor alle trekvogels onder de waarde 1 waardoor de Nederlandse PBR waarde niet wordt overschreden en geen effecten op populatieniveau zijn te verwachten.

[9] *Uitgegaan wordt van de parameters van bestaande windparken OWEZ, Amalia, Luchterduinen en Gemini en 4 MW turbines voor de windparken gepland in de kavels van windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015a).*
[10] *Dit is het aantal vogels dat door sterfte uit een populatie (de Nederlandse populatie) kan worden weggenomen om deze populatie niet te laten uitsterven.*

Tabel 17: *Mortaliteit onder trekvogels als gevolg van bestaande Nederlandse windparken, geplande windparken in Borssele en het voornemen in de routekaart- en voorkeursvariant, uitgedrukt als percentage van PBR voor die soorten waarvan in het KEC (Leopold* et al. *2015a) deze fractie boven de 0,05 lag (Gyimesi & Fijn 2015a).*

	Routekaart- en voorkeursvariant		
Soort	**4 MW**	**6 MW**	**10 MW**
Kleine zwaan	0,44	0,42	0,40
Zwarte stern	0,53	0,53	0,52
Kanoet	0,11	0,10	0,10
Drieteenstrandloper	0,21	0,21	0,20
Wulp	0,60	0,59	0,50
Grutto	0,06	0,06	0,06
Spreeuw	0,12	0,12	0,12

Beoordeling trekvogels

Uit de berekeningen blijkt dat voor alle geselecteerde trekvogelsoorten (zie Bijlage 3) het aantal slachtoffers als gevolg van de uitbreiding beperkt blijft en geen significante effecten optreden. Voor de totale Nederlandse populaties blijft de fractie van de PBR onder de waarde 1 waardoor er geen reductie van de populatie optreedt. Er zijn geen verschillen tussen varianten te onderscheiden. Alleen voor trekvogels die volgens de Noord-Zuid richting vliegen kan een onderscheid worden gemaakt en zijn slachtofferaantallen dichter bij de kust iets hoger dan verder weg van de kust. Kwantitatieve gegevens zijn hiervoor niet beschikbaar maar de waarden zijn voor alle varianten zodanig laag en overschrijden de PBR van de Nederlandse populatie niet. Hierdoor vindt geen populatiereductie plaats en zijn significante effecten met zekerheid uit te sluiten.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Kleine zwaan	**0**	-	-
Zwarte stern	**0**	-	-
Kanoet	**0**	-	-
Drieteenstrandloper	**0**	-	-
Wulp	**0**	-	-
Grutto	**0**	-	-
Spreeuw	**0**	-	-

Koloniebroedende kustvogels

Aalscholver

Relatief grote aantallen aalscholvers (ongeveer 740-1000 paar) vliegen dagelijks 's morgens en in de loop van de dag, vanuit kolonies op land naar de bestaande windparken OWEZ en Prinses Amalia. Hier brengen ze (een deel van) de dag rustend en foeragerend door afhankelijk van afstand tot de kolonie en de aanwezigheid van jongen die gevoed moeten worden. Grote aantallen (in de zomer van 2008 oplopend tot ruim 200) rusten op de meteo-mast van OWEZ, het transformatieplatform in Windpark Prinses Amalia en op de terrassen van de turbinepalen. Op locaties op open zee zonder constructies in de nabijheid worden weinig aalscholvers aangetroffen. Het lijkt er dus sterk op dat de aalscholverpopulatie zich tijdens

foerageertochten tot verder op zee kan begeven, tot maximaal 70 km van het broedgebied, dankzij de aanwezigheid van windparken. Omdat aalscholvers bij hun foerageervluchten vlak boven het wateroppervlak vliegen, is er nauwelijks sprake van een aanvaringsrisico.

Beoordeling aalscholver
Gezien het gerichte gebruik van windparken op zee door de aalscholver en de aanwijzing dat de aalscholver hiermee zijn foerageergebied uitbreidt, alsmede de veerkracht van de aalscholverpopulatie worden significante negatieve effecten op de aalscholver uitgesloten en zijn er mogelijk positieve effecten

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Aalscholver	**0**	**0**	**0**

Grote stern
Grote sterns vliegen over het algemeen tot 40 km de zee op. Vanuit de beschermde Natura 2000-gebieden langs de kust (Haringvliet, Grevelingen, Oosterschelde en Waddenzee), kan de soort dus de windenergiegebieden bereiken.

Beoordeling grote stern
Effecten in op de grote stern zijn te verwachten gezien de vliegafstand.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Grote stern	**0**	**-**	**-**

Kleine mantelmeeuw van de broedkolonie van Texel
Voor windenergiegebied Hollandse kust is de specifieke broedkolonie op Texel van belang. Voor de bepaling van de aanvaringsrisico's van kleine mantelmeeuwen met windturbines zijn berekeningen uitgevoerd door Bureau Waardenburg. Hierbij is gebruik gemaakt van het Extended Band-model (Band 2012), zie Bijlage 4. Rotordiameters en tussenruimtes zijn vooraf per variant vastgesteld (op basis van de door RWS aangeleverde tabel binnen het KEC). Ook zijn dezelfde uitwijkingspercentages en gemiddelde vlieghoogteverdeling voor kleine mantelmeeuwen gebruikt als beschreven in de KEC documenten (Leopold et al. 2015a). Uitgangspunt voor de berekeningen is verder dat voor alle turbines een onderste tiphoogte van 25 meter wordt aangehouden. De combinatie van rotordiameter en onderste tiphoogte bepalen samen de gebruikte ashoogtes. Echter, veel van deze turbinetypes zijn nog in ontwikkeling en verdere gedetailleerde technische gegevens zijn niet bekend. daarom zijn voor de rotorspecificaties de waardes evenredig afgeleid zoals gebruikt bij berekeningen voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b).

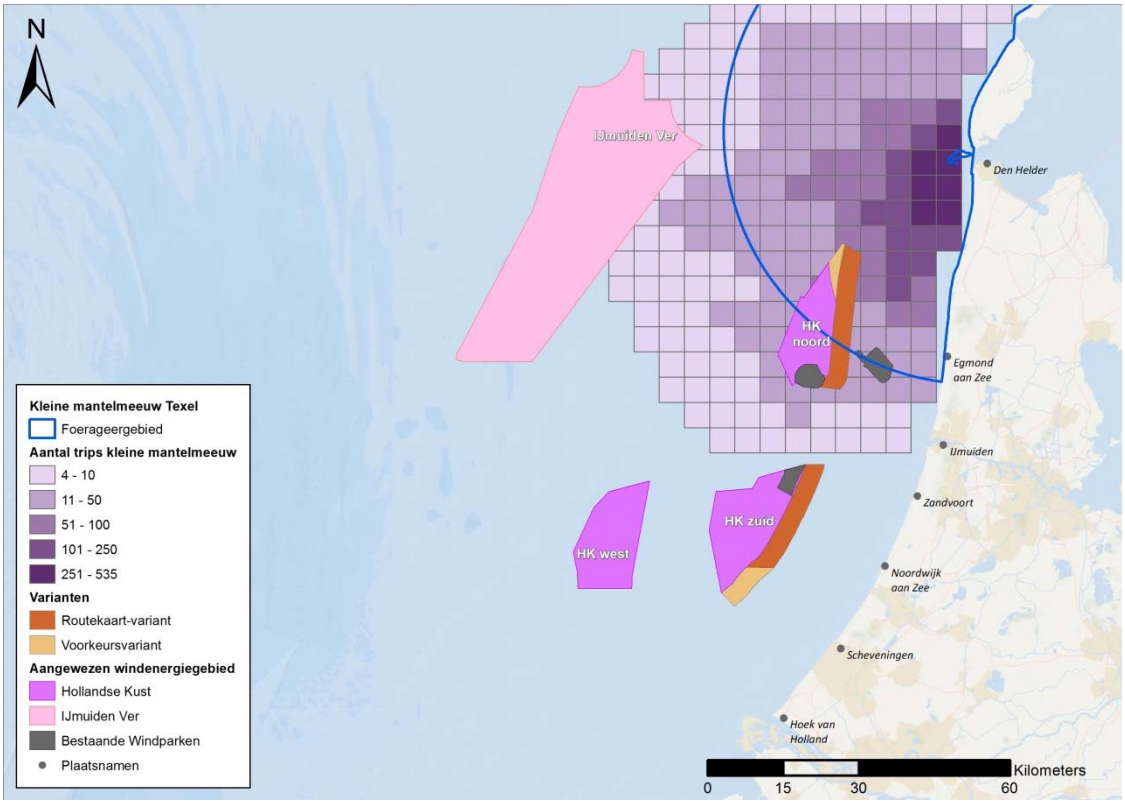
De aanvaringsslachtofferberekeningen laten zien dat grotere windturbinetypen in minder aanvaringsslachtoffers resulteren dan kleinere turbinetypen. Dit geldt voor alle drie de gebiedsvarianten (tabel 3). Bij een variant met 4 MW windturbines zullen ongeveer drie keer zo veel slachtoffers vallen als bij een variant met 10 MW windturbines (zie Tabel 18).

Het aantal aanvaringslachtoffers onder kleine mantelmeeuw vanuit de broedkolonie op Texel voor beide varianten vergelijkbaar. Ten opzichte van de huidige situatie neemt het aantal aanvaringsslachtoffers toe.

Tabel 18: Jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuwen afkomstig van de kolonie op Texel, let op dit zijn modeluitkomsten, de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes (Gyimesi & Fijn 2015a)

	Huidige situatie		Routekaartvariant			Voorkeursvariant		
	OWEZ (3 MW)	Amalia (2 MW)	4 MW	6 MW	10 MW	4 MW	6 MW	10 MW
Kleine mantelmeeuw	1	2	29	18	10	32	20	10

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 die betreffende populatie. In dit geval bedraagt de jaarlijkse natuurlijke sterfte onder kleine mantelmeeuwen op Texel.129 vogels (jaarlijkse overleving: 0,91 (Camphuysen & Gronert 2012) op een huidige populatie van 17.381 broedparen in Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel (SOVON/RWS/CBS 2015).



Figuur 23: Varianten ten opzichte van foerageerbereik van de kleine mantelmeeuw van de kolonie van Texel. Als basis voor dit grid diende alle beschikbare foerageertrips van 15 met GPS-loggers uitgeruste kleine mantelmeeuwen vanuit de kolonie op Texel (inzet). Data zijn weergegeven als aantal trips plus herhaalde bezoeken per gridcel van 5x5 km. Hierbij zijn alleen cellen met 4 of meer trips plus herhaalde bezoeken opgenomen en het kaartbeeld is aan de randen 'genormaliseerd'; zie Dirksen et al. 2012 (oorspronkelijke gegevens C.J. Camphuijsen).

In eerdere beoordelingen van offshore windparken wordt het zogeheten ORNIS (1%) criterium aangehouden, waarin is vastgesteld dat wanneer de additionele sterfte kleiner is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie van de onderzochte soort (in dit geval dus respectievelijk 31,3 kleine mantelmeeuwen), met zekerheid gesteld kan worden dat dit geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden. De additionele sterfte als gevolg van de huidige parken en de verschillende varianten van Hollandse Kust valt

grotendeels binnen deze 1% normering behalve de routekaart en voorkeursvariant gevuld met 4 MW turbines (zie Tabel 20).

Tabel 19: Jaarlijkse cumulatieve maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuw vanuit de broedkolonie op Texel bij de bestaande windparken en windparken in de routekaartvariant en de voorkeursvariant. De getallen zijn uitgedrukt als individuele slachtoffers en als percentage van de jaarlijkse sterkte van deze kolonie. Let op, dit zijn modeluitkomsten, de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes (Gyimesi & Fijn 2015a).

	Routekaartvariant			Voorkeursvariant		
	4 MW	6 MW	10 MW	4 MW	6 MW	10 MW
Huidige situatie (OWEZ en Amalia)	3	3	3	3	3	3
Voornemen	29	18	10	32	20	10
Cumulatief	32	21	13	35	23	13
% jaarlijkse sterfte	1,0	0,7	0,4	1,1	0,7	0,4

Beoordeling kleine mantelmeeuw

Voor de routekaartvariant en de voorkeursvariant is het percentage additionele sterfte ten opzichte van de natuurlijke sterfte van kleine mantelmeeuwen voor twee typen turbines (6 en 10 MW) lager dan 1% additioneel aan de natuurlijke sterfte. Significant negatieve effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten voor het toepassen van 6 MW of 10 MW turbines. Voor het toepassen van 4 MW turbines geldt dat significant negatieve effecten op voorhand niet zijn uit te sluiten, daarom is de beoordeling voor de kleine mantelmeeuw toch als significant negatief weergegeven. Met het nemen van mitigerende maatregelen zijn de effecten terug te brengen tot een acceptabel niveau, zie hoofdstuk 5.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Kleine mantelmeeuw van Texel	**0**	**--**	**--**

Niet-broedvogels (visetende zeevogels)

Voor zeevogels zijn door Bureau Waardenburg berekeningen gedaan voor aanvaringsrisico's voor het voornemen van 2100 MW in windenergiegebied Hollandse Kust, in de routekaartvariant en de voorkeursvariant. Hierbij zijn de volgende soorten relevant: duiker (spec.), grote jager, drieteenmeeuw, dwergmeeuw, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, grote mantelmeeuw, grote stern en dwergstern. Berekeningen op PBR zijn uitsluitend voor de drie grote meeuwensoorten uitgevoerd omdat in de KEC studies is geconcludeerd dat andere soorten ruim onder de PBR waardes blijven (Leopold et al. 2015a). Voor varianten resulteren grotere windturbinetypen in een lager aantal aanvaringsslachtoffers dan kleinere turbinetypen (Tabel 20). Bij een variant met 4 MW windturbines zullen ongeveer drie keer zo veel slachtoffers vallen als bij een variant met 10 MW windturbines. De meeste slachtoffers onder zeevogels zullen kleine mantelmeeuwen zijn; bij de 4 MW varianten zal sprake zijn van meerdere honderden slachtoffers, bij de 10 MW varianten van enkele honderden. Bij de dwergstern en de grote jager zullen bij alle varianten uitsluitend incidenteel en geen jaarlijks slachtoffers vallen.

Tabel 20: Jaarlijkse maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels bij drie turbinetypen voor de routekaart- en voorkeursvariant. Let wel dat dit modeluitkomsten zijn; de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes (Gyimesi & Fijn 2015a).

	Routekaart variant			Voorkeursvariant		
MW turbines	**4**	**6**	**10**	**4**	**6**	**10**
Duiker spec.	6	4	2	5	3	2
Grote jager	1	0	0	1	0	0
Drieteenmeeuw	61	38	20	72	45	23
Dwergmeeuw	38	24	12	47	29	15
Stormmeeuw	76	47	25	106	66	34
Kleine mantelmeeuw	737	469	243	863	549	285
Zilvermeeuw	275	175	91	326	208	108
Grote mantelmeeuw	156	100	53	155	100	52
Grote stern	5	3	2	8	5	3
Dwergstern	0	0	0	0	0	0

Om de populatiereductie te kunnen bepalen wordt gerekend met de aantallen voor de volledige Nederlandse populatie en worden voor de volledigheid de effecten van andere Nederlandse windparken meegenomen[11]. Uit de beoordeling van de Nederlandse populatie in de Zuidelijke Noordzee is gebleken dat alleen bij de drie grote meeuwensoorten (kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen) verwacht kan worden dat het aantal slachtoffers gelijk of hoger uit kan vallen dan volgens het PBR principe de soort kan verdragen (Leopold *et al.* 2015a).

Tabel 21: Nominale mortaliteit onder zeevogels (lokaal en trekkend) door aanvaringen en habitatverlies uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse Noordzee populatie uitgaand van bestaande Nederlandse windparken, geplande windparken in Borssele en het voornemen in de routekaart- en voorkeursvariant (Gyimesi & Fijn 2015a).

	Routekaart variant			Voorkeursvariant		
MW turbines	**4**	**6**	**10**	**4**	**6**	**10**
Kleine mantelmeeuw	0,52	0,43	0,35	0,57	0,46	0,36
Zilvermeeuw	1,17	1,03	0,92	1,24	1,08	0,94
Grote mantelmeeuw	0,53	0,46	0,40	0,53	0,46	0,40

De uitbreiding van Hollandse Kust Zuid en Noord zal voor de populatie grote- en kleine mantelmeeuw bij geen van de varianten meer slachtoffers opleveren dan de Nederlandse PBR waarde (Tabel 21). Bij de twee varianten zijn de slachtofferaantallen bij de zilvermeeuw echter hoger dan de PBR waarde.
In verhouding tot de aantallen slachtoffers door aanvaringen is het gevolg van habitatverlies echter maar een marginaal effect. In totaal is rekening gehouden met 26 kleine mantelmeeuwen, 10 zilvermeeuwen en

[11] *Uitgegaan wordt van de parameters van bestaande windparken OWEZ, Amalia, Luchterduinen en Gemini en 4 MW turbines voor de windparken gepland in de kavels van windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015a).*

5 grote mantelmeeuwen die slachtoffer worden door habitatverlies in cumulatieve zin (ter vergelijking: de cumulatieve aantallen slachtoffers door aanvaringen zijn enkele honderden individuen).

Beoordeling zeevogels
Uit de berekeningen van Bureau Waardenburg (Gyimesi &Fijn, 2015a) blijkt dat als gevolg van de uitbreiding van Hollandse Kust Zuid en Noord met name voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en de zilvermeeuw slachtoffers kunnen vallen. Daarbij vallen meer slachtoffers bij de voorkeursvariant dan bij de routekaartvariant omdat de meeste vogels langs de kust trekken. Het aantal slachtoffers hangt ook samen met het aantal windturbines. Hoe hoger het vermogen van de turbines, hoe minder turbines nodig zijn en hoe lager de aantallen slachtoffers zijn. De uitbreiding van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord alleen zal waarschijnlijk geen significante effecten opleveren, maar hierover is geen zekerheid.

Uit de berekeningen blijkt dat de PBR voor zilvermeeuwen wordt overschreden zowel voor de voorkeurs- als de routekaartvariant bij 4 en 6 MW turbines. Alleen bij 10 MW turbines ligt de waarden onder 1 en is er geen populatiereductie te verwachten. Voor de andere soorten liggen effecten binnen de aanvaardbare populatiereductie. Mitigatie is nodig voor de zilvermeeuw om significante negatieve effecten te vermijden, zie hoofdstuk 5.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Kleine mantelmeeuw	**0**	**-**	**-**
Zilvermeeuw	**0**	**--**	**--**
Grote mantelmeeuw	**0**	**-**	**-**

Vissen en benthos

Er kunnen effecten zijn als gevolg van bovenwatergeluid door de passage van de roterende bladen langs de mast en door golven tegen de mast. Via de mast worden de geluiden aan de bodem en het water overgedragen. De effecten als gevolg van de aanwezigheid van windturbines en het boven water geproduceerde geluid zullen minimaal zijn. Effecten door onderwatergeluid van onderhoudsschepen kunnen voor vissen optreden omdat zij meer gevoelig zijn voor continu geluid. Vissen zijn meer gevoelig voor dit type geluid dan zeezoogdieren, omdat ze lage frequenties gebruiken voor de communicatie. In de buurt zijn al veel scheepvaart en andere menselijke activiteiten aanwezig waardoor de beperkte toename aan scheepvaart in de uitbreidingstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord niet merkbaar zal zijn. Effecten van onderwatergeluid door scheepvaart voor vissen worden daarom als verwaarloosbaar en zeker niet-significant beoordeeld.

