KEMA

RWE
The energy to lead

Offshore windturbinepark Tromp Binnen Milieu Effect Rapport.

15 januari 2009

Samenvatting MER offshore windturbinepark Tromp Binnen

INHOUD

1	De aanleiding	2
2	Het initiatief	2
3	Het wettelijk kader	4
4	Het windturbinepark en de alternatieven	5
4.1	De locatie	5
4.2	De voorgenomen activiteit (VA)	5
4.3	De alternatieven	6
4.4	De varianten	7
4.4.1	Inrichtingsvarianten	7
4.4.2	Uitvoeringsvarianten	8
4.5	Varianten in aanleg, onderhoud en beheer	10
5	De effecten	11
5.1	Het nulalternatief en het meest milieuvriendelijke alternatief	11
5.2	Energieopbrengst en vermeden CO_2-emissie	12
5.3	Effecten op hydraulica en geomorfologie	13
5.4	Effecten op vogels en vleermuizen	15
5.4.1	Vogels	15
5.4.2	Vleermuizen	17
5.5	Effecten op onderwaterleven	17
5.6	Effecten op scheepvaartveiligheid	20
5.6.1	Kwalitatieve risico's	20
5.6.2	Kwantitatieve risico's	21
5.7	Effecten van de kabels naar het vaste land	23
5.8	Effecten op overige gebruikers	23
5.9	De Bruine Bank	25
5.10	Overige effecten	25
6	Cumulatieve effecten	26
6.1	Versnipperd en geclusterd scenario	26

6.2 Cumulatieve effecten op vogels 26
6.3 Cumulatieve effecten op scheepvaartveiligheid 29
6.4 Cumulatieve effecten op onderwaterleven en vislarven 30
6.5 Overige cumulatieve effecten 31

7 Vergelijking van de alternatieven 31

8 Passende beoordeling 34

9 Leemten in kennis, monitoring en evaluatie 34

1 DE AANLEIDING

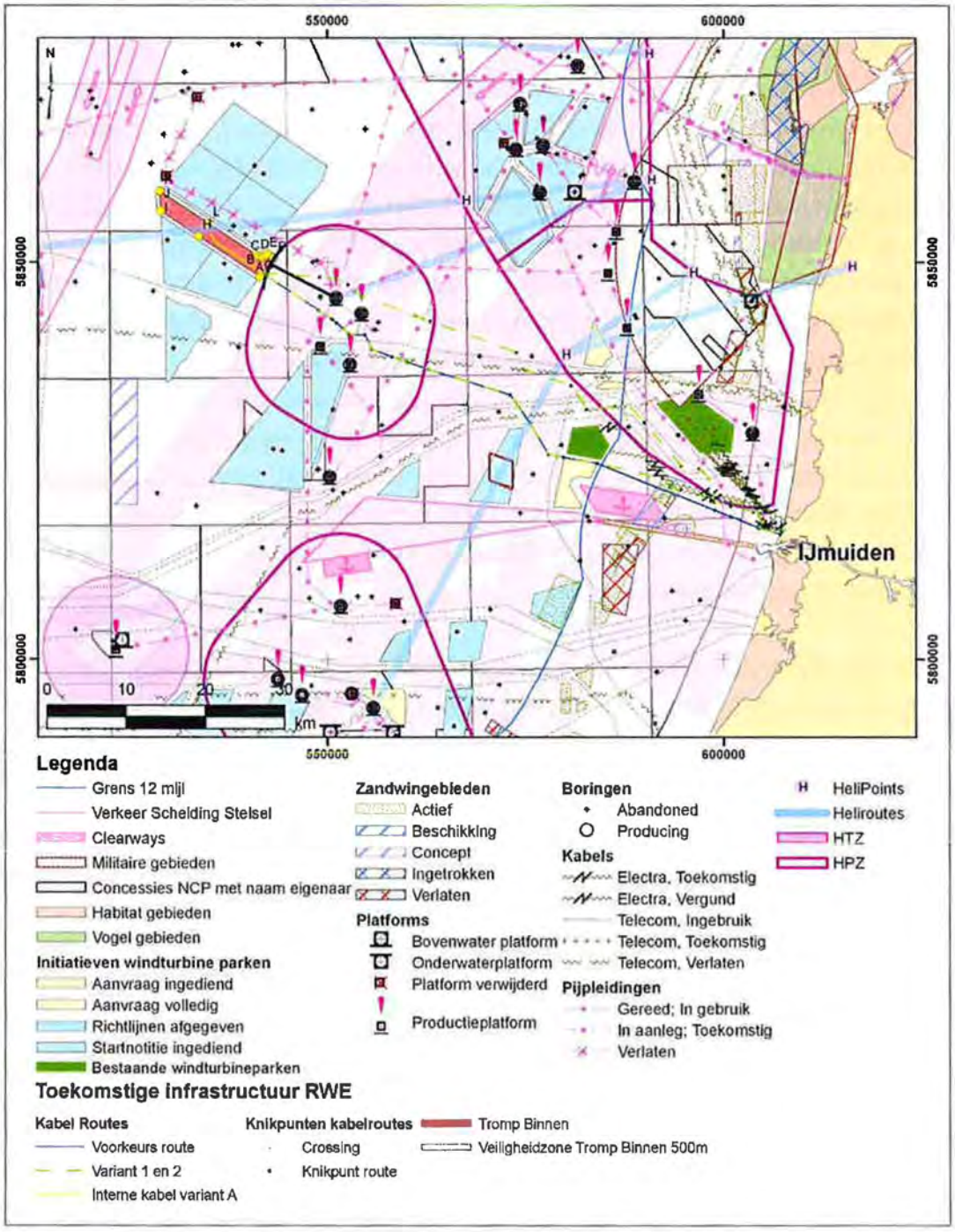
De Nederlandse regering voert een actief beleid, gericht op bevordering van duurzame energie, om de afhankelijkheid van eindige brandstoffen te beperken en de uitstoot van kooldioxide (CO_2) terug te dringen. Het kabinet streeft ernaar 6.000 MW windenergie op de Noordzee in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) te hebben gerealiseerd in 2020. Om deze doelstelling te halen, is het noodzakelijk om tijdelijk de onrendabele top voor windenergie te vergoeden. In dat kader heeft het kabinet zich verplicht om nog deze kabinetsperiode 450 MW aan windenergie op zee te vergunnen én te subsidiëren. Hiertoe zal een specifieke subsidieregeling worden vastgesteld, die onderdeel uit zal maken van de Subsidieregeling Duurzame Energieproductie (SDE). Geïnteresseerde partijen kunnen in 2009 aan de subsidieregeling deelnemen, mits men Wbr-vergunning (Wbr = Wet beheer rijkswaterstaatswerken) heeft verkregen voor de bouw van een windturbinepark op de Noordzee. RWE Offshore Wind Nederland B.V. (verder RWE) wil deelnemen aan die subsidieregeling en heeft daarom het initiatief genomen om een Wbr-vergunning aan te vragen voor het windturbinepark "Tromp Binnen".

RWE heeft reeds uitgebreide ervaring met de aanleg en exploitatie van windturbineparken, zoals onder meer het park Gwynt y Mor, North Hoyle en Rhyl Flats.

2 HET INITIATIEF

RWE beoogt om het windturbinepark Tromp Binnen te realiseren op circa 75 km uit de kust, ten westen van Callantsoog (NH). De locatie van het windturbinepark is weergegeven in figuur S1. Het windturbinepark ligt in de EEZ.

Het windturbinepark wordt door middel van twee, naast elkaar gelegen, kabels met een onderstation op het vaste land verbonden. Het tracé van deze kabels, vanaf het windturbinepark tot aan de kust, wordt ook in figuur S1 weergegeven. De kabels komen aan land ter plaatse van Velsen-Noord en worden aangesloten op het hoogspanningsnet in Velsen-Noord of Beverwijk.



Figuur S1 De locatie van het windturbinepark Tromp Binnen en kabels naar de kust (De locatie Tromp Binnen is weergegeven in rood)

3 HET WETTELIJK KADER

RWE dient voor Tromp Binnen een vergunningaanvraag in, in het kader van de Wbr. Het onderhavige milieueffectrapport (MER) maakt deel uit van die aanvraag.

Het bevoegd gezag, Rijkswaterstaat Directie Noordzee, zal de vergunningaanvraag toetsen op basis van diverse (wettelijke) afwegingskaders. Hoofdstuk 2 van het MER geeft een overzicht van de van toepassing zijnde wetten en regels. Naast de Wbr en de beleidsregels betreft dit voornamelijk de afwegingskaders voor natuur en milieu. De belangrijkste daarvan zijn:

a de Nota Ruimte en het Integraal Beheerplan Noordzee (IBN) 2015 met een integraal afwegingskader voor vergunningverlening. Hierin zijn de volgende vijf toetsen uitgewerkt:
   - 1 Definiëring van de ruimtelijke claim
   - 2 Voorzorg
   - 3 Nut en Noodzaak
   - 4 Locatiekeuze en beoordeling ruimtegebruik
   - 5 Beperking en compensatie van effecten

b de regels voor bescherming van natuurgebieden en diersoorten waaronder:
   - Vogel- en habitatrichtlijn / Natura2000-gebieden
   - OSPAR-verdrag
   - Flora- en faunawet; en
   - Natuurbeschermingswet.

Het MER reikt in hoofdstuk 2 de informatie hiervoor in samenvattende zin aan. Voor het MER zijn voorts Richtlijnen opgesteld. Deze zijn gepubliceerd op 15 augustus 2008. Deze Richtlijnen geven aan welke informatie het MER moet bevatten, zodat het milieu- en natuurbelang volwaardig in de besluitvorming kan meewegen.

Op basis van het wettelijk kader en de Richtlijnen heeft RWE de Wbr-aanvraag en het MER opgesteld.

4 HET WINDTURBINEPARK EN DE ALTERNATIEVEN

4.1 De locatie

RWE heeft ter bepaling van de voorkeurslocaties met behulp van diverse experts op het gebied van ecologie, geomorfologie, energie en scheepvaartveiligheid een kwalitatieve analyse gemaakt van locaties op de Noordzee, die mogelijk geschikt zijn voor realisatie van een windturbinepark. Een aantal van de locaties is vervolgens nader onderzocht op de aspecten wind, waterdiepte en bodemgesteldheid alsmede op afstand tot de kust en de netaansluitingsmogelijkheden op land. Na dit onderzoek zijn de gebieden vervolgens gerangschikt op basis van attractiviteit. Deze rangschikking heeft geresulteerd in de eerste keuze voor de locatie Tromp Binnen. RWE verwacht dat er op deze locatie, ver uit de kust, in vergelijking met andere locaties, slechts beperkte effecten zullen zijn op het milieu, de scheepvaart en overige gebruikers.

4.2 De voorgenomen activiteit (VA)

De voorgenomen activiteit (VA) bestaat uit een offshore windturbinepark, met de daarbij noodzakelijke elektrische infrastructuur. Het voornemen omvat de aanleg, exploitatie en uiteindelijk ook de verwijdering van het windturbinepark en bijbehorende onderdelen. Het windturbinepark Tromp Binnen beslaat een oppervlakte van ca. 33 km^2. Inclusief de vereiste veiligheidszone van 500 meter rondom is de oppervlakte ca. 53 km^2.

Het windturbinepark is in de eerste plaats ontworpen met het oog op een hoge energieopbrengst. Dit doel wordt allereerst bereikt door gebruik te maken van grote windturbines. Op dit moment zijn turbines met een geïnstalleerd vermogen van 5 MW de grootste, die als bewezen techniek toegepast kunnen worden. RWE heeft gekozen voor de REpower 5M die in de praktijk bij offshore-toepassingen een betrouwbare oplossing zijn gebleken. Deze keuze combineert hoge energie-opbrengsten met minimale milieueffecten.

De VA bestaat uit 59 windturbines van dit type. De REpower 5M windturbines worden op betonnen Gravity Based Structure (GBS)-funderingen geplaatst. Dit type fundering is voor deze windturbines in grotere waterdieptes (zoals bij Tromp Binnen) het meest geschikt gebleken. Voor deze funderingen hoeft niet te worden geheid.

Bij de VA staan de windturbines relatief dicht bij elkaar in drie rijen die loodrecht staan op de meest voorkomende windrichting, het zuidwesten. Uit de optimalisatiestudie die ECN in opdracht van RWE heeft uitgevoerd blijkt dat op deze manier de hoogste energie-opbrengst

wordt bereikt binnen de beschikbare ruimte, terwijl de kosten van opwekking in verhouding tot de opbrengst het laagst zijn.

De windturbines produceren 32 kV wisselstroom (AC). Deze spanning wordt met een transformatorstation getransformeerd naar 150 kV wisselstroom, om energietransportverliezen te minimaliseren. Het transformatorstation is in het midden van het park gesitueerd. Vanaf de windturbines lopen 32 kV kabels naar het transformatorstation (de interne parkbekabeling). Vanaf het transformatorstation lopen twee 150 kV kabels (AC) naar de kust.

4.3 De alternatieven

Behalve de VA, zijn door RWE drie alternatieven uitgewerkt. De VA en de drie alternatieven verschillen op enkele belangrijke aspecten van elkaar. Zij onderscheiden zich in het type turbine (3,6 MW respectievelijk 5 MW) en door de dichtheid (de relatieve afstand tussen de turbines). Deze grootheden zijn het meest bepalend voor het ontwerp van windturbineparken.

In tabel S1 worden de belangrijkste gegevens van de VA en de alternatieven gepresenteerd.

Tabel S1 Hoofdkenmerken VA en alternatieven

	VA	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Turbine type	REpower 5M	Siemens 3.6-107	REpower 5M	Siemens 3.6-107
Fundering	GBS	Monopaal	GBS	Monopaal
Aantal turbines	59	89	48	56
Onderlinge afstand	820x945 m	735x635 m	1010x945 m	855x955 m
Rotordiameter	126 m	107 m	126 m	107 m
Ashoogte	89 m (NAP)	79 m (NAP)	89 m (NAP)	79 m (NAP)
Totaal vermogen	295 MW	320 MW	240 MW	202 MW
Opstelling	HD*	HD*	LD**	LD**
Locatie transformatorstation	Midden park	Midden park	Midden park	Midden park

* hoge dichtheid ** lage dichtheid

De VA en alternatief 2 bevatten RE Power 5M turbines, alternatief 1 en alternatief 3 bevatten Siemens 3.6-107 turbines.

Het geïnstalleerd vermogen van het windturbinepark varieert van 202 tot 320 MW, afhankelijk van het gekozen alternatief. De maximale hoogte van de rotortips is 152 m N.A.P.

Bij alle alternatieven is het transformatorstation in het midden van het park gesitueerd. Deze locatie is optimaal uit energie-oogpunt en vanwege scheepvaartveiligheid.

4.4 De varianten

Ten opzichte van de VA en de alternatieven is, zoals de Richtlijnen voor Tromp Binnen voorschrijven, zowel gevarieerd met de inrichting als met de uitvoering. Deze inrichtings- en uitvoeringsvarianten worden hierna beschreven.

4.4.1 Inrichtingsvarianten

Dichtheid
Voor de alternatieven is gekozen voor een "dichtste bolstapeling" die door ECN is geoptimaliseerd. Bij een gekozen uitvoeringsvariant (windturbinetype) heeft ECN de optimale inrichtingsvariant bepaald. Dit houdt in dat de optimale onderlinge afstand van de turbines, de oriëntatie ten opzichte van elkaar, maar ook de oriëntatie ten opzichte van de meest voorkomende windrichting zijn geoptimaliseerd. De afstand tussen de turbines bepaalt de dichtheid die varieert van 6,1 MW/km^2 (8 bij 9 rotordiameter (RD)) in een lage dichtheid variant tot 9,7 MW/km^2 (6 bij 7 RD) in een hoge dichtheid variant.

Elektrische infrastructuur
Het transformatorstation ligt bij zowel de VA als de alternatieven in het midden van het park. ECN heeft onderzoek gedaan naar varianten voor de positie van het transformatorstation binnen het windturbinepark. Hieruit is gebleken dat een positie in het midden van het park zowel uit oogpunt van scheepvaartveiligheid, als uit oogpunt van energie-efficiëntie de meest optimale locatie is.

4.4.2 Uitvoeringsvarianten

Windturbinetype

De belangrijkste variabele bij de uitvoering is het windturbinetype. Voor zowel de VA als de alternatieven zijn betrouwbare windturbinetypes met een bewezen staat van dienst gekozen:

- de REpower 5M met een vermogen van 5 MW
- de Siemens SWT 3.6-107 met een vermogen van 3,6 MW.

Fundering

Voor de gekozen windturbinetypes kunnen meerdere soorten funderingen worden toegepast. In tabel S2 worden de varianten in funderingen weergegeven.

Tabel S2 Funderingsvarianten

	Variant F1	Variant F2	Variant F3	Variant F4
Turbinetype Fundering	REpower 5M GBS	Siemens 3.6-107 Monopaal	REpower 5M Tripod	REpower 5M Jacket
Beschrijving	Betonnen kegelbasis gevuld met zand	Stalen paal die in de zeebodem wordt geheid	Stalen driepoot, in de zeebodem geheid	Stalen vakwerkmast geheid in de zeebodem
Corrosiebescherming	Beton cover+anodes	Coating+ anodes	Coating+ anodes	Coating+ anodes
Kathodische bescherming	250 kilo (zink of aluminium)	4000 kilo (zink)	240 kilo (zink)	240 kilo (zink)

Voor de VA en alternatief 2 is gekozen voor de variant F1, de GBS-fundering. Voor alternatief 1 en 3 is gekozen voor de variant F2, de monopaalfundering.

In figuur S2 worden de bijbehorende combinaties tussen de turbine en fundering weergegeven.

Figuur S2 Siemens windturbine op monopaalfundering (links) en Repower windturbine op GBS fundering (rechts)

Transformatorstation

Het transformatorstation bestaat uit twee lagen. Op de onderste laag staan de transformatoren opgesteld en op de tweede laag zijn de facilitaire voorzieningen gevestigd. Voor het transformatorstation is dezelfde fundering gekozen als voor de windturbines.

Verlichting

De verlichting van het windturbinepark is conform de IALA-richtlijn en het advies van IVW. Naast verlichting wordt er ook gebruik gemaakt van geluidsmarkering met misthoorns. Andere varianten voor de veiligheidsverlichting (plaats, kleur, continue of knipperend) zijn niet toegestaan en zijn voor dit MER dan ook niet onderzocht.

Elektrische infrastructuur buiten het park

Voor het offshore kabeltracé is zoveel mogelijk gestreefd naar het meest efficiënte gebruik van de ruimte. Er zijn drie tracévarianten vergeleken. Vooralsnog heeft RWE aangenomen dat er geen combinatie met kabels van andere parken plaats kan vinden. Het laatste deel van de kabelroute kan waarschijnlijk wel parallel gelegd worden aan het kabeltracé van de reeds gerealiseerde windturbineparken OWEZ en Prinses Amalia. De kabelaanlanding vindt plaats bij Velsen-Noord en de aansluiting op het transportnet van TenneT in Velsen-Noord of Beverwijk. Ten aanzien van het aanlandingspunt is het alternatief Maasvlakte onderzocht. Dit bleek vanwege de grote extra afstand geen reëel alternatief.

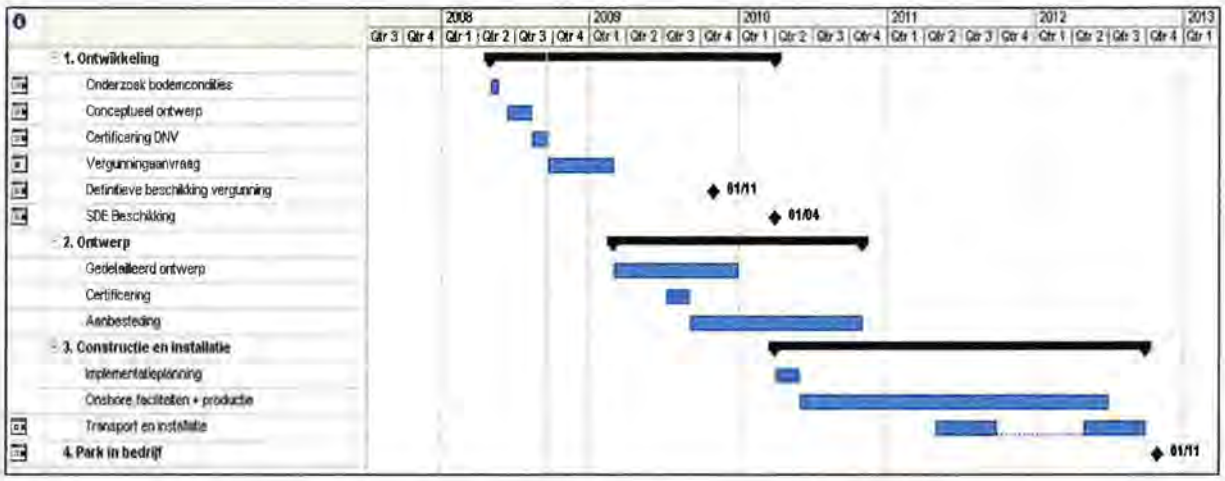
Voor de aanleg van de kabels zijn verschillende varianten onderzocht. De voorkeur voor de aanleg van de kabel is trench jetting omdat deze techniek de minste handelingen en tijd vergt en de bodemverstoring het minst is.

4.5 Varianten in aanleg, onderhoud en beheer

Planning

De bouw van windturbinepark Tromp Binnen kan in mei 2011 starten. In 2011 wordt de eerste helft van het park in gebruik genomen en in 2012 de tweede helft.

De planning zoals weergegeven in figuur S3 is indicatief en onder voorbehoud van acceptatie MER, vergunning en succesvol besluit met betrekking tot de subsidie.



Figuur S3 Indicatieve planning ontwerp en constructie windturbinepark Tromp Binnen

De componenten van het windturbinepark zullen op land worden geproduceerd. Ze worden vervolgens naar de locatie getransporteerd. De GBS-funderingen (toegepast voor de VA en voor alternatief 2) worden afgezonken. Monopalen (alternatief 1 en 3) zouden worden geheid.

Voor het transport en de aanleg zijn diverse speciale schepen nodig (voor een nadere specificatie wordt verwezen naar de aanvraag voor de Wbr-vergunning).

Het windturbinepark zal in twee seizoenen worden aangelegd; steeds in de periode van mei tot en met september, met een mogelijke uitloop tot november. Dit is de periode waarin de

weersomstandigheden het meest gunstig zijn en waarin sprake is van de minste verstoring voor vogels.

Voor het onderhoud van het windturbinepark worden schepen ingezet.

Aan het eind van de levensduur (20 jaar) wordt het park volgens de dan geldende regels verwijderd.

5 DE EFFECTEN

5.1 Het nulalternatief en het meest milieuvriendelijke alternatief

Voor de VA, de alternatieven en de varianten, zijn in het MER de milieueffecten bepaald voor de volgende onderwerpen:

- energieopbrengst en vermeden CO_2-emissie
- hydraulica en geomorfologie
- vogels en vleermuizen
- onderwaterleven
- scheepvaartveiligheid
- kabels naar het vaste land
- overige gebruikers.

De effecten van de VA en de alternatieven worden vervolgens vergeleken met het zogenaamde nulalternatief en het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA).

Het nulalternatief (NA) is de huidige situatie zonder windturbinepark, waarbij ook de autonome ontwikkelingen worden beschouwd.

Uit een vergelijking van de alternatieven is gebleken dat de VA het meest milieuvriendelijk is. Daarom is de VA als basis gekozen voor het MMA. De belangrijkste effecten van Tromp Binnen blijken die op vogels en op scheepvaartveiligheid. Daarom is er voor gekozen om het MMA te definiëren als de VA aangevuld met:

1 het stilzetten van windturbines tijdens weer met slecht zicht, hoge windsnelheden en grote aantallen vogels (tijdens de trek)

2 het optimaliseren van nachtverlichting voor onderhoud om aanvaringen met vogels te minimaliseren
3 het faciliteren van een aanlegplaats voor een sleepboot, zoals de Waker, om de kans op aandrijvingen te verminderen.

Per onderwerp worden de effecten in de paragrafen 5.2-5.9 beschreven.

5.2 Energieopbrengst en vermeden CO_2-emissie

ECN heeft in opdracht van RWE de energieopbrengst berekend voor de verschillende alternatieven. Daarbij is ook de netto vermeden CO_2-emissie berekend. Dit is de vermeden CO_2-emissie, na aftrek van de emissie van CO_2 die nodig is voor de productie van componenten, de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windturbinepark. De resultaten worden in tabel S3 weergegeven.

Tabel S3 Berekende vermeden CO_2-emissie en relatieve bijdrage CO_2-emissiereductie

	turbine vermogen	aantal turbines	totaal vermogen	netto energie-opbrengst	netto vermeden CO_2-emissie		relatieve bijdrage CO_2-doel (65 Mton/jaar)
	MW	N	MW	GWh/jaar	kton CO_2/jaar	kg CO_2/MWh	%
NA	0	0	0	0	0	0	0
VA	5	59	295	965	549	568	0,84%
Alternatief 1	3,6	89	320,4	1.011	580	574	0,89%
Alternatief 2	5	48	240	796	450	565	0,69%
Alternatief 3	3,6	56	201,6	659	375	569	0,58%
MMA	5	59	295	965	549	568	0,84%

De hoeveelheid CO_2 per bodemoppervlakte (km^2) heeft hetzelfde verloop als absolute hoeveelheden CO_2 per jaar omdat het bodemoppervlak voor alle alternatieven 33 km^2 bedraagt.

5.3 Effecten op hydraulica en geomorfologie

De hydraulische[1] en geomorfologische[2] veranderingen die optreden door aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark en bijbehorende kabelroutes zijn gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied gedurende de levensduur van het park. De meeste invloed wordt ondervonden in de nabije omgeving van de funderingen van de windturbines en het tracé van de elektriciteitskabels. Alle effecten zijn lokaal en tijdelijk van aard.

De oppervlakte van de funderingen en van de elektriciteitskabels is voor alle alternatieven verwaarloosbaar in vergelijking met de oppervlakte van het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De GBS-fundering beslaat weliswaar een groter bodemoppervlak dan de andere funderingstypen, maar dit blijft een zeer klein deel van het hele park en een verwaarloosbaar deel van het Continentaal Plat
De samenstelling van het zeebodemsediment verandert niet als gevolg van de geplande ingrepen. Kortstondige opwerveling van slib met troebeling van beperkte omvang is mogelijk – relatief is een groter effect te verwachten bij de aanleg en verwijdering van de GBS fundering – maar natuurlijke processen zorgen al snel voor een nieuw dynamisch evenwicht. Er is geen tot nauwelijks onderscheid in de effecten van de verschillende alternatieven Ook voor de varianten in kabeltracé en wijze van aanleg geldt dat er geen onderscheidende effecten optreden.

Tabel S4 geeft een overzicht van de effecten.

---

1 Leer van bewegende vloeistoffen

2 Leer van de landschapsvorming

Tabel S4 Overzicht van effecten op hydraulica en morfologie

	parameter	effect van aanleg en verwijdering	effect van aanwezigheid en onderhoud	schatting van effect in % van het NCP en relevantie
hydraulica	getijbeweging		zeer lokaal beperkte invloed op stroomsnelheid	<< 1% / 0
	golfklimaat		zeer lokaal beperkte invloed op golfhoogte	<< 1% / 0
	sedimenttransport	lokaal en tijdelijk beperkte verhoging van zwevend stofgehalte	lokaal verstoring van zandtransport door aanwezigheid fundering en paal	<< 1% / 0
geomorfologie	bodemreliëf	tijdelijke verstoring door vergraven van zeebodem voor fundering en kabelaanleg	lokaal ontgrondingskuilen	<< 1% / 0
	bodemsamenstelling	tijdelijk ontmenging van slib en zand door aanleg van fundering en kabels, aanbrengen erosiebescherming	bij ontstaan van ontgrondingskuilen, mogelijk verandering van samenstelling	<< 1% / 0
	geomorfologische waarde	afvlakken van zandgolfkammen bij aanbrengen van funderingen en kabels		<< 1% / 0

Aangezien de absolute effecten verwaarloosbaar zijn is het niet zinvol deze per bodemoppervlak (km^2) of per elektriciteitsopbrengst (GWh) te presenteren.

5.4 Effecten op vogels en vleermuizen

5.4.1 Vogels

In de gebruiksfase, kunnen windturbineparken op drie verschillende manieren effect hebben op vogels:
- verstoring
- aanvaring
- barrièrewerking.

Verstoring
De verstoring van vogels is in het MER berekend op grond van de meest recente verspreidings- en dichtheidsgegevens voor het NCP en buitenlandse onderzoeksgegevens over de mate waarin soorten verstoord worden. Er is dus rekening gehouden met dichtheidsverschillen. Voor Tromp Binnen is de best beschikbare schatting van het aantal vogels ter plekke gebruikt. Uit de buitenlandse onderzoeksresultaten is informatie benut over welke soorten vogels tot op welke afstanden van windturbineparken verstoord werden. De meest verstoorde vogelsoorten zijn de jan–van-gent, de alk en de zeekoet. De (relatieve) aantallen verstoorde vogels zijn echter voor alle soorten gering tot klein te noemen.

Aanvaring
De berekeningen van de aantallen aanvaringsslachtoffers zijn voornamelijk gebaseerd op ervaringen bij parken op land. De conservatief berekende aantallen slachtoffers zijn weergegeven in tabel S5. De aantallen slachtoffers per opgewekte hoeveelheid elektriciteit (GWh) zijn voor alternatieven met 5 MW turbines enigszins lager dan voor alternatieven met 3,6 MW turbines.

In hoofdstuk 7 van het MER zijn ook gegevens per soort vermeld. Voor een aantal vogels kon op voorhand een significant effect niet met zekerheid worden uitgesloten. Om deze reden is een Passende beoordeling uitgevoerd. Uit de Passende beoordeling is gebleken dat er geen sprake is van significante effecten op vogels.

Barrièrewerking
De barrièrewerking van de parken berust op de veronderstelling dat een deel van de vogels om zullen moeten vliegen als zij een park op hun route tegen komen. Deze extra afstand kost energie en zou hun vitaliteit kunnen aantasten. Uit onderzoek in het kader van dit MER blijkt dat zelfs voor de meest korte trekroute over Tromp Binnen de extra afstand op populatieniveau ruim onder 1% blijft en dus niet van betekenis is. De hierboven beschreven effecten hebben betrekking op de fase waarbij het windturbinepark in gebruik is. Tijdens de

aanleg- en verwijderingsfase van het windturbinepark worden vogels voornamelijk verstoord. Deze verstoring is tijdelijk en niet van belang voor de populaties.
De effecten op vogels zijn samengevat weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel S5 Effectbeoordeling vogels (aantallen per jaar, per GWh en per km^2)
Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
aanleg en verwijdering windturbinepark						
*Verstoring**	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
gebruik windturbinepark						
Aanvaringsrisico						
trekvogels, aantallen op basis van route 2 **)	0	311	393	253	248	< 311
kustbroedvogels	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
pleisterende niet-broedvogels, aantallen op basis van route 2 **)	0	1.784	2.258	1.452	1.421	< 1.784
totaal	0	2.095	2.651	1.705	1.669	< 2.095
totaal / GWh	0	2,0	2,5	2,0	2,4	< 2,0
totaal / km^2	0	63	80	52	51	< 63
eindoordeel (vergelijking alternatieven onderling)	0	0/-	-	0/-	-	> 0/-
Barrièrewerking						
trekvogels	0	0	0	0	0	0
kustbroedvogels	0	0	0	0	0	0
pleisterende niet-broedvogels	0	0	0	0	0	0
Verstoring						
Trekvogels	0	0	0	0	0	0
kustbroedvogels	0	0	0	0	0	0
pleisterende niet-broedvogels ***)	0	-	-	-	-	-
verstoord aantal	0	1.634	1.634	1.634	1.634	1.634
verstoord aantal per GWh	0	1,6	1,5	1,9	2,5	1,6
verstoord aantal per km^2	0	50	50	50	50	50
Eindoordeel verstoring*	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

*): geen verschil tussen alternatieven, hoewel bij heien er wel meer geluidseffect kan worden verwacht

**): totalen op basis van benadering per soort / soortgroep. Deze schatting levert de hoogste totaalaantallen per alternatief. Een andere schatting conform "route 2" levert totalen in de ordegrootte van 1/2 - 1/3 van het eindtotaal van de hier gepresenteerde cijfers

***): maximale aantallen verstoorde vogels in het park 246, park + zone van 2 km: 926; park + zone van 4 km: 1.634. Geen verschil tussen de alternatieven

Uit modelonderzoek, zoals opgenomen in hoofdstuk 7 van het MER blijkt dat door de sterfte van vislarven naar verwachting geen vogelsterfte van betekenis optreedt.

5.4.2 Vleermuizen

In de omgeving van Tromp Binnen worden op olieplatforms incidenteel vleermuizen waargenomen. Voor het kwadrant P6 gaat het om één concreet geval, waarbij onbekend is hoe de vleermuis op het olieplatform terecht is gekomen. De afstand van het park Tromp Binnen tot de kust is dusdanig dat vleermuizen normaliter het windturbinepark Tromp Binnen niet vanaf de kust zullen bereiken. Dit geldt in het bijzonder voor de extra beschermde meervleermuis die een actieradius van maximaal 30 km heeft. Het effect op vleermuizen wordt daarom als verwaarloosbaar (0) ingeschat.

5.5 Effecten op onderwaterleven

De effecten van Tromp Binnen op het onderwaterleven zijn samengevat in onderstaande tabellen S6 en S7.

Tabel S6 Kwalitatieve vergelijking en beoordeling alternatieven onderwaterleven
Score nulalternatief NA: 0
Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
aanleg windturbinepark						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
Bodemdieren	0	0	0	0	0	0
Vissen	0	0	-	0	-	0
Zeezoogdieren	0	0	--	0	--	0
vislarven en doorwerking	0	0	0/-	0	0/-	0
gebruik windturbinepark						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
Bodemdieren	0	0	0	0	0	0
Vissen	0	0	0	0	0	0
Zeezoogdieren	0	0	0	0	0	0
verwijdering windturbine-park						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
Bodemdieren	0	0	0	0	0	0
Vissen	0	0	0/-	0	0/-	0
Zeezoogdieren	0	0	-	0	-	0
effecten kabeltracé						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
Bodemdieren	0	0	0	0	0	0
Vissen	0	0	0	0	0	0
Zeezoogdieren	0	0	0	0	0	0

In tabel S7 wordt specifiek voor zeezoogdieren het effect van de aanleg, de verwijdering en het operationeel gebruik gekwantificeerd en uitgedrukt per GWh en per km^2.

Tabel S7 Kwantitatieve vergelijking en beoordeling alternatieven onderwaterleven.

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
verstoring bij aanleg en verwijdering						
aantal bruinvissen	0	25	450	25	450	25
aantal zeehonden	0	4	1.170	4	1.170	4
totaal zeezoogdieren	0	29	1.620	28	1.620	29
per GWh	0	0,03	1,52	0,03	2,31	0,03
per km^2	0	0,88	49,09	0,85	49,09	0,88
verstoring bij gebruik						
aantal bruinvissen	0	2	3	2	2	2
aantal zeehonden	0	1	1	1	1	1
totaal zeezoogdieren	0	3	4	3	3	3
per GWh	0	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
per km^2	0	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12

Uit de tabellen blijkt dat de effecten op het onderwaterleven in de gebruiksfase zeer gering tot verwaarloosbaar zijn. Bij de aanleg en verwijderen van het park treden wel effecten op.

De effecten tijdens de aanleg hangen voornamelijk samen met het heien van de funderingen. Dit is noodzakelijk bij de funderingstypen monopaal, tripod en jacket. Het gevolg van het heien is dat zeezoogdieren (met name zeehonden en bruinvissen) in een groot tot zeer groot (80 km) gebied verstoord kunnen worden in de periode dat geheid wordt: van mei tot en met september (zie tabel voor aantallen verstoorde dieren). Hierdoor wordt hun leefgebied tijdelijk beperkt. De verstoring heeft tot gevolg dat het vinden van voedsel lastiger is. Tevens wordt gedurende die tijd de overtocht tussen gebieden waar veel zeehonden verblijven (Waddenzee, Voordelta) verstoord. Aangezien het om een tijdelijke verstoring gaat, is dat nauwelijks van invloed op de populatie.

Het beïnvloede leefgebied bij aanleg van GBS-funderingen is aanmerkelijk kleiner dan voor de andere funderingstypen. Afgezien van (niet) heien blijken de belangrijkste verschillen met monopaalfunderingen het aantal vaarbewegingen te zijn en het toepassen van een baggerschip. Per saldo tasten GBS-funderingen bij hun aanleg de leefomgeving van onderwaterdieren aanzienlijk minder aan dan de andere funderingstypen.

Bij heien zullen vislarven binnen een zekere afstand dermate hoge geluiddrukniveaus ondervinden dat zij sterven. Uit modelonderzoek, zoals opgenomen in hoofdstuk 8 van het MER blijkt dat voor alle onderzochte larvensoorten (haring, tong en schol) effecten op het transport richting de Voordelta kunnen worden uitgesloten en dat er in het geheel geen effecten op het transport van tonglarven worden verwacht. Uit het overzicht blijkt verder dat voor schol en haring het aandeel van de larven die de Waddenzee en de Noordzeekustzone met maximaal 3% afneemt. Dit zijn relatief kleine effecten en het wordt niet waarschijnlijk geacht dat het doorwerkt op de jaarklassterkte, laat staan op de totale populaties van geschikte prooisoorten voor zeezoogdieren (die uit meerdere jaarklassen bestaan). Zeehonden en bruinvissen zijn voor hun voedselvoorziening immers niet uitsluitend afhankelijk van vissoorten die in de Waddenzee opgroeien, maar foerageren ook op andere soorten en maken bovendien gebruik van een veel groter gebied dan de Waddenzee en Noordzeekustzone.

5.6 Effecten op scheepvaartveiligheid

5.6.1 Kwalitatieve risico's

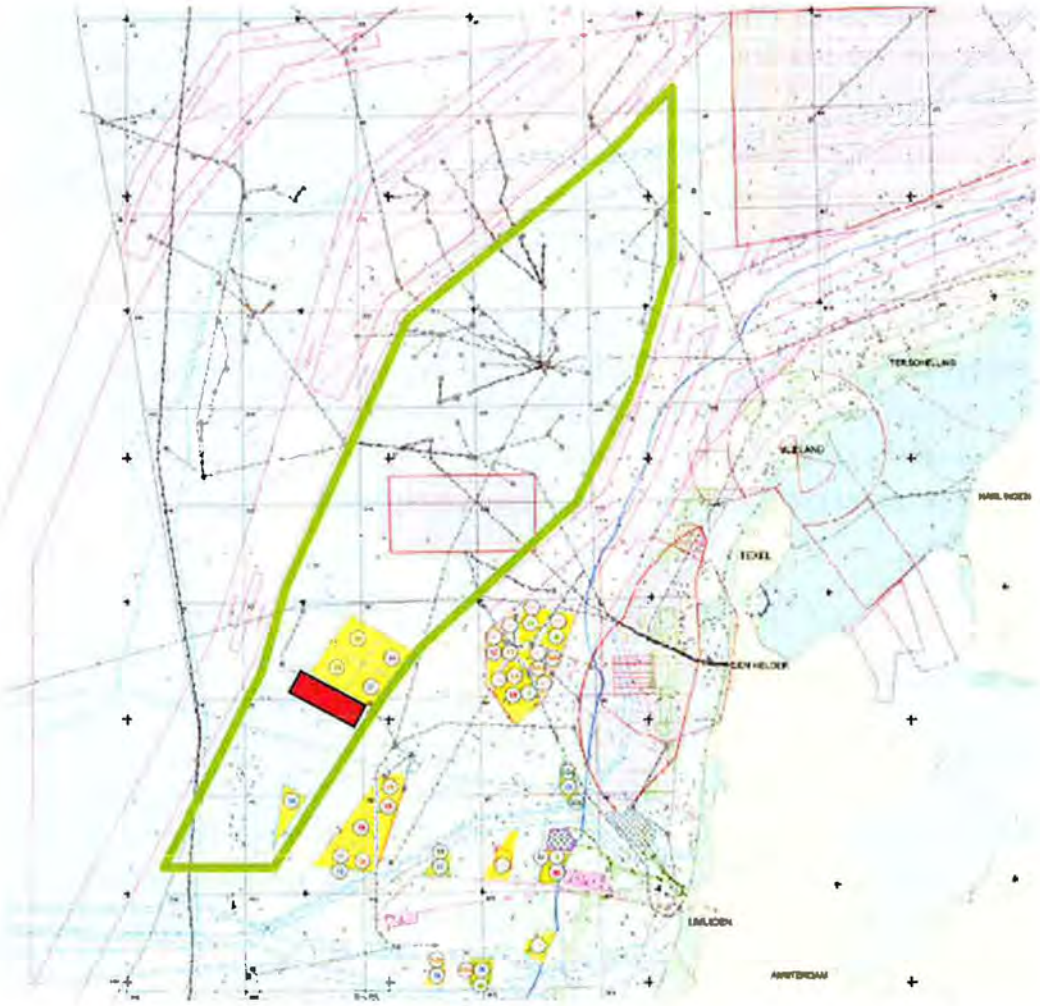
Voor de scheepvaart vormen windturbineparken obstakels. Zij kunnen de vrije doorvaart bemoeilijken en vormen een risico voor aanvaringen of, in geval een schip onbestuurbaar geworden is, voor 'aandrijvingen'. Bij de keuze van de locatie is veilige scheepvaart een belangrijk selectiecriterium. De locatie van Tromp Binnen sluit aan op de visie van de Nautische initiatiefgroep[3]. Deze groep bepleit concentratie van windturbineparken op de Noordzee binnen een bepaald gebied. Indicatief is het gebied in figuur S4 aangeduid. De groep bepleit om verder bepaalde minimumafstanden in acht te nemen tot vaarroutes, tot andere windturbineparken, tot in- en uitgang van verkeersscheidingsstelsels (TSS) en tot ankerplaatsen. Tromp Binnen voldoet aan de meeste van deze criteria van de Nautische initiatiefgroep.

Het park is door RWE tevens getoetst aan de criteria die de Nautische Adviesgroep, een ambtelijke adviesgroep van Rijkswaterstaat, hanteert bij haar beoordeling van de nautische aspecten van windturbineparken. Ook deze toetsing viel positief uit.

Uit de effectbeschrijving blijkt dat lokaal verstoring van de scheepsradar kan optreden, er treedt geen verstoring op van navigatie-apparatuur en andere elektronische hulpmiddelen (GPS, AIS, VHF en LORAN C).

---

[3] Voor samenstelling zie paragraaf 9.7 MER



Figuur S4 Voorkeursgebied voor windturbines op zee volgens de Nautische visie windturbineparken op zee (Tromp Binnen is in het rood weergegeven)

5.6.2 **Kwantitatieve risico's**

Om de risico's van het park te kwantificeren is door MARIN een studie uitgevoerd naar de kansen dat schepen met turbinemasten botsen en naar de gevolgen van dergelijke botsingen. Deze kansen blijken voornamelijk afhankelijk van de verkeersintensiteit, het aantal turbines dat langs een route ligt en de breedte van de turbinemast ter hoogte van het wateroppervlak.

Deze kansen en gevolgen zijn berekend voor de VA en de alternatieven.

Tabel S8 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief transformatorstation)

Legenda: fundering: G = Gravity Based fundering; J is jacket fundering; M = monopaal
R-schepen: routegebonden schepen N-schepen: niet routegebonden schepen

alternatief	fundering	energie-opbrengst (GWh/jaar)	aantal turbi-nes	aantal aanvaringen (rammen) per MWh		aantal aandrijvingen (driften) per MWh		totaal per MWh
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
NA		0	0	0	0	0	0	0
A3	M	701	56	6.55E-09	8.33E-09	2.28E-08	2.43E-09	4.01E-08
A1	M	1078	89	6.34E-09	7.72E-09	2.31E-08	2.44E-09	3.96E-08
A2	G	851	48	4.83E-09	6.33E-09	1.64E-08	1.77E-09	2.93E-08
A2	J	851	48	6.34E-09	1.42E-08	1.69E-08	2.16E-09	3.96E-08
VA	G	1032	59	4.78E-09	6.32E-09	1.64E-08	1.78E-09	2.92E-08
VA	J	1032	59	6.31E-09	1.43E-08	1.69E-08	2.17E-09	3.97E-08
MMA	G	1032	59	4.78E-09	6.32E-09	4.92E-09	5.34E-10	1,66E-08

Uit de tabel blijkt dat de laagste risico's per MWh optreden bij de VA en alternatief A2 in combinatie met een gravity base fundering. Dit zijn beide alternatieven met 5 MW turbines. Dankzij de beoogde inzet van een sleepboot komt het MMA nog gunstiger uit dan de VA.
De gevolgen van de aanvaringen, zoals olielozingen en risico's dat personen bij botsingen komen te overlijden, zijn eveneens doorgerekend. Het patroon is hetzelfde als bij de botsingsrisico's: per MWh zijn de risico's en lozingen het laagste bij de 5 MW turbines met Gravity Based funderingen.

De theoretische toename in kansen op nieuwe olielozingen binnen de EEZ blijkt circa 0,3% te zijn, de toename in hoeveelheid blijkt maximaal circa 1% te bedragen.

5.7 Effecten van de kabels naar het vaste land

Bij het plannen van de diverse varianten voor kabeltracés is zoveel mogelijk gestreefd naar het efficiënt gebruik van de ruimte. Op het grootste deel van de mogelijke routes lopen geen kabels of leidingen waarmee het tracé gebundeld kan worden.

Uit de effectbeschrijving blijkt dat zowel de interne elektriciteitsbekabeling binnen het park als de elektriciteitskabels naar land, voor de gehele levensduur van het park (aanleg, gebruik en verwijdering), geen blijvende positieve en nadelige milieueffecten hebben. Tijdelijk zal de aanleg verstoring door geluid, vertroebeling van het water en verwijdering van bodemleven op een beperkt oppervlak veroorzaken.

Ook de effecten van de aanlanding aan de kust en voor het landtracé dat de kabels verbindt met het landelijke elektriciteitsnet zijn gering en tijdelijk.

Er is geen onderscheidend verschil in milieueffecten tussen de varianten van de kabeltracés en wijze van kabelaanleg. De blijvende effecten zijn voor al deze aspecten nihil tot verwaarloosbaar.

5.8 Effecten op overige gebruikers

Op de Noordzee vinden reeds vele activiteiten plaats. Tabel S9 geeft een overzicht van de activiteiten anders dan windenergie uit de Richtlijnen. In hoofdstuk 6 van het MER is per activiteit nagegaan of deze een bijdrage zouden kunnen leveren aan milieubelastingen van Tromp Binnen. Dan kan sprake zijn cumulatie. Dit aspect wordt inhoudelijk behandeld in hoofdstuk 11 van het MER.

Tabel S9 Overzicht van gebruikersfuncties en overige activiteiten op de Noordzee

	gebruikers en overige activiteiten
1	offshore olie- en gaswinning
2	zand- en grindwinning
3	schelpenwinning
4	baggerstort
5	munitiestortgebieden
6	militaire activiteiten en oefenterreinen

	gebruikers en overige activiteiten
7	scheepvaart (recreatievaart, bestemmingsverkeer, ankergebieden, clearways, scheepvaartroutes)
8	Natura 2000-gebieden
9	2de Maasvlakte inclusief Zeereservaat
10	kabels
11	pijpleidingen
12	beroeps- en sportvisserij
13	luchtvaart, inclusief offshore helikopteroperaties
14	telecommunicatie
15	(andere) windturbineparken
16	mosselzaadinvanginstallaties
17	kustveiligheid
18	recreatie
19	archeologie en cultuurhistorie
	algemene aspecten – zichtbaarheid – ruimtebeslag – secundaire emissies

In hoofdstuk 11 van het MER wordt beschreven op welke activiteiten Tromp Binnen verstorende effecten zou kunnen hebben. Effecten blijken voornamelijk mogelijk op olie- en gaswinning, visserij en luchtvaart (helikopters).

Bij olie- en gaswinning in de nabije omgeving van het windturbinepark zal met het park rekening gehouden moeten worden, maar de activiteiten kunnen met enige aanpassingen voortgezet worden.

Voor de visserij zal de locatie na de bouw van het windturbinepark niet meer toegankelijk zijn. Dit betekent dat er elders gevist zal moeten worden. Het effect op het totale visserijareaal is verwaarloosbaar.

Over het park loopt een helikopterroute: HMR KZ50. Deze route wordt relatief weinig gebruikt. Onder normale omstandigheden vormt de aanwezigheid van Tromp Binnen geen belemmering voor het gebruik van deze route.

5.9 De Bruine Bank

De noordwest punt van het park raakt het gebied van de Bruine Bank. Hoewel dit niet waarschijnlijk lijkt, is niet uit te sluiten dat de Bruine Bank aangewezen wordt als een GBEW. Bij de effectbeschrijving van Tromp Binnen zijn de locale kenmerken van de omgeving meegenomen. Zo is rekening gehouden met de aanwezigheid van hogere aantallen vogels en bruinvissen. De hoogste concentraties van vogels bij de Bruine Bank komen overigens op tenminste 20 km afstand van Tromp Binnen voor (zie figuur 7.6), in het deel van de Bruine Bank dat niet door Tromp Binnen wordt geraakt.

5.10 Overige effecten

Naast de eerder behandelde effecten zijn in het MER diverse andere effecten beoordeeld. Samengevat gaat het om de volgende effecten: zichtbaarheid, ruimtebeslag, kustveiligheid, cultuurhistorie en secundaire emissies. Deze effecten worden hierna beschreven.

Zichtbaarheid
Het park zal nimmer zichtbaar zijn vanaf de kust. Zelfs niet vanaf de duinen.

Ruimtebeslag
Het bruto ruimtebeslag van het park bedraagt 33 km^2, exclusief de veiligheidzone. Het netto ruimtebeslag is aanzienlijk kleiner: maximaal 0,09 km^2 voor de GBS-funderingen. Het netto ruimte beslag voor de kabels naar het vaste land bedraagt 0,08 km^2 Ten opzichte van het oppervlak van het Nederlands deel van de Noordzee gaat het om een verwaarloosbare fractie

Kustveiligheid
Omdat de stroming slechts lokaal beïnvloed wordt, spelen veranderingen daarin geen rol ten aanzien van de erosie van de kust en de zeewering. De traverse door de duinen zal in overleg met lokale overheden dusdanig worden uitgevoerd, dat de kustverdediging in stand blijft.

Cultuurhistorie en archeologie
Er worden geen gebieden doorsneden met een bijzonder cultuurhistorische waarde. Bij parkontwerp en kabelroutering is rekening gehouden met bekende wrakken. Mochten tijdens de inspectie voorafgaande aan de aanleg (onbekende) scheepswrakken geïdentificeerd worden dan zullen deze locaties gemeden worden. Zonodig wordt de geldende procedure van de Rijksdienst voor archeologie en cultuurlandschap en monumenten (RACM) gevolgd.

Secundaire emissies
Voor aanleg en onderhoud van park en kabels is enige scheepvaart nodig, waarbij emissies van o.a. CO_2, NO_x, SO_2 en stof optreden. Deze emissies zijn gering ten opzichte van die van de scheepvaart op de Noordzee. Er worden geen lokale effecten van verwacht. Dit geldt ook bij de GBS-funderingen, ook al zal voor de aanleg daarvan extra gevaren moeten worden.

6 CUMULATIEVE EFFECTEN

6.1 Versnipperd en geclusterd scenario

Tromp Binnen is niet het enige voornemen dat in voorbereiding is. Het wordt daarom zinvol geacht om onderzoek uit te voeren naar de gezamenlijke effecten van de voorgenomen windturbineparken. Conform de richtlijnen is een versnipperd en een geclusterd scenario uitgewerkt waarbij de gezamenlijke effecten van een aantal parken (totaal circa 1.000 MW) zijn bepaald. Bij het versnipperde scenario zijn de parken zo ver mogelijk van elkaar verwijderd, terwijl bij het geclusterd scenario rekening wordt gehouden met windturbineparken die in de nabijheid van Tromp Binnen zijn gepland.

Cumulatieve effecten blijken vooral relevant voor de effecten op vogels en op de scheepvaartveiligheid.

6.2 Cumulatieve effecten op vogels

Ten aanzien van de cumulatieve effecten op vogels zijn de aspecten verstoring, aanvaring en barrièrewerking bestudeerd.

Zoals in hoofdstuk 7 van het MER wordt aangegeven, moet een bepaald gebied binnen en rondom de parken als **verstoord** voor bepaalde vogelsoorten worden beschouwd. Het aantal verstoorde vogels is berekend op grond van de oppervlakte van het park en van bepaalde zones rondom het park,waarbij rekening is gehouden met de vogeldichtheid ter plaatse.

Tabel S 9a en S 9b geven voor specifieke, verstoringsgevoelige soorten[4] de aantallen verstoorde vogels.

[4] de informatie per soort staat in tabel 12.6 (hoofdstuk 12)

Tabel S 9a Geschatte aantallen vogels in het studiegebied (locaties windturbineparken met en zonder verstoringszones) voor het geclusterde scenario

soort	periode *)	Tromp Binnen			overige windturbine-parken			Totaal		
		excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km
duikers	feb/mar	4	13	16	33	66	88	37	79	104
JvG	okt/nov	42	85	147	309	243	282	351	328	429
Alk/Zk	Dec/jan	204	842	1486	1337	2488	3303	1541	3330	4789
GrSt	aug/sep	1	1	1	16	16	16	17	17	17
No/Vi	aug/sep	25	25	25	326	326	326	351	351	351

*) Voor iedere vogelsoort is het seizoen genomen, waarin de aantallen aanwezige vogels maximaal zijn

Tabel S 9b Geschatte aantallen vogels in het studiegebied (locaties windturbineparken met en zonder verstoringszones)voor het versnipperde scenario

soort	periode *)	Tromp Binnen			overige windturbine-parken			totaal		
		excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km
duikers	feb/mar	4	13	16	32	78	107	36	91	123
JvG	okt/nov	42	85	147	92	175	344	134	260	491
Alk/Zk	Dec/jan	204	842	1486	637	1824	2975	841	2666	4461
GrSt	aug/sep	1	1	1	36	36	36	37	37	37
No/Vi	aug/sep	25	25	25	674	674	674	699	699	699

*) voor iedere vogelsoort is het seizoen genomen, waarin de aantallen aanwezige vogels maximaal zijn

Bij het geclusterde scenario is het totale oppervlak waar verstoring optreedt enigszins kleiner dan bij het versnipperde scenario. De verschillen zijn echter klein. Daarom is geconcludeerd dat voor alle alternatieven en varianten en voor beide scenario's slechts een licht verstoringseffect op vogels wordt verwacht.

Voor beide scenario's zijn ook de aantallen **aanvaringsslachtoffers** berekend. In tabel S10 a en b zijn voor de maximumvariant de berekende aantallen voor het geclusterde en het versnipperde scenario gepresenteerd.

Tabel S 10a Geschatte aantallen vogelslachtoffers per jaar - maximumvariant, geclusterd scenario

geclusterd scenario						
initiatief	park	volgorde realisatie	maximum variant		vogelslachtoffers	
			aantal WT's[1]	P_{tot} MW[2]	per park	cumulatief
Nuon/Shell	OWEZ	1	36	108	1.341	1341
E-concern/ Eneco	Prinses Amalia Windpark	1	60	120	994	2.335
RWE	Tromp Binnen	2	89	320	2.650	4.985
Airtricity	Den Helder II	2	139	500	4.140	9.125
RWE	Tromp West	3	107	385	3.188	12.313
RWE	Tromp Oost	3	102	367	3.039	15.352
TOTAAL			533	1.801	15.352	
1.000 MW				1.000	8.529	

[1] aantal windturbines [2] totale vermogen van het betreffende park

Tabel S 10b Geschatte aantallen vogelslachtoffers per jaar – maximumvariant, versnipperd scenario

versnipperd scenario						
initiatief	park	volgorde realisatie	maximum variant		Vogelslachtoffers	
			aantal WT's[1]	P_{tot}[2] MW	per park	Cumulatief
Nuon/Shell	OWEZ	1	36	108	1.341	1.341
E-concern/ Eneco	Prinses Amalia-windpark	1	60	120	994	2.335
Eneco	Callantsoog Noord	2	170	612	5.067	7.402
RWE	Tromp Binnen	2	89	320	2.650	10.052
Eneco	Schaar	3	170	612	5.067	15.119
TOTAAL			525	1.772	15.119	
1.000 MW				1.000	8.532	

[1] aantal windturbines [2] totale vermogen van het betreffende park

Per MW geïnstalleerd vermogen blijkt het aantal aanvaringsslachtoffers bij het geclusterde en het versnipperde scenario niet veel te verschillen. Per saldo wordt een gering negatief effect verwacht voor alle scenario's en alternatieven.

Barrièrewerking van verschillende windturbineparken op de Noordzee is eveneens onderzocht. Bedroeg de populatiegemiddelde maximale extra afstand bij Tromp Binnen alleen maximaal 0,2%, bij scenario's met ca. 5 parken is benadering of overschrijding van de 1% norm niet volledig uit te sluiten.

Ook is beoordeeld of *cumulatie met andere activiteiten* op de Noordzee relevant zou kunnen zijn. Het belangrijkste mogelijke effect is de aantrekking van vogels door de verlichting van olieplatforms. Vogels die door het licht van deze platforms aangetrokken worden, zouden daarna in botsing kunnen komen met nabijgelegen turbines. Hoewel het dichtstbijzijnde platform op 9 km afstand gelegen is, is enig effect hiervan niet helemaal uit te sluiten. Door aanpassing van de verlichting of tijdelijk stilzetten van het park in specifieke gevallen kan een dergelijk effect geminimaliseerd worden.

6.3 Cumulatieve effecten op scheepvaartveiligheid

Bij de bepaling van de kansen op botsingen (aanvaringen en aandrijvingen) van schepen met windturbines blijkt volgens MARIN het doorrekenen van een versnipperd scenario niet zinvol omdat het bij grote afstanden tussen de parken gaat om onafhankelijke kansen. Daarom is alleen het geclusterde scenario doorgerekend. Een samenvatting van de resultaten staat in tabel S 11a.

Tabel S 11a Cumulatieve effect voor Tromp Binnen met Den Helder II en Tromp Oost

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant voor Tromp Binnen	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
TB_varB[1)]	3 MW	0.0186	0.0154	0.0836	0.0078	0.1253	0.0074
TB_varD_G[2)]	3 MW	0.0176	0.0145	0.0798	0.0074	0.1193	0.0071
TB_varB[1)]	5 MW	0.0129	0.0113	0.0564	0.0053	0.0860	0.0050
TB_varD_G[2)]	5 MW	0.0119	0.0104	0.0522	0.0049	0.0793	0.0046

[1)] 3,6 MW-turbines met monopaalfunderingen [2)] 5MW-turbines met GBS-funderingen

Uit deze berekeningen blijkt dat de totale botsingskansen voor de scenario's met 3MW turbines circa 50% groter zijn dan voor scenario's met 5 MW turbines. Wat voor de botsingskansen geldt, geldt ook voor de gevolgeffecten die beschouwd zijn, te weten overlijdensrisico's en olielozingen.

6.4 Cumulatieve effecten op onderwaterleven en vislarven

Tijdens de gebruiksfase van het park blijkt slechts in zeer beperkte mate cumulatie op het onderwaterleven aan de orde. Tijdens de gelijktijdige of achtereenvolgende aanleg van verschillende parken waarbij geheid zou moeten worden, zou wezenlijke cumulatie op kunnen treden. Hierdoor zou een zeker deel van de Noordzee gedurende de zomer verstoord kunnen worden voor zeehonden, bruinvissen en geluidgevoelige vissen. Het ongunstigst is het versnipperde scenario omdat daarmee het grootste totale oppervlak wordt beïnvloed.

Tabel S12 Cumulatieve effecten van de gelijktijdige aanleg van twee windturbineparken in het **geclusterde** scenario (Tromp Binnen & Den Helder II) en het **versnipperde** scenario (Tromp Binnen en Callantsoog Noord); minimaal scenario: beide parken met Gravity Based funderingen; maximaal scenario: beide parken met monopaalfunderingen

		geclusterd scenario		versnipperd scenario	
		Minimaal	Maximaal	minimaal	maximaal
Bruinvis	opp.(km^2)	50	638	50	900
	aantal*	50	638	35	630
Zeehonden	opp. (km^2)	144	20.140	144	22.350
	Aantal	5	1.890	13	3.080

* Voor het berekenen van de aantallen beïnvloede bruinvissen is voor Tromp Binnen en Den Helder II uitgegaan van een maximale dichtheid van 1/km^2 en voor Callantsoog Noord van een maximale dichtheid van 0,4/km^2.

Van een verstoring is met name sprake bij een keuze voor een fundering met een monopaal, of eventueel de tripod of de jacket. Indien gekozen wordt voor een GBS-fundering (zoals bij de VA) is slechts sprake van kleinschalige verstoring.

In het MER is ook onderzocht of cumulatieve sterfte van vislarven ten gevolge van heien tot effecten op de populaties van zeezoogdieren zou leiden. Als gedurende een jaar geheid wordt, wordt een maximale vislarven reductie voor bepaalde soorten van ca. 13% verwacht.

Aangezien zeezoogdieren vissen van verschillende jaarklassen eten, worden hier geen belangrijke effecten van verwacht. Zou er echter verschillende jaren achtereen geheid worden, dan zijn significante effecten niet met zekerheid uit te sluiten.

6.5 Overige cumulatieve effecten

In het MER[5] is onderzocht of er nog andere onderscheidende cumulatieve effecten zouden kunnen optreden. Daarbij bleek cumulatie met vooral offshore mijnbouw, militaire activiteiten, visserij en luchtvaart op te kunnen treden. De cumulatie is echter niet meer dan het effect van de individuele activiteiten die bij elkaar op worden geteld.

7 VERGELIJKING VAN DE ALTERNATIEVEN

Uit de voorgaande hoofdstukken van de samenvatting is gebleken dat het voorgenomen windturbinepark effecten heeft op diverse milieuaspecten. Hierna wordt nader beschouwd in welke mate de effecten van de alternatieven, het nulalternatief en het MMA (inclusief de mitigerende maatregelen) van elkaar verschillen. Aspecten die niet bleken te verschillen zijn hierbij doorgaans achterwege gelaten.

Tabel S13 geeft een overzicht van de belangrijkste effecten. Deze zijn uitgedrukt in de hoeveelheid opgewekte energie (GWh) omdat dat de meest relevante vergelijkingsmaatstaf is. De onderbouwing van de kwantitatieve beoordelingen is in de vorige effectparagrafen gegeven.

---

[5] Paragraaf 12.5

Tabel S13 Kwalitatieve vergelijking van de effecten per GWh voor de verschillende alternatieven

Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
ENERGIE	0	++	++	+	+	++
VOGELS						
aanleg en verwijdering windturbinepark						
Verstoring	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
gebruik windturbinepark						
Aanvaringsrisico	0	0/-	-	0/-	-	> 0/-
Barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
Verstoring	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
ONDERWATERLEVEN						
aanleg en verwijdering windturbinepark						
Vissen	0	0	-	0	-	0
Zeezoogdieren	0	0	--	0	--	0
gebruik windturbinepark	0	0	0	0	0	0
SCHEEPVAARTVEILIGHEID						
aanleg en verwijdering windturbinepark	0	0	0	0	0	0
gebruik windturbinepark	0	0/-	-	0/-	-	> 0/-

In deze tabel worden onder "Energie" ook de positieve effecten vermeld. Op de eerste plaats produceert het voorgenomen windturbinepark op een duurzame wijze elektriciteit. Tevens levert de begroeiing van funderingen een enige toename van biomassa aan bodemdieren binnen het windpark op. Een ander positief effect is dat een gebied ontstaat waarin onderwaterleven niet verstoord wordt door visserij en reguliere scheepvaart.

Hydraulica en geomorfologie

Uit de effectbeoordeling (paragraaf 5.3) zijn geen blijvende negatieve effecten van aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark naar voren gekomen.

Vogels

Effecten op vogels treden met name op in de gebruiksfase. Verstoring van hun leefgebied is voornamelijk afhankelijk van de oppervlakte van het park. Deze verschilt niet voor de alterna-

tieven en dus verschilt de mate van verstoring ook niet. Aanvaringen van vogels met turbines blijken relatief hoog bij kleine turbines. Het gunstigst zijn daarom VA, A2 en het MMA. De verschillen zijn echter klein. Het MMA biedt de maximale bescherming voor vogels door toepassing van een optimale verlichting en stop zetten van turbines onder ongunstige weersomstandigheden op het moment dat grote aantallen vogels passeren.

Onderwaterleven
In hoofdstuk 8 van het MER is geconcludeerd dat de effecten op het onderwaterleven in het algemeen zeer gering tot verwaarloosbaar zijn, behoudens bij aanleg en verwijdering van het park. Er worden tijdelijke negatieve effecten verwacht op zeezoogdieren en vissen als gevolg van toename van het onderwatergeluid gedurende de aanleg. Voor de varianten waarbij geheid moet worden voor de fundering, zijn deze geluidniveaus zeer hoog en de gebieden waarin effect optreedt zeer groot. Deze negatieve effecten treden dus op voor de alternatieven 1 en 3 met monopaal en VA en A2 met varianten jacket en tripod. Tijdens de aanleg van Gravity Based fundering (GBS) treden deze effecten niet in die mate op (VA, alternatief 2 en MMA), aangezien daarbij niet geheid wordt.

Scheepvaartveiligheid
Gedurende de gebruiksfase van het windturbinepark is er een verhoogde kans op een aanvaring of aandrijving van een schip met een windturbine. Het risico blijkt grotendeels te worden bepaald door het aantal turbines en de diameter van de masten ter hoogte van het wateroppervlak. De varianten met veel turbines en grote mastdiameters veroorzaken een relatief hoge aanvarings-/aandrijfkans. Om deze reden scoren A1 en VA met jacketfundering relatief gezien het slechtste. Het gunstigst scoren A2 (lage dichtheid met 5 MW turbines) en het MMA. Wanneer wordt gekeken naar de effecten per eenheid energieopbrengst, dan scoren de alternatieven die worden ingericht met turbines met een groter vermogen (VA, A2, MMA) het beste. Bij toepassing van turbines met een groter vermogen zijn namelijk minder turbines nodig om een zelfde hoeveelheid energie op te wekken.

Overige gebruiksfuncties
Tromp Binnen heeft over het algemeen geringe effecten op de overige gebruiksfuncties. Aangezien de alternatieven/varianten voor deze effecten niet onderscheidend zijn, is een vergelijking niet zinvol. Wel kan gesteld worden dat de alternatieven met de hoogste energieopbrengst (VA, A1, MMA) per opgewekte GWh elektriciteit de minste effecten op overige gebruiksfuncties opleveren.

De conclusie van het cumulatieonderzoek is dat cumulatieve effecten zullen optreden, maar bij het onderzochte vermogen (totaal 1.000 MW) niet tot wezenlijke aantastingen van het

leefmilieu zullen leiden. Significante effecten zijn echter bij heien gedurende een aantal achtereenvolgende jaren niet volledig uit te sluiten. Het geclusterde en versnipperde scenario zijn qua effecten niet wezenlijk verschillend.

8 PASSENDE BEOORDELING

Conform de richtlijnen bevat dit MER een Passende Beoordeling. Zij is opgenomen als hoofdstuk 14. De belangrijkste conclusie uit de Passende Beoordeling voor Tromp Binnen is dat alleen voor de vogelsoorten kleine mantelmeeuw en jan-van-gent in Natura2000-gebieden significante effecten niet op voorhand uitgesloten konden worden. Uit nadere analyse bleek dat de maximale sterftepercentages van deze soorten waren:

- voor de kleine mantelmeeuw maximaal 0,78% van de populatie in het Natura-2000-gebied Pettemerduinen
- voor de jan-van-gent: maximaal 0,08 % van de populatie in het Natura2000-gebied Helgoland

zodat significante effecten (>1% van de natuurlijke sterfte) uitgesloten kunnen worden.
Op onderwaterleven worden vanwege Tromp Binnen (VA) geen significante effecten binnen Natura2000-gebieden verwacht.

9 LEEMTEN IN KENNIS, MONITORING EN EVALUATIE

Leemten in kennis
In het MER is een aantal leemten in kennis geconstateerd. In de meeste gevallen gaat het echter om ondergeschikte – hier niet nader aangeduide – milieugevolgen, die geen beperking hoeven te zijn voor de besluitvorming.

De belangrijkste leemten in kennis betreffen de kennis van de aanvaringskansen van vogels bij offshore windturbines en de geluidsinvloed van heien van funderingen op vissen en zeezoogdieren. Wat betreft de aanvaringskansen van vogels is in het MER een conservatieve benadering gevolgd waardoor de effecten zeer waarschijnlijk niet worden onderschat. Een nauwkeuriger beeld van het aantal te verwachten vogelslachtoffers is eerst mogelijk na gericht onderzoek op grote afstand van de kust.

Ook voor de invloed van geluid van heien op onderwaterleven is een conservatieve benadering aangehouden. Deze kennisleemte is voor Tromp Binnen niet relevant aangezien RWE GBS-fundering wil toepassen, waarbij niet geheid wordt. Voor de vergelijking van de effecten van de GBS-fundering met die van monopalen zijn geen relevante leemten in kennis gevonden.

Monitoring- en evaluatieprogramma
Het doel van monitoring- en evaluatieonderzoek is de daadwerkelijk optredende milieueffecten te vergelijken met de voorspelde effecten. Het beoogt ook de leemten in kennis verder op te vullen. Het MER bevat een eerste aanzet voor een dergelijk programma.

In het evaluatieprogramma zullen op een systematische wijze de belangrijkste voorspelde milieugevolgen worden afgezet tegen de werkelijk optredende milieugevolgen.

INHOUD

blz.

SAMENVATTING MER OFFSHORE WINDTURBINEPARK TROMP BINNEN S.1

1 Initiatief, aanleiding en doelstelling 1.1
1.1 Het initiatief: windturbinepark Tromp Binnen 1.1
1.2 Aanleiding: dwingende reden tot meer windenergie op zee 1.1
1.3 Doelstelling: bijdragen aan duurzame elektriciteitsproductie 1.3
1.4 Besluiten en procedures 1.4
1.4.1 M.e.r.- en Wbr-vergunningprocedure 1.4
1.4.2 SDE-subsidieprocedure 1.5
1.4.3 Overige besluiten 1.6
1.5 Actoren 1.6
1.6 Leeswijzer 1.7

2 Afwegingskaders natuur en milieu 2.1
2.1 Inleiding 2.1
2.1.1 Integraal Beheerplan Noordzee 2015 / Integraal afwegingskader 2.2
2.2 Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden 2.8
2.2.1 Gebieden met bijzondere ecologische waarden in het IBN 2015 ..... 2.8
2.2.2 Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) / Natura 2000-gebieden 2.9
2.3 Overige afwegingskaders 2.11
2.3.1 Natuurbeschermingswet 1998 ..... 2.11
2.3.2 Flora- en Faunawet 2.11
2.3.3 Overig beleidskader 2.11

3 Voorgenomen activiteit, alternatieven en varianten 3.1
3.1 Inleiding 3.1
3.1.1 Definities en structuur 3.1
3.1.2 Toelichting op het voornemen 3.2
3.2 Voorgenomen activiteit en alternatieven 3.4
3.2.1 Beschrijving voorgenomen activiteit 3.6
3.2.2 Beschrijving alternatief 1 ..... 3.9
3.2.3 Beschrijving alternatief 2 ..... 3.11
3.2.4 Beschrijving alternatief 3 ..... 3.13
3.2.5 Nulalternatief 3.15
3.2.6 MMA 3.16
3.3 Inrichtingsvarianten 3.16

3.3.1	Overzichtstabel inrichtingsvarianten	3.17
3.3.2	Variatie van de dichtheid (MW/km^2)	3.17
3.3.3	Elektrische infrastructuur binnen het park	3.22
3.4	Uitvoeringsvarianten	3.29
3.4.1	Overzichtstabel uitvoeringsvarianten	3.29
3.4.2	Uitvoeringsvarianten windturbinepark	3.31
3.4.3	Uitvoeringsvarianten elektrische infrastructuur op zee	3.52
3.4.4	Uitvoeringsvarianten elektrische infrastructuur op land	3.62
3.4.5	Aanleg van het windturbinepark	3.66
3.4.6	Varianten gebruik	3.74
3.4.7	Varianten verwijdering	3.77
4	Energieopbrengst en emissiebalans	4.1
4.1	Inleiding	4.1
4.2	Windaanbod	4.1
4.3	Energieoptimalisatie	4.2
4.4	Verwachte energieopbrengsten	4.4
4.5	Energiegebruik voor fabricage, installatie, onderhoud en verwijdering	4.7
4.6	Energetische terugverdientijd van het windturbinepark	4.9
4.7	Vermeden kooldioxide-emissies	4.10
4.8	Economische haalbaarheid	4.12
4.9	Conclusie energieopbrengst en emissiebalans	4.12
5	Effecten op hydraulica en geomorfologie	5.1
5.1	Inleiding	5.1
5.2	Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling	5.2
5.2.1	Huidige situatie hydraulica	5.2
5.2.2	Huidige situatie geomorfologie	5.11
5.2.3	Autonome ontwikkeling	5.23
5.3	Effecten op hydraulica	5.23
5.3.1	Aanlegfase	5.23
5.3.2	Onderhoud en exploitatiefase	5.25
5.3.3	Verwijderingsfase	5.26
5.4	Effecten op geomorfologie	5.27
5.4.1	Aanlegfase	5.27
5.4.2	Onderhoud en exploitatiefase	5.34
5.4.3	Verwijderingsfase	5.35
5.5	Conclusies	5.36

6	Huidige status en autonome ontwikkeling	6.1
6.1	Inleiding	6.1
6.2	Het ecosysteem van de Noordzee	6.1
6.2.1	Voedselweb	6.1
6.2.2	Structuur en zonering	6.2
6.3	Beschermde gebieden in en langs de Noordzee	6.6
6.3.1	Ecologische hoofdstructuur	6.6
6.3.2	Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarde (GBEW)	6.7
6.3.3	Natura 2000-gebieden	6.13
6.4	Beschrijving specifieke milieufactoren	6.13
6.4.1	Huidige toestand en autonome ontwikkeling vogels	6.14
6.4.2	Huidige toestand en autonome ontwikkeling onderwaterleven	6.14
6.4.3	Huidige toestand en autonome ontwikkeling hydraulica en geomorfologie	6.15
6.4.4	Huidige toestand en autonome ontwikkeling scheepvaartveiligheid	6.15
6.5	Invloed van andere activiteiten op het milieu	6.16
6.5.1	Overzicht invloeden	6.16
6.5.2	Huidige toestand autonome ontwikkeling en cumulatie	6.18
7	Effecten op vogels en vleermuizen	7.2
7.1	Inleiding	7.2
7.1.1	Bronnen gegevens	7.2
7.1.2	Leeswijzer	7.2
7.2	Bestaande milieutoestand	7.3
7.2.1	Soorten en soortgroepen	7.3
7.2.2	Broedvogels	7.3
7.2.3	Trekvogels	7.4
7.2.4	Niet-broedvogels	7.13
7.2.5	Trekroutes en vlieghoogten (inclusief trek)	7.18
7.3	Autonome ontwikkeling	7.22
7.4	Effecten van Tromp Binnen	7.23
7.4.1	Typen effecten	7.23
7.4.2	Effecten bepalen op soortniveau	7.25
7.4.3	Effecten afzetten tegen populatiegroottes	7.25
7.4.4	Aanvaringsrisico (kans op sterfte door botsingen met windturbines)	7.26
7.4.5	Barrièrewerking	7.37
7.4.6	Verstoring	7.42
7.4.7	Effecten op de Bruine Bank	7.52
7.4.8	Doorwerking vislarvensterfte op voedselspecialisten	7.54
7.4.9	Effecten van windmeetmasten	7.57

7.5 Effecten aanleg en verwijderen 7.58
7.5.1 Aanleg funderingen 7.58
7.5.2 Aanleg kabels 7.59
7.5.3 Effecten in de verwijderingsfase 7.60
7.6 Overige effecten tijdens gebruik 7.61
7.6.1 Effecten van onderhoud 7.61
7.6.2 Transport elektriciteit via kabels naar de kust 7.62
7.7 Conclusies effectbeschrijving 7.62
7.7.1 Effecten van aanleg 7.62
7.7.2 Effecten van gebruik 7.62
7.7.3 Effecten van verwijdering 7.65
7.8 Toetsing en beoordeling effecten op vogels 7.65
7.8.1 Inleiding 7.65
7.8.2 Natuurbeschermingswet 1998/Vogel- en Habitatrichtlijn 7.66
7.8.3 Flora- en faunawet (binnen 12-mijl) en soortsbescherming Vogelrichtlijn (daarbuiten) 7.66
7.8.4 Nota Ruimte en Integraal Beheersplan Noordzee 2015 (IBN 2015) 7.67
7.8.5 OSPAR 7.67
7.9 Effecten op vleermuizen 7.68
7.9.1 Offshore installaties 7.68
7.9.2 Windturbines 7.68
7.9.3 Offshore windturbineparken 7.69
7.9.4 Conclusie effecten op vleermuizen 7.69

8 Onderwaterleven 8.1
8.1 Inleiding 8.1
8.2 Beoordelingskader onderwaterleven 8.1
8.2.1 Opzet en werkwijze 8.1
8.2.2 Diversiteit ecosystemen 8.2
8.2.3 Diversiteit soorten 8.3
8.2.4 Samenvatting beoordelingskader onderwaterleven 8.7
8.3 Bestaande situatie en autonome ontwikkeling 8.8
8.3.1 Inleiding 8.8
8.3.2 Diversiteit ecosystemen 8.9
8.3.3 Diversiteit soorten 8.13
8.4 Effecten op onderwaterleven 8.26
8.4.1 Werkwijze 8.26
8.4.2 Afbakening effecten 8.27

8.4.3 Effecten van locatieonderzoek voor ontwerp windturbinepark en kabeltracés ..8.32
8.4.4 Effecten van aanleg van windturbinepark Tromp Binnen 8.37
8.4.5 Effecten van exploitatie en onderhoud van windturbinepark Tromp Binnen 8.53
8.4.6 Effecten van demontage van windturbinepark Tromp Binnen 8.67
8.4.7 Kabeltracés: effecten van aanleg, gebruik en verwijdering 8.67
8.4.8 Effecten op het onderwaterleven bij de Bruine Bank 8.72
8.5 Overzicht tijdelijke en (semi)permanente effecten op onderwaterleven 8.73
8.5.1 Tijdelijke effecten 8.73
8.5.2 Permanente effecten (circa 20 jaar) 8.77
8.6 Toetsing effecten in relatie tot wettelijke en beleidsmatige kaders 8.79
8.6.1 Inleiding 8.79
8.6.2 Natuurbeschermingswet 1998 ..... 8.79
8.6.3 Flora- en faunawet (binnen 12-mijl) en soortsbescherming Habitatrichtlijn (daarbuiten) 8.83
8.6.4 Nota Ruimte en Integraal Beheersplan Noordzee 2015 (IBN 2015) 8.84
8.6.5 OSPAR 8.85
8.6.6 Vergelijking en beoordeling in m.e.r.-kader 8.85
8.7 Mogelijkheden voor mitigatie 8.87

9 Effecten op scheepvaartveiligheid 9.1
9.1 Inleiding 9.1
9.2 Bestaande toestand en autonome ontwikkeling 9.3
9.3 Effecten windturbinepark Tromp Binnen 9.4
9.3.1 Aanvaar-/aandrijffrequenties 9.5
9.3.2 Gevolgschade 9.7
9.4 Aanvullende effecten voor de scheepvaart 9.13
9.4.1 Werkverkeer 9.13
9.4.2 Ongevallen buiten het windturbinepark 9.14
9.5 Extra aanvaringen door zichtbelemmering 9.14
9.5.1 Walradars 9.16
9.5.2 Scheepvaartradars 9.16
9.5.3 Overige verstoringen scheepvaart instrumentatie 9.17
9.6 Beoordelingsaspecten Nautische adviesgroep 9.18
9.7 Beoordeling conform Nautische visie windturbineparken op zee 9.19
9.8 Conclusies 9.23

10 Effecten elektriciteitskabels en aanlandingspunt 10.1
10.1 Inleiding 10.1
10.2 Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling 10.11
10.2.1 Zeebodem en waterkolom 10.11
10.2.2 Aanlandingspunt en kabeltracé tot aansluiting 10.11
10.2.3 Natuurlijke elektrische en magnetische velden 10.12
10.3 Effecten elektriciteitskabels 10.13
10.3.1 Fysische effecten 10.13
10.3.2 Effecten op bodemdieren, vissen en zeezoogdieren 10.20
10.3.3 Risico's op beschadiging van kabels 10.21
10.4 Effecten aanlanding en kabeltracé tot aansluiting 10.23
10.5 Effecten van aanlanding op kustverdediging 10.25
10.6 Conclusie 10.26

11 Overige effecten 11.1
11.1 Doel van dit hoofdstuk 11.1
11.2 Offshore olie- en gaswinning 11.2
11.3 Zand-/grindwinning 11.5
11.4 Schelpenwinning 11.6
11.5 Baggerstort 11.7
11.6 Munitiestortgebieden 11.8
11.7 Militaire activiteiten en oefenterreinen 11.10
11.8 Scheepvaart 11.10
11.9 Natura 2000-gebieden 11.10
11.10 Tweede Maasvlakte en zeereservaat 11.11
11.11 Kabels 11.11
11.12 Pijpleidingen 11.13
11.13 Beroeps- en sportvisserij 11.14
11.14 Luchtvaart 11.16
11.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 11.16
11.14.2 Effecten op luchtvaart 11.25
11.14.3 Helikopterverkeer van en naar de offshore platforms 11.28
11.15 Telecommunicatie 11.36
11.16 Andere windturbineparken 11.39
11.17 Mosselzaadinvanginstallaties 11.41
11.18 Kustveiligheid 11.41
11.19 Recreatie 11.41
11.20 Archeologie en cultuurhistorie 11.42

11.21 Algemene aspecten 11.45
11.21.1 Zichtbaarheid 11.45
11.21.2 Ruimtebeslag 11.45
11.21.3 Secundaire emissies 11.46
11.22 Conclusies 11.47
11.23 Overleg met belanghebbenden 11.48

12 Cumulatieve effecten 12.1
12.1 Scenario's voor het bepalen van de cumulatieve effecten 12.1
12.1.1 Methode voor het bepalen van scenario's voor cumulatie met andere windturbineparken 12.1
12.1.2 Methode voor het bepalen van de cumulatie met overige gebruiksfuncties 12.6
12.1.3 Afbakening 12.7
12.2 Cumulatieve effecten windturbineparken op vogels 12.10
12.2.1 Cumulatie van verstoring door meerdere windturbineparken 12.10
12.2.2 Cumulatieve effecten van sterfte door botsingen (aanvaringsrisico) door meerdere windturbineparken 12.18
12.2.3 Cumulatie van effecten van barrièrewerking van meerdere windturbineparken op de fitness van trekvogels 12.26
12.2.4 Cumulatie van habitatverlies door omvliegen als gevolg van meerdere windturbineparken 12.27
12.2.5 Doorwerking sterfte vislarven op vogels 12.27
12.2.6 Cumulatie vogeleffecten door interactie met andere gebruiksfuncties / activiteiten 12.28
12.2.7 Conclusie cumulatie van effecten op vogels 12.31
12.3 Cumulatieve effecten op geomorfologie en onderwaterleven 12.32
12.4 Scheepvaartveiligheid 12.40
12.4.1 Kwantitatieve aspecten 12.40
12.4.2 Kwalitatief 12.43
12.5 Overige cumulatieve effecten 12.44
12.5.1 Offshore mijnbouw 12.45
12.5.2 Militaire activiteiten 12.45
12.5.3 Visserij 12.45
12.5.4 Luchtvaart 12.46
12.5.5 Zand- en grindwinning en baggerstort 12.46
12.5.6 Cumulatie van overige milieueffecten door alle gebruikers van de Noordzee 12.46
12.6 Algehele conclusies cumulatie 12.48

13	Mitigatie, compensatie en meest milieuvriendelijk alternatief	13.1
13.1	Overzicht mitigerende maatregelen	13.1
13.2	Afweging mitigerende maatregelen	13.3
13.2.1	Mitigatie effecten op vogels	13.3
13.2.2	Mitigatie effecten onderwaterleven	13.6
13.2.3	Mitigatie-effecten op scheepvaartveiligheid	13.8
13.2.4	Mitigatie elektriciteitskabel en aanlanding	13.11
13.2.5	Mitigatie cumulatieve effecten	13.11
13.3	Compenserende maatregelen	13.12
13.4	Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA)	13.12
13.4.1	Basis voor het MMA	13.12
13.4.2	Mitigerende maatregelen in het MMA	13.15
14	Passende beoordeling	pm
15	Vergelijking van de alternatieven	15.1
15.1	Inleiding	15.1
15.2	Geomorfologie en hydraulica	15.3
15.3	Effecten op vogels en vleermuizen	15.5
15.4	Onderwaterleven	15.8
15.5	Scheepvaartveiligheid	15.11
15.5.1	Absolute vergelijking effecten en per km^2	15.11
15.5.2	Relatieve vergelijking op basis van energieopbrengst	15.14
15.5.3	Overige veiligheidsaspecten	15.15
15.6	Overige gebruiksfuncties	15.16
15.7	Conclusies effectvergelijking	15.16
16	Leemten in informatie, monitoring en evaluatieprogramma	16.1
16.1	Leemten in informatie	16.1
16.2	Monitoringprogramma	16.5
16.2.1	Kader	16.5
16.2.2	Toelichting op de monitoringselementen	16.6
16.3	Evaluatieprogramma	16.9
LITERATUUR		L.1
VERKLARENDE LIJST VAN BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN		V.1

BIJLAGEN

1	Initiatief, aanleiding en doelstelling	1.1
1.1	Het initiatief: windturbinepark Tromp Binnen	1.1
1.2	Aanleiding: dwingende reden tot meer windenergie op zee	1.1
1.3	Doelstelling: bijdragen aan duurzame elektriciteitsproductie	1.3
1.4	Besluiten en procedures	1.4
1.4.1	M.e.r.- en Wbr-vergunningprocedure	1.4
1.4.2	SDE-subsidieprocedure	1.5
1.4.3	Overige besluiten	1.6
1.5	Actoren	1.6
1.6	Leeswijzer	1.7

1 INITIATIEF, AANLEIDING EN DOELSTELLING

1.1 Het initiatief: windturbinepark Tromp Binnen

RWE Offshore Wind Nederland B.V (RWE) is voornemens om een windturbinepark te realiseren en te exploiteren in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) op de Noordzee. De locatie – Tromp Binnen – is weergegeven in figuur 1.1.

Meer details over de locatie zijn te vinden in hoofdstuk 2. Een uitgebreide beschrijving van de voorgenomen activiteit en de alternatieven staat in hoofdstuk 3.