Wel kunnen er als gevolg van de sluiting van het gebied (schepen > 24 m en verbod op bodemberoerende activiteiten) en de toename aan hard substraat door de aanwezigheid van windturbinepalen en stortsteen (*artificial reef* effect of *habitat gain*), positieve effecten ontstaan door verhoging van de biodiversiteit in de vorm van benthos (mosselen, anemonen, zeelelies) en toename aan vissen (visrefugia of sheltering effect) (Leopold et al. 2013; Bergström et al. 2014; Bailey et al. 2014). Er zijn ook meldingen van verhoogde biodiversiteit en refugia voor vissen zoals kabeljauw, zo ook in het windpark alpha Ventus in Duitsland waar zelfs nieuwe soorten vis zijn gesignaleerd. Het effect wordt daarom als neutraal beoordeeld.

	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Vissen en benthos	**0**	**0**	**0**

4.4 Samenvatting effectbeoordeling

In Tabel 22 en Tabel 23 is de effectbeoordeling van de aanleg en het gebruik van windparken op de instandhoudingsdoelstellingen samengevat. Gedurende de aanleg van windparken in de uitbreidingszones van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord zijn significant negatieve effecten op zeehonden door heien vanuit het voorzorgsprincipe niet uit te sluiten. Effecten op bruinvissen vallen binnen de vooropgestelde norm en zijn daarom niet significant maar wel negatief. In de gebruiksfase zijn negatieve effecten te verwachten op trekvogels, grote stern en zeevogels door aanvaring met de windturbines en/of door vermijding van gebieden met windparken (verlies aan leef- en foerageergebied). In deze fase worden alleen voor de kleine mantelmeeuw significant negatieve effecten verwacht. Op de overige soorten worden voor de varianten voor de uitbreidingsstroken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord geen significant negatieve effecten verwacht. De aanwezigheid van hard substraat en de beperkingen voor visserij resulteren naar verwachting in een positief effect voor vissen en vislarven.

Tabel 22: Samenvatting effectbeoordeling voor aanlegfase

Aanlegfase	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Habitatverlies benthos	0	-	-
Gewone zeehond	0	--	--
Grijze zeehond	0	--	--
Bruinvis	0	-	-
Vissen	0	-	-
Vislarven	0	0	0

Tabel 23: Samenvatting effectbeoordeling voor gebruiksfase

Gebruiksfase	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Gewone zeehond	0	0	0
Grijze zeehond	0	0	0
Bruinvis	0	0	0
Kleine zwaan	0	-	-
Zwarte stern	0	-	-
Kanoet	0	-	-
Drieteenstrandloper	0	-	-
Wulp	0	-	-
Grutto	0	-	-
Spreeuw	0	-	-

Gebruiksfase	Huidige situatie	Routekaart variant	Voorkeursvariant
Aalscholver	0	0	0
Grote stern	0	-	-
Kleine mantelmeeuw van Texel	0	--	--
Kleine mantelmeeuw	0	-	-
Zilvermeeuw	0	--	--
Grote mantelmeeuw	0	-	-
Vissen en benthos	0	0	0

Tabel 24: Overzicht van effecten op Natura2000 gebieden

Natura 2000-gebied	Soort*	Aanleg/verwijdering	Aanwezigheid
Doggersbank	Grijze zeehond	--	0
	Gewone zeehond	--	0
	Bruinvis	-	0
Duinen en Lage Land Texel	Kleine mantelmeeuw	0	--
Duinen Goeree & Kwade Hoek	Aalscholver	0	0
Duinen Vlieland	Aalscholver	0	0
	Kleine mantelmeeuw	0	--
Friese Front	Zeevogels	0	-
Grevelingen	Grote stern	0	-
Haringvliet	Grote stern	0	-
Klaverbank	Grijze zeehond	--	0
	Gewone zeehond	--	0
	Bruinvis	-	0
Noordzeekustzone	Bruinvis	-	0
	Grijze zeehond	--	0
	Gewone zeehond	--	0
	Trekvogels	0	-
Oosterschelde	Gewone zeehond	--	0

Natura 2000-gebied	Soort*	Aanleg/verwijdering	Aanwezigheid
	Grote stern	0	-
Vlakte van de Raan	Grijze zeehond	--	0
	Gewone zeehond	--	0
	Bruinvis	-	0
Voordelta	Grijze zeehond	--	0
	Gewone zeehond	--	0
Voornes Duin	Aalscholver	0	0
Waddenzee	Kleine mantelmeeuw***	0	0
	Grote stern	0	-
	Grijze zeehond	--	0
	Gewone zeehond	--	0
	Trekvogels	0	-
Westerschelde & Saeftinghe	Gewone zeehond	--	0
	Grote stern	0	-
Zwanenwater & Pettemerduinen**	Aalscholver	0	0

* Gezien het grote aantal soorten en de vele Natura 2000-gebieden waar trekvogels vandaan kunnen komen, is deze groep vogels voor het overzicht niet opgenomen in de tabel. Het gaat in dit geval om vele tientallen soorten die twee keer per jaar tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland, of tussen Scandinavië en Nederland heen en weer vliegen.
** Kolonie Zwanenwater & Pettemerduinen is in PBs ronde-2-vergunningen onderbouwd weggeschreven.
*** Kolonie kleine mantelmeeuwen op Terschelling en Vlieland vallen onder het Natura 2000-gebied Waddenzee.

4.5 Leemten in kennis en informatie

Het voorkomen van vissen en benthos

Een belangrijke leemte in kennis betreft het voorkomen van bodemdieren en vissen in het plangebied zelf. Daarnaast is er beperkt onderzoek beschikbaar over de effecten van geluid/trillingen op vissen. Deze leemten leiden er toe dat er altijd enige onzekerheid blijft over de daadwerkelijke effecten en de betekenis hiervan. Op hoofdlijnen is de beschikbare informatie wel voldoende om een redelijke inschatting van de effecten te kunnen maken.

Effecten op zeehonden tijdens aanleg

Er is bij IMARES een model ontwikkeld waarmee, op basis van zendergegevens en kenmerken voor habitatgeschiktheid, de relatieve dichtheid van zeehonden kan worden berekend (Brasseur *et al.* 2008; 2012). Hoewel deze gegevens inzicht geven in de waarschijnlijke verspreiding van zeehonden, kunnen ze niet worden gebruikt om effecten van heien te bepalen; daartoe zijn onvoldoende betrouwbare gegevens van dichtheden van zeehonden op open zee beschikbaar (Boon *et al.* 2012). De belangrijkste leemten in

kennis voor zeezoogdieren hebben betrekking op de mogelijke effecten van vermijding van zeehonden op populatiereductie. Hiervoor ontbreekt een model zoals dat wel voor bruinvissen is ontwikkeld.
In deze Passende Beoordeling is gebruik gemaakt van de inzichten uit het relatieve dichtheidsmodel, waardoor windenergiegebieden dichter bij de kust, de Voordelta en de Waddenzee negatiever zijn beoordeeld. Een gedetailleerder populatiemodel zal mogelijk leiden tot meer inzicht in de optimale locatie van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust, maar niet tot een andere beoordeling van de varianten.

Er kunnen (nog) geen concentratiegebieden op de Noordzee worden aangewezen met een specifieke foerageer-, reproductiefunctie en/of migratiefunctie voor bruinvis. Bekend is dat er sprake is van jaarlijkse variatie in verspreiding en dichtheden (Camphuysen & Siemensma 2011). Volledige migratiepatronen van de kust naar open zee en op grotere schaal zijn niet duidelijk. Ook binnen de Nederlandse Noordzee kunnen op basis van de beperkte kennis over verspreiding en dieet geen speciale foerageergebieden worden geïdentificeerd (Brasseur *et al.* 2008). Ook zijn er onvoldoende gegevens beschikbaar om te kunnen onderbouwen dat voortplanting in de Nederlandse wateren plaatsvindt, hoewel regelmatig moeder en kalf combinaties worden gezien (o.a. Geelhoed *et al.* 2011). In deze Passende Beoordeling is ervan uit gegaan dat de bruinvis over het gehele Nederlandse deel van de Noordzee voorkomt en dat er geen specifieke concentratiegebieden zijn aan te wijzen. Het gebrek aan inzicht betekent niet dat er geen belangrijke gebieden voor de soort kunnen bestaan (Camphuysen & Siemensma 2011). Het vóórkomen van concentratiegebieden in (de nabijheid van) het windenergiegebied Hollandse Kust leidt naar verwachting niet tot een andere beoordeling van de varianten. Wel kan de tijd van het jaar dat de aanleg plaatsvindt effect hebben op de beoordeling, aangezien bruinvissen in het ene deel van het jaar kwetsbaarder zijn dan in het andere deel van het jaar. In de MERren bij de kavelbesluiten voor windenergiegebied Borssele (Grontmij & Pondera, 2015) is per seizoen aangegeven wat de maximale geluidsbelasting mag zijn gerelateerd aan de bouw van een bepaald aantal turbinepalen. Een vergelijkbaar voorschrift zal worden uitgewerkt in de MER bij de kavelbesluiten voor Hollandse Kust.

Monitoring tijdens de bouw van windparken geven veel inzicht en de effect-dosis relaties. Momenteel is onderzoek op effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren volop in ontwikkeling. De beoordeling van effecten kan hier continu op worden aangepast. Ook internationaal onderzoek en monitoring kunnen meer informatie geven over de verspreiding van zeezoogdieren en de effecten van heigeluid.

Effecten op zeezoogdieren in de operationele fase
Monitoringsresultaten geven nog geen volledig en eenduidig beeld of een gebied met een operationeel windpark zijn functie behoud voor zeezoogdieren.

Het is niet uit te sluiten dat *masking* van voor de bruinvis belangrijke onderwatergeluiden door operationele windparken op een grotere afstand dan 18 m optreedt. Dit zou kunnen leiden tot een verminderd foerageersucces en verminderde onderlinge communicatie. Kennis over dergelijke effecten is vrijwel niet beschikbaar en daarom is dit effect niet beoordeeld in deze Passende Beoordeling. Meer inzicht zou kunnen leiden tot een groter effect van operationeel onderwatergeluid op bruinvissen dan zoals bepaald in deze Passende Beoordeling, maar de relatieve beoordeling van de varianten zal door meer inzicht niet veranderen.

Er is geen onderzoek gedaan naar de gedragsverandering van de grijze zeehond als gevolg van de aanwezigheid van windparken. We gaan er daarom in deze beschrijving vanuit dat het gedrag van de grijze zeehond vergelijkbaar is met dat van de gewone zeehond. Meer inzicht leidt niet tot een andere beoordeling van de varianten.

Ook het onderzoek naar effecten van toenemend continu geluid (door scheepvaart) op zeezoogdieren, benthos en vissen staat nog in de kinderschoenen. Hierdoor blijft altijd enige onzekerheid over de daadwerkelijke effecten en de betekenis hiervan.

Vogels

Er is nauwelijks informatie bekend over de aantallen trekvogels in ruimte en tijd en exacte locatie van migratie. Wel is duidelijk dat de breedte van de trekzone van vogels variabel is en afhankelijk van de soort, het jaargetijde en weersinvloeden. De uren van hoogste trekdichtheid zijn onvoorspelbaar, de hoogte, route en uitwijking ook. De kans op aanvaringsslachtoffers is sterk weersafhankelijk. Het aantal aanvaringsslachtoffers is daarom alleen zeer indicatief te bepalen. Daarom is in deze Passende Beoordeling het effect van windenergiegebieden beoordeeld op basis van globale inschattingen.

Internationaal onderzoek en monitoring zouden meer informatie kunnen geven over aantallen trekvogels en de locatie van migratie. Voor een nadere invulling van een monitoringsprogramma met specifieke randvoorwaarden wordt verwezen naar de beschikkingen ronde 2 windparken en het masterplan voor monitoring van ecologische effecten van Nederlandse windparken (Boon, 2010). Hierin zijn specifieke monitoringvoorschriften voor windparken opgenomen. Het gaat dan voor vogels bijvoorbeeld om detaillering van de onderzoeksmethode:

- Jaarronde tellingen op het gehele NCP waarbij gebruik wordt gemaakt van vernieuwende technieken, zoals hoge snelheidscamera's. Op deze manier kunnen soorten beter gezien en op soortnaam gebracht worden.
- Het gebruik van radar om de trekbewegingen op grote schaal in te kunnen schatten en daarbij de vlieghoogte. Daarnaast geeft het inzicht in de verschillen in dichtheden tussen dag en nacht en bij verschillende weersomstandigheden (mooi weer/slecht weer). Een nadere bestudering van het type radar is hiervoor nog essentieel.
- Het plaatsen van apparatuur op land geeft informatie over de kustwateren, maar door ook apparatuur (zoals radar) op een platform op zee te plaatsen, kan informatie verkregen worden van dichtheden en aanwezigheid van soorten op open zee.

Effecten introductie nieuw substraat

Door de introductie van nieuw substraat zou een ecosysteemverschuiving kunnen optreden, waarbij boven een bepaalde drempelwaarde significante effecten kunnen optreden. Over de mogelijke ecosysteemverschuiving is zo weinig bekend dat er op dit moment geen uitspraken over mogelijk zijn. Het is niet duidelijk of er significante effecten op kunnen treden. In de PB wordt het potentiële effect wel opgemerkt , maar wordt het verder buiten beschouwing gelaten.

5 Mitigatie en advies voor optimalisatie

Met mitigerende maatregelen kunnen negatieve effecten worden verminderd. In dit hoofdstuk zijn mogelijke mitigerende maatregelen en optimaliserende maatregelen voor de aanleg en aanwezigheid van windparken op zee beschreven. De mogelijke mitigerende c.q. optimaliserende maatregelen zijn gericht op de soorten waarop relevante effecten mogelijk zijn. Dit betreft zeezoogdieren in de aanlegfase en de kleine mantelmeeuw en de zilvermeeuw in de gebruiksfase.

In de MERren bij de kavelbesluiten zullen mitigerend maatregelen op maat worden beschreven. Op het niveau van de Rijksstructuurvisie worden algemene mitigerende maatregelen benoemd

Aanlegfase
Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken.

Om permanente effecten op het gehoor (PTS: permanent threshold shift) te voorkomen kunnen ‘Acoustic Deterrent Devices’, ‘soft start’ procedures en een lagere hei-energie worden toegepast.

Effecten van de aanleg op de verstoring van zeezoogdieren kunnen worden beperkt door de oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door met lagere energie te heien, niet heien tijdens windstilte en het toepassen van bellenschermen e.d. In de kavelbesluiten voor Borssele is een geluidsnorm opgenomen, deze is afhankelijk van het aantal en type turbines, gebied, seizoen etc.

De effecten kunnen daarnaast worden verminderd door de heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren. De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour minder bruinvissen worden verstoord.

Het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines waarbij een hogere hei-energie nodig is, leidt tot minder effecten op zeezoogdieren dan de aanleg van een windpark met veel, kleine turbines die met een lagere hei-energie kunnen worden geheid.

Gebruiksfase
Effecten op de kleine mantelmeeuw in de gebruiksfase kunnen worden beperkt door te kiezen voor turbines van 6 MW of groter. Grote turbines leiden namelijk tot minder aanvaringslachtoffers per geproduceerde MW dan kleine turbines. Configuraties die tot een groter ruimtebeslag leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines) zijn relatief ongunstig.

Specifiek voor de zilvermeeuw hebben Gyimesi & Fijn een aantal berekeningen uitgevoerd om inzicht krijgen in of de effecten voor zilvermeeuwen gemitigeerd kunnen worden door het geplande vermogen van de windturbines te verhogen en daarmee het aantal turbines te beperken. Uit de berekeningen blijkt dat het verhogen van het windturbinevermogen van 4 MW naar 6 MW in kavels III t/m V van windenergiegebied Borssele, toepassen van 6 MW turbines in Hollandse Kust Zuid en 8 MW turbines in Hollandse Kust Noord leidt tot een reductie in het aantal aanvaringslachtoffers onder zilvermeeuwen, waarbij de fractie van het PBR op 1,00% komt, zie onderstaande tabel.

Scenario	Aantal aanvaringsslachtoffers	Aantal aanvaringsslachtoffers cumulatie (incl.habitatverlies)	Fractie PBR
Borssele I en II: 4 MW Borssele III en IV: 6 MW Hollandse Kust Zuid: 6 MW Hollandse Kust Noord: 8 MW	414	721	1,00

Er zijn aanwijzingen dat maatregelen zoals het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen kunnen leiden tot de reductie van aanvaringsslachtoffers. Direct licht is niet geschikt omdat dit ’s nachts en dan met name tijdens mist, juist aantrekking tot gevolg kan hebben.

Op land wordt momenteel 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, effectiviteit is evenwel nog onbekend.

6 Cumulatie ten behoeve van NB-wet toetsing

In deze Passende Beoordeling zijn de mogelijke effecten op Natura 2000-gebieden beschreven van de uitbreiding van Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord met de aanvullende stroken buiten en binnen de 12-mijlszone. Daarnaast moet rekening worden gehouden met cumulatie van effecten met andere windparken op het NCP. Buitenlandse windparken in ontwikkelingen liggen dusdanig ver van de Natura 2000 gebieden, waarop het voorliggende plangebied een mogelijk effect kan hebben, dat cumulatie hiermee niet relevant is en niet zal leiden tot extra negatieve effecten. Andere mogelijk verstorende effecten van plannen of projecten, die vergund zijn maar nog niet uitgevoerd en effect kunnen hebben op dezelfde soorten en gebieden zijn niet bekend. De analyse van de cumulatie beperkt zich daarom tot de windparken op het NCP.

In het kader van de NB-wet behoeven alleen plannen en projecten in de cumulatie te worden meegenomen, waarover een formeel besluit is genomen. In de praktijk gaat het dan om ontwikkelingen waarvoor vergunning is verleend maar nog niet zijn uitgevoerd. Daarmee is de formele cumulatie voor windparken beperkt tot windpark Gemini (600 MW) ten noorden van de Waddeneilanden.
In het kader van het energiebeleid voor windparken op zee is echter niet alleen de realisatie van de betreffende windparken in cumulatie van belang maar de realisatie van de gehele Routekaart, waar deze parken deel van uitmaken. In dit kader wordt ook de realisatie van de kavels Borssele meegenomen in de cumulatie. Voor deze kavels is reeds een MER en PB opgesteld.

De soorten waarop de cumulatie betrekking heeft zijn de soorten waarop effecten als gevolg van het te toetsen plan niet zijn uit te sluiten. Dit betreft bodemdieren, zeezoogdieren en vissen in de aanlegfase en vogels in de gebruiksfase.

Bodemdieren
Habitatverlies voor bodemfauna kan via de voedselketen (o.a. vissen) effecten hebben op zeezoogdieren en vogels die vanuit de Natura 2000 gebieden op de Noordzee foerageren. Habitatverlies voor bodemdieren is beperkt tot de directe omgeving van de windturbines. Dit verlies bedraagt voor Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord tezamen 87,5 ha (350 x 0,25 ha). Voor windpark Gemini bedraagt dit circa 240 ha en voor Borssele 104 ha. In totaal bedraagt het verlies 431,5 ha ofwel 0,0432 km^2. Dit is 0,0085 % van het NCP. Dit verlies is zodanig gering dat dit als niet significant wordt beschouwd.