1.2 Aanleiding: dwingende reden tot meer windenergie op zee

Nota Ruimte

Het kabinet voert een actief beleid gericht op bevordering van duurzame energie, waaronder windenergie, om de afhankelijkheid van eindige brandstoffen te beperken en de uitstoot van kooldioxide (CO_2) terug te dringen. Het kabinet streeft ernaar 6.000 MW windenergie op de Noordzee in de Nederlandse EEZ te hebben gerealiseerd in 2020. In de Nota Ruimte is zelfs vastgelegd, dat realisatie van windturbineparken tot 6.000 MW in de EEZ "geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang"[1].

Energierapport; Innovatieagenda Energie

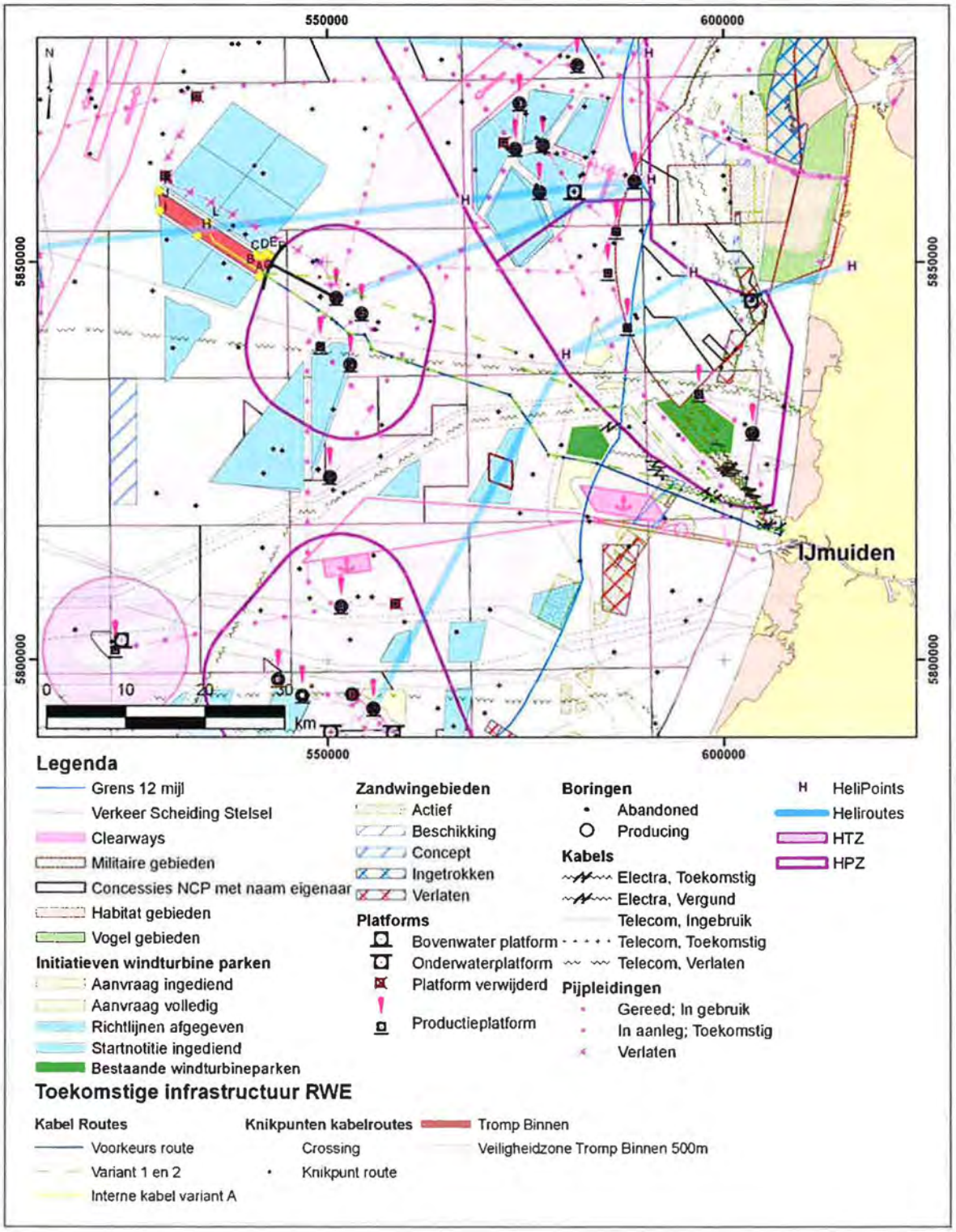
Ook recentere kabinetsstukken – waaronder het Energierapport 2008[2] en de Innovatieagenda Energie[3] – bevestigen het belang van windenergie op de Noordzee bij het realiseren van de duurzame-energie-doelstellingen, het vergroten van de voorzieningszekerheid en de reductie van de CO_2-uitstoot. Gekwantificeerd houden deze doelstellingen in dat het aandeel hernieuwbare energie oploopt naar 20% van de totale energieconsumptie in 2020 ten opzichte van 2% tot 3% nu en dat de uitstoot van broeikasgassen in 2020 met 30% is gereduceerd ten opzichte van 1990.

---

1 Ministeries van VROM, LNV, V&W en EZ. Nota Ruimte, deel 4, 2006, p. 167. De Nota Ruimte is een strategische kabinetsnota "waarin het nationaal ruimtelijk beleid zoveel mogelijk is ondergebracht"

2 Ministerie van Economische Zaken, juni 2008

3 Ministerie van Economische Zaken, juli 2008, bijlage bij kamerstuk 31530, nr. 1



Figuur 1.1 Locatie windturbinepark Tromp Binnen

Werkprogramma Schoon en Zuinig
Aangezien nog niet alle milieuschade in de prijs voor conventionele energie wordt doorberekend, is duurzaam opgewekte energie duurder dan conventionele energie. Hoeveel duurder is onder meer afhankelijk van de brandstofprijzen, de prijs van emissierechten en de gebruikte technologie. Om de doelstelling van 20% hernieuwbare energie in 2020 te halen, is het noodzakelijk om tijdelijk de onrendabele top voor hernieuwbare energie te vergoeden. Dit geldt ook voor windenergie op zee. In dat kader heeft het kabinet zich verplicht om nog deze kabinetsperiode 450 MW van de beoogde 6.000 MW aan windenergie op zee te vergunnen én te subsidiëren[4].

Draaiboek committering van 450 MW windenergie op de Noordzee
De wijze waarop het kabinet aan deze verplichting uitwerking geeft, is vastgelegd in een draaiboek[5]. Hierin staan de te volgen stappen in het vergunningentraject tot en met het afgeven van de uiteindelijke subsidiebeschikking.

De mogelijkheid tot deelname aan dit traject is de directe aanleiding voor het initiatief windturbinepark Tromp Binnen.

Ontwerp Nationaal Waterplan
Op 12 december 2008 is door de ministerraad het Ontwerp Nationaal Waterplan (NWP)[6] vastgesteld en vrijgegeven voor inspraak. Het NWP bevat een afzonderlijke paragraaf over de Noordzee waarin de beleidskeuzes voor de Noordzee zijn aangegeven. Dit betreft eveneens windturbineparken. Tromp Binnen past binnen dit plan.
Het Noordzee-beleid wordt nader uitgewerkt in een (ontwerp) Beleidsnota Noordzee, die als bijlage bij het NWP is gevoegd.

1.3 Doelstelling: bijdragen aan duurzame elektriciteitsproductie

Met het windturbinepark Tromp Binnen van circa 300 MW heeft RWE tot doel op een milieutechnische en bedrijfseconomisch verantwoorde wijze bij te dragen aan de verduurzaming van de elektriciteitsproductie. Tromp Binnen dient onderdeel te zijn van de 450 MW te

---

4 Ministerie van VROM et al., werkprogramma Nieuwe energie voor het klimaat van het project Schoon en Zuinig, september 2007

5 Draaiboek committering van 450 MW windenergie op de Noordzee, definitieve versie, juni 2008, bijlage bij Kamerstuk 31209, nr. 35. Zie bijlage 1.1

6 bron: www.verkeerenwaterstaat.nl (december 2008)

subsidiëren windenergie op zee en wil tevens mede de basis vormen voor de realisatie van het uiteindelijke doel van 6.000 MW in 2020.

1.4 Besluiten en procedures

Voor de realisatie van het windturbinepark Tromp Binnen zijn op rijksniveau als eerste de volgende overheidsbesluiten noodzakelijk:

1 het besluit tot het verlenen van een vergunning in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr)
2 het besluit tot het verstrekken van subsidie in het kader van de Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE).

Deze besluiten vereisen het doorlopen van twee soorten procedures: een vergunningprocedure en een subsidieprocedure. Beiden worden in de volgende twee paragrafen kort toegelicht.

Na deze besluiten zijn nog andere besluiten nodig, zowel op rijks- als op provinciaal en gemeentelijk niveau. Deze worden benoemd in paragraaf 1.4.3.

1.4.1 M.e.r.- en Wbr-vergunningprocedure

Voor het oprichten en het instandhouden van een windturbinepark, inclusief de bijbehorende kabels, is een vergunning nodig op grond van de Wbr. De Wbr-vergunning wordt verleend door de Minister van Verkeer en Waterstaat, die optreedt als het Bevoegd Gezag. De vergunning heeft betrekking op het windturbinepark én het kabeltracé binnen de EEZ, alsook op het kabeltracé binnen de Nederlandse territoriale wateren.

Voor de aanleg van het kabeltracé op land zijn milieu- en aanlegvergunningen van provincie en gemeente(n) noodzakelijk.

Omdat de oprichting van installaties in de EEZ nadelige gevolgen kan hebben voor het milieu, bepalen de beleidsregels dat voor het verkrijgen van een Wbr-vergunning de procedure van milieueffectrapportage (m.e.r.) moet worden doorlopen[7]. Het onderhavige Milieu Effect Rapport (MER) is daarvan het resultaat.

---

[7] Beleidsregels inzake de toepassing van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de exclusieve economische zone, Staatscourant 29 december 2004, nr. 252

De m.e.r.- en Wbr-procedure hangen nauw met elkaar samen en verlopen volgens het schema dat in bijlage 1.2 is opgenomen. De belangrijkste stappen worden hieronder kort toegelicht.

Na publicatie van de Startnotitie (18 april 2008) heeft het Bevoegd Gezag Richtlijnen voor dit MER gepubliceerd (15 augustus 2008) waarin de inspraakreacties en het betreffende Advies van de Commissie m.e.r. zijn verwerkt. Deze Richtlijnen geven aan welke informatie het MER moet bevatten, zodat het milieu- en natuurbelang volwaardig in de besluitvorming kan meewegen. Het MER onderzoekt en vergelijkt de milieueffecten van diverse alternatieven, die zich onder meer onderscheiden door variaties in de inrichting van het park en het soort turbine. Eén van deze alternatieven – de voorgenomen activiteit of het voorkeursinitiatief – is in de Wbr-vergunningaanvraag verder uitgewerkt. Bij het bepalen van het voorkeursalternatief is ook rekening gehouden met de resultaten van de Passende Beoordeling[8], die op grond van de Richtlijnen voor de locatie Tromp Binnen is uitgevoerd.

De Wbr-vergunningaanvraag wordt inclusief het MER en de Passende Beoordeling bij het Bevoegd Gezag ingediend. Het Bevoegd Gezag beoordeelt deze set op volledigheid en juistheid. Is het oordeel positief, dan worden het MER en de vergunningaanvraag gepubliceerd. Vervolgens wordt het MER ter inzage gelegd en wordt advies gevraagd aan de Commissie m.e.r. en de wettelijke adviseurs. Het Bevoegd Gezag stelt een ontwerpbeschikking op, waarbij rekening gehouden wordt met de inspraak en het toetsingsadvies van de Commissie voor de m.e.r.. De ontwerpbeschikking wordt 4 weken ter inzage gelegd, waarna binnen 6 maanden de definitieve beschikking wordt opgesteld. Het besluit is onherroepelijk na het verstrijken van de beroepstermijn of het verwerpen van het beroep. Voor een volledig overzicht van deze procedure wordt verwezen naar de website www.noordzeeloket.nl.

1.4.2 SDE-subsidieprocedure

Voor het verkrijgen van subsidie dient de procedure doorlopen te worden, die op hoofdlijnen is beschreven in het in paragraaf 1.2 genoemde Draaiboek committering van 450 MW windenergie op de Noordzee. Dit draaiboek is opgenomen als bijlage 1.1. Het betreft een subsidie in het kader van de Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE)[9]. Om de SDE ook voor wind op zee van toepassing te laten zijn, is een wijziging van het Besluit

---

8 De basis voor dit onderzoek is de zogenaamde Generieke Passende Beoordeling, die in opdracht van Rijkswaterstaat door het bureau Deltares is gemaakt. Deltares, 30 juni 2008, Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. Zie verder hoofdstuk 14

9 Besluit stimulering duurzame energieproductie, Koninklijk Besluit van 16 oktober 2007

SDE in voorbereiding. Een belangrijke voorwaarde voor deelname aan de subsidieprocedure wordt in ieder geval het hebben van een Wbr-vergunning.

1.4.3 Overige besluiten

Naast de Wbr-vergunning zijn andere vergunningen en/of ontheffingen nodig. Voorbeelden zijn onder meer een aanlegvergunning voor de elektriciteitskabels op land en de (eventuele) omgevingsvergunning en bouwvergunning voor het transformatorstation op land. Beiden zijn essentiële schakels in de aansluiting op het landelijke elektriciteitsnet. Een overzicht met de overige besluiten is opgenomen als bijlage 1.3.

1.5 Actoren

Bevoegd Gezag
Namens De Minister van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Directie Noordzee
Postbus 5807
2280 HV RIJSWIJK
Tel: (070) 3 36 66 00

Naast het Bevoegd Gezag zijn diverse wettelijke adviseurs bij het initiatief betrokken, te weten: de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) en de directeur Natuurbeheer van het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV).

Initiatiefnemer
RWE Offshore Wind Nederland B.V.
Postbus 90
2130 AB HOOFDDORP
Contactpersoon: de heer B. Oberink

RWE Offshore Wind Nederland B.V. is onderdeel van het RWE AG concern dat internationaal grootschalig (jaarlijks > EUR 1 miljard tot 2012) investeert in verschillende vormen van duurzame energie. Medio 2008 heeft RWE circa 1.300 MW aan duurzame energieproductiemiddelen operationeel of in aanbouw. Het doel voor 2012 is een geïnstalleerd vermogen van 4.500 MW, voor 2020 is dat 10.000 MW. RWE focust daarbij op windenergieprojecten[10].

[10] RWE Facts & Figures, update May 2008. Zie www.rwe.com

Voor Nederland onderzoekt RWE de realisatie van 2.000 MW windenergie op zee. Tromp Binnen is daarvan de eerste invulling.

Binnen het RWE-concern zijn in andere landen al diverse on- en offshore windparken operationeel en vele projecten in diverse stadia van voorbereiding. Voor de ontwikkeling van het windpark Tromp Binnen maakt RWE zo veel mogelijk gebruik van de bij deze projecten opgedane ervaringen.

Adviseurs
Het MER is in opdracht van RWE Offshore Wind Nederland B.V opgesteld door KEMA Nederland B.V. Aan het MER hebben onder andere de volgende bureaus bijdragen geleverd:

- Bureau Waardenburg in samenwerking met Imares: vogels en zeezoogdieren
- Buro Bakker: Passende Beoordeling en vleermuizen
- Deltares: Hydraulica en geomorfologie
- ECN voor de berekeningen van de energieopbrengst
- Fugro voor bodemaspecten
- Heinis Waterbeheer en Ecologie: Onderwaterleven
- MARIN: Scheepvaartveiligheid
- Periplus: Cartering, kabelroutering en archeologie
- TNO Defensie en Veiligheid: onderwaterakoestiek.

De Passende Beoordeling is mede opgesteld door Pondera Consult, Bureau Waardenburg, Imares, WUR, A&W Ecologisch Onderzoek, Deltares, HWE en Arcadis.

1.6 Leeswijzer

Het voorliggende MER bestaat uit een samenvatting, een hoofdrapport en bijlagen. De samenvatting is als zelfstandig document leesbaar en geeft een goede afspiegeling van de inhoud van het hoofdrapport.

De hoofdstukken 1 tot en met 3 behandelen het initiatief, de besluitvorming, de voorgenomen activiteit en de alternatieven.

De hoofdstukken 4 tot en met 12 beschrijven de effecten voor het milieu bij het uitvoeren van de voorgenomen activiteit en de alternatieven. In hoofdstuk 13 wordt ingegaan op mitigatie, compensatie en het meest milieuvriendelijke alternatief. Hoofdstuk 14 bevat de Passende Beoordeling.

Hoofdstuk 15 vergelijkt de alternatieven en geeft de argumenten voor de selectie van het meest milieuvriendelijke alternatief en het voorkeursalternatief. Hoofdstuk 16 gaat in op leemten in kennis en het evaluatie- en monitoringsprogramma.

Naast bijlagen per hoofdstuk bevat het MER een lijst met begrippen en afkortingen en een literatuurlijst.

2	Afwegingskaders natuur en milieu	2.1
2.1	Inleiding	2.1
2.1.1	Integraal Beheerplan Noordzee 2015 / Integraal afwegingskader	2.2
2.2	Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden	2.8
2.2.1	Gebieden met bijzondere ecologische waarden in het IBN 2015	2.8
2.2.2	Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) / Natura 2000-gebieden	2.9
2.3	Overige afwegingskaders	2.11
2.3.1	Natuurbeschermingswet 1998	2.11
2.3.2	Flora- en Faunawet	2.11
2.3.3	Overig beleidskader	2.11

2 AFWEGINGSKADERS NATUUR EN MILIEU

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de voornaamste afwegingskaders die van toepassing zijn bij de beoordeling van de toelaatbaarheid van het initiatief. Een gedeelte van de toetsen waaraan het initiatief moet worden onderworpen, is in dit hoofdstuk al ingevuld. Voor het overige wordt steeds verwezen naar andere delen van dit MER waar verder invulling aan deze toetsen is gegeven of waar de voor de afweging noodzakelijke informatie is te vinden. De afwegingskaders zijn hier in de drie volgende (deels overlappende) categorieën verdeeld.

1 Integraal afwegingskader voor vergunningverlening
De Noordzee[1] behoort tot de Ecologische Hoofdstructuur[2] (EHS). Daarbinnen gelden specifieke afwegingskaders ter bescherming van natuur en milieu. De Nota Ruimte[3] introduceert voor nieuwe activiteiten op de Noordzee een toetsingskader, dat in het Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (IBN 2015)[4] verder is uitgewerkt tot een integraal afwegingskader voor vergunningverlening. Paragraaf 2.1.1 beschrijft dit afwegingskader.

2 Gebieden met bijzondere ecologische waarden
Binnen het integrale afwegingskader voor vergunningverlening is er speciale aandacht voor de bescherming van Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden (GBEW). De specifieke afwegingskaders voor GBEW komen aan de orde in paragraaf 2.2.

3 Overige afwegingskaders
Deze kaders zijn onder meer te vinden in de Natuurbeschermingswet en de Flora- en Faunawet. Een beknopte beschrijving hiervan staat in paragraaf 2.3.

---

1 In aansluiting op de Nota Ruimte (paragraaf 4.7, pagina 161) wordt hier onder de Noordzee verstaan de Nederlandse territoriale zee en de Nederlandse Exclusieve Economische Zone. De bodem van dit gebied wordt ook wel aangeduid als het Nederlands Continentaal Plat (NCP)

2 De ecologische hoofdstructuur is een samenhangend netwerk van belangrijke bestaande en nog te ontwikkelen natuurgebieden

3 Zie hoofdstuk 1, voetnoot 1

4 Interdepartementale Directeurenoverleg Noordzee, Integraal Beheerplan Noordzee 2015, 8 juli 2005

2.1.1 Integraal Beheerplan Noordzee 2015 / Integraal afwegingskader

Het integrale afwegingskader voor vergunningverlening omvat vijf toetsen[5]. De volgende paragrafen beschrijven de invulling van deze toetsen voor windturbinepark Tromp Binnen en geven tevens aan, waar in dit MER verder invulling aan deze toetsen is gegeven.

2.1.1.1 Toets 1: Definiëren van de ruimtelijke claim

Dit is een beschrijving van de voorgenomen activiteit, de potentiële effecten en het ruimtebeslag. In deze paragraaf komt alleen het ruimtebeslag aan de orde. De voorgenomen activiteit is uitgewerkt in hoofdstuk 3. De hoofdstukken 4-13 beschrijven de potentiële effecten.

In figuur 2.1 zijn de locatie Tromp Binnen en de kabelroute naar het land geprojecteerd in een kaartje met de ruimtelijke reserveringen voor andere initiatieven voor windturbineparken en de overige gebruiksfuncties in de EEZ.

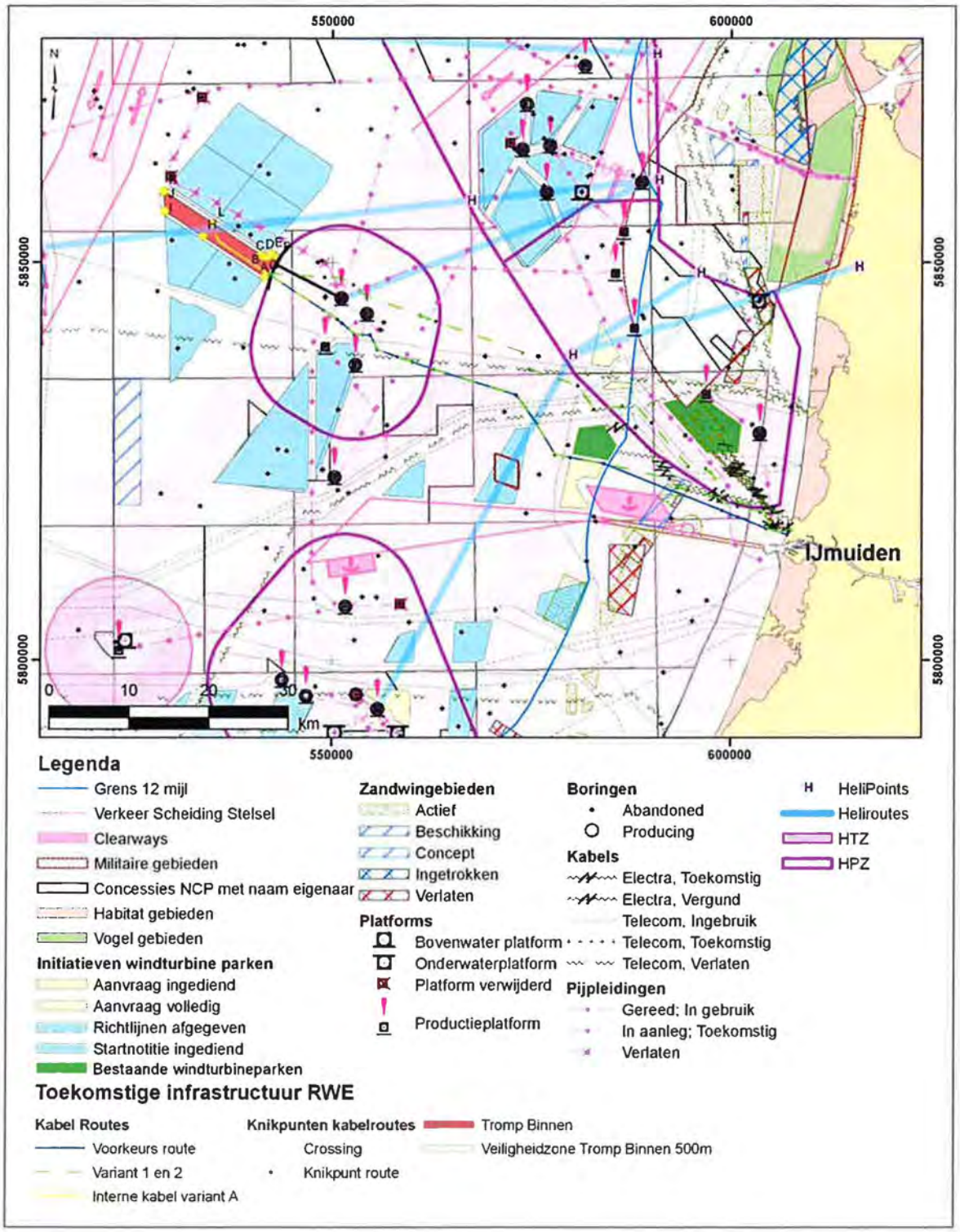
Aan de oostzijde wordt de locatie begrensd door de 5 mijls-veiligheidszone van het productieplatform P6-A en scheepvaartrouten. Aan de noordoostzijde van de locatie Tromp Binnen bevinden zich de beoogde locaties voor de geplande windturbineparken "Den Helder" (I t/m IV) van Airtricity.

De kabelroute naar de kust (zie paragraaf 3.4.3) die wordt weergegeven in figuur 2.1, is de kortst mogelijke route, rekening houdend met de richtlijnen voor kabeltracés[6]. Het aanlandingspunt ligt in Velsen-Noord, het aansluitingspunt op het landelijke elektriciteitsnet bij het onderstation Velsen-Noord.

---

[5] Feitelijk één beschrijving ("toets"1) en vier toetsen

[6] RWS, Richtlijnen voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute (www.noordzeeloket.nl)



Figuur 2.1 Situering Tromp Binnen en kabeltracés

De oppervlakte van het windturbinepark is circa 33 km^2 (exclusief veiligheidszone en 52,5 km^2 inclusief veiligheidszone, dat is circa 0,058, respectievelijk 0,092 procent van de Nederlandse EEZ). De feitelijke bedekking van de zeebodem door de turbinefunderingen is met ca. 0,1 km^2 veel kleiner dan de oppervlakte van het windturbinepark. Het kabeltracé heeft een lengte van circa 76 km. De exacte coördinaten van het windturbinepark staan in tabel 2.1[7].

Tabel 2.1 Begrenzing locatie offshore windturbinepark Tromp Binnen

coördinaten	ED50 (meters), UTM 31		WGS84 (graden), UTM 31	
	Easting	Northing	noorderbreedte	oosterlengte
A	541076.31	5850925.97	52.8046694	3.6079583
B	541402.34	5850750.83	52.8030703	3.6127722
C	541771.51	5850724.86	52.8028083	3.6182447
D	542118.84	5850852.64	52.8039300	3.6234128
E	542383.18	5851111.66	52.8062378	3.6273672
F	543226.32	5850553.99	52.8011581	3.6398003
G	541484.42	5848228.99	52.7803947	3.6136706
H	533731.89	5853359.33	52.8270519	3.4992672
I	528926.52	5856534.12	52.8558697	3.4282311
J	528803.56	5858957.71	52.8776628	3.4266186
K	528842.72	5859010.07	52.8781314	3.4272053
L	535006.52	5854936.14	52.8411453	3.5183528

2.1.1.2 Toets 2: Voorzorg

Volgens het IBN 2015 houdt het voorzorgbeginsel in, dat preventieve maatregelen moeten worden genomen als er redelijke gronden tot bezorgdheid bestaan, dat een activiteit schade toebrengt aan het mariene milieu, de gezondheid van de mens en/of ander rechtmatig gebruik. Vooral de hoofdstukken 4 tot en met 12 leveren de voor deze toets benodigde informatie.

[7] Zie ook de Wbr-aanvraag hoofdstuk 2, Aard en ontwerp van de installatie

2.1.1.3 Toets 3: Nut en noodzaak

Bij activiteiten die expliciet in rijksbeleid worden toegestaan of gestimuleerd, zijn nut en noodzaak gegeven en hoeven niet nader te worden onderbouwd. Dit geldt voor de realisatie van windturbineparken in de EEZ tot een totaal vermogen van 6.000 MW[8].

Tot op heden zijn twee windturbineparken op zee gerealiseerd met een gezamenlijk vermogen van 228 MW. Slechts één daarvan bevindt zich in de EEZ. De inzet is om windturbinepark Tromp Binnen te laten behoren tot de eerstvolgende te realiseren windturbineparken in de EEZ met een totaal vermogen van 450 MW[9]. De grens van 6.000 MW zal dus met dit initiatief niet worden overschreden.

2.1.1.4 Toets 4: Locatiekeuze en beoordeling ruimtegebruik

Deze toets gaat over de vraag of het beoogde ruimtegebruik efficiënt is en of aan de door het Bevoegd Gezag gegeven randvoorwaarden is voldaan. Voor RWE gelden daarnaast uiteraard bedrijfseconomische selectiecriteria. Hieronder komen de twee onderdelen van deze toets – locatiekeuze en beoordeling ruimtegebruik – in aparte subparagrafen aan de orde.

Locatiekeuze

Ter bepaling van de voorkeurlocaties heeft RWE met behulp van diverse experts op het gebied van ecologie, geomorfologie, energie en scheepvaartveiligheid eerst een kwalitatieve analyse gemaakt van de Noordzee. Daarbij zijn specifieke gebieden verdeeld in drie categorieën: het meest geschikt, mogelijk geschikt en waarschijnlijk niet geschikt voor windturbineparken. De meest geschikte gebieden zijn nader onderzocht op de aspecten wind, waterdiepte en bodemgesteldheid, alsmede op afstand tot de kust en netaansluitingsmogelijkheden op land. Deze gebieden zijn vervolgens gerangschikt op basis van attractiviteit per aspect. Deze rangschikking heeft geresulteerd in de eerste keuze voor de locatie Tromp Binnen.

---

8 Nota Ruimte, deel 4, 2006, p. 167. Zie verder hoofdstuk 1 paragraaf 2

9 Zie noot 5 in hoofdstuk 1, paragraaf 1.2

Voor de locatie gelden de volgende (ruimtelijk relevante) randvoorwaarden[10]:

- er geldt een veiligheidszone van 500 meter (gesloten voor alle overige activiteiten)
- de oppervlakte (exclusief veiligheidszone) bedraagt maximaal 50 km^2
- het park ligt in de EEZ (buiten de 12 mijlszone) en buiten de uitsluitinggebieden. Dit zijn scheepvaartroutes en clearways, aanloop- en ankergebieden, de defensierestrictiegebieden, reserveringsgebieden voor de winning van zand en ecologisch waardevolle gebieden
- de minimale afstand tot scheepvaartroutes bedraagt 2 zeemijl, tot ankerplaatsen 6 zeemijl, tot olie- en gasplatforms 5 zeemijl, tot kabels en leidingen en andere (geprojecteerde) windturbineparken: in beginsel 500 m
- de energie van de turbines wordt verzameld in een transformatorstation in het windturbinepark en met een 150 kV hoogspanningskabel naar land getransporteerd
- het kabeltracé wordt zo kort mogelijk gehouden en zoveel mogelijk gebundeld met bestaande kabelinfrastructuur
- na beëindiging van de exploitatie zullen de objecten in principe worden verwijderd.

Toepassing van de bovengenoemde randvoorwaarden hebben bij RWE tot de conclusie geleid, dat alleen ver uit de kust (> 65 km) enkele locaties in aanmerking komen, waarvan Tromp Binnen er één is. Voordelen van een locatie verder uit de kust (ten opzicht van locaties dichterbij) zijn onder meer hogere windsnelheden en minder verstoring van andere Noordzeegebruikers. Zo is sprake van een lagere scheepvaartintensiteit en daardoor een hogere mate van veiligheid. Ook zijn er naar verwachting minder effecten op vogels en zeezoogdieren doordat de dichtheden van deze soorten verder uit de kust in het algemeen kleiner zijn[11]. Tot slot is alleen verder uit de kust ruimte voor de ontwikkeling van meer windturbineparken in een latere fase om het 6.000 MW doel te bereiken. Hoe meer windturbineparken in aansluitende gebieden worden gebouwd[12], hoe meer er bijvoorbeeld gezamenlijk gebruik kan worden gemaakt van kabeltracés. Dit is een belangrijk gegeven voor de beoordeling of het ruimtegebruik efficiënt is.

De mogelijkheden van samenwerking met andere initiatiefnemers op het terrein van kabeltracés is onderzocht. Dit kan leiden tot kostenvoordelen, maar ook tot minder overlast voor het milieu tijdens de aanlegfase. Deze samenwerking kan echter pas medio 2010 worden

---

10 Zoals onder meer geformuleerd in de Beleidsregels inzake toepassing Wbr op installaties in de EEZ en de Richtlijnen voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute

11 Deze verwachting wordt in de hoofdstukken 7 en 8 getoetst

12 Uiteraard met inachtneming van alle relevante regels

geconcretiseerd als duidelijk is, welke windturbineparken daadwerkelijk zullen worden aangelegd[13].

De keuze van het kabeltracé is nu vooral gebaseerd op de richtlijnen voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute[14] en de mogelijkheid tot bundeling met al bestaande leiding-infrastructuur. De keuze voor Velsen-Noord als aansluitingspunt op het elektriciteitsnet volgt uit de keuze voor Velsen-Noord als aanlandingspunt: dit is de dichtstbijzijnde mogelijkheid. Een en ander wordt nader gemotiveerd in paragraaf 3.4.4.

Beoordeling ruimtegebruik
Bij dit onderdeel van Toets 4 zijn de volgende aspecten van belang.

- *Efficiënt ruimtegebruik*

Het windturbineparkontwerp gaat uit van een zo hoog mogelijke energieopbrengst per vierkante kilometer, geoptimaliseerd ten aanzien van een zo laag mogelijke belasting van het milieu en de voor RWE geldende bedrijfseconomische randvoorwaarden. Zie hiervoor verder hoofdstuk 3 waarin de voorgenomen activiteit met verschillende inrichting- en uitvoerings-varianten is beschreven. Zie ook de toelichting bij locatiekeuze betreffende de mogelijkheden tot uitbreiding naar 6.000 MW in paragraaf 2.1.1.4.

- *Meervoudig ruimtegebruik*

Vooralsnog is meervoudig ruimtegebruik verboden[15]. Op termijn is meervoudig ruimtegebruik echter niet uitgesloten. Zo zal worden onderzocht in hoeverre het windturbinepark bijvoorbeeld tevens bruikbaar is als kweekgebied voor bepaalde vissen en/of schaaldieren.

- *Effecten op niet-locatiegebonden gebruik*

De realisatie van het windturbinepark Tromp Binnen betekent afsluiting van de locatie voor alle andere activiteiten[16], dus ook voor niet-locatiegebonden activiteiten zoals scheepvaart en visserij. De effecten hiervan worden beschreven in hoofdstuk 11.

- *Termijn van vergunning/verwijderen van de installatie na afloop*

De vergunning zal aangevraagd worden voor de verwachte gebruiksduur van 20 jaar[17], waarna van de initiatiefnemer wordt verwacht dat het windturbinepark conform de dan

---

13 Dit tijdstip volgt uit het Draaiboek. Zie hoofdstuk 1, voetnoot 5

14 www.noordzeeloket

15 Dit volgt uit de instelling van de veiligheidszone op grond van artikel 8 Beleidsregels inzake de toepassing van de Wbr op installaties in de EEZ

16 Idem noot 15

geldende regels wordt afgebroken. In de Wbr-vergunningaanvraag is daartoe een verwijderingsplan opgenomen.

2.1.1.5 Toets 5: Beperking en compensatie ecologische effecten

Eventuele negatieve effecten van een initiatief moeten zoveel mogelijk met maatregelen worden beperkt (gemitigeerd). Schade die niet kan worden voorkomen, moet zoveel mogelijk worden gecompenseerd. Deze compensatieplicht geldt echter alleen voor significante effecten[18].

Om de significantie van effecten te bepalen op Natura 2000-gebieden, wordt in/bij dit MER onder andere een *passende beoordeling* uitgevoerd. Deze passende beoordeling is opgenomen in hoofdstuk 14.

Voor de overige (eventuele) significante effecten worden mitigerende maatregelen aangegeven in hoofdstuk 13.

2.2 Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden

Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden (GBEW) zijn onderverdeeld in speciale beschermingszones in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn (zie paragraaf 2.2.2) en vijf indicatief begrensde gebieden met bijzondere ecologische waarden uit de Nota Ruimte, waarvan het IBN 2015 er vier nader uitwerkt en begrenst[19].

2.2.1 Gebieden met bijzondere ecologische waarden in het IBN 2015

Van de vier in het IBN 2015 nader uitgewerkte gebieden bevinden er zich drie in de EEZ: het Friese Front, de Klaverbank en de Doggersbank. Het vierde gebied is de Kustzee (zie het kaartje in bijlage 2.1).

De locatie Tromp Binnen ligt op relatief grote afstand (50-150 km) van de genoemde GBEW-gebieden. De Centrale Oestergronden die zich mogelijk kwalificeren als Marine Protected Area in het kader van OSPAR, zijn eveneens veraf gelegen (meer dan 100 km).

---

[17] Het Draaiboek voorziet in het vervallen van de vergunning indien het windturbinepark niet binnen 3 jaar na verlening is gerealiseerd

[18] Integraal Beheersplan Noordzee (IBN) 2015 p. 72

[19] IBN 2015, p. 55

Aan de westzijde grenst het windturbinepark Tromp Binnen aan de "Bruine Bank"[20], een gebied met bijzondere ecologische waarden, dat in het IBN 2015 echter niet nader is begrensd maar wordt aangeduid met "overig gebied". De Richtlijnen melden in een voetnoot dat dit gebied mogelijk in de toekomst als Speciale Beschermingszone (SBZ) kan worden aangewezen[21]. Hoewel "voor de Bruine Bank [...] eerst nader onderzoek nodig is over de waarden van het gebied en de mogelijke begrenzing [...]"[22] zal dit gebied bij eventuele effecten in het kader van het voorzorgbeginsel als GBEW-gebied worden behandeld.

De mogelijke negatieve invloeden van het windturbinepark Tromp Binnen op de GBEW-gebieden wordt in hoofdstukken 5 tot en met 14 van dit MER nader beschreven[23].

2.2.2 Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) / Natura 2000-gebieden

In de Noordzeekuststreek is een aantal gebieden als Speciale Beschermingszone (SBZ) aangewezen in het kader van Vogelrichtlijn en/of aangemeld in het kader van de Habitatrichtlijn[24]. In Nederland zijn deze SBZ's tevens Natura 2000-gebieden. Voor de beoordeling van plannen, projecten en handelingen binnen deze gebieden is het afwegingskader van deze richtlijnen van toepassing. Dit geldt ook voor de externe werking[25] van activiteiten buiten deze gebieden en daarmee voor het windturbinepark Tromp Binnen. De Europese Vogel- en Habitatrichtlijn kennen een soortbescherming en een gebiedsbescherming. Via de nieuwe Natuurbeschermingswet is de gebiedsbescherming verankerd in de Nederlandse wetgeving. De soortbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn is verankerd in de Flora- en Faunawet.

---

20 De begrenzing van de Bruine Bank ligt niet nauwkeurig vast, zodat bij bepaalde definities ook sprake kan zijn van een geringe overlapping

21 De Richtlijnen milieueffectrapport offshore windturbinepark Tromp Binnen voetnoot 5 p. 15. Zie verder paragraaf 2.2.2

22 Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat, Lindeboom, H., et al., 2005, Rapport RIKZ/2005.008, Alterra Rapport nr. 1109. Dit onderzoek heeft inmiddels plaatsgehad. De conclusie is dat de status van SBZ voorlopig niet aan de orde is omdat de Bruine Bank niet voldoet aan de daarvoor geldende criteria (Lindeboom, 2008). Zie ook hoofdstuk 6 paragraaf 3.2

23 De door het Bevoegd Gezag gevolgde procedure voor de omgang met initiatieven in GBEW is opgenomen in de Richtlijnen p. 16 e.v.

24 Voor een overzicht van deze gebieden zie bijlage 2.3

25 Externe werking wil zeggen: activiteiten buiten die gebieden kunnen significante gevolgen hebben voor de natuurlijke kenmerken en zodoende voor de instandhoudingsdoelen in/van die gebieden

Geen van de hierboven genoemde Nederlandse wetten is nog van toepassing in de EEZ. Dit betekent, dat het initiatief Tromp Binnen alleen aan deze wetten is onderworpen voor zover (delen van) de voorgenomen activiteiten buiten de EEZ en binnen de territoriale wateren en/of op land plaatshebben of via externe werking de natuurlijke kenmerken van een SBZ kunnen aantasten.

Het Bevoegd Gezag heeft voor windturbineparken in de EEZ wel de noodzaak van een passende beoordeling conform artikel 6 lid 3 van de Habitatrichtlijn aangetoond[26]. Dit houdt in, dat mogelijke significante effecten van het initiatief op de instandhoudingdoelstellingen van soorten en habitats van Natura 2000-gebieden moeten worden onderzocht en beschreven. Dit is gedaan in hoofdstuk 14 van het MER.

Afwegingskader voor gebieden
Het afwegingskader voor plannen en projecten in (de directe nabijheid van) Vogel- en Habitatrichtlijngebieden is vastgelegd in artikel 6, lid 3 en 4 van de Habitatrichtlijn. Zie bijlage 2.2.

Tussen de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn bestaat, voor wat betreft de gebiedsbescherming, een belangrijke inhoudelijke koppeling. Wanneer een gebied op grond van de Vogelrichtlijn is aangewezen als Speciale Beschermingszone geldt daarvoor het afwegingskader van de Habitatrichtlijn. Indien een gebied valt onder de werking van de Vogel- en Habitatrichtlijn en deel uitmaakt van de EHS of een ander nationaal kader, wordt eerst getoetst aan het internationale kader en vervolgens aan het nationale kader. Zijn er nog gebiedsspecifieke kaders, dan wordt daaraan als laatste getoetst.

Afwegingskader voor soorten
De Habitatrichtlijn voorziet ook in de bescherming van soorten. Voor soorten die in bijlage 2 van die richtlijn zijn opgenomen, geldt dat deze alleen zijn beschermd als ze voorkomen binnen de beschermde Habitatrichtlijngebieden. In feite is voor deze soorten dus de gebiedsbescherming van toepassing. Voor soorten die in bijlage 4 van de richtlijn zijn opgenomen geldt een algemene soortbescherming. Als een beschermde soort (op grond van bijlage 4) ergens voorkomt, ook buiten de beschermde gebieden, dient de soort én zijn leefgebied te worden beschermd. De vogelsoorten waarvoor een speciale bescherming geldt, zijn opgenomen in bijlage 1 van de Vogelrichtlijn. De bijlage 4-soorten van de Habitatrichtlijn en de vogelsoorten die zijn beschermd op grond van de Vogelrichtlijn hebben in de Flora- en Faunawet de status gekregen van "strikt beschermde soorten" (volgens "tabel 3").

---

[26] Rijkswaterstaat, Richtlijnen milieueffectrapport offshore windturbinepark Tromp Binnen, p. 16

2.3 Overige afwegingskaders

2.3.1 Natuurbeschermingswet 1998

Beschermde natuurmonumenten en Staatsnatuurmonumenten vallen onder het beschermingsregime van de Natuurbeschermingswet 1998 (Nb-wet). De verplichtingen van de Habitatrichtlijn zijn daarin integraal overgenomen. Daarnaast geldt de algemene verbodsbepaling uit de Natuurbeschermingswet 1998 ook voor Vogel- en Habitatrichtlijngebieden ("Natura 2000-gebieden"). Dit betekent dat iedere handeling die de kwaliteit van het gebied kan verslechteren of een verstorend effect heeft, zonder vergunning verboden is. Dit verbod geldt dus ook voor projecten die geen significante maar niettemin negatieve gevolgen hebben. Het Bevoegd Gezag moet beoordelen of sprake is van niet-significante aantastingen of van significante gevolgen. Vanwege mogelijk significante gevolgen is de al genoemde Passende beoordeling (hoofdstuk 14) uitgevoerd.

2.3.2 Flora- en Faunawet

In het plangebied en de omgeving komen verschillende beschermde dierensoorten voor. Dit betreft vooral zeezoogdieren, maar ook enkele vissoorten. De toetsing zal plaatsvinden in hoofdstuk 8.

Voor de soortenbescherming in het kader van de Flora- en Faunawet is de Minister van LNV bevoegd gezag. In hoofdstuk 6 van dit MER wordt het betreffende afwegingskader kort behandeld en wordt een overzicht gegeven van de beschermde planten- en diersoorten die voorkomen in de omgeving van de voorgenomen activiteit.

2.3.3 Overig beleidskader

Naast de reeds genoemde afwegingskaders zijn nog diverse overige wettelijke en beleidskaders (kortweg: beleidskader) van belang voor de besluitvorming. Een overzicht van het beleidskader is opgenomen in bijlage 2.4.

Het beleidskader levert enerzijds de randvoorwaarden die bij het ontwikkelen van windturbineparken in de Noordzee in acht moeten worden genomen, en daarnaast het kader voor de beoordeling en toetsing van de effecten van windturbineparken.

3	Voorgenomen activiteit, alternatieven en varianten	3.1
3.1	Inleiding	3.1
3.1.1	Definities en structuur	3.1
3.1.2	Toelichting op het voornemen	3.2
3.2	Voorgenomen activiteit en alternatieven	3.4
3.2.1	Beschrijving voorgenomen activiteit	3.6
3.2.2	Beschrijving alternatief 1	3.9
3.2.3	Beschrijving alternatief 2	3.11
3.2.4	Beschrijving alternatief 3	3.13
3.2.5	Nulalternatief	3.15
3.2.6	MMA	3.16
3.3	Inrichtingsvarianten	3.16
3.3.1	Overzichtstabel inrichtingsvarianten	3.17
3.3.2	Variatie van de dichtheid (MW/km^2)	3.17
3.3.3	Elektrische infrastructuur binnen het park	3.22
3.4	Uitvoeringsvarianten	3.29
3.4.1	Overzichtstabel uitvoeringsvarianten	3.29
3.4.2	Uitvoeringsvarianten windturbinepark	3.31
3.4.3	Uitvoeringsvarianten elektrische infrastructuur op zee	3.52
3.4.4	Uitvoeringsvarianten elektrische infrastructuur op land	3.62
3.4.5	Aanleg van het windturbinepark	3.66
3.4.6	Varianten gebruik	3.74
3.4.7	Varianten verwijdering	3.77

3 VOORGENOMEN ACTIVITEIT, ALTERNATIEVEN EN VARIANTEN

3.1 Inleiding

3.1.1 Definities en structuur

Dit hoofdstuk beschrijft de voorgenomen activiteit, de mogelijke alternatieven en varianten. De voorgenomen activiteit is de complete combinatie van windturbines, funderingen, transformatorstation en kabels die RWE wil realiseren en waarvoor vergunning wordt aangevraagd. Voor deze voorgenomen activiteit zijn verschillende alternatieven mogelijk die andere milieueffecten tot gevolg hebben. Op de voorgenomen activiteit en alternatieven zijn verschillende uitvoerings- en/of inrichtingsvarianten mogelijk. Ook die worden in dit hoofdstuk beschreven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het windturbinepark zelf, het transformatorstation, de kabels en de aanlanding van de transportkabels.

Bij de beschrijving van de voorgenomen activiteit en de alternatieven wordt verder onderscheid gemaakt tussen activiteiten die plaatsvinden bij aanleg (bouw en transport), gebruik (beheer en onderhoud) en verwijdering van het park.

Tabel 3.1 Definities voorgenomen activiteit, alternatieven en varianten

	definitie	paragraaf
Voorgenomen activiteit	combinatie van alle afzonderlijke varianten waarvoor vergunning wordt aangevraagd	3.2.1
Alternatief	een alternatief op de voorgenomen activiteit	3.2.2 – 3.2.4
Inrichtingsvariant	variant in de inrichting; configuratie van de windturbines of de elektrische infrastructuur in het park	3.3
Uitvoeringsvariant	variant in uitvoering; onder andere type windturbine, fundering, transformatorstation en de elektrische infrastructuur buiten het park	3.4
Nulalternatief	alternatief waarbij wordt uitgegaan van de bestaande situatie. Dit alternatief dient als referentiekader voor de effectbeschrijvingen van alle alternatieven in het MER	3.2.5
MMA	Meest Milieuvriendelijke Alternatief; het alternatief waarbij de nadelige gevolgen voor het milieu worden voorkomen dan wel zoveel mogelijk worden beperkt ter bescherming van het milieu	3.2.6

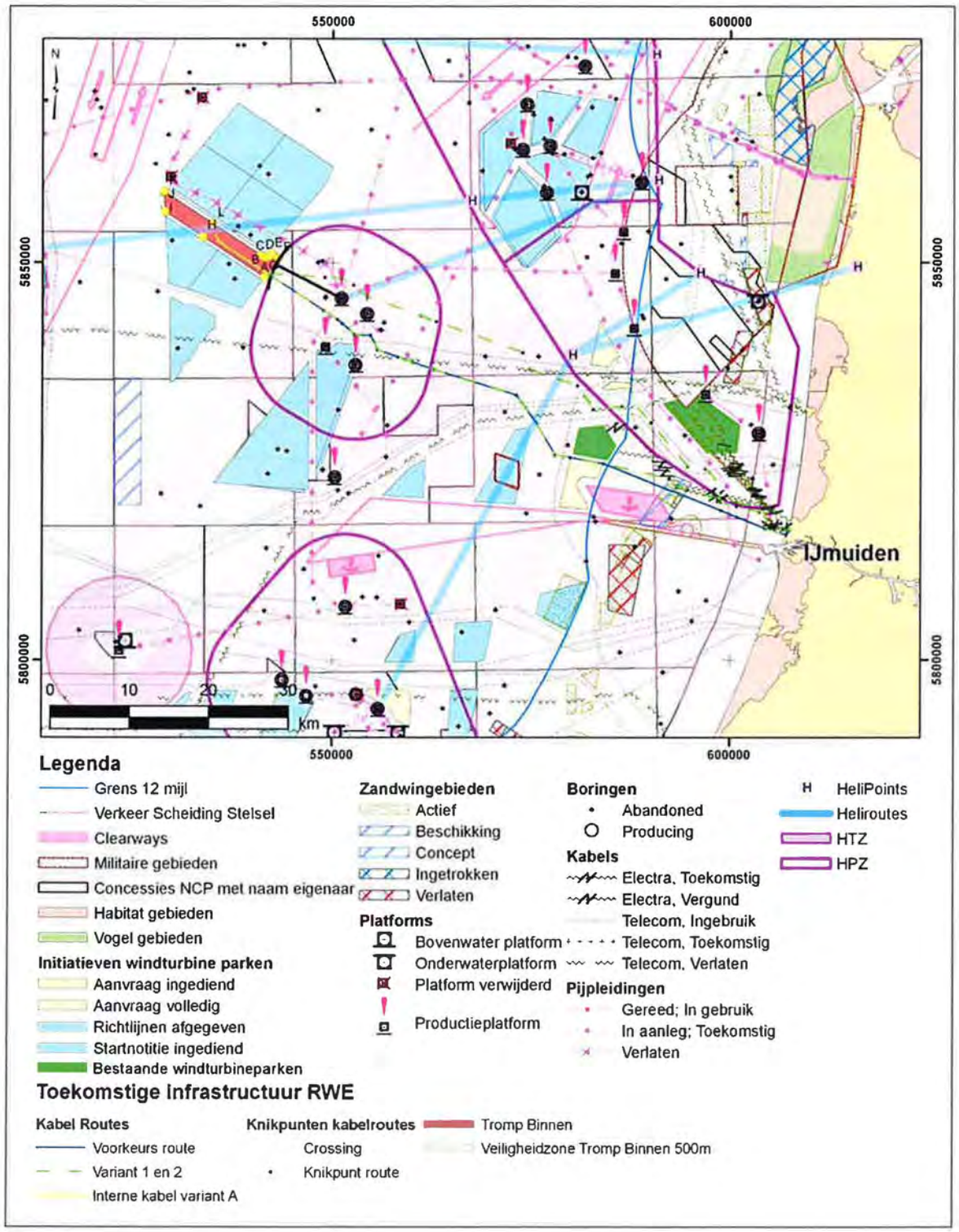
3.1.2 Toelichting op het voornemen

RWE heeft het voornemen een offshore windturbinepark, met de daarbij noodzakelijke elektrische infrastructuur, zowel binnen als buiten het park, in het Nederlandse deel van de Exclusieve Economische Zone (EEZ) te realiseren. Dit omvat de aanleg, exploitatie en uiteindelijk ook de beëindiging van het windturbinepark en bijbehorende onderdelen. Het windturbinepark Tromp Binnen ligt op ongeveer 75 kilometer van IJmuiden, zie figuur 3.1.

Windturbinepark Tromp Binnen beslaat een oppervlakte van circa 33 km^2, zowel in de voorgenomen activiteit als in de drie alternatieven. De alternatieven voor het windturbinepark die beschreven worden hebben een vermogen tussen 200 en 320 MW. Zij worden gerealiseerd met bestaande, bewezen en gecertificeerde windturbines. Op dit moment hebben moderne offshore windturbines een vermogen van circa 3 tot 5 MW.

Er zijn verschillende varianten van de inrichting van het windturbinepark onderzocht. Daarbij is gevarieerd in de ligging van de interne kabels en het transformatorstation. Deze inrichtingsvarianten worden behandeld in paragraaf 3.3.

De uitvoeringsvarianten type windturbine, fundering, transformatorstation en elektrische infrastructuur op zee en op land, worden in paragraaf 3.4 verder uitgewerkt.



Figuur 3.1 Locatie Tromp Binnen (in rood) en kabelroutes

3.2 Voorgenomen activiteit en alternatieven

De voorgenomen activiteit (VA) en de drie alternatieven verschillen op enkele belangrijke aspecten van elkaar. In deze paragraaf wordt hiervan een overzicht gegeven. In de tabel hieronder worden de voorgenomen activiteit en de alternatieven gepresenteerd.

Tabel 3.2 Hoofdkenmerken voorgenomen activiteit en alternatieven

	voorgenomen activiteit	alternatief 1	alternatief 2	alternatief 3
turbinetype	REpower 5M	Siemens SWT 3.6-107	REpower 5M	Siemens SWT 3.6-107
aantal turbines	59	89	48	56
rotordiameter	126 m	107 m	126 m	107 m
ashoogte	89 m (NAP)	79 m (NAP)	89 m (NAP)	79 m (NAP)
totaal vermogen	295 MW	320,4 MW	240 MW	201,6 MW
opstelling	HD*	HD*	LD**	LD**
locatie trafostation	midden park	midden park	midden park	midden park

* hoge dichtheid
** lage dichtheid

De voorgenomen activiteit bestaat uit 59 windturbines van het type REpower 5M.

De alternatieven kenmerken zich door enerzijds variatie in de uitvoering (verschilllende turbinetypes, rotordiameter/vermogen en ashoogte) en anderzijds door variatie in de inrichting (onderlinge afstand van de turbines, aantal turbines en daarmee de opbrengst van het park per eenheid van oppervlakte, ligging van de interne bekabeling van het windturbinepark).

De locatie van het transformatorstation is bij de voorgenomen activiteit en bij de alternatieven in het midden van het park.

De gekozen alternatieven laten variaties zien die logisch met elkaar samenhangen. De keuze van het turbinetype legt de rotordiameter vast. De keuze van de rotordiameter bepaalt de onderlinge afstand tussen de turbines. Ook de interne bekabeling ligt daarmee min of meer vast.

Bij de keuze van de voorgenomen activiteit en de alternatieven heeft RWE gebruik gemaakt van de ervaring die is opgedaan bij het ontwerp van het RWE offshore windturbinepark Gwynt y Mor (15 kilometer voor de kust van Wales) en de ontwerpstudies die daarvoor door adviesbureau Garrad Hassan zijn uitgevoerd[1]. ECN heeft de alternatieven voor het windturbinepark geoptimaliseerd. Bij een gekozen uitvoeringsvariant (windturbinetype) heeft ECN de optimale inrichtingsvariant bepaald.[2] Dit houdt in dat de optimale onderlinge afstand van de turbines, de oriëntatie ten opzichte van elkaar, maar ook de orëntatie ten opzichte van de meest voorkomende windrichting zijn geoptimaliseerd. Daarnaast werd in de studie de interne windturbineparkbekabeling geoptimaliseerd.

Meer detailgegevens volgen in 3.3.2 en 3.3.3.

De voorgenomen activiteit en de alternatieven zijn in de tabellen 3.3 tot en met 3.6 samengevat. In de paragrafen 3.3 en 3.4 komen de varianten die hier in verwerkt zijn uitgebreid aan de orde en wordt dit nader gemotiveerd.

---

1 Garrad Hassan, Bomel and Mott Macdonald; Gwynt y Mor FEED study, February 2008

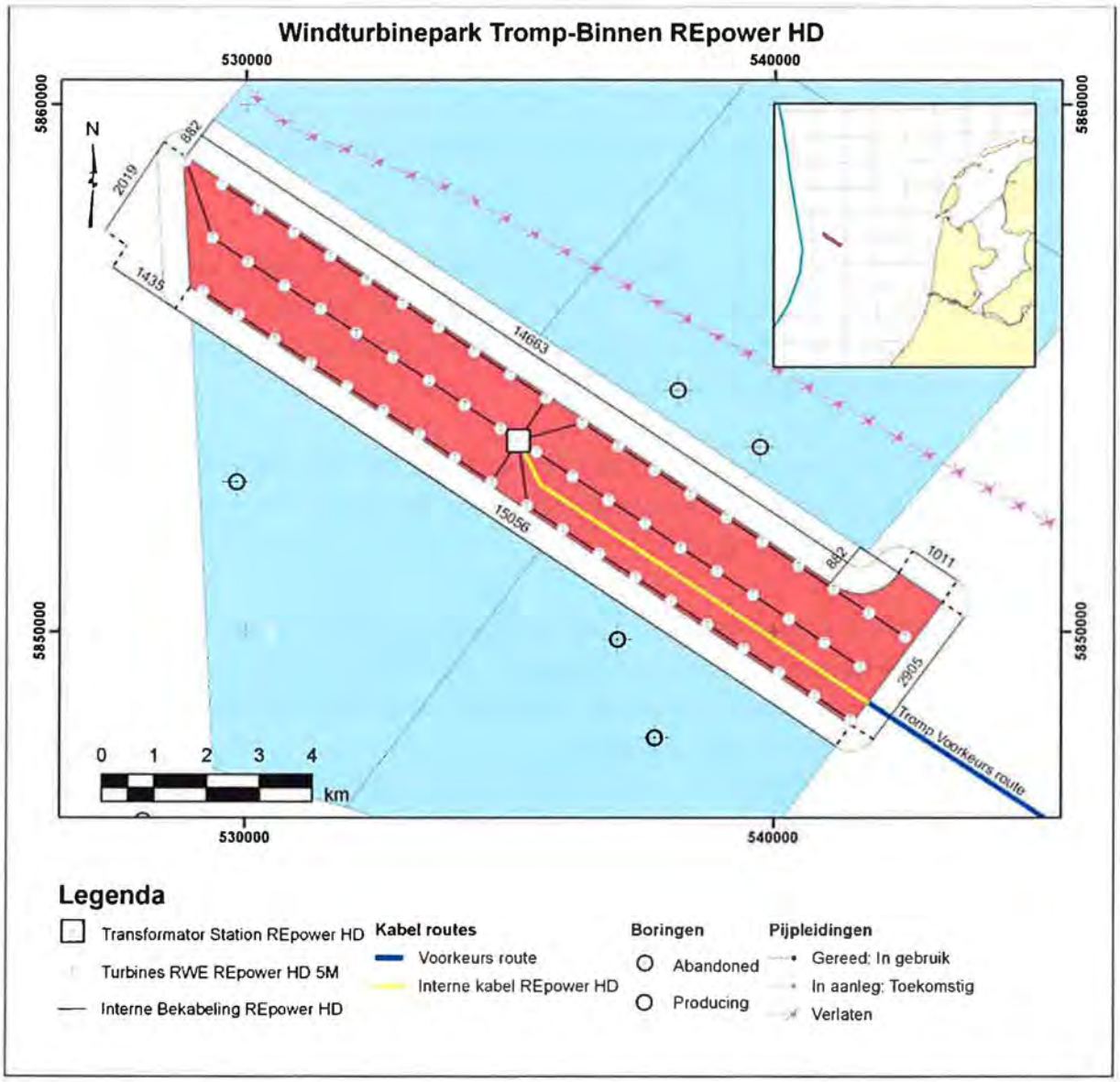
2 RWE wind farm Tromp Binnen; aerodynamic and electrical evaluation, 2008

3.2.1 Beschrijving voorgenomen activiteit

Tabel 3.3 Overzicht voorgenomen activiteit Repower 5M Hoge Dichtheid

Voorgenomen activiteit	REpower 5M Hoge Dichtheid
inrichtingsvariant	
configuratie	geoptimaliseerde bolstapeling
aantal turbines	59
onderlinge afstand tussen de turbines	820 meter (6,5 D)
onderlinge afstand tussen de rijen	945 meter (7,5 D)
situering transformatorstation	midden van het park
situering interne bekabeling	6 strings
windturbinepark	
turbinetype	REpower 5M
vermogen per turbine	5,0 MW
totaal vermogen windturbinepark	295 MW
ashoogte	89 meter (NAP)
rotordiameter	126 meter
funderingstype	Gravity Based Structure (GBS)
transformator	4 * 125 MVA
corrosiebescherming	beton cover 5-6 cm en anodes
verlichting	volgens IVW en IALA
elektrische infrastructuur	
type transportkabel	2 * 150 kV
lengte transportkabels	76 km - kortste route
aanlandingspunt	Velsen-Noord
aansluitingspunt	Velsen-Noord
aansluiting op koppel-/transportnet	transportnet (150 kV)
aanleg kabels	trench jetting
aanleg, gebruik en verwijdering	
planning aanleg	2 seizoenen van mei-september
onderhoud	met schepen
verwijdering	GBS liften

Het voornemen is de aanleg, exploitatie en uiteindelijk de verwijdering van een windturbinepark op de locatie Tromp Binnen. De locatie is reeds beschreven in hoofdstuk 2. Het transformatorstation en de kabels binnen en buiten het windturbinepark maken deel uit van de voorgenomen activiteit. Voor de exacte coördinaten van de parkgrenzen, de positie van de turbines, de kabels en het transformatorstation wordt verwezen naar bijlage 3.1.



Figuur 3.2 Voorgenomen activiteit REpower 5M Hoge Dichtheid

De voorgenomen activiteit bestaat uit 59 windturbines van het type REpower 5M. De voorgenomen activiteit kenmerkt zich doordat de windturbines dicht bij elkaar zijn opgesteld. De windturbines staan in drie rijen die loodrecht staan op de meest voorkomende windrichting, het zuidwesten. Uit de optimalisatiestudie die ECN[3] heeft uitgevoerd blijkt dat op deze manier de hoogste energieopbrengst wordt bereikt binnen de beschikbare ruimte (zie hoofdstuk 4 Energieopbrengsten), terwijl de relatieve kosten van opwekking naar verwachting het laagste zijn.

Een verdere verhoging van het aantal turbines is niet mogelijk omdat dit leidt tot grote zogeffecten (energieverliezen die veroorzaakt worden door wervelingen in de wind achter de rotor van de windturbine), die een verlaging van de opbrengst en ontoelaatbare mechanische belasting tot gevolg hebben.

Het transformatorstation is in de voorgenomen activiteit in het midden van het park gesitueerd; dit is zowel vanuit oogpunt van scheepvaartveiligheid als vanuit energieoogpunt de meest optimale locatie. Vanuit het transformatorstation lopen 6 strings (deels dubbel uitgevoerd) interne kabels naar alle windturbines.

Om de energie naar de kust te transporteren worden twee 150 kV kabels aangelegd op een onderlinge afstand van 50 meter. Zo wordt voorkomen dat beide kabels tegelijkertijd door ankeren of visserij beschadigd raken.

De 5 MW windturbines zijn op betonnen GBS-funderingen geplaatst. Deze fundering is voor de REpower 5M windturbines in grotere waterdieptes (zoals bij Tromp Binnen) het meest geschikt[4,5]. RWE heeft strategisch gekozen om gebruik te maken van GBS-funderingen op basis van beton. Voordelen van de GBS zijn:

- de GBS heeft relatief lagere investeringskosten ten opzichte van stalen constructies (tripod en jacket)
- bij de productie is men minder afhankelijk van materialen met een langere levertijd
- de prijsontwikkeling van materialen is vooraf beter in te schatten
- de verstoring van het milieu tijdens de bouw is beperkt, omdat er niet wordt geheid (waardoor geluidsoverlast kan ontstaan).

---

3 RWE wind farm Tromp Binnen; aerodynamic and electrical evaluation, 2008

4 Garrad Hassan, Bomel and Mott Macdonald; Gwynt y Mor FEED study, February 2008

5 Van der Wekken, KEMA, notitie Foundations wind farm Tromp Binnen, 2008

Het windturbinepark zal in twee seizoenen aangelegd worden, in de periode van mei tot en met september. Aan het eind van de levensduur (20 jaar) wordt het park volgens de richtlijnen die gelden voor Tromp Binnen verwijderd.

3.2.2 **Beschrijving alternatief 1**

Alternatief 1 is een alternatief voor windturbinepark Tromp Binnen, waarbij het windturbinepark is uitgevoerd met een ander type windturbine. Dit houdt tegelijkertijd in dat het windturbinevermogen, de rotordiameter en de ashoogte verschillen ten opzichte van de voorgenomen activiteit, waarmee invulling wordt gegeven aan de genoemde uitvoeringsvarianten in de MER-richtlijnen voor Tromp Binnen.

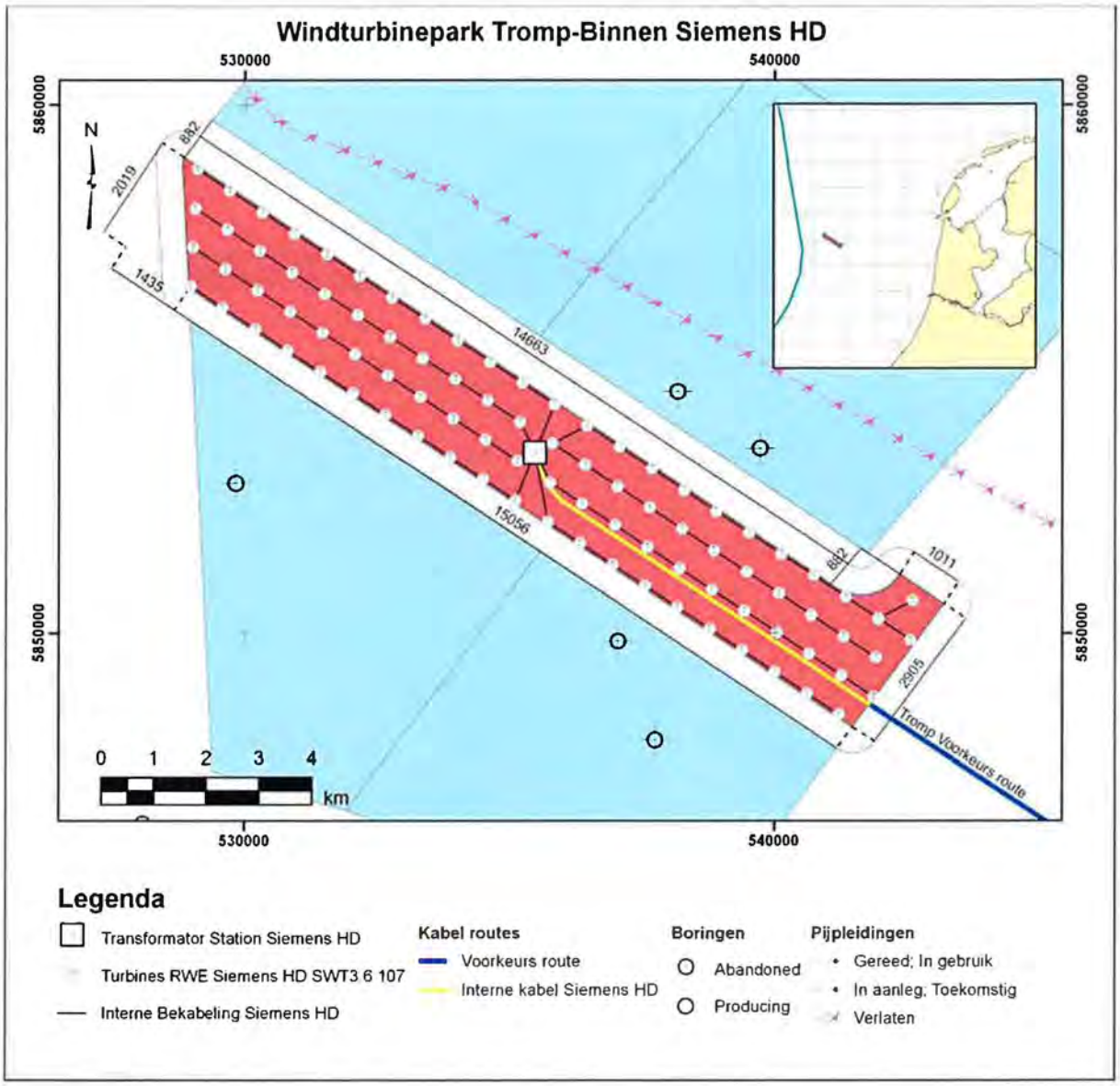
Alternatief 1 is in aansluiting op de richtlijnen voor Tromp Binnen gekozen omdat in dit alternatief gevarieerd is in inrichtingsvarianten (opstelling windturbines) en uitvoeringsvarianten (onder meer een ander turbinetype dan in de VA). Alternatief 1 heeft bijvoorbeeld van alle alternatieven de hoogste energieopbrengst. Dit alternatief komt dus overeen met de inrichtingsvariant die in de richtlijnen worden genoemd waarbij de energieopbrengst wordt gemaximaliseerd.

Voor de exacte coördinaten van de parkgrenzen, de positie van de turbines, de kabels en het transformatorstation wordt verwezen naar bijlage 3.1.

Ten opzichte van de voorgenomen activiteit zijn de kosten van dit alternatief hoger.

Tabel 3.4 Overzicht alternatief 1

Alternatief 1	Siemens SWT 3.6-107 Hoge Dichtheid
inrichtingsvariant	
configuratie	geoptimaliseerde bolstapeling
aantal turbines	89
onderlinge afstand tussen de turbines	735 meter (6,9 D)
onderlinge afstand tussen de rijen	635 meter (6,0 D)
situering transformatorstation	midden van het park
situering interne bekabeling	8 strings
windturbinepark	
turbinetype	Siemens SWT 3.6-107
vermogen	3,6 MW
totaal vermogen windturbinepark	320,4 MW
ashoogte	79 meter (NAP)
rotordiameter	107 meter
funderingstype	monopaal
transformator	4 * 125 MVA
corrosiebescherming	coating en anodes
verlichting	volgens IVW en IALA
elektrische infrastructuur	
type transportkabels	2 * 150 kV
lengte transportkabels	76 km – kortste route
aanlandingspunt	Velsen-Noord
aansluitingspunt	Velsen-Noord
aansluiting op koppel-/transportnet	transportnet (150 kV)
aanleg kabels	trench jetting
aanleg, gebruik en verwijdering	
planning aanleg	2 seizoenen van mei-september
onderhoud	met schepen
verwijdering	afzagen monopaal tot 6 m onder zee-bodemniveau



Figuur 3.3 Alternatief 1 - Siemens SWT 3.6-107 Hoge Dichtheid

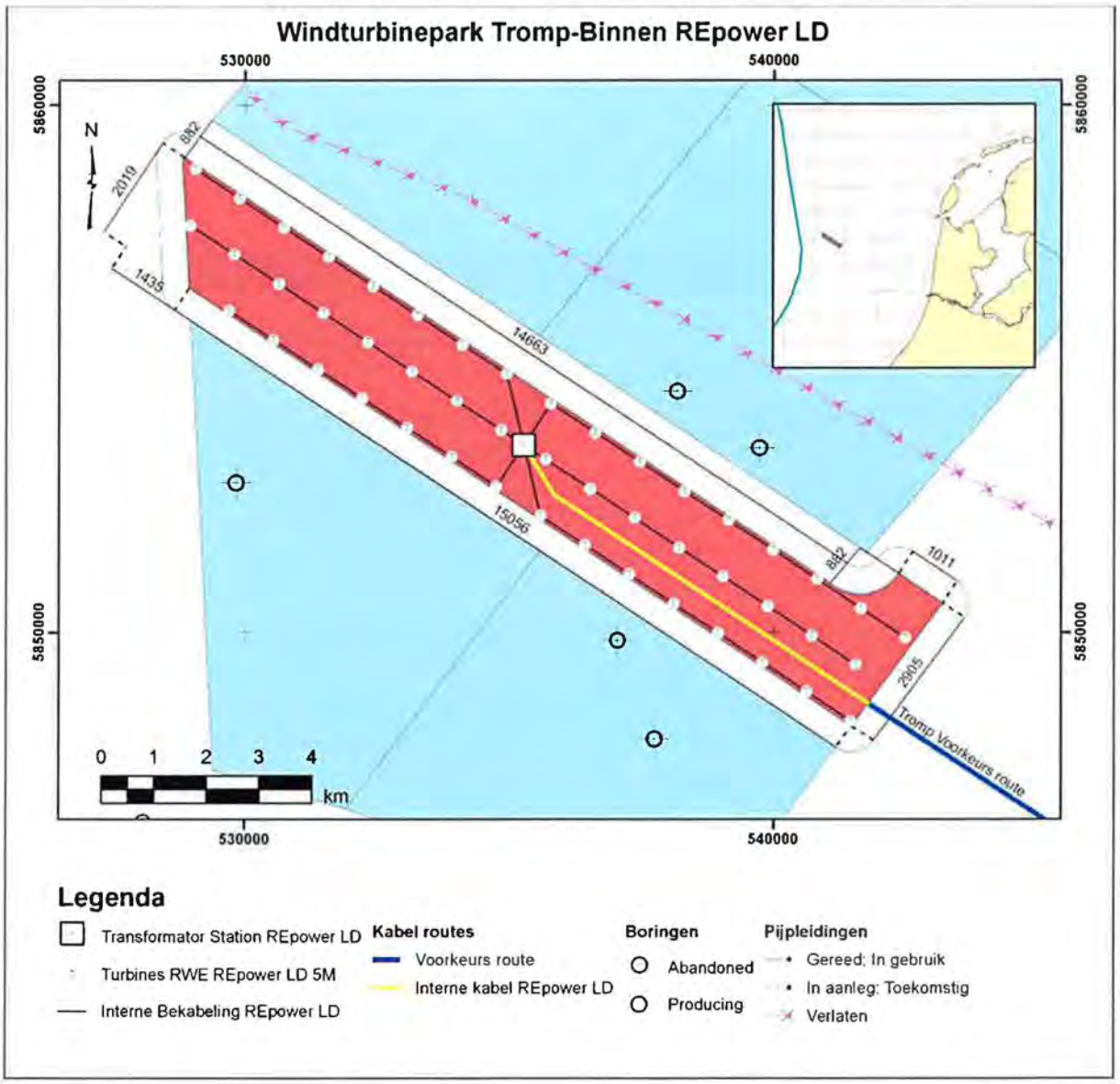
3.2.3 **Beschrijving alternatief 2**

Alternatief 2 is in aansluiting op de richtlijnen voor Tromp Binnen gekozen omdat in dit alternatief gevarieerd is in inrichtingsvarianten ten opzichte van de voorgenomen activiteit. Het aantal turbines binnen de locatie is lager en de onderlinge afstand is groter. Dit alternatief geeft invulling aan de inrichtingsvariant in de richtlijnen waarbij de onderlinge afstand wordt gevarieerd, met behoud van een economisch acceptabele energieopbrengst. Voor de

exacte coördinaten van de parkgrenzen, de positie van de turbines, de kabels en het transformatorstation wordt verwezen naar bijlage 3.1.

Tabel 3.5 Overzicht alternatief 2

Alternatief 2	REpower 5M Lage Dichtheid
inrichtingsvariant	
configuratie	3 rijen loodrecht op windrichting
aantal turbines	48
onderlinge afstand tussen de turbines	1.010 meter (8,0 D)
onderlinge afstand tussen de rijen	945 meter (7,5 D)
situering transformatorstation	midden van het park
situering interne bekabeling	6 strings
windturbinepark	
turbinetype	REpower 5M
vermogen	5,0 MW
totaal vermogen windturbinepark	240 MW
ashoogte	89 meter (NAP)
rotordiameter	126 meter
funderingstype	Gravity based Structure (GBS)
transformator	4 * 125 MVA
corrosiebescherming	beton cover en anodes
verlichting	volgens IVW en IALA
elektrische infrastructuur	
type transportkabels	2 * 150 kV
lengte transportkabels	76 km – kortste route
aanlandingspunt	Velsen-Noord
aansluitingspunt	Velsen-Noord
aansluiting op koppel-/transportnet	transportnet (150 kV)
aanleg kabels	trench jetting
aanleg, gebruik en verwijdering	
planning aanleg	2 seizoenen van mei-september
onderhoud	met schepen
verwijdering	GBS liften



Figuur 3.4 Alternatief 2 – REpower 5M Lage Dichtheid

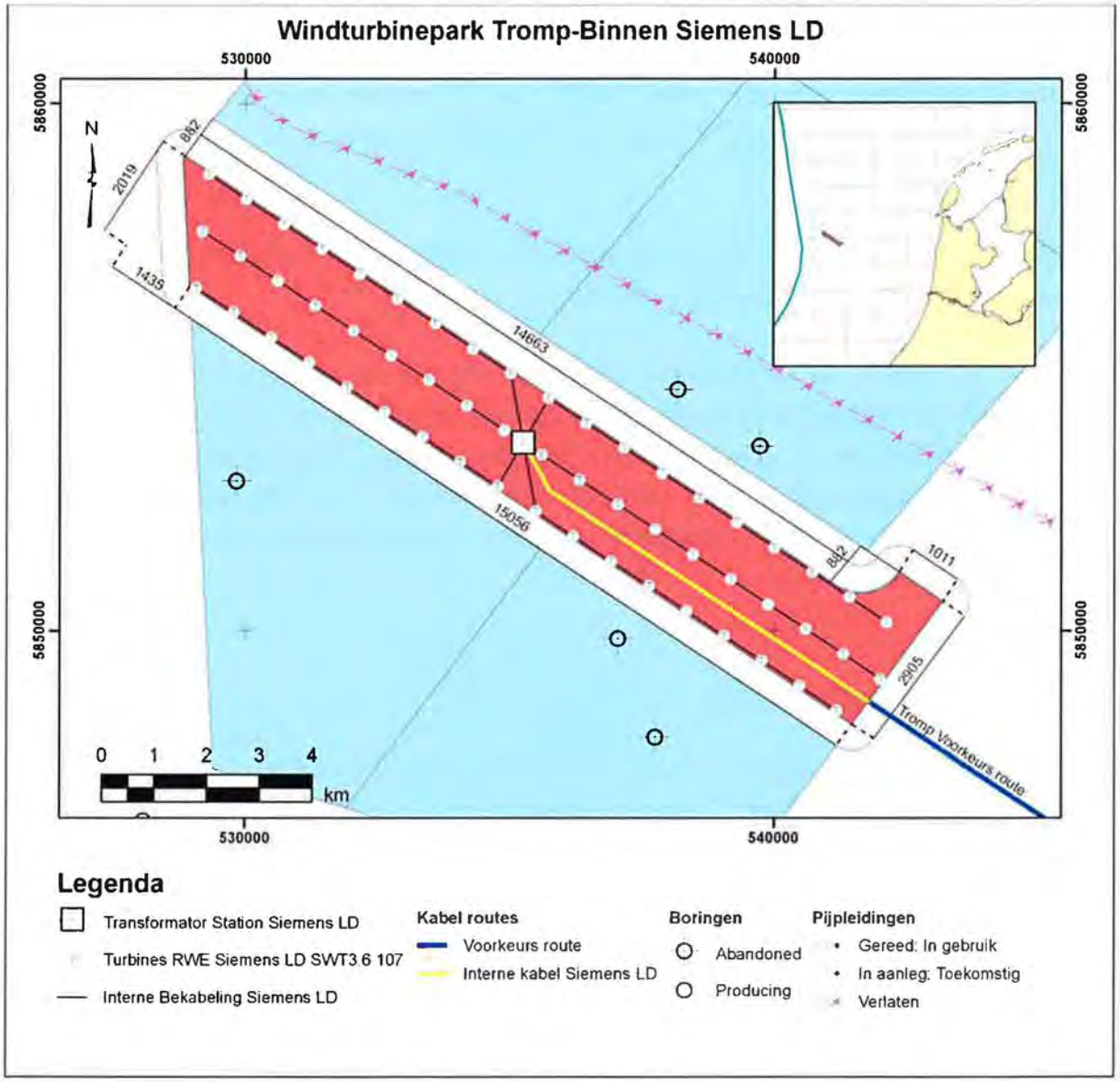
3.2.4 **Beschrijving alternatief 3**

Alternatief 3 is in aansluiting op de richtlijnen voor Tromp Binnen gekozen omdat in dit alternatief gevarieerd is in zowel inrichtingsvariant (onderlinge windturbineafstand) ten opzichte van de voorgenomen activiteit als uitvoeringsvariant (turbinetype). Het aantal turbines binnen de locatie is lager en de onderlinge afstand is groter dan bij de voorgenomen activiteit. Dit alternatief geeft invulling aan de inrichtingsvariant in de richtlijnen waarbij de onderlinge afstand wordt gevarieerd, met behoud van een economisch acceptabele energie-

opbrengst. Voor de exacte coördinaten van de parkgrenzen, de positie van de turbines, de kabels en het transformatorstation wordt verwezen naar bijlage 3.1.

Tabel 3.6 Overzicht alternatief 3

Alternatief 3	Siemens SWT 3.6-107 Lage Dichtheid
inrichtingsvariant	
configuratie	3 rijen loodrecht op windrichting
aantal turbines	56
onderlinge afstand tussen de turbines	855 meter (8,0 D)
onderlinge afstand tussen de rijen	955 meter (8,9 D)
situering transformatorstation	midden van het park
situering interne bekabeling	6 strings
windturbinepark	
turbinetype	Siemens SWT 3.6-107
vermogen	3,6 MW
totaal vermogen windturbinepark	201,6 MW
ashoogte	79 meter (NAP)
rotordiameter	107 meter
funderingstype	monopaal
transformator	4 * 125 MVA
corrosiebescherming	coating en anodes
verlichting	volgens IVW en IALA
elektrische infrastructuur	
type transportkabels	2 * 150 kV
lengte transportkabels	76 km – kortste route
aanlandingspunt	Velsen-Noord
aansluitingspunt	Velsen-Noord
aansluiting op koppel-/transportnet	transportnet (150 kV)
aanleg kabels	trench jetting
aanleg, gebruik en verwijdering	
planning aanleg	2 seizoenen van mei-september
onderhoud	met schepen
verwijdering	afzagen monopaal tot 6 m onder zeebodem-niveau



Figuur 3.5 Alternatief 3 - Siemens SWT 3.6-107 Lage Dichtheid

3.2.5 **Nulalternatief**

Alle effecten zijn beschreven ten opzichte van het nulalternatief. Het nulalternatief is de huidige situatie inclusief autonome ontwikkeling. In deze situatie wordt er geen windturbinepark gerealiseerd. Het nulalternatief is bedoeld als referentie.

3.2.6 MMA

Het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) gaat uit van de beste bestaande mogelijkheden ter bescherming en/of verbetering van het milieu die binnen de competentie van de initiatiefnemer liggen.

Het MMA is opgesteld voor het windturbinepark (inclusief het transformatorstation), de elektriciteitskabels en de aanlanding daarvan.

Het MMA is opgesteld na het onderzoeken van de effecten van de verschillende alternatieven en varianten. Het betreft de opstelling en turbines waarbij de negatieve effecten worden geminimaliseerd bij een zo groot mogelijke energieopbrengst. Het alternatief is als meest milieuvriendelijk beoordeeld, als dit de optimale combinatie is van de minste (negatieve) milieueffecten per eenheid van opgewekte energie en per eenheid van ruimte. Het MMA is verder uitgewerkt in hoofdstuk 13 van dit MER.

3.3 Inrichtingsvarianten

Inrichtingsvarianten zijn varianten in de configuratie van de windturbines of van de elektrische infrastructuur in het park. De voorgenomen activiteit en alternatieven onderscheiden zich door een specifieke combinatie van inrichtingsvarianten (zie tabel 3.7). Dit betekent dat variatie in inrichting plaatsvindt tussen de voorgenomen activiteit en de alternatieven. Binnen de voorgenomen activiteit en de alternatieven wordt niet aanvullend gevarieerd.

3.3.1 Overzichtstabel inrichtingsvarianten

Tabel 3.7 Overzicht toegepaste inrichtingsvarianten in de voorgenomen activiteit en alternatieven

	voorgenomen activiteit	alternatief 1	alternatief 2	alternatief 3
aantal turbines	59	89	48	56
configuratie	hoge dichtheid	hoge dichtheid	lage dichtheid	lage dichtheid
onderlinge afstand s_1 en s_2 (m)*	820 * 945	735 * 635	1.010 * 945	855 * 955
onderlinge afstand s_1 en s_2 (in rotordiameters)*	6,5 * 7,5	6,9 * 6,0	8,0 * 7,5	8,0 * 8,9
transformatorstation	midden park (1)	midden park (1)	midden park (1)	midden park (1)
ligging kabels in het park	6 strings	8 strings	6 strings	6 strings

* s_1 is de afstand tussen de windturbines en s_2 de afstand tussen de turbinerijen

3.3.2 Variatie van de dichtheid (MW/km^2)

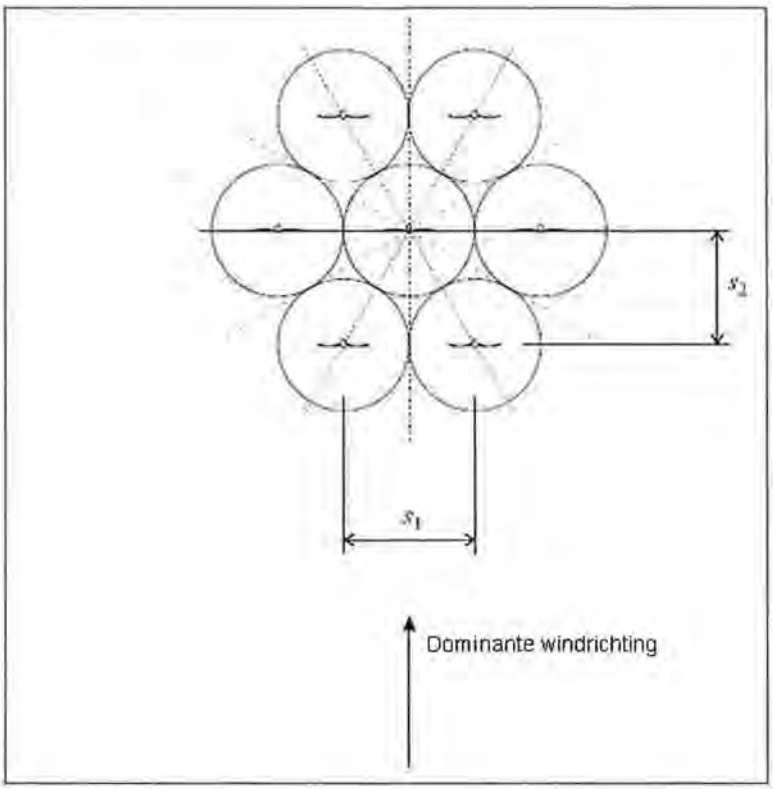
Binnen de grenzen van het gebied Tromp Binnen heeft RWE vier varianten uitgewerkt waarbij gevarieerd wordt met de plaatsing op de beschikbare oppervlakte en de onderlinge afstand van de individuele turbines (inrichtingsvarianten) in samenhang met de turbinegrootte of -type (uitvoeringsvarianten). Het gebied Tromp Binnen kan op verschillende manieren ingevuld worden. Het aantal turbines in het windturbinepark bepaalt voor een groot deel ook de opbrengsten van het windturbinepark.

Wanneer de turbines verder uit elkaar staan betekent dit een lagere capaciteit van het park binnen het beschikbare oppervlak. Een lagere capaciteit heeft een lagere energieopbrengst tot gevolg. Positief aan een lage dichtheid opstelling is dat in het park minder zogverliezen ontstaan. Dit zijn energieverliezen die veroorzaakt worden door wervelingen in de wind achter de rotor van de windturbine; hoe dichter turbines bij elkaar staan, hoe meer hinder ze van elkaars zog ondervinden. Behalve deze zogverliezen hebben deze wervelingen ook een negatief effect op de levensduur van de turbines; hoe hoger de zogeffecten zijn, hoe hoger de belasting op de turbine.

De belangrijkste variatie die is onderzocht, is het geïnstalleerde vermogen per km^2. Dit vindt zijn uitwerking in de Hoge en Lage Dichtheid variant. Hiermee wordt gelijktijdig de onderlinge afstand van de turbines gevarieerd, zoals gevraagd in de richtlijnen.

Een lage of hoge dichtheid houdt ook in dat er verschillen zijn ten aanzien van de overige milieueffecten (anders dan energieopbrengst). Deze effecten worden in de volgende hoofdstukken beschreven. Voor berekening van de resulterende netto energieopbrengsten wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

De afmetingen van Tromp Binnen (33 km^2) zijn ongeveer 16,5 km (lengte) bij 2,0 km (breedte), met de lange grens bijna loodrecht aan de dominante windrichting (210-220 graden). In dit gebied, heeft ECN vier windturbinepark lay-outs ontwikkeld en geanalyseerd. Het uitgangspunt van de vier inrichtingsvarianten is een hexagonale pakking met een afstand s_1 tussen de turbines en een afstand s_2 tussen de turbinerijen (s_1 en s_2 allebei uitgedrukt in rotordiameters), zie figuur 3.6. Deze s_1 en s_2 zijn telkens zo gevarieerd dat de energiedichtheid per vierkante kilometer voor de vier varianten anders is.



Figuur 3.6 Hexagonale pakking (bolstapeling)

Afhankelijk van de windrichtingsverdeling leidt de (dichtste) bolstapeling niet altijd tot de hoogste energieopbrengst voor een bepaalde dichtheid. De gebiedsgrenzen van Tromp Binnen bepalen de mogelijkheid te schuiven in de turbine-lay-out. Het voordeel hierbij is dat windturbinepark Tromp Binnen loodrecht ligt aan de dominante windsnelheid, zodat de eerste stap in de bepaling van de optimale lay-out een bolstapeling met de richting van s_1 de loodlijn aan de dominante windsnelheid is. De volgende stap is s_1 en s_2 verder aan te passen om de vereiste dichtheid te verkrijgen. Om de optimale lay-out te vinden, heeft ECN ook het effect op de energieopbrengst berekend wanneer individuele turbines of rijen verplaatst worden.

Tabel 3.8 Variatie in dichtheid

	Variant D1 toegepast in: voorgenomen activiteit	**Variant D2 toegepast in:** alternatief 1	**Variant D3 toegepast in:** alternatief 2	**Variant D4 toegepast in:** alternatief 3
aantal turbines	59	89	48	56
configuratie	hoge dichtheid	hoge dichtheid	lage dichtheid	lage dichtheid
aantal MW	295	320,4	240	201,6
dichtheid (MW/km^2)	8,9	9,7	7,3	6,1
energieopbrengst	1.032 GWh/jaar	1.078 GWh/jaar	851 GWh/jaar	701 GWh/jaar

Variant D1

Voor de voorgenomen activiteit is gekozen voor variant D1 met als uitgangspunt de dichtste bolstapeling, die nog verder geoptimaliseerd is door ECN om zo de hoogste energie-opbrengst te verkrijgen met invulling van REpower 5M windturbines. Dit is dan ook de hoge dichtheid variant. In deze lay-out die bestaat uit 59 windturbines is de energieopbrengst tezamen met de benuttingsgraad (een maat voor de efficiëntie van de parkproductie uitgedrukt in het percentage vollasturen per jaar) voor het gehele park op de beschikbare oppervlakte gemaximaliseerd. Het windturbinepark heeft een vermogen van 295 MW en een dichtheid van 8,9 MW per km^2.

De afstand tussen de turbines onderling bedraagt 820 meter en tussen de rijen 945 meter. Dit komt overeen met 6,5 maal de rotordiameter tussen de windturbines en 7,5 maal de rotordiameter tussen de rijen. In de voorgenomen activiteit staan 3 parallelle rijen windturbines met een tussenafstand van 7,5 maal de rotordiameter. Een vierde parallelle lijn is niet

mogelijk vanwege extra turbulentie die in het park veroorzaakt wordt en dat ten koste van de windturbines zou gaan.

Verdere verhoging van de dichtheid is niet wenselijk omdat dan de zogeffecten te groot worden. Dit heeft tot gevolg dat de windturbines diep in het park minder vermogen gaan leveren en dat bovendien de mechanische belasting als gevolg van de snelheidsfluctuaties in het zog te groot worden. De minimale onderlinge afstand wordt bepaald door de maximale mechanische belasting die door de fabrikant wordt toegelaten.

Uit de optimalisatiestudie van ECN is gebleken dat de relatieve productiekosten van de elektriciteit bij deze inrichtingsvariant het laagst zijn.

Variant D2

Voor variant D2 is ook uitgegaan van de dichtste bolstapeling, maar dan met invulling van Siemens SWT 3.6-107 windturbines. Deze lay-out bestaat uit 89 windturbines in een hoge dichtheid opstelling en kent een vermogensdichtheid van 9,7 MW/km^2. Het totaal vermogen van het windpark bedraagt 320,4 MW.

De afstand tussen de turbines bedraagt ongeveer 6,9 maal de rotordiameter, 735 meter. De afstand tussen de vier rijen bedraagt telkens 635 meter, vergelijkbaar met 6 maal de rotordiameter.

Deze lay-out is net als de voorgenomen activiteit gebaseerd op efficiënt ruimtegebruik en maximale energieopbrengst, namelijk 1.078 GWh/jaar. Vanwege het grote aantal turbines dat in deze variant geplaatst kan worden is de absolute energieopbrengst in deze variant het hoogst. De benuttingsgraad van deze variant is echter lager dan variant D1. De relatieve productiekosten van deze variant zijn mede daarom naar verwachting hoger dan die in de voorgenomen activiteit.

Variant D3

Om de invloed van het aantal windturbines per vierkante kilometer te bestuderen (met behoud van een economisch acceptabele energieopbrengst), heeft ECN ook gevarieerd in het aantal windturbines in het windturbinepark. Variant D3 is een inrichtingsvariant waarbij minder windturbines, namelijk 48, in het windturbinepark geplaatst worden. De dichtheid per vierkante kilometer is in deze variant 7,3 MW. Het totale windpark heeft een geïnstalleerd vermogen van 240 MW. Variant D3 resulteert in een energieopbrengst van 851 GWh per jaar. De onderlinge afstanden s_1 en s_2 bedragen in deze variant 1.010 en 945 meter. In deze lage dichtheid opstelling komt dat overeen met 8 maal de rotordiameter tussen de windturbi-

nes en 7,5 maal de rotordiameter tussen de rijen. In deze variant is de afstand tussen de rijen hetzelfde als in de voorgenomen activiteit, omdat zo optimaal gebruik gemaakt wordt van de beschikbare ruimte in het park.

Variant D4
Een vierde inrichtingsvariant is een lage dichtheid opstelling met Siemens SWT 3.6-107 windturbines. In deze variant worden in totaal 56 windturbines met een gezamenlijk vermogen van 201,6 MW voorzien. Dit komt neer op 6,1 MW per km^2 en een energieopbrengst van 701 GWh per jaar. De onderlinge afstand tussen de turbines bedraagt 8 keer de rotordiameter en tussen de rijen 8,9 maal de rotordiameter. Dit komt neer op 855 meter tussen de windturbines en een afstand van 955 meter tussen de rijen.

Hierbij is dus rekening gehouden met meer milieuwinst binnen het beschikbare oppervlak maar met behoud van een economisch acceptabele energieopbrengst. Deze variant onderscheidt zich door een lager aantal turbines, met een lagere dichtheid en opbrengst, waarbij naar verwachting de effecten geringer zijn.

3.3.2.1 Overige overwegingen bij het windturbineparkontwerp

In alle inrichtingsvarianten is rekening gehouden met overige activiteiten op de Noordzee, zoals scheepvaartroutes en straalpaden voor telecommunicatie. Al bij de locatiekeuze is hier rekening mee gehouden. Over de locatie ligt een helikopterroute. Het betreft een route van het Nederlandse naar het Engelse deel van de Noordzee. De helikopters die op deze route vliegen, vliegen hoger dan 1.500 voet boven zee, waarbij een obstakelvrije zone van 1.000 voet wordt gehanteerd. Zolang de turbines niet hoger zijn dan 500 voet, is er geen sprake van directe hinder voor helikopters (zie hoofdstuk 11, Overige effecten). RWE heeft met deze hoogte rekening gehouden in het ontwerp van de turbines, zodat de tiphoogte (welk type turbine ook wordt gekozen) altijd onder de toegestane minimale hoogte van de helikopterroutes blijft, zie hiervoor ook paragraaf 3.4.2.1, Windturbinetype. Omdat alle overige activiteiten al zijn meegenomen in de locatiekeuze wordt naar aanleiding van deze activiteiten niet verder gevarieerd in de windturbineopstelling.

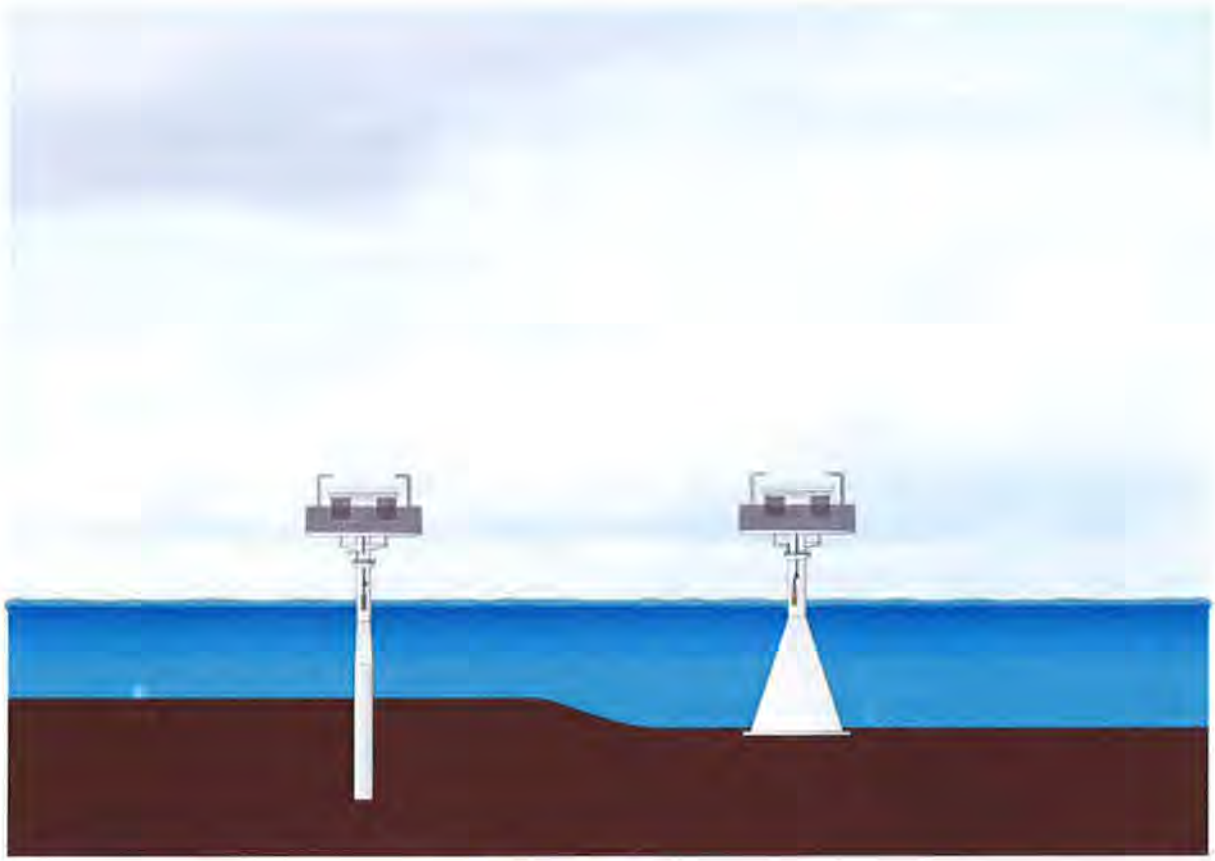
3.3.3 **Elektrische infrastructuur binnen het park**

3.3.3.1 Situering transformatorstation

De elektriciteit die wordt opgewekt door de windturbines wordt met 32 kV AC kabels naar het transformatorstation getransporteerd waar het spanningsniveau wordt getransformeerd naar 150 kV AC voor het transport naar het dichtstbijzijnde onderstation aan de kust.

Transformatie van de opgewekte elektriciteit is nodig, omdat het spanningsniveau van de elektrische infrastructuur tussen de turbines te laag is om op een efficiënte en rendabele manier op land te kunnen worden aangesloten. Een hoger spanningsniveau betekent een lager transportverlies.

Het transformatorstation, zie figuur 3.7 bestaat kortweg uit twee gedeelten, te weten een ondersteuningsconstructie en een bovenbouw bestaande uit verschillende dekken, waarop de transformator, schakelapparatuur en beveiligingsapparatuur zijn geplaatst. Op het transformatorstation zijn ook overnachtingsfaciliteiten voor de servicemonteurs aanwezig.



Figuur 3.7 Transformatorstation op GBS (rechts) en monopaal (links)

De transformatoren zijn voorzien van een olie-opvanginrichting, waarin bij een eventuele lekkage de (biologisch afbreekbare) olie wordt opgevangen. Het station is bereikbaar door aanmeerconstructies op zeeniveau en een ladder.

Voor de fundering van het transformatorstation wordt gebruik gemaakt van dezelfde fundering als voor de windturbines om zoveel mogelijk uniforme constructiedelen en constructiemethoden te kunnen toepassen, dus de Gravity Based bij de REpower 5M windturbines of de monopaal fundering bij de Siemens SWT 3.6-107 windturbines. Er wordt van uitgegaan dat de belasting op de fundering van het trafostation lager is dan de belasting die veroorzaakt wordt door een windturbine. Certificeringsinstantie DNV heeft ook voor de constructie van het transformatorstation haar akkoord gegeven, zodat de constructie als veilig en betrouwbaar bestempeld mag worden.

Voor de situering van het transformatorstation zijn twee locaties onderzocht; in het midden van het windturbinepark en aan de oostkant van het windturbinepark.

Tabel 3.9 Varianten situering transformatorstation

	Variant ST1	afgevallen Variant ST2
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	-
situering transformatorstation	midden park	oostkant park

ECN heeft de effecten van deze varianten op de opbrengst bepaald (zie bijlage 4.1).

Variant ST1 Midden van het park

Het transformatorstation ligt bij zowel de voorgenomen activiteit als de alternatieven in het midden van het park. ECN heeft onderzoek gedaan naar de meest gunstige positie van het transformatorstation in het windturbinepark[6]. Voor alle alternatieven is gekozen voor één transformatorstation in het midden van het park. Dit is zowel uit oogpunt van scheepvaart-veiligheid, als uit oogpunt van energie-efficiëntie de meest optimale locatie.

Afgevallen Variant ST2 Oostkant van het park

Een variant op de situering van het transformatorstation midden in het park, is plaatsing geheel aan de oostkant van het windturbinepark. Deze situering heeft als voordeel dat de transportkabels naar de kust korter zijn. Nadeel van deze situering is dat de interne bekabeling anders moet en dit juist een langere interne kabellengte oplevert. De belangrijkste motivatie om niet voor deze variant te kiezen is echter dat het risico op scheepsaanvaringen en/of scheepsaandrijvingen groter is (MARIN, 2008)[7] en de totale kosten van de elektrische infrastructuur hoger zijn dan in de variant waar het transformatorstation in het midden van het park ligt.

3.3.3.2 Ligging interne bekabeling

Om de stroomlevering van de windturbines te regelen, worden de turbines met 32 kV AC kabels aangesloten op het transformatorstation in het midden van het park. De turbines worden niet elk met een eigen kabel verbonden, maar er worden zoveel mogelijk turbines per kabel verbonden.

---

6 RWE wind farm Tromp Binnen; aerodynamic and electrical evaluation, 2008

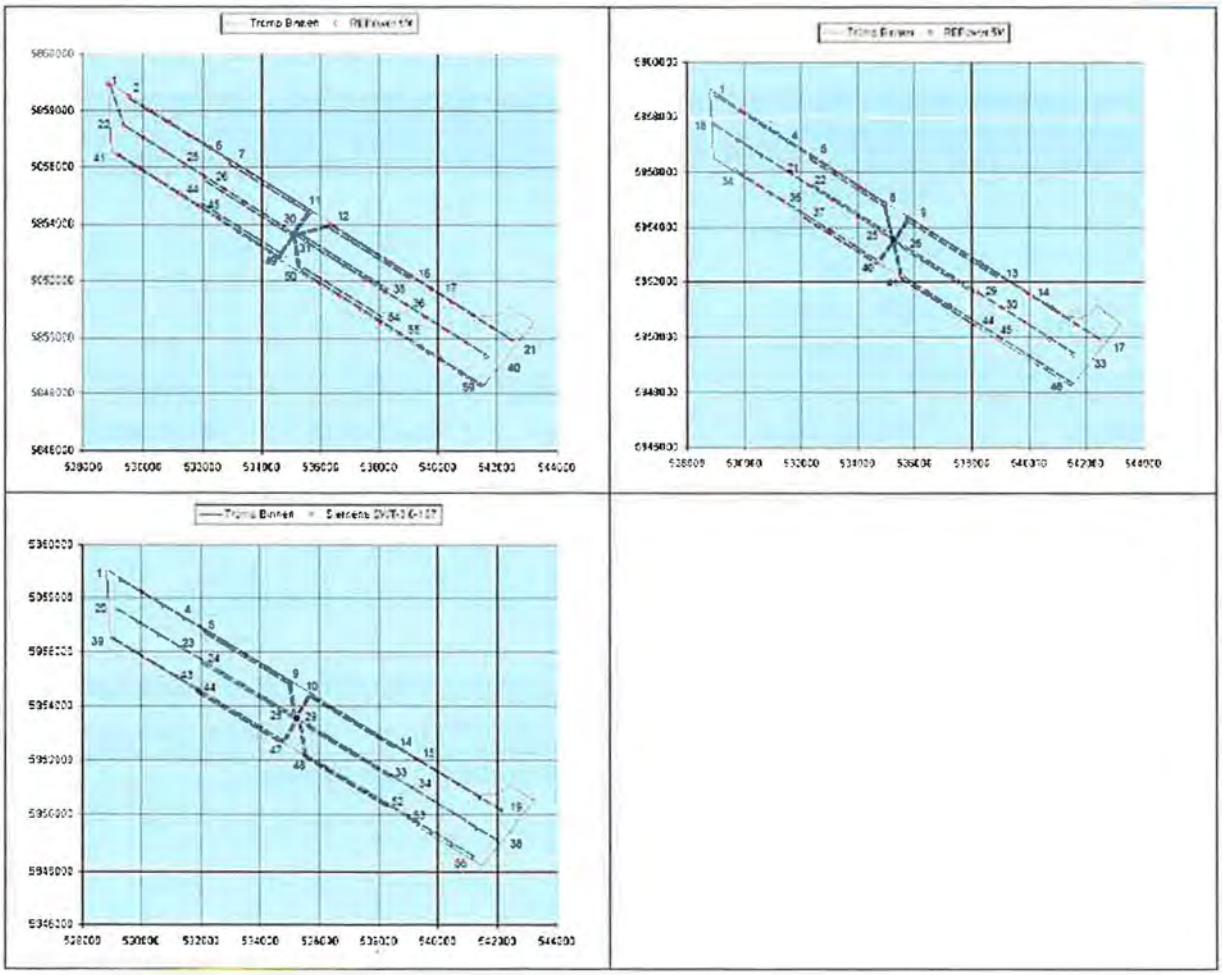
7 MARIN, Veiliheidsstudie offshore windpark Tromp Binnen, 2008

Tabel 3.10 Varianten interne bekabeling

	Variant IB1	Variant IB 2	afgevallen Variant IB3	afgevallen Variant IB4
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 2 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** alternatief 1	-	-
ligging interne bekabeling	6 strings (deels dubbel uitgevoerd)	8 strings (deels dubbel uitgevoerd)	3 strings; verzameling naar oostkant park	4 strings; verzameling naar oostkant park

Variant IB1

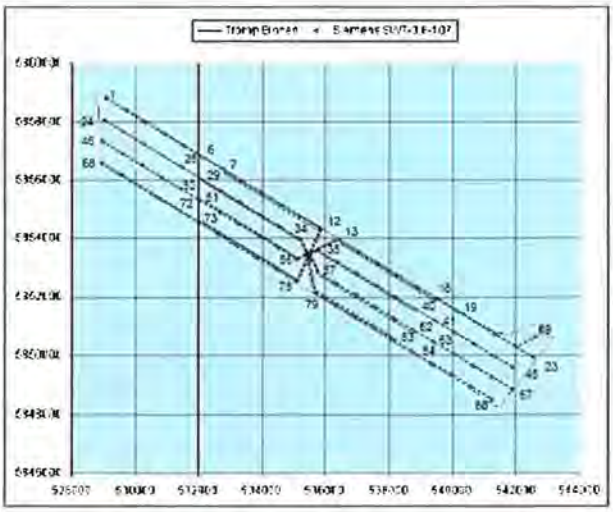
De turbines worden verbonden in strings van 8-10 turbines. Elke string wordt verbonden door twee kabels. Deze twee kabels kunnen in één verrichting worden gelegd om kosten te besparen. De strings lopen van de turbines naar het transformatorstation.



Figuur 3.8 Variant IB1 toegepast in voorgenomen activiteit, alternatief 2 en alternatief 3

Variant IB2

In variant IB2 worden in plaats van 6 strings, 8 strings gelegd.



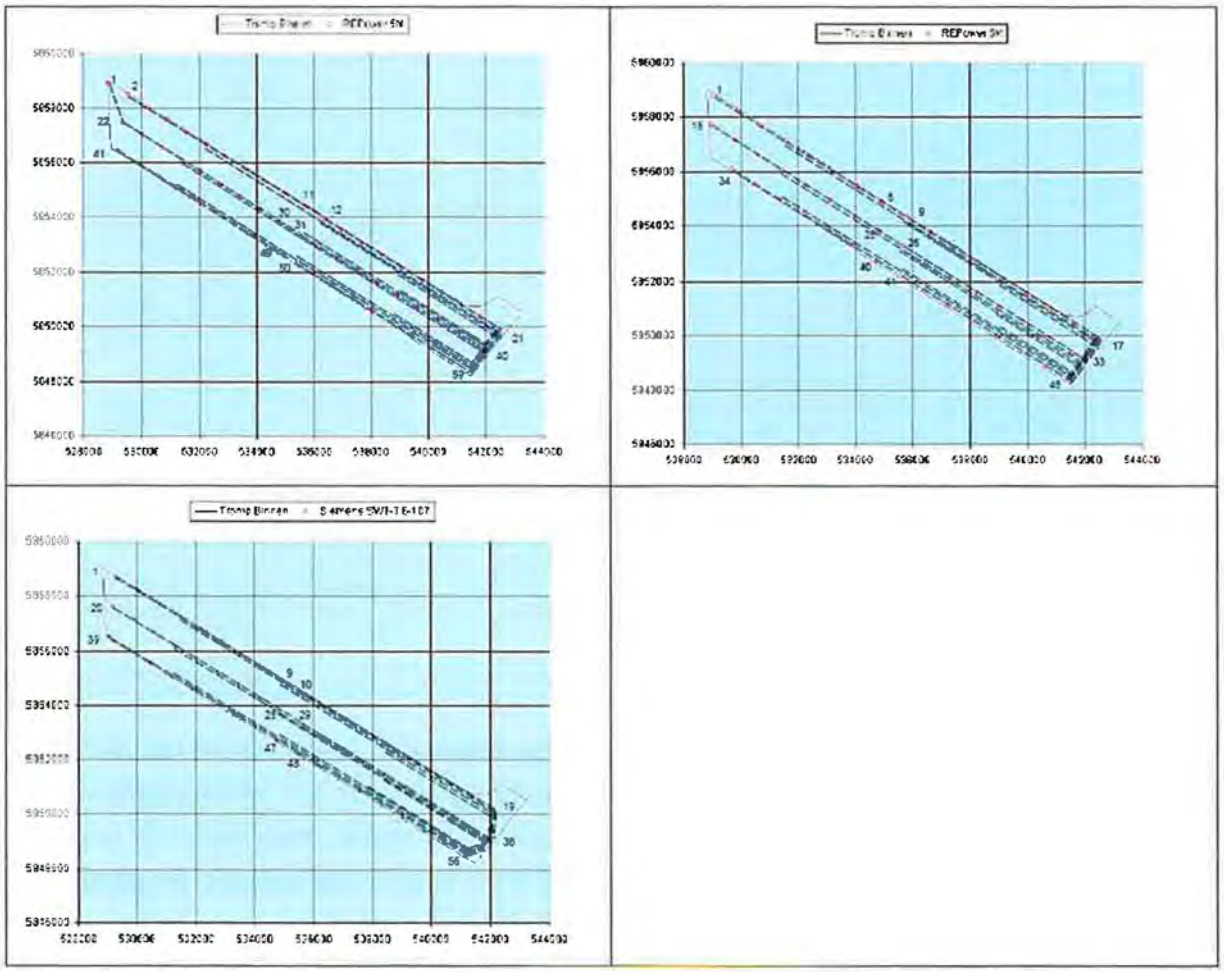
Figuur 3.9 Variant IB2 toegepast in alternatief 1

Afgevallen Variant IB3

ECN heeft ook varianten voor de interne bekabeling berekend[8]. In de variant op de interne bekabeling ligt het transformatorstation in het uiterste oosten van het windturbinepark. De transportkabels naar de kust zijn op deze manier 9 kilometer korter, maar de 32 kV kabels in het park zijn op deze manier vele malen langer. Dit heeft hogere netverliezen tot gevolg. De variant waarbij het transformatorstation in het oosten ligt is afgevallen, zodat variant IB3 en IB4 daarmee automatisch komen te vervallen.

Variant IB3 bestaat uit interne bekabeling in 3 strings.

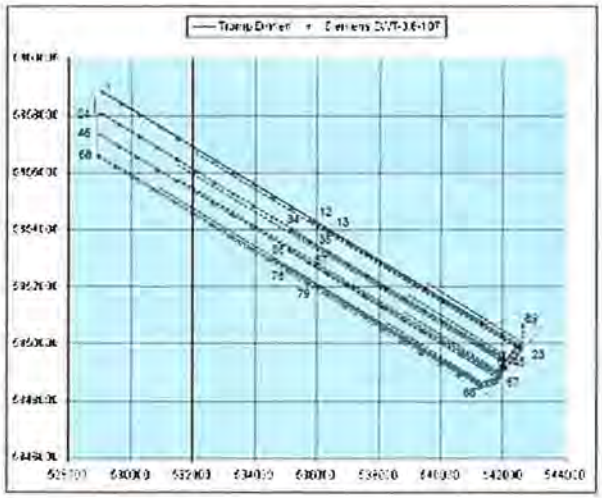
8 RWE wind farm Tromp Binnen; aerodynamic and electrical evaluation, 2008



Figuur 3.10 Afgevallen Variant IB3

Afgevallen Variant IB4

Variant IB4 bestaat uit interne bekabeling in 4 strings die naar het transformatorstation aan de oostkant van het windturbinepark lopen.



Figuur 3.11 Afgevallen Variant IB4

3.4 Uitvoeringsvarianten

3.4.1 Overzichtstabel uitvoeringsvarianten

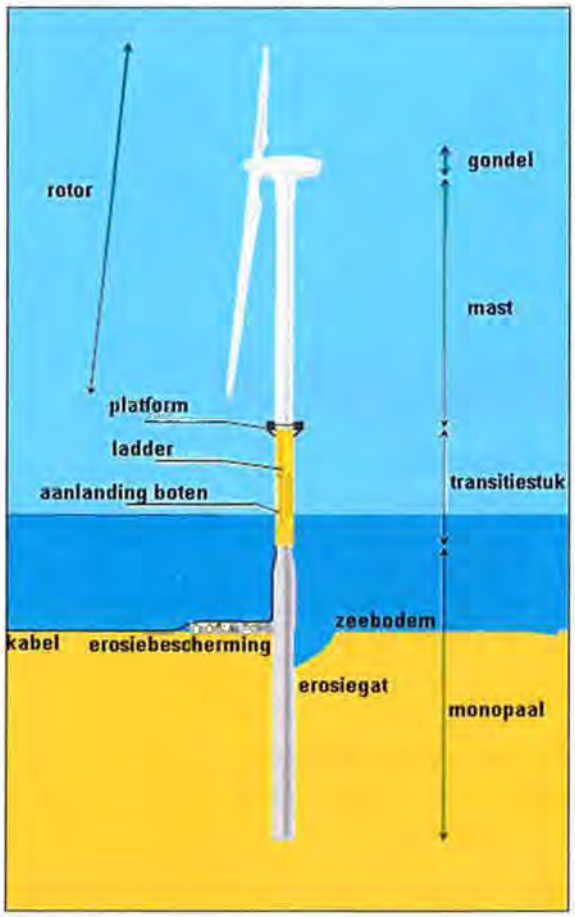
Tabel 3.11 geeft een overzicht van de uitvoeringsvarianten. Deze zijn onder andere onderverdeeld in varianten voor het windturbinepark, de elektrische infrastructuur en onderhoud en verwijdering.

De voorgenomen activiteit en alternatieven onderscheiden zich door een specifieke combinatie van de beschikbare uitvoeringsvarianten. Binnen de voorgenomen activiteit en de alternatieven wordt er op enkele uitvoeringsvarianten aanvullend gevarieerd (zie tabel 3.11).

De uitvoeringsvarianten worden in de volgende subparagrafen toegelicht. Ter verduidelijking van alle onderdelen van de offshore windturbine zie figuur 3.12.

Tabel 3.11 Overzicht uitvoeringsvarianten

	Voorgenomen activiteit	alternatief 1	alternatief 2	alternatief 3
windturbinepark				
turbinetype	REpower 5M	Siemens SWT 3.6-107	REpower 5M	Siemens SWT 3.6-107
fundering	GBS	monopaal	GBS	monopaal
	Tripod Jacket		tripod jacket	
transformatoren	4 * 125 MVA	4 * 125 MVA	4 * 125 MVA	4 * 125 MVA
	4 * 90 MVA	4 * 90 MVA	4 * 90 MVA	4 * 90 MVA
	6 * 60 MVA	6 * 60 MVA	6 * 60 MVA	6 * 60 MVA
corrosiebescherming	beton cover 5-6 cm en anodes	coating en anodes	beton cover 5-6 cm en anodes	coating en anodes
verlichting	volgens IVW en IALA	volgens IVW en IALA	volgens IVW en IALA	volgens IVW en IALA
windmeetmast	geen	geen	geen	geen
	2	2	2	2
elektrische infrastructuur				
kabeltracé offshore	kortste route	kortste route	kortste route	kortste route
	Noordroute	noordroute	noordroute	noordroute
	Combinatie-route	combinatie-route	combinatie-route	combinatie-route
aanleg kabels	trench jetting	trench jetting	trench jetting	trench jetting
	Baggeren	baggeren	baggeren	Baggeren
	Ploegen	ploegen	ploegen	Ploegen
onshore kabelaanlanding	Velsen-Noord	Velsen-Noord	Velsen-Noord	Velsen-Noord
	Maasvlakte	Maasvlakte	Maasvlakte	Maasvlakte
onshore aansluiting	150 kV (Velsen-Noord)	150 kV (Velsen-Noord)	150 kV (Velsen-Noord)	150 kV (Velsen-Noord)
	380 kV (Beverwijk)	380 kV (Beverwijk)	380 kV (Beverwijk)	380 kV (Beverwijk)
planning van de aanleg	2 jaar, mei-september	2 jaar, mei-september	2 jaar, mei-september	2 jaar, mei-september
onderhoud en verwijdering				
onderhoud	met schepen	met schepen	met schepen	met schepen
verwijdering	turbine met GBS liften	turbine met monopaal afzagen	turbine met GBS liften	turbine met monopaal afzagen



Figuur 3.12 Definitie van windturbineonderdelen[9]

3.4.2 Uitvoeringsvarianten windturbinepark

3.4.2.1 Windturbinetype

De belangrijkste uitvoeringsvariant waarin gevarieerd is, is het windturbinetype. In zowel turbinegrootte (rotordiameter en ashoogte) als in turbinetype wordt gevarieerd.

De keuze voor een bepaald windturbinetype hangt onder meer samen met de locatie en het beschikbare oppervlak. Bovendien zijn niet alle turbines die op de markt zijn geschikt voor offshore toepassingen. RWE wil voor de invulling van Tromp Binnen alleen windturbines die

9 Van der Tempel, 2006, Design of support structures for offshore wind turbines, proefschrift.

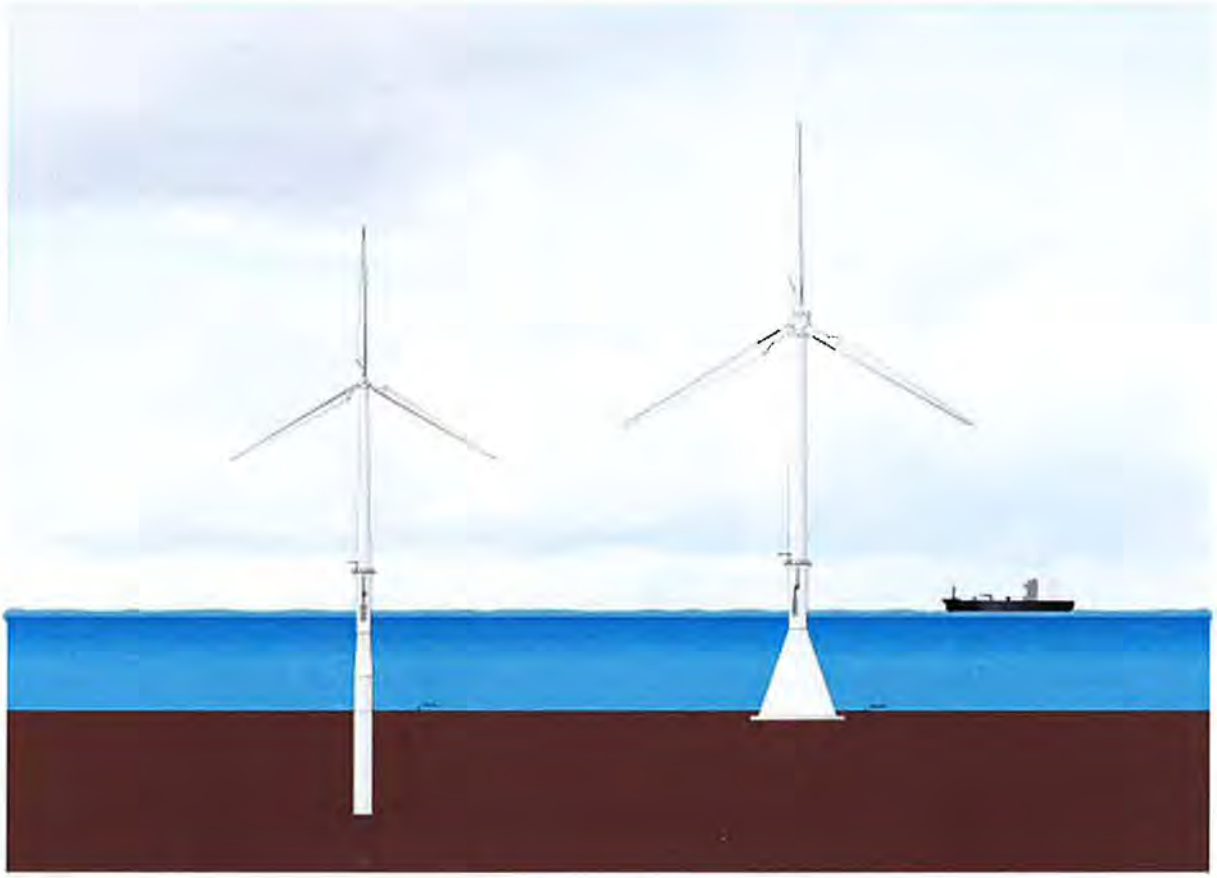
betrouwbaar zijn, met een bewezen staat van dienst. In dit MER worden daarom voor twee mogelijke windturbinetypes de effecten bepaald:

- REpower 5M met een vermogen van 5 MW
- Siemens SWT 3.6-107 met een vermogen van 3,6 MW.

Tabel 3.12 Varianten windturbinetype

	Variant W1	Variant W2
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 2	**toegepast in:** alternatief 1 alternatief 3
Turbinetype	REpower 5M	Siemens SWT 3.6-107
ashoogte	89 meter (NAP)	79 meter (NAP)
rotordiameter	126 meter	107 meter

De turbines met een vermogen van 5 MW hebben andere afmetingen dan die met een vermogen van 3,6 MW; de ashoogte van de 5 MW turbine is hoger en de rotordiameter is groter (zie figuur 3.13). Voor meer gegevens over de turbines wordt verwezen naar de vergunningaanvraag, hoofdstuk 2 Aard en ontwerp van de Installatie, waarin technische gegevens van de turbinetypes zijn opgenomen.



Figuur 3.13 Frontaal aanzicht windturbines (rechts variant W1, links variant W2)

Variant W1 REpower 5M

De REpower 5M windturbine (figuur 3.14) is een horizontale-as turbine en heeft drie bladen die haaks op de wind roteren. De turbinebladen zijn wit van kleur.

Het vermogen is geregeld door een bladverstelmechanisme; de bladen kunnen worden gedraaid met de bladneus van of naar de wind en op deze wijze kan het koppel begrensd worden.

Figuur 3.14 REpower 5M (bron REpower (links windturbinepark Thorntonbank voor de kust van Oostende))

De windturbines starten automatisch op bij een windsnelheid van 3,5 m/s. Bij 13 m/s draait de windturbine op vol vermogen (nominaal) en produceert op dat moment dus 5 MW. Als de gemiddelde windsnelheid hoger wordt dan 30 m/s schakelt de turbine uit door middel van het draaien van de bladen. Als de windsnelheid vervolgens weer lager wordt dan 30 m/s, start de turbine weer automatisch.

De maximale ashoogte wordt bepaald door de maximaal toegestane tiphoogte van 152,4 meter NAP. Helikopters vliegen over de locatie Tromp Binnen met een minimale hoogte van 1.500 voet (457,2 meter) en een minimale obstakelvrije zone van 1.000 voet (304,8 meter). De turbines moeten dus onder een hoogte van 500 voet (152,4 meter) blijven. Aangezien de halve rotordiameter van de REpower 5M windturbine 63 meter bedraagt, is de maximale ashoogte 152-63= 89 meter NAP.

Variant W2 Siemens SWT 3.6-107

De Siemens SWT 3.6-107 windturbine (figuur 3.15) is een horizontale-as turbine en heeft drie bladen die tegen de klok in roteren. Het vermogen is gereguleerd door een bladverstel-mechanisme; de bladen kunnen worden gekanteld zodat de hoek ten opzichte van de windrichting kan variëren.

Figuur 3.15 Siemens SWT 3.6-107 (bron Siemens (rechts windpark Burbo voor de kust van Liverpool))

Aangezien de Eigenfrequentie (de frequentie waarmee de turbine zal gaan trillen nadat de evenwichtstoestand tijdelijk is verstoord) van de Siemens SWT 3.6-107 monopaal te laag wordt als de mast hoger wordt dan ongeveer 80 tot 85 meter[10], is deze maximale tiphoogte niet maatgevend. Op grond van economische overwegingen wordt gekozen voor een masthoogte van 79 meter (NAP). Daarmee komt de totale hoogte van de constructie (tiphoogte) op ongeveer 133 meter boven NAP.

De turbinemast en bladen zijn wit geverfd, in verband met de eisen van IVW.

[10] Van der Wekken, KEMA, notitie Foundations wind farm Tromp Binnen, 2008

3.4.2.2 Fundering

Voor offshore windturbines zijn verschillende funderingen mogelijk, die ook verschillende effecten op het milieu hebben. Rekening houdend met de bodemgesteldheid en de waterdiepte op de locatie van Tromp Binnen zijn de volgende typen funderingen technisch geschikt:

1 monopaal;
2 tripod;
3 Gravity Based Structure (GBS);
4 jacket;
5 drijvend.

Drijvende funderingen worden niet in detail behandeld, omdat RWE voor bewezen toepassingen gaat en drijvende funderingen voor windturbines niet als bewezen techniek beschouwd kunnen worden. Bovendien brengen zij in de onderhavige situatie te veel kosten met zich mee. De drijvende fundering wordt pas interessant bij waterdieptes van 40 à 50 meter. Het belangrijkste milieuvoordeel van een drijvende fundering zou zijn dat heigeluid ter plaatse vermeden kan worden. Dit kan echter eveneens met de Gravity Based Structure (GBS), die onderdeel uitmaakt van het voornemen. Daarom is ook uit die optiek het onderzoeken van een drijvende fundering niet zinvol. De overige vier funderingstypes kunnen geschikt zijn voor toepassing bij Tromp Binnen.

Tabel 3.13 Funderingsvarianten

	Variant F1	Variant F2	Variant F3	Variant F4
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 2	**toegepast in:** alternatief 1 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 2	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 2
Turbinetype	REpower 5M	Siemens SWT 3.6-107	REpower 5M	REpower 5M
Fundering	gravity based structure	monopaal	tripod	jacket
diameter op bodem	31 meter (kegelhoogte 29 meter)	6,5 meter	34 meter	26 meter
diameter 1 m boven waterlijn	6,0 meter	5,0 meter	6,3 meter	17 meter
indringing/afgraving zeebodem	1-3 meter (afhankelijk van lokale grond-condities)	36 meter	36 meter	31 meter
gewicht constructie	4.500 t beton 5.100 t ballast	773 t (excl. transitiestuk)	871 t	625 t
gewicht heipalen	-	-	278 t	232 t
kathodische bescher-ming[11]	250 kilo (zink of aluminium)	4.000 kilo (zink)	240 kilo (zink)	240 kilo (zink)

Variant F1 Gravity Based Structure (GBS)

De voorgenomen activiteit voor de REpower 5M windturbine bevat de funderingsvariant GBS. GBS-funderingen zijn geschikt bij een stabiel zeebed en vaste grondmaterialen. De fundering heeft een kegelbasis van beton. Voorafgaand aan de plaatsing van de basis op de

[11] Niras, 2008

zeebodem moet eerst een laag zand weggehaald (gebaggerd) worden. In de kuil die daarbij ontstaat wordt een fundatiebed aangelegd.

Figuur 3.16 GBS-fundering Tromp Binnen (Niras, 2008)

De betonnen GBS wordt daar vervolgens op geplaatst. De kamers van de GBS-fundering worden gevuld met het zand dat afkomstig is uit de funderingskuilen. Na het vullen van de kamers wordt de flens op de constructie geplaatst en wordt rondom de constructie erosiebescherming aangebracht.

De installatie van de GBS-fundering is uitgebreid uitgewerkt in paragraaf 3.4.5.2 Windturbines en funderingen.

Variant F2 Monopaal

De monopaal is over het algemeen geschikt voor ondiep water tot middelgrote waterdiepten en kleinere windturbines (tot 3,6 MW). Deze fundering bestaat uit één enkele stalen paal die met een hydraulische hamer in de grond wordt geheid, dan wel wordt geplaatst met een combinatie van heien en ingraven.

Figuur 3.17 Monopaal fundering Tromp Binnen (Niras, 2008)

De diameter van de paal zal toenemen met de waterdiepte waarin deze geplaatst wordt en met de grootte van de windturbine. Hierbij kan de paal dusdanig lang en zwaar worden dat deze moeilijk door beschikbare bouwinstallaties/-schepen kan worden geïnstalleerd. Eveneens zijn er grenzen aan de productie van monopalen met afmetingen die voldoende stijfheid hebben om de belasting van de funderingen te kunnen opvangen. Afhankelijk van de bodemgesteldheid geldt dit voor waterdiepten groter dan 35 meter en/of voor turbines van 5 MW. Om te voldoen aan de vereiste specificaties, die volgen uit belastingskarakteristieken van een Siemens SWT 3.6-107 windturbine en de condities die horen bij de locatie van Tromp Binnen, is de diameter van de monopaal op de zeebodem 6,5 meter. De fundatie van de monopaal is niet bijzonder gevoelig voor erosie of mobiliteit van het zeebed.

Bij een monopaal is ook een transitiestuk nodig dat tussen de monopaal en de turbinetoren wordt geplaatst. Dit transitiestuk dient meerdere doelen. Het corrigeert de verticale afwijking van de fundatie, het standaardiseert de hoogte van de gehele turbine en het draagt het platform, de kabeldoorvoeren (J-tubes), toegangsladder en kathodisch beschermingssysteem ter voorkoming van roestvorming.

De installatie van de monopaal is uitgebreid uitgewerkt in paragraaf 3.4.5.2 Windturbines en funderingen.

Variant F3 Tripod

Figuur 3.18 Tripodfundering Tromp Binnen (Niras, 2008)

Variant F3 is de tripodfundering. Dit funderingstype bestaat enerzijds uit een stalen jacket waarop de toren wordt vastgemaakt en anderzijds uit drie fundatiepalen die dit stalen jacket dragen. Dit type fundering is vooral geschikt voor diep water. De toren wordt gedragen door het onderstuk met behulp van twee verbindingen per fundatiepaal die bevestigd zijn aan in totaal drie fundatiepalen. De fundatiepalen zijn ook weer met elkaar verbonden met stalen buizen. Voor dit type moeten drie palen per turbine geheid worden.

De installatie van de tripod is verder uitgewerkt in paragraaf 3.4.5.2 Windturbines en funderingen.

Variant F4 Jacket

Figuur 3.19 Jacketfundering Tromp Binnen (Niras, 2008)

De vierde funderingsvariant is de jacketfundering, die ook wel de vierpoots fundering genoemd wordt. Een jacketfundering is een goede oplossing als de waterdieptes 20-50 meter zijn. REpower gebruikt deze jacketfunderingen al in 2 offshore windturbine-parken; in Beatrice voor de kust van Inverness (Schotland) staan 2 windturbines op jackets in water met een diepte van 45 meter. Een jacketfundering bestaat uit een stalen constructie die door middel van 4 stalen palen in de zeebodem wordt verankerd. Het voordeel van jacketfunderingen is dat deze minder gevoelig zijn voor golven omdat de constructie zeer stijf is en het dwarsoppervlak klein is. Vandaar dat golfinvloeden nauwelijks een rol spelen. Dit is ook gunstig voor de belasting op de windturbine. Bij het plaatsen van een jacketfundering moeten vier palen de grond in geheid worden.

De installatie van de jacket is verder uitgewerkt in paragraaf 3.4.5.2 Windturbines en funderingen.

Motivatie fundering REpower 5M windturbines (voor voorgenomen activiteit en alternatief 2)

De monopaal is niet geschikt als fundering voor de 5 MW turbines op de locatie van Tromp Binnen. De reden hiervoor is dat de waterdiepte te groot is, de belasting van een 5 MW turbine te groot is en de Eigenfrequenties (de frequenties waarmee de turbine zal gaan trillen nadat de evenwichtstoestand tijdelijk is verstoord) dreigen samen te vallen met de omloopfrequentie, waardoor resonanties in de constructie zouden kunnen ontstaan. De vereiste diameter van de monopaal (> 6,5 m) kan momenteel nog niet geproduceerd worden. Mocht een monopaal met dergelijke diameter geproduceerd kunnen worden dan zal de installatie ervan lastig zijn.

Voor de REpower 5M windturbine op offshore locatie Tromp Binnen zijn dus alleen de kegelvormige GBS-fundering, de tripod en de 4-poots jacket constructie geschikt.

KEMA heeft voor alle varianten de voor- en nadelen bepaald voor de locatie Tromp Binnen en op basis daarvan een advies geformuleerd voor de keuze van de fundering voor REpower 5M turbines.[12]

De belangrijkste criteria voor het bepalen van de keuze zijn opgenomen in tabel 3.14.

[12] Van der Wekken, KEMA, notitie Foundations wind farm Tromp Binnen, 2008

Tabel 3.14 Keuzetabel ten behoeve van de onderbouwing van het funderingstype voor de REpower 5M (0= neutraal; -=relatief ongunstig; +=relatief gunstig)

	GBS	tripod	jacket
bodemcondities van invloed	0	0/+	+
invloed golfbelasting	-	+	+
te plaatsen in waterdiepte van 30 meter	0	0	0
bewezen technologie (30 meter diepte)	0	0	0
beschikbaarheid van componenten in de komende 5 jaar	+	-	-
productietijd	-	0	0
transport	0	0	0
installatie	0	0	0
milieu effecten	+	0/-	0/-
kosten	+	-	-

Bodemcondities
Een GBS fundering kan op elke zeebodem geplaatst worden omdat slechts minimale afgraving (1-3 meter) noodzakelijk is. Omdat een tripod en jacket in de bodem geplaatst moeten worden, heeft de bodemconditie invloed op de wijze van heien, de lengte van de palen en de materiaalkeuze.

Golfbelasting
Een tripod en jacket zijn in de grond verankerd en blijven daardoor altijd op hun plaats. Een GBS zou door golfbelasting kunnen verschuiven.

Waterdiepte
De waterdiepte op de locatie Tromp Binnen bedraagt op de diepste stukken 33 meter. GBS, tripod en jacket hebben geen beperkingen voor wat betreft waterdieptes.

Bewezen technologie
Alledrie funderingen zijn eerder met succes in offshore windparken (met grotere waterdieptes) toegepast.

Beschikbaarheid componenten
In de toekomst kan de beschikbaarheid van staal een probleem worden, zodat de tripod en jacket hierop negatief beoordeeld worden.

Productietijd en transport
De betonnen GBS fundering heeft een productietijd van enkele dagen; in verhouding tot de productietijd van een dag voor een tripod en jacket is dat relatief lang. De GBS funderingen worden in de haven geproduceerd en dan vervoerd naar Tromp Binnen. De andere twee funderingen worden in de fabriek geproduceerd en vervoerd naar de haven en van daaruit naar de offshore locatie.

Milieueffecten
De milieueffecten van de betonnen GBS fundering zijn minder dan die van de tripod en jacket omdat bij de tripod en jacket geheid moet worden en dit verstoring van de bodem en het onderwaterleven oplevert.

Kosten
Op basis van de kostvergelijkingsstudie "Gwynt Y Mor Feed Study" uitgevoerd door Bomel, Mott MacDonald en GarradHassan wordt geconcludeerd dat de kosten voor een GBS ongeveer 70% van de kosten van een vier-pootsjacketfundering bedragen.

Op basis van de kostenverhouding tussen een stalen jacket en een betonnen GBS heeft RWE een sterke voorkeur voor het gebruik van een GBS bij Tromp Binnen. De Tripod is vergelijkbaar met de jacket maar is naar verwachting duurder dan de Jacket-variant. Dit is gebaseerd op de verwachte prijsniveaus en een lange termijnvisie op de kostenontwikkeling van staal en beton. Informatie uit diverse bronnen (Fugro[13], Deltares[14]) en overleg met NIRAS hebben aangetoond dat een GBS technisch haalbaar is op de locatie Tromp Binnen (zie ook de ontwerpdocumenten van NIRAS in de Wbr-aanvraag).

De keuze voor de GBS is met name ingegeven door de relatief lagere investeringskosten van de GBS. Het voordeel van de fundering is verder dat deze minder afhankelijk is van materialen met een langere levertijd, de prijsontwikkeling beter is in te schatten en de verstoring van het milieu tijdens de bouw minder is.

---

[13] Fugro, Geotechnical report, assessment of soil conditions windfarm Tromp Binnen Dutch sector North Sea, juni 2008

[14] Deltares, Effecten op geomorfologie en hydraulica, augustus 2008

Motivatie fundering Siemens SWT 3.6-107 windturbine (voor alternatief 1 en alternatief 3)

Voor de Siemens SWT 3.6-107 windturbine heeft KEMA eveneens onderzoek uitgevoerd.[15] Voor deze turbine is de monopaal-fundering het meest geschikt. Omdat monopalen al veel zijn toegepast in offshore windturbineparken tot 3,6 MW per windturbine bestaat veel ervaring daarmee. De monopalen zijn zeer geschikt voor turbines die niet heel zwaar zijn, turbines met een vermogen tot ongeveer 3,6 MW. Een gravity based fundering is daarom niet nodig voor de Siemens SWT 3.6-107 windturbine. De productietijd van de monopaal is bovendien korter dan bij de GBS-fundering; de installatie daarentegen langer. Omdat alle turbines in twee seizoenen geplaatst moeten worden is een korte productietijd dus gewenst. Zonder twijfel kan gesteld worden dat vanuit technisch oogpunt ook de tripod en de jacket geschikt zijn voor de Siemens SWT 3.6-107 windturbine, maar door de hoge en onvoorspelbare kosten van staal in de toekomst is de monopaal het meest geschikt omdat daar minder staal voor nodig is.

Bij elke structuur, die in of op de zeebodem wordt geplaatst, zal erosie optreden. Als gevolg van stroming en golfwerking zullen rondom de funderingen slijpgeulen ontstaan, die instabiliteit kunnen veroorzaken. Ook de met de turbines verbonden kabel kan hierdoor bloot komen te liggen.

Om de funderingen van de windturbines te beschermen tegen erosie wordt de locatie rondom de structuur afgestort met grind en steen. Hierbij zal aan de rand van deze beschermlaag enige erosie blijven plaatsvinden. Periodiek moet de toestand van de beschermingsmaatregelen dus worden gecontroleerd. Gebaseerd op de resultaten van een geofysische onderzoek kan besloten worden extra stenen te storten om de bescherming van de fundatie intact te houden.

3.4.2.3 Transformatorstation

Het transformatorstation bestaat uit twee lagen; op de onderste laag staan de transformatoren opgesteld en op de tweede laag zijn de facilitaire voorzieningen gevestigd.

Het transformatorstation kan geplaatst worden op een Gravity Based Structure of op een monopaal fundering. Voor het transformatorstation wordt dezelfde fundering gekozen als voor de windturbines. In de voorgenomen activiteit staat het transformatorstation daarom op

---

[15] Van der Wekken, KEMA, notitie Foundations wind farm Tromp Binnen, 2008

een gravity based fundering. Het station bevindt zich 18 meter boven het wateroppervlak. Bij een variant met een monopaal is dat 16 meter.

Tabel 3.15 Varianten transformatorstation

	Variant T1	Variant T2	Variant T3
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3
indeling	2 lagen	2 lagen	2 lagen
afmeting van 2 dekken	27 bij 38 meter	27 bij 38 meter	27 bij 38 meter
type transformator	oliegevuld	oliegevuld	oliegevuld
transformator	125 MVA	90 MVA	60 MVA
aantal transformatoren	4	4	6

In de voorgenomen activiteit met REpower 5M windturbines staan 4 transformatoren van ieder 125 MVA op het transformatorstation. Er wordt gebruik gemaakt van oliegevulde transformatoren.

Mogelijke varianten hierop zijn 4 transformatoren van 90 MVA en 6 transformatoren van 60 MVA. Er bestaat een relatief (ten opzichte van het totale gewicht van het station) klein verschil in gewicht tussen de varianten. De milieu- en andere gevolgen zijn echter niet verschillend. Voordeel van de grotere transformatoren is dat een eventuele uitbreiding van het windturbinepark hier eveneens op kan worden aangesloten. Vanwege deze redenen kiest RWE voor variant 1; 4 transformatoren van 125 MVA en worden de varianten T2 en T3 niet verder behandeld in de navolgende (effect)hoofdstukken.

3.4.2.4 Corrosiebescherming

Tabel 3.16 Varianten corrosiebescherming

	Variant C1	Variant C2	Variant C3
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 2	**toegepast in:** alternatief 1 alternatief 3	-
turbinetype	REpower 5M	Siemens SWT 3.6-107	REpower 5M
fundering	GBS	monopaal	tripod/jacket
corrosiebescherming	beton cover 5-6 cm en anodes	coating en anodes	coating en anodes
kathodische bescherming	250 kilo (zink of aluminium)	4.000 kilo (zink)	240 kilo (zink)

Variant C1
Variant C1 geldt voor de GBS-fundering. De betonnen staalstructuur van de GBS is omgeven met een laag van 5-6 cm beton. Dit biedt voldoende bescherming tegen corrosie van de fundering. Voorts wordt kathodische bescherming toegepast, met name in de splash zone, waar golven tegen de mast aan slaan en waar de mast en de fundering aan elkaar bevestigd zijn.

Variant C2
Op de monopaal wordt 4.000 kilo zink aangebracht voor de kathodische bescherming, met name in de splash zone en onder water.

Bovendien worden alle metalen elementen gecoat volgens de geldende voorschriften.

Variant C3
Ook bij de tripod- en de jacketfunderingen bestaat de corrosiebescherming uit coating en anodes. De kathodische bescherming in de splash zone en onder water bestaat uit 240 kilo zink.

3.4.2.5 Verlichting

Het windturbinepark wordt voorzien van verlichting, zoals beschreven is in het Verlichtingsplan in de vergunningaanvraag.[16] De verlichting van het windturbinepark vindt plaats op basis van de *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA) richtlijn.

RWE heeft in november 2008 een gesprek met de IVW[17] gehad over het Verlichtingsplan voor windturbinepark Tromp Binnen. IVW heeft het MER en de Wbr op dit aspect beoordeeld. Deze beoordeling bevat ook opmerkingen van IVW over de markering en verlichting ten behoeve van de luchtvaartveiligheid. In een aantal gevallen wijken deze opmerkingen af van de IALA-richtlijnen. In dat geval is er in dit verlichtingsplan voor gekozen de opmerkingen van IVW te volgen.

Het is van belang voor de scheepvaart dat niet alleen de individuele windturbines duidelijk onderscheiden kunnen worden, maar dat tevens het park in zijn geheel als park wordt onderscheiden door toepassing van de juiste groepsbebakening. De verlichting bestaat uit:
- structuurbebakening (geel flitslicht op enkele windturbines aan de buitenzijde van het windturbinepark);
- scheepvaartverlichting (geel flitslicht op enkele windturbines aan de buitenzijde van het windturbinepark);
- luchtvaartverlichting (rode obstakeltoplichten en rode obstakelmiddenlichten op de windturbines aan de buitenzijde van het windturbinepark; optioneel ook de andere windturbines en het transformatorstation);
- radarreflectoren (enkele turbines aan de buitenrand).

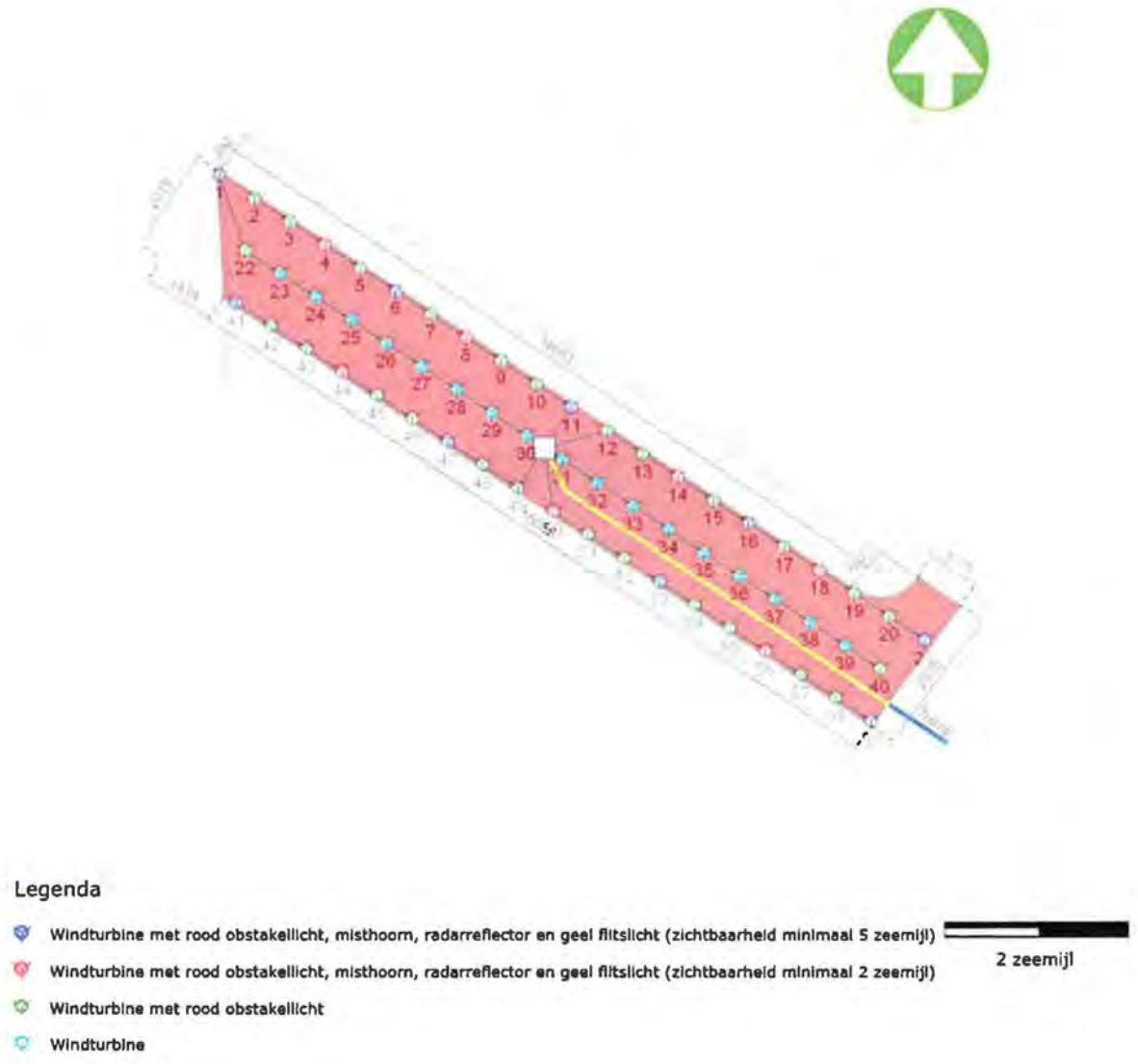
Naast verlichting wordt er ook gebruik gemaakt van geluidsmarkering van het windturbinepark door middel van misthoorns.

Figuur 3.20 toont als voorbeeld van de verlichting en geluidsmarkering voor het windturbinepark, de voorgenomen activiteit met een opstelling van 59 REpower 5M windturbines.

---

16 Wbr Vergunningaanvraag windturbinepark Tromp Binnen H5 Verlichtingsplan

17 Besprekingsverslag Luchtvaartveiligheid Tromp Binnen, 14 november 2008.



Figuur 3.20 Voorbeeld verlichting en geluidsmarkering voor windturbinepark Tromp Binnen, voorgenomen activiteit

Het is RWE gebleken dat er op dit moment nog internationaal overleg plaatsvindt over de uiteindelijke verlichtingsrichtlijnen. Ten tijde van de bouw zal voldaan worden aan de dan geldende eisen voor obstakelmarkering.

Op grond van internationale afspraken in het kader van luchtvaart, scheepvaart en eisen van het Bevoegd Gezag wordt de verlichting van windturbinepark Tromp Binnen ingevuld.

Andere varianten in kleur, continu of knipperende verlichting of locatie van de verlichting zijn derhalve niet toegestaan en zijn voor dit MER dan ook niet onderzocht.

3.4.2.6 Windmeetmasten

Tabel 3.17 Varianten windmeetmasten

	Variant W1	Variant W2
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	-
Windmeetmasten	Geen	2

RWE neemt als variant twee meetmasten in het windturbinepark op om altijd over goede meteo-informatie ter plaatse te kunnen beschikken. Deze meetmasten staan aan de uiterste zuidwest- en noordoostkant van het windturbinepark, zoals te zien is in figuur 3.21. De locatie is zo gekozen dat over het grootste gedeelte van de windroos de wind ongestoord aan kan stromen. De meetmasten hebben een hoogte van 89 meter (NAP), in het geval dat er gekozen wordt voor de RePower5M turbine, of 79 meter (NAP), in het geval dat er wordt gekozen voor de Siemens SWT 3.6 turbine, zodat ze op dezelfde hoogte meten als de windturbines geplaatst worden. De meetmasten staan op monopaalfunderingen met een funderingsdiameter van 3-4 meter. De opbouw daarboven heeft een diameter van 6 meter.

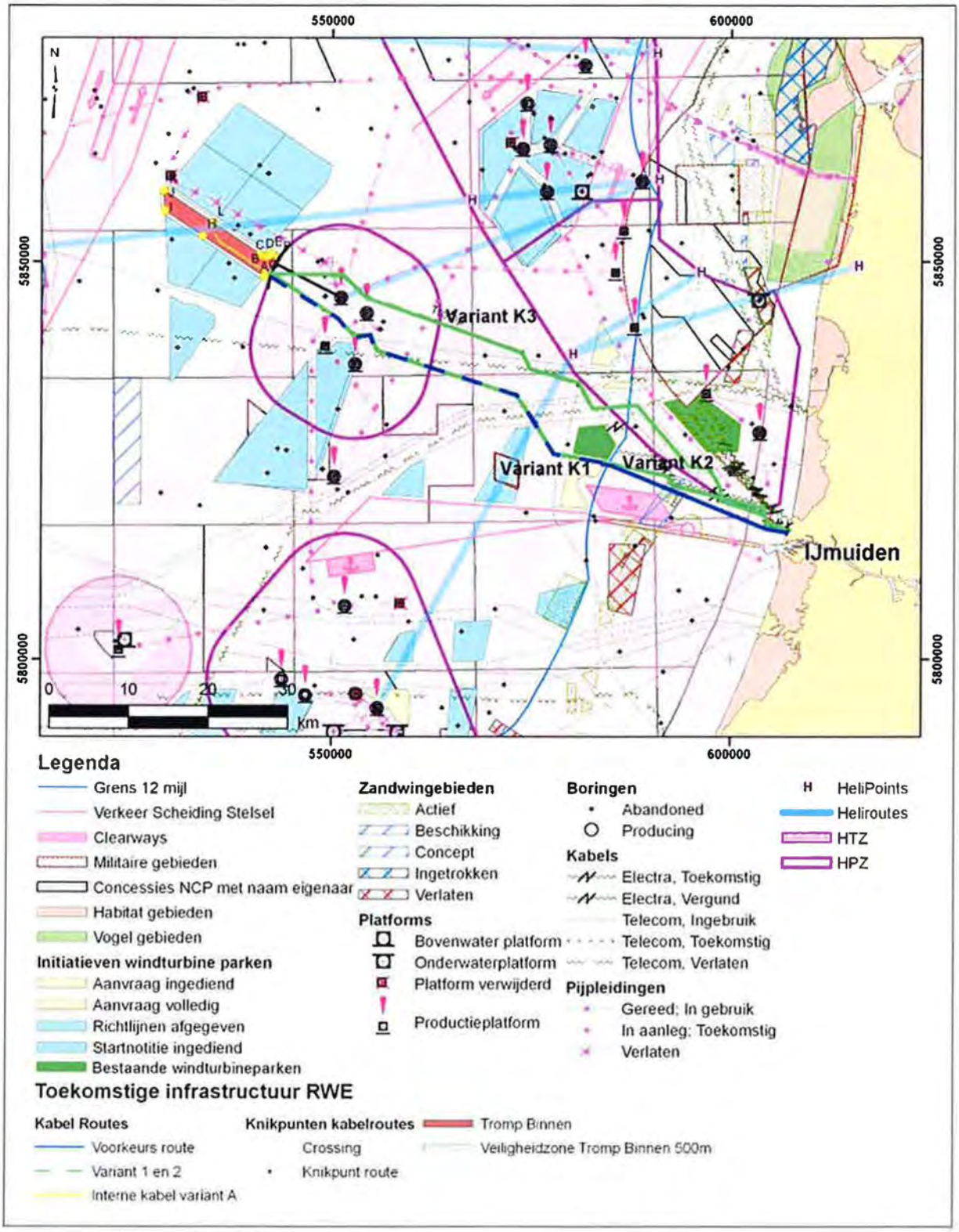
Figuur 3.21 Locatie windmeetmasten Tromp Binnen

Figuur 3.22 Voorbeeld windmeetmast (Offshore windpark Egmond aan Zee)

3.4.3 Uitvoeringsvarianten elektrische infrastructuur op zee

3.4.3.1 Kabeltracé

Vanaf het transformatorstation zullen twee 150 kV AC kabels naar de kust lopen en aanlanden ter hoogte van Velsen-Noord. Er is gekozen voor twee kabels omdat dit het productieverlies tijdens een kabelbreuk of reparaties verkleint en ook een optimale afweging is tussen kabellengte, elektriciteitsverlies en kabelkosten. De kabels worden parallel aan elkaar gelegd met een onderlinge minimale afstand van 50 meter. Deze afstand maakt het mogelijk om tijdens onderhoud aan één kabel te voorkomen dat de tweede kabel wordt beschadigd of ongewild bloot komt te liggen.



Figuur 3.23 Varianten kabeltracés

Bij het bepalen van de kabeltracés naar de kust is rekening gehouden met de richtlijnen voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute.[18] De in dit document genoemde eisen hebben betrekking op bestaande infrastructuur op het Nederlands Continentaal Plat. De data die gebruikt is voor het bepalen van de kabeltracés, is afkomstig van Rijkswaterstaat[19]. Voor de kabelroute zijn drie varianten onderzocht.

Tabel 3.18 Varianten kabeltracés

	Variant K1 (Kortste route)	Variant K2 (noordroute)	Variant K3 (combinatieroute)
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3
lengte	76	79,5	77
kruisingen met actieve pijpleidingen	5	4	5
kruisingen met verlaten pijpleidingen	0	1	0
kruisingen met actieve kabels	5	9	5
kruisingen met verlaten kabels	2	2	2

Voor de coördinaten van de kabelroutes en de kruisingen wordt verwezen naar bijlage 3.1

Bij het plannen van de diverse varianten is zoveel mogelijk gestreefd naar het efficiënt gebruik van de ruimte. Op het grootste deel van de verschillende routes lopen geen kabels of leidingen waarmee het tracé gebundeld kan worden. Fysieke bundeling van de kabels is wellicht alleen mogelijk op het laatste deel van de tracés. Periplus heeft drie varianten vergeleken[20].

---

18 Rijkswaterstaat, Richtlijnen voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute, oktober 2007

19 (http://www.rws.nl/rws/dnz/windmolens/), bijgewerkt tot en met 14 mei 2008

20 Periplus, 20080707 Vergelijk alternatieve kabeltrace's.pdf 2008

Variant K1 (kortste route)
Variant K1 volgt de kortst mogelijke route naar de kust, in dit geval 76 km. Bochten in het tracé worden veroorzaakt door kruisingen met bestaande infrastructuur. In totaal vinden er in het voorkeurstracé 5 kruisingen met actieve pijpleidingen en 7 kruisingen met bestaande kabels plaats, waarvan twee verlaten kabels. Kabels en leidingen zijn gekruist onder een hoek tussen de 60° en 90°. Vanaf het Prinses Amaliawindpark is er een minimale buffer van 500 m met de transportkabel.

In overleg met de eigenaren zullen in een later stadium crossing agreements worden afgesloten. Op basis van het toetsingsrapport van Rijkswaterstaat blijkt dat de wraklocaties belangrijk zijn voor de exacte ligging van de kabels. Binnen de grenzen van Tromp Binnen en langs de kabelroutes liggen diverse wraklocaties. De posities van deze wraklocaties zijn onder andere bepaald aan de hand van meldingen van vissers. Hierdoor ligt het wrak niet altijd op de exacte positie zoals die gemeld is. Daarnaast is de actuele staat van het wrak ook niet altijd bekend. Hierdoor zijn op dit moment geen aanpassingen gedaan in de kabelroutes op basis van bekende wraklocaties. Voor de daadwerkelijke aanleg van de kabels zal een route onderzoek worden uitgevoerd. Op basis van de resultaten van het onderzoek kan de staat en exacte positie van de wrakken bepaald worden. Hierna kan besloten worden op welke plaatsen de route moet worden aangepast om wrakken te vermijden.

Variant K2 (noordroute)
Variant K2 van het kabeltracé loopt noordelijk van de andere varianten. Variant 2 is ruim drie kilometer langer dan de kabelvariant 1. Wel worden zandwingebieden en (toekomstige) windturbineparken vermeden. De laatste 33 kilometer loopt dit alternatief zoveel mogelijk parallel aan bestaande kabels. Dit tracé loopt door het gebied tussen het Prinses Amaliawindpark en Wijk aan Zee, waar al veel bestaande telecomkabels liggen.

Variant K3 (combinatieroute)
Variant K3 volgt tot het Q8F zandwingebied zoveel mogelijk de kortste route naar de kust. Hierna wordt het vergunde tracé van de transportkabel van het Prinses Amaliawindpark gevolgd. In overleg met de eigenaar van de kabel moet bepaald worden op welke afstand van de daadwerkelijke positie van deze transportkabel de route gepland kan worden.

3.4.3.2 Toetsing door Rijkswaterstaat

RWE heeft de kabelroutes in juli 2008 laten controleren door RWS[21]. Op basis van dat toetsingsrapport heeft Periplus op sommige punten wijzigingen aangebracht in het kabeltracé[22] (zie bijlage 3.3). De nieuwe route is daarna voor een tweede maal door RWS getoetst[23].

Omdat niet elke gebruiksfunctie even belangrijk is bij conflicten tussen de ligging van de kabels van het windturbinepark en deze functie heeft RWS onderscheid gemaakt in twee categorieën: kritische en overige gebruiksfuncties. Uit de toetsing zijn alleen conflicten met overige gebruiksfuncties naar voren gekomen (zie tabel 3.19 en tabel 3.20).

---

21 Rijkswaterstaat Noordzee, Toetsingsrapport RWE Tromp Binnen, juli 2008

22 Periplus, 20080707 Vergelijk alternatieve kabeltraces, juli 2008

23 Rijkswaterstaat Noordzee, Toetsingsrapport RWE Tromp Binnen, december 2008

Tabel 3.19 Overzicht van conflicten van de kabeltracés met kritische gebruiksfuncties (Toetsing kabels windturbinepark, RWS, toetsingsdatum: 22 december 2008)

Gebruiksfunctie	Oplossingsrichting	K1	K2	K3	Zie
Categorie I: kritische gebruiksfuncties					
Tijdelijke (boor-) en permanente (winnings-)platforms (< 500 meter kritisch, daarbuiten niet)	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.
Kabels (telecom, elektra en umbilical) < 500 m	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	H10
Leidingen	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	H10
Clearways (niet-geulgebonden scheepvaart)	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			
Verkeersscheidingsstelsel en vaargeulen (geulgebonden scheepsvaart)	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			
Aanloop- en ankergebieden, en draaicirkels	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.
Actieve baggerstortgebieden	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			
Militaire uitsluitingsgebieden (v.w.b. windturbineparken)	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			
Reserveringsgebieden voor de winning van beton- en metselzand	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.
Binnen de territoriale wateren (< 12 mijl vanuit de kust)	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			

Tabel 3.20 Overzicht van conflicten van de kabeltracés met overige gebruiksfuncties (Toetsing kabels windturbinepark, RWS, toetsingsdatum: 22 december 2008)

Gebruiksfunctie	Oplossingsrichting	K1	K2	K3	Zie
Categorie II: Overige gebruiksfuncties	**Oplossingsrichting**				
Aangewezen Habitatrichtlijn	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	N.v.t.
Vogelgebieden	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	N.v.t.
Natuurgebieden	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	N.v.t.
Concessiegebieden olie en gas	Overleg met de concessiehouders	Ja	Ja	Ja	H11
Wrakken	Side scan onderzoek naar exacte posities, indien nodig kabelroute aanpassen	Ja	Ja	Ja	H11
Buiten gebruik geraakt bagger stortgebied	Gebied is buiten gebruik, dus geen probleem met kabeltracé	Nee	Ja	Ja	H11
Militaire uitsluitingsgebieden (v.w.b. kabels)	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.
Schelpenwingebieden	Bij aanwijzing van gebieden wordt rekening gehouden met kabeltracés	Ja	Ja	Ja	H11
Zandwingebieden	De verwachting is dat dit gebied uitgeput is tegen de tijd dat de geplande route zal worden gerealiseerd	Ja	Nee	Nee	H11

De conflicten van de kabelroute met de genoemde gebruiksfuncties worden verder uitgewerkt in hoofdstuk 10 en 11.

3.4.3.3 Aanleg kabels

Tabel 3.21 Varianten aanleg kabels

	Variant AK1	Variant AK2	Variant AK3
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3
aanleg kabels	trench jetting	Baggeren	Ploegen
sleufbreedte	5 meter	10 meter	8 meter

Het begraven van de kabels kan op verschillende manieren gebeuren; trench jetting, baggeren of graven met een ploeg.

Variant AK1 Trench jetting

Trench jetting is de voorkeursvariant voor windturbinepark Tromp Binnen. Bij trench jetting worden de kabels begraven met behulp van een spuittechniek ("jetting"). Hierbij wordt gebruik gemaakt van één of meer spuitlansen die ter plekke van de kabel de grond in wordt/worden geduwd. De grond wordt op deze manier vloeibaar en/of weggespoten, de kabel wordt met behulp van een geleider de grond in geduwd. Deze techniek heeft de voorkeur boven de andere technieken omdat de techniek minder handelingen en tijd vergt.

Figuur 3.24 Trench Jetter (bron: Oceanteam)

Variant AK2 Baggeren

Een variant op trench jetting voor het leggen van de kabels is baggeren. Bij het baggeren worden eerst sleuven in de zeebodem gemaakt. In de gebaggerde sleuf wordt de kabel gelegd. Bij het baggeren wordt een groter deel van de zeebodem verstoord dan bij trench jetting.

Variant AK3 Ploegen

Bij het ploegen wordt een ploeg op een slede door een verankerd vaartuig op de zeebodem over de kabel getrokken. Ook bij ploegen wordt de zeebodem meer verstoord dan bij trench jetting.

Tabel 3.22 Onderbouwing keuze aanlegtechnieken kabels (0= neutraal; - =relatief ongunstig; += relatief gunstig)

Aspect	Trench jetting	Baggeren	Ploegen
verstoring zeebodem	0	-	-
Aanlegtijd	+	0	0
Kosten	0	-	-

De voorkeur voor de aanleg van de kabels is trench jetting. Deze techniek heeft de voorkeur boven de andere technieken omdat de techniek minder handelingen en tijd vergt, wat het leggen van de kabels goedkoper maakt. Bovendien veroorzaakt deze techniek de minste verstoring van de zeebodem.

Afscherming van Kruisingen Kabels en Leidingen

Over het algemeen wordt een kabel ongeveer 1 meter diep ingegraven. Dicht onder de kust of in een gebied met zandgolven wordt dat verdiept tot ongeveer 2,5 m of meer.

Bij het leggen van kabels op de Noordzee zullen verscheidene bestaande kabels en leidingen worden gekruist. Omdat er geen contact mag ontstaan (dit in verband met mogelijke storingen en/of corrosie) tussen de nieuw aan te leggen kabels en de bestaande kabels en/of leidingen worden er eerst betonnen matrassen op deze kruispunten gelegd. De matrassen zijn circa 6 bij 3 meter en 0,3 meter hoog.

Nadat de nieuwe kabels zijn geïnstalleerd en over de gelegde matrassen de onderliggende kabels en/of leidingen passeert moet deze beschermd worden voor visserijactiviteiten, ankers en oceanografische invloeden. Hiervoor worden de kruising en de recent geïnstalleerde kabel afgedekt met een nieuwe laag matrassen of een berm van stenen.

De specificaties moeten per kruising en per operator (eigenaar van de onderliggende kabel of leiding) worden vastgesteld door middel van een "Crossing Agreement". Deze Agreement moet worden opgesteld voordat er met de operaties wordt begonnen.

Overigens zal voorafgaand aan het leggen van de kabel een gedetailleerde "route onderzoek" en een "pre-lay onderzoek" worden uitgevoerd om de exacte locatie van de onderliggende kabels en leidingen vast te stellen zodat men van te voren weet hoeveel matrassen nodig zijn per kruispunt en waar de matrassen gelegd moeten worden.

3.4.4 Uitvoeringsvarianten elektrische infrastructuur op land

3.4.4.1 Onshore kabelaanlanding

De onshore kabelaanlanding kan plaatsvinden bij Velsen-Noord of bij de Maasvlakte.

	Variant KA1	afgevallen Variant KA2
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	-
Onshore kabelaanlanding	Velsen-Noord	Maasvlakte

De onshore aanlanding vindt bij zowel de voorgenomen activiteit als de alternatieven plaats in Velsen-Noord. Dit is zowel uit financieel oogpunt als uit oogpunt van energie-efficiëntie de meest optimale locatie.

Variant KA1 Velsen-Noord
De onshore kabelaanlanding vindt plaats bij Velsen-Noord. In deze voorkeursvariant landen de zeekabels van Tromp Binnen op dezelfde locatie als de zeekabels van het Prinses Amaliawindpark en kan er gebruik gemaakt worden van de duindoorgang die reeds is gerealiseerd.

Afgevallen Variant KA2 Maasvlakte
Een variant op aanlanding in Velsen-Noord is aanlanding op de Maasvlakte. Windturbinepark Tromp-Binnen ligt echter veel dichter bij Velsen-Noord dan bij de Maasvlakte. Wanneer een ander aanlandingspunt wordt gekozen heeft dit tot gevolg dat de kabelroute naar de kust veel langer wordt. Ten opzichte van het alternatief is de kabel in variant KA2 ongeveer 25 kilometer langer, dus circa 33% langer dan de kortste route naar Velsen-Noord. Bovendien is deze route ook ingewikkelder en risicovoller omdat er meer overlap en kruisingen met bestaande gebruiksfucties zijn.

Behalve dat een langer kabellengte uit financiele overwegingen niet haalbaar is, is een langere kabel ook uit oogpunt van energie-efficiency nadelig, omdat een langere kabel grotere transportverliezen tot gevolg heeft.

3.4.4.2 Onshore kabelaansluiting

De kabels worden vanaf de landzijde onder de duinen doorgeboord en op het strand gekoppeld aan de zeekabel. Hiervoor wordt een mof gemaakt die onder het strand (of aan de zeekant tegen de duinen) kan worden gelegd. Door deze werkwijze wordt kwetsbaar duingebied maximaal gespaard, een lange kostbare boring vanuit zee vermeden en het risico van het optreden van kwelwater (als vanuit de zee wordt geboord) vermeden.

Figuur 3.25 Boormachine ten behoeve van gestuurde boring (bron: VSMC)

Voor de onshore kabelaansluiting zijn er twee mogelijkheden; aansluiting op het 150 kV onderstation in Velsen-Noord of aansluiting op het toekomstige 380 kV onderstation in Beverwijk.

Tabel 3.23 Varianten onshore kabelaansluiting

	Variant OK1	Variant OK2
	toegepast in: voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3	**aanvullende variatie op:** voorgenomen activiteit alternatief 1 alternatief 2 alternatief 3
Aansluiting	150 kV	380 kV
Locatie	Velsen-Noord	Beverwijk

Variant OK1 Velsen-Noord

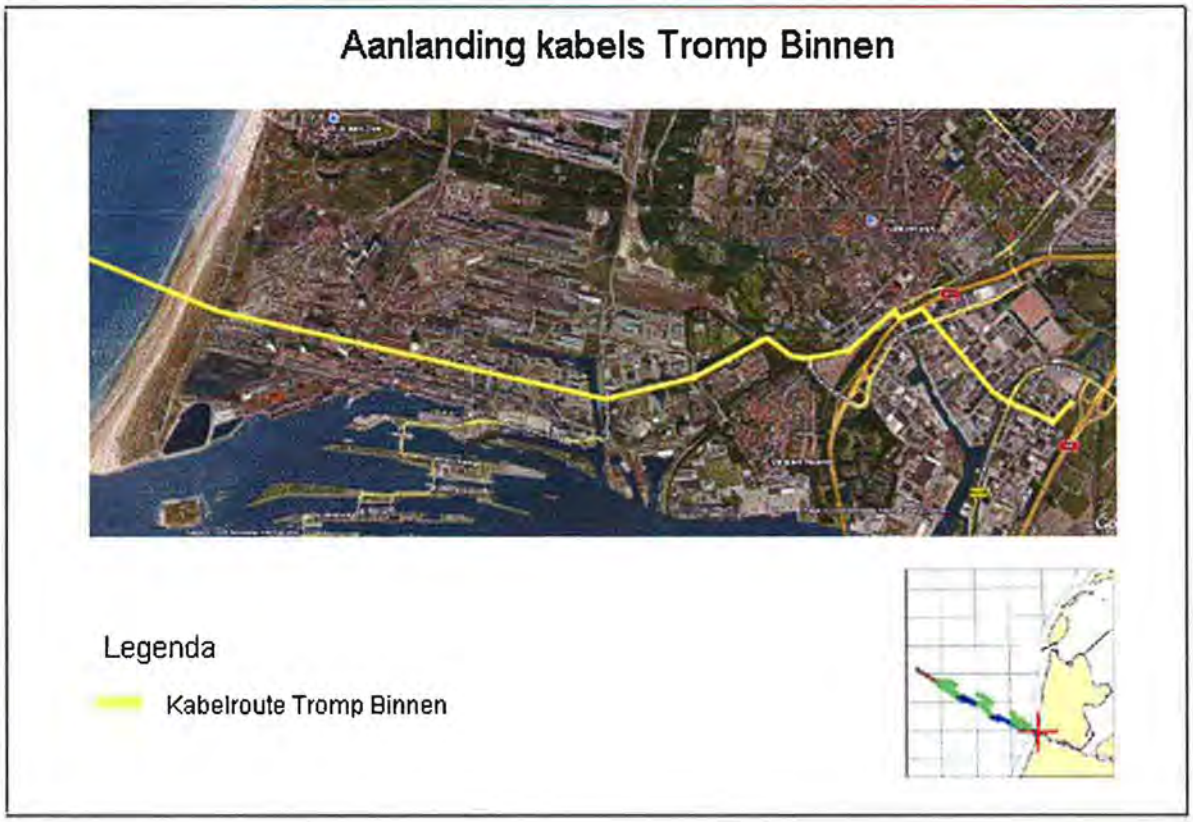
De onshore kabelaansluiting vindt plaats in Velsen-Noord op het 150 kV transportnet. De 150 kV kabels van het offshore transformatorstation kunnen dan rechtstreeks worden aangesloten op het dichtstbijzijnde onderstation onshore. Dit betreft de voorkeursvariant van RWE; er hoeft geen extra omzetting gedaan te worden en de kabellengte is zo kort mogelijk zodat kosten bespaard worden.