Vissen
De beïnvloeding van vissen is zodanig gering en de uitwijkmogelijkheden dusdanig groot dat dit op voorhand ook in cumulatie niet zal leiden tot significante effecten.

Zeezoogdieren

Bruinvis
In het KEC zijn de cumulatieve effecten van windenergiegebied Hollandse Kust en Borssele doorgerekend. Daarbij is voor Hollandse Kust uitgegaan van de situatie zonder ruimtelijke uitbreiding binnen de 12 mijlszone. Omdat het totale vermogen voor windenergiegebied Hollandse Kust door de ruimtelijke uitbreiding echter niet veranderd en de dichtheden van bruinvissen over het hele NCP gelijk worden verondersteld, veranderen de berekende cumulatieve effecten uit het KEC niet.

De in het KEC voor de worst-case situatie cumulatief berekende populatiereductie door vermijding in de aanlegfase met heien zonder het hanteren van geluidsnormen bedraagt 19.000 individuen. Voor windpark Gemini is dit indicatief 7700 individuen (op basis van extrapolatie vanuit het KEC en uitgaand van het principe dat Gemini in het najaar is gebouwd). Totaal cumulatief komt dit op 26.700 individuen. In het KEC

is de totale draagkracht voor populatiereductie op het NCP gesteld op 5% van de populatie (wat gelijk staat aan 1275 dieren). Deze norm wordt in de hiervoor aangegeven cumulatieve populatiereductie ruim overschreden, wat betekent dat zonder extra mitigerende maatregelen sprake is van significante effecten. Om de gestelde doelen te kunnen halen zijn dus mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze moeten ook genomen worden om PTS te voorkomen.

Zeehonden
Voor zeehonden zijn geen modelberekeningen voor populatiereductie beschikbaar. De effectbepaling is daarom beperkt tot de berekening van het percentage van de NCP-populatie die kan worden verstoord bij de aanleg. Afhankelijk van de condities (hei-energie, aantal te heien palen, ligging t.o.v de kust, etc.) zijn significante effecten op projectniveau maar zeker ook in cumulatie niet uit te sluiten. Om de gestelde doelen te kunnen halen, is de inzet van mitigerende maatregelen noodzakelijk. Mitigerende maatregelen zullen sowieso moet worden getroffen om PTS te voorkomen.

Vogels
Wat betreft vogels zijn in het kader van Natura 2000 de effecten op de populatie kleine mantelmeeuw op Texel relevant. Aangezien deze populatie buiten bereik van de windparken Borssele liggen leidt dit niet tot cumulatie van effecten. Ook uit de PB voor Gemini zijn geen effecten berekend op deze populatie aangezien het park op meer dan 100km ligt. Cumulatie is in dit kader ook niet aan de orde. Daarnaast geldt dat voor de zilvermeeuw significant negatieve effecten op populatieniveau niet zijn uit te sluiten. Deze soort heeft echter geen specifieke Natura 2000 instandhoudingsdoelstelling voor een van de mariene gebieden (Doggersbank, Klaverbank, Friese Front, Noordzeekustzone, Waddenzee, Vlakte van Raan of Voordelta) of de Waddeneilanden (Duinen en lage landen Texel, Duinen Vlieland, Duinen Terschelling, Duinen Ameland of Duinen Schiermonnikoog). Cumulatie in het kader van de NB-wet wordt dan ook niet verwacht.

7 Opgaven voor het vervolg

In dit hoofdstuk zijn de conclusie van de Passende Beoordeling en de aandachtspunten voor het vervolgproces beschreven. Daartoe is eerst het vervolgproces geschetst. Vervolgens zijn aandachtspunten voor vervolgbesluiten benoemd, om eventueel negatieve effecten bij de aanleg van windparken te minimaliseren en potentieel positieve effecten daadwerkelijk te realiseren. Ten slotte zijn aandachtspunten meegegeven voor monitoring en evaluatie ten behoeve van optimalisatie gedurende de aanleg en exploitatie van windparken.

7.1 Vervolgproces

In deze PB zijn op hoofdlijnen de effecten op Natura 2000-gebieden in beeld gebracht ten behoeve van de besluitvorming over de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee aanvulling Hollandse Kust, als tussentijdse herziening van het NWP2 voor het onderdeel windenergie op zee. Uit de Passende Beoordeling kan worden geconcludeerd dat uitbreiding van de windenergiegebieden Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord met twee stroken tussen de 10 en 12 NM geen belemmeringen oplevert mits de genoemde mitigerende maatregelen in acht worden genomen.

Ter realisering van de opgaven uit het Energieakkoord voorziet de wet Windenergie op zee in de systematische uitrol van vergunningverlening en subsidie voor specifieke locaties van windparken op zee. Het uitgiftestelsel omvat een aantal stappen en besluiten die genomen moeten worden voordat nieuwe windparken op zee gebouwd mogen worden. Deze wet bepaald dat windparken alleen gebouwd mogen worden op locaties (kavels) die zijn vastgelegd in een kavelbesluit. Ten behoeve van de kavelbesluiten zullen MERren en PB’s worden opgesteld waarin de locatie specifieke milieueffecten en de effecten op Natura 2000-gebieden in meer detail in beeld worden gebracht.

7.2 Aandachtspunten voor monitoring en evaluatie

Monitoring en evaluatie zijn dan krachtige instrumenten voor optimaliseren van het beleid en het minimaliseren van negatieve effecten voor het milieu. Modellen, berekeningen en onderzoek in het veld kunnen kwantitatieve inzichten geven in mogelijk optredende effecten. Inzicht in ontwikkelingen op populatieniveau is daarbij essentieel. Dit zal naar verwachting leiden tot nieuwe inzichten voor wat betreft verspreiding in ruimte en tijd en de effecten van windparken daarop. Mogelijk kan dit leiden tot andere uitkomsten van effecten op soorten.

Aandachtspunten bij monitoring en evaluatie zijn:
De verwachte negatieve effecten op zeezoogdieren van de aanleg van de funderingen van een windpark vragen om nadere detaillering van geluidsoverdracht, gedragsreacties en verwijdering van zeezoogdieren.

- Vogelonderzoek is van belang gezien de aanvaringsslachters en de mogelijke verstoring en barrièrewerking van het windpark.
- Jaarronde tellingen op het gehele NCP waarbij gebruik wordt gemaakt van vernieuwende technieken, zoals hoge snelheidscamera’s. Op deze manier kunnen soorten beter in kaart worden gebracht.
- Het gebruik van radar om de trekbewegingen op grote schaal in te kunnen schatten en daarbij de vlieghoogte. Daarnaast geeft het inzicht in de verschillen in dichtheden tussen dag en nacht en bij verschillende weersomstandigheden (mooi weer/slecht weer). Een nadere bestudering van het type radar is hiervoor essentieel.

- Het plaatsen van apparatuur op land geeft informatie over de kustwateren, maar door ook apparatuur (zoals radar) op een platform op zee te plaatsen, kan informatie verkregen worden van dichtheden en aanwezigheid van soorten op open zee.

De nadere invulling van het monitoringsprogramma met specifieke randvoorwaarden wordt opgenomen in de kavelbesluiten en de daarbij behorende MER en PB.

Literatuur en Bronnen

Alerstam, T., M. Rosén, J. Bäckman, P.G.P. Ericson & O. Hellgren (2007). Flight speeds among bird species: Allometric and phylogenetic effects. PLoS Biol 5(8): e197. doi:10.1371/journal.pbio.0050197, 2007.

Arcadis (2013). Milieuweffectenstudie kabels en leidingen Waddengebied. In opdracht van Ministerie van EZ. 076341746:E – Definitief. B02024.000089.0100

Arcadis (2012). Passende Beoordeling Windparken en kabel tracé Gemini, Typhoon Offshore, 2012.

Arends, E., Groend, R., Jager, T., & Boon, A. (2006). *Passende Beoordeling Windpark Q10.* ENECO.

Arends, E., R. Groen, T. de Jager & A. Boon (2008). Passende Beoordeling windpark Den Helder. Technical report, Pondera, Arcadis, Haskoning, Wageningen Imares, Deltares, Bureau Waardenburg, Altenburg en Wymenga, Heinis Waterbeheer en Ecologie, 2008.

Arends, E., R. Groen, T. de Jager & A. Boon (2009). Passende Beoordeling windpark Scheveningen Buiten. Pondera, Royal Haskoning, Bureau Waardenburg, Wageningen Imares, Deltares, Altenburg en Wymenga, Deltares, Heinis Waterbeheer en Ecologie, Arcadis, 2009.

Arends, E., M. Jaspers Faijer & S. van der Bilt, “Passende Beoordeling Windpark Q4 West,” Pondera Consult (2013).

Aarts, F.A. (2009). Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2008.Delta Project Management in opdracht van RWS Waterdienst, 2009.

Bailey, H., K. L. Brookes & P.M. Thompson (2014). Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. Aquatic Biosystems 2014, 10:8 http://www.aquaticbiosystems.org/content/10/1/8

Band, W.M. (2012). Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshorewindfarms. March 2012. SOSS, The Crown Estate, London, 2012. http://www.bto.org/science/wetland-and-marine/soss/projects

Baptist, H.J.M & P.A. Wolf (1993). Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat Ministerie van V&W, DGW 93.013, 1993.

Bergström L., L. Kautsky, T. Malm, R. Rosenberg, M. Wahlberg, N. Åstrand Capetillo & D. Wilhelmsson (2014). Effects of offshore wind farms on marine wildlife—a generalized impact assessment. Environ. Res. Lett. 9 (2014) 034012 (12pp) doi:10.1088/1748-9326/9/3/034012

Bolle L., C.A.F. de Jong, E. Blom, P.W. Wessels, C.J.G. van Damme & H.V. Winter (2014). Effect of piling-driving sound on the survival of fish larvae. IMARES, Report no. C182/14.

Bolle L., C. de Jong, S. Bierman, D. de Haan, T. Huijer, D. Kaptein, M. Lohman, S.Tribuhl, P. van Beek, C.J.G. van Damme, F. van den Berg, J. van der Heul, O. vanKeeken, P. Wessels &, E. Winter (2011). Shortlist Masterplan Wind - Effects of pilingnoise on the survival of fish larvae. IMARES IJmuiden, TNO Den Haag, The Netherlands, 2011.

Bolle, L.J, C.A.F. de Jong, S.M. Bierman, P. J.G. van Beek, O.A. van Keeken, P.W. Wessels, C.J.G. van Damme, H.V. Winter, D. de Haan & R.P.A. Dekeling (2012). Common Sole Larvae Survive High Levels of Pile-Driving Sound in Controlled Exposure Experiments. PlosOne (2012) 7(3):1-12.

Boon A.R. (2010). Master plan monitoring and researching ecological effects of Dutch offshore wind farms. Deltares, 2010.

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 rapport 1205107-000-ZKS-0018, Deltares Delft, 2012. (*update Handreiking Passende Beoordeling*)

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 2008 51 (1): 17-36, 2008.

Brandt M., A. Diederichs, K. Betke & G. Nehls (2011). Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 421: 205-216, 2011.

Brasseur S.M.J.M., M. Scheidat, G.M. Aarts, J.S.M. Cremer & O.G. Bos (2008). Distribution of marine mammals in the North Sea for the generic appropriate assessment of future offshore wind parks.IMARES report C046/08, 2008.

Brasseur S.M.J.M., G.M. Aarts, E. Meesters, T. van Polanen Petel, E. Dijkman, J. Cremer & P.J.H. Reijnders (2012). Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms. Rapport: OWEZ R 252 T1 20120130 / C043-10. IMARES, Wageningen, 2012.

Brasseur, S.M.J.M., J.S.M. Cremer, E.M. Dijkman & J.P. Verdaat (2013). Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee; 2002 - 2012. Wageningen, Wettelijke onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 352. 31 blz. 7 fig.; 28 ref.; 1 bijl.

Brasseur, S., R. Czeck, B. Diederichs, A. Galatius, L. Fast Jensen, P. Körber, U. Siebert, J. Teilmann & S. Klöpper (2014). Grey Seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2013-2014. Grey seal population recovered after decrease.

Camphuysen C.J. & M.L. Siemensma (2011). Conservation plan for the Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in The Netherlands: towards a favourable conservation status. NIOZ Report 2011-07, Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel, 2011.

Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold (1998). Kustvogels, zeevogels en bruinvissen in het Hollandse kustgebied. NIOZ report 1998-4, CSR rapport 1998-2, IBN rapport 354, Netherlands Institute for Sea Research, Texel, 1998.

Camphuysen C.J. & J. van Dijk (1983). Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-79. Limosa 56: 81-230, 1983.

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. Royal NIOZ, Texel. Report no. 2011-05. pp. 82, 2011.

CBS, PBL, Wageningen UR (2012). Gewone en grijze zeehond in Waddenzee en Deltagebied, 1959 - 2011. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen, 2012. http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/

CBS, PBL, Wageningen UR (2014). Gewone en grijze zeehond in Waddenzee en Deltagebied, 1960 - 2013 (indicator 1231, versie 11, 3 juni 2014). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
Advies richtlijnen Cie-mer

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 Bureau Waardenburg in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Noordzee met rapportnummer 12-238, 2013.

Common Wadden Sea Secretariat, oktober 2012: http://www.waddensea-secretariat.org/news/news/Seals/Annual-reports/seals2012.html

Cook, A.S.C.P., L.J. Wright & N.H.K. Burton (2012). A Review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore windfarms. Crown Estate Strategic Ornithological Support Services (SOSS), project SOSS-02, 2012.

Damme, Van C.J.G., R. Hoek, D. Beare, L.J. Bolle, C. Bakker, E. van Barneveld, M. Lohman, E. Os-Koomen, P. Nijssen, I. Pennock & S. Tribuhl (2011). Shortlist Master plan Wind Monitoring fish eggs and larvae in the Southern North Sea: Final report Part A. Wageningen, IMARES. Report number C098/11.

Debusschere, E., De Coensel, B., Bajek, A., Botteldooren, D., & Hostens, K. (2014). In Situ Mortality Experiments with Juvenile Sea Bass (Dicentrarchus labrax) in Relation to Impulsive Sound Levels Caused by Pile Driving of Windmill Foundations. PloS One, 9(10), 1-9.

Deerenberg, C. & F. Heinis (2011). Passende Beoordeling Boomkorvisserij op vis in de Nederlandse kustzone: Algemeen deel. Rapport C130/11, deel 1/5.

Diederichs A., V. Hennid & G. Nehls (2008). Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark Part II: Harbour porpoises. Supported by the German Federal Ministry of Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2008.

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, 2012.

Dähne M, Gilles A, Lucke K, Peschko V, Adler S, Kr¨ugel K, Sundermeyer J and Siebert U 2013 Effects of piledriving on harbour porpoises (Phocoena phocoena) at the first offshore wind farm in Germany Environ. Res. Lett. 8 025002.

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, 2007.

FOD Economie, K.M.O. (2012). Middenstand en Energie, Algemene Directie Energie - Vergunningen en Nieuwe Technologieën, data over de operationele en geplande windparken op zee in de Belgische EEZ, oktober 2012.

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. Flight intensity, flight altitudes and species composition in comparison to OWEZ. Rapport 11-112. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Galatius, A., S. Brasseur, R. Czeck, B. Diederichs, L. Fast Jensen, P. Körber, U. Siebert, J. Teilmann & S. Klöpper (2014). Aerial surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea in 2014. Harbour seal report 2014.

van Gasteren, H., J. van Belle & L.S. Buurma (2002). Kwantificering van vogelbewegingen langs de kust bij IJmuiden: een radarstudie. Koninklijke Luchtmacht, Den Haag.

Geelhoed S.C.V. & T. van Polanen Petel (2011). Zeezoogdieren op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011. Wageningen. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, 2011.

Geelhoed, S., M. Scheidat, G. Aarts, R. Van Bemmelen, N. Janinhoff, H. Verdaat, R. Witte (2011). Shortlist Masterplan Wind - Aerial surveys of harbour porpoises on the Dutch Continental Shelf. Report no. C103/11, IMARES, The Netherlands, 2011.

Geelhoed S., M. Scheidat, R. van Bemmelen & G. Aarts (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. Scheldat, M., van Bemellen, R. (2014). Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013. Imares rapportnummer: C027/14

Goudswaard, P.C, K.J. Perdon, J. Jol, E. Hartog, M. van Asch & K. Troost (2012). Het Bestand aan Schelpdieren in de Nederlandse Kustwateren in 2012. Rapport CO85/12.

Grontmij & Pondera (2015a). Milieueffectrapport kavelbesluit I windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling.

Grontmij & Pondera (2015b). Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling.

Gyimesi, A., T.J. Boudewijn, M.J.M. Poot. & R.J. Buijs (2011). Habitat use, feeding ecology and reproductive success of Lesser blackbacked gulls breeding in Lake Volkerak. Bureau Waardenburg, Culemborg. Report no. 10-234. pp. 64, 2011.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015a. Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande of geplande turbinetypes. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015c. Slachtofferberekeningen voor een windparkvariant met een totaalvermogen van 380 MW in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015d. Slachtofferberekeningen voor 14 windturbine varianten (4 MW - 10 MW) in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 15.01562. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Halvorsen, M B., Casper, B.M., Woodley, C.M., Carlson T.J. & A.N. Popper. (2012a). Threshold for onset of injury in Chinook salmon from exposure to impulsive pile driving sounds. PLoS ONE 7: e38968

Halvorsen M.B., Casper, B.M, Matthews, F., Carlson, T.J. & A.N. Popper. (2012b). Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. *Proc. R. Soc. B* rspb20121544.

Heinis, F. (2013). Offshore windpark GEMINI: Effecten van aanleg op zeezoogdieren.

Herman, P., O. Beauchard & L. van Duren (2014). De staat van de Noordzee 2014.

Hofstede, R. ter, H.V. Winter & O.G. Os (2008). Distribution of fish species for the generic Appropriate Assessment for the construction of offshore wind farms. IJmuiden: IMARES, (Report / IMARES C050/08), 2008.

Hofstede, ter A. & Baars, J.M.D.D. (2006). Basiskaarten benthos en vis. Deel A: Verspreidingskaarten. Deel B: Beheer en Onderhoud. Deel C: factsheets. Imares rapportnummer c042/06.

Integraal Beheerplan Noordzee (IBN) 2015 (2011). Herziening 11 november 2011.

Jak R.G., O.G. Bos, R. Witbaard & H.J. Lindeboom (2009). Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. Rapportnummer C065/09. Imares Wageningen UR.

De Jong, C. M. Ainslie, F. Heinis, B Binnerts (2013). Effectafstanden onderwatergeluid van offshore windmolenfundaties. Presentatie bij workshop regulering onderwatergeluid, 11 december 2013.

Jonge Poerink, B., S. Lagerveld, H. Verdaat (2013). Pilot study. Bat activity in the Dutch offshore windfarm OWEZ and PAWP. IMARES report no. C026/13 / tFC report no. 20120402, 2013.

Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie *op zee* (2015 a). Deelrapport A: Methodebeschrijving.

Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee (2015 b). Deelrapport B: Beschrijving en beoordeling van cumulatieve effecten bij uitvoering van de Routekaart Windenergie op zee.

Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee (2015 c). Deelrapport B: Bijlage Imares onderzoek: Cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen.

Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee (2015 d).Deelrapport B: Bijlage TNO-onderzoek. Cumulatieve effecten op zeezoogdieren.

Kastelein R.A., W.C. Verboom, J.M. Terhune, N. Jennings & A. Scholik (2008). First report of a series leading towards: A generic evaluation method to assess the effects of underwater noise on marine mammals and fish during the construction, operation, and decommissioning of offshore wind turbine parks in the Dutch part of the North Sea. SEAMARCO report nr. 1-2008.

Kastelein R., R. Gransier, R. van Mierlo, L. Hoek & Ch. de Jong (2011). Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds. Report 2011/01. SeaMarco, Harderwijk, The Netherlands, 2011.

KEMA en RWE (2009): Offshore Windturbinepark Tromp Binnen. Milieu Effect Rapport, 2009.

Kimber J., Sims D., Bellamy P. and Gill A. 2011 The ability of a benthic elasmobranch to discriminate between biological and artificial electric fields Mar. Biol. 158 1–8.

Koschinski, S., B.M. Culik, O. Damsgaard Hendriksen, N. Tregenza, G. Ellis, C. Jansen, G. Kathe (2003). Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to noise of a simulated 2 MW windpower generator. Mar. Ecol. Prog. Ser. 265: 263-273, 2003.

Koschinski, S., K. Lüdemann, (2013). Development of Noise Mitigation Measures in Offshore Wind Farm Construction, Commissioned by the Federal Agency for Nature Conservation (Bundesamt für Naturschutz, BfN), Original Report (in German): published July 2011, update February 2013.

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, Alterra, 2005.

Krijgsveld K.L., R.C. Fijn, C. Heunks, P.W. van Horssen, M.J.M. Poot & S. Dirksen (2008). Effect studies offshore wind farm Egmond aan Zee - progress report on fluxes and behaviour of flying birds - draft. OWEZ_R_231_T1_20080304 draft, Bureau Waardenburg, 2008.

Krijsveld 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, 2011.

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. In opdracht van RWS Waterdienst.

Lindeboom H., H.J. Kouwenhoven, M.J.N. Bergman, S. Bouma, S.M.J.M. Brasseur, R. Daan, R.C. Fijn, D. de Haan, S. Dirksen, R. van Hal, R. Hille Ris Lambers, R. ter Hofstede, K.L. Krijgsveld, M. Leopold & M. Scheidat (2011). Short-term ecological effects of in offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. Environ. Res. Let. 6, 2011.

Lindeboom H., J. Geurts van Kessel & L. Berkenbosch (2005). Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ/2005.008, Alterra Rapport nr. 1109, 2005.

Lindeboom H.J, Dijkman E.M., Bos, O.G.; Meesters, H.W.G.; Cremer, J.S.M.; Raad, I. de & Bosma, A. (2008). Ecologische Atlas Noordzee ten behoeve van gebiedsbescherming.

Lucke, K. (2010). Potential effects of offshore windfarms on harbour porpoises – the auditory perspective. Presentation in Stralsund, BSH workshop March 2010.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2013). Notitie Reikwijdte en Detailniveau Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, 2013.

Ministerie Infrastructuur en Milieu , 2012. Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020, Deel 1 KRM.

Ministerie Infrastructuur en Milieu, 2014a, Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020, Deel 2 KRM. Monitoringprogramma.

Ministerie Infrastructuur en Milieu, 2014b. Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020, Deel 3 KRM. KRM-programma van maatregelen. Bijlage 5 bij het Nationaal Waterplan 2016-2021.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2015). Ontwerp Beleidsnota Noordzee 2016-2021.

Maritime and Hydrographic Agency of Germany, data on planned and operational offshore wind farms in the German EEZ, October 2012.

Marine Management Organisation of the United Kingdom, data on planned and operational offshore windfarms in the UK EEZ, October 2012.

Nedwell J.R., Edwards B., Turnpenny A.W.H. & Gordon J. (2004). Fish and marine mammalaudiograms: a summary of available information. Subacoustech Report 534R0214. Available from: www.subacoustech.com.

Platteeuw M., N.F. van der Ham en J.E. den Ouden (1994). Zeetrektellingen in Nederland in de jaren tachtig. Sula 8: 1-203, 1994.

Pondera Consult (2013). Passende Beoordeling Windpark Q4 West Eneco Wind, 2013.

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 in the Dutch North Sea May 2010 – April. 2011. Seabird distribution in relation to future offshore wind farms. Bureau Waardenburg, Culemborg. Report no. 10.235. pp. 277, 2011.

Prins T.C. (2008). Een quickscan van de mogelijkheden voor windmolenparken vanuit ecologisch perspectief. Deltares Delft, 2008.

Prins T. C., F. Twisk, M.J. van den Heuvel-Greve, T.A. Troost & J.K.L. van Beek (2008). Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms, Deltares rapport Z4513, Deltares Delft, 2008. (*Handreiking Passende Beoordeling*)
Royal Haskoning (2009). Passende Beoordeling Nationaal Waterplan.

Richardson, W. J., C. R. Green, C. I. Malme & D. H. Thomson. (1995). Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Deigo (USA).

Rijkswaterstaat (2013). Verslag workshop regulering onderwatergeluid, 15 december 2013. Rijkswaterstaat Zee en Delta.

Royal HaskoningDHV (2014).Passende Beoordeling voor de tussentijdse herziening van het Nationaal Waterplan voor het onderdeel windenergie op zee. In opdracht van Rijkswaterstaat, Water, Verkeer, en Leefomgeving.

Russell D.J.F., Brasseur S.M.J.M., Thompson D., Hastie G.D., Janik V.M., Aarts G., McClintock B.T., Matthiopoulos J., Moss S.E.W. & B. McConnell (2014).Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. Curr. Biol. 2014, 24: 638–639.

Van Scheppingen & Groenewold (1990). Verslag van programma monitoring zoobenthosi n de zuidelijke Noordzee. Deelrapport monitoring Milzon-benthos. Rijkswaterstaat Directie Noordzee.

Scheidat M., J. Tougaard, S.M.J.M. Brasseur, J. Carstensen, T. van Polanen Petel J. Teilmann &P. Reijnders (2011). Harbour porpoises (Phocoena phocoena) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. Environ. Res. Lett. 6, 2011.

Skeate E.R., M.R. Perrow & J.J. Gilroy (2012). Likely effects of construction of Scroby Sands offshore wind farm on a mixed population of harbour *Phoca vitulina* and grey *Halichoerus grypus* seals. Mar. Poll. Bull. 64: 872-881, 2012.

Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene Jr., C.R., Darlene, D.K., Ketten, R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., & Tyack, P.L. (2007). Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations, Aquatic Mammals 33(4), p. 411 -522.

Southall, Brandon L., Nowacek & Douglas P. (2009). Acoustics in marine ecology: innovation in technology expands the use of sound in ocean science. Marine Ecology Progress Series (395): 1-3.

Steunpunt Natura 2000 (2009). Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip ‘significante gevolgen’ uit de Natuurbeschermingswet. Regiebureau Natura 2000, 2009.

Steunpunt Natura 2000 (2010a). Aanvulling Leidraad Significantie: doelformulering getijdenwateren, 2010.

Steunpunt Natura 2000 (2010b). Externe werking. Verduidelijking toepassingsgrond ‘externe werking’ in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Regiebureau Natura 2000, 2010.

Stichting De Noordzee. (2011). *Zeevogeldossier.*

Strucker R.C.W., F.A. Arts & S. Lilipaly (2012). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2010/2011. Delta Project Management. RWS Waterdienst BM 12.07, 2012.

Teilmann J., J. Tougaard & J. Carstensen (2006). Summary on harbour porpoise monitoring 1999-2006 around Nysted and Horns Rev Offshore Wind Farms. Report to Energi E2 A/S and Vattenfall A/S, 2006.

TNO (2013). Notitie Berekeningen onderwatergeluid voor heiwerkzaamheden Offshore Windpark Gemini. Aanvulling op Arcadis (2012), Passende Beoordeling Windparken en kabel tracé Gemini, Typhoon Offshore, 2013.

Tougaard J. & J. Cartensen (2011). Porpoises north of Sprogo before, during and after construction of an offshore wind farm. NERI commissioned report to A/S Storebaelt. Roskilde, Denmark, 2011.

Tougaard J., S. Tougaard, R.C. Jensen, T. Jensen, J. Teilmann, D. Adelungs, N. Liebsch & G. Muller (2006). Harbor seals at Horns Rev before, during and after construction of Horns Rev offshore wind farm. Final report to Vattenfall A/S. Biological Papers from the Fisheries and Maritime Museum No. 5, Esbjerg, Denmark, 2006.

Tougaard J, J. Carstensen, J. Teilmann & N.I. Bech (2005). Effects of the Nysted Offshore Wind Farm on Harbour Porpoises *Annual Status Report for the T-POD Monitoring Program*. Roskilde: NERI, 2005.

Waardenburg, H.W. (1987). De fauna op een aantal scheepswrakken in de Noordzee in 1986, Bureau Waardenburg bv, Culemborg (rapport 87.19), 1987.

Witbaard R., O.G. Bos, H.J. Lindeboom, Basisinformatie over de Borkumer Stenen, Bruine Bank en Gasfonteinen, potentieel te beschermen gebieden op het NCP, IMARES Rapport C026/08

Witte, R.H, S.M.J. van Lieshout (2003). Effecten van windturbines op vogels. Een overzicht van bestaande literatuur. Rapport 03-046, Bureau Waardenburg bv, Culemborg, 2003.

Websites

www.informatiehuismarien.nl
www.noordzeeloket.nl
www.noordzeeNatura 2000.nl/
http://Natura 2000.eea.europa.eu/#
www.Natura 2000.nl/pages/naslagwerk.aspx
www.bto.org/science/wetland-and-marine/soss/projects

Bijlage 1

Instandhoudingsdoelstellingen relevante Natura 2000 gebieden

Instandhoudingsdoelstellingen relevante Natura 2000-gebieden

Doggersbank

		SVI Landelijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.
Habitattypen					
H1110C	Permanent overstroomde zandbanken (Doggersbank)	-	=	>	
Habitatsoorten					
H1351	Bruinvis	--	=	=	=
H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=
H1365	Gewone zeehond	+	=	=	=

SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)
=	Behoudsdoelstelling
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering

Friese Front

Instandhoudingsdoelstellingen					
		SVI Landelijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.
Niet-broedvogels					
A199	Zeekoet		+	+	

SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)
=	Behoudsdoelstelling
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering

Klaverbank

Instandhoudingsdoelstellingen					
		SVI Landelijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.
Habitattypen					
H1170	Riffen van open zee	-	=	>	
Habitatsoorten					
H1351	Bruinvis	--	=	=	=
H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=
H1365	Gewone zeehond	+	=	=	=

SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)
=	Behoudsdoelstelling
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering

Bijlage 2

Onderwatergeluid Hollandse Kust, opgesteld door TNO

Notitie

Technical Sciences
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00
F +31 70 328 09 61

Aan
Royal HaskoningDHV
t.a.v. mevr. S. Tack

Van
C.A.F. de Jong & B. Binnerts

Kopie aan
mevr. L. van Nieuwerburgh (RHDHV)

Onderwerp
Onderwatergeluid PlanMER Hollandse Kust (project 060.17507)

Datum
24 september 2015

Onze referentie
xxxx

E-mail
E-mail
christ.dejong@tno.nl

Doorkiesnummer
+31 88 866 80 34

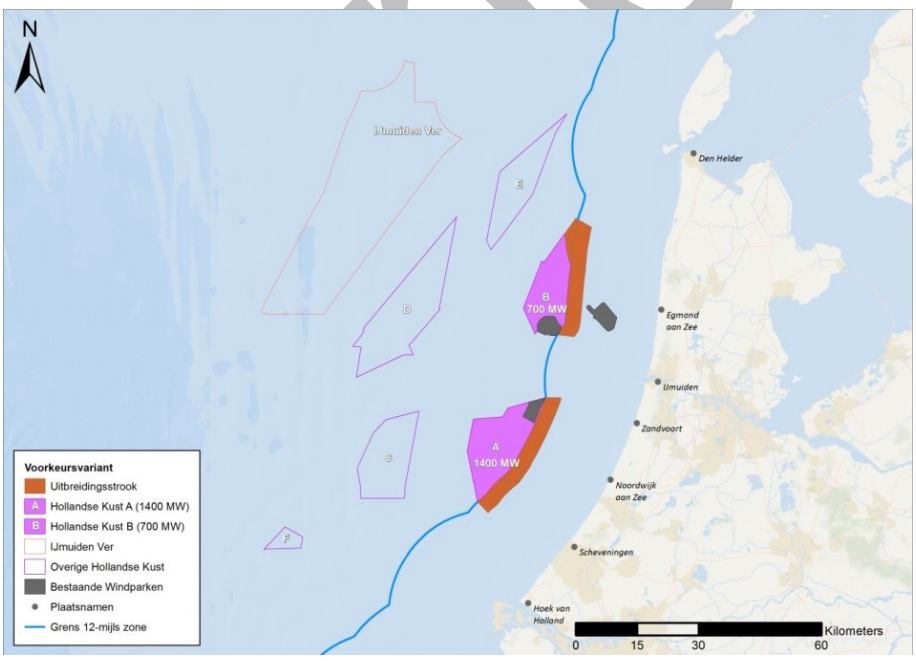
Doorkiesfax
+31 88 866 65 75

Concept

1 Inleiding

Royal HaskoningDHV heeft TNO gevraagd een bijdrage te leveren aan het opstellen van een planMER voor de aanleg van windenergiecapaciteit in het gebied Hollandse Kust. Het gaat daarbij om het bepalen van de mogelijke effecten op bruinvissen en zeehonden van het onderwatergeluid bij de aanleg van de turbinefunderingen.

Figuur 1 geeft een overzicht van de contouren van de verschillende gebieden (Hollandse Kust A t/m E en IJmuiden Ver) die het Rijk heeft aangewezen voor wind op zee.



Figuur 1 Wind op zee gebieden Hollandse Kust A t/m E en IJmuiden Ver. De ingekleurde gebieden tonen de 'voorkeursvariant', met uitbreiding in de 10-12 mijls zone.

In overleg met Royal HaskoningDHV zijn een aantal locaties gekozen waarvoor de verspreiding van het onderwatergeluid bij het heien voor twee typen turbinefundaties is berekend en vertaald naar het oppervlak rond de heipaal waarbinnen het geluid tot verstoring van bruinvissen en zeehonden kan leiden. Bij de berekeningen zijn de in de werkgroep Onderwatergeluid van Rijkswaterstaat afgesproken procedures en grenswaarden toegepast, zoals vastgelegd in het Kader Ecologie en Cumulatie.

2 Inhoud

1 Inleiding
2 Inhoud
3 Aanpak
4 Heilocaties
5 Hei-energie
6 Bronsterkte van het heigeluid
7 Omgevingsparameters
8 Drempelwaarden voor effecten op bruinvissen en zeehonden
9 Berekeningen en resultaten
10 Conclusie
11 Referenties

A Enkele geluidverspreidingskaarten

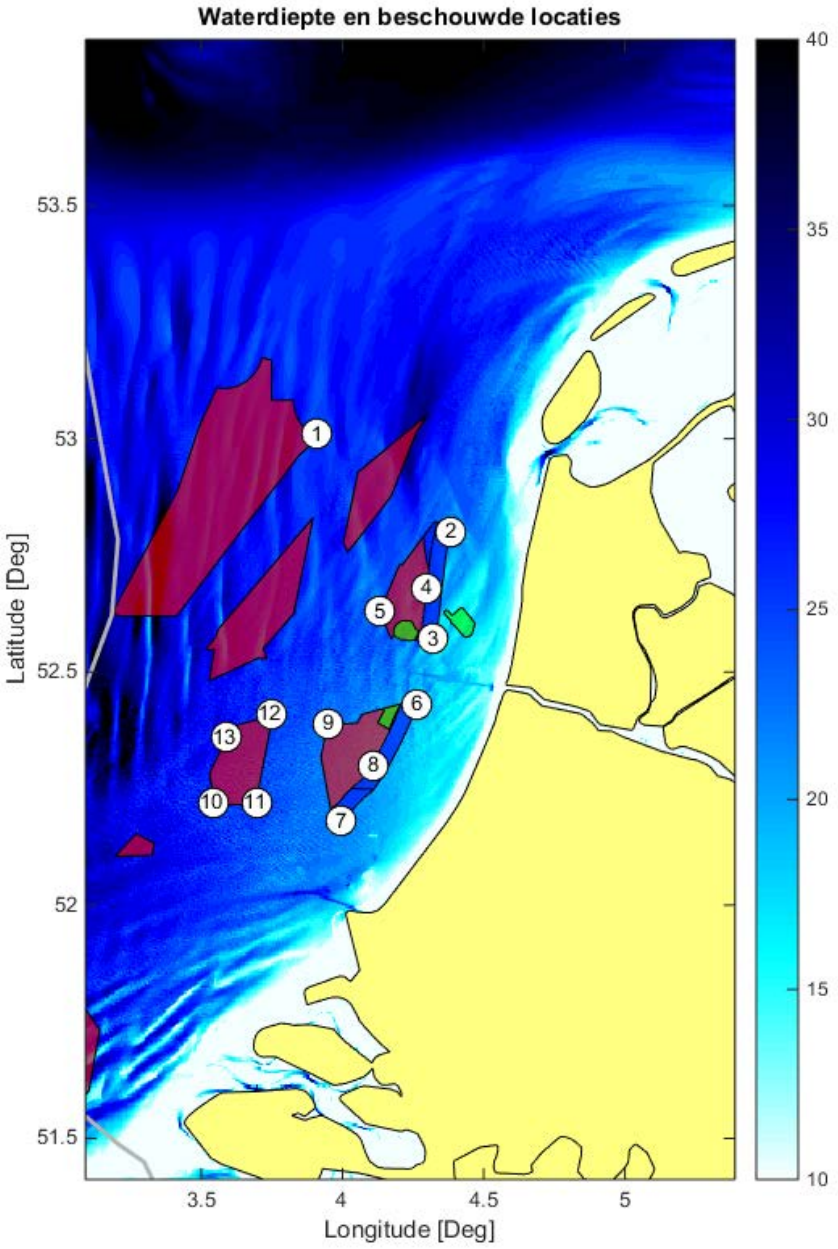
3 Aanpak

De effectafstanden en onderwatergeluidkaarten zijn berekend met behulp van de versie 1.0 van het TNO rekenmodel AQUARIUS. Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van de energie van de heiklappen, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. AQUARIUS 1.0 is gebaseerd op een benaderingsmethode voor het propagatieverlies die is beschreven in [Weston 1971, 1976]. De heipaal als geluidbron wordt in deze aanpak niet direct gemodelleerd. Het model gaat uit van het onderwatergeluid dat is gemeten tijdens het heien voor het Prinses Amalia windpark [de Jong & Ainslie 2012]. Het gemeten geluid wordt geschaald met de actuele hamerenergie en het AQUARIUS-model wordt gebruikt om het geluidveld vanuit de bestaande meetgegevens te extrapoleren naar grotere afstanden.

4 Heilocaties

Er zijn in overleg 13 heilocaties geselecteerd, zie Figuur 2 en Tabel 1.

Concept



Figuur 2: Bathymetriekaart van het gebied met daarin aangegeven de contouren van de zoekgebieden en de 13 geselecteerde heilocaties waarvoor de verspreiding van het heigeluid is berekend.

Het AQUARIUS model maakt gebruik van een publieke bathymetrie database (http://portal.emodnet-bathymetry.eu/). Tabel 1 geeft de coördinaten en lokale waterdieptes voor de 13 geselecteerde heipaallocaties.

Tabel 1: coördinaten van de 13 geselecteerde heilocaties (in WGS84) en waterdiepte volgens de in AQUARIUS geïmplementeerde bathymetrie (http://portal.emodnet-bathymetry.eu/).

ID (Figuur 1)	Latitude [graden]	Longitude [graden]	Waterdiepte [m]
1	3.910	53.010	25
2	4.384	52.800	22
3	4.319	52.570	18
4	4.296	52.680	23
5	4.132	52.630	24
6	4.263	52.430	18
7	3.995	52.180	22
8	4.106	52.300	20
9	3.946	52.390	23
10	3.542	52.220	27
11	3.698	52.220	23
12	3.751	52.410	25
13	3.589	52.360	27

5 Hei-energie

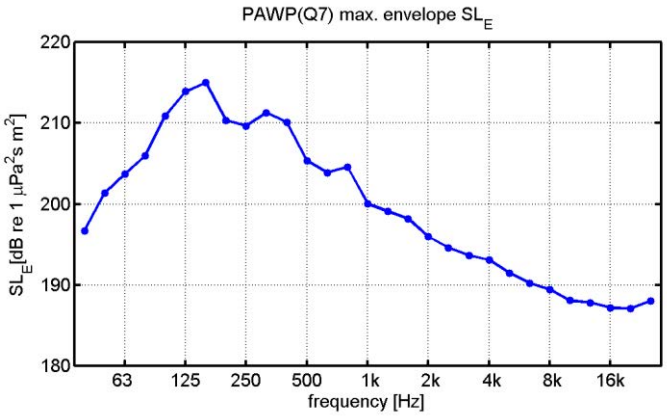
De bandbreedte voor de hei-energie voor funderingen van turbines van 4 MW tot 10 MW loopt van een minimale hei-energie van circa 1.000 kJ tot een maximale hei-energie van circa 3.000 kJ. Binnen deze bandbreedte kunnen zowel monopiles, jackets als tripods worden aangelegd.

Om deze bandbreedte te omvatten zijn per locatie geluidverspreidings-berekeningen uitgevoerd voor een hei-energie van zowel 1.000 kJ als 3.000 kJ.

6 Bronsterkte van het heigeluid

We gaan er van uit dat het heigeluid zoals gemeten bij het Prinses Amaliawindpark (Q7) [de Jong & Ainslie 2012] als maatgevend mag worden beschouwd voor het heien van windturbinefundaties in het zoekgebied Hollandse Kust. Met behulp van het AQUARIUS model is in [Ainslie et al 2012] een schatting gemaakt van het propagatieverlies PL van het geluid van een puntbron, midden in de waterkolom op de heilocatie, naar de verschillende meetlocaties voor Q7 (21 m waterdiepte, 'medium sand' sediment, 4,5 m/s wind op 10 m hoogte). Door het berekende propagatieverlies (PL) bij de gemeten geluidbelasting (SEL) op te tellen is een schatting gemaakt van de spectra van een energiebronsterkte SL_E = SEL+PL [TNO 2012] per heiklap voor de verschillende meetpunten. De bovengrens van deze schattingen (Figuur 3) wordt hier gebruikt als input voor de AQUARIUS berekening van de geluidverspreiding bij het heien in de Hollandse Kust gebieden. De over de frequentiebanden gesommeerde SL_E per heiklap is 221 dB re 1 $\mu Pa^2 s\ m^2$. De laagste schattingen van de SL_E uit de diverse meetpunten bij Q7 is 215 dB re 1 $\mu Pa^2 s\ m^2$.

Concept



Figuur 3: Geschatte bovengrens voor het energie bronniveau spectrum (1/3-octaaf) voor het heigeluid, gebaseerd op de meetresultaten van Q7 (zie de tekst).

De twee in beschouwing genomen hei-energieën (1.000 kJ en 3.000 kJ) zijn groter dan de 800 kJ die bij Q7 is toegepast. Aannemend dat een vast percentage van de klapenergie wordt omgezet in geluidenergie, zou het energiebronniveau bij een veronderstelde klapenergie van 1000 kJ en 3000 kJ respectievelijk 1 dB en 6 dB groter[1] zijn dan bij Q7. Bij gebrek aan meetgegevens bij deze hogere hei-energie nemen we vooralsnog aan dat de spectrale verdeling niet verandert.

7 Omgevingsparameters

De geluidverspreiding is uitgerekend voor een zwemdiepte 1 m boven de zeebodem met de in Tabel 2 gegeven waarden van de geschatte omgevingsparameters.

Tabel 2: Omgevingsparameters voor de propagatieberekeningen

Waterdiepte bij heipaal	Zie Tabel 1
Bodem type [Ainslie 2010]	'medium sand'
Bodem geluidsnelheid	1785 m/s
Bodem dichtheid	2086 kg/m^3
Bodem absorptie	0,88 dB/golflengte
Zeewater geluidsnelheid	1490 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m^3
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s c.q. 6,5 m/s

Wind boven zee verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt. Daardoor neemt het propagatieverlies toe bij toenemende windsnelheid. Dat effect is vooral merkbaar bij windsnelheden (op 10 m boven het wateroppervlak) groter dan 3 tot 4 m/s. Bij de berekening van de geluidverspreiding wordt daarom uitgegaan van twee windsnelheden:

i. 0 m/s, als 'worst case';
ii. een gemiddelde windsnelheid op de beoogde planlocatie. Hiervoor hebben we 6,5 m/s op 10 m boven het zeeoppervlak) gekozen.

[1] De toename van de energie met een factor komt overeen met een toename van het energieniveau met respectievelijk $10\log_{10}(1000/800) \approx 1$ dB en $10\log_{10}(3000/800) \approx 6$ dB.

Concept

8 Drempelwaarden voor effecten op bruinvissen en zeehonden

De berekening van de geluidverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zeehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Dat aantal hangt samen met het voorkomen van dieren binnen een afstand tot de heipaal waarbinnen het blootstellingsniveau een drempelwaarde overschrijdt waarbij die effecten mogelijk optreden. In dit memorandum beperken we ons tot de berekening van die afstanden en het bijbehorende oppervlak.

De te hanteren drempelwaarden zijn in de jaren 203-2014 op basis van consensus gekozen in een door Rijkswaterstaat (RWS) georganiseerde werkgroep 'onderwatergeluid', zie Tabel 3.

Tabel 3: In deze studie gehanteerde drempelwaarden voor bruinvissen en zeehonden (SEL_1 voor één heipuls; index W verwijst naar weging met het M_{pw}-filter uit [Southall et al. 2007].

	bruinvis	zeehond
Vermijding	SEL_1 > 140 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{1,W}$ > 145 dB re 1 μPa^2s

9 Berekeningen en resultaten

Er zijn 104 scenario's doorgerekend voor het bepalen van de verstorings-contouren ten gevolge van het onderwatergeluid bij het heien voor de windturbinefundaties:

- Voor 2 diersoorten (bruinvis en zeehond)
- Voor 2 windsnelheden (0 m/s en 6,5 m/s)
- Voor 2 hei-energieën (3000 kJ en 1000 kJ)
- Voor 13 fundatie locaties

Tabel 4: Berekende SEL_1 op 750 m van de heilocatie. Afgerond op hele dB waarden wordt dezelfde SEL_1 gevonden voor alle 13 heilocaties, en met en zonder wind.

Hei-energie	1.000 kJ	3.000 kJ
SEL_1	175 dB re 1 μPa^2s	180 dB re 1 μPa^2s

Er zijn geluidkaarten berekend voor de SEL_1 (bruinvis) en $SEL_{1,W}$ (zeehond) voor de 13 locaties, voor een zwemdiepte 1 m boven de zeebodem, voor beide hei-energieën, rekening houdend met de bathymetrie. In de berekende geluidkaarten zijn contourlijnen getekend bij de drempelwaarde voor gedragsbeïnvloeding (Tabel 3). In appendix A bij deze notitie zijn enkele geluidkaarten (voor locaties 1, 3 7 en 13) opgenomen, voor het worst case scenario (3000kJ en 0 m/s wind). Alle berekende geluidkaarten zijn digitaal aangeleverd.

Vermijdingsoppervlak

Op basis van dergelijke kaarten is het totale oppervlakte berekend binnen de contourlijn waarbinnen verwacht wordt dat dieren van de geluidbron weg zullen vluchten. Tabel 4 geeft de berekende vermijdingsoppervlakken weer voor de verschillende scenario's en locaties.

Concept

Tabel 4: Berekend vermijdingsoppervlak (km^2) voor zeehonden en bruinvissen, rond de acht heilocaties, voor twee hei-energieën en twee windsnelheden.

Dier	**Zeehond**				**Bruinvis**			
Hei-energie [kJ]	1000	1000	3000	3000	1000	1000	3000	3000
Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5	0	6,5	0	6,5
locatie 1	1268	773	2714	1523	2920	1657	5633	2980
locatie 2	866	519	1661	901	1752	966	3151	1551
locatie 3	635	327	1233	556	1290	587	2289	948
locatie 4	880	501	1819	913	1930	976	3509	1710
locatie 5	997	606	2014	1078	2143	1147	4051	1950
locatie 6	702	369	1377	654	1451	689	2545	1132
locatie 7	862	514	1643	902	1734	951	3067	1523
locatie 8	834	472	1663	839	1756	892	3096	1489
locatie 9	1018	582	2102	1111	2229	1184	4147	2052
locatie 10	1270	785	2674	1532	2870	1653	5396	2925
locatie 11	1144	684	2420	1310	2581	1409	4637	2516
locatie 12	1182	727	2455	1382	2623	1490	4963	2560
locatie 13	1297	815	2701	1567	2896	1700	5567	2956

Volgens de werkwijze uit het Kader Ecologie en Cumulatie kan het aantal verstoorde dieren per hei-dag bepaald worden door het gemiddelde van de berekende verstoringsoppervlakken met en zonder wind te vermenigvuldigen met het de geschatte lokale dichtheid van de betreffende diersoort.

10 Conclusie

Dit memo geeft de resultaten van een berekening van de contouren waarbinnen het heigeluid bij de bouw van windturbines in het gebied Hollandse Kust vermijdingsgedrag van bruinvissen en zeehonden kan veroorzaken. De berekeningen zijn uitgevoerd voor heiwerkzaamheden op 13 representatieve locaties, met een hei-energie van respectievelijk 1.000 kJ en 3.000 kJ. Daarbij is uitgegaan van heien zonder geluid mitigerende maatregelen, waarbij het berekende onderwatergeluidniveau (SEL_1) op 750 m van de heilocatie gelijk is aan respectievelijk 175 en 180 dB re 1 μPa^2s.

Bij het beoordelen van de berekende contouren dient rekening gehouden te worden met de vele onzekerheden in berekeningen en grenswaarden. De berekeningsresultaten geven een indicatie van de orde van grootte van de oppervlaktes rond de heipaal waarbinnen het onderwatergeluid kan leiden tot vermijdingsgedrag.

concept

11 Referenties

Ainslie 2010, Principles of Sonar Performance Modeling. Springer-Praxis

Ainslie et al 2012, 'What is the source level of pile-driving noise in water?' In The Effects of Noise on Aquatic Life, edited by Popper & Hawkins (Springer), pp 445-448.

de Jong & Ainslie 2012, report TNO 2012 R10081 'Analysis of the underwater sound during piling activities for the Off-shore Wind Park Q7' (update of TNO report MON-RPT-033-DTS-2007-03388)

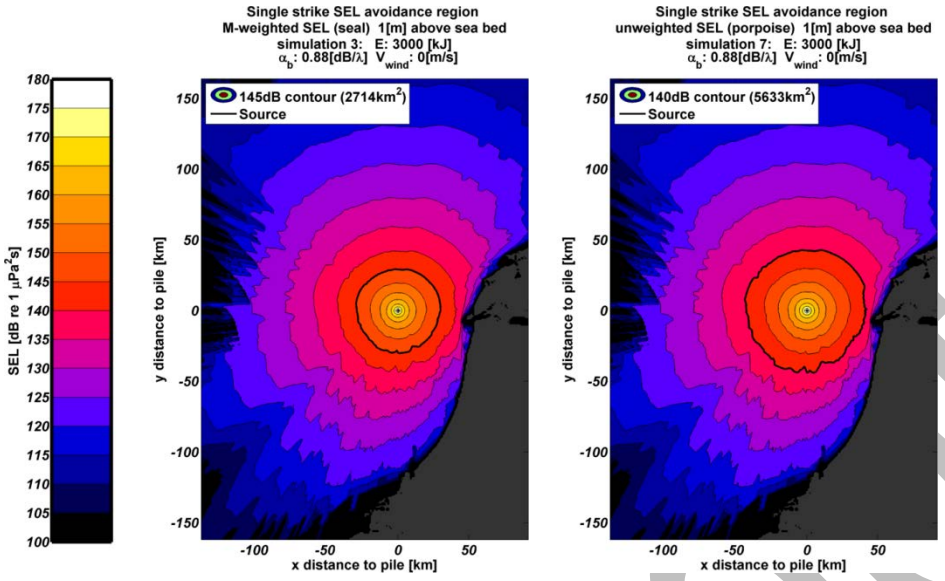
Southall et al 2007, 'Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations', Aquatic Mammals 33 (4), pp 411-521

Weston 1971, 'Intensity-range relations in oceanographic acoustics', Journal of Sound and Vibration 18(2), pp 271-287

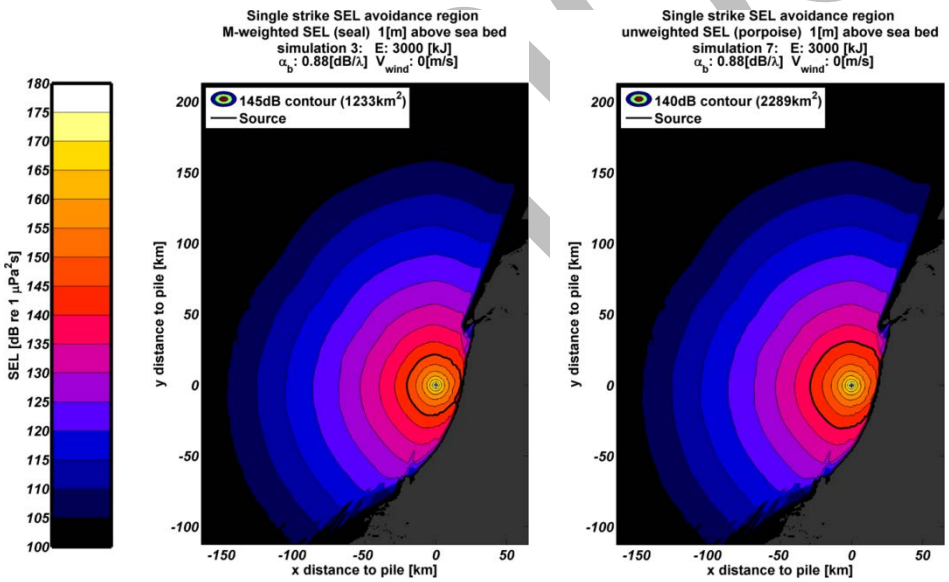
Weston 1976, 'Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', Journal of Sound and Vibration 47(4), pp 473-483

Concept

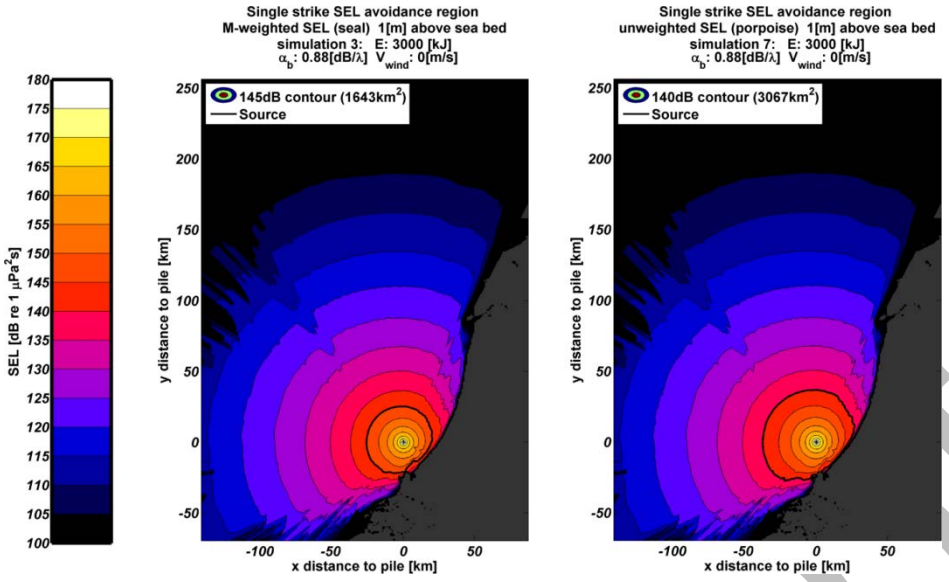
A. Enkele geluidverspreidingskaarten



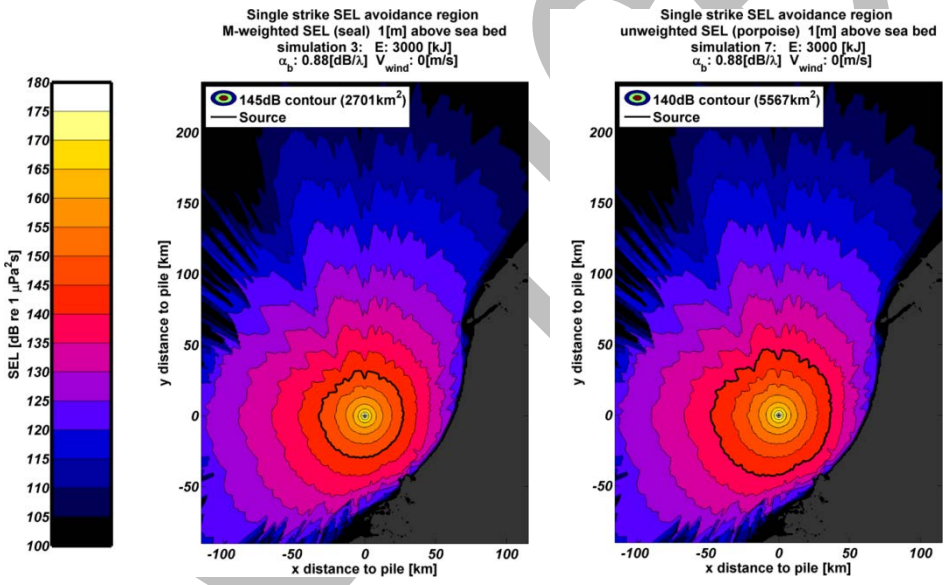
locatie 1 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem, voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag (Tabel 3) wordt overschreden.