De kabel steekt loodrecht de duinen door en vervolgt daarna zijn route over het CORUS terrein en daarna de Noordersluisweg tot aan het transformatorstation Velsen-Noord. De coordinaten van het transformatorstation in Velsen-Noord zijn 4°37'52" oost, 52°28'12" noord. Voor meer informatie over de effectbeschrijvingen wordt verwezen naar hoofdstuk 10.

Figuur 3.26 Route kabel op land in variant OK1 Velsen-Noord

Variant OK2 Beverwijk

Een variant op deze kabelaansluiting is aansluiten op 380 kV (koppelnet van TenneT) dat in de toekomst in Beverwijk gerealiseerd wordt. Om dit mogelijk te maken is een nieuw transformatorstation onshore noodzakelijk om de omzetting van 150 kV naar 380 kV te realiseren.



Figuur 3.27 Route kabel op land in variant OK2 Beverwijk

De kabel steekt loodrecht de duinen door en vervolgt daarna zijn route over het CORUS terrein, de Wenckebachstraat, Rijk de Waalweg, Wijckermolen, Wijkermeerweg en Flevoland naar het transformatorstation van Beverwijk. De coordinaten van het transformatorstation in Beverwijk zijn 4°40'44" oost, 52°28'23" noord. Deze route is ongeveer 4 kilometer langer dan de route naar het transformatorstation van Velsen-Noord.

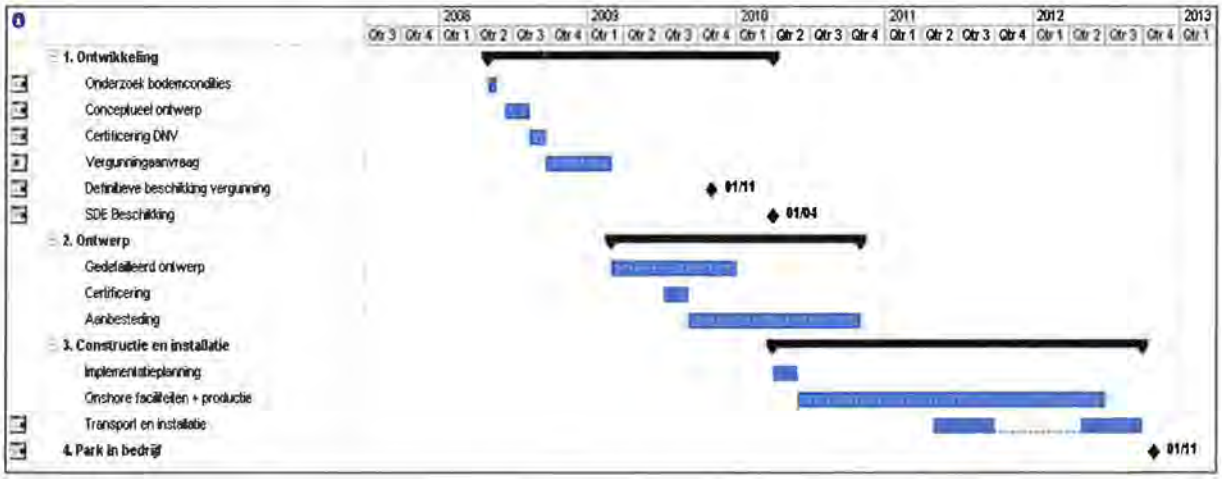
Voor informatie over de effectbeschrijvingen wordt verwezen naar hoofdstuk 10.

3.4.5 **Aanleg van het windturbinepark**

De bouw (Transport en installatie in figuur 3.28) van windturbinepark Tromp Binnen kan in mei 2011 starten. In september 2011 wordt de eerste helft van het park in gebruik genomen en in 2012 wordt de resterende helft opgeleverd. De aanleg van het windturbinepark wordt

uitgebreid beschreven in hoofdstuk 3 Oprichtings- en constructieplan van de Wbr-vergunningaanvraag.

3.4.5.1 Tijdsplanning aanleg



Figuur 3.28 Globale planning constructie windturbinepark Tromp Binnen

Het installeren van de funderingen en de windturbines vindt plaats in twee seizoenen van mei tot en met september met eventueel een uitloop naar november in verband met de weersomstandigheden.

Deze tijdsplanning is indicatief en mede afhankelijk van tijdigheid van toeleveranciers.

Om met name de effecten op de vogels en het onderwaterleven te minimaliseren heeft RWE gekozen voor de aanleg in twee seizoenen. Hierop is dan ook geen variant onderzocht.

3.4.5.2 Windturbines en funderingen

Gravity Based Structure (toegepast in voorgenomen activiteit en alternatief 2)
Voordat met de werkzaamheden zal de bodemligging en bodemgesteldheid in kaart worden gebracht. Het hiervoor benodigd onderzoek (survey) zal met een speciaal daartoe uitgerust vaartuig worden uitgevoerd.

Doel van het onderzoek is om per GBS locatie: a) de hoeveelheid te verwijderen bodemmateriaal vast te stellen, b) de samenstelling en draagkracht van de ondergrond te bepalen, c) detecteren van bodemvreemde materialen op en onder het zeebed.

Voordat de funderingen geplaatst kunnen worden moet de zeebodem worden voorbereid. De zeebodem bestaat uit een toplaag met zandduinen en zandruggen.

De belangrijkste stappen[24] zijn daarna:
1 baggeren GBS funderingskuilen
2 storten fundatiebed GBS
3 plaatsen GBS
4 ballasten GBS
5 aanbrengen erosiebescherming (scour protection).

1 Baggeren GBS funderingskuilen
Op basis van de surveyresultaten zal de GBS funderingskuil gebaggerd worden. De funderingskuil is een lokale verdieping op en rond de locatie waar de GBS wordt geplaatst. Deze funderingskuil heeft een diepte van 1-3 meter. De verdieping is bedoeld om het fundatiebed waarop de GBS komt te staan later te kunnen fixeren om de stabiliteit van het geheel te waarborgen.

Uitvoering van het baggerwerk vindt plaats met een sleephopperzuiger. Een hopperzuiger is een zuiger met een laadruim waarin het gebaggerde materiaal voor transport kan worden opgeslagen. Het zuigen gebeurt via zuigarmen die achter het schip aanslepen. Het te baggeren materiaal wordt losgespoten en daarna direct opgezogen en in de beun (hopper) gepompt. Het baggeren duurt ongeveer 4 uur per funderingskuil.

Uit de funderingskuil komt ongeveer 4.200 m^3. Deze 4.200 m^3 is berekend op basis van een gemiddelde diameter van de funderingskuil van 42 meter en een gemiddelde diepte van ongeveer 3 meter.[25] De GBS vereist een ballastering van circa 5.100 ton zand. De GBS zal gevuld worden met een water-zandmengsel. Het volumegewicht van met water verzadigd zand bedraagt circa 1,5 ton/m^3. Het daarvoor benodigde volume van de zandvulling zou dan ca. 2.550-3.400 m^3 zijn, afhankelijk van de waterverzadiging. Geconcludeerd kan worden dat

---

[24] Niebeek, Technische uitwerking bouw/installatiefase offshore windmolenpark Tromp Binnen, december 2008.

[25] Niebeek, Technische uitwerking bouw/installatiefase offshore windmolenpark Tromp Binnen, december 2008. Zie tevens paragraaf 5.3.1.

de vrijkomende hoeveelheid zand uit de pit in ieder geval de noodzakelijke vulling voor de GBS ruimschoots overtreft en dat er geen extra zand elders gewonnen hoeft te worden.

Het zand van de eerste 3 à 4 gebaggerde funderingskuilen wordt op een door de overheid goedgekeurde stortlocatie in de buurt van of in Tromp Binnen tijdelijk opgeslagen. Daarna zal het opgezogen zand uit de overige funderingskuilen zo veel mogelijk direct gebruikt worden om de GBS te vullen. Door het streven naar deze combinatie van ontgraving van de funderingskuilen met het vullen van de GBS door de hopperzuiger, wordt een verdere belasting van het milieu voorkomen doordat veel minder zand in de tijdelijke locatie wordt gestort.

Er sprake is van een zogenaamde 'positieve' zandbalans; er wordt meer zand uit de funderingskuilen gehaald dan dat er nodig is voor het vullen van de GBS. Het overschot (naar schatting totaal 50.000 tot 60.000m^3) aan gewonnen zand, wordt in een door de overheid nader aan te wijzen locatie gestort, of wordt in een door de overheid goed te keuren locatie binnen het gebied Tromp Binnen gestort.

2 Storten fundatiebed GBS

In de gebaggerde funderingskuil wordt een laag stortsteen aangebracht. Dit is breuksteen uit een steengroeve, met een gradatie 1 tot 5 inch en 3 tot 8 inch. Door deze variatie in grootte (een filteropbouw) wordt een stabiele bodemopbouw verkregen waarop de GBS kan worden geplaatst. Het storten van het fundatiebed duurt ongeveer 6 uur.

Het te storten materiaal wordt bij de groeve in bijvoorbeeld Scandinavië per schip opgehaald. Plaatsing vindt plaats met een valpijpschip. Dit schip heeft de omvang van een zeeschip met een lange, stuurbare stortkoker. De valpijp wordt met GPS-plaatsbepalingsystemen gestuurd zodat nauwkeurig storten mogelijk is. De benodigde stortsteen wordt in de gewenste dosering gestort, met grote nauwkeurigheid in positie en laagdikte.

Naar verwachting is in de funderingskuil circa 6.500 ton steen nodig.

3 Plaatsen GBS

Na constructie van de GBS wordt deze door een groot hefschip, zoals bijv. de Svanen, gelift en met sleepboten naar de Tromp Binnen locatie getransporteerd. Daar wordt het hefschip op ankers gepositioneerd en wordt de GBS onder nauwkeurige plaatsbepaling geplaatst.

4 Ballasten GBS

Als de GBS is geplaatst zal deze geballast moeten worden. Hiervoor kan het zand dat uit de funderingskuil is gebaggerd worden gebruikt. De sleephopperzuiger zal zijn ruim leegpompen in de GBS. Het ballasten duurt 2 tot 4 uur, afhankelijk van de positionering van het schip. Er zal een hefplatform naast de GBS geplaatst worden als werkeiland.

5 Aanbrengen erosiebescherming (scour protection)

Door stroming rond de geplaatste constructie zouden ontgrondingskuilen kunnen ontstaan (scour). Om dit te voorkomen wordt erosiebescherming tot een afstand van 6-10 meter rondom de GBS aangebracht. De totale hoeveelheid erosiebescherming bedraagt circa 8.000 ton. De handeling is vergelijkbaar met het storten van het fundatiebed, waarbij de hoeveelheden kleiner zijn en de steensortering zwaarder. Het aanbrengen van de erosiebescherming duurt ongeveer 6 uur.

Het transport van de GBS fundering naar de locatie en het plaatsen en vullen ervan neemt in totaal (inclusief aanbrengen van de erosiebescherming) ongeveer 3,5 dag in beslag. Dit is langer dan de duur van alle activiteiten samen. De overige tijd wordt ingevuld door transport en wachttijden, met als gevolg dat de totale doorlooptijd 3,5 dag bedraagt. Voor de installatiewerkzaamheden van de GBS en de windturbine, zijn gemiddeld 7 schepen gelijktijdig op de locatie aanwezig.

Tabel 3.24 Installatiewerkzaamheden GBS

Installatie werkzaamheden binnen het gebied Tromp Binnen, voor 1 seizoen*				
	maximaal	duur (dagen)	gemiddeld	duur (dagen)
aantal machines/vaartuigen gelijktijdig aanwezig	11	4	7	152
daarvan het aantal machines/vaartuigen dat gelijktijdig in gebruik is	7	4	5	152
verstoringstype	hefschip + sleephopper + steenstorter + heavylift met sleepboot + 2 Trenchschepen		hefschip + sleephopper + steenstorter + heavylift met sleepboot	
aantal vaarbewegingen (retour) van en naar de kust per dag	5	15	3	152

* Uitgaande van 1 seizoen van mei tot en met september, indien de werkzaamheden uitlopen in oktober en november dan komen hier 2 maal 24 (werkbare) dagen bij

Monopalen (toegepast in alternatief 1 en alternatief 3)
De monopalen worden in horizontale positie met schepen vervoerd naar de locatie Tromp Binnen. Per schip kunnen 3 tot 4 monopalen vervoerd worden. Monopalen worden ter plekke geïnstalleerd door een zogenaamd jack-up platform of drijfplatform met een hijscapaciteit van ongeveer 500 tot 1.000 ton. De monopalen worden in de zeebodem geheid, dan wel geheid in combinatie met ingraven. Dit heien gebeurt met een heihamer op de volgende wijze:

- een geleidingsframe voor de fundatiepaal wordt met een kraan op de zeebodem getild
- het geleidingsframe wordt hydraulisch op het juiste niveau gesteld
- de paal wordt in het geleidingsframe gehesen en zal door het eigen gewicht enkele meters de bodem in zakken
- het opzetstuk voor de heihamer en de heihamer zelf worden op de funderingspaal geplaatst en vervolgens wordt de paal op de gewenste diepte geheid.

De fundering zal binnen 0,5 meter zijwaarts van de beoogde plek worden geplaatst en maximaal 1° in verticale richting mogen afwijken. De plaatsing van de fundering kan enkele uren tot enkele dagen duren, afhankelijk van de zeebodemcondities en de hoeveelheid graafwerkzaamheden die nodig is.

Voor de installatie van een monopaal zijn minder schepen nodig en minder schepen gelijktijdig aan het werk op de locatie dan bij het installeren van de GBS.

Tabel 3.25 Installatiewerkzaamheden monopaal

Installatie werkzaamheden binnen het gebied Tromp Binnen, voor 1 seizoen*				
	maximaal	duur (dagen)	gemiddeld	duur (dagen)
aantal machines/vaartuigen gelijktijdig aanwezig	7	4	5	152
daarvan het aantal machines/vaartuigen dat gelijktijdig in gebruik is	6	4	4	152
verstoringstype	hefschip + steenstorter + heavylift met sleepboot + 2 Trenchschepen		hefschip + steenstorter + heavylift met sleepboot	
aantal vaarbewegingen (retour) van en naar de kust per dag	3	15	1	152

* Uitgaande van 1 seizoen van mei tot en met september, indien de werkzaamheden uitlopen in oktober en november dan komen hier 2 maal 24 (werkbare) dagen bij

Jacketfundering

Jackets zijn relatief licht gebouwd, waardoor wind en golven minder invloed hebben op deze structuur. Een jacket bestaat meestal uit vier holle poten, die op twee manieren in de zeebodem kunnen worden verankerd:

a heipalen: met stalen heipalen wordt het jacket vastgezet. Deze worden door de holle poten van de jacket de bodem ingeheid. Vervolgens kan de paal aan de binnenkant worden volgestort met beton voor maximale stabiliteit

b zuigankers: het jacket zit gelast aan stalen cilinders, die aan de bovenkant zijn gesloten. Door middel van haar eigen gewicht in combinatie met gecontroleerde drukregeling met ventielen op de zuigankers zakt de structuur gecontroleerd in de bodem. Als het diepste punt is bereikt worden de ventielen afgesloten. Door de zuigende werking van deze "ankers" blijft de structuur stabiel op de bodem staan.

Tripodfundering

De principes van een tripod zijn hetzelfde als die van een jacket. Deze structuur wordt op dezelfde wijze verankerd in de zeebodem als een jacket.

Windturbines

De installatie van de windturbines kan beginnen zodra de voegen tussen de mast en het overgangsstuk (flens) voldoende sterkte hebben bereikt, na ongeveer 7-28 dagen. In de meeste offshore projecten wordt echter de fundering geheel gecompleteerd voordat aan de installatie van de turbines wordt begonnen, zeker wanneer hetzelfde installatieschip voor de funderingen en de windturbines wordt gebruikt.

De turbine bestaat uit een mast die uit 2 of 3 delen is opgebouwd, de motorgondel met versnellingsbak, de generator en de bladen. In de haven worden sommige delen al geassembleerd; 2 of 3 bladen worden dan aan de rotor vastgemaakt. Het installatieschip voor turbine-installatie is een jack-up schip, dat met een grote kraan wordt uitgerust, maar in kalm water kunnen ook andere schepen worden gebruikt. Als de mast in 2-3 delen geproduceerd wordt, is het een voordeel om deze in één volledige mast te assembleren. Voorafgaand aan de installatie van de mast wordt geverifieerd dat de flens aan de vereisten voldoet. Dan wordt eerst de mast geïnstalleerd en daarna de motorgondel met twee bladen en ten slotte het derde blad. Na installatie van de eerste turbine, zal het installatieschip zich naar de volgende positie manoeuvreren voor installatie van de volgende turbine.

Het transport naar de locatie en het installeren van een windturbine op de fundering neemt ongeveer 3 dagen in beslag.

Tabel 3.26 Type installatievaartuigen voor de constructie van het windturbinepark (toegepast in de voorgenomen activiteit en alle alternatieven)

Taak	Type installatievaartuig
Transport van monopalen	Sleepboot, ponton of ander drijvend vaartuig
Installatie van monopalen	Jack-up platform (hefschip) of drijvende bok
Transport van transitiestuk	Drijvende bok of ponton of kustvaartuig
Installatie van transitiestuk	Drijvende bok of vaartuig met zware kraan
Transport van GBS	Drijvende bok of ponton
Baggeren GBS funderingskuilen	Baggerschip
Storten fundatiebed GBS	Stortschip van het type valpijp
Installatie van GBS	Drijvende bok of drijvend vaartuig
Ballasten GBS	Sleephopperzuiger
Erosiebescherming	Ponton, stortschip van het type valpijp
Interne windturbineparkbekabeling	Remote Operating Vehicles (ROV)
Offshore elektriciteitskabels	Kabellegschip
Transport van transformatorstation	Drijvende bok of ponton
Installatie van transformatorstation	Drijvende bok Leg
Transport van windturbines	Ponton of drijvend vaartuig
Installatie van windturbines	Jack-up platform of drijvend vaartuig

3.4.6 **Varianten gebruik**

Voor het onderhoud van het windturbinepark zullen schepen worden ingezet. Een aantal van de schepen die worden ingezet voor de installatie van het windturbinepark kunnen ook gebruikt worden voor regulier onderhoud en reparatiewerkzaamheden.

Tabel 3.27 Overzicht van de verschillende schepen die kunnen worden ingezet voor regulier onderhoud en reparaties

Taak	Type schip
Kabelroute controleren	Onderzoeksschepen
Erosiebescherming aanvullen	Stortschepen
Vervoer van medewerkers	Service schepen
Vervoer van klein materieel (<1.000 kg)	Service schepen
Begeleiding bij duikactiviteiten	Service schepen / rubberboten
Vervoer van groot materieel (>1.000 kg)	Bevoorradingsschepen
Vervoer van zwaardere onderdelen	Bevoorradingsschepen
Bevoorrading van het transformator platform	Bevoorradingsschepen
Hijswerkzaamheden	Hefschepen
Grote reparaties	Hefschepen
Huisvesting	Hotelschip

Alle schepen worden aangepast op de bouw van windturbinepark Tromp Binnen. Wanneer het park uit REpower 5M windturbines bestaat zullen de schepen een grotere draagcapaciteit moeten hebben dan bij invulling met Siemens SWT 3.6-107 windturbines, waarvan de componenten lichter zijn dan de componenten van de REpower 5M windturbines.

Regulier onderhoud aan het windturbinepark is noodzakelijk om de stroomlevering en een hoge technische beschikbaarheid van het windturbinepark te garanderen. Dit regulier onderhoud bestaat uit inspectie- en onderhoudswerkzaamheden aan de windturbines, fundering, transformatorstation, kabels en verlichting van het windturbinepark. In het regulier onderhoud is tevens opgenomen:

- het testen van besturings- en veiligheidssystemen;
- het nemen van olie- en vetmonsters;
- het bijvullen of vervangen van onder andere tandwielkastolie, lagersmerig en diverse olie- en luchtfilters.

Het aantal dagen regulier onderhoud en het totaal aantal benodigde serviceploegen is afhankelijk van het aantal windturbines en het type windturbine. Alleen de windturbineparken met hoge dichtheid zijn behandeld.

REpower 5M windturbines

Tabel 3.28 Regulier onderhoud REpower 5M

	zomer	winter
aantal monteurs per serviceploeg	3	3
aantal turbines	59	59
aantal mandagen regulier onderhoud per turbine	6	4
totaal aantal dagen regulier onderhoud	354	236

Siemens SWT 3.6-107 windturbines

Tabel 3.29 Regulier onderhoud Siemens SWT 3.6-107

	zomer	winter
aantal monteurs per serviceploeg	2	2
aantal turbines	89	89
aantal dagen regulier onderhoud per turbine	6	4
totaal aantal dagen regulier onderhoud	534	356

Uit regulier onderhoud, monitoring of extra servicebezoeken kan blijken dat reparaties aan de windturbines uitgevoerd moeten worden. Voor reparaties is het belangrijk om snel toegang te hebben tot het windturbinepark. Vooralsnog is gekozen voor een permanent verblijf op het transformatorplatform in het windturbinepark van waaruit reparaties worden verricht. Op deze manier kunnen de monteurs snel en direct te werk gaan voor het niet-regulier onderhoud (reparaties). Het permanente verblijf bestaat uit kantoorruimte, kantine, slaapplaatsen, sanitair, werkplaats en een magazijn met onderdelen.

Tabel 3.30 Aantal reparaties

	REpower 5M	Siemens SWT 3.6-107
aantal turbines	59	89
aantal reparaties per windturbine per jaar	12	12
totaal aantal reparaties	708	1067
gemiddeld aantal per dag	1,9	2,9
permanent aantal monteurs	2 ploegen van 3 monteurs	3 ploegen van 2 monteurs

3.4.7 Varianten verwijdering

De levensduur van het windturbinepark Tromp Binnen bedraagt 20 jaar. Na beëindiging van de exploitatie zal het windturbinepark, volgens de resolutie 1989 van de International Maritime Organisation (IMO) het OSPAR[26] verdrag, verwijderd worden. Om de verwijdering van het windturbinepark in goede banen te leiden, zal een projectteam worden samengesteld. Het projectteam zal bestaan uit RWE, de uitvoerende aannemer, Rijkswaterstaat Directie Noordzee en de Kustwacht. De voorbereiding bestaat uit het maken van een plan van aanpak en planning om de veiligheid en milieuvriendelijkheid te garanderen tijdens de verwijdering van het windturbinepark.

De verwijdering van het windturbinepark en alle onderdelen is gepland in de maanden mei tot en met september, wanneer windsnelheden en golfhoogtes het laagst zijn met eventueel een uitloop naar november in verband met de weersomstandigheden. Het projectteam zal in overleg met de Kustwacht afspraken maken over alle scheepvaartbewegingen die nodig zijn voor de verwijdering. Om de veiligheid te garanderen gelden dezelfde Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM)-aspecten als bij de constructie en onderhoud van het windturbinepark.

In tabel 3.31 wordt de verwijdering van de verschillende windturbineparkcomponenten kort beschreven. Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar het verwijderingsplan van de Wbr-aanvraag.

---

[26] OSPAR verdrag, Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (Convention for the protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic), 22 september 1992.

Tabel 3.31 Verwijderingswerkzaamheden van windturbinepark Tromp Binnen

onderdeel	Verwijderingswerkzaamheden
windturbines	in zijn geheel verwijderen
Variant 1 GBS	Verwijderen zandvulling en daarna in zijn geheel liften
Variant 2 monopaal funderingen	Doorsnijden tot 6 meter onder zeebedniveau en daarna verwijderen
Variant 3 tripodfunderingen	Doorsnijden tot 6 meter onder zeebedniveau en daarna verwijderen
Variant 4 jacketfunderingen	Doorsnijden tot 6 meter onder zeebedniveau en daarna verwijderen
transformatorplatform	in zijn geheel verwijderen
bekabeling tussen turbines	veilig achterlaten door ingraven
bekabeling van turbinepark naar kust	veilig achterlaten door ingraven
aanlanding kabels	veilig verwijderen of veilig achterlaten met inachtneming van natuurlijke processen van kustverplaatsing
erosiebescherming	intact laten
bekabeling op land	laten liggen indien deze zijn ingegraven
kabelaansluiting op land	materiaal veilig verwijderen
gebouwen op land	ombouwen voor ander doel of verwijderen

Het aantal benodigde schepen voor verwijdering verschilt tussen de varianten. Ook het aantal scheepsbewegingen dat benodigd is, is afhankelijk van de gekozen fundering.

Tabel 3.32 Verwijderingswerkzaamheden variant 1 GBS

Verwijderingswerkzaamheden binnen Tromp Binnen, voor 1 seizoen*				
	maximaal	Duur (dagen)	gemiddeld	Duur (dagen)
aantal machines/vaartuigen gelijktijdig aanwezig	8	15	6	152
daarvan het aantal machines/vaartuigen dat gelijktijdig in gebruik is	5	15	4	152
Verstorings type	hefschip + sleephopper + hefplatform + heavy lift + 1 sleepboot		hefschip + sleephopper + hefplatform + sleepboot	
Aantal vaarbewegingen (retour) van en naar de kust per dag	4	15	2	152

* Uitgaande van 1 seizoen van mei tot en met september, indien de werkzaamheden uitlopen in oktober en november dan komen hier 2 maal 24 (werkbare) dagen bij

Tabel 3.33 Verwijderingswerkzaamheden variant 2 monopaal

Verwijderingswerkzaamheden binnen Tromp Binnen, voor 1 seizoen*				
	maximaal	Duur (dagen)	gemiddeld	Duur (dagen)
aantal machines/vaartuigen gelijktijdig aanwezig	5	15	4	152
daarvan het aantal machines/vaartuigen dat gelijktijdig in gebruik is	3	15	2	152
Verstorings type	hefplatform + hefschip + 1 duikschip		hefschip + hefplatform + duikschip	
Aantal vaarbewegingen (retour) van en naar de kust per dag	2	15	1	152

* Uitgaande van 1 seizoen van mei tot en met september, indien de werkzaamheden uitlopen in oktober en november dan komen hier 2 maal 24 (werkbare) dagen bij

De verwijderingswerkzaamheden voor tripod en jacket zijn vergelijkbaar met de monopaal.

Het vrijgekomen zand van het leegmaken van de GBS zal in de achtergebleven funderingskuilen worden gestort. In variant 1 wordt de GBS van de zeebodem gelift. De overige drie varianten (monopaal, tripod en jacket) worden met behulp van een snijmachine doorgesneden op ongeveer 6 meter onder zeebedniveau.

De verwijdering is gekoppeld aan de te kiezen funderingsvariant.

Na de verwijderingswerkzaamheden zal het zeebed worden onderzocht om te verifiëren of alle betreffende onderdelen verwijderd zijn. Mocht dit niet het geval zijn, dan worden de resterende onderdelen alsnog op deugdelijke wijze verwijderd.

De onderwaterinspectie van de GBS locaties, inclusief eventuele video opnamen, zullen het bewijs leveren dat het achterlaten van de locatie overeenkomstig het gestelde in de vergunningvoorwaarden is uitgevoerd.

4	Energieopbrengst en emissiebalans	4.1
4.1	Inleiding	4.1
4.2	Windaanbod	4.1
4.3	Energieoptimalisatie	4.2
4.4	Verwachte energieopbrengsten	4.4
4.5	Energiegebruik voor fabricage, installatie, onderhoud en verwijdering	4.7
4.6	Energetische terugverdientijd van het windturbinepark	4.9
4.7	Vermeden kooldioxide-emissies	4.10
4.8	Economische haalbaarheid	4.12
4.9	Conclusie energieopbrengst en emissiebalans	4.12

4 ENERGIEOPBRENGST EN EMISSIEBALANS

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden het windaanbod en de energieopbrengst van het initiatief van RWE voor de verschillende alternatieven behandeld. Verder wordt de benodigde energie voor fabricage, installatie, onderhoud en verwijdering van de windturbines, transformatorstation en kabels weergegeven voor de verschillende alternatieven. Hiermee kan de netto energie-opbrengst (bruto productie minus verliezen) berekend worden. Vervolgens komen de vermeden CO_2-emissies aan de orde. Ten slotte worden de energetische en economische afwegingen behandeld.

4.2 Windaanbod

Het windaanbod op ashoogte is van invloed op de hoogte van de jaarlijkse elektriciteits-productie. Het energieaanbod in de wind neemt namelijk toe met globaal de derde macht van de windsnelheid. Ook factoren zoals ruwheid van het landschap en de eventuele aanwezigheid van obstakels hebben invloed op het windaanbod.

Het windaanbod voor Tromp Binnen is bepaald met behulp van de Noordzee windatlas[1]. De Noordzee windatlas geeft:

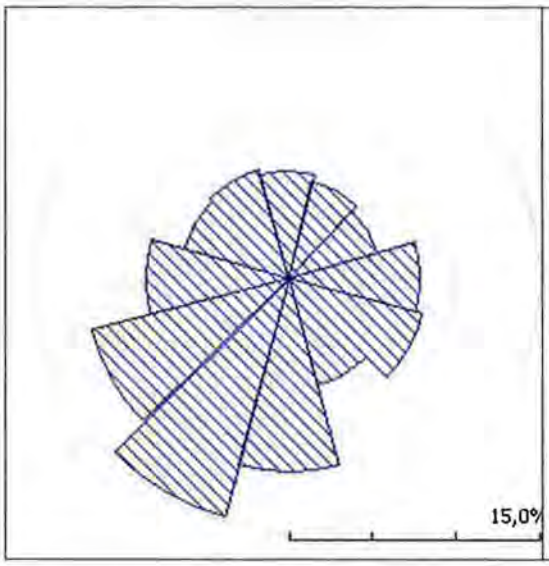
- de windsnelheidsverdeling (percentage van de tijd dat een bepaalde windsnelheid voorkomt) op een hoogte van 60, 90, 120 en 150 meter in het Nederlandse deel van de Noordzee
- de windrichtingverdeling, de turbulentie en de stabiliteitsklasse bij deze 4 hoogten op 5 representatieve plaatsen in het Nederlandse deel van de Noordzee.

De windatlas is gebaseerd op 3 jaar gegevensverwerking van een atmosferisch model van het KNMI. De gegevens zijn gecorreleerd met metingen.

De gemiddelde langjarige windsnelheid op de locatie van windturbinepark Tromp Binnen bedraagt op 89 m hoogte (NAP) 9,97 m/s.

---

[1] ECN, Noordzee windatlas, 2004



Sector	Windrichting	Hoek (°)	Frequentie (%)
1	N	345 - 15	6,3
2	NNO	15 – 45	5,9
3	ONO	45 – 75	5,5
4	O	75 – 105	7,8
5	OZO	105 – 135	8,3
6	ZZO	135 – 165	6,5
7	Z	165 – 195	11,4
8	ZZW	195 – 225	14,6
9	WZW	225 – 255	12,1
10	W	255 – 285	8,5
11	WNW	285 – 315	6,4
12	NNW	315 - 345	6,7

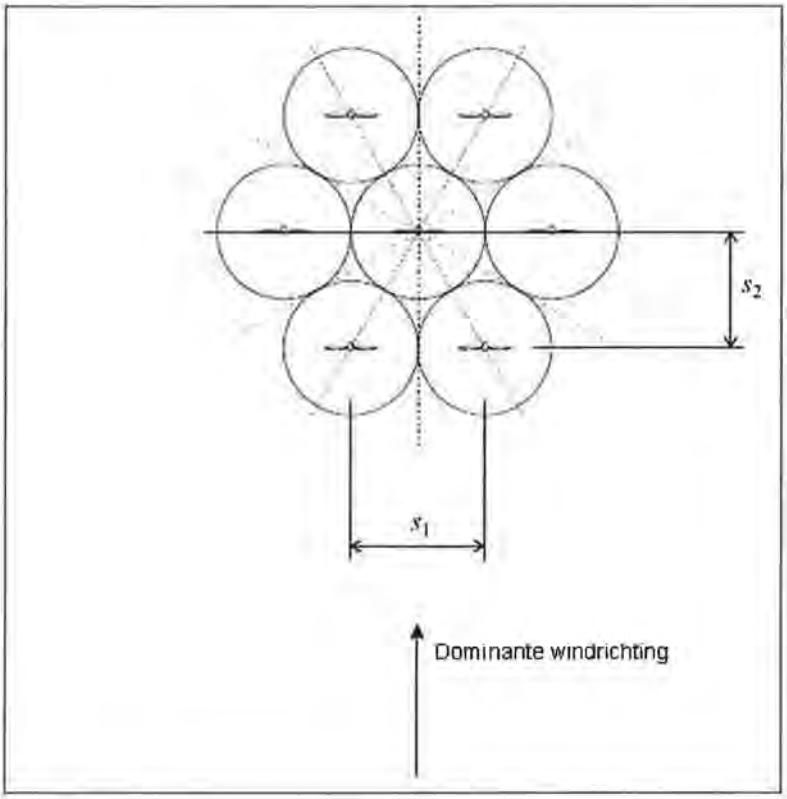
Figuur 4.1 Windrichtingverdeling op locatie Tromp Binnen

4.3 Energieoptimalisatie

In het gebied Tromp Binnen heeft ECN[2] (zie bijlage 4.1) vier inrichtingsvarianten van het windturbinepark ontwikkeld en geanalyseerd. Het uitgangspunt van de vier varianten is een hexagonale[3] pakking met een afstand s_1 tussen de turbines en een afstand s_2 tussen de turbinerijen (s_1 en s_2 allebei uitgedrukt in rotordiameters). Deze s_1 en s_2 zijn zo gevarieerd dat de energiedichtheid per vierkante kilometer voor de vier varianten anders is.

[2] ECN, RWE wind farm Tromp-Binnen; Aerodynamic and electrical evaluation, ECN-C-08-064-Rev1, 2008 (zie bijlage 4.1).

[3] Zeskant in de vorm van een honingraat



Figuur 4.2 Hexagonale pakking (bolstapeling). s_1 is de afstand tussen de windturbines in de richting loodrecht op de wind. s_2 is de afstand tussen de rijen parallel aan de windrichting

Binnen de gebiedsgrenzen van Tromp Binnen is de positie van de windturbines gevarieerd. Afhankelijk van de windrichtingverdeling leidt de (dichtste) bolstapeling niet altijd tot de hoogste energieopbrengst voor een bepaalde dichtheid. Het windturbinepark Tromp Binnen ligt loodrecht op de dominante windrichting, zodat de eerste stap in de bepaling van de optimale lay-out een bolstapeling met de richting van s_1 haaks op de dominante windrichting is. De volgende stap is s_1 en s_2 verder aan te passen om de vereiste vermogensdichtheid (in MW/km^2) te verkrijgen. Rekening houdend met de dominante windrichtingen, de vorm en ligging van het park en de minimaal toegestane afstand tussen turbines (in verband met de maximale toegestane mechanische belasting) is de lay-out geoptimaliseerd naar maximale opbrengst en minimale zogeffecten.

De voorgenomen activiteit en alternatief 1 zijn de inrichtingsvarianten met de hoogste energieopbrengst uit het beschikbare windturbineparkoppervlak. Voor de alternatieven 2 en 3 is gevarieerd in de onderlinge turbineafstand met behoud van economisch acceptabele op-

brengsten. De inrichting van de alternatieven is telkens zo gekozen dat de minste energieverliezen ontstaan.

4.4 Verwachte energieopbrengsten

De energieopbrengst van de voorgenomen activiteit en van de alternatieven wordt bepaald door verschillende factoren, zoals het aantal windturbines, het vermogen per windturbine, de opstelling van de windturbines en het windaanbod (dat wil zeggen de kans van voorkomen van windsnelheid en windrichting).

Bij de berekening van de energieopbrengst wordt gebruik gemaakt van de vermogenskromme van de windturbine. Deze kromme geeft het vermogen dat een windturbine opwekt bij verschillende windsnelheden. Samen met het aantal uren dat de windsnelheid voorkomt in een jaar levert dit de bruto energieopbrengst op. Beneden de startsnelheid en boven de stopsnelheid levert de windturbine geen elektriciteit. Dit effect wordt automatisch meegenomen in de opbrengstberekeningen.

Om de verwachte energieproductie van het windturbinepark te bepalen is het nodig om de berekende bruto opbrengst te corrigeren. Het gaat dan om correcties voor:

a zogverliezen in het park (door onderlinge beïnvloeding turbines)
b elektrische netverliezen
c verliezen door niet-beschikbaarheid
d onderhoud transformatorstation
e bladdegradatie.

Met behulp van beschikbare windgegevens en de vermogenskromme van de windturbines heeft ECN de jaargemiddelde bruto energieopbrengst, de zogverliezen (a) en de elektrische netverliezen (b) voor de voorgenomen activiteit en de alternatieven gemodelleerd met behulp van het programma FluxFarm. Op basis van ervaring bij offshore windturbineparken heeft KEMA een schatting gemaakt van de overige verliezen c, d en e.[4]

KEMA heeft de berekende bruto opbrengst gecorrigeerd voor de hierboven genoemde correctiefactoren wat resulteert in de jaarlijkse opbrengsten.

---

[4] KEMA, windturbinepark Tromp Binnen; Berekening energieopbrengst en emissies, rapport 09-0013, 2008.

a Zogverliezen in het park (parkeffect)

De energieopbrengst van windturbinepark Tromp Binnen is onder meer afhankelijk van de afstand waarop de turbines van elkaar worden geplaatst. In het gebied achter de turbine is de lucht verstoord door de rotor, het zog- of parkeffect. De snelheid in het zog is lager dan de vrije aanstromende wind zodat de achterliggende turbine een lagere aanstroomsnelheid heeft. Eveneens vindt in het zog extra turbulentie plaats. Om het zogeffect te minimaliseren zou de vorm van het park zoveel mogelijk een lijnopstelling moeten benaderen, waarbij de oriëntatie noordwest-zuidoost is. Dit is binnen een rechthoekige locatie uiteraard niet mogelijk, maar wordt zo veel mogelijk benaderd. ECN heeft de zogverliezen voor de verschillende inrichtingsvarianten berekend en vindt daarbij waarden tussen de 4% en 7%.

b Elektrische netverliezen

Tijdens transport van elektriciteit treden elektrische verliezen op in de kabels vanaf de windturbine tot en met de aansluiting op het hoogspanningsstation van TenneT aan land.

ECN heeft een optimalisatie uitgevoerd in de elektrische infrastructuur zodat de elektrische verliezen door de interne bekabeling en transportbekabeling minimaal zijn. ECN heeft de netverliezen berekend op 2 à 3%, afhankelijk van het gekozen alternatief[5].

c Verliezen door niet-beschikbaarheid

De verwachte energieopbrengst is afhankelijk van de bedrijfszekerheid van de windturbines. De bedrijfzekerheid van de turbines, die er vanaf hangt hoe vaak en hoe lang turbines door storingen en/of onderhoud niet in bedrijf zijn, bepaalt de zogenaamde niet-beschikbaarheid. Hieronder valt ook de tijd dat het windturbinepark stilstaat omdat onderhoud vanwege weersomstandigheden niet kan plaatsvinden. De niet-beschikbaarheid van de windturbines wordt door KEMA geraamd op 7.5% op basis van benchmarking met ervaringscijfers.

d Onderhoud transformatorstation

Het onderhoud aan het transformatorstation is relatief beperkt en levert ook enig verlies op in energieopbrengsten. Uitgaande van 0,5-1 dag per jaar onderhoud aan het transformatorstation, waardoor geen elektriciteit getransporteerd kan worden, geeft dit een verlies van 0,2% op de energieopbrengsten.

---

[5] ECN, RWE wind farm Tromp-Binnen; Aerodynamic and electrical evaluation, ECN-C-08-064-Rev1, 2008 (zie bijlage 4.1).

e Bladdegradatie

Door bladdegradatie kunnen verliezen optreden in energieopbrengsten. Door aanslag van bijvoorbeeld insecten op de turbinebladen presteren deze minder goed. De bladen worden wel tijdens onderhoud schoongemaakt, waarmee het verlies beperkt blijft tot ongeveer 0,5%.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de bovengenoemde verliezen en bijhorende percentages.

Tabel 4.1 Type verliezen en bijhorende percentages per alternatief

	aantal turbines	totaal ver-mogen	verliezen					
	N	MW	zog-effect	net-verliezen	niet-beschik-baarheid	blad degrada-tie	onderhoud trafostation	totale verliezen
VA	59	295	5,4%	3.1%	7.5%	0,5%	0,2%	16,7%
A1	89	320,4	6,9%	3.2%	7.5%	0,5%	0,2%	18,3%
A2	48	240	4,4%	2.7%	7.5%	0,5%	0,2%	15,3%
A3	56	201,6	4,2%	2.5%	7.5%	0,5%	0,2%	14.9%

Tabel 4.2 Berekende energieopbrengst van het park per alternatief

	turbine vermogen	aantal turbines	totaal vermogen	ashoogte	Jaarlijkse Energie Opbrengst (P90)		
	MW	N	MW	M (boven NAP)	GWh	vollasturen (MWh / MW)	benuttings-graad % (t.o.v. 8.760 uur)
voorgenomen activiteit	5	59	295	89	1.032	3.500	40,0%
alternatief 1	3,6	89	320,4	79	1.078	3.365	38,4%
alternatief 2	5	48	240	89	851	3.545	40,5%
alternatief 3	3,6	56	201,6	79	701	3.478	39,7%

De onzekerheid in de uitkomsten hangt samen met de gekozen methodiek en de onnauwkeurigheid in de gebruikte (meet)gegevens. De verwachte jaarlijkse energieopbrengst die is berekend op basis van gemiddelde windsnelheid en de genoemde verliezen heeft een overschrijdingskans van 50%; de P_{50}. Voor de opbrengstberekeningen voor windturbinepark

Tromp Binnen wordt de P_{90}-waarde gehanteerd. P_{90} staat voor de "zekere" opbrengst, een opbrengst die met 90% zekerheid overschreden wordt (er is maar 10% kans dat de opbrengst lager uitvalt. De onzekerheid in de energieopbrengst is berekend door KEMA.[6] Het verschil tussen P_{50} en P_{90} bedraagt ongeveer 9%.

In Tabel 4.2 zijn weergegeven:
- de verwachte energieopbrengst (P_{90}-zekerheid) per alternatief
- het daarbij horende aantal vollasturen per jaar (het aantal uren per jaar op vol vermogen)
- ook is de benuttingsgraad berekend; het effectieve percentage van de tijd dat een windturbinepark op vol vermogen draait.

De voorgenomen activiteit heeft een totaal verwachte jaargemiddelde energieopbrengst van 1.032 GWh per jaar. Alternatief 1 heeft een gering hogere jaargemiddelde energieopbrengst, namelijk 1.078 GWh per jaar (circa 4% meer dan de energieopbrengst van de voorgenomen activiteit). Dit komt doordat bij alternatief 1 het gemiddelde geïnstalleerd vermogen per vierkante kilometer hoger ligt dan bij de voorgenomen activiteit, ondanks dat de voorgenomen activiteit een hoger vermogen per turbine heeft dan alternatief 1.

De voorgenomen activiteit heeft een benuttingsgraad van 40,0% en daarmee heeft deze een duidelijk hogere benuttingsgraad dan alternatief 1 en 3. Samen met alternatief 2 is de voorgenomen activiteit daarmee het meest efficiënte alternatief. Aangezien de voorgenomen activiteit een aanzienlijk hogere opbrengst heeft dan alternatief 2, heeft de voorgenomen activiteit de voorkeur.

Met de keuze voor de P_{90}-opbrengst wordt bij de energieberekeningen zoals gepresenteerd in dit MER uitgegaan van pessimistische uitgangspunten. Op deze wijze wordt een *worst case*-benadering in relatie tot de milieueffecten per opgewekte hoeveelheid elektriciteit gegarandeerd.

4.5 Energiegebruik voor fabricage, installatie, onderhoud en verwijdering

Voor de fabricage, installatie, onderhoud en verwijdering van de windturbines, transformatorstation en kabels van het windturbinepark wordt energie gebruikt. Om een correct beeld te geven van de integrale opbrengst van een windturbine dient een energetische levenscyclusanalyse te worden uitgevoerd, die ingaat op de "energiekosten" tijdens fabricage, bedrijf en

[6] KEMA, windturbinepark Tromp Binnen; Berekening energieopbrengst en emissies, rapport 09-0013, 2008.

sloop van alle installaties. Universitair onderzoek[7] concludeert dat voor de realisatie van een REpower 5M offshore windturbinepark het totale energiegebruik tijdens de aangenomen levensduur van 20 jaar circa 22,8 GWh bedraagt per turbine. In het totale energiegebruik zijn fabricage, installatie, onderhoud en verwijdering meegenomen. Het energiegebruik is representatief voor de voorgenomen activiteit en alternatief 2, omdat het om hetzelfde type turbine REpower 5M gaat.

Voor de bepaling van het energiegebruik van de alternatieven 1 en 3 is een onderzoek van Vestas[8] gebruikt. Volgens dit onderzoek (gebaseerd op Vestas V90-3.0 MW turbines) bedraagt het totale energiegebruik in een offshore situatie bij een veronderstelde levensduur van 20 jaar circa 8 GWh per turbine. In alternatief 1 en 3 wordt gebruik gemaakt van Siemens SWT 3.6-107 MW turbines. De verhouding tussen vermogen en gewicht komt redelijk overeen met die van de Vestas V90-3.0 MW. Daarom wordt het energiegebruik uit het Vestas-onderzoek bruikbaar geacht voor de raming van het energiegebruik van de alternatieven 1 en 3. Door de grotere waterdiepte bij Tromp Binnen zijn de funderingen van alternatief 1 en 3 vier keer zo zwaar vergeleken met de aannames in het onderzoek van Vestas. Dit gegeven is meegenomen in de berekeningen van KEMA[9], waardoor het totale energiegebruik (over 20 jaar) voor alternatieven met Siemens SWT 3.6-107 windturbines 15 GWh per turbine bedraagt. Het energiegebruik voor de alternatieven is weergegeven in Tabel 4.3 waarbij het bovengenoemd energiegebruik (afhankelijk van type turbine) is vermenigvuldigd met het aantal turbines.

---

7 Wagner, H.J. and Tryfonidou, R., "Multimegawatt Wind Turbines for Offshore Use: Aspects of Life Cycle Assessment", International Journal of Global Issues, Volume 21, No.3, University Bochum, Germany, 2008

8 Vestas, Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0 MW turbines, 2006

9 KEMA, windturbinepark Tromp Binnen; Berekening energieopbrengst en emissies, rapport 09-0013, 2008.

Tabel 4.3 Energetische kentallen en terugverdientijd per alternatief

	totaal vermogen	verwachte energie-opbrengst	energie-gebruik	integrale energie-opbrengst	energetische terug-verdientijd
	MW	GWh/jaar	GWh/jaar	GWh/jaar	maanden
voorgenomen activiteit	295,0	1.032	67	965	15,6
alternatief 1	320,4	1.078	67	1.011	14,9
alternatief 2	240,0	851	55	796	15,4
alternatief 3	201,6	701	42	659	14,4

4.6 Energetische terugverdientijd van het windturbinepark

In de literatuur is de genoemde energetische terugverdientijd vaak benaderd door uit te rekenen in hoeveel maanden windturbineparken de energie produceren die benodigd is voor fabricage, installatie, onderhoud en verwijdering van het windturbinepark. De meeste studies die gebaseerd zijn op een levenscyclusanalyse stellen dat windturbines tussen 8 tot 12 maanden nodig hebben om de elektriciteit te produceren die gebruikt is tijdens hun levenscyclus.

Op basis van eerder genoemde studies heeft KEMA[10] berekeningen uitgevoerd om de energetische terugverdientijd van Tromp Binnen te bepalen. De berekeningen voor Tromp Binnen tonen aan dat voor de beschouwde alternatieven 14 tot 16 maanden energie geproduceerd dient te worden voordat het energiegebruik is "terugverdiend". De berekende waarden staan in de laatste kolom van Tabel 4.3. De oorzaak voor de relatief lange periode voor alle alternatieven is vooral de grotere waterdiepte en het daarmee gepaard gaande extra gewicht van de fundatie. De energetische terugverdientijd bij de voorgenomen activiteit en alternatief 2 (respectievelijk 15,6 en 15,4 maanden) ligt enigszins hoger dan bij alternatief 1 en 3 (respectievelijk 14,9 en 14,4 maanden). Ook hierbij spelen de grotere gewichten van turbine en fundatie de belangrijkste rol.

[10] KEMA-rapportage van berekende energieopbrengst en emissies, 2008

4.7 Vermeden kooldioxide-emissies

In deze paragraaf worden de berekende vermeden CO_2-emissies weergegeven. Het uitgangspunt is een vergelijking met de huidige wijze van energieopwekking. De doelstelling van het kabinet[11] is een reductie van de uitstoot van broeikasgassen van 30% in 2020 (ten opzichte van 1990). Het kabinetsdoel voor klimaat betekent dat in 2020 een emissieplafond wordt gehanteerd van 150 Mton CO_2-equivalenten per jaar. In 1990 bedroeg de totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland 215 Mton per jaar. Een reductie van 30% betekent een reductie van 65 Mton CO_2-equivalenten per jaar. Met de productie van windenergie wordt de uitstoot van kooldioxiden, zwaveldioxiden en stikstofoxiden vermeden, die zou optreden bij conventionele elektriciteitsproductie. Door de productie van elektriciteit met het offshore windturbinepark Tromp Binnen wordt bijgedragen aan de realisatie van de doelstelling van het kabinet.

Tabel 4.4 Berekende vermeden CO_2-emissie en relatieve bijdrage CO_2-emissiereductie doelstelling per alternatief

	turbine vermogen	aantal turbines	totaal vermogen	netto energie-opbrengst	netto vermeden CO_2-emissie		relatieve bijdrage CO_2-doel (65 Mton/jaar)
	MW	N	MW	GWh/jaar	kton CO_2/jaar	kg CO_2/MWh	%
voorgenomen activiteit	5	59	295	965	549	568	0,84%
alternatief 1	3,6	89	320,4	1.011	580	574	0,89%
alternatief 2	5	48	240	796	450	565	0,69%
alternatief 3	3,6	56	201,6	659	375	569	0,58%

Om de vermeden CO_2-emissies voor het windturbinepark Tromp Binnen te bepalen, is gebruik gemaakt van het Protocol Monitoring Duurzame Energie[12] en de daar beschreven

[11] Schoon en Zuinig, "Werkprogramma: Nieuwe energie voor het klimaat", 2008

[12] SenterNovem: Protocol Monitoring duurzame energie, "Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van duurzame energiebronnen", 2006

methodiek. Aan de hand van een vastgestelde CO_2-emissiefactor voor het jaar 2020[13] van 0,582 kg CO_2/kWh_e is voor de verschillende alternatieven de vermeden CO_2-emissie berekend. De vermeden emissies zijn evenredig aan de energieopbrengst van de alternatieven. In Tabel 4.4 staan voor de verschillende alternatieven de jaarlijks vermeden CO_2-emissies. De berekende vermeden CO_2-emissie is vervolgens ook vergeleken met de landelijke emissiereductiedoelstellingen voor kooldioxide. Hieruit volgt dat windturbinepark Tromp Binnen een emissiereductie-bijdrage van 0,58-0,89% kan leveren aan de Nederlandse kabinetsdoelstelling (65 Mton/jaar).

Bij het bepalen van de CO_2-emissiereductie kan eventueel rekening worden gehouden met de wisselvalligheid van de elektriciteitsproductie. Op dit moment is er nog geen sprake van dat er extra reservecapaciteit wordt aangehouden voor windenergie. Wanneer de hoeveelheid windenergie in de toekomst conform de kabinetsdoelstellingen sterk toeneemt kan dit leiden tot een minder efficiënte inzet van centrales, als gevolg van het toenemen van het aantal starts en stops.[14] Hierin wordt geschat dat er op den duur in de orde van 5% reservevermogen benodigd zou zijn. Het is niet zo dat de vermeden CO_2-emissies met dit getal afnemen. Alleen wanneer de starts en stops leiden tot een minder efficiënte inzet van de regeleenheden gaat dit ten koste van de emissiereductie. Initiatiefnemers van windturbineparken kunnen dit effect nog verminderen door te zorgen voor een goede voorspelling van het windvermogen, zodat hier in de elektriciteitsprogramma's rekening mee gehouden kan worden. Met het gebruik van de P_{90}-waarde wordt een ondergrens gegeven voor de elektriciteitopbrengst, waarmee dus al een conservatieve schatting wordt gegeven van de emissiereductie. Daarom wordt met de gevolgen van extra reservevermogen geen rekening gehouden bij de berekeningen.

De voorgenomen activiteit heeft een vermeden CO_2-emissie van 568 kg CO_2/MWh en heeft een iets hogere vermeden CO_2-emissie ten opzichte van alternatief 2. Alternatief 1 (574 kg CO_2/MWh) en alternatief 3 (569 kg CO_2/MWh) zitten daar weer net iets boven. De verschillen tussen de alternatieven zijn overigens gering (minder dan 1% ten opzichte van het gemiddelde). In absolute hoeveelheden (per jaar) biedt alternatief 1 de meeste vermeden CO_2, gevolgd door de voorgenomen activiteit.

---

[13] Als referentie is gekozen voor het jaar 2020. Hiervoor zijn twee redenen. In de eerste plaats is de reductiedoelstelling van het kabinet geënt op 2020. Voorts is overwogen dat het windturbinepark elektriciteit zal leveren in de periode 2011/2012-2032. Het jaar 2020 is ook in die periode als gemiddelde een redelijk jaartal

[14] CPB/ECN, 2005, Windenergie op de Noordzee; Een maatschappelijke kosten-batenanalyse

4.8 Economische haalbaarheid

Als gevolg van de hoge windsnelheid verder op zee zijn de energieopbrengsten van het windturbinepark relatief hoog. Op basis van de verwachte energieopbrengst heeft ECN een schatting gemaakt van de te verwachten kosten van elektriciteitsopwekking. Afhankelijk van het alternatief en de financieel-economische aannamen variëren deze opwekkingskosten. Aangezien grote onzekerheden bestaan ten aanzien van de ontwikkeling van deze kosten in de toekomst zijn dit indicatieve cijfers, welke slechts relatieve waarde hebben. Uit Tabel 4.5 blijkt dat de opwekkingskosten van de voorgenomen activiteit relatief het laagst zijn vergeleken met de alternatieven.

Tabel 4.5 Overzicht van relatieve opwekkingskosten voor windturbinepark Tromp Binnen

	Relatieve opwekkingskosten van offshore windenergie
voorgenomen activiteit	100%
alternatief 1	102%
alternatief 2	101%
alternatief 3	105%

Uitgebreide informatie over financieel-economische berekeningen voor het project staat in het vertrouwelijke gedeelte van bijlage 4.1.

4.9 Conclusie energieopbrengst en emissiebalans

De grootste energieopbrengst wordt behaald door een windturbinepark met een hoge dichtheid toe te passen. In het verlengde daarvan blijkt uit de economische haalbaarheidsstudie dat –uitgaande van een bepaald type turbine- een hoge dichtheid de laagste opwekkingskosten kent en dus ook economisch de voorkeur heeft.

De toepassing van REpower 5M windturbines heeft een grotere productie-efficiëntie en leidt tot lagere opwekkingskosten dan de toepassing van Siemens SWT 3.6-107 windturbines. Op grond hiervan heeft de toepassing van de REpower 5M de voorkeur gekregen.

5	Effecten op hydraulica en geomorfologie	5.1
5.1	Inleiding	5.1
5.2	Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling	5.2
5.2.1	Huidige situatie hydraulica	5.2
5.2.2	Huidige situatie geomorfologie	5.11
5.2.3	Autonome ontwikkeling	5.23
5.3	Effecten op hydraulica	5.23
5.3.1	Aanlegfase	5.23
5.3.2	Onderhoud en exploitatiefase	5.25
5.3.3	Verwijderingsfase	5.26
5.4	Effecten op geomorfologie	5.27
5.4.1	Aanlegfase	5.27
5.4.2	Onderhoud en exploitatiefase	5.34
5.4.3	Verwijderingsfase	5.35
5.5	Conclusies	5.36

5 EFFECTEN OP HYDRAULICA EN GEOMORFOLOGIE

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van het windturbinepark Tromp Binnen en de bijbehorende kabeltracévarianten op geomorfologie en hydraulica besproken, grotendeels gebaseerd op het rapport van Deltares (Deltares, 2008). Daarbij dient de ondersteuningstabel geomorfologie uit de "Richtlijnen inzake de inhoud van de milieu-effectrapporten m.b.t. de offshore windturbineparken Ruyter Oost, Ruyter West, Tromp Binnen, Tromp Oost en Tromp West" (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008) als leidraad.

Onder de noemer geomorfologie worden bodemligging, bodemvormen en bodemsamenstelling besproken; ook mogelijke veranderingen van de kustlijn komen aan de orde. De hydraulica is opgedeeld in waterbeweging (stroming, golven) en het resulterende transport van zand en slib. Bij de beschrijving is, gezien de aard en de omvang van de ingrepen, alleen het bovenste deel van de zeebodem in beschouwing genomen omdat diepere lagen zelfs bij verstoring niet tot milieueffecten zullen leiden. Voor het windturbinepark zelf betreft dit de bovenste 10 meter, voor het kabeltracé de bovenste 5 meter.

Geomorfologie en hydraulica beïnvloeden elkaar wederzijds. Stroming en golven veroorzaken sedimenttransport, herverdeling van sediment leidt tot veranderende morfologie, en morfologische veranderingen zijn weer van invloed op stroming en golven. Op een termijn van decennia (de levensduur van een windturbinepark) is sprake van een natuurlijk, dynamisch evenwicht, waarbinnen veranderingen door stormen, springtij-doodtijcycli en seizoensvariaties tot de grootste variabiliteit in de tijd leiden.

Gedurende de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase van het windturbinepark moet ervan worden uitgegaan dat het natuurlijke, dynamische evenwicht van geomorfologie en hydraulica kan worden beïnvloed (tabel 5.1). De mate en schaal van deze beïnvloeding worden in dit hoofdstuk besproken, deels in het licht van door andere menselijke ingrepen veroorzaakte effecten. Daarbij komen achtereenvolgens de bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling, de effecten op de hydraulica en de effecten op de geomorfologie aan de orde. Ten slotte worden samenvattende conclusies van de effecten gegeven.

Tabel 5.1 Overzicht van mogelijke invloeden op hydraulica en geomorfologie

	parameter	effect van aanleg / exploitatie / verwijdering
Hydraulica	getijbeweging	veranderende getijbeweging en/of -stroming
	golfklimaat	veranderend golfpatroon en/of golfgedreven stroming
	sedimenttransport	toename van slib- en zandtransport
geomorfologie	bodemreliëf	ontstaan van ontgrondingskuilen, graven van sleuven
	bodemsamenstelling	gebruik van beschermingsmateriaal, concentratie en uitspoeling van slib
	geomorfologische waarde	verstoring van bodemvormen, afvlakking van zand-golven

Omdat het plangebied deels overlapt met c.q. grenst aan de Bruine Bank volgt in paragraaf 6.3.2 een uitgebreide beschrijving van dit gebied. Hierbij wordt opgemerkt dat de begrenzingen van de Bruine Bank op dit moment niet vast staan, omdat het gebied nog niet is aangewezen als te beschermen gebied.

5.2 Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling

5.2.1 Huidige situatie hydraulica

De waterbeweging op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) is het resultaat van een samenspel tussen getijbeweging en golven. De waterbeweging varieert in ruimte en tijd en zorgt daarmee voor een variabele opwoeling, transport en depositie van zand en slib.

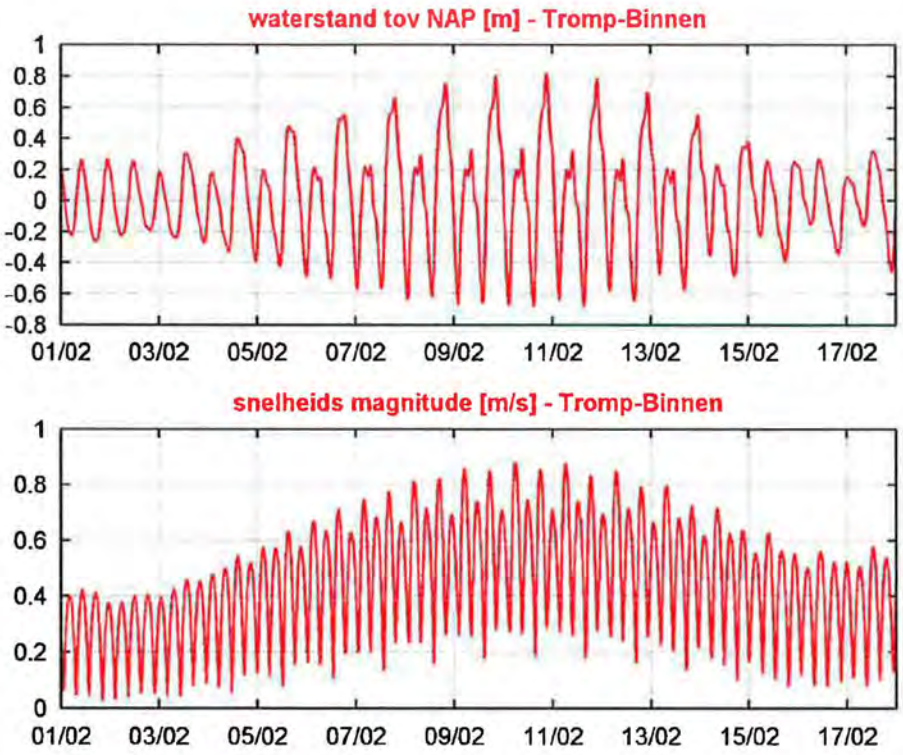
Getijbeweging

De waterbeweging als gevolg van het getij valt uiteen in het verticale getij ofwel de waterstandvariatie en de stromingen als gevolg hiervan, ook wel het horizontale getij genoemd. Zowel het verticale als het horizontale getij variëren in de tijd met de doodtij-springtij cyclus als gevolg van de fasevariatie van maan- en zongetij. Verder varieert het getij met de locatie als gevolg van de getijvoortplanting onder invloed van de Coriolis-versnelling (op het noordelijk halfrond hebben zeestromingen de neiging om naar rechts af te buigen als gevolg van deze versnelling) en de interne interactie van getijcomponenten.

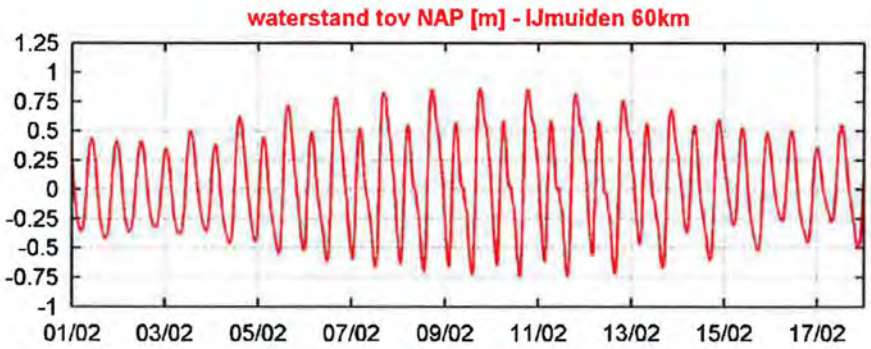
Langs de Nederlandse kust is er sprake van een netto reststroom in noordelijke richting die er onder andere voor zorgt dat zoet rivierwater uit het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg

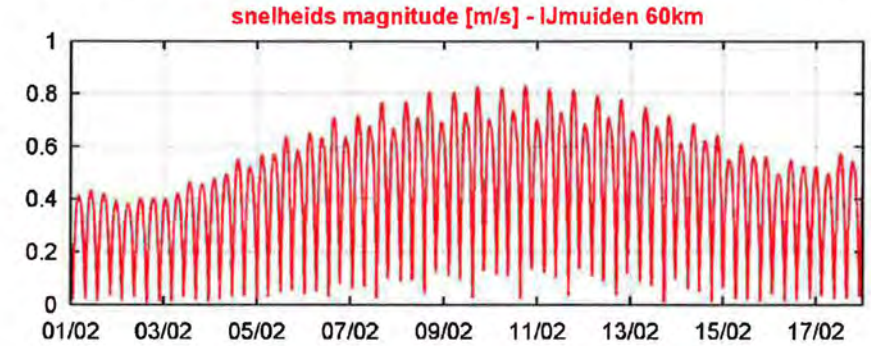
naar het noorden wordt getransporteerd. Windinvloeden kunnen de getijstroming tijdelijk sterk beïnvloeden en ook afwijkingen in de waterstanden veroorzaken (windopzet).

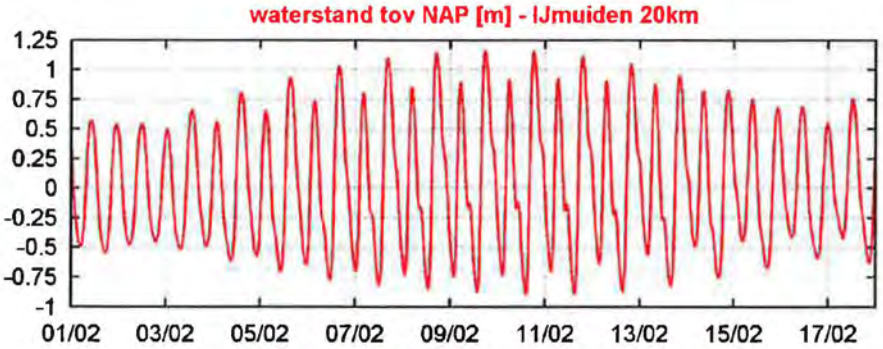
De waterdiepte op de locatie Tromp Binnen varieert van 20 tot 33 meter beneden GLLWS (gemiddelde van de laagste gemeten waterstand tijdens springtij). Langs de kabelroutes neemt de waterdiepte geleidelijk af tot 0 meter beneden GLLWS bij het aanlandingspunt. De lokale waterstandniveaus en stroomsnelheden in de huidige situatie zijn verkregen met het gekalibreerde Zuno-fijn model van Deltares. Het Zuno-model is gebaseerd op het Zuidelijke Noordzee model van Rijkswaterstaat en destijds door het WL / Delft Hydraulics (nu Deltares) opgezet in het kader van het Onderzoek Noordzee Lokatie (ONL Kust en Zeestudies); de kalibratie en validatie van het model wordt beschreven in Roelvink et al. (2001). Hiermee zijn gedurende een representatieve doodtij-springtijcyclus de waterstanden en stroomsnelheden op de locatie Tromp Binnen en op drie locaties langs de bijbehorende kabelroutes (op 60, 20 en 5 km van het aanlandingspunt bij Velsen-Noord) berekend. Waterstanden worden gegeven ten opzichte van NAP (Normaal Amsterdams Peil, in het zoekgebied ongeveer 1 meter boven GLLWS). De maximale waterstand gedurende springtij ligt in het windturbinepark op 0,84 meter boven NAP en de minimale waterstand bedraagt dan 0,76 meter beneden NAP. Naar de kust toe neemt de maximale waterstand toe tot 1,25 meter boven NAP en de minimale waterstand af tot 1,00 meter beneden NAP. De maximale getijdenstroming gedurende springtij is 0,94 m/s in het windturbinepark, en neemt langs de kabelroutes naar de kust toe af tot 0,85 m/s. Het verloop van de waterstandvariatie en snelheidsmagnitude op de locatie Tromp Binnen en langs de kabelroutes gedurende een springtij-doodtijcyclus in februari 2008 is weergegeven in figuur 5.1.

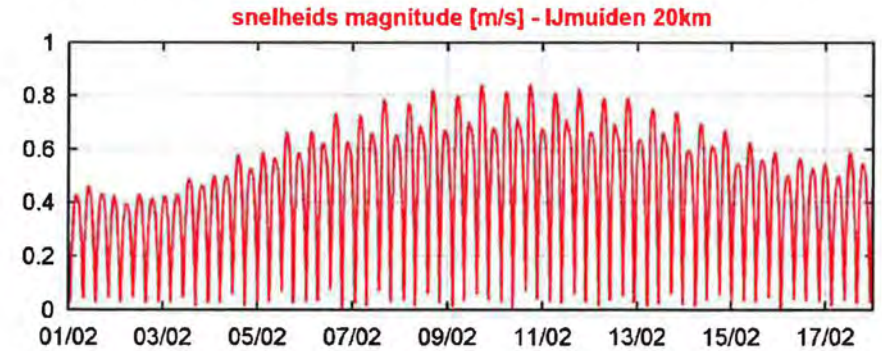


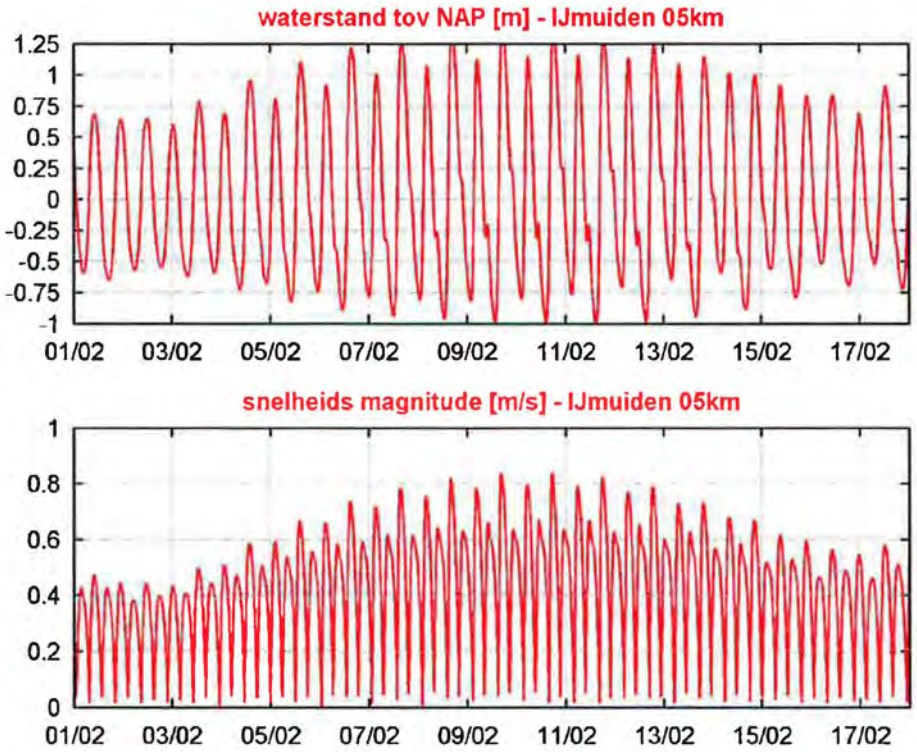
Figuur 5.1a Waterstandvariatie en snelheidsamplitude gedurende een springtij-doodtijcyclus in februari 2008 op de locatie Tromp Binnen (Deltares, 2008)


waterstand tov NAP [m] - IJmuiden 60km
1.25
1
0.75
0.5
0.25
0
-0.25
-0.5
-0.75
-1
01/02
03/02
05/02
07/02
09/02
11/02
13/02
15/02
17/02

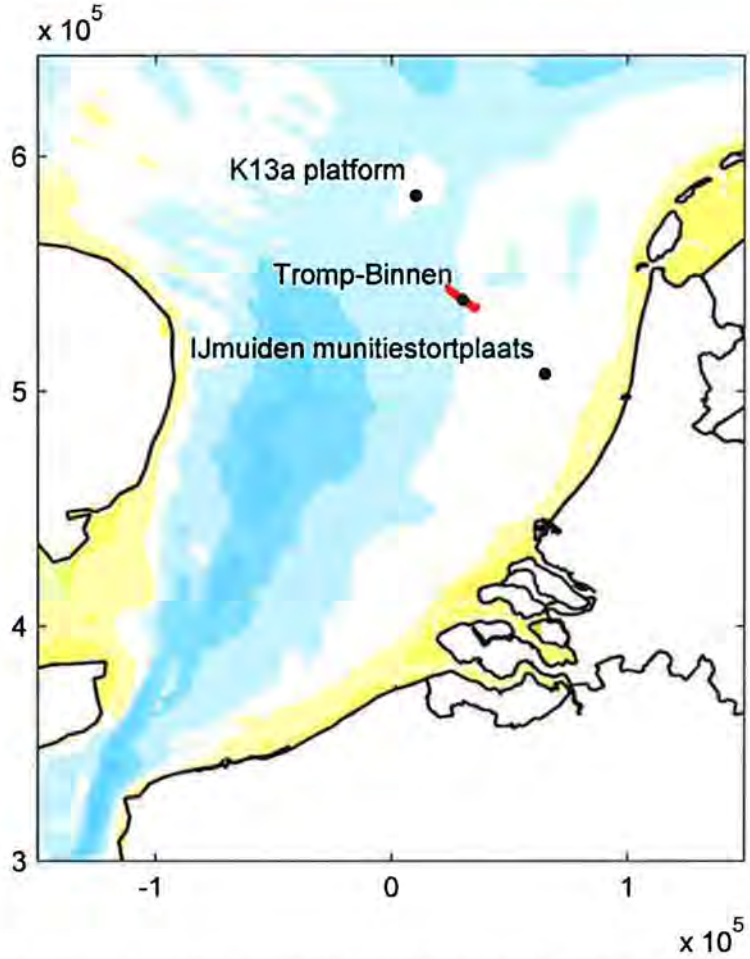

snelheids magnitude [m/s] - IJmuiden 60km
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
01/02
03/02
05/02
07/02
09/02
11/02
13/02
15/02
17/02


waterstand tov NAP [m] - IJmuiden 20km
1.25
1
0.75
0.5
0.25
0
-0.25
-0.5
-0.75
-1
01/02
03/02
05/02
07/02
09/02
11/02
13/02
15/02
17/02


snelheids magnitude [m/s] - IJmuiden 20km
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
01/02
03/02
05/02
07/02
09/02
11/02
13/02
15/02
17/02



Figuur 5.1b Waterstandvariatie en snelheidsamplitude kabelroute gedurende een springtij-doodtijcyclus in februari 2008 (Deltares , 2008)



Figuur 5.1c Locatie meetstations K13a en IJmuiden munitiestortplaats (Deltares, 2008)

Golfklimaat

Wind beïnvloedt niet alleen de getijbeweging, maar veroorzaakt ook golven. Het golfklimaat hangt dan ook nauw samen met het windklimaat (windrichting en snelheid). Gemiddeld bedraagt de significante golfhoogte in diep water voor het Nederlandse kustgebied zo'n 1 tot 1,5 meter en de gemiddelde golfperiode zo'n 4 tot 5 seconden. Onder stormcondities loopt deze significante golfhoogte in de Zuidelijke Noordzee op tot zo'n 6 meter en bedraagt de gemiddelde golfperiode om en nabij de 10 seconden.

Het golfklimaat op de locatie Tromp Binnen kan verder worden beschreven aan de hand van gevalideerde 3-uursmetingen over de periode 1979-2001 (www.golfklimaat.nl en Weerts en Diermanse, 2004). Dit is vooralsnog de meest betrouwbare dataset. De invloed van klimaatverandering op het wind- en golfklimaat is nog niet goed te voorspellen. Hier is uitgegaan

van de meetstations K13a en IJmuiden munitiehaven (zie figuur 5.1c) op een diepte van respectievelijk 30 meter en 21 meter ten opzichte van gemiddeld zeeniveau (tabel 5.2). De hoogste golven komen uit het noordwesten; in deze richting heeft de Noordzee een open verbinding met de Atlantische Oceaan en is de strijklengte (de ononderbroken afstand waarover de wind over het water kan waaien) van de wind daarom het grootst.

Tabel 5.2 De frequentie van voorkomen van golfhoogte/richtingsklassen over de periode 1979-2001 gegeven voor meetstation IJmuiden munitiestortplaats

frequentie van voorkomen golfhoogte/richtingsklassen IJmuiden munitiestortplaats 1979-2001												
dir (°N), H_{m0} (m)	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270	270-300	300-330	330-360
0-1	5,484	2,692	1,531	1,083	1,286	1,415	2,582	5,694	4,379	3,796	5,598	9,25
1-2	2,968	1,594	0,995	0,540	0,481	0,695	2,628	8,120	4,184	3,256	4,822	7,413
2-3	0,406	0,241	0,116	0,031	0,022	0,040	0,564	4,194	1,958	1,519	1,707	1,870
3-4	0,04	0,009	0,001	0,001	0,001	0,010	0,058	1,114	0,623	0,583	0,652	0,589
4-5	0,006	0,001	.	.	0,003	.	0,004	0,132	0,201	0,216	0,190	0,190
5-6	.	.	.	.	.	.	.	0,010	0,037	0,037	0,037	0,060
6-7	.	.	.	.	.	.	.	0,001	0,009	0,004	0,003	0,013
7-8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,003
8-9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9-10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

De website www.golfklimaat.nl geeft verder de parameters van de conditionele Weibull-verdeling (een type kansverdeling) waarmee extreme waarden kunnen worden bepaald voor zelf te kiezen overschrijdingsfrequenties en vice versa. In de tabellen 5.3, 5.4 en 5.5 worden overschrijdingskansen voor de significante golfhoogte, de gemiddelde en de piekperiode gegeven voor enkele karakteristieke frequenties.

Tabel 5.3 Overschrijdingskansen voor de significante golfhoogte voor enkele karakteristieke frequenties

overschrijdingskansen golfhoogte H_{m0} (m)				
meetstation	**10^{-1}**	**10^{-2}**	**10^{-3}**	**10^{-4}**
K13a platform	7,23	8,45	9,53	10,52
IJmuiden munitiestortplaats	6,69	7,71	8,57	9,33

Tabel 5.4 Overschrijdingskansen voor de gemiddelde golfperiode voor enkele karakteristieke frequenties

overschrijdingskansen gemiddelde periode T_{m02} (s)				
meetstation	**10^{-1}**	**10^{-2}**	**10^{-3}**	**10^{-4}**
K13a platform	8,80	9,57	10,21	10,76
IJmuiden munitiestortplaats	8,63	9,28	9,80	10,24

Tabel 5.5 Overschrijdingskansen voor de gemiddelde piekperiode voor enkele karakteristieke frequenties

overschrijdingskansen piekperiode T_p (s)				
meetstation	**10^{-1}**	**10^{-2}**	**10^{-3}**	**10^{-4}**
K13a platform	12,86	14,37	15,69	16,87
IJmuiden munitiestortplaats	12,65	14,01	15,15	16,04

Sedimenttransport

Sedimenttransport treedt op als gevolg van een combinatie van golf-, wind-, getij- en dichtheidsgedreven stromingen en golfeffecten. In de brekerzone dichtbij het strand wordt het transport meestal gedomineerd door het breken van golven en door golfgedreven stromingen in dwars- en langsrichting. Op dieper water vindt het sedimenttransport voornamelijk plaats als gevolg van getijgedreven stromingen.

Verder is het van belang een onderscheid te maken tussen zandtransport (korreldiameter tussen 0,063 en 2 mm) en slibtransport (diameter kleiner dan 0,063 mm). Zandtransport vindt voornamelijk plaats vlak boven de bodem en wordt gedomineerd door de maximale stroomsnelheden. Slibtransport daarentegen vindt meer homogeen over de waterkolom

plaats en wordt gedomineerd door reststromen[1]. Uitwisseling tussen water en bodem is daarbij van groot belang. Het merendeel van het slib in het Nederlandse deel van de Noordzee is afkomstig van de Vlaamse banken en het Kanaal, en wordt noordwaarts getransporteerd in een smalle band langs de kust. Slechts een klein deel is afkomstig uit de rivieren (Beets et al., 1992). Slib afkomstig van de Engelse oostkust bereikt het Nederlands Continentaal Plat pas ter hoogte van locatie Tromp Binnen en beweegt zich van daaruit verder naar het oost-noordoosten, richting Duitse Bocht.

In de actieve zone (de zone tussen 8 meter beneden NAP en 3 meter boven NAP) treedt het grootste transport op. In deze zone zijn golfgedreven transporten dominant. Het netto transport in noordelijke, kustlangse richting en in kustwaartse richting bedraagt in deze actieve zone circa 100.000 tot 500.000 m^3 per jaar (Van Rijn, 1994; 1995). De havenhoofden van Rotterdam, IJmuiden en Scheveningen verstoren het kustlangse sedimenttransport met als gevolg een afwisselend patroon van erosie en sedimentatie langs de kust. Ook natuurlijke omstandigheden beïnvloeden het erosie- en sedimentatiepatroon langs de kust (Lorenz et al., 1991). Het netto langstransport op 20 meter beneden NAP, enkele tientallen kilometers uit de kust, is eveneens noordwaarts en ligt tussen de 25 en 75 m^3 per meter per jaar.

Het slibgehalte is direct van invloed op de troebelheid van het zeewater. Wind, getijstromingen en golven zijn daarbij de onderliggende factoren. De troebelheid langs de Hollandse kust neemt zeewaarts af. Gemiddeld is de slibconcentratie in de zomer zo'n 4-5 mg/l op de Noordzee en 10-20 mg/l langs de kust. In de winter bedragen deze concentraties respectievelijk 5-10 mg/l en 30-100 mg/l. Nabij het geplande windturbinepark is het stofgehalte in de zomer < 5-8 mg/l en in de winter 5-16 mg/l, zoals afgeleid uit een door het Instituut voor Milieuvraagstukken uitgevoerde middeling van SeaWifs satellietbeelden (RIKZ, 2002). Langs het bijbehorende kabeltracé neemt het stofgehalte kustwaarts toe tot 12 mg/l (zomer) en > 28 mg/l (winter). De troebelheid van het water in de kustzone wordt naast natuurlijke slibtoevoer bij goed weer ook bepaald door dumping van baggerspecie op zee en door opwerveling tijdens stormen. Bij storm neemt de concentratie gesuspendeerd materiaal met name in de kustzone sterk toe (Suijlen & Duin, 2001), waarbij het stofgehalte kan oplopen tot 1000 mg/l (Eisma, 1981).

---

[1] De netto resulterende waterstroom van eb en vloed, wordt in het algemeen beïnvloed door de rotatie van de aarde en de ligging van de continenten; langs onze kust is deze reststroom noordwaarts gericht en heeft een snelheid van ongeveer 200 meter per uur of circa 5 km per etmaal

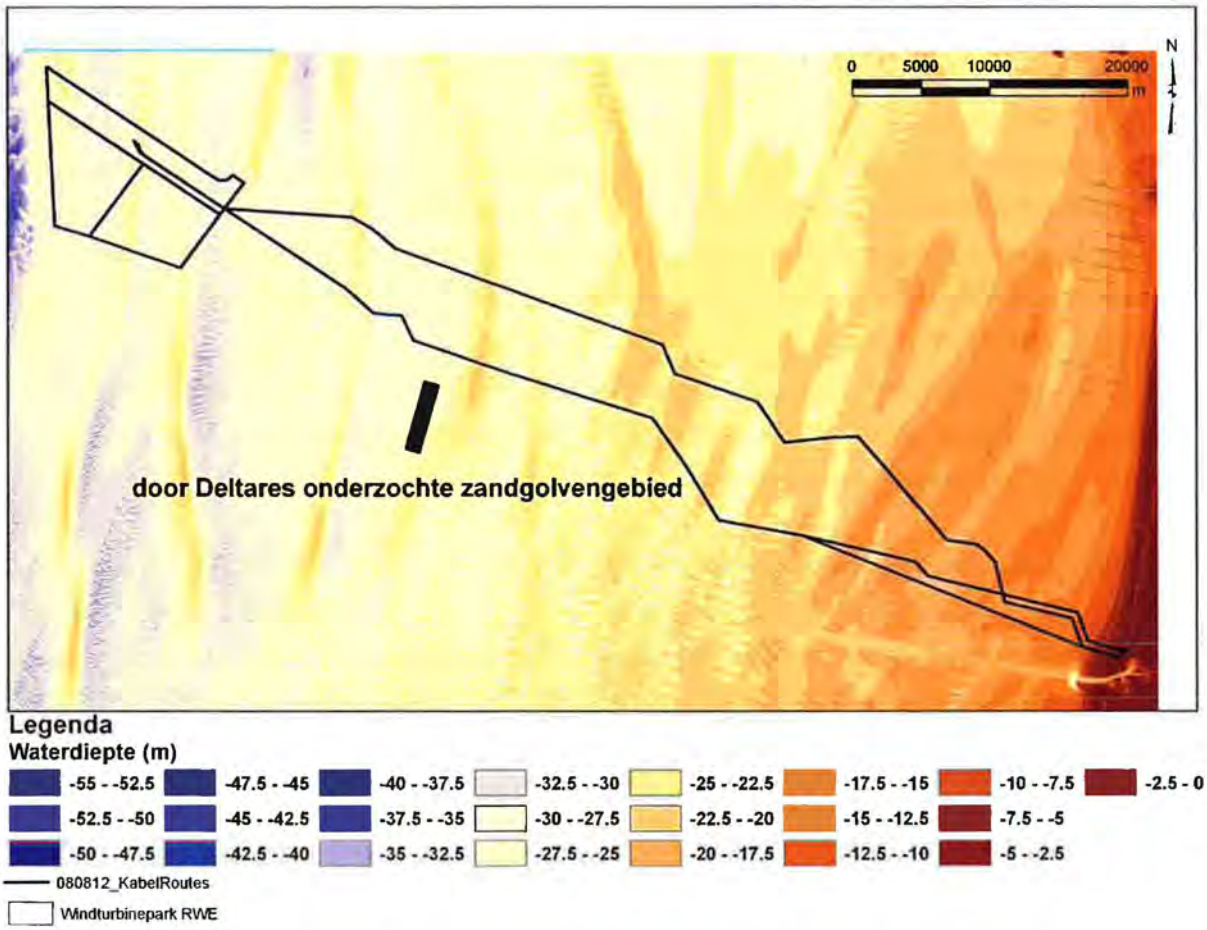
5.2.2 Huidige situatie geomorfologie

Bodemreliëf

Het reliëf van de Noordzeebodem is het resultaat van de omwerking door mariene processen van sedimenten en landvormen die tijdens de ijstijden zijn gevormd. In het windturbinepark en langs bijbehorende kabelroutes is van de oorspronkelijke, door rivieren en ijs gevormde landvormen niets meer over (figuur 5.2). Het gebied kan worden opgedeeld in:

- de eigenlijke zeebodem of shelf (de vlakke zone zeewaarts van ongeveer 15 meter beneden NAP, in blauw)
- de vooroever (de hellende zone tussen 15 meter en 8 meter beneden NAP, in geel)
- de actieve zone (de zone tussen 8 meter beneden en 3 meter boven NAP, in rood)
- de toegangsgeul tot de haven van IJmuiden.

De horizontale resolutie van het standaard bathymetrische grid is 200 x 200 m, evenals die van de overige grids (figuren 5.3, 5.4 en 5.5). Deze resolutie is bepaald door de dichtheid van waterdieptegegevens voor het Nederlands Continentaal Plat. Hoewel lokaal gegevens beschikbaar zijn die een veel hogere resolutie hebben, rechtvaardigt het totale databestand het algemene gebruik van zo'n hoge resolutie niet. De meeste gegevens, met name ook die van het windturbinepark en de bijbehorende kabelroutes, komen van zogenaamde single-beam lodingen, metingen die langs lijnen zijn gedaan. De verschillende lijnen die samen het databestand vormen, bevinden zich op een onderlinge afstand van 150 meter, waarmee vergridding tot 75 x 75 meter mogelijk is (figuur 5.2).



Figuur 5.2 Bathymetrie van windturbinepark Tromp Binnen en bijbehorende kabelroutes. Het zwart gemarkeerde gebied geeft aan waar het door Deltares onderzochte zandgolvengebied ligt ten opzichte van de kabeltracés (bron: Deltares)

De grootschalige morfologie van het windturbinepark wordt bepaald door een serie getijbanken met een noord-zuid oriëntatie. Deze getijbanken zijn kilometers breed en tientallen kilometers lang. De toppen van de getijbanken liggen op een minimale diepte van ongeveer 20 meter beneden LAT (laagste astronomische getij, ongeveer gelijk aan GLLWS). De troggen van de getijbanken liggen op een maximale diepte van 33 meter beneden LAT. De getijbanken zijn asymmetrisch (Cameron et al., 1992; Dyer & Huntley, 1999), met een steilere oost- dan westflank. Er zijn aanwijzingen dat de getijbanken netto in oostwaartse richting bewegen maar de precieze snelheid van deze migratie is onbekend. Het netto sedimenttransport is meer noordwaarts gericht, wat zichtbaar is in de oriëntatie van de op de getijbanken gelegen zandgolven. Deze bodemvormen zijn een stuk kleiner dan de getijbanken, maar met een golflengte van enkele honderden meters en een amplitude (diepteverschil

tussen toppen en troggen) van ongeveer 3 meter nog steeds relevant voor het windturbinepark. Detailmetingen aan 2 meter hoge en ruim 200 meter lange zandgolven op enkele tientallen kilometers ten zuidoosten van het windturbinepark (5 metingen in 1,5 jaar, zoals figuur 5.2) laten zien dat deze bodemvormen hier met een snelheid van ongeveer 2 meter per jaar in noordelijke richting migreren (Van Dijk & Kleinhans, 2005; Van Dijk et al., 2008). De migratiesnelheid van zandgolven varieert echter sterk (nabij Texel bijvoorbeeld ongeveer 20 meter per jaar), waardoor bovengenoemde migratiesnelheid met enige voorzichtigheid moet worden beschouwd. De zandgolven hebben een westnoordwest-oostzuidoost oriëntatie. Op de zandgolven bevinden zich megaribbels (met een golflengte van maximaal enkele tientallen meters en een hoogte van enkele decimeters) en daarop nog kleinere ribbels, maar deze snel bewegende bodemvormen hebben geen invloed op het windturbinepark. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en veranderen tijdens stormen vaak van vorm. De meest kleinschalige bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op alledaagse hydrodynamische processen, maar worden daarnaast sterk beïnvloed door de boomkorvisserij.

De diverse kabelroutes doorkruisen voor meer dan de helft van hun lengte vanaf het park in de richting van de kust een morfologie van getijbanken met daarop zandgolven. Richting de kust worden zowel de toppen als de troggen van de getijbanken steeds ondieper. Ook worden naar de kust toe de zandgolven steeds lager tot ze op ongeveer 20 km uit de kust verdwijnen. In dit bereik en verder naar de kust toe bevinden zich kustaangehechte banken met een zuidzuidwest-noordnoordoost oriëntatie die onder een hoek naar de kustlijn lopen. De laatste paar kilometer naar de kustlijn neemt de waterdiepte af van ongeveer 15 meter tot 0 meter beneden LAT: de onderwateroever.

De zeebodem van het windturbinepark en bijbehorende kabelroutes is continu aan verandering onderhevig. Deze verandering, welke valt binnen het dynamische evenwicht, wordt veroorzaakt door het optreden van gradiënten in het zandtransport op verschillende tijd- en ruimteschalen.

Het plangebied voor het windturbinepark ligt op de shelf[2]. In vergelijking met de vooroever en de actieve zone is de shelf tamelijk stabiel. De vooroever en de actieve zone, welke door de bijbehorende kabelroutes worden doorkruist, vertonen in vergelijking met de shelf een grote dynamiek. Dit is voornamelijk toe te schrijven aan een combinatie van golven en stroming. Binnen de actieve zone treedt het grootste sedimenttransport op en zijn de golfgedreven transporten het belangrijkst. Langs het grootste gedeelte van de Hollandse kust komen

[2] Dit is de voortzetting van het vaste land onder water met een flauwe glooiing van gemiddeld 1:500; landwaarts bevindt zich de steilere onderwateroever en zeewaarts de steilere continentale helling naar de diepzee

brandingsruggen (of brekerbanken) voor. Deze brandingsruggen zijn voortdurend in beweging, waarbij met name tijdens stormperioden grote verplaatsingen optreden.

Bodemsamenstelling

Voor de grids van gemiddelde korrelgrootte, slibgehalte en grindgehalte (figuren 5.3, 5.4 en 5.5) is de gebruikte gridcelgrootte van 200 x 200 m^2 in feite te gedetailleerd. Er zijn onvoldoende datapunten (figuur 5.6) in de door Deltares beheerde nationale database om een betrouwbare interpolatie met deze resolutie te verrichten. Door bij de interpolatie gebruik te maken van de gekwantificeerde relatie tussen waterdiepte en gemiddelde korrelgrootte, kan de korrelgroottekaart op deze resolutie toch als betrouwbaar worden gezien. De slib- en grindkaarten vertonen dermate weinig laterale variatie dat ook deze, ondanks de te hoge resolutie, betrouwbaar zijn.

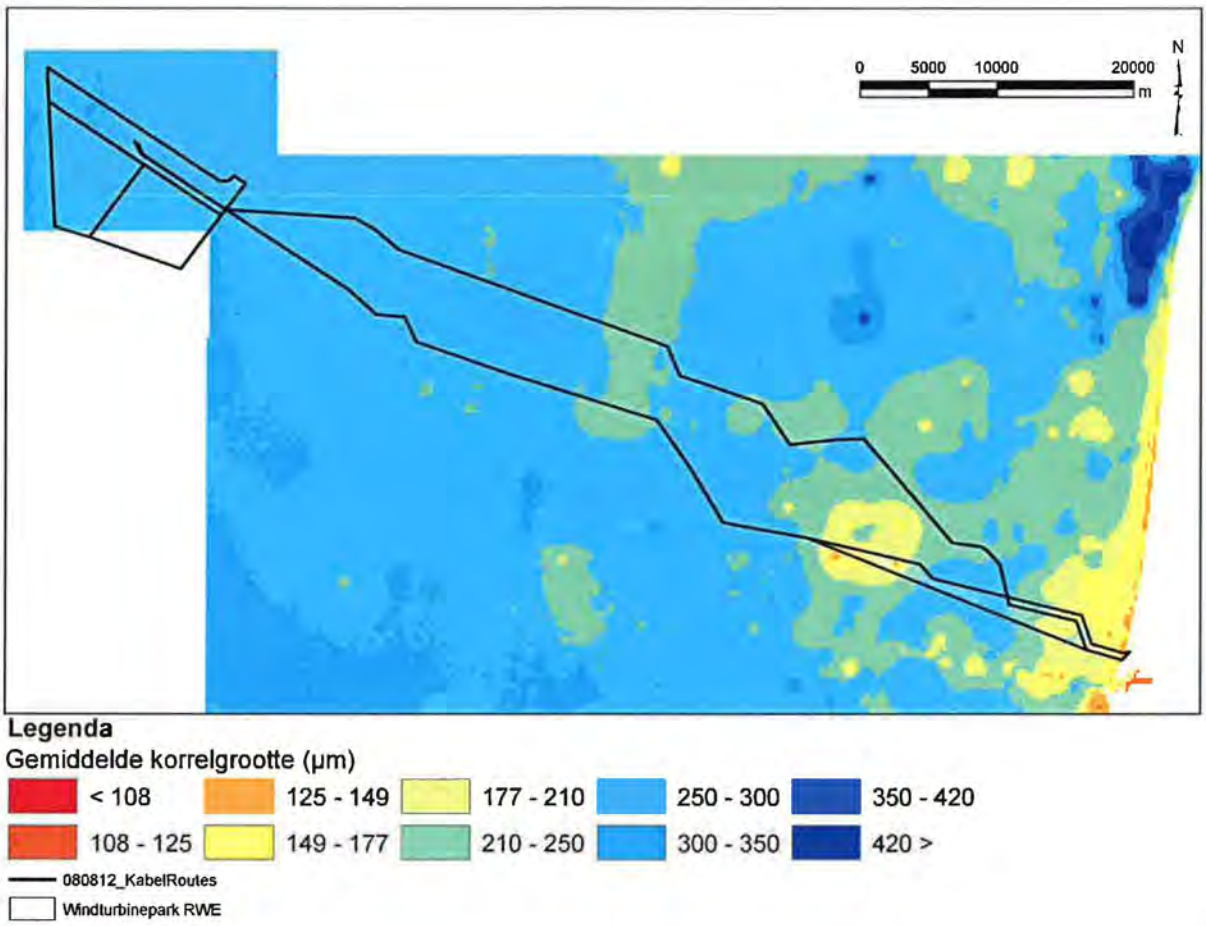
De gemiddelde korreldiameter van oppervlaktesediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. In het zandgolvengebied dat zich uitstrekt ten westen van de Hollandse en Zeeuwse kust wordt de gemiddelde korrelgrootte van de kust naar dieper water steeds grover (figuur 5.3). Ook in het slibgehalte van het zeebodemsediment (figuur 5.4) komt dit patroon terug, met hogere slibconcentraties nabij de kust.

De zandfractie van het oppervlaktesediment in het windturbinepark heeft een gemiddelde korrelgrootte van 250-350 µm: fijn zand volgens NEN-classificatie 5104 (Nederlands Normalisatie Instituut, 1989). Het zand is iets grover in de troggen (300-350 µm) dan op de toppen van de getijbanken (250-300 µm) maar de verschillen zijn subtiel. In de richting van de kust wordt de zandfractie steeds fijner. Vooral langs de zuidelijke kabelroutes bevindt zich veel fijn zand met een gemiddelde korrelgrootte van 150-250 µm. Bij de aanlandingspunten van de kabelroutes komt plaatselijk ook zeer fijn zand (< 150 µm) voor.

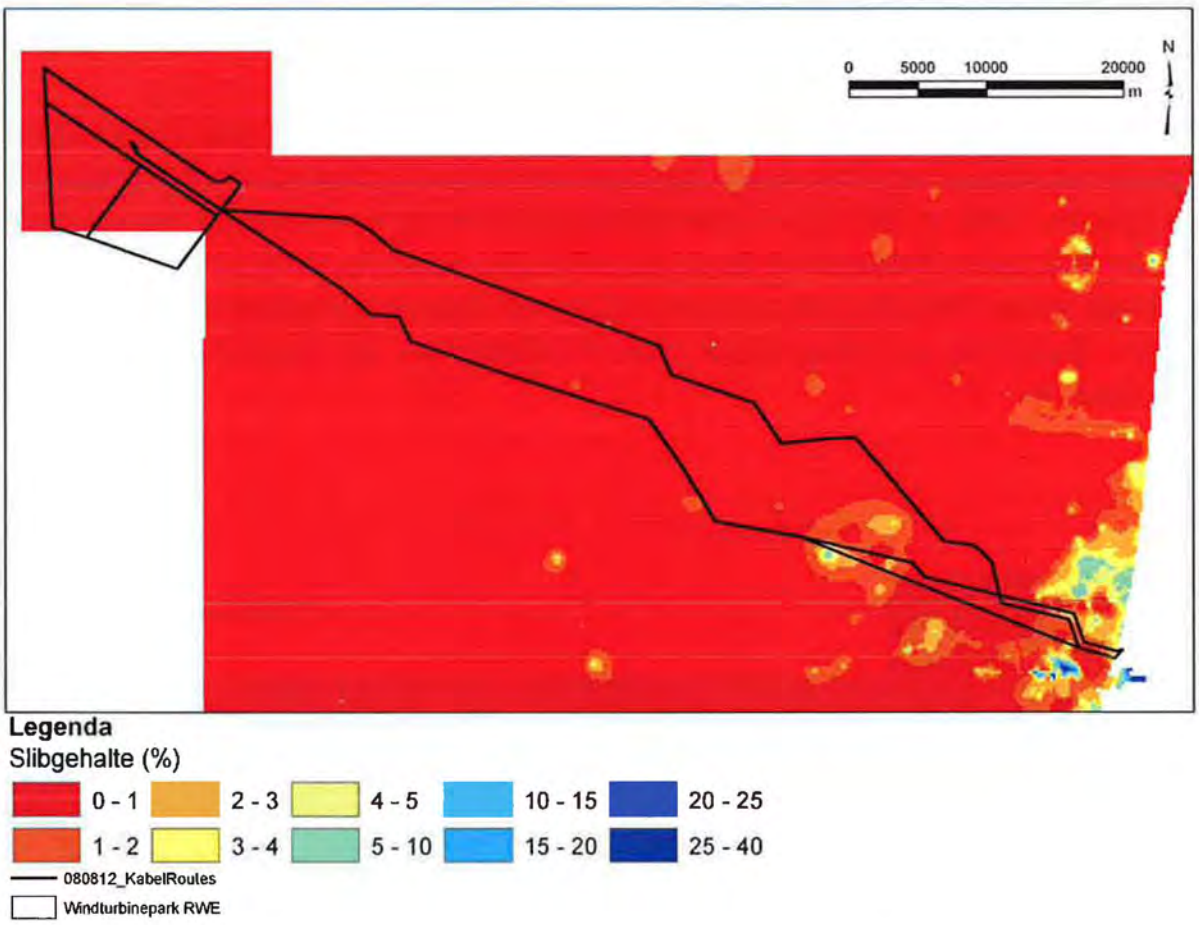
Het slibgehalte van het oppervlaktesediment in het windturbinepark is erg laag. Analyses geven waarden te zien van minder dan 1%. Hoewel vergelijking van de modernste methode (gebruik van laser particle sizer na voorbehandeling van sediment) met in het verleden standaard gebruikte methode (nat zeven van de slibfractie) uitwijst dat deze laatste methode tot een onderschatting van het slibgehalte kan leiden, zal het slibgehalte zeker beneden de 2% liggen. Het grootste deel van de kabelroutes ligt in een zone met een gekarteerd slibgehalte van 1%. Alleen de zuidelijke routes doorkruisen op ongeveer viervijfde van hun lengte een klein gebied met slibgehaltes van maximaal 4%. Pas in de laatste kilometers voor het aanlandingspunt nemen de slibgehaltes van het oppervlaktesediment aanzienlijk toe. Hier worden door de erosie van de onderwateroever als gevolg van de terugschrijdende kust

oudere kustafzettingen blootgelegd die meer slib bevatten dan het moderne zeezand dat door golven en getij voortdurend in beweging is. Ook bevindt dit gebied zich binnen de invloedssfeer van de haven van IJmuiden.

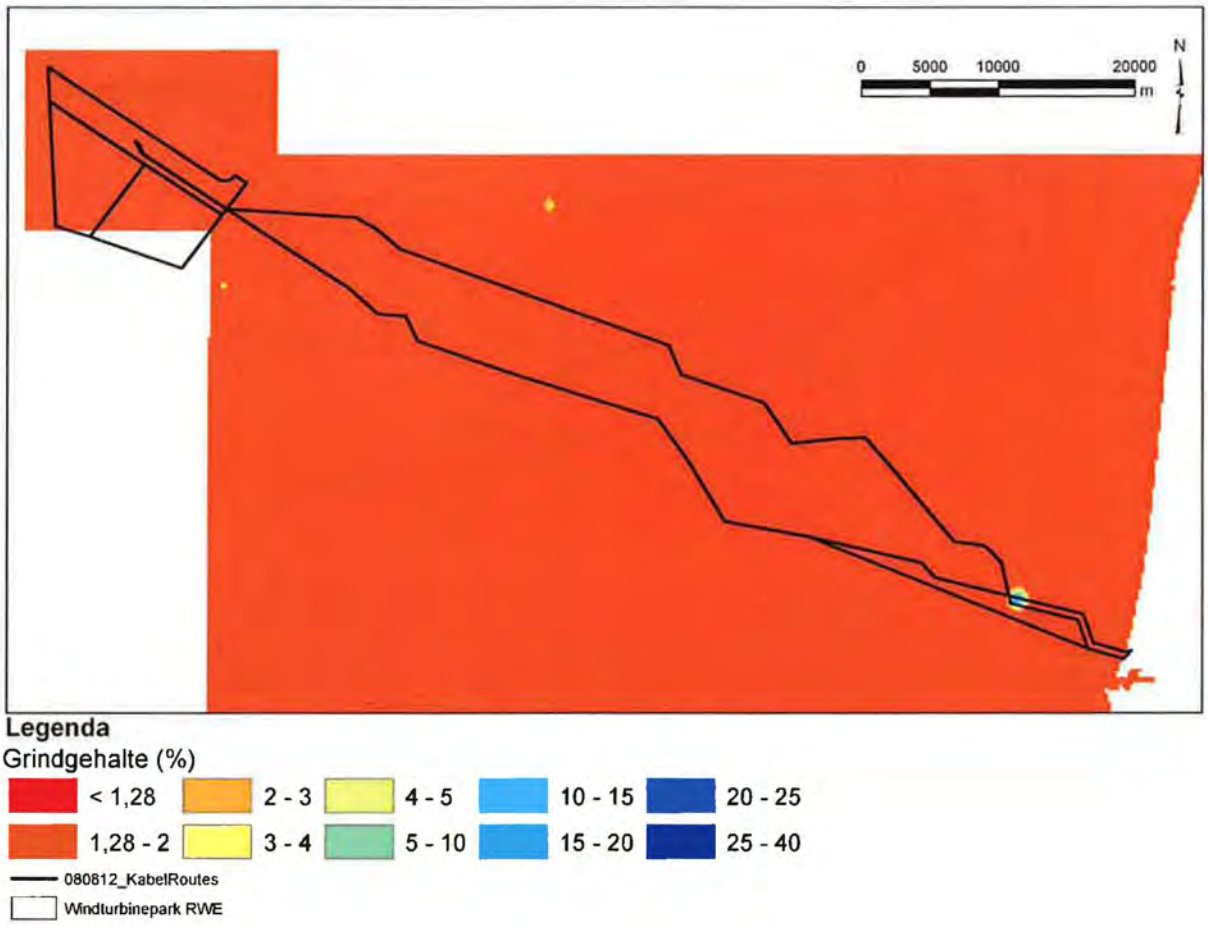
Het grindgehalte (figuur 5.5) van het oppervlaktesediment in het windturbinepark is erg laag, gemiddeld minder dan 2%. In alle gevallen gaat het om schelpen en schelpfragmenten grover dan 2 mm, en dus niet om grind dat bestaat uit afgebroken gesteente. Het grindgehalte van het oppervlaktesediment langs de kabelroutes is net als in het windturbinepark gemiddeld minder dan 2%. Ook hier gaat het om schelpen en schelpfragmenten grover dan 2 mm. Slechts op een enkele locatie, langs de kabelroutes, zijn hogere waarden (10-15%) aangetroffen.



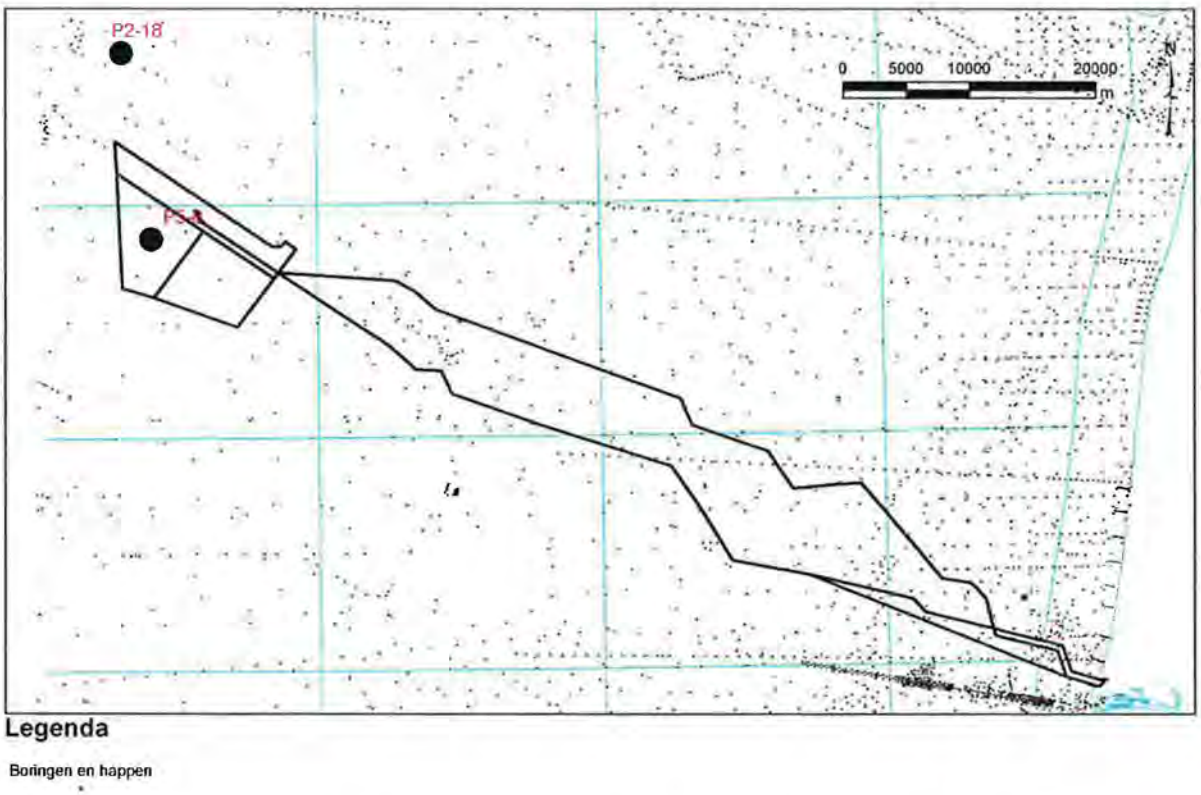
Figuur 5.3 Gemiddelde korrelgrootte van de zandfractie van het zeebodemsediment (bron: Deltares)



Figuur 5.4 Slibgehalte van het zeebodemsediment (bron: Deltares)



Figuur 5.5 Grindgehalte van het zeebodemsediment (bron: Deltares)



Figuur 5.6 Beschikbare boringen (informatie over bovenste 1 tot 30 m) en happen (informatie over bovenste decimeters) (bron: Deltares)

De toplaag op locatie Tromp Binnen bestaat uit schelpenhoudend, fijn tot matig grof zand. De dikte van deze eenheid (Bligh Bank Laagpakket van de Southern Bight Formatie, zie Rijsdijk et al., 2005) is enkele meters; het gaat om de actieve laag die op de tijdschaal van decennia (levensduur van het park) wordt omgewerkt. Onder deze actieve laag bevinden zich alleen lagen die onder natuurlijke omstandigheden op een tijdschaal van decennia niet zullen worden verstoord door erosie. Direct onder het Bligh Bank Laagpakket liggen enkele meters zeer fijn tot fijn zand, plaatselijk met sliblaminaties (enkele millimeters dikke laagjes slib) en veendetritus (stukgeslagen veenresten die ergens anders weer zijn afgezet). Deze eenheid is op oude kaarten aangeduid als Elbow Formatie maar behoort in feite tot de Naaldwijk Formatie, een verzameling van kustnabije getijgeul-, wad- en onderwateroeverafzettingen.

Deze Holocene zanden bedekken stugge klei die behoort tot het Brown Bank Laagpakket van de Eem Formatie. In de klei bevinden zich lokaal zand- en siltlagen. De maximale dikte van deze eenheid is ongeveer 8 meter en de top ligt tussen de 3 en 10 meter onder de

zeebodem. De klei is afgezet voor het begin van de laatste ijstijd, in de warme Eem-periode (Cameron et al., 1984).

In het noordwestelijke deel van de locatie Tromp Binnen is mogelijk ook nog maximaal 2 meter kalkloos zeer fijn tot fijn zand van de Boxtel Formatie aanwezig (voormalige Twente Formatie). Dit zand is door de wind afgezet tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien.

Onder het Brown Bank Laagpakket ligt fijn tot matig grof zand met schelpfragmenten, behorende tot de Eem Formatie. Dit zand vormt een pakket van ongeveer 5 meter dik en is afgezet tijdens een mariene transgressie in de warme periode voor de laatste ijstijd. De onderliggende fijne tot matig grove zanden van de Egmond Ground Formatie zijn moeilijk van de Eem Formatie te onderscheiden. Ook dit zijn transgressieve (door een oprukkende, het land overspoelende zee afgezette) mariene sedimenten, maar dan uit een nog eerdere warme periode, het Holstein interglaciaal. Ze vormen een pakket van ongeveer 8 meter dik.

Ten slotte liggen onder deze mariene eenheden rivierafzettingen van de Yarmouth Roads Formatie. Het gaat om fijn tot matig grof zand met laminaties van stugge klei. Deze formatie bereikt een dikte van ongeveer 150 meter en bestaat naast rivierzand ook uit inschakelingen van estuariene, getij- en kustafzettingen, gevormd in een deltaisch milieu.

Tabel 5.6 Bodemopbouw en stratigrafie van de locatie Tromp Binnen, voornamelijk gebaseerd op boringen P2-18 en P-5-8 (Fugro, 2008)

diepte beneden zeebodem (m)	dikte (m)	lithologie	stratigrafische eenheid	Ouderdom
0	1-3	schelpenhoudend fijn tot matig grof zand	Bligh Bank Laagpakket	Holoceen
3	0-5	slibhoudend zeer fijn tot fijn zand met sliblagen en veendetritus	Naaldwijk Formatie	Holoceen
7	0-2	kalkloos zeer fijn tot fijn zand	Boxtel Formatie	Pleistoceen (laat Weichsel)
7	3-8	stugge klei met zand- en siltlagen	Brown Bank Laagpakket	Pleistoceen (laat Eem tot vroeg Weichsel)
15	3-8	fijn tot matig grof zand met schelpgruis	Eem Formatie	Pleistoceen (Eem)

diepte beneden zeebodem (m)	dikte (m)	lithologie	stratigrafische eenheid	Ouderdom
20	0-10	fijn zand met sliblagen en glimmers	Egmond Ground Formatie	Pleistoceen (Holstein)
25	<150	slibhoudend, fijn tot middelgrof zand	Yarmouth Roads Formatie	Pleistoceen (Waale tot Elster)

Langs de kabelroutes

Langs de kabelroutes verandert de bodemopbouw in landwaartse richting.

De actief eroderende en sedimenterende toplaag bestaat ook hier uit schelpenhoudend, fijn tot matig grof zand. De dikte van deze eenheid (Bligh Bank Laagpakket van de Southern Bight Formatie) is enkele meters. Onder deze actieve laag bevindt zich op veel plaatsen zeer fijn tot fijn zand, plaatselijk met sliblagen en veenresten. Deze eenheid behoort tot de Naaldwijk Formatie. Naar de kust toe wordt de Naaldwijk Formatie steeds dikker. De basis van de betreffende onderwateroeverafzettingen ligt ruim 20 meter beneden NAP en de top enkele meters onder de zeebodem (direct onder het Bligh Bank Laagpakket) zodat nabij de kustlijn een dikte van 20 meter wordt bereikt.

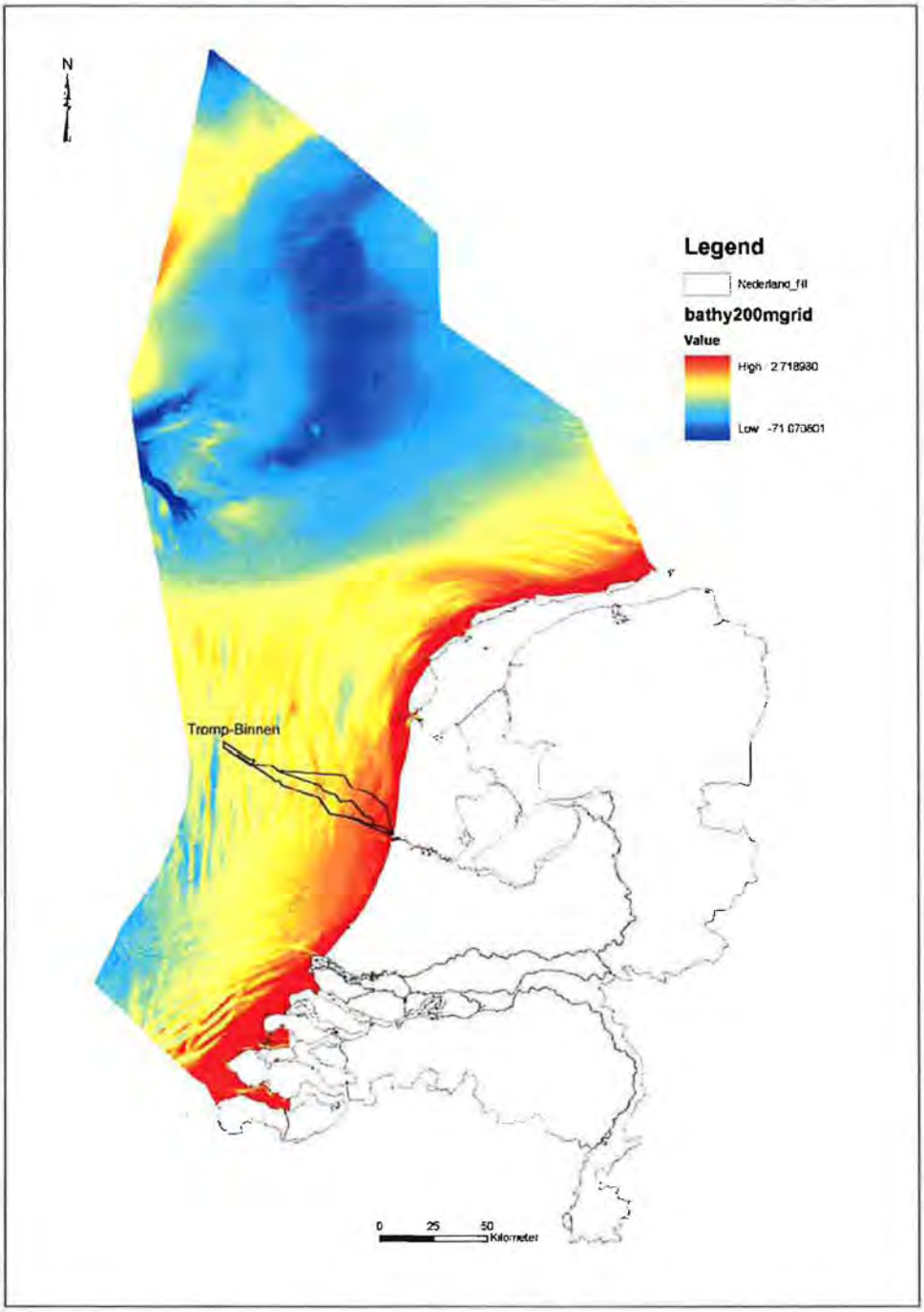
De Holocene zanden bedekken alleen in het meest westelijke bereik van de kabelroutes nog de stugge klei die behoort tot het Brown Bank Laagpakket van de Eem Formatie. Verder oostwaarts behoort de eenheid die de top van het Pleistoceen vormt tot de Eem Formatie (westelijke en oostelijke deel van de kabelroutes), de Boxtel Formatie (centrale deel van de kabelroutes en aanlandingspunt) of de Kreftenheye Formatie (centrale deel van de kabelroutes).

De Eem Formatie wordt vertegenwoordigd door een pakket van ongeveer 5 meter dik en is afgezet tijdens een mariene transgressie in de warme periode voor de laatste ijstijd. De Boxtel Formatie omvat maximaal 2 meter kalkloos zeer fijn tot fijn zand, door de wind afgezet tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien. Onder dit zand ligt meestal een laag grindhoudend zand met verweerde schelpen, behorende tot de Kreftenheye Formatie. Het gaat om rivierafzettingen met een dikte tot meer dan 10 meter die net als de Boxtel Formatie tijdens de laatste ijstijd zijn gevormd.

Geomorfologische waarde van de zeebodem

De geomorfologische bodemvormen die in het windturbinepark en langs de kabelroutes liggen, zijn getijbanken en tussenliggende troggen, zandgolven, kustaangehechte banken en de onderwateroever met brandingsbanken. Deze veelal mobiele bodemvormen hebben grote invloed op bijvoorbeeld het sedimenttransport, de kustveiligheid en de stabiliteit van kabels en leidingen die op de bodem van de Noordzee liggen. Ze zijn ook deels sturend voor de ecologie, en daarmee een belangrijk onderdeel van mariene habitats. Geen van de genoemde bodemvormen is exclusief in het onderzochte gebied aanwezig. Ze komen alle in een veel groter deel van de zuidelijke Noordzee voor (figuur 5.7), en het aandeel van het plangebied in het totaal areaal van het Nederlands Continentaal Plat is dan ook minder dan 1%.

Grindbanken en schelpenbanken zijn in veertig jaar marien bodemonderzoek door de Rijks Geologische Dienst en haar opvolgers (TNO-NITG Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen) niet in het gebied aangetroffen. Zandbanken zijn wel aanwezig, maar de economische waarde van deze bodemvormen kan zonder nader onderzoek niet worden bepaald. Wel is het zo dat de zandbanken binnen de locatie Tromp Binnen slechts een fractie van het totale oppervlak aan zandbanken op het Nederlands Continentaal Plat vormen.



Figuur 5.7 Bathymetrie van het Nederlands Continentaal Plat, waarin de grote verbreiding van de belangrijkste bodemvormen zichtbaar is (rood is ondiep, blauw is diep). Het gele gebied geeft ruwweg aan waar zich getijbanken bevinden. Het zandgolvengebied komt daar ongeveer mee overeen, maar strekt zich niet ten noorden van Texel uit. Het rode gebied geeft de verbreiding van de onderwateroever, met in het zeewaartse deel daarvan de kustaangehechte banken.

5.2.3 Autonome ontwikkeling

In de autonome ontwikkeling doen zich geen veranderingen voor die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk zullen beïnvloeden. De situatie bij voortgaande autonome ontwikkeling wijkt daardoor nauwelijks af van de huidige situatie. Alleen de kustveiligheid is bij autonome ontwikkeling in het geding. Indien suppletiemaatregelen ter compensatie van de gevolgen van zeespiegelstijging bij de "autonome" ontwikkeling zijn inbegrepen, vinden ook in dit milieu geen wezenlijke veranderingen plaats. Dit blijkt onder andere uit de zogenaamde kustlijnkaarten (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998). Deze kaarten tonen een grotendeels stabiel beeld voor de Hollandse kust.

5.3 Effecten op hydraulica

5.3.1 Aanlegfase

Getijbeweging en golfklimaat
Gedurende de aanleg van het windturbinepark en de kabels zullen schepen en werktuigen het stroombeeld en golfklimaat tijdelijk lokaal beïnvloeden. In het licht van de natuurlijke variatie kunnen deze veranderingen als verwaarloosbaar worden beschouwd.

Vertroebeling en sedimenttransport
Bij de aanleg van het windturbinepark zal tijdens het plaatsen van de turbines en de funderingen en het aanleggen van de parkbekabeling tijdelijk verhoogde troebelheid en sedimenttransport optreden. Daarbij veroorzaakt de kabelaanleg de meeste bodemberoering aan de oppervlakte: ongeveer 2 miljoen kubieke meter sediment zal worden verplaatst. Plaatsing van tripods, jackets of monopalen zal zelfs bij volledige verstoring en suspensie van het zeebodemsediment tot een diepte van 5 meter slechts 2.000 tot 15.000 kubieke meter sediment in de waterkolom brengen.

Bij het uitgraven van de bodem (circa 1-3 m) voor plaatsing van GBS (Gravity Based Structure) komt ongeveer 4.200 m^3 vrij (berekend voor één turbine op basis van de afmetingen van de funderingskuil). Deze 4.200 m^3 is berekend op basis van een gemiddelde diameter van de funderingskuil van 42 meter en een gemiddelde diepte van ongeveer 3 meter.[3] In de GBS vereist een ballastering van circa 5.100 ton zand. De GBS zal gevuld worden met een water-zandmengsel. Het volumegewicht van met water verzadigd zand bedraagt circa 1,5 ton/m^3.

[3] Niebeek, Technische uitwerking bouw/installatiefase offshore windmolenpark Tromp Binnen, december 2008.

Het daarvoor benodigde volume van de zandvulling zou dan circa 2.550-3.400 m^3 zijn, afhankelijk van de waterverzadiging. Dit heeft tot gevolg dat gemiddeld ongeveer 250.000 kubieke meter (=60[4]*4.200m^3) zeebodemsediment zal worden verplaatst. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (< 2%) zal veel van het omgewoelde sediment (de zandfractie) snel weer bezinken. Dit geldt zowel voor de bodemberoering ten gevolge van de kabelaanleg als de bodemberoering ten gevolge van aanleg van funderingen.

Voor meer informatie over troebeling als gevolg van aanleg interne bekabeling en 'Gravity Based' funderingen wordt verwezen naar paragraaf 8.4.4.

Erosiebescherming
Door stroming rond de geplaatste constructie zouden ontgrondingskuilen kunnen ontstaan (scour). Om dit te voorkomen wordt erosiebescherming tot een afstand van 6-10 meter rondom de GBS aangebracht. De totale hoeveelheid erosiebescherming bedraagt circa 8.000 ton per fundering.

Zoals in hoofdstuk 3 van dit MER beschreven, zijn er drie varianten voor de aanlegtechniek van de kabel: jetten, baggeren en ploegen. De mate van bodemverstoring en vertroebeling varieert licht per techniek maar is in alle gevallen zeer beperkt in vergelijking met effecten van regulier baggeren en visserij nabij de bodem. Voor het windturbinepark Tromp Binnen wordt als voorkeursvariant uitgegaan van jetting van de kabels.

Bij jetting van de parkbekabeling is de verwachting dat de extra troebelheid in de orde van 50 mg/liter tot maximaal 500 mg/liter (dichtbij het baggeren / ploegen) kan bedragen (Eisma, 1981). Recente simulaties met een slibverspreidingsmodel (Svasek, 2004) voor de BritNed-kabel geven aan dat de verwachte verhoging na 1 getij beperkt blijft tot maximaal 65 mg/l, en gemiddeld beperkt blijft tot 1 (kustzee) tot 3 (open Noordzee) mg/l. Deze verhoging van de troebelheid valt binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De troebelheid van zeewater is in normale situaties ongeveer 4-10 mg/liter (10-100 mg/liter nabij de kust) maar kan tijdens storm oplopen tot 1.000 mg/liter (Eisma, 1981). Het totale effect is echter verwaarloosbaar omdat het gebied waar vertroebeling optreedt zeer klein is en de periode waarin vertroebeling optreedt beperkt is (enkele weken). De BritNed-berekeningen geven aan dat de toename van het slibgehalte in de waterkolom lokaal boven de natuurlijke achtergrondwaarde kan komen maar dat die toename slechts één getij zal duren. Bij een reststroming van 200 m per uur betekent dit een verhoogde vertroebeling in kustlangse

[4] 60 = 59 windturbines en 1 transformatorstation

richting van ongeveer 2,5 km. De breedte van deze vertroebelingszone hangt af van de oriëntatie van het kabeltracé ten opzichte van de reststroming en van de afstand waarlangs binnen één getij wordt getrencht.

Voor informatie over de effecten op het onderwaterleven bij de aanleg van het windturbinepark wordt verwezen naar paragraaf 8.4.4. Hier worden o.a. de effecten op vertroebeling besproken. Tevens wordt in paragraaf 8.4.7 ingegaan op de effecten van aanleg van de kabels tussen Tromp Binnen en het land op het onderwaterleven.

5.3.2 Onderhoud en exploitatiefase

Getijbeweging en golfklimaat
De aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen heeft geen invloed op de waterstanden. Wel zullen het lokale stroombeeld en de snelheden rondom de funderingen en palen wijzigen en bodembeschermingsmaatregelen vereisen. De effecten zijn echter zeer lokaal van aard, waarbij een invloedslengte van een tot twee maal de diameter van de fundering kan worden aangenomen (Hoffman & Verheij, 1997; Chakrabari, 1987). Gezien de onderlinge afstanden en de lokale invloed beïnvloeden de turbines elkaar dus niet.

In de exploitatiefase zal verder het golfpatroon door afscherming en breken lokaal wijzigen en zal de golfhoogte achter de turbines enkele procenten gereduceerd zijn. De fundering van de windturbines in een golfveld veroorzaakt door extra wrijving opstuwing aan de loefkant en enige verlaging van de waterstand aan de lijkant. Deze verandering is bij alle typen fundering echter zeer gering. Zelfs in worst-case scenario's treedt volgens modellen maximaal enkele procenten verandering in golven op (Cooper en Beiboer, 2002). Verder van het park zal de golfhoogte weer toenemen door golfgroei waardoor het golfklimaat in de kustzone praktisch ongewijzigd blijft. De aanwezigheid van de kabel onder het bodemoppervlak heeft geen invloed op het golfklimaat.

Vertroebeling en sedimenttransport
De aanwezigheid van het windturbinepark en de kabel leiden niet tot verhoging van de troebelheid, aangezien er geen werkzaamheden zullen plaatsvinden die daar aanleiding toe geven. Er kan wel sprake zijn van een lichte verhoging van de slibconcentratie in deze fase als gevolg van onderhoud en normale reparaties. Deze activiteiten hebben echter veel minder effect dan de aanleg van het windturbinepark en de kabel.

Het sedimenttransport ondervindt net als de waterbeweging door de grote afstand tussen de turbines geen hinder van het windturbinepark. Ook zullen er doordat erosiebescherming

wordt toegepast geen erosiekuilen ontstaan rondom de funderingen. Het windturbinepark heeft hierdoor geen invloed op de hoeveelheid sedimenttransport.

Voor informatie over de effecten op het onderwaterleven bij exploitatie en onderhoud van het windturbinepark wordt verwezen naar paragraaf 8.4.5. Hier wordt o.a. het habitatverlies door ruimtebeslag besproken. Tevens wordt in paragraaf 8.4.7 ingegaan op de effecten van gebruik van de kabels tussen Tromp Binnen en het land op het onderwaterleven.

5.3.3 Verwijderingsfase

Getijbeweging en golfklimaat
De effecten van verwijdering van de turbines zijn vergelijkbaar met die tijdens de aanlegfase. Ze zijn tijdelijk en zeer lokaal, en gezien de natuurlijke variatie verwaarloosbaar. Naar verwachting zullen de elektriciteitskabels aan het einde van de levensduur van het windturbinepark niet worden verwijderd (Conform IMO resolutie 1989 en het OSPAR-verdrag[5] 1992). Tegen de tijd dat het einde van de levensduur bereikt is zal RWE zich houden aan de op dat moment geldende regelgeving met betrekking tot de afbraak van windturbineparken. Indien de kabels wel verwijderd worden, zijn de effecten op hydraulica vergelijkbaar met die tijdens de aanlegfase en gezien de natuurlijke variatie verwaarloosbaar.

Vertroebeling en sedimenttransport
De effecten van verwijdering van de turbines zijn vergelijkbaar met die tijdens de aanlegfase. Bij verwijdering van de GBS fundering zal het verwijderen van de vulling van de betonconstructie tijdelijk extra zand in de waterkolom brengen. Het vrijgekomen zand van het leegmaken van de GBS zal in de achtergebleven funderingskuilen worden gestort. De effecten zijn tijdelijk en zeer lokaal, en gezien de natuurlijke variatie verwaarloosbaar. Naar verwachting zullen de elektriciteitskabels aan het einde van de levensduur van het windturbinepark niet worden verwijderd. Tegen de tijd dat het einde van de levensduur bereikt is zal RWE zich houden aan de op dat moment geldende regelgeving met betrekking tot de afbraak van windturbineparken. Indien de kabels wel verwijderd worden, zijn de effecten op vertroebeling en het sedimenttransport vergelijkbaar met die tijdens de aanlegfase en gezien de natuurlijke variatie verwaarloosbaar.

---

[5] OSPAR verdrag, Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (Convention for the protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic), 22 september 1992.

Voor informatie over de effecten op het onderwaterleven bij verwijdering van het windturbinepark wordt verwezen naar paragraaf 8.4.6.

5.4 Effecten op geomorfologie

5.4.1 Aanlegfase

Bedekt en vergraven oppervlak door het windturbinepark
Het percentage bedekt en vergraven oppervlak, bepaald door het type fundering en door de afstand tussen de windturbines, is bepalend voor veranderingen in de geomorfologie. Zo zou het aaneengroeien van erosiekuilen bij het te dicht bij elkaar plaatsen van turbines al tijdens de aanlegfase kunnen leiden tot grootschalige verlaging van de bodem. Bij de voor Tromp Binnen gehanteerde onderlinge afstanden tussen de turbines is daarvan in geen van de alternatieven sprake. Deze afstanden zijn namelijk tientallen keer groter dan de diameter van eventuele ontgrondingskuilen.

De hoogte en het gewicht van de turbines bepalen deels de afmetingen van de benodigde funderingen. Er zijn vier uitvoeringsvarianten voor de fundering van de windturbines, GBS, de tripod, de jacket en de monopaal. Tabel 5.7 geeft een overzicht van het bedekte en vergraven oppervlak (inclusief en exclusief erosiebescherming) per fundatietype, voor vier inrichtingsvarianten: 5 MW turbines in hoge en lage dichtheid en 3,6 MW turbines in hoge en lage dichtheid. In de berekeningen wordt ook een transformatorstation met een oppervlaktebeslag van 0,03 ha meegenomen.

Gravity Based Structure
De diameter van de bodemplaat van GBS voor 5 MW turbines en trafostation is 31 m; de erosiebescherming wordt circa 6-10 meter rondom de GBS aangebracht.

Tabel 5.7a Bedekt oppervlak per inrichtingsvariant voor GBS

inrichtingsvariant	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD
type turbine (MW)	5	n.v.t.	5	n.v.t.
aantal turbines	59		48	
totaal vermogen (MW)	295		240	
bedekt oppervlak per turbine (m^2) excl. erosiebescherming	755		755	
bedekt oppervlak per turbine (m^2) incl. erosiebescherming	1590		1590	
totaal bedekt oppervlak (ha) excl. erosiebescherming	4,5		3,6	
totaal bedekt oppervlak (ha) incl. erosiebescherming	9,4		7,6	
totaal inclusief transformator	9,54		7,8	

Tripod

De diameter van de drie monopalen die samen de tripod vormen is 1,8 meter; de erosiebescherming wordt circa 4 meter rondom de tripod aangebracht.

Tabel 5.7b Bedekt oppervlak per inrichtingsvariant voor tripods

inrichtingsvariant	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD
type turbine (MW)	5	n.v.t.	5	n.v.t.
aantal turbines	59		48	
totaal vermogen (MW)	295		240	
bedekt oppervlak per turbine (m^2) excl. erosiebescherming	7,6		7,6	
bedekt oppervlak per turbine (m^2) incl. erosiebescherming	69		69	
totaal bedekt oppervlak (ha) excl. erosiebescherming	0,07		0,07	
totaal bedekt oppervlak (ha) incl. erosiebescherming	0,4		0,3	
totaal inclusief transformator	0,4		0,3	

Jacket

De breedte van de jacket is circa 26 x 26 meter. De diameter van de 4 stalen palen van de jacket bedraagt 0,8 meter; de erosiebescherming wordt circa 4 meter rondom de jacket aangebracht.

Tabel 5.7c Bedekt oppervlak per inrichtingsvariant voor jackets

inrichtingsvariant	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD
type turbine (MW)	5	n.v.t.	5	n.v.t.
aantal turbines	59		48	
totaal vermogen (MW)	295		240	
bedekt oppervlak per turbine (m^2) excl. erosiebescherming	2		2	
bedekt oppervlak per turbine (m^2) incl. erosiebescherming	61		61	
totaal bedekt oppervlak (ha) excl. erosiebescherming	0,04		0,04	
totaal bedekt oppervlak (ha) incl. erosiebescherming	0,4		0,3	
totaal inclusief transformator	0,4		0,3	

Monopaal

De diameter van de monopaal voor 3,6 MW turbines is 6,5 meter; de erosiebescherming wordt circa 7 meter rondom de monopaal aangebracht.

Tabel 5.7d Bedekt oppervlak per inrichtingsvariant voor monopalen

inrichtingsvariant	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD
type turbine (MW)	n.v.t.	3,6	n.v.t.	3,6
aantal turbines		89		56
totaal vermogen (MW)		320,4		201,6
bedekt oppervlak per turbine (m^2) excl. erosiebescherming		33		33
bedekt oppervlak per turbine (m^2) incl. erosiebescherming		300		300
totaal bedekt oppervlak (ha) excl. erosiebescherming		0,3		0,2
totaal bedekt oppervlak (ha) incl. erosiebescherming		2,7		1,7
totaal inclusief transformator		2,7		1,7

Tabel 5.7e Totaal bedekt oppervlak van verschillende funderingstypen (ha, inclusief erosiebescherming)

funderingstype	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD
Gravity Based Structure	9,5	n.v.t.	7,8	n.v.t.
tripod	0,4	n.v.t.	0,3	n.v.t.
jacket	0,4	n.v.t.	0,3	n.v.t.
monopaal	n.v.t.	2,7	n.v.t.	1,7

Het ruimtebeslag van het windturbinepark met een omvang van 33 km^2 is minimaal ten opzichte van het totale areaal van het Nederlands Continentaal Plat (57.000 km^2). Van de ongeveer 0,5‰ die het windturbinepark beslaat, wordt vervolgens maar een fractie bedekt. Uit tabel 5.7e blijkt dat zelfs de variant die de meeste bedekking geeft (VA 5,0 HD, GBS, inclusief erosiebescherming) maar 3‰ van het zeebodemoppervlak in het windturbinepark bedekt.

Storten van zand

Als gevolg van de aanleg van de GBS-funderingen wordt er een surplus aan zand gestort. Dit heeft tot gevolg dat er ca. 7,8 ha oppervlak wordt bedekt in een (te zijner tijd) nog nader aan te wijzen gebied.

Bedekt en vergraven oppervlak door kabels

Om de in het windturbinepark opgewekte energie naar het land te transporteren, zullen zowel in Tromp Binnen als naar het aanlandingspunt kabels gelegd worden. Tijdens de aanlegfase zal door het ingraven van de kabels verstoring van de bodem optreden. Na aanleg zal het losgewoelde sediment weer bezinken of naar het noorden worden getransporteerd, waarna de kabel bedekt zal zijn met sediment. In deze paragraaf wordt het bedekt en vergraven oppervlak bij de verschillende varianten van kabelaanleg beschreven.

De kabellengte in het windturbinepark bedraagt bij de inrichtingsvariant met de hoogste turbinedichtheid ongeveer 100 km. De kabel van het transformatorstation naar het land is minimaal 76 km (voorkeursoute) en maximaal 80 km lang. De verschillen in lengte tussen de tracés zijn gering, waardoor de varianten voor kabeltracés niet onderscheidend zijn voor effecten op geomorfologie.

Jetten

De kabels worden door middel van trenchen of jetten op 1,5 (maximaal 2) meter diepte gelegd ten opzichte van het vlak dat de troggen van de zandgolven verbindt, en dus op maximaal 4 meter diepte. De bodemberoering vindt plaats over een breedte van maximaal 2,5 meter aan weerszijden van de kabel. De kabelaanleg binnen het park verstoort daarmee een oppervlak van maximaal 50 ha. De kabelaanleg van windturbinepark naar het land verstoort bij jetten een oppervlak van maximaal 80 ha (2 kabels).

Baggeren

De kabels worden door middel van baggeren op 1,5 (maximaal 2) meter diepte gelegd ten opzichte van het vlak dat de troggen van de zandgolven verbindt, en dus op maximaal 4 meter diepte. De bodemberoering vindt plaats over een breedte van maximaal 5 meter aan weerszijden van de kabel. De kabelaanleg binnen het park verstoort daarmee een oppervlak van maximaal 100 ha. De kabelaanleg van windturbinepark naar het land verstoort bij baggeren een oppervlak van maximaal 160 ha.

Ploegen

De kabels worden door middel van een ploeg op 1,5 (maximaal 2) meter diepte gelegd ten opzichte van het vlak dat de troggen van de zandgolven verbindt, en dus op maximaal 4 meter diepte. De grondverplaatsende ploeg kan een sleuf trekken tot een breedte van circa 5 meter. De bodembreedte van de ploeg is groter en kan meer dan 10 meter bedragen (Britned, 2005). De bodemberoering vindt plaats over een breedte van maximaal 4 meter aan weerszijden van de kabel. De kabelaanleg binnen het park verstoort daarmee een oppervlak van maximaal 80 ha. De kabelaanleg van een windturbinepark naar het land verstoort bij ploegen een oppervlak van maximaal 128 ha.

Tabel 5.8 Maximaal verstoord oppervlak door kabelaanleg bij varianten van kabelaanleg

kabelaanlegmethode	verstoord oppervlak door interne parkbekabeling (ha)	verstoord oppervlak door transportkabel (ha)
jetten	50	80
baggeren	100	160
ploegen	80	128

Ten opzichte van het ruimtebeslag van het windturbinepark (33 km^2) wordt door aanleg van de kabel in de minst gunstige variant van baggeren bijna 8% van het bodemoppervlak verstoord door kabelaanleg (intern en transport samen). In de voorkeursvariant van trench-

jetten is dit bijna 4%. Ten opzichte van het totale areaal van het Nederlands Continentaal Plat (57.000 km^2) zijn de hoeveelheden verstoord oppervlak, zelfs in de worst case van aanleg met baggeren, verwaarloosbaar.

Sedimentatie en erosie

Erosiekuilen en bodembeschermende maatregelen

De effecten van het windturbinepark op de getijstroming en het golfklimaat zijn lokaal, waarmee het zandtransportpatroon ook alleen lokaal zal veranderen en het grootschalig transportpatroon ongewijzigd blijft. Door de naar verhouding geringe diameters van de funderingen en de grote onderlinge afstand van de turbines zal het windturbinepark alleen in de directe omgeving van de fundering van de turbines mogelijk lokale erosie-effecten hebben, afhankelijk van het fundatietype en de bodembeschermende maatregelen.

Hierbij wordt er van uitgegaan dat er erosiebescherming rondom de funderingen zal worden aangebracht in de vorm van een filter- en deklaag. Dit voorkomt verlaging van de zeebodem; bovendien kan de aansluiting met de kabel op beperkte diepte plaatsvinden. Het alternatief om ontgronding toe te staan en de ontgrondingskuil later eventueel af te storten, leidt weliswaar tot een vlakkere bodem, maar heeft als nadeel dat de aansluiting met de kabel op grotere diepte dient te geschieden en dat er een grotere kans is op randerosie aan de buitenrand van de af te storten ontgrondingskuil.

Afhankelijk van de te kiezen fundatie, monopaal, GBS, jacket of tripod, zullen precieze ontwerpberekeningen moeten uitwijzen op welke afstand de erosiebescherming nodig is en wat de vereiste opbouw van de bescherming is.

De maximale ontgrondingsdiepte bij een *monopaal fundering* wordt vaak verondersteld ongeveer 2 maal de diameter van de monopaal fundatie te bedragen; in de Nederlandse praktijk is dit echter een conservatieve schatting gebleken en bedraagt de ontgrondingsdiepte 1,1 tot 1,2 maal de paaldiameter (Rudolph et al., 2007). De maximale diameter van de erosiekuil is tweemaal de diameter van de monopaal.

De ontgrondingsdieptediameters bij een *GBS-fundering* zijn minder eenvoudig af te schatten en zijn voornamelijk afhankelijk van de vorm en obstructiehoogte en breedte van de bodemplaat. Bij de voorziene GBS-fundering wordt ervan uitgegaan dat de erosiebescherming 6-10 meter rondom de GBS tot een diepte van 3 meter aangebracht wordt.

Bij *tripod en jacket fundering* treden over het algemeen ondiepere ontgrondingskuilen op dan bij een monopaal door de beperkte diameters van de palen. Voor erosiebescherming wordt

bij deze fundatietypen uitgegaan van aanbrengen in een cirkel van circa 2-4 meter rond de palen en een diepte van 2 meter.

De erosiebeschermende maatregelen zijn onderdeel van het fundatieontwerp en worden conform geldende richtlijnen aangebracht. Ze behoren daardoor bij het voorgenomen alternatief en zijn geen mitigerende maatregelen.

Slibsedimentatie
Door plaatsing van de funderingen en aanleggen van de kabels zal verhoogde slibsedimentatie optreden in de nabije omgeving van Tromp Binnen en bijbehorende kabelroute. Binnen de locatie van het windturbinepark is de hoeveelheid slib die opgewerveld wordt globaal evenredig te stellen met de bodemoppervlakte die verstoord wordt. Deze hoeveelheid is blijkens tabel 5.7e bij de GBS-fundering relatief groter dan bij de andere typen funderingen (monopaal, tripod en jacket). Het slibgehalte ter plekke is echter laag en de extra sedimentatie zal daarom gering zijn en bovendien lokaal en van tijdelijke aard.

De met fundatie- en kabelaanleg gepaard gaande verhoging van de slibsedimentatie zal waarschijnlijk zeer gering zijn, zoals blijkt o.a. uit uitkomsten van een slibverspreidingsmodel dat is toegepast op de BritNed-kabelroute (Svasek, 2004). De verwachte laagdikte over de hele aanlegperiode is verwaarloosbaar (<<0,1 mm); alleen in de relatief slibrijke gebieden nabij het aanlandingspunt zal bij goed weer lokaal enkele mm slib worden afgezet. Een storm of springtij zal dit slib snel verder verspreiden.

In de natuurlijke situatie is de actieve laag opgebouwd uit meer en minder slib- en schelpenrijke laagjes, door bioturbatie deels met elkaar vermengd, die een weerspiegeling vormen van dagelijkse tot seizoenale veranderingen in getijbeweging en golfklimaat. Deze natuurlijke processen zullen binnen afzienbare tijd leiden tot herverdeling van slibsediment dat bij de aanleg van Tromp Binnen en de kabelroutes zal vrijkomen.

Geomorfologische waarden
De geomorfologische bodemvormen die in het windturbinepark en langs de kabelroutes liggen, zijn getijbanken en tussenliggende troggen, zandgolven, kustaangehechte banken en de onderwateroever met brandingsbanken. Hoewel de plaatsing van de fundering en het trenchen van de kabels een direct effect zal hebben op de geomorfologie van het gebied, zullen alleen kleinschalige bodemvormen zoals megaribbels lokaal verstoord worden. De grootschalige morfologie, met name zandgolven en getijbanken, zullen niet of nauwelijks aan verandering onderhevig zijn.

Voor informatie over de hydraulica en geomorfologische effecten op het onderwaterleven bij de aanleg van het windturbinepark wordt verwezen naar paragraaf 8.4.4. Hier worden o.a. de effecten van geluid en trillingen en bodemverstoring tijdens de aanlegfase besproken. Tevens wordt in paragraaf 8.4.7 ingegaan op de effecten van aanleg van de kabels tussen Tromp Binnen en het land op het onderwaterleven.

5.4.2 Onderhoud en exploitatiefase

Sedimentatie en erosie

Tijdens het reguliere onderhoud van het windturbinepark worden de funderingen geïnspecteerd en wordt de aangroei op de funderingspalen verwijderd. Indien de kabels onvoldoende met zand zijn bedekt en daardoor de kans lopen op beschadiging, zullen ze worden afgedekt of opnieuw worden ingegraven. In exceptionele gevallen zal een deel van een kabel voor reparatie door middel van baggeren moeten worden blootgelegd.

De effecten van deze onderhoudsactiviteiten zijn qua aard te vergelijken met de effecten tijdens de aanleg, maar niet qua omvang. De omvang van de activiteiten zal afhangen van de aangroeigevoeligheid van het materiaal en van het oppervlak. Het gaat echter in alle gevallen om kleine, lokale ingrepen die slechts tot zeer kortstondige en minimale verstoring zullen leiden.

Geomorfologische waarden

De aanwezigheid van het windturbinepark heeft geen wezenlijke invloed op de migratie van bodemvormen, maar met name zandgolfmigratie heeft wel invloed op het windturbinepark. Bij het ontwerp en dimensioneren van de monopalen, tripods, jackets of GBS moet rekening worden gehouden met de aanwezigheid van zandbanken en zandgolven. De stabiliteit van de turbines mag niet worden beïnvloed door het dynamische gedrag van deze zandbanken en zandgolven. Gedurende de levensduur van het windturbinepark is de zeebodem onderhevig aan maximaal 3 meter hoogteverschil, de amplitude van de zandgolven.

Als de fundering en erosiebescherming zich bij aanleg in de trog van een zandgolf bevinden, zal zandgolfmigratie niet tot schade leiden. Als de fundering bij aanleg nabij de kam van een zandgolf gelegen is, zou zandgolfmigratie tot destabilisatie en ontgraving van de erosiebescherming kunnen leiden. Funderingen worden daarom bij voorkeur in of nabij zandgolftroggen geplaatst en niet op of nabij zandgolfkammen. Verlaging van het oppervlak voor aanleg is een andere mogelijkheid. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 van dit MER wordt dit toegepast bij GBS-fundatie. Voorafgaand aan de daadwerkelijke aanleg zal de migratiesnelheid van de zandgolven worden gemeten aan de hand van een tijdserie lodingen.

Door ontoegankelijkheid van het windturbinepark voor visserij zal een gebied van ruim 33 km^2 niet meer periodiek door boomkorren worden verstoord. Dit is een positief effect.

Waar de kabelroutes zandgolven doorkruisen, zal de ingravingsdiepte van de kabels moeten variëren om blootlegging als gevolg van zandgolfmigratie te voorkomen. De kabels dienen bij voorkeur op 1 meter diepte beneden het vlak gevormd door de diepste punten van zandgolftroggen te worden aangelegd. Regelmatig onderzoek van de kabelroutes is noodzakelijk.

Getijbanken hebben minder invloed dan zandgolven: deze nog grootschaligere bodemvormen kunnen in 20 jaar circa 15 meter migreren, hetgeen de verticale ligging van de bodem met enkele decimeters kan veranderen.

Nauwkeurige monitoring van de zeebodem, de erosiekuilen en de erosiebescherming is noodzakelijk om zonodig de erosiebescherming aan te vullen.

Voor informatie over de hydraulica en geomorfologische effecten op het onderwaterleven bij exploitatie van het windturbinepark wordt verwezen naar §8.4.5. Hier worden o.a. de effecten van elektromagnetische velden rond in- en externe parkbekabeling en fundering als biotoop voor bodemdieren besproken. Tevens wordt in §8.4.7 ingegaan op de effecten van aanleg van de kabels tussen Tromp Binnen en het land op het onderwaterleven.

5.4.3 **Verwijderingsfase**

Aan het einde van de levensduur van Tromp Binnen zullen de turbines en het transformatorstation worden verwijderd. In geval van monopaal- tripod en jacket funderingen, zowel van de turbines als van het transformatorstation) worden de heipalen tot ca. 6 meter onder de zeebodem verwijderd. De directe bodemberoering die zou kunnen leiden tot erosie, sedimentatie of aantasting van geomorfologische waarden wordt veroorzaakt door een snijmachine. Het gaat om minimale effecten die tijdelijk en lokaal van aard zijn.

De GBS-funderingen worden na gebruik geheel gelicht. Voorafgaande daaraan wordt eerst de zandvulling verwijderd en zo veel mogelijk benut om de pit van de GBS op te vullen. Hierbij zullen lokaal weer enige tijdelijke effecten qua vertroebeling en slibsedimentatie optreden. De overige effecten zijn vergelijkbaar als voor de aanleg bij het GBS gedeelte.

Naar verwachting zullen de erosiebescherming en de elektriciteitskabels aan het einde van de levensduur van het windturbinepark niet worden verwijderd (Conform IMO resolutie 1989, OSPAR 1996). Tegen de tijd dat het einde van de levensduur bereikt is, zal RWE zich

houden aan op dat moment geldende regelgeving met betrekking tot de afbraak van windturbineparken.

Voor informatie over de hydraulica en geomorfologische effecten op het onderwaterleven bij verwijdering van het windturbinepark wordt verwezen naar §8.4.6. Tevens wordt in §8.4.7 ingegaan op de effecten van aanleg van de kabels tussen Tromp Binnen en het aanlandingspunt op het onderwaterleven.

5.5 Conclusies

Het tijdelijke verstoorde oppervlak in windturbinepark Tromp Binnen en langs de bijbehorende kabelroutes (samen ruim 120 ha of 1,2 km^2, voorkeursalternatief) is verwaarloosbaar in vergelijking met het oppervlak van het Nederlands Continentaal Plat (57.000 km^2 of 5,7 miljoen ha), ook als alleen het qua morfologie vergelijkbare gebied ten zuiden van de Waddeneilanden (25.000 km^2 of 2,5 miljoen ha) wordt beschouwd. Het permanent verstoorde oppervlak is slechts 9,5 ha groot (0,095 km^2).

De hydraulische en geomorfologische veranderingen die optreden door aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark en bijbehorende kabelroutes zijn gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied op een tijdschaal van decennia (de levensduur van het park). De meeste invloed wordt ondervonden door de nabije omgeving van de turbines en de kabels.

De samenstelling van het zeebodemsediment verandert niet als gevolg van de geplande ingrepen. Kortstondige slibaccumulatie van enkele mm is lokaal mogelijk, maar herverdeling door natuurlijke processen zorgt al snel voor een nieuw dynamisch evenwicht. Er wordt geen extra sediment afgevoerd of aangevoerd.

Tabel 5.9 geeft een overzicht van de hydraulische en geomorfologische veranderingen, en laat zien dat al deze veranderingen lokaal en tijdelijk van aard zijn. Effecten op hydraulica en geomorfologie zijn dan ook niet significant. In tabel 5.10 zijn de effecten kwalitatief samengevat. Zij blijken praktisch gesproken zo gering dat ze ook niet onderscheidend zijn voor de alternatieven.

Tabel 5.9 Effecten van Tromp Binnen en bijbehorende kabelroutes op de hydraulica en geomorfologie

	parameter	effect van aanleg en verwijdering	effect van aanwezigheid en onderhoud	schatting van effect in % van het NCP en relevantie
hydraulica	getij-beweging		zeer lokaal beperkte invloed op stroomsnelheid	<< 1% / 0
	golfklimaat		zeer lokaal beperkte invloed op golfhoogte	<< 1% / 0
	sediment-transport	lokaal en tijdelijk beperkte verhoging van zwevend stofgehalte	lokaal verstoring van zandtransport door aanwezigheid fundering en paal	<< 1% / 0
geo-morfologie	bodem-reliëf	tijdelijke verstoring door vergraven van zeebodem voor fundering en kabelaanleg	lokaal ontgrondingskuilen	<< 1% / 0
	bodem-samenstelling	tijdelijk ontmenging van slib en zand door aanleg van fundering en kabels, aanbrengen erosiebescherming	bij ontstaan van ontgrondingskuilen, mogelijk verandering van samenstelling	<< 1% / 0
	geomorfologische waarde	afvlakken van zandgolfkammen bij aanbrengen van funderingen en kabels		<< 1% / 0

Tabel 5.10 Kwalitatieve effectbeoordeling geomorfologie en hydraulica; de absolute effecten, de effecten per km^2 en per MWh zijn gelijk, te weten verwaarloosbaar

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
aanleg, gebruik en verwijdering windturbinepark (inclusief elektrische bekabeling)						
Hydraulica						
getijbeweging	0	0	0	0	0	0
golfklimaat	0	0	0	0	0	0
sedimenttransport	0	0	0	0	0	0
Geomorfologie						
bodemreliëf	0	0	0	0	0	0
bodemsamenstelling	0	0	0	0	0	0
geomorfologische waarde	0	0	0	0	0	0

6	Huidige status en autonome ontwikkeling	6.1
6.1	Inleiding	6.1
6.2	Het ecosysteem van de Noordzee	6.1
6.2.1	Voedselweb	6.1
6.2.2	Structuur en zonering	6.2
6.3	Beschermde gebieden in en langs de Noordzee	6.6
6.3.1	Ecologische hoofdstructuur	6.6
6.3.2	Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarde (GBEW)	6.7
6.3.3	Natura 2000-gebieden	6.13
6.4	Beschrijving specifieke milieufactoren	6.13
6.4.1	Huidige toestand en autonome ontwikkeling vogels	6.14
6.4.2	Huidige toestand en autonome ontwikkeling onderwaterleven	6.14
6.4.3	Huidige toestand en autonome ontwikkeling hydraulica en geomorfologie	6.15
6.4.4	Huidige toestand en autonome ontwikkeling scheepvaartveiligheid	6.15
6.5	Invloed van andere activiteiten op het milieu	6.16
6.5.1	Overzicht invloeden	6.16
6.5.2	Huidige toestand autonome ontwikkeling en cumulatie	6.18

6 HUIDIGE STATUS EN AUTONOME ONTWIKKELING

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het huidige ecosysteem van de Noordzee beschreven alsmede de beschermde gebieden in en langs de Noordzee. Dit hoofdstuk schetst daarbij de autonome ontwikkeling van het gebied (zonder dat de voorgenomen activiteit of de alternatieven zijn gerealiseerd) en dient dus als basis voor de effectbeschrijvingen in de volgende hoofdstukken. Het behandelt tevens andere menselijke activiteiten die van invloed kunnen zijn op het milieu rondom het windturbinepark Tromp Binnen[1].

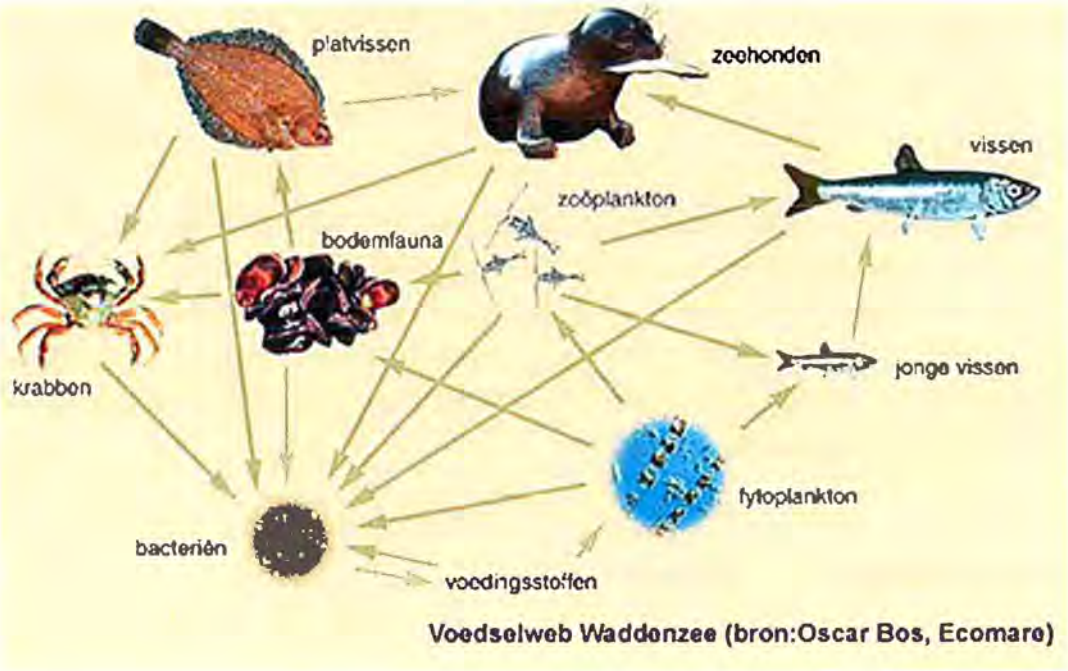
6.2 Het ecosysteem van de Noordzee

6.2.1 Voedselweb

Fytoplankton vormt in een marien ecosysteem zoals de Noordzee de basis van het voedselweb. Onder invloed van zonlicht zetten één- en meercellige algen anorganisch materiaal (onder andere nutriënten in de waterkolom) om in organisch materiaal. Dit wordt de primaire productie genoemd. De primaire consument is het zoöplankton en deze eet het fytoplankton. Het zoöplankton vormt voedsel voor secundaire consumenten, waartoe een aantal vis- en vogelsoorten behoort.

---

[1] De invloed van Tromp Binnen op deze menselijke activiteiten staat niet in dit hoofdstuk, maar merendeels in hoofdstuk 11 Overige effecten

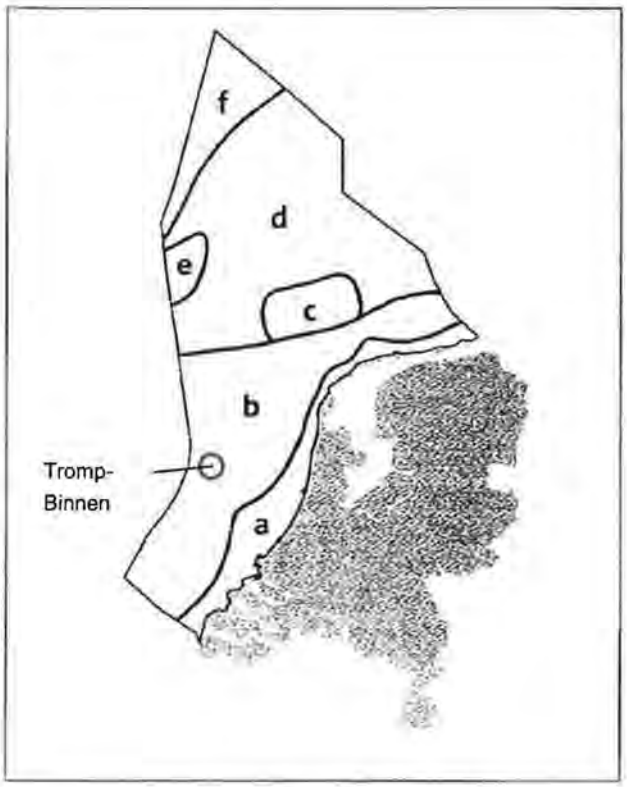


Figuur 6.1 Vereenvoudigd voedselweb van de Noordzee

De bodemfauna (vaak "benthos" genoemd) is een verzamelnaam voor alle in, op of in de buurt van de bodem levende organismen en wordt, voor zover het dieren betreft, naar de grootte van de organismen ingedeeld in micro-, meio-, en macrozoöbenthos. Veel van de vissen en het macrozoöbenthos worden op hun beurt gegeten door andere vissen, door vogels of door zeezoogdieren. De laatste schakel in het mariene voedselweb wordt gevormd door laatstgenoemde diersoorten, die toppredatoren worden genoemd.

6.2.2 **Structuur en zonering**

De Noordzee is een ondiepe, hoogproductieve randzee met een oppervlakte van circa 572.000 vierkante kilometer. Het Nederlands Continentaal Plat (NCP) neemt hiervan circa tien procent in beslag: een oppervlakte van ruim 57.000 vierkante kilometer. Doordat in de Noordzee verschillen in waterdiepte, voedselrijkdom, zoutgehalte, stroming en samenstelling van de bodem aanwezig zijn, bestaat er een grote diversiteit aan levensgemeenschappen. In de Noordzee is dan ook een aantal verschillende zones te onderscheiden (Bal et al., 2001; Leopold en Dankers, 1997). Deze zijn met lettercodes weergegeven in figuur 6.2.



a Kustzone
b Hoogdynamisch zandige zone
c Frontzone
d Siltige zone
e Grintrijke zone
f Laagdynamische zandige zone

Figuur 6.2 Zonering van de Noordzee (uit: Bal et al., 2001); locatie Tromp Binnen indicatief

Kustzone (a)

Zoals in figuur 6.2 is te zien is de kustzee de strook zee langs de kust vanaf de laagwaterlijn tot aan de 20 meter dieptelijn. Voor fytoplankton zijn de omstandigheden in dit relatief ondiepe gebied ideaal. In het zeewater dat zich tot op een afstand van 40 kilometer uit de kust kan uitstrekken, is de invloed herkenbaar van de rivieren de Schelde, de Maas en de Rijn. Dit wordt continentaal kustwater genoemd. Het zoutgehalte is lager dan in het Kanaalwater, dat meer centraal in de zuidelijke bocht van de Noordzee wordt gevonden (waarin de locatie Tromp Binnen zich bevindt), en heeft een relatief hoog gehalte aan voedingsstoffen. Het zoutgehalte fluctueert enigszins, afhankelijk van de rivierwaterafvoer. Het water is veelal goed gemengd, maar tijdens hoge rivierwaterafvoer en bij rustig weer kan zich in de kustzone een gestratificeerde situatie voordoen waarbij een brakkere bovenlaag op een zoutere onderlaag ligt. Er is een verhoogde primaire productie mogelijk als gevolg van de relatief hoge nutriëntenlast waardoor het kustwater relatief veel fytoplankton bevat. Deze verhoogde primaire productie vindt haar weerslag ook in de fauna. Vooral het ondiepe gedeelte (tussen de nul en tien meter waterdiepte) vormt hierom een belangrijk opgroeigebied voor vis en de

hoogste dichtheden aan bodemdieren zijn ook te vinden in de kustzone. Door deze rijkdom is de kustzone een zeer belangrijk gebied voor vogels, met name zee-eenden, sterns, meeuwen en duikers.

Het water langs de kust is relatief troebel doordat de diepte beperkt is. Met het toenemen van de afstand tot de kust, wordt de troebelheid minder. Voor de primaire productie[2] in het kustwater (tot 20 kilometer van de kust) is 100-570 gC/m^2/jaar gemeten en voor de offshore-zone (> 50 kilometer van de kust) 190-240 gC/m^2/jaar.

Hoogdynamisch zandige zone (b)

Het zeegedeelte buiten de 20 meter dieptelijn wordt het offshore-gedeelte van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) genoemd. Het zuidelijke deel van de Noordzee (inclusief de kustwateren) dat ten westen van de Hollandse en Zeeuwse kust ligt heet ook wel Zuidelijke Bocht. De locatie Tromp Binnen ligt in deze zone.

De waterdiepte is van invloed op de samenstelling van het onderwaterleven en op de foerageermogelijkheid voor vogels. De waterdiepte ter plaatse van de locatie Tromp Binnen varieert tussen de 20 en 33 meter. De bodem wordt in de huidige situatie het meest beïnvloed door de intensieve boomkorvisserij. In de volgende alinea's wordt een aantal speciale karakteristieken nader besproken, te weten de getijdestroom, verontreinigingen uit de rivieren en de afstand tot de kust. Daarnaast wordt kort ingegaan op een specifiek gebied in deze zone, namelijk de zogenaamde Bruine Bank.

Getijdestroom

Door de getijdestroom uit het Kanaal en vanuit de Engelse kustwateren is er sprake van een hoge stroomsnelheid (tot 40 m/s). De bodem bestaat grotendeels uit fijn en grof zand. Kenmerkend in deze zone is het voorkomen van tot 10 meter hoge stabiele grootschalige zandbanken die min of meer in de richting van de getijdestroom liggen, en meestal lagere, minder stabiele zandgolven die dwars op de richting van de getijdestroom liggen. De primaire productie is in het vroege voorjaar matig tot hoog, en neemt daarna langzaam af.

Verontreinigde rivierafvoer

Vooral als gevolg van de rivierafvoer van de Rijn en de Maas zijn de afgelopen decennia verontreinigende stoffen, zoals zware metalen en organische verbindingen, in het kustwater terechtgekomen. Indien deze stoffen worden opgenomen in het voedselweb zijn ze bij te hoge concentraties schadelijk voor de levensgemeenschappen. Een deel van de verontreini-

---

[2] Hoeveelheid geproduceerde organische stoffen (biomassa)

gende stoffen is gebonden aan de fijnste fractie van het sediment en als zodanig opgeslagen in de bodem van de Noordzee. In het algemeen kan wordt gesteld dat voor de meeste stoffen de concentraties dicht onder de kust het hoogst zijn. Ter plaatse van het geplande windturbinepark Tromp Binnen zijn de concentraties echter relatief laag tot zeer laag (zie voor verschillende zware metalen en organische verontreinigingen www.noordzeeatlas.nl).

Afstand tot de kust

In deze zone komt vooral de zeekoet in grote aantallen voor en de jan-van-gent vooral tijdens de trek. Tevens wordt de bruinvis met name in deze zone aangetroffen (Bal et al., 2001). Afhankelijk van waar het voedselrijk rivierwater instroomt, wisselt de biomassa aan bodemdieren.

De afstand tot de kust is medebepalend voor de te verwachten effecten. Voor veel trekkende vogels geldt voor alle genoemde zones dat de dichtheid van de vogeltrek afneemt met de afstand tot de kust. Voor typische op zee voorkomende vogels zoals jan-van-gent, noordse stormvogels of alken, nemen de aantallen juist toe met de afstand tot de kust. De dichtheid van bodemdieren neemt in het algemeen af met de afstand vanaf de kust. In hoofdstukken 7 en 8 worden deze relaties nader beschreven.

Bruine Bank

In de hoogdynamische zandige zone ligt, grenzend aan Tromp Binnen, de zogeheten Bruine Bank. De Bruine Bank is een stelsel van hoge ruggen (zie figuur 6.4) bestaande uit zand met een mediane korrelgrootte (250-300 µm), klei en pleistoceen veen. De waterdiepte ligt rond de 35 m. De lagere delen zijn rijke vindplaatsen van restanten van prehistorische dieren als Mammoet, Wolharige neushoorn, Sabeltandtijger et cetera. Het gebied wordt intensief bevist (2-15 keer per jaar door boomkorvisserij). Er liggen veel scheepswrakken. Een meer gedetailleerde beschrijving staat in paragraaf 6.3.2.

Frontzone (c)

Bij de wisseling van de getijden ontstaat een front door de botsing van de zuidelijke watermassa's op het centrale Noordzeewater. De waterdiepte neemt in noordelijke richting toe en met name in de zomer (minder wind) ontstaat over korte afstand een gradiënt in stroomsnelheid. Het gevolg is dat er sedimentatie van fijn en organisch materiaal optreedt. De bodem bestaat dan ook uit fijn zand en silt[3]. De primaire productie is in het voorjaar hoog tot zeer hoog, daarbuiten veel lager. Het water is in de zomer soms gestratificeerd (lagen warm en koud water die slecht mengen). De biomassa aan bodemdieren is hoog.

---

[3] Bodemfractie van 0,002-0,05 mm

Siltige zone (d)
Verder naar het noorden wordt de diepte van de zee weer groter (30-50 m). Er heersen lage stroomsnelheden en de bodem bestaat vooral uit silt, naast fijn zand. Het water is in de zomer altijd gestratificeerd. De primaire productie is matig, met maxima in voorjaar en herfst. Deze zone is het meest waardevol voor de bodemfauna, onder andere omdat hier de omstandigheden ideaal zijn voor de vorming van oesterbanken en het oud worden van schelpdieren (zoals de Noordkromp). De biomassa aan bodemdieren is dan ook matig tot vrij hoog. Deze zone is het meest waardevol voor de bodemfauna omdat er een zeer hoge diversiteit is, met veel langlevende en zeldzame soorten.

Grintrijke zone (e)
In een relatief klein deel van het NCP, in het noordwesten, bevindt zich een zone met een bodem bestaande uit grindrijke keileem binnen een grofzandig gebied. De zee is 30 tot 50 m diep en reliëfrijk. In de zomer is het water altijd gestratificeerd en de primaire productie is vergelijkbaar met die van de siltige zone. De biomassa aan bodemdieren is matig tot vrij hoog.

Laagdynamische zandige zone (f)
In het noordwesten van het NCP ligt een relatief ondiepe (minder dan 20 m) zone met een bodem van fijn zand. Door de afwezigheid van een sterke getijdestroom is de dynamiek laag, maar die kan tijdens zware storm wel sterk toenemen, ook op de bodem. In de zomer is het water altijd gestratificeerd. De biomassa aan bodemdieren is matig tot hoog op de noordflank.

6.3 Beschermde gebieden in en langs de Noordzee

6.3.1 Ecologische hoofdstructuur

De Noordzee is onderdeel van de Nederlandse Ecologische hoofdstructuur (EHS). De Nota Ruimte geeft aan dat de Noordzee een gebied is met grote economische betekenis enerzijds en belangrijke waarden van natuur en landschap anderzijds. De Noordzee wordt echter in de Nota Ruimte, samen met de "grote wateren" expliciet uitgesloten als beschermd gebied.

6.3.2 Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarde (GBEW)

Gebieden uit het IBN 2015

De begrenzing van een aantal Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarde (GBEW) in de Noordzee is in het Integraal Beheerplan Noordzee (IBN) 2015 vastgelegd, nadat ze eerder in de Nota Ruimte indicatief aangeduid waren. Het was de bedoeling dat deze gebieden, die voldoen aan de criteria voor Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn, in 2008 deze status zouden krijgen in het kader van de Natuurbeschermingswet. De werking daarvan zou dan moeten zijn uitgebreid tot de gehele EEZ. Dat is echter op het moment van schrijven nog niet het geval. Naast een status als Natura 2000-gebied is ook een status als Marine Protected Area in het kader van het OSPAR-verdrag aan de orde. Voor een overzicht van de GBEW-gebieden wordt verwezen naar figuur 6.3 en tabel 6.1.

Figuur 6.3 Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden (bron: IBN 2015)

Tabel 6.1 Overzicht Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden in de Noordzee (bron: LINDEBOOM, H., et al., 2005)

	waardevol door:	afstand Tromp Binnen	opmerking
Begrensde gebieden			
Doggersbank	bodemfauna vissen (Stekelrog)	200 km	
Klaverbank	bodemfauna	115 km	
Friese Front	bodemfauna (o.a. Noordkromp) vogels (Zeekoet, Grote jager)	85 km	
Kustzee	bodemfauna vogels (diverse soorten) vissen zeezoogdieren	60 km	kabels doorkruisen dit gebied
Overige gebieden			
Centrale oestergronden	bodemfauna (o.a. Noordkromp)	140 km	
Kustzee	bodemfauna vogels (diverse soorten) vissen zeezoogdieren	>60 km	noordelijk deel (Noordzeekustzone) en zuidelijk deel (Voordelta) worden aangewezen als Natura 2000-gebied
Gasfonteinen	bijzondere abiotische omstandigheden	230 km	
Bruine Bank	vogels restanten prehistorische fauna	0 km	Tromp Binnen grenst aan dit gebied
Borkumse stenen	bodemfauna vissen zeezoogdieren	170 km	
Zeeuwse Banken		85 km	

Vrijwel al deze gebieden liggen op een dusdanig grote afstand van Tromp Binnen (minstens 60 km) dat er in het algemeen geen sprake kan zijn van directe beïnvloeding door aanleg, gebruik of afbraak van het windturbinepark. Uitgezonderd is beïnvloeding door geluid vanwege heiwerkzaamheden zoals beschreven in hoofdstuk 8. Voor Natura 2000-gebieden, zoals de Noordzeekustzone (het noordelijk deel van de Kustzee) en de Voordelta (het

zuidelijk deel van de Kustzee) geldt dat hieraan speciale aandacht zal worden besteed in hoofdstuk 14: Passende Beoordeling.