Locatie 3 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL_1 met vermijdings-contour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'locatie 1')



locatie 7 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL_1 met vermijdings-contour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'locatie 1')



Locatie 13 (3000 kJ, wind 0 m/s): berekende verdeling van de SEL_1 met vermijdings-contour voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts). (zie verder 'locatie 1')

Bijlage 3

Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust, opgesteld door Bureau Waardenburg

Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap
Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
E-mail info@buwa.nl www.buwa.nl

NOTITIE

Opdrachtgever:
Royal HaskoningDHV
t.a.v. Suzan Tack
Postbus 151
6500 AD Nijmegen

DATUM:	14 september 2015
ONS KENMERK:	15.05577/AbeGy
AUTEUR:	dr. A. Gyimesi, R.C. Fijn MSc.
PROJECTLEIDER:	R.C. Fijn
STATUS:	concept
CONTROLE:	drs. C. Heunks

Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust

Inleiding

Voor de stimulering van de ontwikkeling van hernieuwbare energie op zee is de overheid voornemens om via zogeheten Kavelbesluiten nieuwe windparken op de Nederlandse Noordzee te gaan bouwen. Voor één van de aangewezen windenergiegebieden “Hollandse Kust” wordt door het Ministerie van Economische Zaken een uitbreiding voorgesteld van twee deelgebieden in de zone tussen de 10 en 12 mijl. Hiervoor stelt Royal HaskoningDHV, in samenwerking met Grontmij Nederland, een planMER en Passende Beoordeling op. Rijkswaterstaat wil in deze documenten ook de aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels en trekvogels terug zien. Bureau Waardenburg is door Royal HaskoningDHV benaderd om deze berekeningen te leveren.

In deze notitie rapporteren wij de door ons uitgevoerde slachtofferberekeningen onder zeevogels en trekvogels van drie inrichtingsvarianten, de Nul-, Routekaart- en Voorkeursvariant (zie bijlage). Alle drie varianten hebben een totaal geïnstalleerd vermogen van 2.100 MW. Om inzicht te krijgen in het effect van verschillende windturbinevermogens op de aantallen slachtoffers (als mogelijke mitigerende maatregel) zijn de berekeningen gedaan met inrichtingen van de verschillende gebieden met 4, 6 en 10 MW turbines. Hieruit kan voor elke variant worden aangeduid welke ‘winst’, in termen van aantallen vogelslachtoffers, is te halen door te kiezen voor een andere vermogensvariant.

Methoden

Uit berekeningen in het kader van de Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) studies (Leopold *et al.* 2015a) en de slachtofferberekeningen voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b) kwam een aantal zeevogel- en trekvogelsoorten naar voren waarbij effect op populatieniveau door aanvaringen met offshore windturbines het grootst is. De lijst bevatte 11 zeevogel- en 7 trekvogelsoorten, die ook in de voorliggende berekeningen zijn meegenomen.

De aanvaringsslachtofferberekeningen zijn met het Extended Band-model uitgevoerd (Band 2012). In voorliggende notitie zijn voor de drie gebiedsvarianten drie verschillende turbinetypen van 4, 6 en 10 MW gebruikt met 'minimale' rotordiameters conform de door Rijkswaterstaat aangeleverde specificaties. Het aantal turbines per turbinetype is berekend op basis van een totaal vermogen van 2.100 MW per gebied. Rotordiameters en tussenruimtes zijn vooraf per variant vastgesteld (op basis van de door RWS aangeleverde tabel binnen het KEC). Uitgangspunt voor de berekeningen is verder dat voor alle turbines een onderste tiphoogte van 25 meter wordt aangehouden. De combinatie van rotordiameter en onderste tiphoogte bepalen samen de gebruikte ashoogtes. Echter, veel van deze turbinetypes zijn nog in ontwikkeling en verdere gedetailleerde technische gegevens zijn niet bekend. Daarom zijn voor de rotorspecificaties de waardes evenredig afgeleid zoals gebruikt bij berekeningen voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b). In tabel 1 zijn de expliciete waardes weergegeven die in de berekeningen gebruikt zijn.

Tabel 1 Gehanteerde parameters voor de verschillende varianten.

Turbine vermogen (MW)	Aantal turbines	Totaal vermogen MW	# rotorbladen	Rotor draaisnelheid (m/s)	Rotor-diameter (m)	As-hoogte (m)	Rotorbladbreedte (m)	Pitch (°)	Tussenruimte (m)
4	525	2.100	3	14,96	116	83	3,8	5,9	463
6	351	2.100	3	13,31	142	96	4,3	5,6	567
10	210	2.100	3	10,00	183	116,5	5,4	5,0	732

De berekeningen van de aantallen aanvaringsslachtoffers per variant zijn voor zeevogels gebaseerd op vogeldichtheden uit MWTL vliegtuigtellingen en ESAS boottellingen. De keuze voor vogeldichtheden per soort uit de beschikbare gegevens volgde de methodiek van de KEC studies (Leopold *et al.* 2015a & Leopold *et al.* 2015b). Ook zijn dezelfde uitwijkingspercentages per soort gebruikt als beschreven in de KEC documenten (Leopold *et al.* 2015a).

Berekeningen van aanvaringslachtoffers van trekvogels volgde de methodiek van de KEC studies (Leopold *et al.* 2015a). Schattingen van trekvogeldichtheden zijn slechts

Noordzeebreed beschikbaar en niet per deelgebied. Op basis van deze gegevens zijn aanvaringslachtofferberekeningen dus ook slechts per windturbinevariant beschikbaar en niet per gebiedsvariant.

Bij de berekeningen van het cumulatieve aantal aanvaringslachtoffers in Nederlandse windparken is gebruik gemaakt van de slachtofferaantallen zoals deze berekend zijn voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b). Hier wordt uitgegaan bij bestaande Nederlandse windparken van de bestaande op geplande windturbineparameters voor OWEZ, PAWP, Luchterduinen en Gemini, en 4 MW windturbines voor de parken die zijn gepland in Kavel Borssele.

Bij de afweging van het aantal slachtoffers en de soort-specifieke PBR is uitgegaan van de PBR van de *Nederlandse* populatie (zie Gyimesi & Fijn 2015c) en niet de PBR van de populatie van de Zuidelijke Noordzee (zoals gedaan in het KEC, Leopold *et al.* 2015a). Voor de inschatting van cumulatieve effecten wordt conform het KEC uitsluitend gekeken naar de slachtoffers in de Nederlandse parken (OWEZ, PAWP, Eneco Luchterduinen, Gemini, Borssele I – V, de Hollandse Kust parken).

Berekeningen zijn uitsluitend voor de drie grote meeuwensoorten uitgevoerd omdat in de KEC studies is geconcludeerd dat andere soorten ruim onder de PBR waardes zitten (Leopold et al. 2015a). Daarnaast zijn ook berekeningen gedaan voor jan-van-gent omdat deze soort uit de Nederlandse PBR analyse naar voren kwam als mogelijk kritische soort.

In het onderdeel ‘Cumulatie’ van deze notitie worden naast de slachtofferwaardes door aanvaringen ook de aantallen slachtoffers door habitatverlies meegenomen. Het berekenen van deze aantallen slachtoffers maakte echter geen deel uit van de opdracht en daarom zijn voor deze waardes dezelfde getallen gebruikt als voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b). Door de voorgestelde uitbreiding van Hollandse Kust (met IJmuiden Ver of de gebieden binnen de 12 mijls-zone) zullen deze getallen voor alle varianten enigszins afwijken. In verhouding tot de aantallen slachtoffers door aanvaringen hebben die als gevolg van habitatverlies echter maar een marginaal effect. In totaal is rekening gehouden met 7 jan-van-genten, 26 kleine mantelmeeuwen, 10 zilvermeeuwen en 5 grote mantelmeeuwen die slachtoffer worden door habitatverlies (ter vergelijking: de cumulatieve aantallen slachtoffers door aanvaringen zijn enkele honderden individuen).

Resultaten

Windturbinetypen

Voor alle drie de gebiedsvarianten resulteren grotere windturbinetypen in een lager aantal aanvaringsslachtoffers dan kleinere turbinetypen (tabel 2). Bij een variant met 4 MW windturbines zullen ongeveer drie keer zo veel slachtoffers vallen als bij een variant met 10 MW windturbines (tabel 2).

De meeste slachtoffers onder zeevogels zullen kleine mantelmeeuwen zijn; bij de 4 MW varianten zal sprake zijn van meerdere honderden slachtoffers, bij de 10 MW varianten

van enkele honderden. Bij de dwergstern en de grote jager zullen bij alle varianten uitsluitend incidenteel en niet jaarlijks slachtoffers vallen.

De verschillen in aantallen slachtoffers onder trekvogels zijn evenredig met het verschil in turbinevermogen: bij de kleinste 4 MW turbines zullen 2,5 keer zoveel slachtoffers vallen als bij de grootste 10 MW turbines (tabel 3). Van de soorten die in het KEC worden geduid als de soorten waarvan de mortaliteit als gevolg van aanvaringen met offshore windturbines de grootste fractie van de soortspecifieke PBR beslaat, zijn de slachtofferaantallen onder spreeuwen in absolute zin het hoogst. Het moet benadrukt worden dat het hier om een soort gaat die met vele tienduizenden vogels het gebied op jaarbasis passeert.

Tabel 2 Jaarlijkse maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels bij drie turbinetypevarianten van drie verschillende gebiedsvarianten van het uitgebreide windenergiegebied Hollandse Kust. Let wel dat dit modeluitkomsten zijn; de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes.

	Nulvariant			Routekaartvariant			Voorkeursvariant		
soort	**4**	**6**	**10**	**4**	**6**	**10**	**4**	**6**	**10**
duiker spec.	2	1	1	6	4	2	5	3	2
jan-van-gent	15	10	5	5	3	2	5	3	2
grote jager	0	0	0	1	0	0	1	0	0
drieteenmeeuw	93	58	30	61	38	20	72	45	23
dwergmeeuw	19	12	6	38	24	12	47	29	15
stormmeeuw	61	38	20	76	47	25	106	66	34
kleine mantelmeeuw	763	485	252	737	469	243	863	549	285
zilvermeeuw	148	94	49	275	175	91	326	208	108
grote mantelmeeuw	168	108	57	156	100	53	155	100	52
grote stern	4	2	1	5	3	2	8	5	3
dwergstern	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 3 Jaarlijkse maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder trekvogels bij drie turbinetypevarianten in windenergiegebied Hollandse Kust bepaald met het Extended Band Model (Band 2012). Let wel dat dit modeluitkomsten zijn; de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes.

	Nul-, Routekaart-, Voorkeursvariant		
soort	**4 MW**	**6 MW**	**10 MW**
kleine zwaan	4	2	1
zwarte stern	1	1	1
kanoet	40	27	16
drieteenstrandloper	23	16	9
wulp	34	22	13
grutto	27	18	11
spreeuw	1065	710	426

Gebiedsvarianten

Het aantal aanvaringslachtoffers onder zeevogels is het laagst bij de Nul-variant en het hoogst bij de Voorkeurs-variant. Bij deze laatste variant zullen ongeveer 25% meer

slachtoffers vallen dan bij de Nul-variant. De Routekaart-variant zit daar tussenin, hier zullen ca. 7% meer slachtoffer onder zeevogesl vallen dan bij Nul-variant. De verschillen in aantallen slachtoffers worden veroorzaakt door de ligging van de varianten. Dichtheden van met name meeuwen, zijn in het algemeen hoger dichter bij de kust. Bij de Voorkeurs-variant wordt juist gebruikt gemaakt van twee gebieden die relatief dicht bij de kust liggen. Daardoor zullen bij deze variant ook de meeste slachtoffers vallen. Bij de Nul-variant liggen twee deelgebieden juist verder weg op zee, met lagere vogeldichtheden in de gebieden, en dus ook lagere aantallen slachtoffers.

Trekvogels die Oost-West vliegen tussen Engeland en Nederland (bv. kleine zwaan) trekken als een breedfront over de Noordzee (zie samenvatting door Lensink & van der Winden 1997, Fijn & Poot, 2014). Daardoor is er geen sprake van specifieke trekbanen en daardoor is er geen aanleiding om tussen de verschillende varianten te differentiëren.

Uitsluitend voor Noord-Zuid trekkende soorten die afkomstig zijn uit de Waddenzee en richting het Kanaal vliegen (bijvoorbeeld enkele soorten steltlopers zoals rosse grutto's en kanoeten) is een dergelijke differentiatie zinvol. Een windpark in IJmuiden Ver (onderdeel van de Nul-variant) zou voor deze soorten mogelijk minder slachtoffers kunnen betekenen dan een windpark in Hollandse Kust A of B. Deze soorten trekken namelijk in grotere mate langs de kust en zullen IJmuiden Ver dus niet bereiken. Ook voor trekvogels zou de Nul-variant dus tot de minste slachtoffers leiden, echter hier zijn geen kwantitatieve uitspraken over te doen.

Cumulatieve effecten

Uit de beoordeling van cumulatieve effecten van alle windparkontwikkelingen in de Zuidelijke Noordzee is gebleken dat er alleen bij de drie grote meeuwensoorten (kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen) en de jan-van-gent verwacht kan worden dat het aantal slachtoffers gelijk of hoger uit kan vallen dan volgens het Potential Biological Removal (PBR) principe de soort kan verdragen (Leopold *et al.* 2015a).

De uitbreiding van Hollandse Kust zal voor de jan-van-gent, en de grote- en kleine mantelmeeuw bij geen van de varianten meer slachtoffers opleveren dan de Nederlandse PBR waarde (tabel 4). Ook bij de zilvermeeuw blijven de slachtofferaantallen bij de Nul-variant met iedere turbinetype onder de PBR waarde. Bij de andere twee gebiedsvarianten zijn de cumulatieve slachtofferaantallen bij de zilvermeeuw echter hoger dan de PBR waarde.

Voor de bepaling van het aantal slachtoffers onder trekvogels zijn geen locatie-specifieke vogeldichtheden beschikbaar. Daarom is het aantal turbines in een variant direct van invloed op de slachtofferaantallen. Slachtofferberekeningen in de KEC studies zijn uitgegaan van 3 MW turbines, echter de huidige varianten voor Hollandse Kust zijn gebaseerd op het gebruik van minimaal 4 MW turbines. Dit heeft een directe daling in het aantal turbines tot gevolg wat dus resulteert in een evenredige daling van het aantal vogelslachtoffers. Dit werkt ook door in het cumulatieve aantal slachtoffers onder trekvogels. De fracties slachtoffers (tabel 5) ten opzichte van de PBR waarde liggen daardoor even hoog of lager dan in het KEC (zie Leopold *et al.* 2015a).

Tabel 4 Nominale mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) bij de drie grote meeuwensoorten als gevolg van windturbines in de Nederlandse Noordzee, en uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse Noordzee populatie voor zeevogels (lokaal en trekkend).

	jan-van-gent	kleine mantelmeeuw	zilvermeeuw	grote mantelmeeuw
HK Nul 4 MW	15	763	148	168
HK Nul 6 MW	10	485	94	108
HK Nul 10 MW	5	252	49	57
HK Routekaart 4 MW	5	737	275	156
HK Routekaart 6 MW	3	469	175	100
HK Routekaart 10 MW	2	243	91	53
HK Voorkeur 4 MW	5	863	326	155
HK Voorkeur 6 MW	3	549	208	100
HK Voorkeurs 10 MW	2	285	108	52
cumulatief habitatverlies NL	7	26	10	5
cumulatief aanvaringen NL	189	701	558	270
NL-PBR	527	2802	720	813
HK Nul 4 MW	0,40	0,53	0,99	0,54
HK Nul 6 MW	0,39	0,43	0,92	0,47
HK Nul 10 MW	0,38	0,35	0,86	0,41
HK Routekaart 4 MW	0,38	0,52	1,17	0,53
HK Routekaart 6 MW	0,38	0,43	1,03	0,46
HK Routekaart 10 MW	0,38	0,35	0,92	0,40
HK Voorkeur 4 MW	0,38	0,57	1,24	0,53
HK Voorkeur 6 MW	0,38	0,46	1,08	0,46
HK Voorkeurs 10 MW	0,38	0,36	0,94	0,40

Tabel 5 Mortaliteit als gevolg van windturbines in de Zuidelijke Noordzee, uitgedrukt als percentage van PBR voor de trekvogels waarvan in het KEC (Leopold et al. *2015a) deze fractie boven de 0,05 lag.*

	Nul-, Routekaart-, Voorkeursvariant		
soort	4 MW	6 MW	10 MW
kleine zwaan	0,44	0,42	0,40
zwarte stern	0,53	0,53	0,52
kanoet	0,11	0,10	0,10
drieteenstrandloper	0,21	0,21	0,20
wulp	0,60	0,59	0,50
grutto	0,06	0,06	0,06
spreeuw	0,12	0,12	0,12

Literatuur

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate, London, UK.

Fijn, R.C. & M.J.M. Poot 2014. Vliegintensiteit en vliegroutes van vogels boven kavel Borssele. Bureau Waardenburg notitie 14-528/14.04045/RubFi, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015a. Slachtofferberekeningen voor 14 windturbine varianten (4 MW - 10 MW) in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Notitie 15.01562, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande of geplande windturbines. Notitie 15.03620, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015c. Slachtofferberekeningen voor een windparkvariant met een totaalvermogen van 380 MW in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Notitie 15.03297, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink R. & J. van der Winden 1997. Trek van niet-zeevogels langs en over de Noordzee: een verkenning. Rapport 97-023, Bureau Waardenburg, Culemborg.

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. 2015a. 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.

Leopold, M.F.; Collier, M.P.; Gyimesi, A.; Jongbloed, R.H.; Poot, M.J.M.; van der Wal. J.T.; Scholl, M. 2015b. Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. IMARES Report C166/14.

Voor vragen over deze notitie kunt u contact opnemen met R.C. Fijn.

Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv

drs. C. Heunks

Paraaf:

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

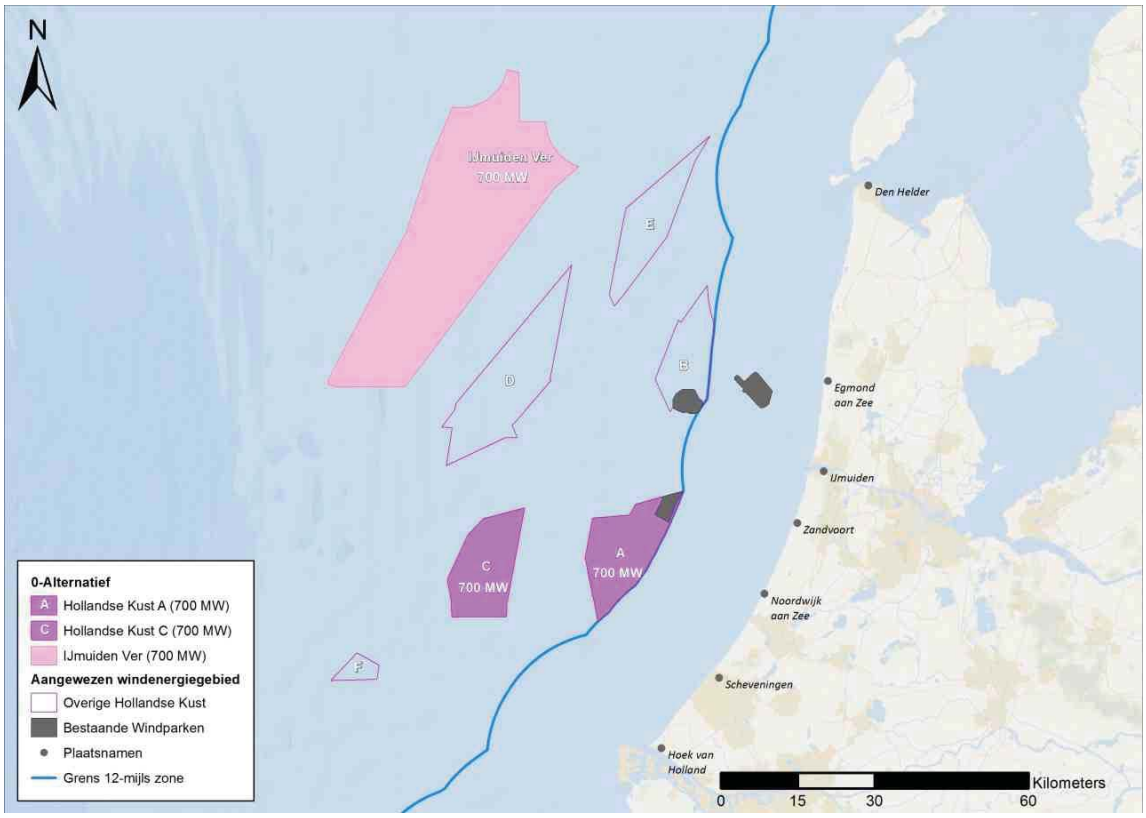
© Bureau Waardenburg bv / Royal HaskoningDHV / Grontmij Nederland bv
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

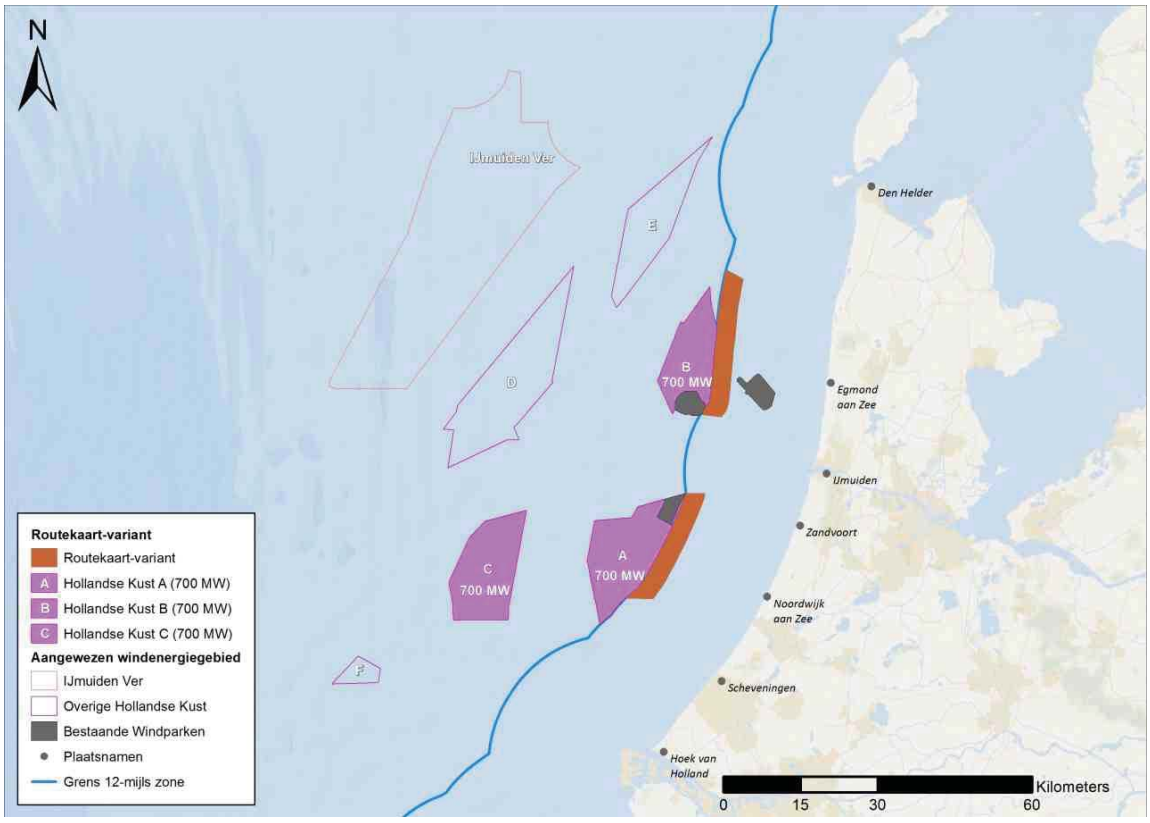
Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.

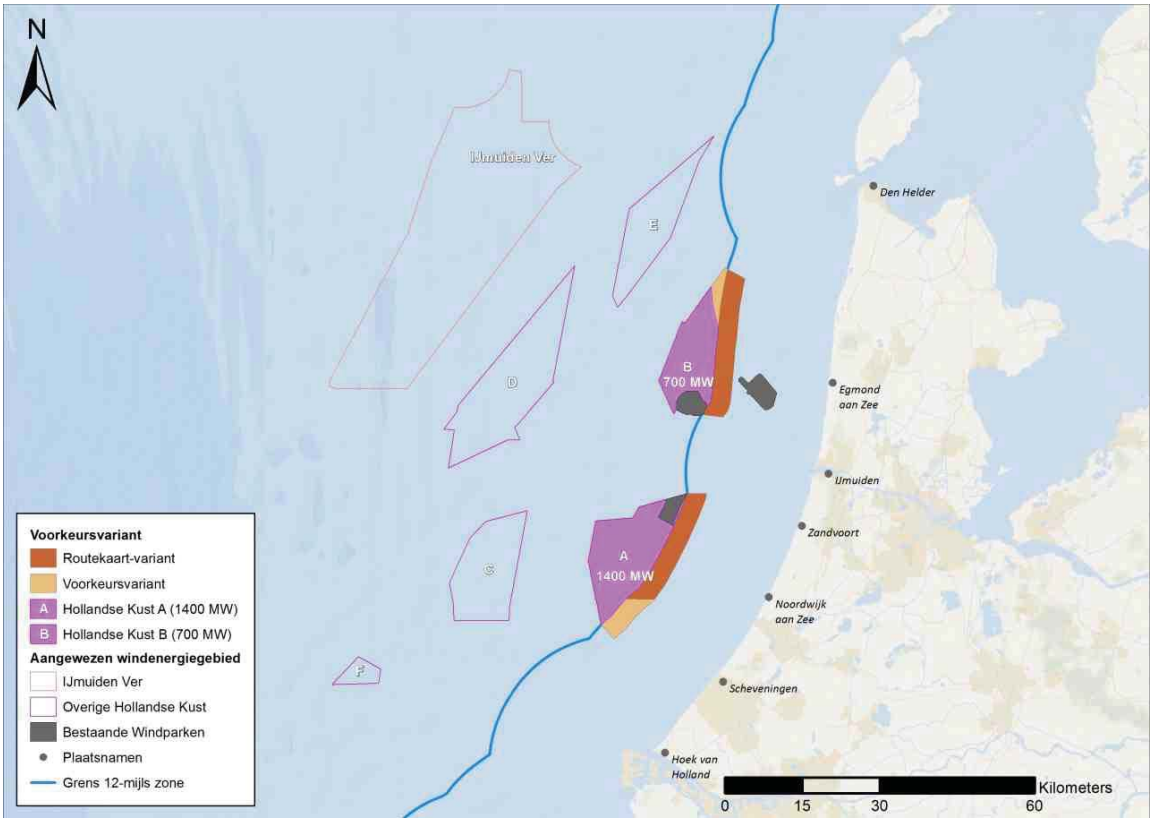
Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Bijlagen


N
IJmuiden Ver
700 MW
E
D
B
C
700 MW
A
700 MW
F
Den Helder
Egmond
aan Zee
IJmuiden
Zandvoort
Noordwijk
aan Zee
Scheveningen
Hoek van
Holland
Kilometers
0
15
30
60
0-Alternatief
A Hollandse Kust A (700 MW)
C Hollandse Kust C (700 MW)
IJmuiden Ver (700 MW)
Aangewezen windenergiegebied
Overige Hollandse Kust
Bestaande Windparken
Plaatsnamen
Grens 12-mijls zone


N
IJmuiden Ver
E
D
B
700 MW
C
700 MW
A
700 MW
F
Den Helder
Egmond
aan Zee
IJmuiden
Zandvoort
Noordwijk
aan Zee
Scheveningen
Hoek van
Holland
Kilometers
0
15
30
60
Routekaart-variant
Routekaart-variant
A Hollandse Kust A (700 MW)
B Hollandse Kust B (700 MW)
C Hollandse Kust C (700 MW)
Aangewezen windenergiegebied
IJmuiden Ver
Overige Hollandse Kust
Bestaande Windparken
Plaatsnamen
Grens 12-mijls zone


N
IJmuiden Ver
E
D
C
F
B
700 MW
A
1400 MW
Den Helder
Egmond aan Zee
IJmuiden
Zandvoort
Noordwijk aan Zee
Scheveningen
Hoek van Holland
Voorkeursvariant
Routekaart-variant
Voorkeursvariant
A Hollandse Kust A (1400 MW)
B Hollandse Kust B (700 MW)
Aangewezen windenergiegebied
IJmuiden Ver
Overige Hollandse Kust
Bestaande Windparken
Plaatsnamen
Grens 12-mijls zone
0
15
30
60
Kilometers

Bijlage 4

Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust voor kleine mantelmeeuwen vanuit de broedkolonie Texel, opgesteld door Bureau Waardenburg

Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap
Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
E-mail info@buwa.nl www.buwa.nl

NOTITIE

Opdrachtgever:
Royal HaskoningDHV
t.a.v. Suzan Tack
Postbus 151
6500 AD Nijmegen

DATUM:	6 oktober 2015
ONS KENMERK:	15-635/15.06079/RubFi
AUTEUR:	M.P. Collier, dr. A. Gyimesi, R.C. Fijn MSc.
PROJECTLEIDER:	R.C. Fijn
STATUS:	concept
CONTROLE:	drs. C. Heunks

Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust voor kleine mantelmeeuwen vanuit de broedkolonie Texel

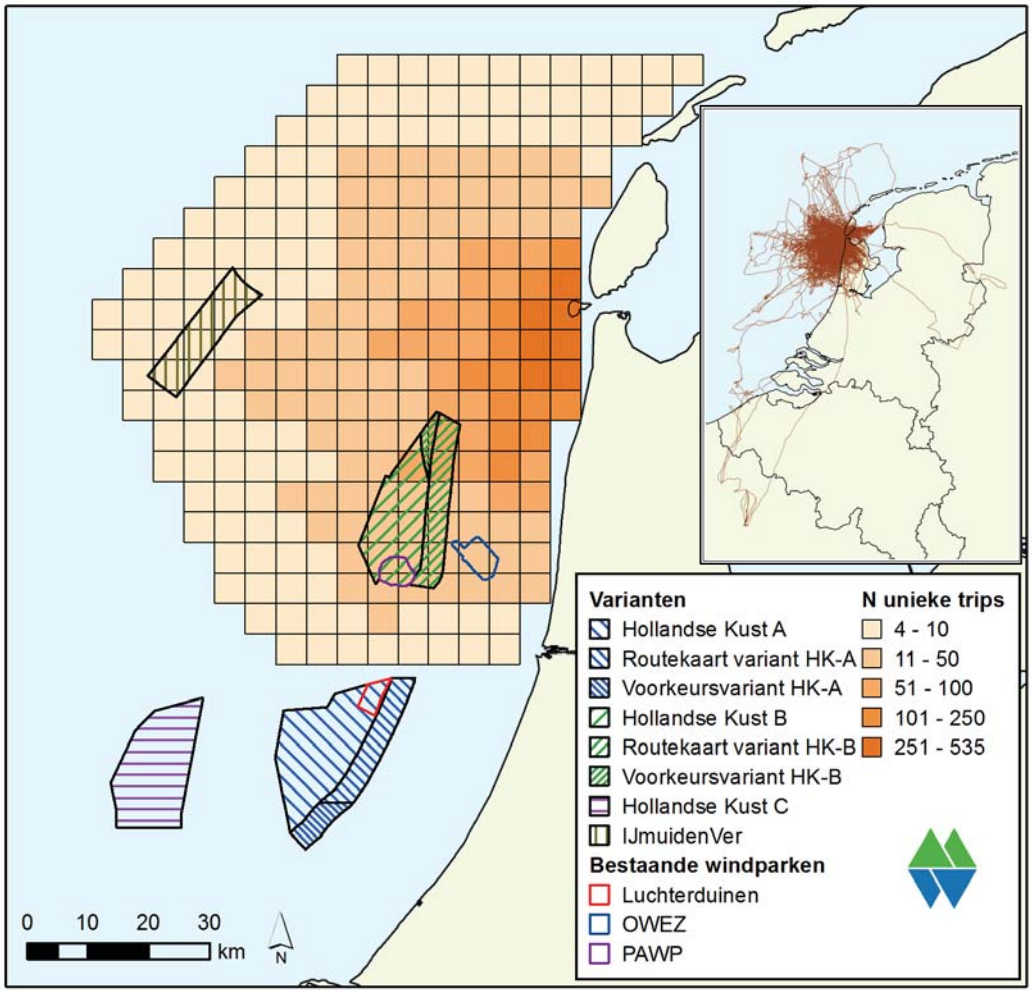
Inleiding

Voor de stimulering van de ontwikkeling van hernieuwbare energie op zee is de overheid voornemens om via zogeheten Kavelbesluiten nieuwe windparken op de Nederlandse Noordzee te gaan bouwen. Voor één van de aangewezen windenergiegebieden “Hollandse Kust” wordt door het Ministerie van Economische Zaken een uitbreiding voorgesteld van twee deelgebieden in de zone tussen de 10 en 12 mijl. Hiervoor stelt Royal HaskoningDHV, in samenwerking met Grontmij Nederland, een planMER en Passende Beoordeling op. Rijkswaterstaat wil in deze documenten ook de aantallen aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuwen uit de broedkolonie op Texel terug zien. Bureau Waardenburg is door Royal HaskoningDHV benaderd om deze slachtofferaantallen te leveren.

In deze notitie rapporteren wij de door ons uitgevoerde berekeningen van slachtoffers onder kleine mantelmeeuwen van Texel van drie inrichtingsvarianten, de Nul-, Routekaart- en Voorkeursvariant (zie bijlage). Alle drie varianten hebben een totaal geïnstalleerd vermogen van 2.100 MW. Om inzicht te krijgen in het effect van verschillende windturbinevermogens op de aantallen slachtoffers (als mogelijke mitigerende maatregel) zijn de berekeningen gedaan met drie verschillende inrichtingsvarianten, te weten: een inrichting met 4, 6 of 10 MW turbines. Hieruit kan voor elke variant worden aangeduid welke ‘winst’, in termen van aantallen vogelslachtoffers, is te halen door te kiezen voor een andere vermogensvariant.

Methoden

Op basis van onderzoek met GPS-loggers blijkt dat kleine mantelmeeuwen uit de Natura 2000-kolonie op Texel gebruik kunnen maken van de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (Camphuysen 2011). Dirksen *et al.* (2012) hebben op basis van de gegevens uit Camphuysen 2011, het foerageerbereik van kleine mantelmeeuwen van Texel bepaald en ingedeeld in een GIS-grid om fluxen te kunnen bepalen binnen sub-gebieden (windpark varianten) in dit foerageerbereik (Figuur 1). Het maandelijkse aantal vluchten van kleine mantelmeeuwen dat door elke windparkvariant is vervolgens bepaald op basis van het foerageerbereik (GPS-loggers data) en enkele aannames over foerageergedrag en vlieghoogte.



Figuur 1 *Grid-weergave van foerageerbereik van kleine mantelmeeuwen uit de kolonie op Texel. Als basis voor dit grid diende alle beschikbare foerageertrips van 15 met GPS-loggers uitgeruste kleine mantelmeeuwen vanuit de kolonie op Texel (inzet). Weergegeven wordt ook de ligging van de verschillende varianten van windenergiegebied Hollandse Kust. Data zijn weergegeven als aantal trips plus herhaalde bezoeken per gridcel van 5x5 km. Hierbij zijn alleen cellen met 4 of meer trips plus herhaalde bezoeken opgenomen en het kaartbeeld is aan de randen 'genormaliseerd'; zie Dirksen et al. 2012 (oorspronkelijke gegevens C.J. Camphuijsen).*

Op basis van de GPS-logger data is aangenomen dat broedende kleine mantelmeeuwen gemiddeld 4 vluchten per paar per dag maken, gedurende 15 weken. Om het jaarlijkse totaal aantal vluchten van broedvogels te verkrijgen moet deze intensiteit worden vermenigvuldigd met de huidige populatieomvang van de kolonie (gemiddeld 17.381 broedparen op basis van de gegevens 2009 – 2013, SOVON/RWS/CBS 2015). Van deze vluchten was 57,1% naar de Noordzee gericht, gemiddeld over de twee geslachten. De berekening resulteert in 8.336.623 vluchten boven de Noordzee voor de hele kolonie op Texel. Van deze vluchten ging een fractie door de verschillende windpark gebieden (tabel 1). Deze fractiegetallen zijn berekend op basis van de oppervlakte van de verschillende windparken en de daar geldende vliegintensiteiten van kleine mantelmeeuwen bepaald met de methode van Dirksen *et al.* (2012).

Tabel 1 *Overzicht van parameters voor fluxberekeningen van kleine mantelmeeuwen voor de verschillende varianten van windenergiegebied Hollandse Kust en bestaande parken op de Nederlandse Noordzee.*

Windpark gebied	Fractie trips door windpark gebied	Totaal vluchten door windpark gebied (flux)	Latitude (dd,dd)	Breedte ten opzichten van kolonie (km)
IJmuiden Ver	0,00379	31.572	52,94	9
Hollandse Kust A Routekaartvariant	0	0	-	-
Hollandse Kust A Voorkeursvariant	0	0	-	-
Hollandse Kust B Routekaartvariant	0,04729	394.198	52,67	14,5
Hollandse Kust B Voorkeursvariant	0,05154	429.685	52,67	14,5
Hollandse Kust C Routekaartvariant	0	0	-	-
Hollandse Kust C Voorkeursvariant	0	0	-	-
OWEZ	0,00287	23.912	52,61	5,5
PAWP	0,00200	16.694	52,59	5,5
Gemini	0	0	-	-
Luchterduinen	0	0	-	-

De aanvaringsslachtofferberekeningen zijn met het Extended Band-model uitgevoerd (Band 2012). In voorliggende notitie zijn voor de drie gebiedsvarianten drie verschillende turbinetypen van 4, 6 en 10 MW gebruikt met ‘minimale’ rotordiameters conform de door Rijkswaterstaat aangeleverde specificaties. Het aantal turbines per turbinetype is berekend op basis van een totaal vermogen van 2.100 MW per gebied. Rotordiameters en tussenruimtes zijn vooraf per variant vastgesteld (op basis van de door RWS aangeleverde tabel binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)). Ook zijn dezelfde uitwijkingspercentages en gemiddelde vlieghoogteverdeling voor kleine mantelmeeuwen gebruikt als beschreven in de KEC documenten (Leopold *et al.* 2015a).