De Bruine Bank

Omdat het plangebied deels overlapt met c.q. grenst aan de Bruine Bank volgt hier een uitgebreidere beschrijving van dit te beschermen gebied. Hierbij wordt opgemerkt dat de begrenzingen van de Bruine Bank op dit moment niet vast staan, mede omdat het gebied nog op geen enkele wijze is aangewezen als te beschermen gebied. Verder blijkt dat er een relatief beperkte hoeveelheid informatie over het gebied beschikbaar is, zoals o.a. door (Witbaard et al, 2008) aangegeven.

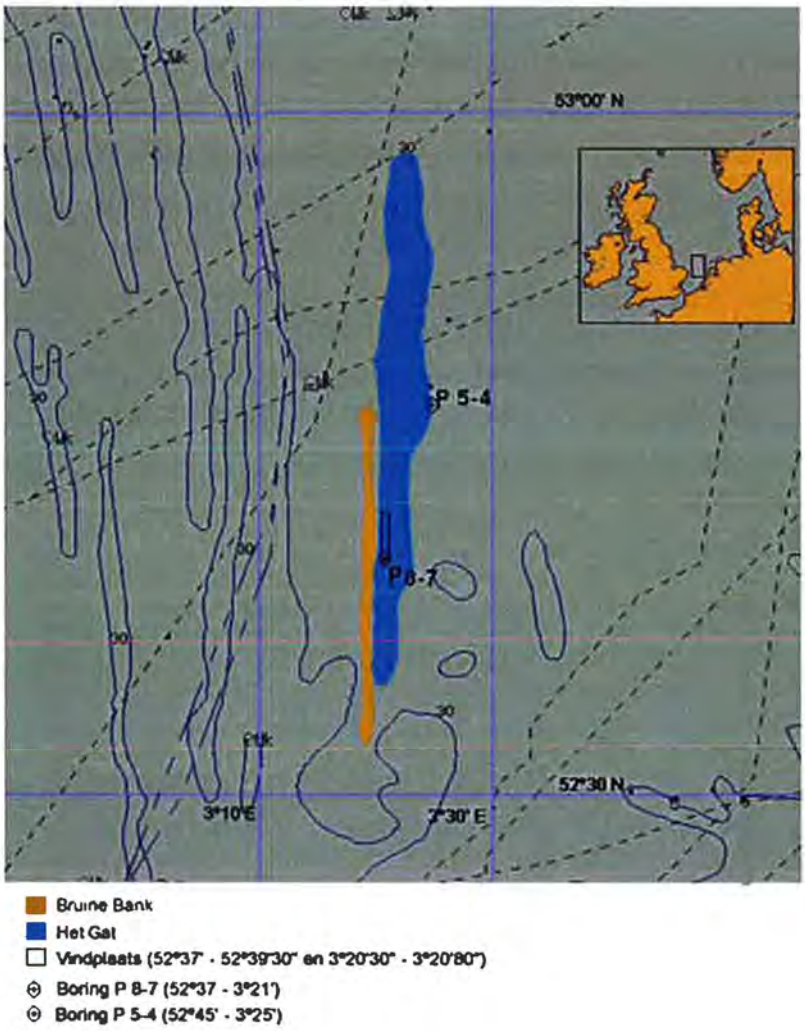
1. (Paleo-)geomorfologie

De Bruine Bank is een oude kleirichel met diepe geulen. In en nabij de Bruine Bank worden vroeg-pleistocene lagen aangesneden. Van diepe putten in de omgeving van de Bruine Bank is bekend dat hier zwaar gefossiliseerde overblijfselen van grote zoogdieren aanwezig zijn (Witbaard et al., 2008; website Werkgroep Pleistocene Zoogdieren, zie figuur 6.4). Onder andere de volgende diersoorten zijn bekend:

- Zuidelijke Mammoet en/of Steppenmammoet
- Nijlpaard
- Eland
- *Megaloceros dawkinsi* - Hert
- *Megaloceros savini* - Hert
- *Eucladoceros ctenoides* - Hert
- Wisent
- *Equus major* - Paard
- Etruskische neushoorn
- Sabeltandtijger
- *Ursus cf. etruscus* - Beer
- Bever

Engeland en de overige Britse eilanden waren tijdens de koude fasen van het Pleistoceen verbonden met de rest van Europa. In de laatste ijstijd - van 100.000 jaar tot zo'n 10.000 jaar geleden - bestond de huidige zeebocht tussen Hoek van Holland en Dover uit uitgestrekte laagvlakten. Het was koud en droog, een typische mammoet-steppe. Die mammoetgordel liep van Engeland over de rest van Noord-Europa, via Rusland door tot Noord-Amerika en Canada. Aan de hand van de fossielen is te reconstrueren dat de ze werden vergezeld door wisenten, wolharige neushoorns, maar ook door leeuwen, beren en hyena's. Deze kwamen alle drinken langs de oer-Rijn en oer-Maas. Waar veel beesten samenkomen, gaan er ook

veel dood. Vandaar dat er op bepaalde plekken in de Noordzee, zoals in 'Het Gat' en op de 'Bruine Bank' (zie figuur 6.4), hoge concentraties fossielen te vinden zijn (med. D. Mol in: 'Vissen in de Savanne', bijdrage van M. Meyer in AD Wetenschap, Algemeen Dagblad 3 mei 2008).



Figuur 6.4. Kaart van Het Gat en Bruine Bank. De Bruine Bank is aangegeven door de geel/bruine noord-zuid gerichte vlek. Kaart uit: Post et al., 2001, geciteerd op de website Werkgroep Pleistocene Zoogdieren.

Ten westen van deze Bruine Bank bevindt zich een aantal diepe putten waar in 2001 o.a. de etruskische neushoorn en het nijlpaard zijn opgevist.

De Bruine Bank wordt niet genoemd in de Nota Ruimte en heeft dus geen specifieke status. In Lindeboom et al. (2005) is het gebied wel aan de orde, maar wordt opgemerkt dat er nader onderzoek moet plaatsvinden om voor een eventuele status in het kader van Vogel- en Habitatrichtlijn in aanmerking te komen. Inmiddels is dat onderzoek uitgevoerd en is recentelijk een conceptrapport uitgebracht (Witbaard et al, 2008).
Voor meer informatie over archeologie en cultuurhistorie wordt verwezen naar §11.20.

2. Benthos / bodemfauna
Ten opzichte van de rest van het NCP komen bij de Bruine Bank relatief hoge dichtheden en een hoge diversiteit van meiobenthische fauna voor. De bodemfauna in het gebied lijkt sterk op de fauna in de omliggende grofzandige gebieden. De macrofauna is arm aan soorten. Ook de biodiversiteit van het macrobenthos (aantallen soorten per m^2) op de Bruine Bank is relatief laag en de Noordkromp (een tweekleppig schelpdier met een hoge levensverwachting - tot 100 jaar) komt er niet voor (Witbaard et al., 2008).
Voor meer informatie over onderwaterleven wordt verwezen naar hoofdstuk 8.

3. Vogels
In de winter is het gebied relatief vogelrijk met grote aantallen Zeekoeten, Alken en Zilvermeeuwen. In de zomer zijn er veel Kleine mantelmeeuwen, die het gebied als foerageergebied kan gebruiken vanuit bijvoorbeeld broedkolonies bij de Maasvlakte. Binnen de huidige begrenzing van de Bruine Bank lijken zich niet regelmatig meer dan 1% of 20.000 individuen van een populatie te bevinden, criteria op basis waarvan vogelrichtlijngebieden aangewezen worden. Wanneer zeekoetgegevens over een aantal jaar worden gemiddeld is het wel mogelijk een gebied te definiëren waarbinnen zich gemiddeld 20.000 vogels in de winter bevinden en waarbinnen de dichtheid van de vogels meer dan 4 keer zo hoog is als daarbuiten. Dat gebied ligt iets zuidelijker dan de Bruine Bank. Echter, telgegevens laten zien dat de verschillende vogelsoorten zich over een veel groter gebied verspreiden in de Zuidelijk Bocht en dat er tussen de jaren ook veel verschillen in verspreiding zijn. Er is geen fysieke karakteristiek, bijvoorbeeld een front zoals bij het Friese Front, die voor grotere productie zorgt en daardoor grote aantallen vogels aantrekt.
Een eventuele status als Natura 2000-gebied op basis van de Vogelrichtlijn is vooralsnog niet aan de orde binnen de huidige grenzen, omdat het gebied niet voldoet aan daarvoor geldende criteria (Witbaard et al., 2008).
Voor meer informatie over vogels wordt verwezen naar hoofdstuk 7.

4. Habitattype
Een criterium voor aanwijzing als Habitattype H1110 (Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken) is dat een gebied zandbanken moet omvatten die

(meestal) ondieper dan 20 meter liggen. De Bruine Bank is plaatselijk ondieper dan 20 meter maar bestaat in hoofdzaak uit klei en is daarom moeilijk aan te merken als een 'zandbank'. Wanneer echter ecologische waarden van ondiepe zeeën prevaleren boven de samenstelling van het sediment, zou de Bruine Bank kunnen kwalificeren voor dit habitattype (Dankers et al., 2003). In latere bronnen is de Bruine Bank geclassificeerd als Habitattype 1110 (Janssen & Schaminée 2004). Een formele aanwijzing als Natura 2000 gebied heeft op basis hiervan niet plaatsgevonden. Hiervoor is nader onderzoek gewenst (zie hieronder).

Op 24 november 2008 is gestart met de officiële (inspraak-)procedure voor de aanmelding bij de Europese Commissie van vier Habitatrichtlijngebieden in de Noordzee. Het betreft de volgende gebieden: de Kustzee ten noorden van Bergen (uitbreiding van het bestaande Habitatrichtlijngebied Noordzeekustzone), de Vlakte van de Raan (in de monding van de Westerschelde), de Doggersbank en de Klaverbank. Na plaatsing op de communautaire lijst kunnen de gebieden in 2010 definitief worden aangewezen. In dat jaar volgt ook de aanwijzing van het Friese Front en de kustzone tussen Bergen en Petten als Vogelrichtlijngebied (Stcrt 2008-228).

Minister Verburg heeft verder aan de Tweede Kamer laten weten dat zij de komende jaren zal bekijken of er buiten de nu geselecteerde gebieden nog meer gebieden in de Noordzee op grond van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn, OSPAR of de Kaderrichtlijn Mariene Strategie bescherming verdienen. Het gaat onder andere om de Bruine Bank en de Borkumse stenen. De minister heeft aangegeven, dat daar aanvullend onderzoek voor zal worden uitgevoerd. Het zal nog tot uiterlijk 2012 duren voordat in overweging wordt genomen of deze gebieden als beschermd gebied aangewezen zullen worden (bron: www.lnv.nl: Afschrift aan Tweede Kamer van brief Minister van LNV aan WNF d.d. 8 oktober 2008; Persbericht LNV 24 november 2006).

5. Onderwaterleven

De Bruine Bank is door Lindeboom et al. (2005) als Gebied met Bijzondere Ecologische Waarden GBEW) aangemerkt. Voor wat betreft het onderwaterleven onderscheidt het gebied zich van de rest van de Zuidelijke Bocht door het mogelijk voorkomen van relatief hoge dichtheden bruinvissen (Lindeboom et al., 2005; Arts & Berrevotes , 2005). De mogelijke effecten van de aanleg, de exploitatie en de ontmanteling van het windturbinepark Tromp-Binnen op de bruinvissen van het NCP en de Noordzee zijn in dit MER kwantitatief beschreven. Het mogelijke effect als gevolg van de hogere dichtheden van bruinvissen op de planlocatie op totale populatie is dan ook volledig in de effectbeschrijving en –beoordeling verdisconteerd.

Voor meer informatie over onderwaterleven wordt verwezen naar hoofdstuk 8.

6.3.3 Natura 2000-gebieden

Langs de Noordzeekust ligt een aantal Natura 2000-gebieden (zie hoofdstuk 2 en 14). Dit zijn Speciale Beschermingszones (SBZ) voor een aantal beschermde habitattypen, vogelsoorten, vissen en zeezoogdieren, die zijn opgenomen in de zogenaamde instandhoudingsdoelen van deze gebieden. Plannen en projecten die deze instandhoudingsdoelen significant negatief zouden kunnen beïnvloeden moeten worden onderworpen aan een passende beoordeling. De Richtlijnen voor het MER stellen dat de noodzaak van een passende beoordeling conform artikel 6 lid 3 van de Habitatrichtlijn is aangetoond. Tevens heeft het Bevoegd Gezag een generieke passende beoordeling opgesteld (Deltares, 2008), die in samenhang met het MER locatiespecifiek gemaakt moet worden. Dat gebeurt in hoofdstuk 14: Passende Beoordeling.

Wat voor dit MER van belang is, is de externe werking van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Dit houdt in dat ingrepen buiten de grenzen van Natura 2000-gebieden die effect kunnen hebben op de functie van de gebieden voor soorten en populaties waarvoor de gebieden zijn aangewezen aan dezelfde toets (Passende Beoordeling) onderworpen moeten worden als ingrepen binnen de grenzen van Natura 2000-gebieden. In de visie van het Bevoegd Gezag hoort daarbij ook het beoordelen van de effecten van het project op migrerende vogels, vissen en zeezoogdieren. Zo komen, afhankelijk van de te beschouwen soorten, veel meer Natura 2000-gebieden in beeld, zowel in Nederland als in het buitenland, dan de reeds genoemde kustgebieden. Zie hiervoor verder het hoofdstuk 14: Passende Beoordeling.

Er is sprake van een voornemen om de werking van de Natuurbeschermingswet uit te breiden tot de gehele EEZ van Nederland. In dat kader zou dan een aantal gebieden met bijzondere ecologische waarden in de Noordzee de status van Natura 2000-gebied kunnen krijgen (zie ook de vorige paragraaf).

6.4 Beschrijving specifieke milieufactoren

Om het overzicht van de huidige milieutoestand te verdiepen wordt hierna een beknopte beschrijving per relevante milieufactor gegeven. Het zijn:

- vogels (zie ook hoofdstuk 7)
- onderwaterleven (zie ook hoofdstuk 8)
- hydraulica en geomorfologie (zie ook hoofdstuk 5)
- scheepvaartveiligheid (zie ook hoofdstuk 9).

De uitgebreide beschrijving van deze factoren wordt samen met de gevolgen van het voornemen, in de specifieke effecthoofdstukken (6 tot en met 9) gegeven.

6.4.1 Huidige toestand en autonome ontwikkeling vogels

Onderscheid kan gemaakt worden tussen broedvogels, trekvogels en niet ter plekke broedende vogels. De *broedvogels* broeden niet op zee, maar foerageren er wel en zouden op hun foerageertocht windturbineparken tegen kunnen komen. De meeste vogels zoeken hun voedsel niet zo ver van de kust. Belangrijkste uitzondering hierop is de kleine mantelmeeuw die bij foerageertochten een actieradius van circa 100 km heeft.

Trekvogels steken in grote aantallen (miljoenen per jaar) de Noordzee over. Hun trekrichting is in grote lijnen afhankelijk van seizoen en soort. In het najaar gaan de meeste in zuidelijke of westelijke richting om een relatief warme overwinteringsplek op te zoeken. In het voorjaar is de trek voornamelijk noord- en oostwaarts om van de nieuwe voedselbronnen op het noordelijke vaste land te profiteren. Tussen trekkende vogels zijn ook grote verschillen in trekhoogte (vele trekken op zeer grote hoogte over), routes en overige gedragingen.

Zeevogels (niet broedvogels) verblijven een aanzienlijk gedeelte van het jaar op zee om te eten, te ruien en te rusten. Hun aanwezigheid is wisselend. Zij is o.a. afhankelijk van foerageermogelijkheden en het weer.

De toekomst van de diverse soorten vogels is afhankelijk van o.a. ontwikkelingen in het buitenland (jacht, aantasting leefgebieden) en de visserij (voor afvaleters, zoals meeuwen).

6.4.2 Huidige toestand en autonome ontwikkeling onderwaterleven

De onderwaterfauna wordt ingedeeld in de volgende soorten: fytoplankton (algen), hogere planten, zoöplankton, meiofauna, bodemfauna, vissen en zeezoogdieren. Het gaat in feite om een netwerk van relaties waarbinnen deze soorten leven. Daarvoor is het noodzakelijk dat het leefgebied (habitat) van de soorten van voldoende kwaliteit is. In hoofdstuk 8 (zie tabellen 8.5 en 8.6) wordt onderbouwd dat habitatkwaliteit ter hoogte van Tromp Binnen enigszins beter is dan in de Kustzee-zone.

De aandacht gaat speciaal uit naar "aandachtssoorten" (zie paragraaf 8.2.3 voor verdere uitwerking). Aandachtssoorten van bodemdieren komen ter plekke van Tromp Binnen niet voor. Circa 30 verschillende aandachtssoorten vis zijn relevant. Daarnaast zijn de aandachtssoorten van de zeezoogdieren van belang: de gewone en de grijze zeehond, de bruinvis, de tuimelaar, witsnuitdolfijn, witflankdolfijn en echte dolfijn.

De toekomstige ontwikkeling van het onderwaterleven is vooral afhankelijk van de waterkwaliteit (lozingen via grote rivieren) en de natuurlijke toestand van de bodem (beïnvloed door de boomkorvisserij).

6.4.3 Huidige toestand en autonome ontwikkeling hydraulica en geomorfologie

Op zee spelen diverse factoren een rol die de beweging van water (hydraulica) en daarmee de bodem (geomorfologie) beïnvloeden.

Hydraulica
De diepte op de locatie van het windturbinepark varieert van 20 tot 33 m (LLWS). Bij springtij is de maximale waterstand ter plekke 0,84 m boven NAP (= LLWS +1) hoger. De minimale waterstand is 0,76 m onder NAP.

De golven hebben een doorsnee hoogte van 1-1,5 m en een periode van 4-5 s. Onder stormcondities kunnen deze waarden oplopen tot 6 m met een periode van 10 s. Met het water worden ook zand (0,063 mm - 2 mm) en slib (fijne deeltjes < 0,063 mm) meegevoerd.

Geomorfolgie
De grootschalige morfologie van het windturbinepark wordt bepaald door een serie getijbanken met een noord-zuid oriëntatie. Deze getijbanken zijn kilometers breed en tientallen kilometers lang. De toppen van de getijbanken liggen op een minimale diepte van ongeveer 20 m, de troggen op een maximale diepte van 33 m beneden de zeespiegel. Naar de kust toe wordt de zee steeds ondieper.

Er worden geen belangrijke ontwikkelingen op gebied van hydraulica en geomorfologie voorzien.

6.4.4 Huidige toestand en autonome ontwikkeling scheepvaartveiligheid

Scheepvaartveiligheid is een aspect dat door de bouw van windturbineparken in zee beïnvloed kan worden. Zij is van vele en diverse factoren afhankelijk, zoals intensiteit en type scheepsverkeer, karakteristieken van het vaargebied, de scheepvaarttechnologie, bekwaamheid en gedrag bemanning en van verkeersgeleiding.

Marin (Marin, 2008, p. 13) heeft voor het (huidige) Directoraat-Generaal Transport en Luchtvaart van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) ontwikkeld om de effecten van ruimtelijke

ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart te kunnen voorspellen. Het model voorspelt o.a. kansen op aanvaringen ten gevolge van navigatiefouten, aandrijvingen van onbestuurbaar geworden schepen, op uitstroming van olie en op persoonlijk letsel bij aanvaringen en aandrijvingen. Het is gebaseerd op statistische gegevens van route gebonden scheepsbewegingen van Lloyd's Marine Intelligence Unit en voor het niet route gebonden verkeer op verkeersdichtheden in cellen van 8 bij 8 km^2. De totale dichtheden zijn geverifieerd aan de gegevens uit het Verkeers Onderzoek NOordzee Visuele Identificatie (VONOVI).

De kansen worden berekend ten opzichte van de autonome ontwikkeling, dat wil zeggen ten opzichte van een situatie met geen andere windparken dan OWEZ en Prinses Amalia.

6.5 Invloed van andere activiteiten op het milieu

6.5.1 Overzicht invloeden

In deze paragraaf wordt de invloed op het milieu van andere menselijke activiteiten dan Tromp Binnen op hoofdlijnen beschreven. Deze activiteiten bepalen ook voor een deel de autonome ontwikkeling van het milieu. Deze ontwikkelingen zijn de gevolgen van het nulalternatief, dat wil zeggen als het park niet aangelegd zou worden. Ook volgt uit deze beschrijving een eerste afbakening ten aanzien van mogelijke cumulatie van effecten vanwege deze activiteiten en Tromp Binnen. Het gaat om de activiteiten conform tabel 2 uit de Richtlijnen.

Deze activiteiten zijn genoemd in de tweede kolom van tabel 6.2. In de derde kolom zijn de belangrijkste type milieubeïnvloedingen aangegeven. De laatste kolom geeft een eerste indicatie van mogelijke cumulatie.

Dit hoofdstuk beoogt overigens **niet** de verstoring van het windturbinepark op de overige gebruiksfuncties te behandelen. Deze behandeling vindt plaats in hoofdstuk 11. Niettemin komen deze gebruikers in beide hoofdstukken terug, omdat die het milieu en de autonome ontwikkeling bepalen, anderzijds "verstoord" kunnen worden door Tromp Binnen.

Tabel 6.2 Overzicht effecten andere activiteiten, relevantie voor cumulatie met windturbineparken. Zie o.a. Deltares, 2008

	gebruiksfuncties en overige activiteiten	belangrijkste relevante milieu-effecten	mogelijk relevant voor cumulatie met windturbine-parken?
1	offshore mijnbouw	vlieg- en vaarverkeer; productiewater-lozingen, aantrekking vogels; inciden-teel oliespills	mogelijk, zie ook H12
2	zand- en grindwinning	bodem en water; verstoring vogels en onderwaterleven; zie ook H 7, 8 en 11	mogelijk, zie ook H8 en H12
3	schelpenwinning	bodem en water; verstoring vogels en onderwaterleven	nee
4	baggerstort	bodem en water; verstoring vogels en onderwaterleven; zie ook H7, H8 en H10	mogelijk, zie ook H8 en H12
5	munitiestortgebieden	veiligheid; zie ook H11	nee
6	militaire activiteiten en oefenterreinen	veiligheid en geluid; zie ook H11	nee
7	scheepvaart	scheepvaartveiligheid	ja, zie H12
8	Natura 2000-gebieden	vogels, onderwaterleven	ja, zie H14
9	2de Maasvlakte inclu-sief Zeereservaat	vogels en lokale milieufactoren zoals licht, geluid en veiligheid; zie H6 en H7	nee
10	kabels	zie ook H10 en H11	nee
11	pijpleidingen	bodemverstoring; zie H11	nee
12	beroeps- en sport-visserij	bodemverstoring, onderwaterleven	ja, zie ook H8 en H12
13	luchtvaart, inclusief offshore helikopter-operaties	veiligheid, luchtverontreiniging, geluid	ja, zie H11 en H12
14	telecommunicatie	geen	nee
15	(andere) windturbine-parken	vogels, onderwaterleven, scheep-vaart, lokale effecten kabels	mogelijk, zie H12
16	mosselzaadinvang-installaties	bodem	nee

6.5.2 Huidige toestand autonome ontwikkeling en cumulatie

De gebruiksfuncties zoals aangegeven in tabel 6.2 worden hieronder nader uitgewerkt. De huidige toestand en autonome ontwikkeling hiervan wordt kort beschreven, alsook een nadere uitwerking van relevante cumulatie van effecten met Tromp Binnen. Voor de situering van de plaatsgebonden activiteiten wordt verwezen naar de figuren in hoofdstuk 11.

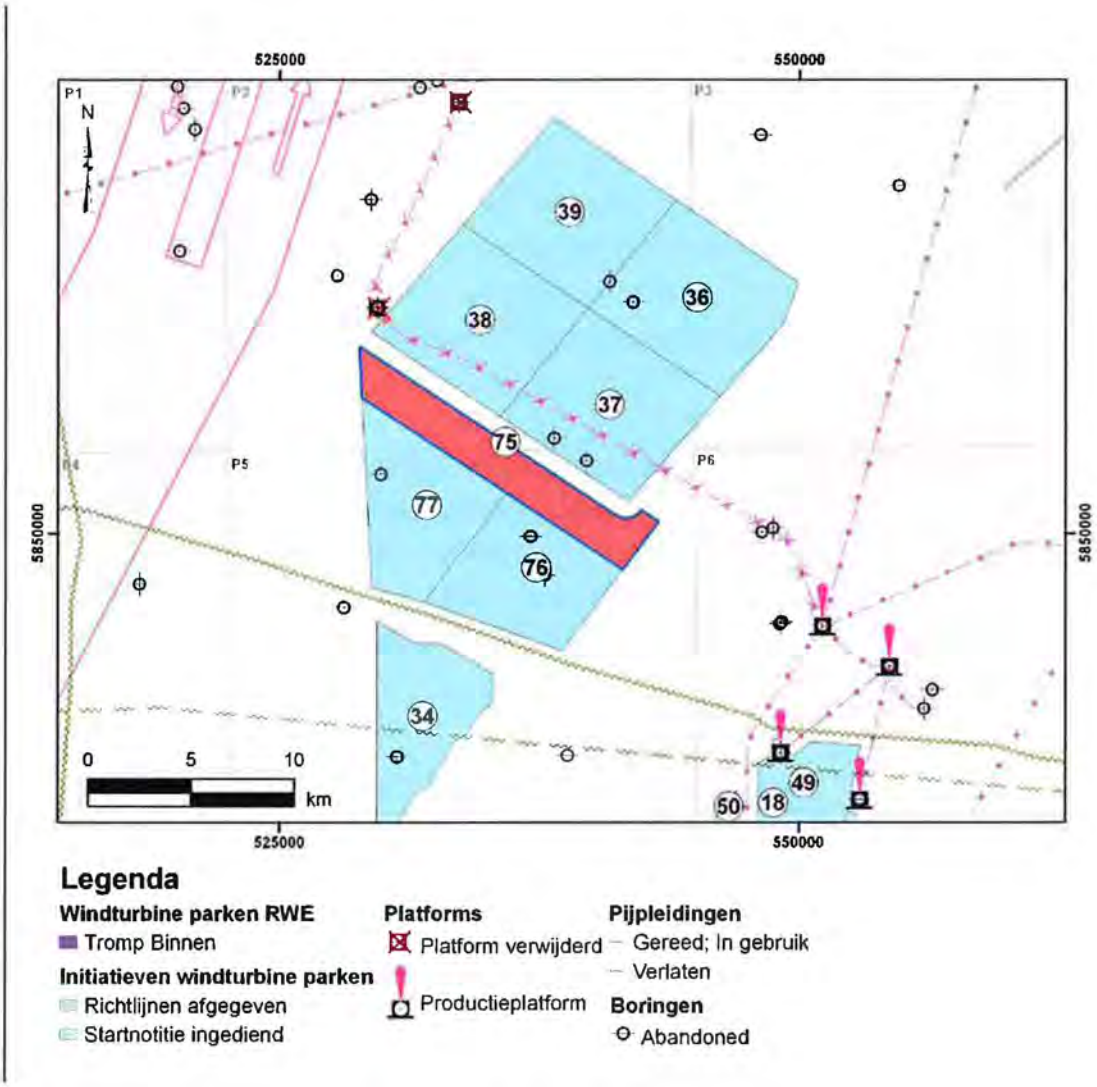
1 Offshore mijnbouw

Er zijn circa 150 platforms op de Noordzee. Deze zijn via de nodige kabels en leidingen met het vaste land verbonden. Begin 2008 zijn proefboringen in de omgeving van de locatie uitgevoerd en ook in de toekomst zijn boringen in de omgeving niet uit te sluiten.

Voor een beschrijving van de huidige situatie wordt verwezen naar paragraaf 11.2 en figuur 6.5. Op korte en middellange termijn zijn geen nieuwe olie- en gasplatforms binnen een straal van 10 kilometer te verwachten (zie verder paragraaf 11.2).

De aanleg en verwijdering van een olie- en gasplatform heeft voor een aantal aspecten min of meer vergelijkbare type effecten als de aanleg van een windturbine-installatie of een offshore transformatorstation, namelijk onderwatergeluid, vaarbewegingen en emissies (uitlaatgassen), waardoor onderlinge beïnvloeding en dus cumulatie mogelijk relevant zou kunnen zijn. De bouw van nieuwe platforms in de omgeving is echter niet voorzien, zodat cumulatie in dat opzicht niet te verwachten is.

De belangrijkste milieugevolgen *tijdens bedrijf* zijn emissies van methaan en verbrandingsproducten, geluid (o.a. bij affakkelen), lozingen van productiewater (vooral zware metalen en benzeen) en incidenteel oliespills (NOGEPA, 2001). Ook is er verkeer per schip en helikopter naar de betreffende platforms. Vogels worden aangetrokken door de verlichting op platforms. Het dichtstbijzijnde platform ligt op circa 9 km afstand ten oosten van Tromp Binnen: het productieplatform P06-A (zie figuur 11.8). Beïnvloeding van de vogeltrek rond Tromp Binnen lijkt daarom niet op voorhand uit te sluiten. Afgezien van het verkeer van en naar dit platform en aantrekking van vogels zijn de milieueffecten zo andersoortig en bovendien lokaal, dat beïnvloeding niet aan de orde is.



Figuur 6.5 Situering nabijgelegen olie- en gasactiviteiten

2 Zand- en grindwinning

Er zijn geen operationele grindwinningsgebieden in de Noordzee. Grindwinning op de Noordzee is mogelijk op de Klaverbank, maar vanwege gebrek aan belangstelling van bedrijven en protesten van milieugroepen is de ontwikkeling daarvan niet doorgezet (http://nl.wikipedia.org/wiki/Klaverbank).

Op de Noordzee vindt wel zandwinning plaats. Afgezien van baggerwerkzaamheden voor vaargeulen vindt deze slechts plaats in gebieden met een waterdiepte van minder dan 20 m. In relatie tot het windturbinepark Tromp Binnen is zandwinning nauwelijks relevant. Het windpark ligt namelijk op ruim 15 km van de dichtstbijzijnde (recent vergunde) winning (zie

figuur 11.2). Mogelijke effecten zullen in de hoofdstukken 8 en 12 worden behandeld. Zoals aangegeven in hoofdstuk 3 loopt één van de kabeltracés door een potentieel zandwinplaats, maar wordt geen conflict met huidige activiteiten verwacht.

Het belangrijkste gevolg van zandwinning voor het milieu is dat het bodemleven tijdelijk over een aanzienlijk oppervlak verstoord wordt. Dit is echter een lokaal effect. Op termijn van globaal 5 jaar herstellen de bodem en het bodemleven zich weer van de winning. Ook zandsuppletie van duinen cumuleert niet met effecten van windparken (Deltares, 2008).

3 Schelpenwinning

Schelpenwinning gebeurt vooral in de Waddenzee, in de buitendelta's en zeegaten van de Waddenzee en in de Voordelta (www.noordzeeloket.nl en paragraaf 11.4). Deze gebieden zijn op grote afstand (> 50 km) van het windturbinepark en de kabeltracés gelegen, zodat onderlinge beïnvloeding niet aan de orde is. Mocht later eventueel schelpenwinning bij IJmuiden aan de orde komen, dan zal de initiatiefnemer rekening dienen te houden met de kabels van o.a. Tromp Binnen.

4 Baggerstort

Baggeren dient om de vaargeulen naar de havens op diepte te houden. Als het materiaal niet nuttig gebruikt kan worden en de kwaliteit dit toe laat, wordt het opgebaggerde zand in zee teruggestort. Dit gebeurt in principe zo dicht mogelijk bij de baggerplaats. De belangrijkste gevolgen van baggerstort is de vertroebeling van het water. De kabelalternatieven kruisen een voormalige, respectievelijke een actieve baggerstort, waardoor tijdelijke vertroebeling van water kan optreden.

5 Munitiestortgebied

Een dergelijk gebied is niet in de nabijheid van Tromp Binnen of de kabeltracés aanwezig en ook zijn de milieugevolgen niet vergelijkbaar (zie paragraaf 11.6). Daarom kan wisselwerking met munitiedepots worden uitgesloten. Oude mijnen worden ontmanteld of tot ontploffing gebracht. Cumulatie met heigeluid van windturbines is gering (Deltares, 2008) omdat de resulterende geluidpieken (circa 135 keer per jaar) veel kleiner in aantal zijn dan bij heien.

6 Militaire activiteiten en oefenterreinen

Tromp Binnen ligt niet in de nabijheid van een militair oefenterrein (zie paragraaf 11.7). Na de aanleg van het windturbinepark zal militair gebruik ter plekke niet mogelijk zijn.

7 Scheepvaart

Scheepvaart kan het mariene milieu in principe op diverse manieren beïnvloeden. Doordat schepen groter worden kan de toename van het aantal vaarbewegingen beperkt blijven. Het gaat qua milieugevolgen in hoofdzaak om energie, emissies naar de lucht, geluid en afval. De effecten van het park hebben vooral relatie met geluid. Via geluid kunnen dieren worden afgeschrikt of ook aangetrokken. Deze verstoringen zijn echter tijdelijk van aard. Er bestaat nauwelijks een rechtstreekse relatie tussen de milieugevolgen van scheepsvaart en van die van het beoogde windturbinepark. De enige directe relatie, die met scheepvaartveiligheid, wordt behandeld in hoofdstuk 9. Daarbij wordt ook ingegaan op recreatievaart, ankergebieden en clearways. Emissies naar lucht en water worden behandeld in hoofdstuk 11.

8 Natura 2000-gebieden

Deze worden uitgebreid behandeld in de Passende Beoordeling (hoofdstuk 14), zodat daar kortheidshalve naar verwezen wordt.

9 Tweede Maasvlakte inclusief Zeereservaat

De voornaamste milieuaspecten betreffen blijkens de samenvatting van het MER Bestemming Tweede Maasvlakte[4]: verkeer en vervoer, luchtverontreiniging, geluid, luchtkwaliteit, externe veiligheid, water, licht, natuur, landschap en recreatie. Van vrijwel al deze aspecten is evident dat die de milieugevolgen van een windturbinepark op circa 100 km afstand niet beïnvloeden. Sommige aspecten, zoals lucht- en waterverontreiniging zijn niet van toepassing voor windturbineparken. Andere effecten zoals geluid, externe veiligheid en licht zijn zo lokaal dat beïnvloeding op deze afstand niet mogelijk is. Het Zeereservaat beoogt de bodem van een stuk zee te beschermen om een verblijfplaats voor vogels te bieden. De enige relatie die redelijkerwijs mogelijk is, is die met de natuur: denkbaar is met name dat vogels van de Maasvlakte het windturbinepark Tromp Binnen zouden kunnen passeren (zie verder hoofdstuk 7). Deltares, 2008 (p. 148) concludeert dat de cumulatieve effecten verwaarloosbaar zijn.

10 Kabels van derden

In de Noordzee ligt een aanzienlijk aantal kabels en leidingen voor diverse doeleinden. De kabels zijn te onderscheiden in elektriciteits- en telecomkabels. Bij de aanleg van de kabels wordt een smalle strook van de bodem verstoord. Dit herstelt zich echter binnen enkele jaren volledig (zie verder hoofdstukken 5 en 8).

---

[4] Maasvlakte: http://www.maasvlakte2.com/nl/home/results.jsp?query=MER

Operationele telecomkabels hebben dankzij hun afscherming geen beïnvloeding van elektromagnetische velden die van betekenis is voor de omgeving. De beïnvloeding van elektriciteitskabels bestaat (zie ook paragraaf 11.11) voornamelijk uit elektromagnetische velden en enige warmteontwikkeling. Deze effecten zijn echter lokaal en hebben in het algemeen een verwaarloosbare invloed op de natuur (zie hoofdstukken 8 en 10). Verwacht wordt dat dit beeld in de toekomst niet wijzigt. De belangrijkste elektriciteitskabels zijn die van NorNed en BritNed. Deze liggen echter op dusdanige afstand (>100 km) van het project Tromp Binnen dat beïnvloeding niet aan de orde is.

11 Pijpleidingen van derden

Wat voor kabels geldt, geldt ook voor leidingen: de belangrijkste milieubeïnvloeding is de verstoring van de bodem bij het leggen. Uiteraard dient ook voorkomen te worden dat lekkages optreden die het milieu zouden kunnen aantasten. Dergelijke lekkages tasten windturbineparken niet aan en zijn bij windturbineparken ook niet mogelijk, zodat wederzijdse beïnvloeding niet aan de orde is.

12 Beroeps- en sportvisserij

De effecten van visserij worden qua scheepvaartveiligheid behandeld onder het algemene hoofdstuk over scheepvaartveiligheid (zie hoofdstuk 9). De boomkorvisserij heeft de meeste invloed op het milieu omdat daarmee de bodem en de vispopulaties worden beïnvloed. Een windturbinepark kent geen beïnvloedingen van die schaal en zal juist een beperking van het te bevissen areaal betekenen. Dit biedt een refugiumfunctie voor vele vissoorten met overigens een beperkte betekenis (zie verder hoofdstuk 8). De voornaamste beïnvloeding van sportvisserij is recreatieve vaart. Dit aspect wordt meegenomen in hoofdstuk 9.

13 Luchtvaart

In hoofdstuk 11 worden de volgende soorten luchtvaart onderscheiden:

- burgerluchtvaart
- militaire luchtvaart
- kustwacht
- loodswezen
- olie- en gaswinningsinstallaties.

Uit de beschrijving in hoofdstuk 11 blijkt dat de burgerluchtvaart en het grootste gedeelte van de militaire luchtvaart zich boven circa 500 meter afspelen.

De belangrijkste milieugevolgen zoals geluid en luchtverontreiniging zijn grootschalig. Dit geluid dringt dankzij de grote verschillen in dichtheid tussen lucht en water, nauwelijks door

in de zee. Voor onderwatergeluid is het dus niet relevant. De luchtverontreiniging van de luchtvaart maakt een onderdeel uit van de grootschalige luchtverontreiniging, waar het windturbinepark nauwelijks aan bijdraagt.

De overige genoemde soorten betreffen helikopterbewegingen die een relatie met de luchtvaartveiligheid hebben. Het milieu van de Noordzee, voor zover relevant voor windturbineparken, wordt er niet door beïnvloed. De invloed van het park op de luchtvaartveiligheid wordt in paragraaf 11.14 behandeld.

14 Telecommunicatie

Telecommunicatie verloopt via kabels (o.a. glasvezelkabels) en diverse straalverbindingen. De beïnvloeding van kabels werd reeds onder **10** beschreven. Straalverbindingen tussen boorplatforms kunnen beperkingen stellen aan ontwikkelingen op de Noordzee. Bij Tromp Binnen is dit evenwel niet het geval (zie verder paragraaf 11.15).

15 Andere windparken

Er zijn plannen voor diverse windturbineparken in de naaste en verdere omgeving van windturbinepark Tromp Binnen. De cumulatie van de effecten van de verschillende parken bij verschillende scenario's wordt behandeld in hoofdstuk 12.

16 Mosselzaadinvanginstallaties (MZI)

Uit een studie van Imares (Imares, 2007) blijkt dat de westelijke Waddenzee de beste locatie is voor dit soort installaties, waarmee met netten mosselzaad uit de zee wordt gewonnen. De bedoeling is dat deze techniek stapsgewijs verder ontwikkeld zal worden. Ook de oostelijke Waddenzee en de Voordelta komen er in principe voor in aanmerking. Deze gebieden liggen ver verwijderd (> 50 km) van Tromp Binnen en dus is beïnvloeding niet te verwachten. De **Noordzee** is volgens Imares nog een onontgonnen gebied. Dat heeft alleen MZI-potentie als er voor die omstandigheden geschikte technieken worden ontwikkeld. Die zouden vooral succes kunnen opleveren in het gebied tot vijftig kilometer uit de kust. Toekomstige onderlinge beïnvloeding met Tromp Binnen is daarmee praktisch uitgesloten.

7	Effecten op vogels en vleermuizen	7.2
7.1	Inleiding	7.2
7.1.1	Bronnen gegevens	7.2
7.1.2	Leeswijzer	7.2
7.2	Bestaande milieutoestand	7.3
7.2.1	Soorten en soortgroepen	7.3
7.2.2	Broedvogels	7.3
7.2.3	Trekvogels	7.4
7.2.4	Niet-broedvogels	7.13
7.2.5	Trekroutes en vlieghoogten (inclusief trek)	7.18
7.3	Autonome ontwikkeling	7.22
7.4	Effecten van Tromp Binnen	7.23
7.4.1	Typen effecten	7.23
7.4.2	Effecten bepalen op soortniveau	7.25
7.4.3	Effecten afzetten tegen populatiegroottes	7.25
7.4.4	Aanvaringsrisico (kans op sterfte door botsingen met windturbines)	7.26
7.4.5	Barrièrewerking	7.37
7.4.6	Verstoring	7.42
7.4.7	Effecten op de Bruine Bank	7.52
7.4.8	Doorwerking vislarvensterfte op voedselspecialisten	7.54
7.4.9	Effecten van windmeetmasten	7.57
7.5	Effecten aanleg en verwijderen	7.58
7.5.1	Aanleg funderingen	7.58
7.5.2	Aanleg kabels	7.59
7.5.3	Effecten in de verwijderingsfase	7.60
7.6	Overige effecten tijdens gebruik	7.61
7.6.1	Effecten van onderhoud	7.61
7.6.2	Transport elektriciteit via kabels naar de kust	7.62
7.7	Conclusies effectbeschrijving	7.62
7.7.1	Effecten van aanleg	7.62
7.7.2	Effecten van gebruik	7.62
7.7.3	Effecten van verwijdering	7.65
7.8	Toetsing en beoordeling effecten op vogels	7.65
7.8.1	Inleiding	7.65
7.8.2	Natuurbeschermingswet 1998/Vogel- en Habitatrichtlijn	7.66
7.8.3	Flora- en faunawet (binnen 12-mijl) en soortsbescherming Vogelrichtlijn (daarbuiten)	7.66
7.8.4	Nota Ruimte en Integraal Beheersplan Noordzee 2015 (IBN 2015)	7.67

7.8.5 OSPAR 7.67
7.9 Effecten op vleermuizen 7.68
7.9.1 Offshore installaties 7.68
7.9.2 Windturbines 7.68
7.9.3 Offshore windturbineparken 7.69
7.9.4 Conclusie effecten op vleermuizen 7.69

7 EFFECTEN OP VOGELS EN VLEERMUIZEN

7.1 Inleiding

7.1.1 Bronnen gegevens

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van het voorgenomen windturbinepark Tromp Binnen op vogels beschreven. Hierbij is gebruik gemaakt van de informatie die is verzameld in het kader van het Locatie MER-NSW (T-nul), het Inrichtings-MER NSW (Grontmij, 2003), het MEP (Meet en Evaluatie Programma) NSW en de daaraan voorafgaande studies. Ook is de informatie uit de "Generieke Passende Beoordeling" (Prins et al., 2008) gebruikt. Ook zijn enkele inmiddels openbare MER's voor nieuwe offshore windturbineparken geraadpleegd, alsmede de publicaties met resultaten van onderzoek bij de Deense offshore windturbineparken Horns Rev en Nysted, en van geactualiseerde zeevogelinformatie voor de Nederlandse Noordzee.

7.1.2 Leeswijzer

Dit hoofdstuk begint met een beschrijving van de huidige situatie (paragraaf 7.2), hierbij wordt toegespitst op broedvogels, trekvogels en lokaal verblijvende niet-broedvogels. Ook worden trekroutes, lokale vliegbewegingen en vlieghoogtes van vogels in en rond het studiegebied beschreven. Paragraaf 7.3 schetst de autonome ontwikkeling. Paragraaf 7.4 beschrijft de verwachte effecten van locatie Tromp Binnen uitgesplitst in aanvaringsrisico, barrièrewerking en verstoring. De kennis over aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring voor vogels in offshore windturbineparken en de informatie over de aanwezigheid van vliegende vogels boven het relevante deel van de Noordzee (en de variatie daarin in ruimte en tijd) vertoont nog belangrijke lacunes. Net als in eerdere MER's (o.a. de Locatie-MER voor het NSW (OWEZ) maar ook recente MER's voor voorgenomen windturbineparken) zal daarom in deze effectbeschrijving een benadering langs twee sporen worden uitgevoerd. Eerst wordt een relatieve vergelijking van de effecten gemaakt: de locatie Tromp Binnen wordt vergeleken met een groot deel van het omliggende NCP. Daarna wordt geprobeerd het te verwachten aantal aanvaringsslachtoffers als orde-grootte-schatting te berekenen.

Dezelfde benadering wordt gebruikt voor de onderwerpen barrièrewerking en verstoring.

In paragraaf 7.5 worden effecten van de aanleg en verwijdering besproken evenals de effecten van onderhoud (paragraaf 7.6).

Alle voorgaande paragrafen werken toe naar de effectbeoordeling van aanleg, gebruik en verwijdering. Aan het eind van het hoofdstuk worden conclusies getrokken (paragraaf 7.7). In paragraaf 7.8 worden de effecten getoetst aan de regelgeving. Paragraaf 7.9 gaat in op vleermuizen en de mogelijke effecten van het park op deze dieren.

7.2 Bestaande milieutoestand

7.2.1 Soorten en soortgroepen

Bij de beschrijving van op de Noordzee voorkomende vogels is onderscheid gemaakt tussen lokaal verblijvende (zee)vogels en trekkende vogels. Deze eerste groep betreft met name pleisterende niet-broedvogels. Broedvogels komen op de locatie Tromp Binnen niet voor. Wel kunnen broedvogels uit Noord-Holland en de westelijke Waddeneilanden op hun foerageertochten de locatie Tromp Binnen nog net bereiken.

Onder de trekvogels vallen ook zeevogels, bijvoorbeeld soorten uit kolonies in Noord-Europa die via de Noordzee naar West-Afrika trekken om daar te overwinteren. De grootste aantallen trekvogels boven de Noordzee zijn echter landvogels (vooral zangvogels), die vanuit Noord-Europese broedgebieden, doorgaans op grote hoogten, via het luchtruim boven de Noordzee doortrekken naar meer zuidelijk gelegen overwinteringsgebieden.

7.2.2 Broedvogels

Langs de Nederlandse kust broeden verschillende vogelsoorten die tijdens het broedseizoen afhankelijk zijn van het foerageren op zee. De actieradius van de meeste van deze soorten is te klein om tot locatie Tromp Binnen te reiken tijdens foerageervluchten. Broedvogels als zilver- en stormmeeuwen, visdieven, grote-, noordse- en dwergsterns zullen bij hun foerageervluchten de locatie Tromp Binnen niet bereiken, maar zoeken hun voedsel dichter bij de kolonies. Aalscholvers hebben recent de windturbineparken OWEZ en park Prinses Amalia in gebruik genomen als rustplaats en uitvalsbasis om op zee te foerageren. De locatie Tromp Binnen lijkt te ver offshore om voor aalscholvers nog bereikbaar te zijn, maar indien meer parken worden gerealiseerd tussen Tromp Binnen en de kust is kolonisatie van het park, via een of meer "stepping stones" niet uitgesloten.

Kleine mantelmeeuwen kunnen potentieel wel gebruik maken van de zee rond Tromp Binnen tijdens het broedseizoen. Deze soort heeft een foerageerradius tijdens het broedseizoen van mogelijk meer dan 100 km (Camphuysen, 1995; Ens, 2007). Binnen deze 100 km tot Tromp

Binnen vallen de kleine mantelmeeuw-kolonies in de N2000-gebieden het Zwanenwater, in de duinen van Texel, Vlieland en bij IJmuiden. In deze gebieden is de kleine mantelmeeuw een "doelsoort". Ook is er een kolonie binnen de 100 km van Tromp Binnen die buiten het N2000-netwerk ligt, te weten op de Maasvlakte. Daarnaast is een kleinere kolonie aanwezig in IJmuiden. De dichtstbijzijnde kolonie in een Natura 2000-gebied is die van het Zwanenwater op ongeveer 75 km. Op deze afstand is het onwaarschijnlijk dat grote aantallen kleine mantelmeeuwen Tromp Binnen gebruiken als foerageergebied maar aanwezigheid is niet uit te sluiten. Voor een beschrijving van de fouragerende vogels wordt verwezen naar paragraaf 7.2.3.

7.2.3 **Trekvogels**

Over de Noordzee trekken jaarlijks vele miljoenen vogels, waaronder typische zeevogels maar ook landvogels onderweg van broedgebieden naar overwinteringsgebieden en vice versa (bijvoorbeeld Lensink & Van der Winden, 1997; LWVT/SOVON, 2002; Exo et al., 2002). Boven de Noordzee komen twee dominante vliegrichtingen voor. In het najaar is de vliegrichting overwegend zuid of west en in het voorjaar noord en oost. Gemiddeld vliegen trekvogels boven de Noordzee hoger dan boven land (LWVT/SOVON, 2002), al vliegt het merendeel van de vogels op geringe hoogtes (< 200 m), maar onder gunstige omstandigheden komt hoge trek (boven 300 m) voor (o.a. Buurma & Van Gasteren, 1989; LWVT/SOVON, 2002; Van Gasteren et al., 2002; Gruber & Nehls, 2003). Er zijn grote verschillen in gedrag, vlieghoogtes en intensiteit tussen de verschillende soortgroepen. Gemiddeld nemen de aantallen vogels per km² (trekdichtheid) af naarmate de afstand tot de kust groter is (Van Gasteren et al., 2002; Krijgsveld et al., 2005).

In tabel 7.1, afkomstig uit het Locatie-MER NSW (OWEZ), is de beschikbare informatie voor zee- en kustvogels weergegeven voor de eerste 7 km uit de Hollandse kust en op circa 10 km uit de kust op grond van waarnemingen van zeetrektellers. In de tabel wordt onder "status" aangegeven of de betreffende vogelsoort als broedvogel op zijn foerageertochten het OWEZ-windturbinepark zou kunnen bereiken (b), of hier een reguliere wintergast is (w), jaargast (j) of soort is die alleen op migratie door het gebied heen vliegt (migr) die al dan niet tijdelijk het gebied gebruikt als stopover om te foerageren op de trek (s). Vette symbolen in deze kolom duiden op de mogelijkheid dat meer dan 1% van een populatie ter hoogte van het OWEZ kan voorkomen. Geen enkele soort zal echter op enig moment binnen de grenzen van het OWEZ aan deze norm voldoen; alleen een opgetelde trekstroom zou een dergelijk percentage kunnen opleveren, maar hiervoor ontbreken de gegevens. In de volgende kolommen staat weergegeven het gemiddeld aantal vogels per uur in het jaar waarin maximale aantallen in de kustzone langstrokken, alsmede de maximale aantallen per dag dichtbij en

verder van de kust verwijderd (A = 1-10; B = 11-100; C = 101-1.000; D = 1.001-10.000, E = >10.000) (Camphuysen et al., 1982; Den Ouden & Camphuysen, 1983; Den Ouden & Van der Ham, 1988; Platteeuw et al., 1994). De verhouding tussen de omvang van de trek langs de kust en de totale flyway-populatie is verantwoord in Van der Winden et al. (1997).

Helaas zijn er geen recente systematische waarnemingen die een weergave voor gebieden op grotere afstand van de kust mogelijk maken. Op grond van de beschikbare informatie kan echter wel worden aangenomen dat de dichtheden op meer dan 60 km uit de kust aanzienlijk lager zijn dan de in tabel 7.1 voor de kuststrook gegeven waarden.

Tabel 7.1 Trek en status van zeevogels en steltlopers in de kustzone op een afstand van minder dan 7 km (gegevens uit 1980-89), en op circa 10 km (gegevens 1978-82) uit de kust, ter hoogte van Noordwijk (Camphuysen et al., 1982; Den Ouden & Camphuysen, 1983; Den Ouden & Van der Ham, 1988; Platteeuw et al., 1994). De verhouding tussen de omvang van de trek langs de kust en de totale flyway-populatie is verantwoord in Van der Winden et al. (1997)

soort	status in OWEZ plangebied [1])	N/uur	max. dagtotalen [2])	max. dagtotalen [2])	omvang trek langs de Hollandse kust als % van
		<7 km	< 7 km	±10 km	totale flyway populatie
roodkeel-/parelduiker [3])	w, migr	10,3	C	B	23
fuut	w, migr	36,9	E	A	73
noordse stormvogel	j	10,4	D	D	0
grauwe pijlstormvogel	migr	0,6	B	B	-
jan-van-gent	j	27,9	D	C	13
zwarte zee-eend	**migr**	210,9	E	D	70
grote zee-eend	migr	11,1	D	C	5
middelste zaagbek	migr	6,2	C	B	27
scholekster	migr	21,1	D	A	10
kluut	migr	3,6	D	A	23
bontbekplevier	migr	1,8	C	B	3
goudplevier	migr	3,3	D	A	1
zilverplevier	migr	21,7	D	B	56
kievit	migr	26,5	D	C	6
kanoet	migr	23,1	D	C	12
drieteenstrandloper	migr	3,9	C	A	14
bonte strandloper	migr	21,5	D	B	4
rosse grutto	migr	40,3	D	C	21

soort	status in OWEZ plangebied [1])	N/uur	max. dagtotalen [2])	max. dagtotalen [2])	omvang trek langs de Hollandse kust als % van
		<7 km	< 7 km	±10 km	totale flyway populatie
regenwulp	migr	1,8	C	C	1
wulp	migr	8,1	D	B	10
tureluur	migr	9,2	D	B	14
steenloper	migr	3,8	C	A	52
grote jager	**s, migr**	0	0	0	?
kleine jager	**s, migr**	2,5	C	B	19
dwergmeeuw	**s, migr**	31,9	D	D	≈100 [3])
kokmeeuw	migr	47,6	D	C	4
stormmeeuw	w, migr	38,5	D	D	10
kleine mantelmeeuw	b, s, migr	21,5	D	D	23
zilvermeeuw	**w**	-	(E)	(E)	>1
grote mantelmeeuw	**w**	10,9	D	C	10
drieteenmeeuw	j	21,2	D	D	1
grote stern	**(b), migr**	51,8	D	C	≈100 [3])
noordse stern/visdief [4])	(b), migr	91	E	D	31
dwergstern	migr	4	C	B	50
alk/zeekoet [4])	**w**	11,9	D	C	-

[1]) voor verklaring afkortingen zie tekst

[2]) A= 1-10; B= 11-100; C= 101-1000; D= 1001–10.000; E> 10.000

[3]) schatting langstrekkende aantallen overtreft schatting flyway-populatie

[4]) soorten tijdens zeetrektellingen niet goed van elkaar te onderscheiden

In de nulmeting voor het OWEZ-windturbinepark is ook de vliegactiviteit bepaald voor alle vogels rondom Meetpost Noordwijk als beste benadering voor het gebied van OWEZ (Krijgsveld et al., 2005). De vliegactiviteit van vogels, ofwel "flux" (in vogels per uur per kilometer), varieert in de loop van het jaar voor de meeste soorten zoals blijkt uit tabel 7.2. De gegevens ten grondslag aan deze fluxen zijn afkomstig van onderzoek op Meetpost Noordwijk en worden besproken in Krijgsveld et al. (2005). Dit platform lag circa 9 kilometer uit de kust. Voor juli en augustus ontbreken aantalsgegevens. In tabel 7.2 worden verschillende soorten en soortgroepen behandeld. In het geval van de meeuwen wordt er naast het "meeuwen totaal" (alle soorten bij elkaar) onderscheid gemaakt tussen "grote meeuwen" (grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw) en "kleine meeuwen" (stormmeeuw en kokmeeuw). Dwergmeeuw en drieteenmeeuw worden wel apart onderscheiden. Ook in de landvogels worden twee groepen gesplitst te weten de "kleine zangvogels" (vogels zoals roodborst, tjiftjaf, vink et cetera) en "middelgrote zangvogels" (vogels zoals lijsters et cetera). Weergegeven worden de gemiddelde fluxen per maand voor alle soorten en soortgroepen

en een jaargemiddelde op basis van 10 maanden (in juli en augustus zijn geen metingen gedaan).

Tabel 7.2 Gemiddelde flux (vogels/uur/km) van soorten en soortgroepen in de Noordzee langs Meetpost Noordwijk (Krijgsveld et al., 2005)

soorten	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	gem.
jan-van-gent	0,0	0,5	0,4	1,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	1,0	0,39
aalscholver	0,7	0,8	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,6	1,5	2,2	0,61
dwergmeeuw	0,0	10,2	1,1	0,1	0,2	0,2	0,7	2,0	0,0	0,0	1,45
drieteenmeeuw	0,0	4,5	12,9	23,8	5,4	0,3	0,4	0,1	0,0	0,1	4,75
soortgroepen											
futen	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01
duikers	0,0	0,3	1,1	2,4	1,0	1,1	1,1	0,2	0,0	0,0	0,72
stormvogels	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,04
ganzen en zwanen	0,0	1,6	0,5	2,7	0,0	1,0	0,8	0,4	0,0	0,0	0,70
eenden	0,2	0,3	0,5	1,8	0,0	0,4	1,1	0,6	0,0	0,0	0,49
zee-eenden	1,3	4,0	1,8	3,3	3,2	6,8	4,0	4,0	7,2	0,3	3,59
jagers	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03
sterns	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,2	7,8	0,0	1,17
meeuwen totaal	25	68	26	32	11	6	4	13	37	61	28,3
ongedet. meeuwen	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	13,6	0,0	1,89
grote meeuwen	24,8	31,6	7,3	4,8	2,8	0,7	0,9	9,7	23,0	60,6	16,62
kleine meeuwen	0,1	16,5	4,2	3,6	2,2	5,2	2,3	1,2	0,0	0,0	3,53
alkachtigen	0,0	1,9	6,7	9,5	3,0	1,8	2,3	0,0	0,0	0,0	2,52
steltlopers	0,3	0,3	0,3	0,4	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,3	0,24
landvogels totaal	0,8	14	16	0,2	0,2	0,1	0,1	12	0,7	0,0	4,41
kleine zangvogels	0,7	5,6	6,7	0,1	0,2	0,0	0,0	11,9	0,6	0,0	2,58
middelgr. zangvogels	0,0	8,3	9,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	1,82

Uit de tabellen 7.1 en 7.2 komen duidelijke patronen naar voren als het gaat om timing en aantallen vogels in de kustzone van de Nederlandse Noordzee. Verschillende soorten komen alleen in de trektijd (voor- en najaar) langs de kust in hogere aantallen voor (jagers, sterns, landvogels, steltlopers en ganzen/zwanen). Andere soorten zijn voornamelijk wintervogels en/of doortrekker (alkachtigen, jan-van-gent, dwergmeeuw, drieteenmeeuw) en sommige zijn (bijna) jaarrond aanwezig (meeuwen, aalscholvers, zee-eenden). Een directe vergelijking tussen de twee tabellen is niet mogelijk aangezien tabel 7.1 maximale dagtotalen geeft terwijl in tabel 7.2 gemiddelde aantallen per uur worden vermeld. De vergelijking kan echter wel worden gemaakt als hiermee rekening wordt gehouden. Dan blijkt dat de orde groottes van de aantallen voor de verschillende soorten in de twee tabellen goed met elkaar overeenkomen en zijn de verhoudingen tussen soorten overeenkomstig. Opvallende nieuwkomer in tabel 7.2 is de aalscholver. Deze soort ontbrak in de periode 1980-1989 nog op zee maar is aan een dermate sterke opmars begonnen dat deze nu regelmatig in soms grote aantallen aan te treffen is tot ver uit de Nederlandse kust.

In aanvulling op bovenstaande tabellen is nagegaan of de website www.trektellen.nl bruikbare kwantitatieve informatie bevat die informatie toevoegt aan met name tabel 7.1. Deze site bevat weliswaar veel goede gegevens, maar de gebruikte methoden zijn niet beschreven en kunnen per waarnemingsplek verschillen. Het bestreken gebied betreft in alle gevallen slechts de eerst paar kilometers vanaf de kustlijn. Er is daarom afgezien van een poging deze gegevens te verkrijgen, te bewerken en te vergelijken met de informatie in tabel 7.1.

Prins et al. (2008) hebben een analyse gemaakt van gegevens van vogeltrek afkomstig van de grote surveillance-radar van de Koninklijke Luchtmacht in Friesland. De belangrijkste beperking van deze radar is dat vogels, vliegend boven de Noordzee, pas vanaf vele honderden meters hoogte zichtbaar zijn (op 150 km vanaf de radar in Wier boven 1000 m; zie Prins et al. voor kaartje). De dataset levert dus geen informatie over vliegende vogels op voor windturbineparken relevante hoogtes ter hoogte van de locatie Tromp Binnen. Wel is uit de data van deze radar zeer veel waardevolle informatie over het verloop van vogeltrek en de factoren die hierop van invloed zijn te halen. Prins et al. (2008) geven hiervan beknopt een aantal voorbeelden, die op hoofdlijnen overeenkomen met de informatie die in de navolgende paragrafen op basis van andere bronnen is samengevat.

Soorten en aantallen trekkende vogels

Uit het bovenstaande is duidelijk dat een groot aantal vogelsoorten op trek over de locatie Tromp Binnen kan vliegen. De richtlijnen geven aan dat inzicht dient te worden verschaft in welke soorten het studiegebied in zeer groot aantal kunnen passeren dan wel van welke soorten een substantieel deel van de biogeografische populatie het studiegebied kan aan-

doen. Het studiegebied is de locatie en directe omgeving (tot waar effecten merkbaar zijn). Voor trekvogels is dit, met het oog op uitwijkgedrag het gebied binnen een straal van enkele kilometers rondom het windturbinepark. Wanneer hiervoor 2 kilometer wordt genomen, is de breedte van het gebied ten opzichte van de noord-zuid lijn (max.) 21 km en ten opzichte van de oost-west lijn 7 km. Vervolgens is de vraag wat respectievelijk verstaan moet worden onder "zeer groot aantal" en "substantieel deel van de biogeografische populatie", ofwel absolute en relatieve talrijkheid. Een aantal van minimaal 10.000 lijkt voor het eerste een bruikbare orde grootte, terwijl de internationaal gehanteerde 1%-norm uit de Ramsar-conventie de beste referentie vormt om te kunnen beoordelen of een substantieel deel van de populatie de locatie Tromp Binnen passeert of aandoet.

In paragraaf 7.2.5 wordt voor verschillende vogelgroepen ingegaan op trekbewegingen, trekroutes en vlieghoogten. De vraag om welke aantallen het zou kunnen gaan bij de locatie Tromp Binnen en omgeving, blijft daar buiten beschouwing. Hieronder wordt daar op ingegaan.

Bij de huidige stand van kennis is het niet mogelijk nauwkeurig te bepalen welke vogelsoorten in (relatief) grote aantallen over het studiegebied zullen vliegen. Informatie per soort over de aantallen langstrekkende vogels voor specifiek het studiegebied is niet voorhanden en is niet uit andere bronnen te construeren. Hierboven is reeds beschreven welke kennis er is over trekvogels boven de Noordzee. Daaruit is duidelijk dat het voor de Noordzee als geheel al niet makkelijk is om te reconstrueren hoeveel vogels er overtrekken, en welke globale trekbanen daarbij benut worden. Om vanuit deze informatie in te zoomen op een zeer klein stukje en daarvoor voor iedere soort het aantal te bepalen is niet op verantwoorde wijze mogelijk. Wel is het mogelijk gebleken een lijst op te stellen van soorten die naar verwachting gezamenlijk het merendeel van de over de locatie Tromp Binnen vliegende vogels bepalen (zie tabel 7.3). Dit is gedaan door na te gaan welke trekbanen over de locatie lopen en om welke soorten en aantallen vogels het – op grond daarvan – kan gaan. Hieronder wordt beschreven en verantwoord hoe deze lijst tot stand is gekomen.

Tabel 7.3 Indicatieve lijst van soorten die als trekvogel (absoluut dan wel relatief!) talrijk over het studiegebied voor de locatie Tromp Binnen vliegen. Zie tekst voor toelichting

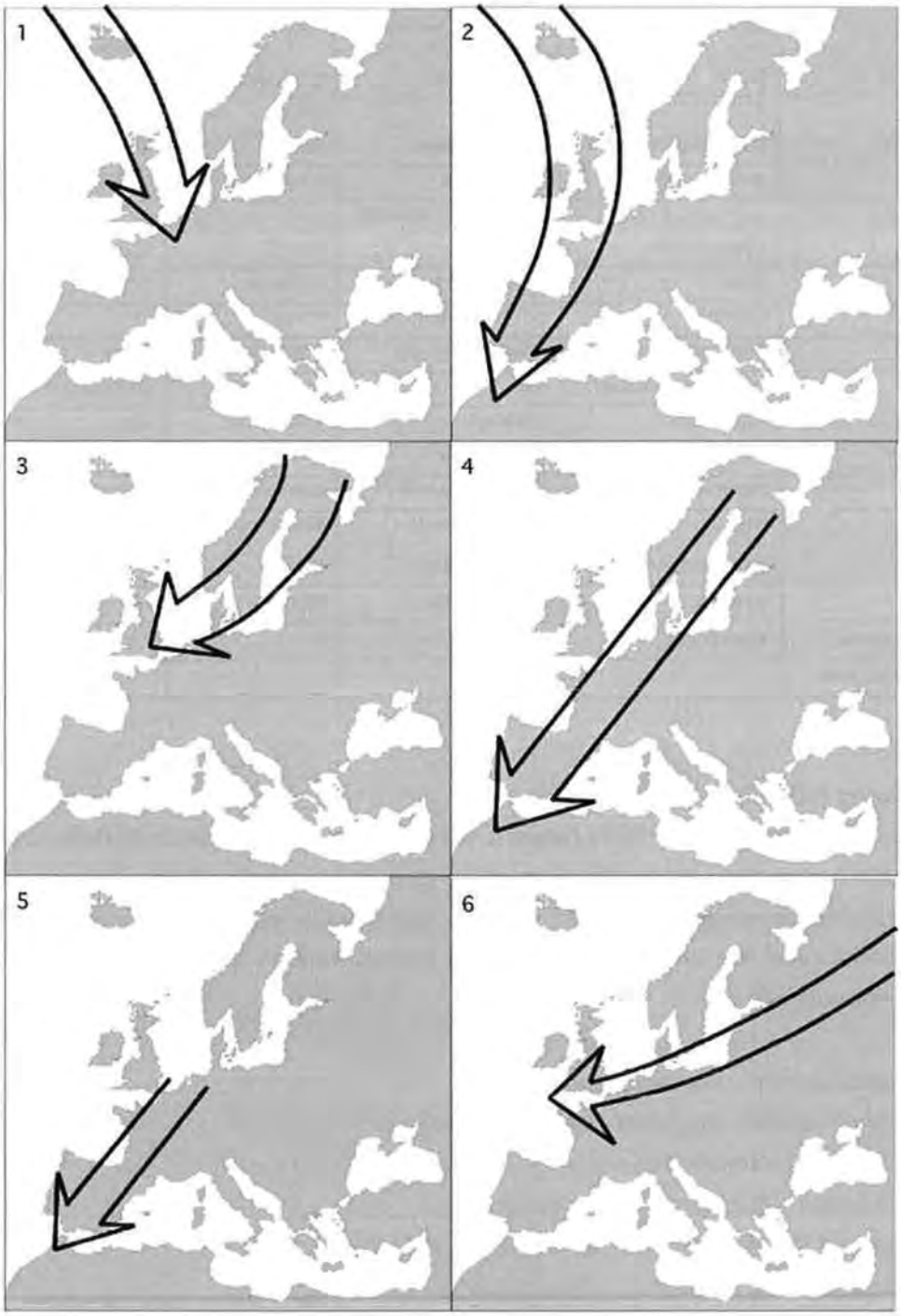
soort (NL naam)				
noordse stormvogel	scholekster	grote jager	huiszwaluw	goudhaantje
jan-van-gent	kluut	kleine jager	graspieper	bonte vliegenvanger
kleine zwaan	bontbekplevier	dwergmeeuw	gele kwikstaart	kauw
rotgans	goudplevier	kokmeeuw	roodborst	roek
bergeend	zilverplevier	kleine mantelmeeuw	tapuit	spreeuw
smient	kievit	zilvermeeuw	beflijster	ringmus
wintertaling	kanoet	grote mantelmeeuw	merel	vink
wilde eend	drieteenstrandloper	drieteenmeeuw	kramsvogel	keep
pijlstaart	bonte strandloper	alk	zanglijster	groenling
krakeend	watersnip	zeekoet	koperwiek	sijs
zomertaling	rosse grutto	gierzwaluw	grote lijster	kneu
slobeend	regenwulp	boomleeuwerik	tuinfluiter	barmsijs
tafeleend	wulp	veldleeuwerik	zwartkop	sneeuwgors
kuifeend	bonte strandloper	oeverzwaluw	tjiftjaf	
brilduiker	tureluur	boerenzwaluw	fitis	
zwarte zee-eend	steenloper			
middelste zaagbek				

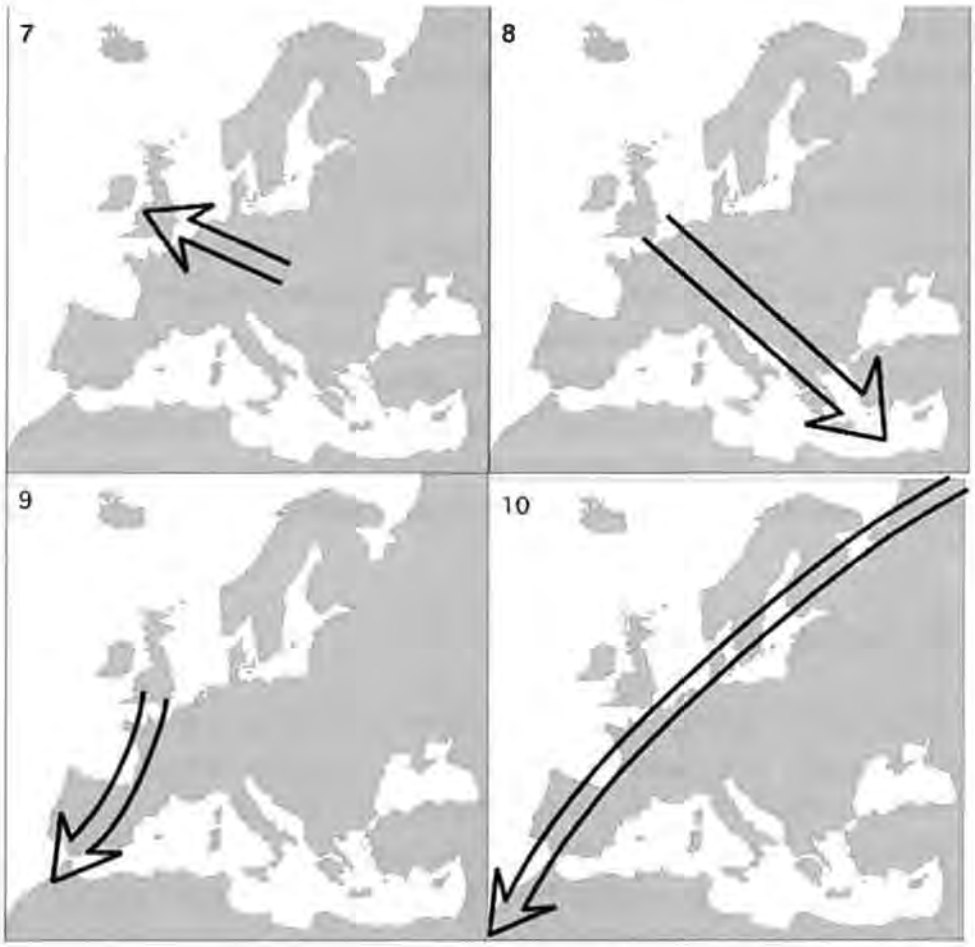
Onderbouwing tabel 7.3

Lensink & Van der Winden (1997) hebben voor niet-zeevogels een onderbouwde schatting gegeven van het aantal vogels dat er over de gehele Noordzee vliegt. Zij geven als totaalschatting 65 miljoen vogels, hetgeen volgens hen nog te verhogen is met 1 miljoen zeevogels. Daarbij gaat het om alle 10 door hen onderscheiden trekbanen over de Noordzee (figuur 7.1) bestaande uit:

1 Groenland/IJsland - West-Europa
2 Groenland/IJsland - Zuidwest-Europa (Afrika)
3 Noord-Europa - West-Europa
4 Noord-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika)
5 Continentaal West-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika)
6 Noordoost-Europa (Rusland) - West-Europa
7 Midden-Europa - West-Europa

8 West-Europa - Zuidoost-Europa (Afrika)
9 Groot-Brittannië - Zuidwest-Europa (Afrika)
10 Noordoost-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika).





Figuur 7.1 Trekbanen over de Noordzee van niet-zeevogels

Sommige trekbanen hebben voor Tromp Binnen geen of nauwelijks relevantie. Het oppervlak van de locatie Tromp Binnen van 33 km^2 is minder dan 0,1% van het NCP. De langste maten van het windturbinepark (16,6 km in NW-ZO richting en 3,1 km in NO-ZW richting) vormen respectievelijk orde grootte 2 en 2,5% van de dwarse lijn waarop zij liggen (oostzijde Noordzee 400-500 km, Den Helder-Engeland 200 km). De meerderheid van de trekvogels over de Noordzee gaat noord-zuid, een minderheid oost-west (van en naar de Britse eilanden). Dat leidt tot een minimale orde grootteschatting van 1,5-3 miljoen vogels over het studiegebied Tromp Binnen. Dit is dus een deelverzameling van de circa 200 soorten die het zou kunnen betreffen. Tabel 1 in Lensink & Van der Winden (1997) kan vervolgens worden gebruikt om na te gaan welke soorten in dit totaal belangrijk zijn in aantal: de soorten met relatief hoge aantallen in de trekbanen die voor de locatie Tromp Binnen relevant zijn. Dat zijn in vooral de trekbanen 1, 3, 4, 6, 7 en 10. Hierbinnen zitten in trekbaan 3, 4 en 6 veruit de meeste vogels. In tabel 7.3 zijn de talrijke soorten uit deze trekbanen gegeven (op basis van tabel 1 in

Lensink & Van der Winden, 1997), aangevuld met zeevogelsoorten die tot dit lijstje zouden moeten behoren (maar door Lensink & Van der Winden, 1997 zoals vermeld niet behandeld zijn). De lijst in tabel 7.3 is indicatief.

Gradiënt van de kust naar midden op zee
Voor zeevogels is een tweede benadering gevolgd. Uit de Locatie-MER voor het Near Shore Windturbinepark (thans bekend onder de naam OWEZ) is een tabel overgenomen en aangevuld (tabel 7.1). Deze tabel laat nu voor de kustzone tot 7 km en de lijn op circa 10 km uit de kust zien hoe de aantallen vogels zich voor deze twee gebieden verhouden. Voor het gebied verder op zee (dus ook de locatie Tromp Binnen) is deze informatie niet voorhanden, maar de tabel geeft een idee van enerzijds de gradiënt ten opzichte van de kust en anderzijds de betrokken soorten en orde grootte (absolute en relatieve) aantallen.

7.2.4 Niet-broedvogels

Op de Noordzee komen enkele miljoenen zeevogels voor die de zee het hele jaar door als hun leefgebied hebben. In de Zuidelijke Bocht van de Noordzee komen ook grote aantallen zeevogels voor (honderdduizenden; zie Camphuysen & Leopold, 1994; Arts & Berrevoets, 2005), die ter plaatse foerageren, rusten, ruien en slapen. Op volle zee zijn slechts weinig vogels werkelijk stationair aanwezig op een bepaalde locatie. Eerder gaat het voorkomen van zeevogels op volle zee gepaard met allerlei grootschalige en kleinschalige bewegingen, die in relatie kunnen staan met het getij, het al dan niet plotseling optreden van een goede mogelijkheid om te foerageren, de tijd van de dag, en de tijd van het jaar (seizoenstrek). Indien delen van dit leefgebied worden aangetast, zal dat leiden tot verminderde dichtheden van die zeevogels ter plaatse. In de bijlagen 7.1 en 7.2 zijn korte soortbeschrijvingen van de aanwezige soorten opgenomen. Deze zijn gebaseerd op de NCP-vogelatlassen van Baptist & Wolf (1993) en Camphuysen & Leopold (1994); enkele recentere rapporten op soortsniveau (Berrevoets & Arts, 2001, 2002, 2003; Arts & Berrevoets, 2005) en een nog niet gepubliceerd rapport van Leopold et al. (in prep.) dat de beschikbare tellingen van zeevogels vanuit vliegtuigen en vanaf schepen integreert. Hieronder wordt beknopt ingegaan op status en voorkomen op de soorten op het NCP en "ingezoomd" op de locatie Tromp Binnen.

Status en voorkomen op het NCP
Alle besproken zeevogelsoorten genieten bescherming onder de Nederlandse Flora- en faunawet en als trekvogel, wat alle zeevogels op het NCP zijn beschermd (Leopold et al. (in prep.)) onder de EU Vogelrichtlijn. Een aantal soorten is nog strenger beschermd onder de Vogelrichtlijn: deze zijn opgenomen in Annex 1 van de Vogelrichtlijn (tabel 7.4). Ten slotte is een aantal natuurgebieden in Nederland beschermd onder de Natuurbeschermingswet.

Deze kent het begrip "externe werking" dat inhoudt dat vogels die binnen een beschermd natuurgebied bescherming genieten, ook daarbuiten beschermd moeten worden als er sprake is van een relatie met dat natuurgebied.

Het plangebied ligt ruim buiten het dichtstbijzijnde zeegebied dat is aangemerkt als speciale beschermingszones onder de Vogel- en Habitatrichtlijn (de Noordzeekustzone benoorden Petten), en kent een andere mariene (avi)fauna dan dit kustzeegebied. Locatie Tromp Binnen ligt op circa 75 km van het dichtst bij gelegen offshore zeegebied met een bijzondere ecologische waarde, het Friese Front (Lindeboom et al., 2005) en het heeft ook een andere (en mindere) ornithologische waarde. Het plangebied ligt in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, waarin ook het Bruine Bankgebied gelegen is dat een vergelijkbare avifauna heeft en dat door Lindeboom et al. (2005) en Bos et al. (2008) ook is aangemerkt als een gebied met een bijzondere ecologische waarde op het NCP. Het Bruine Bank gebied heeft echter vooralsnog geen officiële status als natuurgebied en dus geldt het begrip externe werking hier niet.

Tabel 7.4 Zeevogelsoorten die onder de EU Vogelrichtlijn Annex 1 vallen (BirdLife International 2004) én die op het NCP voorkomen (Camphuysen & Van Dijk, 1983; Platteeuw et al., 1994; Van den Berg & Bosman, 1999; Bijlsma et al., 2001; Wolf, 2004). In de laatste kolom wordt een indicatie van de talrijkheid op het NCP gegeven (br = broedvogel in NL; n-br = niet broedvogel; migr: trekvogel), naar van den Berg & Bosman (1999) en Bijlsma et al. (2001). Soorten die slechts in zeer geringe aantallen of als dwaalgast op het NCP voorkomen, of soorten die eigenlijk zoetwatervogels zijn, waarvan enkelingen ook wel eens op zee worden gezien (zoals bijvoorbeeld het nonnetje, Mergellus albellus) worden verder gezien als niet relevant voor deze windturbineparkstudie. De meest relevante soorten in deze zijn gemerkt met een "*" in de eerste kolom en vogels waarvoor dit minder duidelijk is zijn gemerkt als " (*)". De meeste "schaarse doortrekkers" worden alleen dicht onder de kust gezien, waar stuwing langs het land optreedt voor deze trekvogels en waar bovendien relatief intens wordt waargenomen. Deze soorten zijn voor offshore windturbineparken niet relevant

soort	wetenschappelijke naam	status op het NCP
roodkeelduiker *	*Gavia stellata*	algemeen in kustzone (n-br)
parelduiker (*)	*Gavia arctica*	vrij schaars (n-br)
ijsduiker	*Gavia immer*	schaarse gast (n-br)
geelsnavelduiker	*Gavia adamsii*	zeldzaam (n-br)
kuifduiker	*Podiceps auritus*	vrij schaars in kustzone (n-br)
donsstormvogel/Freira	*Pterodroma madeira/feae*	dwaalgast
bulwer's stormvogel	*Bulweria bulwerii*	dwaalgast

soort	wetenschappelijke naam	status op het NCP
kuhl's pijlstormvogel	*Calonectris diomedea/borealis*	vrij schaarse doortrekker (migr)
vale pijlstormvogel	*Puffinus (p.)mauretanicus*	vrij schaarse doortrekker (migr)
kleine pijlstormvogel	*Puffinus assimilis*	Dwaalgast
bont stormvogeltje	*Pelagodroma marina*	Dwaalgast
stormvogeltje	*Hydrobates pelagicus*	vrij schaarse doortrekker (migr)
vaal stormvogeltje	*Oceanodroma leucorhoa*	vrij schaarse doortrekker (migr)
steller's eidereend	*Polysticta stelleri*	Dwaalgast
grauwe Franjepoot	*Phalaropus lobatus*	schaarse doortrekker (migr)
zwartkopmeeuw	*Larus melanocephalus*	schaars in kustzone (br & n-br)
dwergmeeuw *	*Larus minutus*	talrijk, vooral in kustzone (migr)
audouin's meeuw	*Larus audouinii*	Dwaalgast
baltische kleine mantelmeeuw	*Larus fuscus fuscus*	vermoedelijk schaarse doortrekker (migr)
lachstern	*Gelochelidon nilotica*	schaarse doortrekker (migr)
reuzenstern	*Sterna caspia*	schaarse doortrekker (migr)
grote stern *	*Sterna sandvicensis*	talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
dougall's stern	*Sterna dougallii*	schaarse doortrekker (migr)
visdief (*)	*Sterna hirundo*	talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
noordse stern (*)	*Sterna paradisaea*	talrijk, vooral in kustzone (br, migr))
dwergstern	*Sterna albifrons*	talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
zwarte stern	*Chlidonias niger*	talrijk, vooral in kustzone (br, migr)

Deze soorten en hun voedsel worden uitgebreider toegelicht in de bijlage 7.1 en 7.2.

Aantallen zeevogels op de locatie Tromp Binnen

Op basis van de boot- en vliegtuigtellingen zijn per soort de aantallen geschat, die binnen de contouren van het windturbinepark verblijven in de verschillende seizoenen. Hieronder worden deze aantallen gegeven zoals die geschat worden op grond van de scheeps- en vliegtuigtellingen afzonderlijk. Hiervoor is gebruik gemaakt van de schattingsmethode zoals uiteengezet in het rapport van Arts & Berrevoets (2005). In het kort komt dit er op neer dat niet alleen de tellingen gebruikt worden die specifiek binnen de grenzen van het plangebied zijn uitgevoerd, maar ook van omliggende tellingen. De verschillende waarden zijn geïnterpoleerd volgens een geostatistische methode (Kriging), waarbij metingen op grotere afstanden van de planlocatie een steeds minder gewicht in de schaal leggen. Bijlage 7.5 gaat verder in op de wijze waarop de aantallen zijn berekend. De dekking tussen beide databestanden verschilt soms aanzienlijk, zowel in de ruimte als in de tijd. Hierdoor treden verschillen op in uitkomsten tussen de beide datasets; daarbij is er ook een grote variatie in aantallen in

plaats en tijd, van soorten die vissersschepen volgen, zoals de meeuwen (zie tabel 7.5 a,b). Kaartbeelden kunnen daardoor op details verschillen, maar in het algemeen vallen deze verschillen in het niet tegen bijvoorbeeld de seizoensvariatie.

Tabel 7.5a Gemiddelde aantallen van de belangrijkste ter plaatse voorkomende zeevogels voor de locatie Tromp Binnen (29.842 ha) per periode van twee maanden, op grond van scheepstellingen (1987-2006)
Roodkeel- en parelduikers zijn veelal niet van elkaar te onderscheiden en deze twee soorten zijn samengenomen ("duikers"), hetzelfde geldt voor noordse stern en visdief

	aug/sep	okt/nov	dec/jan	feb/mrt	apr/mei	jun/jul
duikers	0	0	0	0	0	0
noordse stormvogel	6	0	33	73	7	0
jan-van-gent	4	21	0	16	8	0
kokmeeuw	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	0	0	0	0	0	0
kleine mantelmeeuw	4	0	0	8	30	0
zilvermeeuw	0	0	5	8	0	0
grote mantelmeeuw	2	3	20	5	4	0
drieteenmeeuw	0	1	41	72	62	0
noordse stern/visdief	0	0	0	0	0	0
grote stern	0	0	0	0	0	0
zeekoet	0	21	161	145	93	0
alk	0	0	20	12	0	0

Tabel 7.5b Gemiddelde aantallen van de belangrijkste ter plaatse voorkomende zeevogels voor de locatie Tromp Binnen per periode van twee maanden, op grond van vliegtuigtellingen (feb 2002-jan 2007).
*: tijdens tellingen vanuit het vliegtuig worden roodkeel- en parelduikers; noordse stern en visdief, en alk en zeekoet noodgedwongen samengenomen

	aug/sep	okt/nov	dec/jan	feb/mrt	apr/mei	jun/jul
duikers	0	1	1	4	0	0
noordse stormvogel	18	11	13	25	13	53
jan-van-gent	15	42	19	15	23	10
stormmeeuw	0	0	0	7	0	0
kleine mantel	23	3	0	2	319	82
zilvermeeuw	20	3	14	10	2	1
grote mantelmeeuw	23	3	12	2	319	82
drieteenmeeuw	22	38	115	65	214	44
grote stern	0	0	0	0	5	1
noordse stern/visdief	25	0	0	0	6	0
alk/zeekoet	50	138	204	254	376	2

De locatie Tromp Binnen ligt in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, buiten de directe kustwateren (aangeduid als "de Kustzee" in IBN 2015). In de zomer verblijven hier zeer weinig zeevogels omdat het gebied zo goed als buiten bereik van de in Nederland en Engeland broedende aalscholvers, meeuwen en sterns ligt (Camphuysen & Leopold, 1994). Alleen de kleine mantelmeeuwen van enkele kolonies in Nederland hebben de planlocatie binnen hun actieradius. Afgezien van de kleine mantelmeeuwen komen in de zomer alleen nog enkele (meest onvolwassen) niet-broedende zeevogels voor, vooral meeuwen.

Buiten het broedseizoen bezoeken grote aantallen vogels uit noordelijker streken de Zuidelijke Bocht. Na het broedseizoen stroomt eerst de noordelijke helft van het NCP vol met zeevogels uit noordelijker streken, waaronder internationaal belangrijke aantallen jan-van-genten, zilvermeeuwen, drieteenmeeuwen, zeekoeten en alken. Tegen het eind van de winter (rond februari) concentreren deze vogels zich in de Zuidelijke Bocht. Dit werd onlangs nog eens geïllustreerd door de grote aantallen slachtoffers van de Tricolor-olieramp in Noord-Frankrijk, België en Zuidwest-Nederland (Camphuysen & Leopold, 2005). Roodkeel- en parelduikers (Vogelrichtlijn Annex I soorten) overwinteren, evenals grote aantallen zeeeenden en meeuwen merendeels veel dichter onder de kust dan waar de locatie Tromp Binnen is geprojecteerd.

Vliegbewegingen
Bij de locatie Tromp Binnen komen meest zogenaamde offshore soorten (soorten van de volle zee) voor, zoals alk, zeekoet, jan-van-gent, noordse stormvogel, grote jager, grote mantelmeeuw, zilvermeeuw en drieteemeeuw. Deze soorten gebruiken het plangebied om te foerageren. Meeuwen zijn rustige vliegers die meestal op ongeveer 30 meter boven het water de oppervlakte afspeuren naar voedsel. Ze bezoeken massaal viskotters, met jagers in hun kielzog. Jan-van-genten foerageren vaak nog iets hoger boven het wateroppervlak (tot ± 50 mtr) waar ze naar prooi onder het watervlak zoeken om vervolgens van deze hoogte in het water te duiken om zo vis te verschalken. Jan-van-genten op trek vliegen vaak laag over het water. De noordse stormvogel is bij uitstek een soort die gebruik maakt van de opwaarts bewegende lucht over de golven. Hierdoor vliegt de soort meestal vlak boven het water. Uitsluitend bij harde wind wordt ook op grotere hoogte gevlogen. Alkachtigen vliegen bijna uitsluitend vlak boven het wateroppervlak. Verder vliegen deze soorten over het algemeen weinig.

7.2.5 Trekroutes en vlieghoogten (inclusief trek)

Routes trekvogels over Noordzee
Om het belang van het luchtruim boven de locatie Tromp Binnen voor trekkende vogels te kunnen duiden wordt in de richtlijnen gevraagd migratieroutes aan te geven. Door de grote aantallen trekvogels over de Noordzee is dit niet gemakkelijk te doen. Hun herkomst (broedgebied) en bestemming (overwinteringsgebied) zijn in het algemeen bekend. Veelal is er echter geen sprake van vast omschreven "routes". Zoals in het voorgaande al is beschreven, kunnen er mogelijk wel brede trekbanen worden onderscheiden, waarin de dichtheid van bepaalde soorten(-groepen) trekkende vogels hoger is dan daarbuiten, maar zeker geen routes die als dunne pijlen op een kaart kunnen worden gezet, en waarvan dan zou kunnen worden aangegeven of deze over of juist langs de locatie Tromp Binnen lopen. Tijdens de herfsttrek van zangvogels over de Noordzee lijkt eerder sprake van een "deken van doortrekkende vogels" dan van nauwe, goed definieerbare trekbanen. Ook spelen de weersomstandigheden een grote rol in intensiteit en gevolgde route van trekvogels. Over patronen en dichtheidsgradiënten (bijvoorbeeld ten opzichte van de kust, zie boven) is enige kennis beschikbaar en goed en gecondenseerd weergegeven door Lensink & Van der Winden (1997) en Van de Laar (1999). Hoewel de kaarten in beide publicaties er verschillend uitzien (brede pijlen vormen trekbanen in de eerste, een groot aantal individuele lijnen vormen trekbanen in de tweede) is het geschetste beeld vergelijkbaar. In figuur 7.1 zijn de relevante kaarten uit Lensink & Van der Winden (1997) overgenomen.

Zeevogels

Vooral in het voor- en najaar trekt een groot aantal zeevogels evenwijdig aan de kust van en naar broed- en overwinteringsgebieden (o.a. Camphuysen & Van Dijk, 1983; Platteeuw et al., 1994), dagelijks vele honderden tot maximaal vele duizenden. Van der Winden et al. (1997) schatten op grond van de beschikbare bronnen dat van een groot aantal zeevogelsoorten internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken. Ook bij zeevogels zijn verschillen te verwachten tussen patronen van trek overdag en 's nachts. Met name zee-eenden kunnen zich overdag sterk laten leiden door de kust, maar 's nachts houden zij een breed front aan (Bergman & Donner, 1964). Daarbij is de verwachting dat de trek 's nachts van en naar Engeland van deze soort volgens een breed front zou kunnen plaatsvinden. Maar dit zou ook kunnen gelden voor de kustparallelle trekbewegingen naar overwinteringgebieden ten zuiden van Nederland.

Zangvogels

In voor- en najaar treedt in de kustzone sterke trek op van zangvogels (LWVT/SOVON, 2002; Lensink & Van der Winden, 1997). Boven land stuwt de trek overdag geregeld, waarbij in een smalle strook achter en boven de zeereep per dag vele tienduizenden vogels kunnen passeren (e.g. Buurma, 1987). Ook in de nacht kan de trekstroom langs de kust verdichten, maar minder sterk dan overdag (Buurma & Van Gasteren, 1989). Over land en overdag trekkende kleinere zangvogels die naar Engeland willen, kennen in sommige najaren een gradiënt met toenemende aantallen aan de kust naar het zuiden toe. Indien gunstige rugwinden optreden, zullen deze vogels overdag vanaf de Nederlandse kust de oversteek naar Engeland maken. Maar indien tegenwinden overheersen vliegen deze vogels zoveel mogelijk over land door naar het zuiden, waar de afstand naar Engeland bij Calais het kleinst is en waar in sommige najaren dan ook uiteindelijk door de grootste aantallen de oversteek wordt gemaakt.

Vooral onder gunstige weersomstandigheden waarbij meewind een belangrijke factor is, trekken 's nachts grote aantallen vogels over de Noordzee (Richardson, 1978; Buurma, 1987; Lensink & Van der Winden, 1997; LWVT/SOVON, 2002). Bij gunstige wind vliegen de vogels over het algemeen hoger dan 200 m en in een zeer breed front (e.g. Van Dobben, 1953; Buurma, 1987; Gruber & Nehls, 2003). In de ochtend en bij slecht weer vliegen deze nachttrekkers vooral op minder dan 150 m hoogte (o.a. Deelder & Tinbergen, 1947; Buurma, 1987; Buurma & Van Gasteren, 1989; Gruber & Nehls, 2003). Bij sterke tegenwind of slecht zicht kunnen grote aantallen zangvogels gedesoriënteerd raken en in zee terecht komen (Camphuysen, 1988; Lensink et al., 1999). Tot de meest talrijke zangvogels in de trekstroom over de Noordzee behoren veldleeuwerik, merel, koperwiek, kramsvogel, zanglijster, spreeuw en vink (Lensink & Van der Winden, 1997).

Naar verwachting is er een gradiënt in de dichtheid van overstekende nachttrekkende zangvogels zoals lijsters. Deze vogels pogen via een zo'n kort mogelijke route naar de Britse eilanden te gaan, waarbij in het zeegebied van noord naar zuid een afnemend aantal vogels de Noordzee oversteekt. Een deel van deze vogels betreft vogels die vanuit Noorwegen in één keer de oversteek pogen te maken, maar halverwege via een zuidoostelijke trekrichting naar de Nederlandse kust komen gevlogen en later een tweede poging doen (Buurma, 1987). Ook gedurende de dag kunnen landvogels over zee trekken. Over het algemeen gebeurt dit in een breed front, ook op hoogtes van minder dan 200 m (Buurma & Van Gasteren, 1989; Van Gasteren et al., 2002).

Wad- en watervogels

Een substantieel deel van de vogeltrekbewegingen over de Noordzee, met name van steltlopers en watervogels, heeft een relatie met de Waddenzee, waarbij er vogels van en naar andere gebieden komen gevlogen. Dit gaat om vliegbewegingen kustparallel van en naar gebieden ten zuiden van Nederland, en om uitwisseling met gebieden in het Verenigd Koninkrijk.

De Waddenzee is een van de rijkste watervogelgebieden in de wereld. Gedurende het gehele jaar trekken grote aantallen vogels van en naar de Waddenzee. De Waddenzee is zowel een belangrijk broedgebied als een belangrijk tussen- en eindstation voor vele soorten en grote aantallen watervogels. Aan dit gebied gerelateerde vliegbewegingen zijn daardoor van bijzondere betekenis. Gezien de ligging van de Waddenzee kan worden verondersteld dat noordelijk ten opzichte van de Nederlandse kustlijn meer vogels die uit de Waddenzee afkomstig zijn de oversteek naar Engeland maken dan zuidelijk. Zuidelijker is er uiteraard het Deltagebied, maar de aantallen vogels zijn daar lager dan in het Waddengebied.

Er zijn meer soorten watervogels die van of via Nederland naar Engeland vliegen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om soorten als rotgans en kleine zwaan. Beide soorten hebben verspreidingszwaartepunten in Noord- en Zuid-Nederland, al kent ook Midden-Nederland aanzienlijke aantallen kleine zwanen. Dit zou inhouden dat er ook voor deze soorten een noord-zuid gradiënt bestaat voor dit type trekbewegingen. Gezien de aantallen die zich zuidelijker in Nederland ophouden zal de oversteek zich zeker niet beperken tot het noordelijk deel van de kust. De waarnemingen van kleine zwanen op Meetpost Noordwijk (Krijgsveld et al., 2005) bevestigen dit. Van de rotganzen verspreidt een groot deel van de vogels zich langs de Franse kust (Koffijberg & Günther, 2005), wat kustparallelle vliegbewegingen over de Noordzee betekent. Deze gradiënt zal vooral afhankelijk zijn van de afstand tot de kust.

Van der Winden et al. (1997) komen tot de conclusie dat van een groot aantal steltlopers internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken. Met name in de kuststrook kunnen per dag tot tienduizenden steltlopers passeren. Tien kilometer uit de kust (Meetpost Noordwijk) zijn lagere aantallen vastgesteld. Er bestaan aanwijzingen dat de trekbaan ter hoogte van Zuid-Holland in de regel verder uit de kust ligt (meer dan tien km) dan ter hoogte van het noordelijk deel van Noord-Holland (minder dan tien km) (Camphuysen et al., 1982; Den Ouden & Camphuysen, 1983; Den Ouden & Van der Ham, 1988; Platteeuw, 1990). Ook voor steltlopers staat de beschikbare informatie in de al genoemde tabel 7.1.

Met rugwind trekken steltlopers op hoogtes van meer dan 100 m in een tamelijk breed front langs en boven de kust (Camphuysen & Van Dijk, 1983; Van Gasteren et al., 2002). Vooral in het voorjaar trekken deze soorten bij tegenwind op lagere hoogten gestuwd langs de kust (Camphuysen & Van Dijk, 1983). Deze lage trek kan 's nachts doorgaan (Dirksen et al., 1996a). Kieviten trekken in voor- en najaar hoofdzakelijk overdag in een breed front van en naar Engeland (e.g. Baptist & Wolf, 1993), waarbij nachtelijke trek boven zee aannemelijk is (Van Gasteren, 1986; Buurma, 1987).
Bij vorstinvallen in het najaar of in de winter trekken vele duizenden steltlopers langs en over de Noordzee naar het zuiden of westen (Keijl & Mostert, 1988; Platteeuw et al., 1994). De ruimtelijke patronen en vlieghoogtes zijn over het algemeen vergelijkbaar met de reguliere seizoenstrek.

Breedte en hoogte van de trekstroom
Een belangrijk deel van de vogels vliegt overdag lager dan 100 m boven zee al komt hoge trek (meer dan 300 m) onder gunstige omstandigheden (meewind) eveneens voor (Buurma & Van Gasteren, 1989; Van Gasteren et al., 2002). De aantallen vogels die langstrekken zijn op grotere afstand van de kust lager dan vlak bij de kust (Van Gasteren et al., 2002, Krijgsveld et al., 2005). Uit een vergelijking van de trek onder de kust (afhankelijk van de soort 5 tot 9 km) en die verder uit de kust (ter hoogte van Meetpost Noordwijk, 10 km uit de kust) blijkt, dat een aantal soorten direct onder de kust talrijker doortrekt en een aantal andere juist verder uit de kust langstrekt (Camphuysen et al., 1982; Den Ouden & Camphuysen, 1983; Den Ouden & Van der Ham, 1988). De landinwaartse bocht in de Hollandse kust wordt mogelijk afgesneden door zwarte zee-eenden en wellicht ook door andere soorten, zoals duikers, dwergmeeuw en grote stern (Den Ouden & Stougie, 1990; Leopold et al., 2004). Als dit zo is, dan ligt de as van deze trekstroom bij Zuid-Holland op meer dan tien kilometer uit de kust en bij Noord-Holland op minder dan tien km (o.a. Den Ouden & Camphuysen, 1983; Platteeuw et al., 1985; Platteeuw, 1990). Op grond van observaties vanuit vliegtuigen en vanaf boten is het aannemelijk dat de trek op open zee

minder geconcentreerd is dan in de kustzone (Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994). Op grond van de waarnemingen op Meetpost Noordwijk is alleen zeker dat de overgang naar minder geconcentreerde trek verder dan vijftien km uit de kust ligt. Daarnaast verschilt de breedte van de gradiënt van soort tot soort. De waarnemingen in 2003-2004 vanaf Meetpost Noordwijk (Krijgsveld et al., 2005) sluiten op het bovenstaande nauw aan.

Weerseffecten
Bij sterke zuidwestelijke tot noordwestelijke wind in het najaar, of noordelijke tot noordoostelijke wind in het voorjaar, treedt onder de kust stuwing op van zeevogeltrek, waarbij de aantallen vogels sterk oplopen (Camphuysen & Van Dijk, 1983). De breedte van deze trekstroom is onbekend. Als gevolg van harde wind kunnen vogels uit de koers raken. Onder invloed van tegenwind gaan vogels lager vliegen (Gruber & Nehls, 2003).

Nachtelijke trek
Uit radarwaarnemingen bij Hoek van Holland en IJmuiden blijkt dat een belangrijk deel van de nachtelijke trek langs de kust boven zee zich op lage hoogtes (minder dan 300 m) afspeelt (Buurma & Van Gasteren, 1989; Van Gasteren et al., 2002). Met name meeuwen en sterns vliegen op hoogtes lager dan 200 m, maar ook van de andere soortgroepen vliegt minstens 40% op hoogtes lager dan 200 m. Overdag wordt lager gevlogen dan 's nachts. Studies verder uit de kust op de Noordzee (bij Sylt, Duitsland) bevestigen deze patronen (Gruber & Nehls, 2003). Op grond van indirecte en incidentele waarnemingen 's nachts is het aannemelijk dat de meeste echte zeevogels zowel overdag als 's nachts trekken, al is de verhouding waarin dit gebeurt onbekend.

7.3 Autonome ontwikkeling

Veel van de factoren die belangrijk zijn voor de ontwikkeling van de vogels aan en uit de Nederlandse kust liggen voor een groot deel buiten de Nederlandse landsgrenzen. Hierdoor is het moeilijk inzicht te geven in de te verwachten ontwikkelingen op locatie Tromp Binnen in de toekomst.

Eén van de belangrijkste factoren voor de toekomstige ontwikkeling van de Nederlandse zee- en kustvogels is de visserij op de (Nederlandse) Noordzee. Veel meeuwen en andere viseters zijn afhankelijk van wat overblijft bij viskotters en overboord in zee verdwijnt (restafval, ondermaatse en onverkoopbare vis, bodemdieren). Ook concurreert de visserij direct met vogels aangezien ze putten uit dezelfde bron (Camphuysen & Garthe, 2000). Gezien de doorgaande stijging van de olieprijs en daarmee gepaard gaande sanering van de boomkorvloot, zal de visserij geleidelijk gaan overschakelen op vangstmethoden die minder energie

vragen. De boomkor is bij uitstek een vistuig dat veel energie vraagt en veel bijvangst genereert. De verwachting is daarom dat er minder bijvangst beschikbaar zal komen en dit zal gevolgen hebben voor bijvoorbeeld meeuwen die veel van deze bijvangsten consumeren (Camphuysen et al., 1993). Meeuwenpopulaties staan ook aan land onder druk (onder meer door de toename van het aantal vossen en recreanten) en de populaties nemen af in grootte. De aalscholver heeft de laatste 20 jaar een opvallende verschuiving richting Noordzeekust laten zien: binnenlandse kolonies staan onder druk (onder meer door teruglopende productiviteit van de binnenwateren door teruggedrongen eutrofiëring) en nieuwe kolonies zijn ontstaan langs de kust. Daarbij zijn deze vogels ook massaal op de Noordzee gaan foerageren. Deze ontwikkeling is verder gestimuleerd door de bouw van offshore windturbineparken in een gebied waar ook al enkele offshore gasplatforms staan. De aalscholvers hebben deze parken snel gekoloniseerd (eigen waarnemingen IMARES en Bureau Waardenburg) en zijn steeds verder uit de kust gaan foerageren. Bij een toenemend aantal windturbineparken op zee zal deze ontwikkeling onverminderd doorzetten: deze vogels worden in hun verspreiding op zee niet gehinderd door een tekort aan voedsel maar door een tekort aan droge rustplaatsen. Naar verwachting zullen aalscholvers ook offshore gaan broeden op daarvoor geschikte offshore gasplatforms en windmolenparken.

7.4 Effecten van Tromp Binnen

7.4.1 Typen effecten

De effecten van windturbines op vogels worden hier besproken conform de richtlijnen voor het MER en in de lijn zoals die is uitgezet in eerdere MER's voor achtereenvolgens OWEZ (respectievelijk Voorstudie Locatieselectie, Locatie-MER en Inrichtings-MER) en daarna voor geplande offshore windturbineparken van WEOM en Evelop. Voor de OWEZ studies is alle beschikbare kennis op een rij gezet, geëvalueerd en in een review door externe deskundigen getoetst. In het hier gepresenteerde overzicht wordt dit aangevuld met sindsdien beschikbaar gekomen informatie uit bijvoorbeeld onderzoek naar effecten van Deense en Zweedse offshore windturbineparken.

De bouw van windturbineparken in de Noordzee kan verschillende gevolgen hebben voor lokaal verblijvende vogels (zeevogels) en trekvogels die in de betrokken gebieden voorkomen. De gevolgen kunnen variëren van een licht verstorende werking waardoor er minder vogels dan voorheen in het gebied zullen voorkomen, tot een totale verstoring (geen enkele vogel komt het gebied meer binnen, afhankelijk van de soort), en tot vogelaanvaringen met de dood als gevolg. Aantrekking is echter ook mogelijk, met name bij de aalscholver die in

een windturbinepark geschikte rustplaatsen vindt. Indien de visserij uit het gebied geweerd wordt, zal ter plaatse minder bijvangst overboord gezet worden waardoor minder aaseters in het gebied zullen voorkomen. Dit kan echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving gecompenseerd worden doordat naast het windturbinepark juist meer gevist zal worden (het lokaal sluiten van de visserij is in feite slechts een verplaatsing van de visserij naar elders). Het is in theorie ook mogelijk dat een windturbinepark vogels aantrekt, als bijvoorbeeld vissen zich massaal gaan ophouden rond de funderingspalen, waardoor plaatselijk goede foerageermogelijkheden voor viseters zouden kunnen ontstaan. De locatie Tromp Binnen ligt buiten de zone waarin zee-eenden nog foerageren. Hoewel incidenteel een enkele eider zich enige tijd bij een offshore installatie ver op zee kan ophouden (Thorpe, 2005), zal buiten de kustwateren van een aantrekkende werking op grote groepen zee-eenden en eiders, door een verbeterd aanbod schelpdieren, geen sprake zijn.

Windturbines zijn (in Nederland) tot nu toe voornamelijk op land geplaatst. Daarom is nog weinig onderzoek uitgevoerd naar de effecten van offshore windturbines op vogels. Om toch tot een effectbeschrijving te komen zijn de resultaten van onderzoek naar effecten van windturbines op vogels in algemene zin (en dus vooral op land) samengevat. Delen daarvan zijn ook van toepassing voor offshore plaatsing van windturbines. Het schaarse onderzoek naar windturbines op zee (o.a. Horns Rev, Nysted en Tunø Knob) is hierin meegenomen. Ten aanzien van de risico's van windturbines voor vogels worden drie typen effecten onderscheiden:

1 effecten op passerende (lees vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten; als direct gevolg van dit gevaar kunnen vogels hun vliegroute verleggen. Windturbines kunnen dan zelfs een barrière gaan vormen op een vliegroute of trekbaan
2 effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg "verstoring" genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine, door geluid en beweging, een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windturbinepark. De verstoringsafstand verschilt per soort. Verstoring leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat. Verstoring van broedgebieden wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat op zee geen vogels broeden
3 aantrekking van vogels is ook mogelijk. Aalscholver vinden in windturbineparken een geschikte uitvalsbasis voor offshore foerageren en kunnen hier nadien hun veren drogen. Broeden is op termijn ook te verwachten. Rond de turbulentie achter de palen waarop de turbines zijn geplaatst, kunnen sommige vogels wellicht succesvol foerageren. Bij het Deense offshore park Horns Rev bij Blåvandshuk is gezien dat sterns zich langs de rand,

bij de buitenste monopiles concentreerden. Vermoed wordt dat deze vogels foerageerden in de getijdezogs achter de palen (Petersen et al., 2006).

7.4.2 Effecten bepalen op soortniveau

In de Richtlijnen is aangegeven dat effectbepalingen voor vogels (bij voorkeur) op soortniveau dienen plaats te vinden. In deze paragraaf wordt nagegaan wat daarmee in het MER gedaan kan worden. Voorzover het gaat om verstoring van lokaal verblijvende zeevogels (§ 7.4.3, en analoog in hoofdstuk cumulatie) zijn alle effecten per soort weergegeven. Op het punt van de effectbepaling voor aanvaringsslachtoffers en barrièrewerking vragen de richtlijnen iets wat ons inziens niet op verantwoorde wijze nauwkeurig te geven is, omdat over aanwezigheid en gedrag van specifieke soorten ter plekke te weinig kennis is.

Er is daarom bewust gekozen voor een generieke aanpak omdat niet voor iedere soort (meer dan 200!) voldoende informatie beschikbaar is. De orde grootteschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers wordt gegeven als getal voor alle vogels samen. Hierin wordt rekening gehouden met alle ter plekke vliegende vogels, dus zowel trekkende vogels als lokaal verblijvende (en ook vliegende) vogels. De aanvaringskansen en het gedrag over uitwijking die hiervoor wordt gebruikt (zie hieronder) is grotendeels afkomstig van onderzoek bij turbines op land. Offshore is nog op geen enkele plek voor soorten of soortgroepen een echte aanvaringskans gemeten. De orde grootteschatting die gegeven wordt is te verantwoorden, en zou een afweging mogelijk moeten maken. Onderzoek in o.a. OWEZ en op andere plaatsen in de komende jaren zal deze leemte in kennis verder kunnen invullen.

Ondanks het voorgaande is in dit MER een tabel (tabel 7.7) opgenomen die overeenkomt met een vergelijkbare tabel in het MER voor offshore windturbinepark Breeveertien II. Dit maakt voor het Bevoegd Gezag een vergelijking mogelijk.

7.4.3 Effecten afzetten tegen populatiegroottes

Het Bevoegd Gezag heeft gevraagd de aantallen vogels waarop effecten voorspeld worden niet alleen te toetsen aan de biogeografische populatie maar ook aan de Nederlandse populatie. In bijlage 7.9 wordt uiteengezet hoe de in dit hoofdstuk gebruikte waarden voor de biogeografische populaties en de Nederlandse populaties zijn verkregen.

7.4.4 Aanvaringsrisico (kans op sterfte door botsingen met windturbines)

Bestaande kennis

Aanvaringen van vogels met windturbines zijn met name op land onderzocht vanaf de jaren 90 en later. De aantallen blijken voornamelijk afhankelijk van:

- dag/nacht: veruit het grootste aantal slachtoffers treedt 's nacht op
- het weer: het grootste aantal aanvaringen treedt op bij harde wind en/of slecht zicht
- het soort en de grootte van de vogels
- mijdingsgedrag: een aanzienlijk aantal vogels mijdt een park als zich dat op hun route voordoet
- nachtelijke vlieghoogtes.

Een en ander wordt uitgebreid beschreven in bijlage 7.3.

Effectbeschrijving

Op grond van de beschrijving in paragraaf 7.2 is een aantal grootschalige patronen in de verdeling van vliegende vogels relevant voor de vergelijking van locatie Tromp Binnen met het OWEZ. Kort samengevat gaat het om de volgende punten:

1 seizoenstrek van vogels (zangvogels, watervogels, zeevogels) die van noordelijke/oostelijke broedgebieden naar zuidelijke/zuidwestelijke overwinteringgebieden vliegen. Als gevolg van stuwing langs de kust (in sommige omstandigheden en voor een deel van deze vogels) is er een netto dichtheidsgradiënt dwars op de Hollandse kust; hoe verder uit de kust hoe minder vogels. Overigens zou deze gradiënt 's nachts minder sterk kunnen zijn dan overdag. Een complicerend fenomeen is het "afsnijden" van de bocht in de Hollandse kust dat voor sommige soorten overdag is vastgesteld, dit leidt tot het afvlakken van de gradiënt. Ter hoogte van Tromp Binnen is dit niet meer relevant; de afstand tot de kust is zodanig dat aangenomen mag worden dat de hogere dichtheid gerelateerd aan de kust hier niet meer merkbaar is

2 seizoenstrek van vogels die van noordelijke/oostelijke broedgebieden naar westelijke overwinteringsgebieden op de Britse eilanden vliegen. Op grond van de beschikbare informatie bestaat er een noord-zuid gradiënt van nachtelijke zangvogeltrek die betrekking heeft op vogels die in een keer vanaf Scandinavië naar Engeland oversteken (gedomineerd door met name de soortgroep lijsters). Een deel van deze vogels haalt het niet in één keer en kan dan door middel van een correctievlucht weer terugvallen op de Nederlandse kust (wat voor het grootste deel in daglicht gebeurt). Trek van watervogels en steltlopers uit de Waddenzee kent waarschijnlijk een van noord naar zuid aflopend dichtheidsgradiënt. Een verschil hiermee is de dagtrek van zangvogels, die waarschijnlijk juist

doorvliegen naar het zuiden en het Kanaal oversteken op het smalste punt. Aangezien dit overdag gebeurt, is het belang voor aanvaringsrisico's gering

3 seizoenstrek (najaarstrek) van zeevogels die van de Britse Eilanden naar de Continentale kustlijn oversteken om vervolgens langs die kustlijn naar het zuiden door te trekken. Er loopt een diffuse trekroute voor een aantal soorten van de belangrijke broedgebieden in noord en noordwest Schotland, schuin over de Noordzee naar de Continentale kust. Veel van deze vogels lijken een route te volgen die het NCP aandoet ten zuiden van de Doggersbank, ter hoogte van de Klaverbank en die vandaar richting Hollandse kust voert. Voor deze trekroute vormt een windturbinepark op de locatie Tromp Binnen wellicht wel een hindernis. De herfsttrek verloopt op open zee echter meestal diffuus, over een breed pad en neemt meer tijd dan de voorjaarstrek. Onderweg foerageren de vogels op zee, bezoeken ze viskotters en kunnen zodoende weken- of maandenlang op het NCP verblijven. Dit fenomeen wordt onder meer geïllustreerd door verschillen in de breedtes van trekpieken in voor- en najaar: zie hiervoor bijvoorbeeld de overzichten van de zichtbare trek van zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust van Camphuysen & van Dijk (1983) en van Platteeuw et al. (1994). Deze factoren verminderen mogelijk de risico's van een windturbinepark verder uit de kust, maar nadere gegevens die licht kunnen werpen op de daadwerkelijke risico's van een windturbinepark op open zee in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee ontbreken vooralsnog

4 vliegbewegingen van lokaal verblijvende zeevogels. De aanwezigheid van deze vogels wordt behandeld in de tekst over lokaal verblijvende vogels. In de gevoeligheidsindex die daar is geïntroduceerd is een factor over het aanvaringsrisico per soort opgenomen, zodat deze vogels hier niet meegenomen hoeven te worden

5 vliegbewegingen van kustbroedvogels die op zee foerageren. Voor zover ze als foeragerende vogel ter plaatse verblijven zijn deze vogels uiteraard als "lokaal verblijvende zeevogel" meegerekend. Het feit dat ze van en naar de broedplek op en neer vliegen zorgt voor gerichte vliegbewegingen door de kustzone, reden om deze groep apart te vermelden. Voor locatie Tromp Binnen, die minimaal 65 km uit de kust ligt, geldt dat het aantal kustbroedvogels dat de locatie bereikt gering is. Slechts kleine mantelmeeuwen van de grote kolonies op Texel, Vlieland, de Maasvlakte en de kleinere kolonies van het Zwanenwater en IJmuiden zullen locatie Tromp Binnen in aantallen van enige betekenis kunnen bereiken, uiteraard met een afnemende dichtheid vanaf de kust. Voor het OWEZ dat veel dichter bij de kust ligt is dit wezenlijk anders.

Op grond van het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat locaties die verder van de kust liggen gunstiger zijn voor vogels dan locaties dichter bij de kust. Ten aanzien van trekvogels geldt hetzelfde voor zuidelijker gelegen locaties ten opzichte van noordelijker gelegen locaties.

Aan de hand van de bovenstaande relatieve schaling van het aanvaringsrisico's kan locatie Tromp Binnen worden vergeleken met het OWEZ. Een windturbinepark op de locatie van het OWEZ heeft effecten, maar deze zijn gezien het besluit tot plaatsing (en het overeind blijven daarvan in beroepsprocedures) kennelijk in ieder geval destijds van aanvaardbare omvang zodat dat een zinvolle "baseline" lijkt. De vergelijking van locatie Tromp Binnen met het OWEZ is weergegeven in tabel 7.6. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven, omdat het hier gaat om een globale vergelijking van zoekgebieden.

Tabel 7.6 Vergelijking van het aanvaringsrisico van locatie Tromp Binnen met de locatie van het OWEZ (relatieve score).
Betekenis symbolen: - minder gunstig dan OWEZ, 0 gelijk aan OWEZ, + beter dan OWEZ, ++ duidelijk beter dan OWEZ

aspect:	seizoen-strek*) uit noord en oost naar zuid en zuidwest	seizoen-strek*) uit noord en oost naar west	seizoen-strek*) zeevogels van de Britse eilanden	vliegbewegingen lokaal aanwezige zeevogels	vliegbewegingen kustbroedvogels
relatief risico	++	+	0/-	0	+

*) bij seizoenstrek is richting van broedgebieden naar overwinteringsgebieden aangegeven

De vergelijking leidt tot de conclusie dat voor deze aspecten de locatie Tromp Binnen op sommige punten beter dan en op andere punten hetzelfde scoort als de locatie van het OWEZ. Dit komt doordat locatie Tromp Binnen, ten opzichte van het OWEZ, verder van de kust ligt (gunstig) en verder van de Waddenzee (gunstig) en verder van de kolonies van meeuwen en grote sterns op de kust (gunstig). Door de langwerpige vorm in noordwest-zuidoost oriëntatie zullen vogels vliegend van Nederland naar Engeland minder hinder van locatie Tromp Binnen ondervinden dan van OWEZ.

Bij de vergelijking met het OWEZ is echter niet alleen de locatie van het windturbinepark van belang, maar ook de omvang van het windturbinepark. Voor het aanvaringsrisico betreft dit het aantal windturbines en de grootte van de windturbines. Het OWEZ bestaat uit 36 windturbines van ieder 3 MW. De locatie Tromp Binnen zal afhankelijk van het ruimtebeslag en

de configuratie, bestaan uit 48-89 windturbines van 3,6 of 5 MW. Deze verschillen worden in de vergelijking meegenomen.

Orde grootteschatting aantal aanvaringsslachtoffers

Om een idee te krijgen van de omvang van de effecten van aanvaringsrisico's voor de locatie Tromp Binnen is een orde grootteschatting gedaan, die in deze paragraaf zal worden toegelicht. De schatting is gedaan op basis van de ligging van locatie Tromp Binnen op ten minste 65 km uit de kust. Er zijn schattingen gedaan voor de vier alternatieven:

- de voorgenomen activiteit (VA) met 5 MW turbines in hoge dichtheid
- alternatief 1 met 3,6 MW turbines in hoge dichtheid,
- alternatief 2 met 5 MW turbines in lage dichtheid
- alternatief 3 met 3,6 MW turbines in lage dichtheid.

De orde grootteschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers wordt gegeven als getal voor alle vogels samen. Hierin wordt rekening gehouden met alle ter plekke vliegende vogels, dus zowel trekkende vogels als lokaal verblijvende (en ook vliegende) vogels. De informatie die hiervoor wordt gebruikt (zie hieronder) is grotendeels afkomstig van onderzoek bij windturbines op land. Offshore is nog op geen enkele plek voor soorten of soortgroepen een echte aanvaringskans gemeten. Nauwkeurige prognoses zijn daarom niet mogelijk. De orde grootteschatting die gegeven wordt, zou een afweging mogelijk moeten maken. Onderzoek in o.a. OWEZ en op andere plaatsen in de komende jaren zal deze leemte in kennis verder kunnen invullen.

Er zijn ramingen uitgevoerd op twee manieren:

- route 1 Berekening op basis totaal aantal slachtoffers per turbine
- route 2 Berekening op basis aanvaringskansen voor door het windturbinepark vliegende vogels.

In bijlage 7.3 onder ***Onderbouwing schatting aantal aanvaringsslachtoffers*** is een beschrijving opgenomen van beide schattingsmethoden en een rekenvoorbeeld van reken-route 1.

Tabel 7.7 Uitkomsten van de totaalschattingen van de aantallen aanvaringsslachtoffers per jaar voor de locatie Tromp Binnen

	voorgenomen activiteit	alternatief 1	alternatief 2	alternatief 3
route 1	1240	1529	1009	962
route 2	522	660	425	415

Ten aanzien van de betrouwbaarheid van de uitspraken geldt dat de absolute aantallen onnauwkeurig zijn, zoals al wel blijkt uit de verschillen tussen route 1 en 2. De relatieve nauwkeurigheid tussen de alternatieven is naar verwachting veel beter, maar onderbouwde kwantitatieve ramingen van de betrouwbaarheid zijn niet te geven.

Beide berekeningen gaan uit van het aantal vogels in ongestuwde trek boven het vaste land (bij Oosterbierum (Friesland) en bij Arnhem). De verhouding tussen het aantal vogels in de onderste luchtlagen op deze beide locaties en het aantal boven de Noordzee is dus van belang. De doortrekintensiteit boven de Noordzeekustzone zal niet lager zijn dan die van ongestuwde trek in het binnenland, eerder hoger. Buiten de 12-mijlszone zullen de aantallen weer lager zijn (zie § 7.2.). Eveneens is weinig bekend over de verdeling van vogels over de onderste luchtlagen boven zee in de loop van de dag en in de loop van het jaar. Op grond van deze twee onbekenden zijn beide berekeningen niet meer dan een indicatie van de orde grootte van te verwachten aantallen slachtoffers. Route 2 levert steeds lagere aantallen op dan Route 1. Dit heeft onder andere te maken met de configuratie van de windturbineparken, die op grond van bestaande kennis niet gedifferentieerd in de berekeningen kan worden gezet. Ook consistent, en beter te begrijpen, is dat in de 3,6 en 5 MW alternatieven met hoge dichtheid (voorgenomen activiteit) meer slachtoffers zullen vallen dan in de twee alternatieven: minder turbines is in dit opzicht beter dan meer. De alternatieven voor 3,6 MW turbines en voor 5 MW turbines ontlopen elkaar niet veel.

De hierboven beschreven onzekerheden in aanmerking nemende, komen de schattingen langs beide routes redelijk overeen, ze liggen steeds in dezelfde orde grootte. Gezien de onzekerheden betekenen de uitkomsten (gelegen tussen ruim 400 en ruim 1500 vogels) dat, afhankelijk van windturbinepark en variant, "honderden tot enkele duizenden" vogels als aanvaringsslachtoffer berekend worden.
In vergelijking met het OWEZ is dit een getal dat qua orde grootte zelfs lager is. De op vergelijkbare wijze uitgevoerde berekeningen leidden weliswaar tot vergelijkbare getallen, maar gezien de onzekerheden ten aanzien van zowel aanvaringskansen als uitwijkgedrag op zee is destijds in de uiteindelijke formulering een veilige marge aangehouden. Dat is nu,

gezien de resultaten in Nysted en Horns Rev, in veel mindere mate nodig. Daardoor ligt de nu gevonden schatting in de range die destijds aangehouden is voor het OWEZ. De verschillen in berekende getallen zijn ook te begrijpen: de locatie Tromp Binnen omvat 1,5 tot 2,5 keer zo veel turbines (meer slachtoffers), maar ligt verder offshore (minder slachtoffers), en er is rekening gehouden met recent onderzoek dat wijst op (veel) minder slachtoffers bij grote turbines dan destijds werd verondersteld.

Op basis van de geschatte aantallen aanvaringsslachtoffers (zie tabel 7.7) worden de opstellingen met turbines in hoge dichtheid (voorgenomen activiteit en alternatief 1) in absolute zin relatief negatief beoordeeld (effectbeoordeling: relatief ongunstig). De alternatieven 2 en 3 (5 en 3,6 MW in lage dichtheid) waar de geschatte aantallen aanvaringsslachtoffers aanzienlijk lager liggen, worden beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: relatief matig negatief). Dit geldt alleen voor trekvogels en niet-broedvogels, het windturbinepark ligt namelijk nagenoeg buiten het bereik van kustbroedvogels.

Schatting voor soorten/soortgroepen

In het MER voor offshore windturbinepark Breeveertien II is het verantwoord geacht een opsplitsing te maken naar soorten en soortgroepen. Om redenen van vergelijking is er voor gekozen op vergelijkbare wijze een opsplitsing naar soorten/soortgroepen uit te werken voor Tromp Binnen en hieronder op te nemen. De resultaten worden gegeven in tabel 7.8 en hieronder wordt de berekeningswijze toegelicht.

Opsplitsen naar soorten/soortgroepen is alleen mogelijk via de hierboven als "route 2" gepresenteerde berekeningswijze; "route 1" is (nog) alleen mogelijk voor alle vogels samen. De feitelijke berekening blijft hetzelfde, alleen moeten er getallen worden gekozen voor de invoer. Deze zijn, samen met de resultaten, in tabel 7.8 opgenomen. Als soorten/soortgroepen zijn soorten opgenomen waarvoor een zinvol getal voor de flux te bepalen is aan de hand van de gegevens in tabel 7.1 en 7.2 en waarvoor op basis van de in tabel 12.5 (in het hoofdstuk over cumulatieve effecten) gepresenteerde informatie een idee bestaat over de orde grootte van vermijding van offshore windturbineparken.

Tabel 7.8 Schatting van aantallen vogelaanvaringsslachtoffers Tromp Binnen A1 per vogelsoort dan wel soortgroep. Zie Bijlage 7.5 voor toelichting op de berekeningswijze.

soort / soort-groep	flux Meetpost Noord-wijk 1)	dichtheid Tr Binn / Meetpost Noord-wijk	flux Tromp Binnen totaal 2)	flux Tromp Binnen per vertic. m^2 3)	aanva-rings-kans 4)	uitwij-king 5)	aanvaringsslachtoffers berekend aantal conform 'route 2'			
							A1	A3	VA	A2
lokaal verblijvende vogels										
Jan-van-gent	0,39	11,01	4,29	0,282	0,37	95	30	19	23	19
Aalscholver	0,61	0,10*	0,06	0,004	0,09	0	2	1	2	1
Dwergmeeuw	1,45	0,25*	0,36	0,024	0,37	0	50	32	40	32
Drieteenmeeuw	4,75	0,08	0,38	0,025	0,37	0	53	33	42	34
Futen	0,01	0,05*	0,00	0,000	0,09	95	0	0	0	0
Duikers	0,72	0,17	0,12	0,008	0,09	95	0	0	0	0
alkachtigen	2,52	1,00	2,52	0,166	0,37	95	17	11	14	11
stormvogels	0,04	40,36	1,61	0,106	0,37	0	223	140	176	143
Jagers	0,03	1,00*	0,03	0,002	0,37	0	4	3	3	3
Sterns	1,17	0,19	0,22	0,015	0,37	95	2	1	1	1
ongedet. meeuwen	1,89	0,73	1,38	0,091	0,37	0	191	120	151	123
grote meeuwen	16,62	0,73	12,13	0,797	0,37	0	1675	1054	1324	1078
kleine meeuwen	3,53	0,02	0,07	0,005	0,37	0	11	7	8	7
totaal	33,73		23,19	1,52			2258	1421	1784	1452
trekkende vogels										
ganzen en zwanen	0,70	1,00*	0,70	0,046	0,09	75	6	4	5	4
Eenden	0,49	1,00*	0,49	0,032	0,09	75	4	3	3	3
zee-eenden	3,59	1,00*	3,59	0,236	0,09	75	30	19	24	19
steltlopers	0,24	1,00*	0,24	0,016	0,13	75	3	2	2	2
kleine zang-vogels	2,58	1,00*	2,58	1,130	0,64	95	205	129	162	132
middelgr. zangvogels	1,82	1,00*	1,82	0,797	0,64	95	145	91	115	93
totaal	9,42		9,42	2,26			393	248	311	253
TOTAAL							2651	1669	2095	1705
TOTAAL/km2							80	51	63	52
TOTAAL/GWh							2,5	2,4	2,0	2,0

1): aantal per uur per km uit tabel 7.2

2) : flux Tromp Binnen = flux MpN * (verhouding Tromp Binnen / MpN in tellingen); voor deze laatste verhouding zie tabel B7.5.1 in de bijlagen bij dit hoofdstuk

3): aantal per verticale m^2 per jaar

4): gebruikte waarde, afkomstig uit bijlage 7.4

5): % dat om windturbinepark heen vliegt
* : geen verhouding flux Tromp Binnen ten opzichte van Meetpost Noordwijk beschikbaar; waarde gekozen op basis van eigen inschatting

Rekenvoorbeeld bij tabel 7.8

Soort: **Jan-van-gent**
A = flux Meetpost Noordwijk: 0,39 aantal per uur per km uit tabel 7.2 in dit MER
B = dichtheid Tromp Binnen / Meetpost Noordwijk: 11,01 zie tabel B7.5.1 in de bijlagen bij dit hoofdstuk
C = flux Tromp Binnen totaal = flux MpN * (verhouding Tromp Binnen / MpN in tellingen ofwel A * B = 0,39 * 11,01 = 4,29
D = flux Tromp Binnen per verticale m^2 per jaar

(onder de conservatieve aanname dat de waargenomen vogels tot een hoogte van 200 m vlogen zie Krijgsveld et al., 2005; de aantallen per strekkende kilometer worden dan dus geacht door een verticaal vlak van 1000x200=200.000 m^2 te vliegen en een heel jaar 365 dagen). Voor de berekening van aantallen vogelslachtoffers per soort is de verkregen waarde met 1,5 vermenigvuldigd voor vooral dagactieve c.q. overdag trekkende vogels (zodat wel ook rekening gehouden wordt met nachtelijke vliegactiviteit van de soort), respectievelijk met 10 vermenigvuldigd voor vooral nachtactieve vogels (lees: soorten die op de locatie vooral als nachttrekker zullen overvliegen).
Jan-van-gent is dagactief ---> 1,5

ofwel D = 1,5*4,29*24/(200*1000)*365 = 0,282
E = aanvaringskans, hiervoor is de waarde voor meeuwen genomen: 0,37% ofwel 0,0037, uit bijlage 7.4
F = uitwijking: 95 %, zie tabel 12.5; i.p.v. 100% vermijding veiligheidshalve met 95% vermijding gerekend, anders kom je op 0
E en F zijn nodig in de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers volgens Route 2, toegelicht in Bijlage 7.4. de formule is als volgt:

$$N_{swp} = A * C_r * C_{eff} * N_d * N_v$$

waarin:

N_{swp} aantal slachtoffers in het park (per periode zie N_d, per soortgroep zie A)
A aanvaringskans (uit Winkelman 1992a, zie boven)
C_r correctie voor het verschil in totaal rotoroppervlak in verhouding tot het verticale vlak van het windturbinepark (lengte * hoogte) ten opzichte van Oosterbierum
C_{eff} $= O_{rc} / O_r$
$N_d * N_v$ = totale flux door park

A = E hierboven, 0,0037
C_r = 1,7736 (voor 3,6 MW)
C_{eff}= 0,1416471
totale flux door park = D hierboven * verticale oppervlak * (1-uitwijking) = 0,282*2256818*0,05 = 31821,1

Ofwel:aantal aanvaringsslachtoffers Jan-van-gent in Tromp Binnen =0,0037 * 1,7736 (voor 3,6 MW) * 0,1416471 * 31821,1 = 29,58 afgerond 30

Uit de tabel 7.8 blijkt dat in absolute aantallen alternatief 1 met 3,6 MW turbines in hoge dichtheid de meeste slachtoffers en het alternatief 3 met 3,6 MW turbines in lage dichtheid de minste slachtoffers vraagt. Per oppervlakte is het beeld hieraan gelijk omdat steeds dezelfde oppervlakte van toepassing is.

Gegeven de nationale doelstelling om 6000 MW windvermogen op zee te installeren, lijkt het aantal slachtoffers per GWh ook een bruikbare maatstaf voor de vergelijking van alternatieven. Per eenheid van energieopbrengst is de voorgenomen activiteit met 5 MW turbines in hoge dichtheid het gunstigst en alternatief 1 met 3,6 MW turbines in hoge dichtheid het meest ongunstig. De verschillen tussen de turbinetypen zijn bij vergelijkbare opstelling overigens beperkt: maximaal circa 15%.

Voor de schatting per soort is informatie nodig over de flux van de verschillende soorten. Bijlage 7.5 gaat in op de bepaling van aantallen en flux per soort/soortgroep op de locatie Tromp Binnen en de aannamen die daarbij gemaakt zijn. Voor de berekening conform route 2 is dan nog een aanvaringskans nodig, deze is gehaald uit bijlage 7.4 (de eerste tabel onder Route 2), en een uitwijkingspercentage. Het uitwijkingspercentage is overgenomen uit tabel 12.5. Voor soorten waarvoor de uitwijking 100% is op grond van tabel 12.5, is in de berekening om redenen van voorzorg 95% uitwijking aangehouden. De nieuwe soortspecifieke berekening conform route 2 is vervolgens uitgevoerd en levert de schattingen van het aantal aanvaringsslachtoffers op die in de laatste kolommen van tabel 7.8a is opgenomen. Deze is te zien als een worst case schatting en zal verder bij de effectvergelijking gehanteerd worden om de zekerheid te hebben dat geen onderschatting van de effecten gepresenteerd wordt. De werkelijkheid is waarschijnlijk dus gunstiger dan deze cijfers aangeven.

De resultaten zijn niet zo makkelijk te interpreteren, hetgeen gezien de vele onzekerheden die onder de noodzakelijkerwijs gebruikte getallen liggen, niet zo vreemd is. De hoogste aantallen slachtoffers worden voorspeld onder meeuwen. Het is de soortgroep met de hoogste aantallen, een relatief hoge aanvaringskans (boven land!) en een laag uitwijkingspercentage. Dit aantal is zodanig hoog dat als de onderliggende aannames kloppen, er in de reeds bestaande offshore windturbineparken grote aantallen dode meeuwen ook zonder gericht veldonderzoek gemeld zouden moeten worden. Dit is niet het geval, zodat het aannemelijk is dat de onderliggende getallen te onnauwkeurig zijn om een goede schatting mogelijk te maken. Omgekeerd lijkt het aantal voor zangvogels niet al te hoog. Wanneer hier echter het vermijdingspercentage op zee lager blijkt te zijn dan waar nu van uitgegaan wordt (op grond van onderzoek in windturbineparken op land), neemt de schatting evenredig toe. Het totale aantal is wel in de orde grootte (enkele duizenden) van de eerder gepresenteerde (niet soort specifieke) totaalschattingen (tabel 7.7), ondanks de verschillende herkomst van

de ingevoerde gegevens. Dit zou als bevestiging kunnen worden gezien, maar voorzichtigheid lijkt ook hier geboden.

De verkregen aantallen in tabel 7.8a worden afgezet tegen de omvang van de betreffende biogeografische populaties en in tabel 7.8b tegen de Nederlandse populatie (zie ook § 7.4.3 en bijlage 7.9).

Tabel 7.8.a Vergelijking aantallen aanvaringsslachtoffers (zie tabel 7.8) met de omvang van biogeografische populaties

soort/soortgroep		aanvarings-slachtoffers A1	aanvarings-slachtoffers A3	aanvarings-slachtoffers VA	aanvarings-slachtoffers A2
	biogeografische populatie	% van populatie of totaal van populaties	% van populatie of totaal van populaties	% van populatie of totaal van populaties	% van populatie of totaal van populaties
lokaal verblijvende vogels					
Jan van Gent	900000	0,003	0,002	0,003	0,002
Aalscholver	380.000 - 405.000	0,001	0,000	0,001	0,000
Dwergmeeuw	72.000 - 174.000	0,029	0,018	0,023	0,018
Drieteenmeeuw	8400000	0,001	0,000	0,001	0,000
futen	454.000-708.000	0,000	0,000	0,000	0,000
duikers	350.000 - 950.000	0,000	0,000	0,000	0,000
alkachtigen	1.900.000 - 4.000.000	0,001	0,001	0,001	0,001
stormvogels	6.000.000 - 10.000.000	0,004	0,002	0,003	0,002
jagers	35.000-128.000	0,011	0,009	0,009	0,009
sterns	160000	0,001	0,001	0,001	0,001
grote meeuwen	1595000	0,105	0,066	0,083	0,068
kleine meeuwen	4.9000.000 - 7.050.000	0,000	0,000	0,000	0,000
trekkende vogels					
ganzen en zwanen	2740000	0,000	0,000	0,000	0,000
eenden	10406000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zee-eenden	2360000	0,001	0,001	0,001	0,001
steltlopers	16983000	0,000	0,000	0,000	0,000
kleine zangvogels	60000000	0,000	0,000	0,000	0,000
middelgr. zangvogels	40000000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel 7.8b Vergelijking aantallen aanvaringsslachtoffers (zie tabel 7.8) met de omvang van de Nederlandse populaties (maxima in Nederland)

soort/soortgroep		aanvarings-slachtoffers VA1	aanvarings-slachtoffers A3	aanvarings-slachtoffers VA	aanvarings-slachtoffers A2
	Nederlandse populatie	% van populatie of totaal van populaties	% van populatie of totaal van populaties	% van populatie of totaal van populaties	% van populatie of totaal van populaties
lokaal verblij-vende vogels					
Jan van Gent	36.000	0,083	0,053	0,064	0,053
Aalscholver	47.000	0,004	0,002	0,004	0,002
Dwergmeeuw	14.000	0,357	0,229	0,286	0,229
Drieteenmeeuw	150.000	0,035	0,022	0,028	0,023
Futen	30.000	0,000	0,000	0,000	0,000
duikers	10.500	0,000	0,000	0,000	0,000
alkachtigen	284000	0,006	0,004	0,005	0,004
stormvogels	230000	0,097	0,061	0,077	0,062
jagers	4100	0,098	0,073	0,073	0,073
sterns	80400	0,002	0,001	0,001	0,001
grote meeuwen	700000	0,239	0,151	0,189	0,154
kleine meeuwen	650000	0,002	0,001	0,001	0,001
trekkende vogels					
ganzen en zwanen	1.653.060	0,000	0,000	0,000	0,000
eenden	1.571.500	0,000	0,000	0,000	0,000
Zee-eenden	172.000	0,017	0,011	0,014	0,011
steltlopers	1.233.074	0,000	0,000	0,000	0,000
kleine zangvogels	20000000	0,001	0,001	0,001	0,001
middelgr. zangvogels	20000000	0,001	0,000	0,001	0,000

Beide tabellen laten zien dat de aantallen aanvaringsslachtoffers voor vrijwel alle soorten/soortgroepen slechts een zeer gering aandeel van de totale aantallen betreffen. Alleen bij grote meeuwen ligt dit percentage hoger, maar bij het berekende aantal aanvaringsslachtoffers voor deze groep is hierboven al eerder een kanttekening geplaatst. In de Passende Beoordeling wordt dit nader onderzocht. Daarbij zal worden bepaald wat voor invloed het windturbinepark zal hebben op populaties van Natura2000 gebieden.

Kleine mantelmeeuw

In het voorgaande is er reeds op gewezen dat de kleine mantelmeeuw gezien zijn grote actieradius vanuit de broedgebieden extra aandacht verdient. Omdat significante effecten op deze soort in Natura 2000-gebieden met kleine populaties niet op voorhand uit te sluiten zijn

wordt de kleine mantelmeeuw (samen met andere mogelijk relevante soorten) in de Passende Beoordeling (zie hoofdstuk 14) behandeld.

7.4.5 Barrièrewerking

Bestaande kennis

Behalve botsingen met windturbines, kunnen opstellingen van windturbines in lijnen of clusters vogels dwingen af te wijken van hun vliegroutes. Een onderzoek bij het windturbinepark in het IJsselmeer bij Medemblik liet zien dat lokaal verblijvende kuifeenden in donkere nachten hun vlieggedrag aanpassen (Van der Winden et al., 1996; Spaans et al., 1998a). In deze situatie waren er meer vliegbewegingen evenwijdig aan het windturbinepark dan vliegbewegingen die de windturbinelijn kruisten. Bovendien boog een deel van de vogels van hun route af bij nadering van het windturbinepark. In lichte nachten werden vliegbewegingen tussen de windturbines door vastgesteld (onderlinge afstand 200 m), welke daarentegen in donkere nachten geheel ontbraken.

Onderzoek bij Tunø Knob (Kattegat, DK) (Tulp et al., 1999) bevestigde het beeld van de kuifeenden bij Medemblik. 's Nachts werd in en om het windturbinepark Tunø Knob en directe omgeving duidelijk minder gevlogen dan in de wijdere omgeving. Eidereenden die in het donker toch het windturbinepark naderden vlogen er in de meeste gevallen uiteindelijk omheen, soms na een duidelijk afbuigende beweging. Er lijkt hierbij nog een verschil te zijn in gebruik. Een opening in de lengterichting (400 m) van het uit twee rijen windturbines bestaande windturbinepark werd meer benut dan de openingen in de dwarsrichting (200 m).

De studies in Horns Rev en Nysted leveren vergelijkbare conclusies op en de afstanden waarop het windturbinepark vermeden werd c.q. het vliegpad werd aangepast liggen in dezelfde orde grootte. Aannemelijk is dat er voor die afstanden soort- en locatieafhankelijke verschillen zijn, maar de waarden die nu uit verschillende onderzoeken bekend zijn liggen steeds in dezelfde orde van grootte: vele honderden meters tot enkele kilometers.

Meer studies van dit type zijn er niet, zodat geen verdere gegevens beschikbaar zijn over minimaal benodigde tussenruimtes om barrièrewerking te voorkomen. Enkele kilometers is vooralsnog de veilige maat. De omvang van het windturbinepark bepaalt de mate van barrièrewerking. De beoordeling hiervan dient onder andere te geschieden in relatie tot de dagelijks af te leggen vliegafstanden.

Overdag blijken trekkende vogels eveneens hun trekroute te verleggen om windturbineparken te vermijden. Na oprichting van een nearshore windturbinepark in het zuiden van Zwe-

den (Nogersund) verlegden trekvogels hun route zeewaarts om het windturbinepark te ontwijken (Larsson, 1994). De nachtelijke effecten op vogels bij dit windturbinepark zijn onbekend.

Barrièrewerking kan dus zowel optreden voor seizoenstrek als voor lokale vliegbewegingen. Uit het bovenstaande overzicht blijkt dat informatie uit veldonderzoek nog schaars is en voor nachtelijke seizoenstrek zelfs geheel ontbreekt.

Effectbeschrijving

Met de barrièrewerking van windturbineparken worden de negatieve effecten van vermijdingsgedrag bedoeld: een extra af te leggen vliegafstand betekent voor de vogel in kwestie een extra energie-uitgave. Met name wanneer op een korte vlucht, dus door lokaal verblijvende vogels tussen bijvoorbeeld slaap- en foerageerplaats, (relatief) veel extra moet worden gevlogen is het denkbaar dat een vogel besluit dit niet (meer) te doen. Dan kan een windturbinepark een barrière zijn. Deze laatste situatie zal zich bij locatie Tromp Binnen, gezien de ligging op zee en de omvang van het windturbinepark, niet voordoen. Er zijn voor vogels geen specifieke ecologische verbindingen die kunnen worden verbroken.

Ook voor trekvogels is niet voorstelbaar dat Tromp Binnen een belemmering zou zijn voor het bereiken van een voor hen op dat moment "achter" het park gelegen bestemming. In de herfst zou dat op weg naar het zuiden of naar de Britse eilanden zijn, in het voorjaar noordelijker gelegen broedgebieden. Het park is zodanig vorm gegeven dat het voor west-oost (en oost-west) vliegende vogels geen barrière van betekenis kan zijn. Een groot deel van de vogels zal het windturbinepark niet op het vliegpad treffen. Iets vergelijkbaars geldt voor noord-zuid (en zuid-noord) vliegende vogels: het park ligt op een zodanige afstand van de kust dat de dichtheid van vogels in deze richting relatief laag is en ook hier geldt dat een groot deel van de vogels het windturbinepark niet op het vliegpad zal treffen.

Er loopt een diffuse trekroute voor een aantal soorten van de belangrijke broedgebieden in noord- en noordwest-Schotland, schuin over de Noordzee naar de Continentale kust. Veel van deze vogels, waaronder relatief zeldzame en kwetsbare soorten als grote en kleine jagers, lijken een route te volgen die het NCP aandoet ten zuiden van de Doggersbank, ter hoogte van de Klaverbank en die vandaar richting Hollandse kust voert. Voor deze trekroute vormt een windturbinepark op de locatie Tromp Binnen wellicht wel een hindernis. De herfsttrek verloopt op open zee echter meestal diffuus, over een breed pad. Op dit pad vormt het windturbinepark Tromp Binnen slechts een hindernis over minder dan enkele procenten van de breedte van de trekbaan, zodat voldoende ruimte overblijft om er links en rechts langs te vliegen. Deze factoren verminderen waarschijnlijk de risico's van een windturbinepark op

open zee, maar nadere gegevens die licht kunnen werpen op de kwantitatieve risico's van een windturbinepark in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee ontbreken vooralsnog.

Het relatieve effect van een offshore windturbinepark op vogels is wellicht het grootst bij soorten waarvan een substantieel deel van een kleine populatie door het windturbinepark zou kunnen vliegen. In dit verband krijgen hieronder, in navolging van MER's voor andere nieuwe offshore windturbineparken, als voorbeeld twee soorten bijzondere aandacht: de grote jager en de kleine zwaan.

Grote jager

Met een wereldpopulatie van slechts ongeveer 16.000 paren (circa 50.000 vogels?) (Lloyd *et al.*, 1999; Mitchell *et al.*, 2004) is de grote jager een van de zeldzaamste zeevogels van de Noordelijke Atlantische Oceaan. Grote jagers komen wijd verspreid op de Noordzee voor en zijn op het NCP het meest talrijk aanwezig van juli tot november (Bijlsma *et al.*, 2001). Na het broedseizoen volgen de Schotse vogels (in Schotland broedt het merendeel van de wereldpopulatie) een diffuse "trekroute" die ten zuiden van de Doggersbank, diagonaal over de Noordzee richting Nederlandse kust voert. Veel vogels uit Scandinavië en Rusland volgen meer de Continentale kustlijn maar gezien het verspreidingspatroon op zee (Camphuysen & Leopold, 1994) volgt een groot deel van deze vogels ook een meer offshore gelegen route. In de Zuidelijke Bocht, vanaf het Friese Front richting het Kanaal, komen deze stromen samen en het plangebied ligt dus op de trekroutes van beide groepen grote jagers. Veel van de vogels die in Nederland (dood) worden gevonden zijn eerstejaars of onvolwassen, hetgeen een hoge jeugdmortaliteit en een lange periode van onvolwassenheid weerspiegelt. Volwassen (broed)vogels maakten slechts 12% uit van de in Nederland gevonden vogels (n=128; Leopold, 2005). Additionele mortaliteit door windturbines is vooral van belang voor de broedvogels, die in tegenstelling tot de juvenielen een lage jaarlijkse mortaliteit kennen (zoals alle langlevende zeevogels) en die het "broedkapitaal" van de soort vertegenwoordigen. Het aandeel volwassen vogels op het NCP is niet bekend, maar gezien het grote aandeel onvolwassen (1-10 jaar oude) vogels in de populatie (Leopold, 2005), zal dit wellicht niet meer dan 50% bedragen. Daarmee is ook de kans dat een broedvogel op een turbine botst, bij een vooralsnog onbekend aantal botsingen en bij gelijk gedrag van oude en jonge vogels hooguit de helft van het totale aantal botsingen. Grote jagers zijn echter uitermate wendbaar in de lucht, wat samenhangt met hun kleptoparasitaire gedrag (het stelen van voedsel van andere vogels). Ze zullen dus makkelijker dan de meeste andere zeevogels een windturbine op het laatste moment nog kunnen ontwijken. Daarbij is de soort vermoedelijk vooral overdag actief en wordt hij niet geacht veel 's nachts te vliegen, als de kans op een late detectie van een windturbine het grootst is (Garthe & Hüppop, 2004). Hoewel grote jagers dus meerdere maanden in het zeegebied rond Tromp Binnen aanwezig kunnen zijn en de populatie klein en dus kwetsbaar is, lijkt de kans klein dat grote jagers zullen botsen, en nog kleiner dat dit dan "kostbare" broedvogels betreft.

Kleine zwaan

Met een wereldpopulatie van slechts ongeveer 20.000 vogels (Delany & Scott, 2006) en een overwinteringsgebied dat zich concentreert langs de vastelandkusten van de Noordzee en de Britse eilanden (Beekman *et al.*, 2002), is deze soort kwetsbaar voor (extra) mortaliteit tijdens het oversteken van de Noordzee. Het leeuwendeel van de populatie overwintert in Denemarken, Duitsland en Nederland; een minderheid steekt gedurende de winter de Noordzee over naar Engeland. In Nederland arriveren de eerste vogels in september/oktober in het Lauwersmeergebied en de Veluwerandmeren. Daarna worden akkergebieden (noorden van Groningen en Friesland, Texel, Wieringermeer, IJsselmeerpolders en de Delta) en graslandgebieden (langs de Randmeren, in het rivierengebied en in andere delen van Laag-Nederland) als pleisterplaats en overwinteringgebied benut. Vogels die in de loop van de winter hun voedselvoorraden zien slinken kunnen een ander gebied binnen Nederland opzoeken of oversteken naar Engeland en Ierland. Waarnemingen van trekkende vogels laten zien (LWVT/SOVON 2002) dat kleine zwanen overal langs de Hollandse kust kunnen kiezen voor hun oversteek naar Engeland, er is dus geen sprake van een geconcentreerde, nauwe trekbaan. De waarnemingen van kleine zwanen op Meetpost Noordwijk (Krijgsveld *et al.*, 2005) sluiten hier op aan. Vlieghoogtes boven de Noordzee zijn nog niet bekend, maar tijdens de voorjaarstrek van de Oostzee naar de Witte Zee was de gemiddelde vlieghoogte 165 m boven zeeniveau, met een maximum van 759 m boven zeeniveau (Klaassen *et al.*, 2004). Gemiddeld vlogen deze trekkende kleine zwanen dus (net) boven rotorhoogte, over een breed front over zee. Daarbij lijken de meeste vogels bij daglicht te trekken, maar een minderheid vliegt vermoedelijk ook 's nachts (LWVT/SOVON, 2002). Kleine zwanen trekken meest met rugwind en zijn, gezien hun hoge gewicht in relatie tot hun vleugeloppervlak, weinig wendbaar. Dit maakt ze kwetsbaar voor onverwachte obstakels onderweg, zoals windturbines op zee bij slecht zicht. Ondanks deze veronderstelde kwetsbaarheid is bij onderzoek aan verblijvende kleine zwanen in de Wieringermeer gebleken dat de aanvaringskans van deze soort zeer laag of wellicht nul was, ondanks foerageren vlakbij en vliegen door windturbineparken, in licht en donker (Fijn *et al.*, 2007). Onder de in Nederland overwinterende kleine zwanen is, ook na een goed broedseizoen, de meerderheid van de vogels volwassen. Dit zal ook gelden voor de vogels die de Noordzee oversteken, waardoor een demografisch "kostbaar" deel van de populatie risico loopt. Sterker nog, omdat zwanen in de winter nog steeds hun familieverband aanhouden, zou een botsing en de dood van een oudervogel ook repercussies kunnen hebben voor de meevliegende jongen. Omdat de meeste vogels echter bij relatief goed weer zullen trekken (de oversteek is slechts kort, zodat deze vogels de mogelijkheid hebben goed weer af te wachten), op grotere hoogte dan de windturbines en over een breed front, kan op grond van de huidige kennis worden verondersteld dat een windturbinepark zoals nu gepland weinig tot geen slachtoffers zal maken.

Sommige vogels zullen tijdens de trek hun route aanpassen om het windturbinepark te ontwijken. Dat leidt dan tot het vermijden van aanvaringsrisico's, maar ook tot extra te vliegen kilometers. In vergelijking met de totale route die trekvogels afleggen, zijn de extra kilometers of de extra tijd gering van omvang. Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van

het volgende voorbeeld, waarin een ongunstig geval wordt uitgewerkt. De kortste trekroute waarin Tromp Binnen kan liggen is die tussen gebieden in West-Nederland en Oost-Engeland. Het kan dan watervogels betreffen (kleine zwanen in Noord-Holland, wadvogels en andere soorten in de Waddenzee) maar ook zangvogels. Deze afstand is ongeveer 300 km. De maximale 'doorsnede' van Tromp Binnen op de noord-zuid as is bijna 11 km. Wanneer een vogel in het midden op het park afvliegt, uitwijkt, hetgeen altijd op enige afstand van het park wordt ingezet, en om het park heen vliegt, kan maximaal ongeveer 5 km extra moeten worden gevlogen. Voor een vogel is dat 5-10 minuten vliegen en het is minder dan 2% van de totale afstand – als die al in één rechte lijn zou worden afgelegd. Of dit eenmalig is of voor meerdere vluchten geldt maakt geen verschil: voor iedere oversteek leggen vogels reserves aan alvorens de vlucht te beginnen. Uiteraard geldt dat alleen voor de individuen uit de populatie die Tromp Binnen op hun pad treffen. Gezien de verhouding van de lengte van Tromp Binnen en de totale kustlijn (11 km tegen ca. 250 km, ruim 4%) zal van iedere populatie, zelfs als de betreffende populatie in een geconcentreerde trekbaan in een twee maal zo hoge dichtheid over het gebied van Tromp Binnen vliegt, niet meer dan 10% van de individuen Tromp Binnen hoeven te passeren. Voor de populatie als geheel is de extra te vliegen afstand daarmee 10% van 2% = 0,2%. Deze uitkomst voor een korte trekroute dwars op Tromp Binnen is ruim onder de grenswaarde van 1% die door Prins et al. (2008) in de Handreiking voor de passende beoordeling is opgenomen.

Voor de andere trekbanen dan oost-west kan op grond van figuur 7.1 het volgende schema gegeven worden.

Trekbaan (nrs uit figuur 7.1)	**relatieve routeverlenging vanwege Tromp Binnen (%)**
oost-west	maximaal 0,2
1	<<0,2
2	<<0,2
3	<<0,2
4	<<0,2
5	<<0,2
6	<<0,2
7	<0,2
8	<<0,2
9	<<0,2
10	<< 0,2

Lokaal verblijvende vogels, met name kustbroedvogels, kunnen frequenter met het windturbinepark worden geconfronteerd en dus vaker extra afstand moeten afleggen. De dichtst bij gelegen kolonies van zilver- en kleine mantelmeeuwen liggen op Vlieland, Texel en in Noord-

Holland (Zwanenwater en IJmuiden). Gezien de locatie, relatief ver offshore van het windturbinepark, zal het park Tromp Binnen geen belangrijke barrière vormen voor meeuwen die vanaf land naar open zee vliegen om te gaan foerageren, of vice versa. Dit geldt met name voor broed- en slaapvogels die het gebied goed leren kennen.

Conclusie
Op basis van de bovenstaande beschrijving wordt geconcludeerd dat de barrièrewerking van het windturbinepark beperkt is. De effecten worden als niet van betekenis beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Er is geen onderscheid tussen de alternatieven, omdat er bij een barrière vanuit gegaan wordt dat het hele windturbinepark omvlogen zal worden, waardoor alleen oppervlakte, oriëntatie en ligging van het windturbinepark van belang zijn en deze factoren zijn voor de diverse alternatieven gelijk. De conclusie geldt ook voor de effecten per km^2 en per GWh.

7.4.6 Verstoring

Bestaande kennis
Aangezien veel zeevogels lange tijd op zee verblijven en er rusten en voedsel zoeken, is verstoring van lokaal verblijvende vogels door een offshore windturbinepark een mogelijk optredend effect. Recent is dit ook vastgesteld in en rond offshore windturbinepark Horns Rev, Denemarken (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005). Er is echter nog weinig informatie over effecten van offshore windturbineparken beschikbaar.

Voorspellingen worden veelal gedaan na extrapolatie van effecten bij windturbineparken elders. Voorlopig moet worden aangenomen dat de verstoring een permanent karakter heeft, dus aanwezig blijft zolang het windturbinepark operationeel is. Recent werk in Denemarken heeft echter laten zien dat zee-eenden mogelijk wennen aan een windturbinepark, dat wil zeggen het windturbinepark wel binnengaan indien hier althans relatief veel voedsel te vinden is (enkele jaren na de bouw; Petersen & Fox, 2007). Of er ook verder op zee, bij andere soorten zeevogels gewenning zal optreden is nog onduidelijk, evenals om welke stimulus het gaat bij de verstoring door een offshore windturbinepark. Als dit "onrust aan de horizon" zou zijn, lijkt gewenning op termijn in principe mogelijk. Echter, er zijn vermoedelijk zeer veel en snelle wisselingen tussen individuen op een bepaalde locatie op zee. Zo werd ten tijde van de Tricolor olieramp vastgesteld, dat vrijwel de hele "populatie" aan alken/zeekoeten in Belgische wateren dood of stervend op het strand aanspoelde. Toch was er op zee geen duidelijke daling van de dichtheden te zien (Eric Stienen, pers. comm.). Evenzo wijzen metingen aan koprui bij zeekoeten in het vroege voorjaar erop, dat er voortdurend wegtrek plaatsvindt van individuen die klaar zijn met de rui (Camphuysen & Leopold,

1994). Dit wijst op een hoge turn-over[1] van individuen op volle zee, waardoor rond een windturbinepark voortdurend nieuwe individuen zouden arriveren, die nog geen gelegenheid hadden om te wennen aan de onrust ter plaatse. Hierdoor zou gewenning dan ook sterk worden tegengewerkt.

Indien de verstoring primair wordt veroorzaakt door onderwatergeluid, lijkt de kans op gewenning nog geringer. Voorlopig moet daarom worden uitgegaan van een scenario, waarbij de verstoring even lang zal duren als de levensduur van het windturbinepark, inclusief bouw en sloop.

Onderwatergeluid is vooral van belang voor vogels die duikend, onderwater foerageren. Wellicht is onderwatergeluid ook van belang voor zeevogels die zwemmend op het water rusten. Over eventuele effecten van onderwatergeluid op foeragerende of rustende zeevogels is echter geen informatie beschikbaar. Wel is inmiddels vastgesteld dat een operationeel windturbinepark bepaalde vogelsoorten afschrikt en andere juist aantrekt. Een vooralsnog onbeantwoorde vraag is waarom bepaalde zeevogels een windturbinepark mijden, zoals vastgesteld in Denemarken. De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meestal soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die duikend onderwater naar voedsel zoeken. Dit zou kunnen suggereren, dat juist de geluidshinder (onder water) de oorzaak van de vermijding is. Aan de andere kant is het ook zo dat aalscholvers (die ook duikend onder water voedsel zoeken) zich weinig van het onderwatergeluid van een offshore windturbinepark lijken aan te trekken.

Het geluid dat het windturbinepark boven water zal produceren, bovenop het achtergrondgeluidniveau, is voor alle aanwezige en passerende vogels van belang, mits dit wordt gehoord en ervaren als hinderlijk (of als aantrekkelijk) door de vogels. Het achtergrondgeluidniveau op de locatie is onbekend, omdat dit niet is gemeten. Daarnaast is het achtergrondgeluidniveau zeer sterk afhankelijk van de windsterkte. Bij windstilte op zee kan zich de situatie voordoen dat er geen enkele geluidsbron is en dan wordt het achtergrondgeluidniveau zeer laag. Dan ontbreekt ook turbinegeluid. Met het toenemen van de wind kun je de golfslag van het water horen. Bij storm is het denkbaar dat het achtergrondgeluidniveau oploopt tot boven de 60 dB(A). In die zin is er ook sprake van seizoensverschillen (de kans op storm in het najaar is groter dan in de zomer), echter in alle seizoenen kan er sprake zijn van extremen. Belangrijke geluidsbronnen in het plangebied zijn schepen en vliegverkeer.

---

[1] Roulatie van vogels van dezelfde soort

Voor verschillende groepen vogels is vastgesteld dat windturbines een verstorend effect hebben op het gebruik van direct aangrenzende gebieden als broed-, voedsel- of rustgebieden. Voor enkele relevante groepen worden hieronder de onderzoeksgegevens kort samengevat. Clausager & Nøhr (1996) schrijven, zonder verdere bronvermelding, dat bij grotere windturbines (1 MW) ook grotere verstoringsafstanden (tot circa 800 m) worden vastgesteld dan in het hieronder samengevatte onderzoek aan windturbines tot circa 300 kW (tot 500 m). Verwacht mag worden dat een verdere opschaling, tot 3,6 of 5 MW windturbines, zal leiden tot nog grotere verstoringsafstanden.

Bij het windturbinepark in de Noordoostpolder werd op het open water van het IJsselmeer een negatief effect van de windturbines op de verspreiding van rustende eenden vastgesteld (Winkelman, 1989). De verstoringsafstanden varieerden van 150 m voor kuifeend, tafeleend, brilduiker en mogelijk ook meerkoet, tot 300 m voor fuut, wilde eend en mogelijk ook tafeleend en stormmeeuw. De vermindering in aantallen verschilde per soort, maar lag steeds tussen 50 en 90 procent. Voor topper en kokmeeuw konden geen effecten worden vastgesteld.

Onderzoek aan eiders in de omgeving van een Deens windturbinepark in de Oostzee leverde geen aanwijzingen op voor een afname van het aantal foeragerende vogels overdag als gevolg van de windturbines (Guillemette et al., 1998). Wel landden er minder vogels in de directe omgeving van de windturbines. De vogels zwommen er deels van grotere afstand heen. Het betrof hier echter een klein windturbinepark met twee rijen van vijf windturbines. Wellicht hangt het al dan niet binnengaan van een windturbinepark door eenden ook samen met de voedselbeschikbaarheid ter plaatse en kan een rijk aanbod eenden wellicht toch verleiden binnen een windturbinepark te gaan foerageren (Petersen & Fox, 2007). Ter plaatse van Tromp Binnen is dit echter weinig relevant, omdat zo ver offshore geen foeragerende eenden voorkomen.

De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windturbinepark op zee. Recent zijn meetgegevens beschikbaar gekomen voor het Deense windturbinepark Horns Rev (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005), gesitueerd in de Deense sector van de Noordzee ten westen van ZW Jutland (Blåvandshuk). Hierbij zijn dichtheden in het windturbinepark vergeleken met de dichtheden op de locatie voor de bouw van het windturbinepark, alsmede in zones van 2 en 4 km rond het windturbinepark. Vrijwel alle zeevogels bleken na aanleg het windturbinepark te mijden: dit gold voor duikers, jan-van-gent, zwarte zee-eend en alk/zeekoet (de laatste twee soorten konden tijdens de (vliegtuig)surveys niet van elkaar worden onderscheiden). Alleen zilvermeeuwen, dwergmeeuwen en noordse sterns/visdieven (ook niet van elkaar te

onderscheiden vanuit de lucht) zochten het windturbinepark juist op, mogelijk als gevolg van het toegenomen scheepvaartverkeer ter plaatse (voor onderhoud) of de mogelijkheid om in de getijdezogs rond de monopalen te foerageren.

Effectbeschrijving

Relatieve vergelijking locatie Tromp Binnen met het omliggende NCP

Op de Noordzee zijn zeevogels in kaart gebracht middels tellingen per schip en per vliegtuig (zie § 7.2.4). In de beschrijving in § 7.2.4 zijn gegevens uit beide databases samengebracht om tot eenduidige, gemiddelde totale vogelwaarden te kunnen komen. Deze waarden liggen ten grondslag aan de berekende "windturbinegevoeligheden" op de kaartbeelden die hierna worden gepresenteerd.

Zoals eerder beschreven ligt de locatie Tromp Binnen in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, buiten de directe kustwateren (aangeduid als "de Kustzee" in IBN 2015). In de zomer verblijven hier zeer weinig zeevogels omdat het gebied zo goed als buiten bereik van de in Nederland en Engeland broedende aalscholvers, meeuwen en sterns ligt (Camphuysen & Leopold, 1994). Alleen voor de kleine mantelmeeuwen van enkele kolonies in Nederland ligt de planlocatie binnen de actieradius. Afgezien van de kleine mantelmeeuwen komen in de zomer alleen nog enkele (meest onvolwassen) niet-broedende zeevogels voor, vooral meeuwen.

Buiten het broedseizoen bezoeken grote aantallen vogels uit noordelijker streken de Zuidelijke Bocht. Na het broedseizoen stroomt eerst de noordelijke helft van het NCP vol met zeevogels uit noordelijker streken, waaronder internationaal belangrijke aantallen jan-van-genten, zilvermeeuwen, drieteenmeeuwen, zeekoeten en alken. Tegen het eind van de winter (rond februari) concentreren deze vogels zich in de Zuidelijke Bocht. Deze seizoensvariaties zijn terug te vinden in de gesommeerde "windturbinegevoeligheden" die hieronder worden gepresenteerd.

Op zee komen allerlei soorten zeevogels voor, met daarbij nog grote verschillen tussen de seizoenen. Om te voorkomen dat voor al die soorten (elk met hun eigen gevoeligheid voor verstoring) en voor alle maanden van het jaar afzonderlijke kaartbeelden gemaakt moeten worden is gezocht naar een manier om de informatie te bundelen. Dit is gedaan door voor iedere vogel de specifieke gevoeligheid te bepalen en deze te vermenigvuldigen met de dichtheden van die soort die in een bepaalde maand in het gebied voorkomen. Nadat dit voor alle soorten zeevogels is gedaan, kunnen deze waarden worden opgeteld en samengevoegd in een kaartbeeld. Voor meer gedetailleerde uitleg wordt verwezen naar bijlagen 7.6

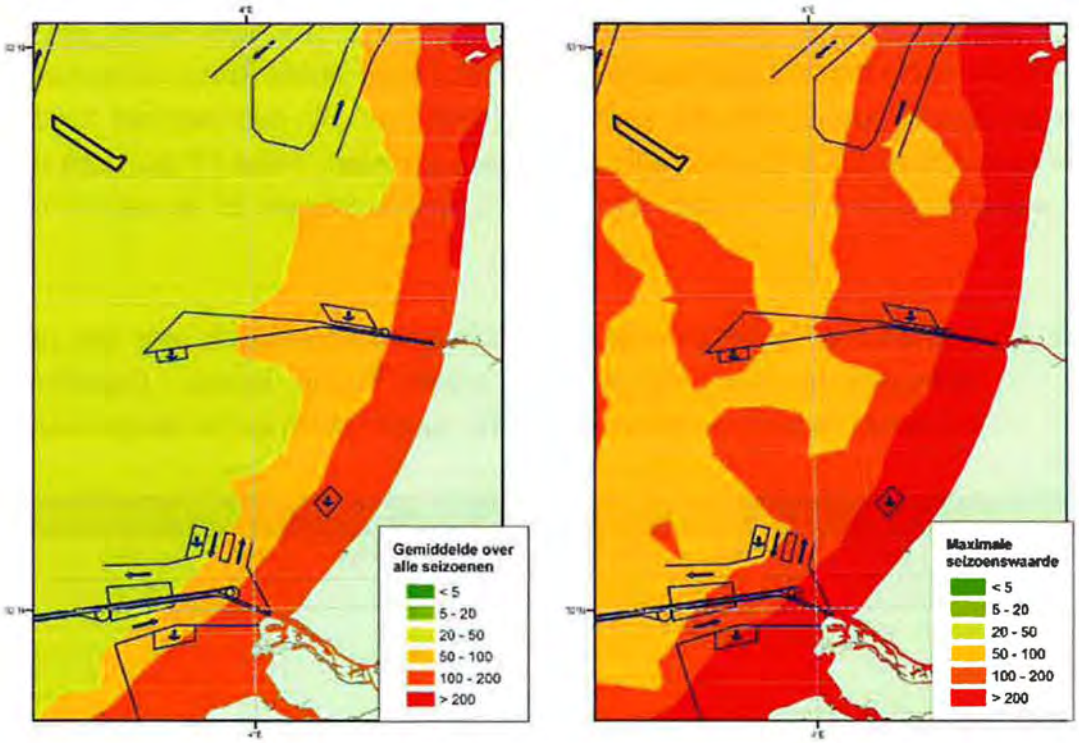
en 7.7. De methode voor het bepalen van de dichtheden van de soorten is beschreven in bijlage 7.5. De verstoringsgevoeligheidswaarden variëren in de "Zuidelijke Bocht" van waarden kleiner dan 5 tot ruim 200 (zie figuren 7.2 t/m 7.5). Op de locatie Tromp Binnen schommelen deze waarden tussen 6 en 60, waarmee ze veel lager zijn dan waarden die dichter onder de kust van de Zuidelijke Bocht liggen worden gemeten. Tabel 7.9 laat zien dat de hoogste waarden op de locatie Tromp Binnen in de periode februari tot en met juli bereikt worden.

Tabel 7.9 Gemiddelde, gesommeerde windturbinegevoeligheid van alle ter plaatse voorkomende zeevogels voor de locatie Tromp Binnen. Gegeven zijn achtereenvolgens zes tweemaandelijkse gemiddelden en het jaargemiddelde

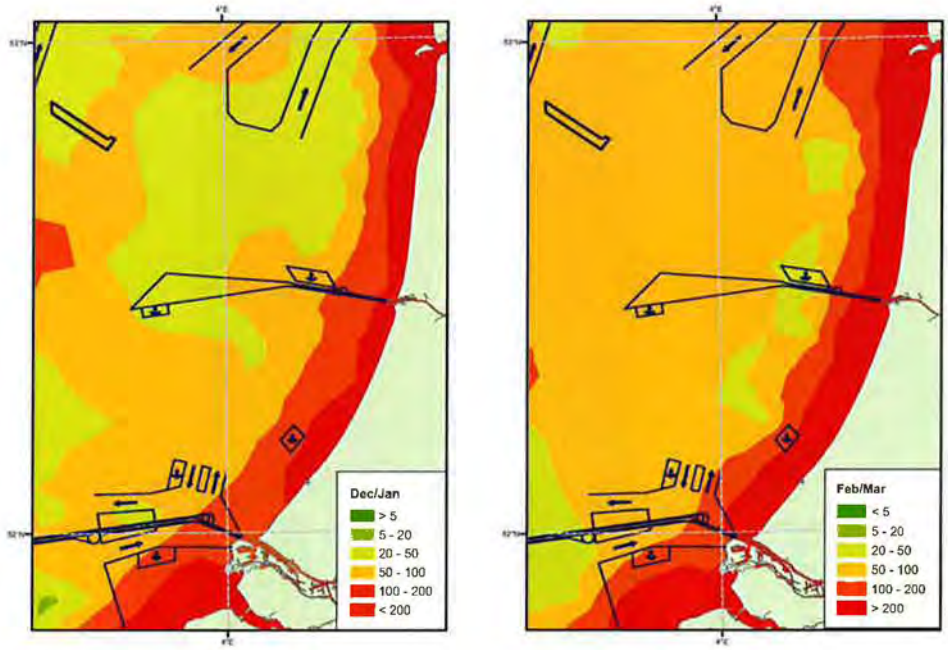
periode v.h. jaar:	aug/sep	dec/jan	feb/mar	apr/mei	jun/jul	okt/nov	jaargemiddeld
relatieve waarde:	6,6	15,5	**54,3 *)**	**59,2**	**59,0**	14,0	34,8

*) de maanden met de hoogste waarden zijn vet weergegeven

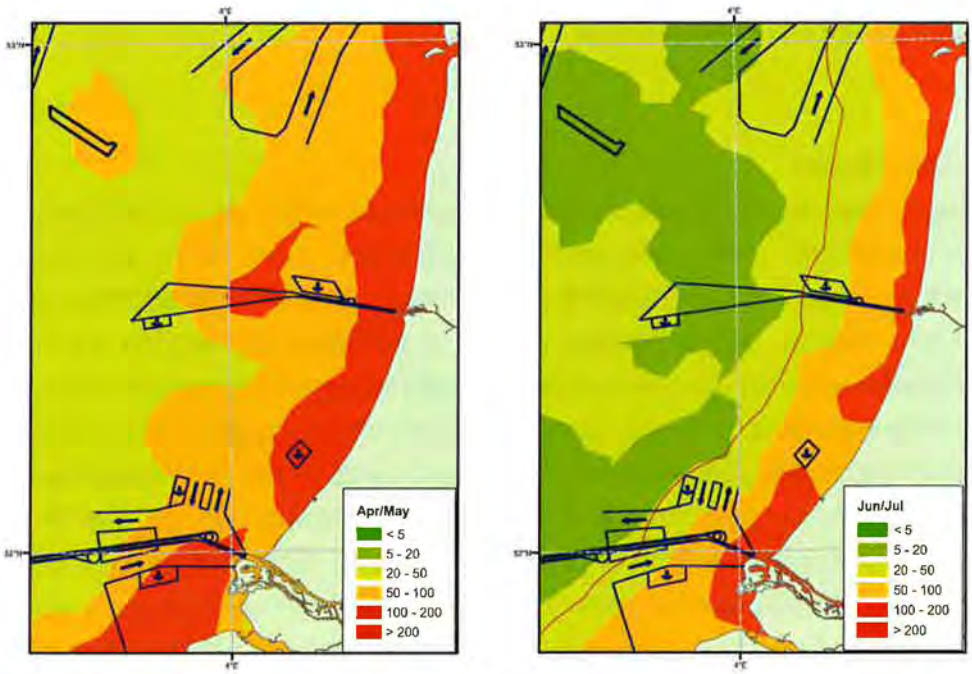
Ook komt uit tabel 7.9 en de figuren 7.2 t/m 7.5 naar voren, dat de locatie Tromp Binnen op een dermate grote afstand tot de kust ligt, dat deze gevrijwaard is van de soms zeer hoge (>100) waarden die in de kustnabije wateren, binnen de 12-mijls zone voorkomen. In alle seizoenen ligt de locatie Tromp Binnen duidelijk buiten de zeer vogelrijke Kustzee, in een groter offshore gebied, waar de vogelwaarden aanzienlijk lager liggen. In de winter komen de waarden op de locatie Tromp Binnen net boven de 50 uit. Een dergelijke waarde wordt (lokaal rond Tromp Binnen) ook gehaald in april/juli, maar dit hangt samen met een situatie waarin een groot aantal meeuwen is gezien rond een aantal viskotters. Deze uitzonderlijke waarde moet dus als een toevalligheid gezien worden. De gegeven contouren in de gevoeligheidskaarten hangen uiteraard enigszins samen met de details van de berekeningen en met de gekozen grenswaarden. Niettemin suggereren de beschikbare data dat de locatie Tromp Binnen relatief gunstig ligt ten opzichte van de duidelijk hogere vogelwaarden verder landinwaarts gedurende het hele jaar. Dit komt ook tot uiting in de jaargemiddelde waarden, zoals weergegeven in figuur 7.2 (links).