Uitgangspunt voor de berekeningen is verder dat voor alle turbines een onderste tiphoogte van 25 meter wordt aangehouden. De combinatie van rotordiameter en onderste tiphoogte bepalen samen de gebruikte ashoogtes. Echter, veel van deze turbinetypes zijn nog in ontwikkeling en verdere gedetailleerde technische gegevens zijn

niet bekend. Daarom zijn voor de rotorspecificaties de waardes evenredig afgeleid zoals gebruikt bij berekeningen voor windenergiegebied Borssele (Gyimesi & Fijn 2015b). Naast de varianten van Hollandse Kust zijn ook de aantallen aanvaringsslachtoffers voor twee bestande windparken, Offshore Wind Egmond aan Zee (OWEZ) en Prinses Amaliawindpark (PAWP) berekend. De windparken Gemini en Luchterduinen vallen buiten het foerageerbereik van kleine mantelmeeuwen van de kolonie Texel (Figuur 1), het aantal aanvaringen van kleine mantelmeeuwen van Texel is daarmee voor deze parken gesteld op nul. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de waardes die in de berekeningen worden gebruikt.

Tabel 2 Gehanteerde parameters voor de verschillende varianten.

Turbine vermogen (MW)	Aantal turbines	Totaal vermogen MW	# rotorbladen	Rotor draaisnelheid (m/s)	Rotor-diameter (m)	As-hoogte (m)	Rotorbladbreedte (m)	Pitch (°)
4	525	2.100	3	14,96	116	83	3,8	5,9
6	351	2.100	3	13,31	142	96	4,3	5,6
10	210	2.100	3	10,00	183	116,5	5,4	5,0
3 (OWEZ)	36	108	3	15,00	90	70	3,7	6,0
2 (PAWP)	60	120	3	14,00	80	59	3,6	6,1

Resultaten

Windturbinetypen

De aanvaringsslachtofferberekeningen laten zien dat grotere windturbinetypen in minder aanvaringsslachtoffers resulteren dan kleinere turbinetypen. Dit geldt voor alle drie de gebiedsvarianten (tabel 3). Bij een variant met 4 MW windturbines zullen ongeveer drie keer zo veel slachtoffers vallen als bij een variant met 10 MW windturbines (tabel 3).

Tabel 3 Jaarlijkse maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuw vanuit de broedkolonie op Texel bij drie turbinetypevarianten van drie verschillende gebiedsvarianten van het uitgebreide windenergiegebied Hollandse Kust. Let wel dat dit modeluitkomsten zijn; de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes.

	Nulvariant			Routekaartvariant			Voorkeursvariant		
soort	**4 MW**	**6**	**10**	**4 MW**	**6**	**10**	**4 MW**	**6**	**10**
kleine mantelmeeuw	4	2	1	29	18	10	32	20	10

Gebiedsvarianten

Het aantal aanvaringslachtoffers onder kleine mantelmeeuw vanuit de broedkolonie op Texel is het laagst bij de Nulvariant en het hoogst bij de Voorkeursvariant. Bij deze laatste variant zullen ongeveer tien keer meer slachtoffers vallen dan bij de Nulvariant. Het aantal geschatte aanvaringslachtoffers voor de Routekaartvariant is vergelijkbaar met dat van de Voorkeursvariant. De verschillen in aantallen slachtoffers worden veroorzaakt door de ligging van de verschillende deelgebieden in de varianten ten opzichte van het foerageerbereik van kleine mantelmeeuwen vanuit de broedkolonie op Texel. De windparkgebieden Hollandse Kust A en C liggen bijvoorbeeld buiten het foerageerbereik van deze vogels (Figuur 1) waardoor het Nulalternatief in relatief weinig aanvaringslachtoffers resulteert.

Bestaande windparken

Naast de geplande windparken binnen de kavels van Hollandse Kust, staan er momenteel ook al twee parken binnen het foerageerbereik van kleine mantelmeeuwen van Texel te weten OWEZ en PAWP. Ook voor deze parken is het aantal aanvaringslachtoffers onder kleine mantelmeeuw bepaald met behulp van het SOSS Band model 2012 (Tabel 4).

Tabel 4 Jaarlijkse maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuw vanuit de broedkolonie op Texel bij twee bestaande windparken. Let wel dat dit modeluitkomsten zijn; de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes.

	OWEZ	PAWP
soort	**3 MW**	**2 MW**
kleine mantelmeeuw	1	2

Sterfte ten opzichte van natuurlijke sterfte

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 die betreffende populatie. In dit geval bedraagt de jaarlijkse natuurlijke sterfte onder kleine mantelmeeuwen op Texel 3.129 vogels (jaarlijkse overleving: 0,91 (Camphuysen & Gronert 2012) op een huidige populatie van 17.381 broedparen in Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel (SOVON/RWS/CBS 2015).

In eerdere beoordelingen van offshore windparken wordt het zogeheten ORNIS (1%) criterium aangehouden, waarin is vastgesteld dat wanneer de additionele sterfte kleiner is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie van de onderzochte soort (in dit geval dus respectievelijk 31,3 kleine mantelmeeuwen), met zekerheid gesteld kan worden dat dit geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden.

De additionele sterfte als gevolg van de huidige parken en de verschillende varianten van Hollandse Kust valt grotendeels binnen deze 1% normering behalve de Routekaart en Voorkeursvariant gevuld met 4 MW turbines (Tabel 5). Op grond hiervan kan dus geconcludeerd worden dat voor de andere varianten en inrichtingen een negatief effect op het behalen van de instandhoudingsdoelen van de kleine mantelmeeuw voor Natura 2000-gebied Duinen van Texel uitgesloten kan worden.

Tabel 5 Jaarlijkse cumulatieve maximale aantallen aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuw vanuit de broedkolonie op Texel bij de bestaande windparken en voorgenomen windparken in windenergiegebied Hollandse Kust. Deze getallen zijn uitgedrukt als individuele slachtoffers en als percentage van de jaarlijkse sterfte van deze kolonie. Let wel dat dit modeluitkomsten zijn; de voorkeursweergave van slachtofferaantallen is in ordegroottes.

	Nulvariant			**Routekaartvariant**			**Voorkeursvariant**		
	4 MW	**6**	**10**	**4 MW**	**6**	**10**	**4 MW**	**6**	**10**
	4	2	1	29	18	10	32	20	10
OWEZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PAWP	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cumulatief	7	5	4	32	21	13	35	23	13
% jaarlijkse sterfte	0,2	0,2	0,1	1,0	0,7	0,4	1,1	0,7	0,4

Literatuur

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate, London, UK.

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, 2011-05, Texel.

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.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande of geplande windturbines. Notitie 15.03620, Bureau Waardenburg, Culemborg.

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. 2015a. 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

SOVON/RWS/CBS 2015. Resultaten Netwerk Ecologische Monitoring. Download via https://www.sovon.nl/nl/gebieden

Voor vragen over deze notitie kunt u contact opnemen met R.C. Fijn.

Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv

drs. C. Heunks

Paraaf:

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

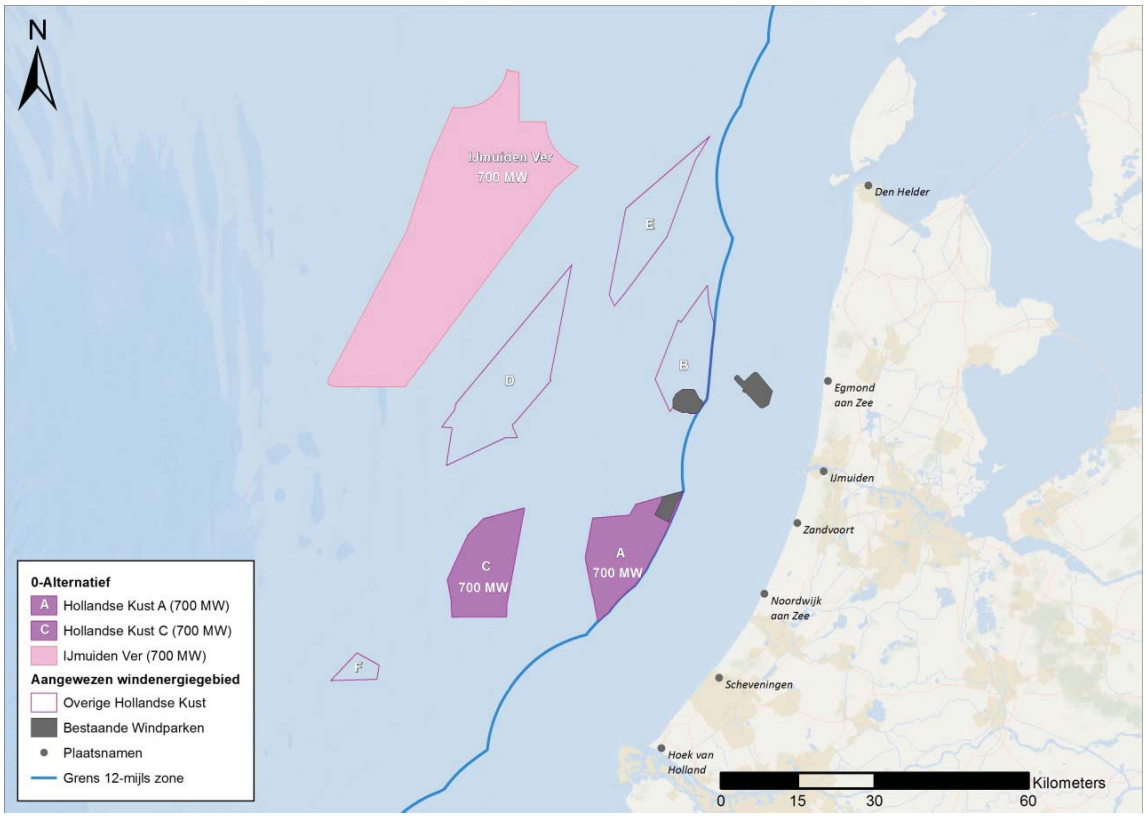
© Bureau Waardenburg bv / Royal HaskoningDHV / Grontmij Nederland bv
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

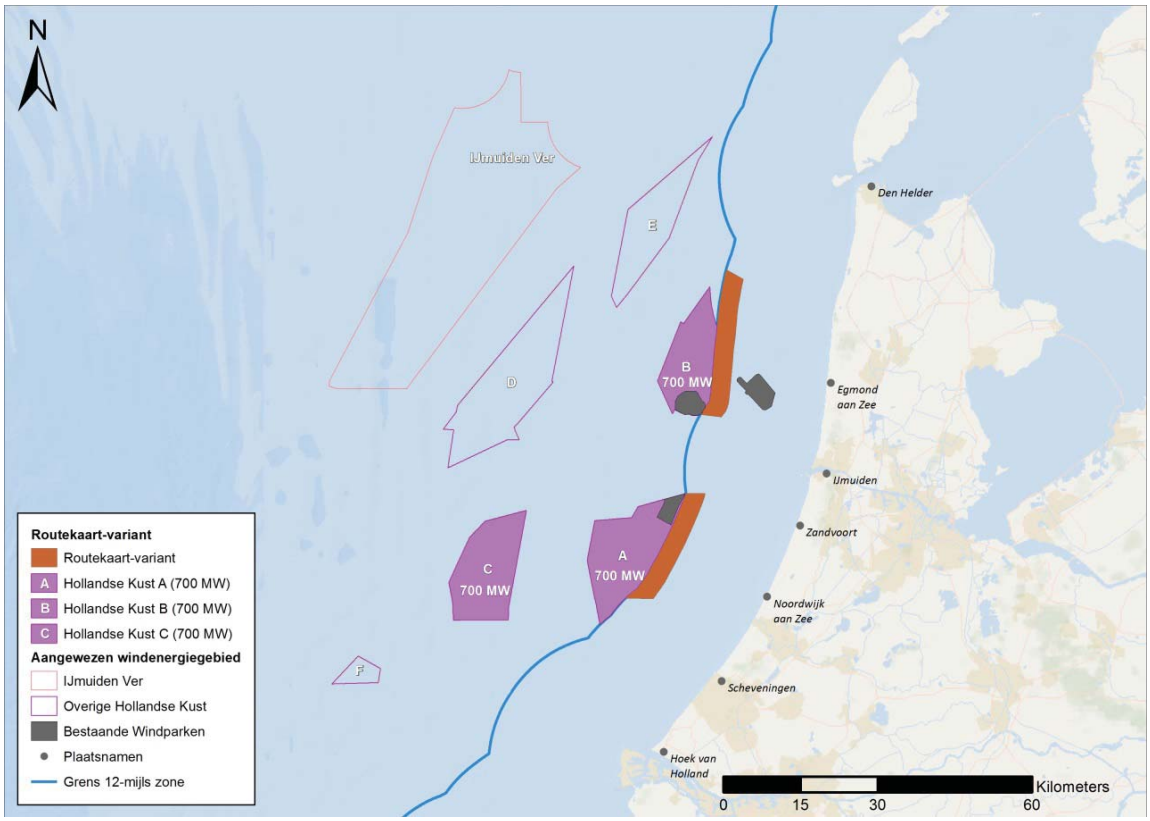
Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.

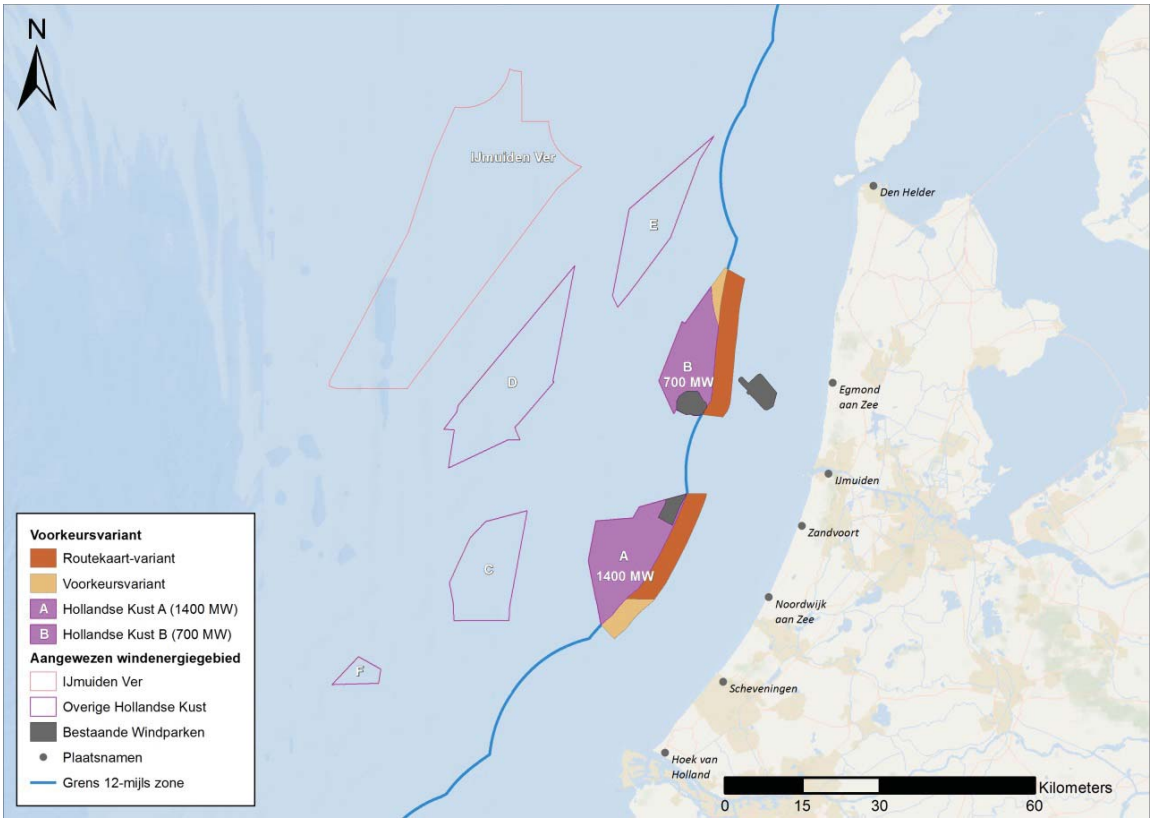
Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Bijlagen


N
IJmuiden Ver
700 MW
E
D
B
C
700 MW
A
700 MW
F
Den Helder
Egmond
aan Zee
IJmuiden
Zandvoort
Noordwijk
aan Zee
Scheveningen
Hoek van
Holland
Kilometers
0
15
30
60
0-Alternatief
A Hollandse Kust A (700 MW)
C Hollandse Kust C (700 MW)
IJmuiden Ver (700 MW)
Aangewezen windenergiegebied
Overige Hollandse Kust
Bestaande Windparken
Plaatsnamen
Grens 12-mijls zone


N
IJmuiden Ver
E
D
B
700 MW
C
700 MW
A
700 MW
F
Den Helder
Egmond
aan Zee
IJmuiden
Zandvoort
Noordwijk
aan Zee
Scheveningen
Hoek van
Holland
Kilometers
0
15
30
60
Routekaart-variant
Routekaart-variant
A Hollandse Kust A (700 MW)
B Hollandse Kust B (700 MW)
C Hollandse Kust C (700 MW)
Aangewezen windenergiegebied
IJmuiden Ver
Overige Hollandse Kust
Bestaande Windparken
Plaatsnamen
Grens 12-mijls zone


N
IJmuiden Ver
E
D
B
700 MW
C
A
1400 MW
F
Den Helder
Egmond
aan Zee
Ijmuiden
Zandvoort
Noordwijk
aan Zee
Scheveningen
Hoek van
Holland
Voorkeursvariant
Routekaart-variant
Voorkeursvariant
A Hollandse Kust A (1400 MW)
B Hollandse Kust B (700 MW)
Aangewezen windenergiegebied
IJmuiden Ver
Overige Hollandse Kust
Bestaande Windparken
Plaatsnamen
Grens 12-mijls zone
0
15
30
60
Kilometers

With its headquarters in Amersfoort, The Netherlands, Royal HaskoningDHV is an independent, international project management, engineering and consultancy service provider. Ranking globally in the top 10 of independently owned, nonlisted companies and top 40 overall, the Company's 6,500 staff provide services across the world from more than 100 offices in over 35 countries.

Our connections

Innovation is a collaborative process, which is why Royal HaskoningDHV works in association with clients, project partners, universities, government agencies, NGOs and many other organisations to develop and introduce new ways of living and working to enhance society together, now and in the future.

Memberships

Royal HaskoningDHV is a member of the recognised engineering and environmental bodies in those countries where it has a permanent office base.

All Royal HaskoningDHV consultants, architects and engineers are members of their individual branch organisations in their various countries.

royalhaskoningdhv.com

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together