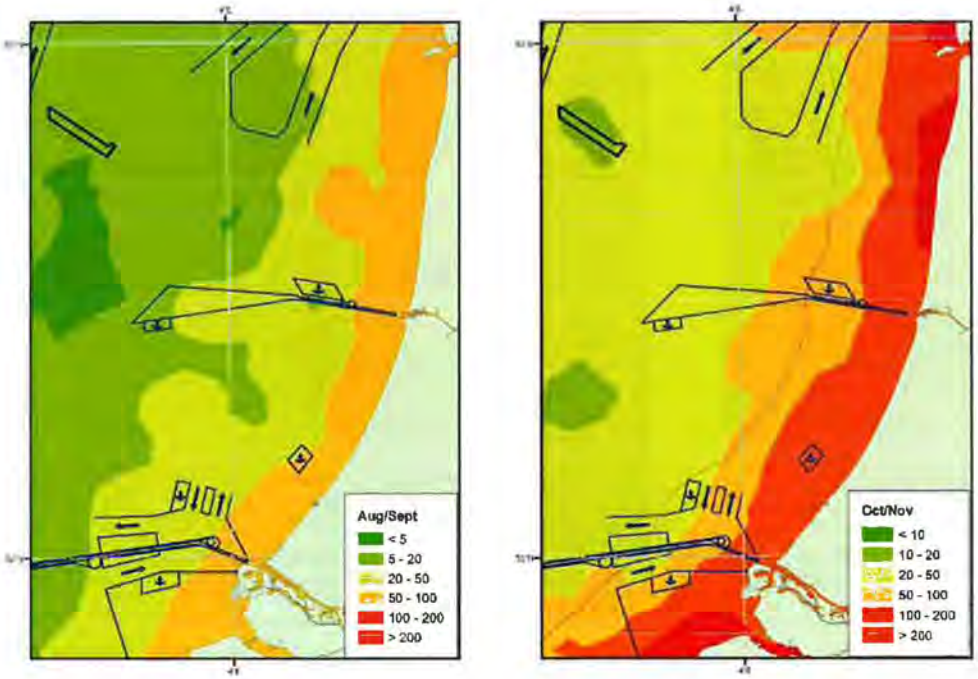
Figuur 7.2 Ruimtelijke verschillen in gevoeligheid voor verstoring door windturbines (op basis van dichtheden van gevoelige vogelsoorten): jaargemiddelde en maximale seizoenswaarden



Figuur 7.3 Ruimtelijke verschillen in gevoeligheid voor verstoring door windturbines: perioden december/januari en februari/maart



Figuur 7.4 Ruimtelijke verschillen in gevoeligheid voor verstoring door windturbines (op basis van dichtheden van gevoelige vogelsoorten: perioden april/mei en juni/juli



Figuur 7.5 Ruimtelijke verschillen in gevoeligheid voor verstoring door windturbines (op basis van dichtheden van gevoelige vogelsoorten: perioden augustus/ september en oktober/november

Uitwerking voor Tromp Binnen

Rond Tromp Binnen komen meest zogenaamde offshore soorten voor, als alk, zeekoet, jan-van-gent, noordse stormvogel, grote jager, grote mantelmeeuw, zilvermeeuw en drieteen-meeuw. Soorten als meeuwen worden mogelijk aangetrokken door een windturbinepark, of door schepen die hier werken. Uit de Deense studies is gebleken dat soorten die vooral zwemmend op zee voorkomen en die duikend onder water foerageren (roodkeelduiker, alk, zeekoet) sterk vermijdingsgedrag vertonen. Deze vogels meden het operationele windturbinepark totaal, terwijl in de zone tot 4 km rond het windturbinepark nog een vermijding met 50-86% werd vastgesteld. Voor de jan-van-gent was het vermijdingspercentage moeilijk vast te stellen omdat er maar weinig van deze vogels werden gezien rond Horns Rev, maar de beste schatting was een vermijdingspecentage van 38% tot op 4 km rond het park. Aangenomen mag daarom worden, dat een aanzienlijk groter gebied dan het windturbinepark zelf door deze soorten gemeden wordt. Het habitatverlies is voor deze soorten dus groter dan de oppervlakte van het windturbinepark zelf. In Denemarken is rond windturbinepark Horns Rev vastgesteld, dat gevoelige zeevogelsoorten (duikers, alk/zeekoet en jan-van-gent) een operationeel windturbinepark tot op meerdere kilometer mijden (Elsam Engineering & Energi,

2005; Elsam Engineering, 2005). Het habitatverlies is voor deze soorten dus groter dan het oppervlakte van het park zelf en om deze reden zijn de aantallen van deze vogels niet alleen berekend voor het park, maar ook voor contouren eromheen van 2 en 4 km. Dit wordt nader uitgewerkt in het hoofdstuk Cumulatie, in samenhang met dezelfde effecten van andere windturbineparken die op zee gebouwd zijn of gepland. Op grond daarvan blijkt, dat dit voor Tromp Binnen om maximaal ongeveer 400 jan-van-genten en om 1.700 alken en zeekoeten zou kunnen gaan. Duikers zijn onder allerlei omstandigheden veel gevoeliger voor verstoring dan jan-van-genten, alken en zeekoeten, maar vooralsnog wijzen de tellingen uit dat er vrijwel nooit veel duikers ter hoogte van dit relatief ver offshore gelegen plangebied zullen voorkomen. Indien dit gebied (ruim) buiten het verspreidingsgebied van deze vogels ligt, worden ze ook niet verstoord door bouwactiviteiten.

Voor andere soorten die vooral in de kustwateren voorkomen geldt ook, dat als ze Tromp Binnen nooit bereiken, er ook geen problemen te verwachten zijn. Dit geldt voor de duikers, de zee-eenden, de dwergmeeuw en de sterns. Alleen tijdens de voorjaarstrek zouden deze soorten het gebied wel kunnen aandoen (Platteeuw, 1990; Baptist & Wolf, 1993; Leopold et al., 2004), maar voor de specifieke locatie van Tromp Binnen ontbreken vooralsnog de benodigde detailgegevens. Voor de zilvermeeuw geldt, dat deze soort zich 's zomers meer onshore ophoudt, maar zich in de winter over het hele NCP verspreidt en dan dus ook Tromp Binnen aandoet.

Uit het parkoverstijgende vermijdingsgedrag van sommige gevoelige soorten volgt ook dat verschillende inrichtingsvarianten binnen het windturbinepark weinig invloed zullen hebben op de aantallen van deze vogels binnen het windturbinepark. De Deense studies geven geen informatie over de totale range waarbinnen de vogels vermijdingsgedrag vertonen, maar duidelijk is dat dit gaat om meer dan vier kilometer rond het windturbinepark. Ook is niet duidelijk wat de oorzaak is van het vermijdingsgedrag. Dit kan gelegen zijn in zichthinder of misschien in geluidhinder.

Bijlage 7.8 gaat meer in detail in op de verstoringsgevoeligheid van meeuwen en sterns.

Van de verstoringsgevoelige soorten komen hoofdzakelijk alk, zeekoet (en jan-van-gent) binnen het plangebied voor. Voor deze soorten is, voor de periode dat de maximale aantallen vogels in het gebied aanwezig zijn in een ruim gebied rond Tromp Binnen, berekend wat het aantal verstoorde vogels binnen het windturbinepark zal zijn, op grond van de RIKZ-vliegtuigtellingen. Dit is gedaan voor de periode oktober/november voor de jan-van-gent en voor december/januari voor de alk/zeekoet. Ook is berekend wat het aantal verstoorde vogels zal zijn bij een verstoringsafstand van 2 en 4 km rond het windturbinepark. Hieronder

worden alleen de resultaten gegeven, in hoofdstuk 12 is de wijze van berekenen nader uiteengezet.

Tabel 7.10a Maximale aantallen verstoorde lokale vogels voor het park Tromp Binnen, met contouren van 2 en 4 km rond het park, uitgedrukt in aantallen verstoorde jan-van-genten en alken +zeekoeten voor het windturbinepark. Nadere inrichting (type, configuratie, aantal turbines) speelt hier geen rol. Bij de berekeningen zijn vermijdingspercentages gebruikt die voor verschillende afstanden tot het park Horns Rev in Denemarken zijn vastgesteld (zie hoofdstuk 12 voor nadere uitleg)

vogelsoort	binnen het park	tot op 2 km	tot op 4 km
alk/zeekoet	204	842	1486
jan-van-gent	42	84	148

Tabel 7.10b Maximale aantallen verstoorde vogels (som alk/zeekoet en jan-van-gent) per alternatief: absoluut, per km^2 en per GWh.

	voorgenomen activiteit	alternatief 1	alternatief 2	alternatief 3
max. aantal	1634	1634	1634	1634
per km^2	50	50	50	50
per GWh	1,6	1,5	1,9	2,3

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat de maximale aantallen verstoorde vogels (oktober/ november voor de jan-van-gent en december/januari voor de alk/zeekoet) binnen de omtrek van windturbinepark Tromp Binnen circa 200 alk/zeekoeten zijn en 40 jan-van-genten. Indien aangenomen wordt dat deze vogels ook verstoord worden op afstanden tot enige kilometers rond het windturbinepark zijn deze aantallen groter (1486, respectievelijk 148).

De optredende verstoring van lokale niet-broedvogels wordt negatief beoordeeld. De verstoringsafstanden van de 5 MW alternatieven zullen mogelijk iets groter zijn dan bij de 3,6 MW alternatieven indien deze op grotere afstanden hinderlijk zichtbaar of wellicht hoorbaar zijn. In de beoordeling wordt hier geen onderscheid tussen gemaakt, alle alternatieven worden negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -).

Positieve effecten

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels. Aangroeiende mosselen zouden als voedsel kunnen dienen voor zee- en eidereenden (die er thans niet foeragerend voorkomen). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels die aan de bodem foerageren, zoals duikers of aalscholvers. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals drieteenmeeuwen (zie Camphuysen & Leopold, 2007) en aalscholvers. Al deze, mogelijk als positief te beoordelen ontwikkelingen, staan of vallen met de bereidheid van vogels (en vissen, die mogelijk echter ook installaties met voor hen hinderlijk onderwatergeluid zullen mijden) om zich in het windturbinepark te willen begeven. Dit is vooralsnog onbekend. Het is ook nog de vraag of eenden, aalscholvers of duikers zich willen vestigen op een locatie die zo ver uit de kust ligt als plangebied Tromp Binnen.

7.4.7 Effecten op de Bruine Bank

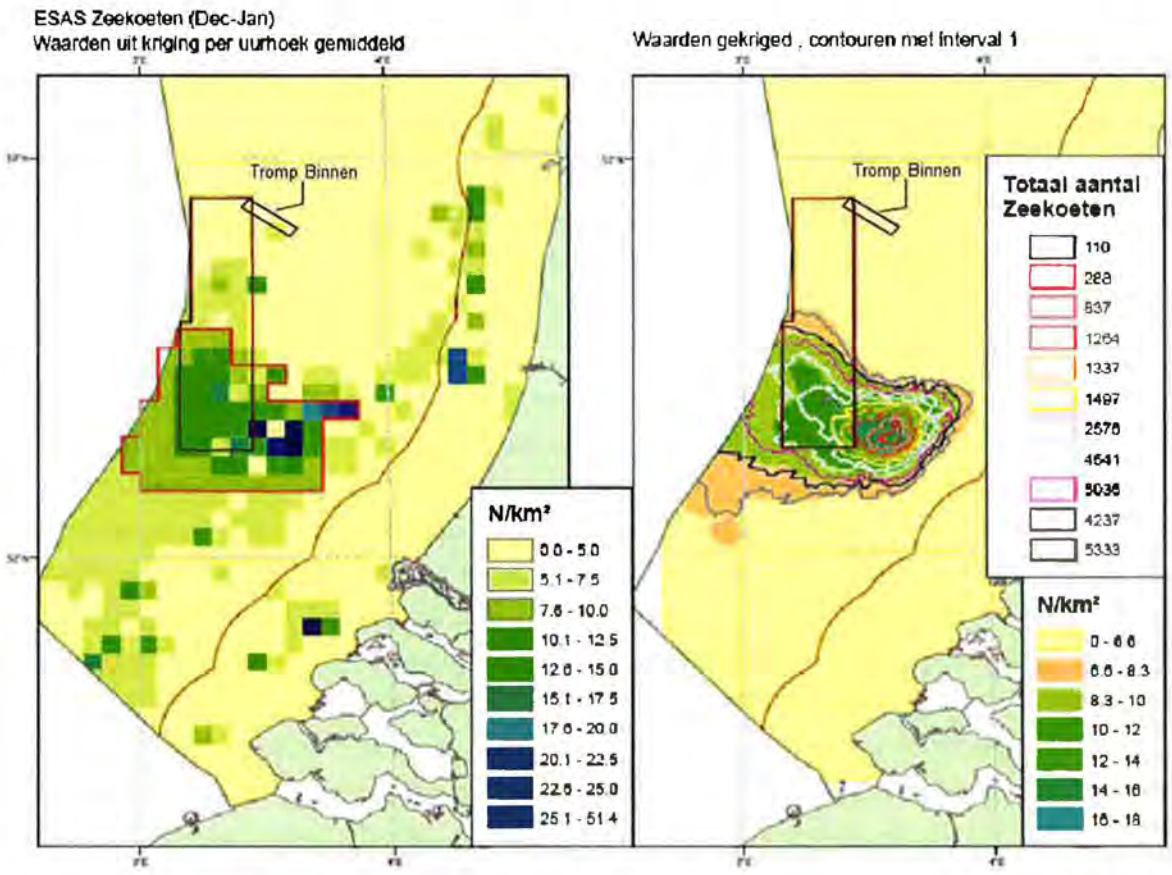
De Bruine Bank ligt in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, buiten de directe kustwateren (aangeduid als "de Kustzee" in IBN 2015). Voor een beschrijving van het gebied wordt verwezen naar paragraaf 6.3.2. Het gebied met mogelijk hogere natuurwaarden 'Bruine Bank' is niet heel scherp begrensd (zie bijvoorbeeld ook figuur 6.4). De noordelijke punt van Tromp Binnen ligt net in de Bruine Bank of er tegen aan.

In de zomer verblijven in het gebied van de Bruine Bank zeer weinig zeevogels omdat het gebied zo goed als buiten bereik van de in Nederland en Engeland broedende aalscholvers, meeuwen en sterns ligt (Camphuysen & Leopold, 1994). Alleen de kleine mantelmeeuwen van enkele kolonies in Nederland hebben dit gebied nog net binnen hun actieradius. Afgezien van de kleine mantelmeeuwen komen in de zomer alleen nog enkele (meest onvolwassen) niet-broedende zeevogels voor, vooral meeuwen. Buiten het broedseizoen bezoeken grote aantallen vogels uit noordelijker streken de Zuidelijke Bocht. Na het broedseizoen stroomt eerst de noordelijke helft van het NCP vol met zeevogels uit noordelijker streken, waaronder internationaal belangrijke aantallen jan-van-genten, zilvermeeuwen, drieteenmeeuwen, zeekoeten en alken. Tegen het eind van de winter (rond februari) concentreren deze vogels zich in de Zuidelijke Bocht. Roodkeel- en parelduikers (Vogelrichtlijn Annex I soorten) overwinteren, evenals grote aantallen zee-eenden en meeuwen merendeels veel dichter onder de kust dan de Bruine Bank.

Lindeboom et al. (2005) hebben een overzicht gegeven van gebieden met bijzondere ecologische waarden op het NCP. Voor de Bruine Bank is hun conclusie dat er weliswaar enige

aanwijzingen zijn dat het gebied op sommige momenten van sommige vogelsoorten hoge aantallen herbergt, maar dat het beeld niet helder is. Zij schrijven: *Rond de Bruine Bank komen op sommige momenten (vnl.in de winter) relatief hoge aantallen Grote Mantelmeeuwen, Zilvermeeuwen, Zeekoeten en Alken voor. Geen van deze soorten lijkt echter de 1%-norm of een aantal van >20.000 vogels te overschrijden, maar nieuwe tellingen zijn nodig om dit beeld te bevestigen.* Zij adviseren nader onderzoek en niet direct het toekennen van een beschermingsstatus. Dit betekent dat binnen de Zuidelijke Bocht, die ontegenzeggelijk van groot belang is voor zeevogels, het op dit moment volgens deze auteurs niet helder is of de Bruine Bank een speciale plek inneemt voor sommige zeevogelsoorten.

Recent hebben Witbaard et al. (2008) de beschikbare kennis op een rij gezet. Uit dit overzicht blijkt heel duidelijk dat een concentratiegebied met hogere vogelaantallen alleen overlapt met (maar ook groter is dan) de zuidelijke helft van de Bruine Bank (zie figuur 7.6).



Figuur 7.6 Verspreiding van zeekoeten met daarin aangegeven de contouren van de Bruine Bank (rechthoek) en van het gebied waarin >20.000 zeekoeten voorkomen en de dichtheid >4x de achtergronddichtheid is, gebaseerd op 5x5 km hokken (links) en dichtheidscontouren (rechts). Data: ESAS, 1987-1994.

Uiteindelijk wordt door Witbaard et al. (2008) zelfs aangegeven dat een eventueel te beschermen gebied misschien wel een andere begrenzing zou moeten hebben; de overlap met Tromp Binnen zou dan vervallen. Gezien de afstand tussen Tromp Binnen en het zuidelijke gedeelte van de Bruine Bank, betekent dit dat Tromp Binnen geen effect heeft op de gebieden binnen de Bruine Bank met hogere vogeldichtheden. Tromp Binnen heeft dus ook geen effecten op de specifieke vogelwaarden van de Bruine Bank. Voorzover Tromp Binnen overlapt met de Bruine Bank is er een effect op dat gedeelte. Die effecten zijn beperkt van omvang, en verschillen in dichtheid/relatieve omvang niet van de effecten van Tromp Binnen op het gebied net buiten de begrenzing van de Bruine Bank, want het overlapgedeelte herbergt geen vogelsoorten in hoge dichtheden.

7.4.8 Doorwerking vislarvensterfte op voedselspecialisten

Effectketen

In dit MER worden diverse varianten onderzocht voor de wijze van funderen van de turbines. De voorkeursvariant is een Gravity Based methode, waarvoor niet geheid hoeft te worden, zodat ook geen vislarvensterfte vanwege heien zal optreden (zie hoofdstuk 8, Onderwaterleven). Bij varianten waarbij wel geheid zal worden, treedt ter plaatse vislarvensterfte op, die na transport van de larven richting Natura 2000-gebieden kan doorwerken op beschermde soorten aldaar. De meest kwetsbare soorten in dit verband zijn voedselspecialisten, die sterk afhankelijk zijn van vissoorten, waarvan de larven in belangrijke mate door het heien worden beïnvloed. De meeste zeevogels die leven van vis in de mariene Natura 2000 gebieden zijn generalisten, met een breed spectrum aan prooisoorten. Specialisten bevinden zich met name onder de sterns, met de Grote Stern als meest uitgesproken specialist. Toch eet de Grote Stern in het broedseizoen nog zeker vijf prooisoorten in belangrijke mate: haring en sprot, minimaal twee soorten zandspiering en borstelwormen (Brenninkmeijer & Stienen 1992; Stienen et al. 2007). De andere sterns die langs de Nederlandse mariene Natura 2000 gebieden broeden en in deze gebieden foerageren, hebben nog een breder dieet.

Kwantificering vislarvensterfte

In tabel 7.11 staan de reducties van de aanvoer van de vislarven in de Noordzeekustzone en Waddenzee zoals berekend met het model van Deltares en Imares (zie Prins *et al,* 2008, zie ook Bijlage 7.10, Beschrijving model doorwerking vislarven).

Hierbij zijn de volgende stappen genomen:

1. De reductie van de larvenaanvoer zoals afkomstig uit het model is voor haring, schol en tong ingevoerd in de bovenste rij
2. Van de andere soorten is uitgegaan van een doorvertaling zoals berekend voor een van deze drie soorten, of een mengvorm ervan. Zandspiering, sprot en wijting zijn doorvertaald als haring, grondels kennen geen effect, schar is doorvertaald voor 50% als haring en voor 50% als schol, op meerjarige soorten is geen effect aangenomen.
3. De samenstelling van het voedsel is bepaald door wat de vogels en zeezoogdieren gemiddeld eten. Voor de sterns en de Kleine mantelmeeuw is uitgegaan van 35% Haring, 35% Noordse zandspiering, 20% Sprot en 10% Kleine zandspiering. De Gewone zeehond eet 1/3 Sprot, 1/3 Wijting en 1/3 meerjarige vis, de Bruinvis eet de helft Grondels, een kwart Noordse zandspiering, en voor het overige een kwart van een mengsel van Schol, Bot, Schar en Tong.
4. Voor de doorvertaling van reductie van het voedsel van de dieren naar de reproductie is een factor 0,8 genomen.
5. Tot slot is het effect op de reproductie gedeeld door de gemiddelde levensverwachting van de dieren voor een schatting van het populatie-effect. Grote stern: 9 jaar, Visdief: 12 jaar, Noordse stern: 13 jaar, Kleine mantelmeeuw: 15 jaar, Gewone zeehond (vrouwtje): 20 jaar en Bruinvis: 10 jaar.

Gevolgen voor vogels

Uit het modelonderzoek (zie ook tabel 7.11) blijkt dat voor de onderzochte vissoorten effecten op het larventransport richting de Voordelta kunnen worden uitgesloten en dat er in het geheel geen effecten op het transport van tonglarven worden verwacht. Uit het overzicht blijkt verder dat voor schol, zandspiering en haring het aandeel van de larven die de Waddenzee en de Noordzeekustzone met maximaal 3% afneemt. Schol is voor sterns niet van belang als prooisoort. Soorten die wel tot het stapeldieet van sterns horen, met name zandspieringen, zijn worden met maximaal 3% gereduceerd. Dit zijn relatief kleine effecten en het wordt niet waarschijnlijk geacht dat het doorwerkt op de jaarklassterkte, laat staan op het totale voedselaanbod van sterns langs de Nederlandse kust. Zelfs voedselspecialisten als sterns zijn nooit afhankelijk van slechts een enkele prooisoort en kunnen dus tot op zekere hoogte switchen als een van de prooien tijdelijk iets minder voorradig is. Daarbij zal het voedsel in sommige jaren in overmaat aanwezig zijn, en dan is geen enkel effect van een 3% afname van larven te verwachten. Rekening houdend met de breedte van het dieet van de diverse soorten sterns, zal het effect van een maximale reductie van 3% aan vislarven door heien een effect hebben op de aantallen broedparen of het broedsucces van minder dan 1% en deze effecten zijn hiermee niet significant.

Tabel 7.11 Doorwerking vislarven op vogels en zeezoogdieren (LV=levensverwachting)

	Tromp Binnen														
worst case	**vissoort**														
reductie larven	**Haring**	**Noordse Zandspiering**	**Kleine Zandspiering**	**Sprot**	**Wijting**	**Grondel**	**Schol**	**Tong**	**Bot**	**Schar**	**meerjarige vis**				
Grote stern	3%	3%	1%	3%	3%	0%	3%	0,0%	2%	3%	0%				
Visdief	3%	3%	1%	3%	3%	0%	3%	0,0%	2%	3%	0%				
Noordse stern	3%	3%	1%	3%	3%	0%	3%	0,0%	2%	3%	0%				
Kl mantel	3%	3%	1%	3%	3%	0%	3%	0,0%	2%	3%	0%				
Zeehond	3%	3%	1%	3%	3%	0%	3%	0,0%	2%	3%	0%				
Bruinvis	3%	3%	1%	3%	3%	0%	3%	0,0%	2%	3%	0%				
														populatiedynamiek	
reductie juvenielen	**Haring**	**Noordse Zandspiering**	**Kleine Zandspiering**	**Sprot**	**Wijting**	**Grondel**	**Schol**	**Tong**	**Bot**	**Schar**	**meerjarige vis**	**reductie samen-stelling**		**doorvertaling reproductie**	**delen door LV**
Grote stern	2%	2%	1%	1%	1%	0%	3%	0,0%	2%	0,3%	0%	2%		1%	0,2%
Visdief	2%	2%	1%	1%	1%	0%	3%	0,0%	2%	0,3%	0%	2%		1%	0,1%
Noordse stern	2%	2%	1%	1%	1%	0%	3%	0,0%	2%	0,3%	0%	1%		1%	0,1%
Kl mantel	2%	2%	1%	1%	1%	0%	3%	0,0%	2%	0,3%	0%	2%		1%	0,1%
Zeehond	2%	2%	1%	1%	1%	0%	3%	0,0%	2%	0,3%	0%	1%		1%	0,0%
Bruinvis	2%	2%	1%	1%	1%	0%	3%	0,0%	2%	0,3%	0%	1%		1%	0,1%

Noot: hier wordt uitgegaan van de maximale afname zoals gesignaleerd in Noordzeekustzone en Wad (max. 3%). In Voordelta geen effecten

7.4.9 Effecten van windmeetmasten

Aanleg

Voor de plaatsing van de windmeetmasten / meteomasten zijn vergelijkbare werkzaamheden als voor een windturbine nodig, maar van een beperktere omvang: de mast is minder hoog, minder zwaar uitgevoerd, de fundering is dunner dus het heien vraagt minder energie en produceert minder geluid en heeft minder impact. Verstoring van vogels en zeezoogdieren door deze werkzaamheden is daarmee wel aanwezig, maar van geringere omvang dan bij het plaatsen van een windturbine (althans een windturbine waarvoor een fundering moet worden geheid).

Aanwezigheid

De aanwezigheid van een meteomast leidt bij sommige vogelsoorten tot verstoring, andere worden er juist door aangetrokken. De verstoring zal, door het ontbreken van bewegende delen, geringer zijn dan die van een windturbine. De aantrekkingskracht als rustplaats voor bijvoorbeeld aalscholvers, meeuwen en trekkende vogels, is aanzienlijk groter dan die van een windturbine.

Door de plaatsing van de windturbine aan de NW zijde van het park,binnen het grid maar als buitenste object, wordt in feite de verstoringscontour enigszins uitgebreid. Echter, in dit MER is voor de beschrijving van verstoringseffecten het oppervlak van de locatie als geheel gebruikt en wordt de nadere inrichting als niet relevant gezien. Plaatsing van de meteomast binnen dit vlak voegt dus geen verstoring van vogels toe aan de reeds berekende aantallen (zie §7.4.4). In absolute termen is de verstoring van alleen de meteomast gering: als losstaande mast zal de verstoringsafstand voor de meeste vogelsoorten hooguit honderden meters bedragen, waarbinnen dan een deel van de individuen verdwijnt. Gezien de dichtheden van zeevogels ter plaatse van Tromp Binnen is dit een effect dat gering van omvang is.

De aantrekkingskracht van de meteomast als rustplaats is met name van betekenis voor aalscholvers. In de laatste tien jaren zijn aalscholvers de zee meer en meer als voedselgebied gaan gebruiken. Doordat deze soort zijn veren aan de lucht moet drogen, zijn rustplaatsen nodig in of vlakbij het foerageergebied. Offshore installaties kunnen daardoor als het ware gebieden verder op zee stapsgewijs bereikbaar maken voor aalscholvers. Echter, Tromp Binnen ligt relatief ver van de kust, dus zal mogelijk om die reden niet of niet direct bereikt worden.

Een meteomast is net als een windturbine een obstakel waartegen zich vogels kunnen doodvliegen. Er zijn verschillen: iets geringere hoogte, geen draaiende wieken, door het vakwerk karakter een kleiner verticaal luchtoppervlak dat botsingen oplevert, maar met name aan de voet is de mast zelf wel wat breder. In Duitsland is op het FINO onderzoeksplatform dat in de Noordzee staat bijgehouden hoeveel dode vogels gevonden worden. Tijdens 25 bezoeken tussen 1 oktober 2003 en 6 oktober 2004 werden 227 dode vogels gevonden,

voornamelijk aanvaringsslachtoffers (Kahlert et al. 2005). De auteurs geven aan dat dit een onderschatting is. Nu is het wel zo, dat dergelijke platforms in Duitsland sterkere verlichting schijnen te hebben dan in Nederland (pers. comm. S. Dirksen met Duitse onderzoekers) en daarmee waarschijnlijk meer vogels aantrekken en dus meer slachtoffers maken. Het gevonden aantal is echter hoger dan bij een windturbine verwacht wordt. Er is op land een parallel: bijvoorbeeld hoge zendmasten met tuidraden lijken ook gevaarlijker voor vogels dan windturbines. Een meteomast in Tromp Binnen zou op grond van deze gegevens het equivalent van één of maximaal enkele windturbines aan aanvaringsslachtoffers kunnen betekenen.

Verwijdering

Voor de verwijdering van de meteomast zijn vergelijkbare werkzaamheden als voor een windturbine nodig, maar van een beperktere omvang: de mast is minder hoog, minder zwaar uitgevoerd, de fundering is dunner. Verstoring van vogels door deze werkzaamheden is daarmee wel aanwezig, maar van geringere omvang dan bij het verwijderen van een windturbine. Wanneer de werkzaamheden worden ingepast in de verwijdering van het windturbinepark als geheel, is de toename van effecten relatief klein en op te tellen bij de totale verstoring, bijvoorbeeld uitgedrukt in uren zagen en uren voor het verwijderen van de minstens 48 turbinepalen.

7.5 Effecten aanleg en verwijderen

7.5.1 Aanleg funderingen

De bouw van een windturbinepark brengt verstoring met zich mee door de aanwezigheid en activiteit van allerlei schepen en door geluid (ook onder water). Hoewel dit hinderlijk zal zijn voor zeevogels, is het ook tijdelijk. In Denemarken is inmiddels vastgesteld dat een operationeel windturbinepark bepaalde vogelsoorten afschrikt, en andere juist aantrekt. Een vooralsnog onbeantwoorde vraag is waarom bepaalde zeevogels een windturbinepark mijden, zoals vastgesteld in Denemarken. De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meest soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die duikend onderwater naar voedsel zoeken. Dit zou kunnen suggereren, dat juist de geluidshinder (onder water) de oorzaak van de vermijding is. Tijdens de aanleg zullen de geluidsniveaus aanzienlijk hoger zijn dan tijdens de operarationele fase van het project en de verstoring door geluid dus ook navenant hoger. Hoge geluidsniveaus komen vooral van het heien, dat wil zeggen tijdens relatieve korte tijdspannes tijdens de vele maanden van de bouw. Bij het voornemen Tromp Binnen waarbij

turbines geplaatst worden op een **GBS-fundering** zonder dat hierbij geheid wordt, zal veel minder onderwatergeluid optreden (zie hoofdstuk 8) en dus ook minder verstoring.

Tijdens de aanleg van monopalen, tripods of jackets zullen hoge geluidsniveaus voorkomen door het heien. Dit zal een grote, zij het vooralsnog een onbekende impact kunnen hebben op deze zeevogels. De bronniveaus, alsmede de specifieke gevoeligheid van de verschillende soorten zeevogels zijn nog onvoldoende bekend.

Bij de aanleg zullen schepen van en naar het windturbinepark varen. Het aantal c.q. de frequentie van de vaarbewegingen is afhankelijk van de variant, en bedraagt maximaal circa 5 schepen per dag. De scheepvaartbewegingen voor aanvoer van materieel zullen leiden tot een toename van geluid/trillingen.

De duur van de werkzaamheden bedraagt bij alle alternatieven circa 5-7 maanden gedurende twee jaar, startend in mei. Relatief hoge dichtheden van gevoelige soorten zeevogels worden echter alleen verwacht in de winter en tijdens de voorjaarstrek (april); daarna zullen de meeste van deze vogels naar de broedgebieden zijn vertrokken en voor oktober komen de meeste ook niet terug. De omvang van de verstoring varieert dus sterk in de tijd en is eigenlijk alleen van belang voor een beperkt aantal soorten vogels van november tot en met april. De effecten van aanleg van het windturbinepark worden vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden en het beperkte aantal vogels beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

De mate van verstoring is afhankelijk van het alternatief/variant. Zo zal de periode van bouw en het eventueel parallel werken met meerdere gelijksoortige schepen afhangen van het aantal te plaatsen turbines. Verstoring door heiactiviteiten treedt niet op bij toepassing van de Gravity Based fundering, omdat deze fundering op de bodem wordt geplaatst in tegenstelling tot de monopaal en tripod die in de bodem worden geheid. In de beoordeling is, gezien de omvang en tijdelijkheid van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven/varianten.

7.5.2 **Aanleg kabels**

De activiteiten voor de aanleg van de bekabeling betreft het trenchen van één sleuf per kabel. In een sleuf worden twee 150 kV kabels gelegd. Het geheel wordt dubbel uitgevoerd met een onderlinge afstand van minimaal 50 meter. Als aanlandingspunt is gekozen voor Velsen-Noord op circa 75 km van het windturbinepark. De tijdsduur voor het leggen van de

kabels naar het windturbinepark bedraagt circa 2-3 maanden. Voor het leggen van de kabels wordt een kabellegschip gebruikt die ongeveer 1-2 km per dag aflegt.

Voor aanleg van de elektriciteitskabels (zowel in het windturbinepark als van het windturbinepark naar het aanlandingspunt) gelden dezelfde argumenten als gegeven onder "Aanleg funderingen". De omvang van de werkzaamheden is echter minder groot en daarmee ook de omvang van de effecten. De opgewekte stroom zal worden afgevoerd via 150 kV elektriciteitskabels die in de zeebodem zullen worden ingegraven en die lopen van het windturbinepark naar het land. Voor zeevogels zijn geen effecten bekend c.q. te verwachten, van ingegraven wisselspanningskabels, tenzij prooivissen hier (sterk) op reageren. Dit wordt niet verwacht (Elsam Engineering & Energi E2, 2005). Omdat de effecten van het leggen van het kabeltracé tijdelijk en gering van omvang zijn, worden beide alternatieven neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Tijdens aanleg van de elektriciteitskabels moet de kustlijn worden doorsneden. De aanleg kan, afhankelijk van het seizoen waarin dit gebeurt, effecten hebben op de locale broedvogels, dan wel op vogels die op het strand overwinteren (o.a. drieteenstrandlopers). Deze zullen tijdelijk te maken krijgen met een vooralsnog onbekende mate van verstoring. Vermoedelijk is deze verstoring aan het strand dermate ernstig dat strandlopers (inclusief mogelijke broedvogels als bontbekplevier) er niet terecht kunnen. Ook broedvogels van de achterliggende duinen kunnen hiermee te maken krijgen en andere natuurwaarden ter plaatse. Het gaat echter om een gebied van beperkte omvang. De effecten van de aanlanding (aanleg en verwijdering) worden daarom beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

7.5.3 **Effecten in de verwijderingsfase**

De turbines worden in delen uit elkaar gehaald met behulp van kraanschepen.
De verwijdering van de funderingen (**monopaal, tripod en jacket**) zal bestaan uit het afsnijden (6 m onder de zeebodem) en afvoeren van de funderingen. Een mogelijk alternatief is om de funderingen in zijn geheel te verwijderen door een combinatie van trillen en trekken. Dit zal gepaard gaan met geluid/trillingen boven en onder water. De geluidbelasting is echter aanmerkelijk lager dan bij de aanleg. Daarnaast zal er sprake zijn geluid/trillingen door scheepvaartbewegingen. De verwijdering van de **GBS fundering** zal bestaan uit het wegzuigen van de zandvulling, het liften van de GBS met een hefschip en het afvoeren van de funderingen, waarna de zandvulling wordt gedeponeerd in de funderingskuilen. De effecten zijn vergelijkbaar met de aanleg van de GBS fundering als gevolg van scheepvaartbewegingen en inzet van vaartuigen.

De erosiebescherming voor alle funderingen en kabels worden in principe niet verwijderd. Bij het eventueel verwijderen van de kabels kan tijdelijk enige verstoring in een beperkt gebied optreden.

Er zijn nog geen studies mogelijk geweest tijdens de sloop van een offshore windturbinepark. Ten aanzien van de uiteindelijke verwijdering van het windturbinepark geldt dat de activiteit ter plaatse, het geluid en de scheepsbewegingen en van sloopactiviteiten, zeevogels zal verstoren. De effecten van verwijdering van het windturbinepark worden beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) vanwege het tijdelijke karakter van de verstoring. De duur van de werkzaamheden bedraagt bij alle alternatieven maximaal 7 maanden (mei t/m september, inclusief uitloop tot november) gedurende een jaar. Relatief hoge dichtheden van gevoelige soorten zeevogels worden echter alleen verwacht in mei; daarna zullen de meeste van deze vogels naar de broedgebieden zijn vertrokken en voor oktober komen de meeste ook niet terug. De omvang van de verstoring varieert dus sterk in de tijd en is eigenlijk alleen van belang voor een beperkt aantal vogels in mei.

7.6 Overige effecten tijdens gebruik

7.6.1 Effecten van onderhoud

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergt de inzet van schepen. Dit is verstorend voor zeevogels. Het zal afhangen van zowel de aard als de frequentie van de werkzaamheden hoe zwaar deze verstoring zal blijken te zijn. Onderzoeksgegevens op dit punt ontbreken vooralsnog. De Deense studies suggereren bij gebruik van schepen een afstotende werking ten aanzien van duikers, jan-van-gent en alkachtigen, en een aantrekkende werking voor meeuwen en sterns. Dit laatste moet in de Nederlandse situatie echter worden afgezet tegen het verdwijnen van de visserij uit het windturbinepark, waardoor aantallen meeuwen eerder zullen dalen dan stijgen in het windturbinepark.

De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden zijn van (veel) beperktere intensiteit dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillend aantal turbines) wordt hier, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. Verstoring door onderhoud vindt in beginsel plaats binnen het windturbinepark, waar de situatie voor gevoelige zeevogelsoorten toch al verstoord is. De (extra) effecten van onderhoud worden daarom in alle alternatieven als niet significant beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Er kunnen wel effecten

zijn op (zich vestigende) broedvogels in het park, maar zonder de aanwezigheid van een park kan ter plaatse geen vogel broeden.

7.6.2 Transport elektriciteit via kabels naar de kust

Tijdens de exploitatiefase zal de opgewekte stroom worden afgevoerd via de hoogspanningskabels naar het land. Voor zeevogels zijn hiervan geen effecten bekend, noch te verwachten (Elsam Engineering & Energi E2, 2005). De voorgenomen activitiet en alle alternatieven worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

7.7 Conclusies effectbeschrijving

7.7.1 Effecten van aanleg

Mogelijke effecten van aanleg, die verschillen van de gebruiksfase, hangen vooral samen met de productie van (onderwater)geluid bij heien. De verstoring door (onderwater)geluid treedt veel minder op bij het gebruik van Gravity Based funderingen.
Het effect van heien op vislarven bedraagt maximaal ca. 3%. Rekening houdend met de breedte van het dieet van (zelfs) voedselspecialisten zoals diverse soorten sterns, zal het effect daarvan op de aantallen broedparen of het broedsucces minder dan 1% bedragen en niet significant zijn.

De mate van verstoring is afhankelijk van het uiteindelijke plan voor de bouw. Zo zal de periode van bouw en het eventueel parallel werken met meerdere gelijksoortige schepen afhangen van het aantal te plaatsen turbines. In de beoordeling is, gezien de omvang en tijdelijkheid van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven/varianten. Aan mitigatie kan worden gedaan door de activiteiten die met de hoogste geluidsniveaus gepaard gaan niet in de winter en het vroege voorjaar te laten plaatsvinden wanneer de meeste, mogelijk voor geluid gevoelige, vogels rond het plangebied verblijven (Leopold et al. 2004; Leopold & Camphuysen 2007).

7.7.2 Effecten van gebruik

In onderstaande tabel 7.12 worden effecten van gebruik zoals die in dit hoofdstuk zijn beschreven, samengevat. In navolgende paragrafen volgt een toelichting hierop.

Tabel 7.12 Effectbeoordeling vogels (aantallen per jaar, per GWh en per km^2)
Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
aanleg en verwijdering windturbinepark						
*Verstoring**	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
gebruik windturbinepark						
Aanvaringsrisico						
trekvogels, aantallen op basis van route 2 **)	0	311	393	253	248	< 311
kustbroedvogels	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
pleisterende niet-broedvogels, aantallen op basis van route 2 **)	0	1.784	2.258	1.452	1.421	< 1.784
totaal	0	2.095	2.651	1.705	1.669	< 2.095
totaal / GWh	0	2,0	2,5	2,0	2,4	< 2,0
totaal / km ^{2}	0	63	80	52	51	< 63
eindoordeel (vergelijking alternatieven onderling)	0	0/-	-	0/-	-	> 0/-
Barrièrewerking						
trekvogels	0	0	0	0	0	0
kustbroedvogels	0	0	0	0	0	0
pleisterende niet-broedvogels	0	0	0	0	0	0
Verstoring						
Trekvogels	0	0	0	0	0	0
kustbroedvogels	0	0	0	0	0	0
pleisterende niet-broedvogels ***)	0	-	-	-	-	-
verstoord aantal	0	1.634	1.634	1.634	1.634	1.634
verstoord aantal per GWh	0	1,6	1,5	1,9	2,5	1,6
verstoord aantal per km^2	0	50	50	50	50	50
Eindoordeel verstoring*	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

*): geen verschil tussen alternatieven, hoewel bij heien er wel meer geluidseffect kan worden verwacht

**): totalen op basis van benadering per soort / soortgroep. Deze schatting levert de hoogste totaalaantallen per alternatief. Een andere schatting conform "route 2" levert totalen in de orde-grootte van 1/2 - 1/3 van het eindtotaal van de hier gepresenteerde cijfers

***): maximale aantallen verstoorde vogels in het park 246, park + zone van 2 km: 926; park + zone van 4 km: 1.634. Geen verschil tussen de alternatieven

Aanvaringsrisico's

Tromp Binnen is qua aanvaringsrisico's voor vogels op vijf aspecten vergeleken met OWEZ (tabel 7.6). Op deze aspecten (routes van seizoenstrek, typen lokale vogelvliegbewegingen) scoort Tromp Binnen relatief duidelijk beter (3x) hetzelfde (1x) of gelijk dan wel iets minder (1x). De totaal vergelijking met OWEZ valt dus gunstig uit (relatief bekeken, dus los van het aantal turbines).

Vervolgens is er op twee manieren een orde grootteschatting gedaan voor het totaal te verwachten aantal aanvaringsslachtoffers op vogels. Afhankelijk van rekenroute en variant leidt dat tot schattingen van ruim 400 tot ruim 1500 vogels (zie tabel 7.7). Er is sprake van een duidelijk negatief effect. Er is vervolgens geprobeerd na te gaan hoe de aantallen per vogelsoort of soortgroep zullen zijn. Dit leidt tot schattingen van ruim 1600 tot ruim 2700 vogels (zie ook tabel 7.8). In absolute aantallen lijken de hoogste aantallen slachtoffers te zullen vallen onder vooral meeuwen en zangvogels, maar ook onder andere soorten of soortgroepen worden aanvaringsslachtoffers voorspeld.

Barrièrewerking

Op basis van de beschrijving van de effecten wordt geconcludeerd dat de barrièrewerking van het windturbinepark beperkt is. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Er is geen onderscheid tussen de alternatieven, omdat wordt uitgegaan van de aanname dat er bij een barrière het hele windturbinepark omvlogen zal worden, waardoor alleen oppervlakte, oriëntatie en ligging van het windturbinepark van belang zijn en deze factoren zijn voor de diverse alternatieven gelijk.

Verstoring lokaal verblijvende vogels

Op basis van de huidige verspreiding van vogels is nagegaan welke soorten in welke aantallen in en om het locatiegebied voorkomen. Afhankelijk van verstoringsgevoeligheid van deze soorten voor windturbines zal verlies van met name foerageerhabitat voor soorten optreden. Als voorbeeld: uit de effectbeschrijving blijkt dat de maximale aantallen verstoorde vogels binnen de omtrek van windturbinepark Tromp Binnen voor alk/zeekoeten 200 (dec/jan) en voor jan-van-genten 40 (okt/nov) zijn, afhankelijk van het alternatief. Indien aangenomen wordt dat deze vogels ook verstoord worden op afstanden tot enige kilometers rond het windturbinepark zijn deze aantallen groter (1486, respectievelijk 148, samen 1634).

De optredende verstoring van lokale niet-broedvogels wordt negatief beoordeeld. De verstoringsafstanden van de 5 MW alternatieven zullen mogelijk iets groter zijn dan bij de 3,6 MW

alternatieven indien deze op grotere afstanden zichtbaar c.q. hinderlijk of hoorbaar zijn. In de beoordeling wordt hier geen onderscheid tussen gemaakt, alle alternatieven worden negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -). Ook tussen de varianten zijn niet of nauwelijks verschillen.

7.7.3 Effecten van verwijdering

Er zijn nog geen studies mogelijk geweest tijdens de sloop van een offshore windturbinepark. Ten aanzien van de uiteindelijke verwijdering van het windturbinepark geldt dat de activiteit ter plaatse, het geluid en de scheepsbewegingen en van sloopactiviteiten, zeevogels zal verstoren. De effecten van verwijdering van het windturbinepark worden beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) vanwege het tijdelijke karakter van de verstoring. De duur van de werkzaamheden bedraagt bij alle alternatieven maximaal 7 maanden (mei t/m september, met uitloop tot november) gedurende twee jaar. Relatief hoge dichtheden van gevoelige soorten zeevogels worden echter alleen verwacht in mei; daarna zullen de meeste van deze vogels naar de broedgebieden zijn vertrokken en voor oktober komen de meeste ook niet terug. De omvang van de verstoring varieert dus sterk in de tijd en is eigenlijk alleen van belang voor een beperkt aantal vogels in mei. De effecten van de verwijdering van de GBS-fundering is redelijk vergelijkbaar met die tijdens de aanleg ervan.

7.8 Toetsing en beoordeling effecten op vogels

7.8.1 Inleiding

De resultaten van het effectenonderzoek die zijn beschreven in dit hoofdstuk dienen op verschillende manieren, vanuit verschillende (inter)nationale wettelijke en beleidsmatige invalshoeken te worden getoetst en beoordeeld. In onderstaande paragrafen wordt op elk van de relevante kaders ingegaan:

- Natuurbeschermingswet 1998/Vogel- en Habitatrichtlijn: paragraaf 7.8.2
- Flora- en faunawet: paragraaf 7.8.3
- Nota Ruimte en Integraal Beheersplan Noordzee 2015: paragraaf 7.8.4
- OSPAR: paragraaf 7.8.5

7.8.2 Natuurbeschermingswet 1998/Vogel- en Habitatrichtlijn

Voor het toetsingskader van de Natuurbeschermingswet 1998, waarin sinds oktober 2005 de EU Vogel- en Habitatrichtlijn in de Nederlandse wetgeving zijn geïmplementeerd, is primair het eventuele optreden van effecten op instandhoudingsdoelstellingen van belang, alsmede de beoordeling van de significantie daarvan. Instandhoudingsdoelstellingen gelden steeds in relatie tot Natura 2000-gebieden, zoals deze op dit moment zijn aangemeld bij de Europese Commissie. Nederlandse Natura 2000-gebieden waar mogelijk effecten zouden kunnen optreden zijn Waddenzee, Noordzeekustzone en Voordelta. Aangezien de Natuurbeschermingswet 1998 (nog) niet van kracht is buiten de 12 mijlszone, geldt hier nog de rechtstreekse werking. Het Bevoegd Gezag heeft inmiddels aangegeven in dit kader een locatiespecifieke Passende Beoordeling te verwachten, waarin op de effecten op relevante vogelsoorten in relatie tot mogelijke effecten op Natura 2000-gebieden dient te worden ingegaan. Hier wordt dan ook verwezen naar de Passende Beoordeling (hoofdstuk 14).

7.8.3 Flora- en faunawet (binnen 12-mijl) en soortsbescherming Vogelrichtlijn (daarbuiten)

De soortsbescherming (individu) van vogels is in Nederland wettelijk vastgelegd in de Flora- en faunawet. De wet is van toepassing op het deel van het NCP dat binnen de 12-mijls zone is gelegen. Daarbuiten zijn de soorten van de diverse bijlagen van de Vogelrichtlijn ook beschermd, maar dan via de rechtstreekse werking van de richtlijn.

Bij de toetsing van effecten gaat het met name om het opzettelijk doden of vangen van soorten, het vernielen van voortplantingsplaatsen of het verstoren met name gedurende de voortplantingsperiode.

Hoewel sterfte van vogels door aanvaring met de windturbines gezien zou kunnen worden als voorwaardelijke opzet, waarover jurisprudentie is, is uit correspondentie met het Ministerie van LNV over windturbineparken op land duidelijk dat onbedoelde sterfte van kleine aantallen vogels niet als strafbaar en dus vergunningplichtig wordt gezien. De vraag is dan uiteraard wat kleine aantallen zijn. Die toetsing moet bestaan uit het beoordelen of de effecten zodanig zijn dat de gunstige staat van instandhouding van de populaties van de betrokken soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied in het geding is. De in het MER beschreven activiteiten hebben voor geen van de soorten effecten tot gevolg die een dergelijke omvang zouden kunnen betekenen.

7.8.4 Nota Ruimte en Integraal Beheersplan Noordzee 2015 (IBN 2015)

Het Nederlandse deel van de Noordzee (NCP) behoort sinds de inwerkingtreding van de Nota Ruimte in zijn geheel tot de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Het beschermingsregime van de EHS is daarmee dus ook op het plangebied van toepassing. In het kader van het IBN 2015 zijn op het NCP gebieden met bijzondere ecologische waarden aangewezen. Deze omvatten de reeds aangemelde Natura 2000-gebieden en nog aan te melden gebieden waarop nu de, sterk op die van de Vogel- en Habitatrichtlijnen lijkende beschermingsformules van het IBN 2015 van toepassing is (Friese Front, Klaverbank en Doggersbank).

Voor toetsing van effecten op Natura 2000-gebieden wordt verwezen naar de Passende Beoordeling. Effecten op de overige beschermde gebieden kunnen worden uitgesloten, omdat deze gebieden buiten het gebied liggen waar effecten worden verwacht. Ook het niet specifiek beschermde, overige deel van de EHS wordt door de aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark niet aangetast. Voor sommige vogelsoorten gaat weliswaar enig foerageergebied verloren (afhankelijk van de soort en mate van beïnvloeding maximaal orde grootte 50 km^2), maar dit is een verwaarloosbaar verlies, afgezet tegen de totale oppervlakte van het NCP (bijna 57.000 km^2, minder dan 0,1%).

7.8.5 OSPAR

Doel van het OSPAR-verdrag is de bescherming en het behoud van de mariene ecosystemen en de biodiversiteit. De bepalingen zijn vooral gericht op het terugdringen van verontreiniging. Voor wat betreft de bescherming van soorten is in 2003 een voorlopige lijst vastgesteld met habitats en soorten die bescherming behoeven. Er zijn geen vogelsoorten vermeld die het Nederlandse deel als leefgebied benutten van de Noordzee.

7.9 Effecten op vleermuizen

7.9.1 Offshore installaties

In de periode van 1988 tot en met 2007 werden 34 maal vleermuizen gevangen op offshore installaties in het Nederlandse deel van de Noordzee en vervolgens in Den Helder aan land gebracht (Boshamer, 2008). Hierbij valt op dat van de platforms waar vogelwaarnemers aanwezig waren meer vleermuizen werden binnengebracht dan van andere platforms. Het werkelijke aantal vleermuizen dat offshore installaties opzocht zal vermoedelijk hoger liggen. In nagenoeg alle gevallen betrof het soorten die trekgedrag vertonen in de lente en de herfst. Slechts eenmaal werd een jonge Laatvlieger aangetroffen, een soort die doorgaans het gehele jaar in hetzelfde gebied doorbrengt. 26 van 34 gevonden vleermuizen betroffen Ruige dwergvleermuizen, een soort die uitgesproken trekgedrag vertoont langs de kust (Dietz, 2007). Deze dieren werden voornamelijk aangetroffen op platforms die maximaal 60 tot 80 kilometer uit de kust waren gelegen (Boshamer, 2008). Uit metingen aan de gevonden vleermuizen bleek dat ze gemiddeld lichter waren dan normaal, de dieren maakten een uitgeputte indruk. Wat de reden is dat vleermuizen op olieplatforms, schepen of andere offshore installaties worden aangetroffen is onduidelijk. Op de momenten dat de vleermuizen werden gevonden stond er doorgaans geen uitgesproken sterke oostelijke wind waardoor de dieren de zee op konden worden geblazen. Het is niet zeker of de dieren vanaf de kust door de offshore installaties worden aangetrokken of dat anders ten dode opgeschreven dieren na een lange zwerftocht hun toevlucht zoeken tot offshore installaties.

De meervleermuis is de enige vleermuissoort waarvoor in Nederland volgens de Habitatrichtlijn, Annex II, een beschermd gebied langs de Nederlandse kust is aangewezen. Deze is nog niet aangetroffen op offshore platforms.

7.9.2 Windturbines

Met name uit de Verenigde staten en uit Duitsland is bekend dat veel vleermuizen het slachtoffer worden van windturbines, over het algemeen vond men enkele tot enkele tientallen dode vleermuizen per turbine per jaar (Limpens, 2007). Gegevens uit andere Europese landen geven een heel ander beeld, hier werden slechts enkele dode vleermuizen onder windturbines gevonden. In Nederland betrof het tot nu toe slechts één Gewone dwergvleermuis en één Ruige dwergvleermuis. De grote verschillen met Duitsland en de Verenigde Staten hebben vermoedelijk vooral te maken met gebrek aan onderzoek en een verkeerde methodiek. Gegevens uit Europa (en de VS) laten zien dat de meeste slachtoffers vallen onder de trekkende en de veelal hoog, in open gebied jagende soorten, en dat de piek aan

slachtoffers ligt tijdens de periode van de herfsttrek (Limpens, 2007). In de VS is gebleken dat de meeste slachtoffers vallen als de turbines in de vrijloop staan tijdens matige wind. Dit heeft vermoedelijk te maken met de gunstige weersomstandigheden die dan voor vleermuizen heersen.

7.9.3 Offshore windturbineparken

Offshore zijn (nog) geen slachtoffers van windturbines gevonden. Het is ook moeilijk voor te stellen hoe een in zee gevallen kleine vleermuis gevonden kan worden voordat deze is gezonken of is gevonden door aasetende vogels of vissen. Tegelijk blijken vleermuizen veel vaker op of over zee te trekken en zelfs te jagen dan werd vermoed (Limpens, 2007). De aantallen vleermuizen die langs de kust trekken zijn echter vele malen hoger dan de aantallen die op zee worden verwacht. De extra beschermde meervleermuis foerageert tot maximaal ca. 30 km (bron: KNNV, 1997, Lange et al., 1994) vanaf het zomerverblijf en is dus bij Tromp Binnen niet te verwachten. Significante effecten op deze soort zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

7.9.4 Conclusie effecten op vleermuizen

Gezien de maatschappelijke noodzaak van de aanleg van windturbineparken, kunnen deze het beste offshore worden aangelegd, ver buiten de belangrijke trekroutes direct langs de kust. Daarbij hebben grote windturbineparken de voorkeur boven verspreid staande turbines of kleine windturbineparken die een veel hoger risico voor vleermuizen met zich meebrengen.

Onderzoek naar de gevaren van offshore windturbineparken is aan te bevelen. Indien blijkt dat vleermuizen tijdens de trek worden aangetrokken door offshore windturbineparken en vervolgens het slachtoffer worden van de turbines, dienen maatregelen te worden getroffen.

8	Onderwaterleven	8.1
8.1	Inleiding	8.1
8.2	Beoordelingskader onderwaterleven	8.1
8.2.1	Opzet en werkwijze	8.1
8.2.2	Diversiteit ecosystemen	8.2
8.2.3	Diversiteit soorten	8.3
8.2.4	Samenvatting beoordelingskader onderwaterleven	8.7
8.3	Bestaande situatie en autonome ontwikkeling	8.8
8.3.1	Inleiding	8.8
8.3.2	Diversiteit ecosystemen	8.9
8.3.3	Diversiteit soorten	8.13
8.4	Effecten op onderwaterleven	8.26
8.4.1	Werkwijze	8.26
8.4.2	Afbakening effecten	8.27
8.4.3	Effecten van locatieonderzoek voor ontwerp windturbinepark en kabeltracés	8.32
8.4.4	Effecten van aanleg van windturbinepark Tromp Binnen	8.37
8.4.5	Effecten van exploitatie en onderhoud van windturbinepark Tromp Binnen	8.53
8.4.6	Effecten van demontage van windturbinepark Tromp Binnen	8.67
8.4.7	Kabeltracés: effecten van aanleg, gebruik en verwijdering	8.67
8.4.8	Effecten op het onderwaterleven bij de Bruine Bank	8.72
8.5	Overzicht tijdelijke en (semi)permanente effecten op onderwaterleven	8.73
8.5.1	Tijdelijke effecten	8.73
8.5.2	Permanente effecten (circa 20 jaar)	8.77
8.6	Toetsing effecten in relatie tot wettelijke en beleidsmatige kaders	8.79
8.6.1	Inleiding	8.79
8.6.2	Natuurbeschermingswet 1998	8.79
8.6.3	Flora- en faunawet (binnen 12-mijl) en soortsbescherming Habitatrichtlijn (daarbuiten)	8.83
8.6.4	Nota Ruimte en Integraal Beheersplan Noordzee 2015 (IBN 2015)	8.84
8.6.5	OSPAR	8.85
8.6.6	Vergelijking en beoordeling in m.e.r.-kader	8.85
8.7	Mogelijkheden voor mitigatie	8.87

8 ONDERWATERLEVEN

8.1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat over de effecten van de aanleg (inclusief het benodigde locatieonderzoek), de exploitatie en het onderhoud en ten slotte de verwijdering van het windturbinepark Tromp Binnen op het onderwaterleven van de Noordzee. Het windturbinepark bestaat uit de windturbines, funderingen, transformatorstations, interne parkbekabeling en elektriciteitskabels vanaf het transformatorstation naar de kust. De inrichting van het windturbinepark staat beschreven in hoofdstuk 3.

Het biotisch milieu op zee betreft het onderwaterleven (bodemdieren, vissen en zeezoogdieren) en de habitats waarin zij leven. Van belang is te onderzoeken in welke mate bepaalde habitats in oppervlakte en kwaliteit afnemen. Ook is van belang in welke mate belangrijke bodemdieren, vissen, zeezoogdieren in aantal afnemen als gevolg van het voornemen.

In dit hoofdstuk worden de volgende onderdelen beschreven en toegelicht:
- het beoordelingskader (paragraaf 8.2)
- de bestaande toestand en autonome ontwikkeling (paragraaf 8.3)
- de effecten (paragraaf 8.4)
- de beoordeling van de effecten (paragraaf 8.5)
- de toetsing effecten in relatie tot wettelijke en beleidsmatige kaders (paragraaf 8.6)
- de mogelijkheden voor mitigatie (paragraaf 8.7).

8.2 Beoordelingskader onderwaterleven

8.2.1 Opzet en werkwijze

Het beoordelings- en toetsingskader voor natuur heeft tot doel op een gestructureerde manier inzicht te geven in de effecten van de installatie, het gebruik en het verwijderen van windturbineparken op de Noordzee en de kabeltracés. Er is gekozen voor een set van criteria en meetlatten die aan de volgende eisen voldoet:
- goede aansluiting bij nationaal en internationaal natuurbeleid (hoofdstuk 2 en 6)
- goede aansluiting bij nationale en internationale wet- en regelgeving (hoofdstuk 2 en 6)
- eenduidige en herkenbare eenheden
- kwantificeerbare eenheden.

Met criteria en meetlatten die hieraan voldoen is het ook goed mogelijk een "vertaling" te maken van eventuele negatieve effecten in mitigerende maatregelen en (eventueel) compensatie.

De opzet van het toetsingskader sluit aan bij de werkwijze die is ontwikkeld voor het milieueffectrapport en de Passende Beoordeling Maasvlakte 2 (zie Vertegaal et al., 2007; Heinis et al., 2007; Goderie et al., 1999) en is in diverse latere projecten toegepast, waaronder milieueffectrapporten voor de verruiming van het Schelde-estuarium (Consortium Arcadis Technum, 2007) en een aantal windturbineparken op de Noordzee (o.a. Ecofys, 2006). De hoofdcriteria komen direct overeen met de grondslag van het nationale en internationale natuurbeleid en -regelgeving (Natuurbeleidsplan 1990, Natuur voor mensen, mensen voor natuur 2001, Nota Ruimte 2006, EU Vogelrichtlijn 1979, EU Habitatrichtlijn 1992). Deze grondslag luidt:

- (behoud/bescherming/ontwikkeling van) nationale en internationale diversiteit van ecosystemen (kortweg: diversiteit ecosystemen)
- (behoud/bescherming/ontwikkeling van) nationale en internationale diversiteit van soorten (kortweg: diversiteit soorten).

Deze criteria zijn ook relevant in het kader van wet- en regelgeving. Het criterium "diversiteit ecosystemen" is in Natura 2000-gebieden relevant als toetsingscriterium voor gebiedsbescherming. Het criterium "diversiteit soorten" is tevens bruikbaar bij de beoordeling van mogelijke relevante effecten in relatie tot de Flora- en faunawet.

8.2.2 **Diversiteit ecosystemen**

Het criterium "diversiteit ecosystemen" wordt in dit MER meetbaar gemaakt aan de hand van de oppervlakte en kwaliteit van EU-habitattypen c.q. natuurdoeltypen (zie ook hoofdstuk 4). Een overzicht van in de Noordzee voorkomende natuurdoeltypen en habitattypen is opgenomen in tabel 8.1. Het overige deel van de Noordzee maakt integraal onderdeel uit van de Nederlandse Ecologische Hoofdstructuur (EHS). In de Nota Ruimte zijn op de Noordzee indicatieve gebieden begrensd met bijzondere ecologische waarden zodat hiervoor te zijner tijd specifieke beschermingsregimes kunnen worden opgesteld (Ministeries VROM, LNV, VenW en EZ, 2006). Dit zijn de kustzee, het Friese Front, de Centrale Oestergronden, de Klaverbank en de Doggersbank; het gaat daarbij respectievelijk om de natuurdoeltypen 1.6-a, 1.6-c, 1.6-d, 1.6-e en 1.6-f uit onderstaande tabel 8.1. Het windturbinepark Tromp Binnen is in zijn geheel gelegen in natuurdoeltype 1.6-b (hoog-dynamische zandige zone van de open zee). Voor beschrijvingen en begrenzingen van de onderscheiden natuurdoeltypen en habitattypen wordt verwezen naar Bal et al. (2001) en Janssen en Schaminée (2003).

Tabel 8.1 Natuurdoeltypen en habitattypen in het studiegebied voor windturbinepark Tromp Binnen

deelgebied	omschrijving	natuurdoeltype	EU-habitattype
Noordzee offshore	hoog-dynamische zandige zone van de open zee	1.6-b	-
	frontzone van de open zee	1.6-c	-
	ziltige zone van de open zee	1.6-d	-
	grintrijke zone van de open zee	1.6-e	-
	laag-dynamische zandige zone van de open zee	1.6-f	-
Noordzeekustzone	kustzee (0 – doorgaande 20 m dieptelijn)	1.6-a	1110

De kwaliteit van natuurdoeltypen en habitattypen wordt bepaald door de mate waarin het ecosysteem (nog) natuurlijk functioneert, wat kan worden afgemeten aan de mate waarin menselijke activiteiten het ecosysteem beïnvloeden. Hierbij kan worden gedacht aan beïnvloeding van het bodemleven door bodemberoerende visserij, beïnvloeding van het gehalte aan zwevend stof door baggeractiviteiten en dergelijke. Voor een aantal, voor het ecosysteem belangrijk geachte factoren is nagegaan in hoeverre deze door menselijke activiteiten negatief worden beïnvloed in het studiegebied. Daarbij zijn de kustzee (Noordzeekustzone) en het daarbuiten gelegen deel van het studiegebied apart in beschouwing genomen. Bij deze inschatting is gebruik gemaakt van de methodiek voor het beoordelen van de natuurlijkheid van ecosystemen, die in het kader van het onderzoek rond Maasvlakte 2 is ontwikkeld (Jansen et al., 1998) en die later ook in een aantal andere projecten is toegepast (o.a. MER Verruiming Schelde-estuarium).

8.2.3 **Diversiteit soorten**

Bij het identificeren van de in het MER te onderzoeken soorten, de zogenaamde aandachtssoorten, spelen bedreiging en zeldzaamheid op (inter)nationale schaal een belangrijke rol. Het betreft alleen soort(groep)en die een beschermde status hebben gekregen of het predikaat "aandachtssoort" verdienen. Voor elke, mogelijk in beschouwing te nemen soortgroep is daarom eerst onderzocht in hoeverre er binnen de soortgroep soorten zijn met een speciale beschermde status volgens de in dit hoofdstuk aangegeven toetsingscriteria. Voor de Noordzee zijn de volgende soortgroepen in beschouwing genomen:

- fytoplankton (algen)
- hogere planten
- zoöplankton
- meiofauna
- bodemfauna

- vissen
- vogels
- zeezoogdieren.

Met betrekking tot vogels wordt er verwezen naar hoofdstuk 7. Deze worden in dit hoofdstuk niet behandeld.

Fytoplankton
Er is relatief veel bekend over de verspreiding en het voorkomen van algen op het Nederlandse deel van het Continentaal Plat (NCP) (diverse jaarrapportages RIKZ). Algen hebben echter geen beschermde status in het natuurbeleid, noch zijn voor algen in het kader van OSPAR, de Kaderrichtlijn Water of Ecosysteemdoelen Noordzee doelsoorten vastgesteld of zijn gegevens voorhanden over de nationale en internationale zeldzaamheid van algensoorten. Daarnaast is van slechts een beperkt aantal algensoorten voldoende bekend over de relatie tussen de abiotische karakteristieken en voorkomen. In het traject rond de Kaderrichtlijn Water zijn voor deze soortgroep alleen graadmeters voorgesteld die betrekking hebben op het functioneren van het ecosysteem, te weten biomassa (chlorofyl-a) en (afwezigheid van) bloei van Phaeocystis (Stowa, 2007).

Conclusie: algen worden voor wat betreft het aspect "diversiteit soorten" niet meegenomen in het effectenonderzoek.

Hogere planten
De Noordzee bevat (vrijwel) geen geschikte groeimogelijkheden voor hogere planten. Hogere planten worden eigenlijk uitsluitend in de luwere en hoger gelegen delen van de kustzone aangetroffen. De twee, als doelsoort aangemerkte soorten van intergetijdengebieden, te weten Groot zeegras (Zostera marina) en Klein zeegras (Zostera noltii) komen langs de Nederlandse kust niet (meer) voor.

Conclusie: hogere planten worden voor wat betreft het aspect "diversiteit soorten" niet meegenomen in het onderzoek naar effecten op de Noordzee.

Zoöplankton
Voor zoöplankton geldt hetzelfde als voor algen met het verschil dat over de verspreiding en abundantie van zoöplankton minder bekend is dan voor algen.

Conclusie: zoöplankton wordt niet meegenomen in het verdere effectenonderzoek, omdat aan geen van de genoemde criteria wordt voldaan.

Meiofauna

Hoewel de meiofauna (op de bodem levende dieren < 1 mm) een belangrijke rol vervult in het voedselweb van mariene en estuariene ecosystemen (Huys e.a., 1992), is kennis over voorkomen, verspreiding en ecologie in het studiegebied van deze diergroep niet of nauwelijks voorhanden. Daarnaast hebben meiofauna soorten geen status in het Nederlandse of internationale natuurbeleid.

Conclusie: meiofauna wordt niet meegenomen in het verdere effectenonderzoek, omdat aan geen van de genoemde criteria wordt voldaan.

Bodemdieren (> 1 mm)

Binnen de groep van de bodemdieren is vooral informatie beschikbaar over de groep van de in de bodem ingegraven dieren, de infauna (o.a. Holtmann e.a., 1996). Er komt als gevolg van het gebruik van nieuwe technieken geleidelijk meer informatie beschikbaar over soorten die op de bodemoppervlak leven (epifauna) of in lagere dichtheden voorkomen (Daan e.a., 1997; Lavaleye e.a., 2000).

Deze groep van organismen bevat geen soorten met een beschermde status volgens de Habitatrichtlijn. Ook door Bal e.a. (2001) zijn voor deze diergroep geen doelsoorten gedefinieerd. In het kader van het Ospar-verdrag is in 2003 een voorlopige lijst aangenomen met bedreigde soorten en habitats. Hier staan drie bodemdieren op die in de Noordzee voorkomen: de Noordkromp (Arctica islandica), de oester (Ostrea edulis) en de purperslak (Nucella lapillus). Het zou wenselijk zijn, conform de ecosysteemdoelen Noordzee, een verdere invulling te geven aan het streven naar behoud en herstel van langlevende en langzaam voortplantende bodemdieren door deze als aandachtssoorten in beschouwing te nemen. Er is echter op dit moment geen goed bruikbare "Rode Lijst" of doelsoortenlijst beschikbaar; bovendien is te weinig bekend over het huidig voorkomen op de Noordzee (waaronder het plangebied).

Conclusie: van de bodemfauna voldoen alleen de drie in het kader van het Ospar-verdrag als bedreigde soort genoemde bodemdieren aan de hiervoor gestelde criteria voor in het MER te behandelen aandachtssoorten. Vanwege hun belangrijke rol in het voedselweb van de Noordzee wordt, naast het voorkomen van deze aandachtssoorten, in het MER aandacht besteed aan de ruimtelijke variatie in bodemdiergemeenschappen, bepaalde sleutelsoorten, aantallen en biomassa, Dit, omdat bodemdieren een belangrijke "tussenvariabele" vormen bij het bepalen van eventuele effecten op de kwaliteit van habitats en foerageermogelijkheden voor dieren hoger in de voedselketen.

Vissen

Vissen worden beschermd door de Habitatrichtlijn (bijlage 2) en Rode lijsten. Daarnaast zijn verschillende vissen als doelsoorten aangewezen in Bal e.a. (2001) en komen er diverse soorten vissen voor op Ospar-lijst van bedreigde soorten (Ospar, 2004). Binnen het thema "Biodiversiteit" van de Ecosysteemdoelen Noordzee nemen vissen ook een belangrijke plaats in. Over de verspreiding van vissen op de Noordzee en de kustzone is de nodige kennis beschikbaar (o.a. Knijn e.a., 1993; Daan, 2000; Asjes e.a., 2004).

Bij de selectie van aandachtssoorten vissen zijn de volgende criteria gehanteerd:

- de soort komt voor op bijlage 2 van de Habitatrichtlijn of
- is beschermd volgens de Flora- en faunawet óf
- is doelsoort volgens Bal e.a. (2001), óf
- is bedreigd volgens Ospar (2004) óf
- komt voor op de Nederlandse Rode lijst, én
- komt voor op het Nederlands Continentaal Plat (NCP).

Behalve dat een groot aantal vissoorten een bepaalde status heeft in het nationale en internationale natuurbeleid spelen sommige soorten ook nog een belangrijke rol in het mariene voedselweb. Deels hebben zij het predikaat "aandachtssoort" gekregen (bijvoorbeeld omdat zij ook een doelsoort zijn), maar deels ook niet. In de beschrijving van de huidige situatie voor vissen worden de zogenaamde "voedselweb" soorten apart besproken.

Conclusie: van de vissen worden geselecteerde aandachtssoorten en voedselwebsoorten in het effectenonderzoek meegenomen. Als maat wordt de presentie per (nader te bepalen) oppervlakte-eenheid gebruikt.

Zeezoogdieren

Op het NCP komen ongeveer 25 soorten zeezoogdieren van nature voor. Hiervan zijn er 7 inheems en is de rest doortrekker of dwaalgast (Bisseling et al., 2001; Reid et al., 2003; RIVM e.a., 2003; Van der Meij & Camphuysen, 2006). Het gaat daarbij om soorten als walrussen, klapmutsen, diverse dolfijnsoorten, beluga, grienden, butskoppen, gewone vinvis, dwergvinvis en potvissen.

Verschillende soorten zeezoogdieren worden beschermd door bijlage 2 en/of 4 van de Habitatrichtlijn en Rode lijsten. Daarnaast zijn verschillende zeezoogdieren als doelsoorten aangewezen in Bal et al. (2001) en komen er diverse soorten voor op de OSPAR lijst van bedreigde soorten (OSPAR, 2004). Ook worden zeezoogdieren binnen het thema "Biodiver-

siteit" van de Ecosysteemdoelen Noordzee genoemd (instandhouden en zo nodig herstellen van populaties zeezoogdieren).

Over de verspreiding van zeezoogdieren op de Noordzee, in de Waddenzee en het Deltagebied is de nodige kennis beschikbaar (o.a. Reid et al., 2003, diverse jaarrapportages van RIKZ, diverse rapportages van Alterra/IMARES).

Gehanteerde criteria bij de selectie van aandachtssoorten zeezoogdieren zijn:
- de soort komt voor op bijlage 2 of 4 van de Habitatrichtlijn óf
- is beschermd volgens de Flora- en faunawet óf
- is doelsoort volgens Bal et al. (2001), óf
- is bedreigd volgens OSPAR (2004) óf
- komt voor op de Nederlandse Rode lijst, én
- komt voor op het NCP.

Conclusie: in het effectenonderzoek worden aandachtssoorten zeezoogdieren in beschouwing genomen. Als maat wordt de presentie per (nader te bepalen) oppervlakte-eenheid of de aantallen per deelgebied gebruikt.

8.2.4 **Samenvatting beoordelingskader onderwaterleven**

Het windturbinepark Tromp Binnen ligt in de Noordzee offshore zone voor de Hollandse vastelandskust. De kabel loopt via de kustzone naar land. Het beoordelingskader voor het onderwaterleven op zee heeft betrekking op de locatie van het windturbinepark, de fundering, de windturbines, het transformatorstation en op het kabeltracé op zee tot aan de kustlijn (buitenteen van de zeewering). Onderstaande tabel 8.2 geeft een overzicht van de uitwerking in parameters en maten van de bovengenoemde hoofdcriteria in het beoordelingskader natuur voor de mariene ecosystemen Noordzee en Noordzeekustzone. Tevens is aangegeven in welke andere procedures de informatie over de betreffende criteria en parameters zal worden gebruikt.

Tabel 8.2 Overzicht criteria, parameters en eenheden beoordelingskader onderwaterleven. Ffwt: Flora- en faunawet (12 mijls-zone), Nb-wet: Natuurbeschermingswet 1998 (Natura 2000-gebieden), EHS: Ecologische hoofdstructuur (gehele Noordzee)

criterium	parameter	eenheid	procedure		
			Ffwet	Nb-wet	EHS
diversiteit ecosystemen	natuurdoeltypen en habitattypen	oppervlakte per type	-	-	•
		kwaliteit	-	-	-
diversiteit soorten	aandachtssoorten bodemdieren	presentie per oppervlakte-eenheid	-	-	•
	gemeenschap bodemdieren	kwalitatieve beschrijving	-	-	-
	aandachtssoorten vissen (incl. larven)	presentie per oppervlakte-eenheid	•	•	•
	voedselwebsoorten vissen (incl. larven)	presentie per oppervlakte-eenheid	-	-	-
	aandachtssoorten zeezoogdieren	presentie per oppervlakte-eenheid	•	•	•
		absolute aantallen	•	•	•

8.3 Bestaande situatie en autonome ontwikkeling

8.3.1 Inleiding

De bestaande situatie en autonome ontwikkelingen worden beschreven aan de hand van de hoofdcriteria van het beoordelingskader onderwaterleven (zie paragraaf 8.2):

- diversiteit ecosystemen (paragraaf 8.3.2)
- diversiteit soorten (paragraaf 8.3.3).

Hierbij worden steeds de parameters en eenheden gebruikt zoals eerder gedefinieerd. Per parameter wordt aangegeven op welke basisgegevens de beschrijving is gebaseerd en welke bewerkingen eventueel zijn uitgevoerd. De beschrijvingen worden zo veel mogelijk gepresenteerd in de vorm van (semi-)kwantitatieve tabellen en kaartmateriaal. De verdere toelichting is beknopt gehouden; zo wordt niet overal ingegaan op de ecologie van betreffende soorten en habitats.

De autonome ontwikkeling wordt alleen kwalitatief beschreven. Als in latere paragrafen sprake is van verwachte, gekwantificeerde effecten op bepaalde parameters, wordt op dat moment bij de bepaling van de omvang van het effect zo nodig gecorrigeerd voor de gevolgen van autonome ontwikkelingen voor de betreffende parameter.

8.3.2 Diversiteit ecosystemen

Oppervlakte natuurdoeltypen en habitattypen

Voor het MER Tromp Binnen wordt als **studiegebied** voor Onderwaterleven het zuidelijk deel van het Nederlands deel van het Continentaal Plat, dat noordwaarts wordt begrensd door het Friese Front in beschouwing genomen. Dit deel van de Noordzee wordt ook wel Zuidelijke Bocht genoemd. Het **plangebied** bestaat uit het windturbinepark en de diverse alternatieven voor de kabeltracés. Voor de kabeltracés wordt aan weerszijden van de kabels een zone van 500 m als grens van het plangebied aangehouden. Zowel het kabeltracé als het windturbinepark liggen buiten aangewezen of aangemelde Natura 2000-gebieden. Wel overlapt het plangebied voor het windturbinepark voor een zeer gering deel de Bruine Bank, dat als een gebied met bijzondere ecologische waarden is gekarakteriseerd (Lindeboom et al., 2005)[1]. Ook het tussen Hoek van Holland en Bergen gelegen deel van de kustzee, dat niet als Natura 2000-gebied is aangemeld, heeft deze status. Het plangebied behoort in zijn geheel tot de nationale Ecologische Hoofdstructuur.

In totaal omvat het studiegebied voor windturbinepark Tromp Binnen ongeveer 25.700 km^2 aan mariene natuur. Verreweg het grootste deel van het studiegebied (18.700 km^2) kan worden gerekend tot de "hoog-dynamische zandige zone van de open zee". De hele Nederlandse kustzee beslaat ongeveer 7.000 km^2. Hiervan ligt zo'n 450 km^2 tussen Hoek van Holland en Bergen. In de EU-systematiek wordt de kustzee tot habitattype 1110 (permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken) gerekend. Tabel 8.3 bevat voor het studiegebied en het plangebied van het windturbinepark de daarbij behorende kabeltracés een overzicht van de oppervlakten per natuurdoeltype en habitattype.

---

[1] De Bruine Bank is weliswaar aangemerkt als "Gebied met Bijzondere Ecologische Waarden", maar dit gebied is in het Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (IBN 2015) niet nader begrensd (IDON, 2004). Het valt daarmee niet onder het beschermingsregime van het IBN 2015

Tabel 8.3 Oppervlakten natuurdoeltypen en habitattypen voor windturbinepark Tromp Binnen (km^2); K1 = voorkeursroute

omschrijving	EU-habitattype	studiegebied	plangebied			
			windturbinepark	kabeltracés		
				K1	K2	K3
hoogdynamische zandige zone van de open zee (roepnaam: offshore)	-	18.700	33	61,2	63,0	61,3
kustzee (0-20 m)	1110	7.000	0	15,3	16,5	15,9

Kenmerken natuurdoeltypen en habitattypen

Ongeveer 40% van het NCP kan worden gekenmerkt als "hoog dynamische zandige zone van de open zee". De gehele Zuidelijke Bocht van het NCP tot aan het Friese Front, dat op ongeveer 50 km ten noorden van de waddeneilanden ligt, bestaat uit dit natuurtype. Het gebied wordt gekenmerkt door bodems van vooral fijn tot matig grof zand (150-500 µm) en een waterdiepte tussen 20 tot 30 m. Doordat de gehalten aan voedingsstoffen lager zijn, is de biologische productiviteit lager dan in de hierna beschreven kustzee. Enkele kenmerken van dit natuurtype zijn opgenomen in onderstaande tabel 8.4.

Behalve dat de hele Noordzee onderdeel uitmaakt van de Ecologische Hoofdstructuur, liggen er, binnen het deel dat tot de hoogdynamische zandige zone van de open zee wordt gerekend, geen gebieden met een bijzondere beleidsmatige status. De aan het plangebied voor Windturbinepark Tromp Binnen grenzende en er voor een zeer klein deel mee overlappende Bruine Bank is weliswaar aangemerkt als "Gebied met Bijzondere Ecologische Waarden", maar dit gebied is in het Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (IBN 2015) niet nader begrensd (IDON, 2004). Het valt daarmee niet onder het beschermingsregime van het IBN 2015.

De kustzee is het gebied dat loopt vanaf de hoogwaterlijn op het strand tot aan de 20 meter dieptelijn. Door de relatief geringe diepte en de aanvoer van voedselrijk (rivier)water is de biologische productiviteit er hoog. Dit komt tot uiting in hoge concentraties algen en een hoge biomassa bodemdieren. Hierdoor is het gebied van groot belang als foerageergebied voor schelpdier- en visetende vogels en als kinderkamergebied voor jonge vis. Daarnaast vervult de kustzee een functie als paaigebied voor een aantal vissoorten en als doortrek- en rustgebied voor vogels en vindt er transport van op de Noordzee geboren vislarven naar o.a. de Waddenzee plaats. Het ondiepe deel van de kustzee (<10 meter) is vooral belangrijk als opgroeigebied voor vissen en kent een andere bodemdierensamenstelling dan het diepe

deel van de kustzee (tussen 10 en 20 meter diepte). Enkele kenmerken van de kustzee staan vermeld in onderstaande tabel 8.4.

De kustzee wordt in de Nota Ruimte in het geheel als gebied met bijzondere ecologische waarde aangemerkt (Ministeries VROM, LNV, VenW en EZ, 2006). In het IBN 2015 zijn de Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden nader begrensd. Het tussen Bergen en de Voordelta gelegen deel van de kustzee is daarbij buiten het beschermingsregime voor Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden gelaten.

Tabel 8.4 Kenmerken van de mariene natuur in het studiegebied voor Tromp Binnen (naar: IDON, 2004 & www.waterstat.nl)

	kustzee	hoog dynamische, zandige open zee
waterdiepte (m t.o.v. LLWS)	0-20	20-30
bodemsamenstelling (µm)	125-250	250-500
gehalte zwevend stof (mg/l)	5-30	3-5
voedingsstoffen (N, P in mg/l en N:P)	0,61 - 0,04 - 14,6	0,16 – 0,02 - 8,0
algen biomassa (chlorofyl-a µg/l)	9,8	3,1

Kwaliteit

De belangrijkste menselijke invloeden in de kustzee zijn visserij, eutrofiëring, baggerstort en zandwinning voor oeversuppletie. Tabel 8.5 bevat voor een aantal, voor het natuurlijk functioneren van de kustzone belangrijk geachte factoren een inschatting van de mate waarin de betreffende factor (nog) natuurlijk is, uitmondend in een eindoordeel voor de kwaliteit van het natuurtype "kustzee" in het studiegebied. Hierbij is gebruik gemaakt van de – enigszins vereenvoudigde – methode voor het beoordelen van de natuurlijkheid van ecosystemen die in het kader van het onderzoek rond Maasvlakte 2 en de Verruiming van het Scheldeestuarium is toegepast. Voor het inschatten van de scores is gebruik gemaakt van de resultaten van de berekeningen van Jansen & Wolters (1999), gegevens van Rijkswaterstaat (www.waterstat.nl) en (eigen) deskundigenoordeel.

Tabel 8.5 Habitatkwaliteit van de kustzee, uitgedrukt als de mate van natuurlijk functioneren

factor	beïnvloedingsbron(nen)	mate van natuurlijk functioneren (%) 0 → 100
zeebodem	bodemberoerende visserij, zandwinning, vooroeversuppletie	
hydrodynamiek	kustmorfologie	
gehalte zwevend stof	baggerstort, hydrodynamiek	
nutriënten	eutrofiëring	
algen biomassa	nutriënten/doorzicht	
voedselweb	visserij, primaire productie, verontreiniging	
	eindoordeel	60

De mate van menselijke beïnvloeding in de hoog dynamische zandige zone van de open zee is minder groot dan in de kustzone, maar niet afwezig. Hierbij is de invloed van de bodemberoerende visserij (gestoorde zeebodem) en het wegvangen van vis (voedselweb) dominant. Tabel 8.6 bevat voor een aantal, voor de kwaliteit van de hoog dynamische zandige zone van de open zee belangrijk geachte factoren een inschatting van de mate waarin de betreffende factor (nog) natuurlijk is, uitmondend in een eindoordeel voor de kwaliteit van het natuurtype in het studiegebied.

Tabel 8.6 Habitatkwaliteit van de hoog dynamische zandige zone van de open zee (offshore gedeelte van het studiegebied), uitgedrukt als de mate van natuurlijk functioneren

factor	beïnvloedingsbron(nen)	mate van natuurlijk functioneren (%) 0 → 100
zeebodem	bodemberoerende visserij	
hydrodynamiek	kustmorfologie	
gehalte zwevend stof	baggerstort, hydrodynamiek	
nutriënten	eutrofiëring	
algen biomassa	nutriënten/doorzicht	
voedselweb	visserij, primaire productie, verontreiniging	
	eindoordeel	75

8.3.3 Diversiteit soorten

Bodemdieren

In het zuidelijk deel van het Nederlands Continentaal Plat, waarin het plangebied (inclusief de kabeltracés) is gelegen, worden twee verschillende gemeenschappen van bodemdieren aangetroffen, een kust- en een offshore gemeenschap (Holtmann et al., 1996). De gemeenschappen verschillen van elkaar in soortensamenstelling en biomassa. De hoogste biomassa's worden in de kustgemeenschap gevonden. Dit is vooral het gevolg van de relatief hoge dichtheden van schelpdieren, zoals Spisula subtruncata (halfgeknotte strandschelp) en Ensis directus (Amerikaanse zwaardschede). Deze schelpdieren zijn belangrijk vanwege hun rol in het voedselweb. Zij vormen namelijk een belangrijke voedselbron voor schelpdiereten-de duikeenden, zoals de Zwarte zee-eend. Het plangebied voor het windturbinepark ligt in zijn geheel in het verspreidingsgebied van de gemeenschap die kenmerkend is voor natuurdoeltype 1.6-b (offshore gedeelte van de Zuidelijke Bocht). Deze gemeenschap vertegenwoordigt voor wat betreft de bodemfauna geen bijzondere ecologische waarde (Lindeboom et al., 2005). De kabeltracés doorkruisen de biomassarijke kustzee. In tabel 8.7 zijn de belangrijkste kenmerken van de twee bodemdiergemeenschappen samengevat.

Tabel 8.7 Kenmerken van bodemdiergemeenschappen in het plangebied voor windturbinepark Tromp Binnen (naar: Holtmann et al., 1996; Craeymeersch et al., 1998); tussen haakjes: standaarddeviatie; NDT = natuurdoeltype

	offshore gemeenschap (NDT 1.6-b) (> ca. 20 km)	kustgemeenschap (NDT 1.6-a) (< 5 km)
kenmerkende en meest voorkomende soorten	polychaete wormen: Nephtys cirrosa, Scoloplos armiger, Spiophanes bombyx vlokreeften: Bathyporeia guilliamsonia, B. elegans, Urothoe brevicornis	schelpdieren: Spisula subtruncata, Ensis directus, Macoma balthica polychaete wormen: Nephtys hombergii, Magelona papillicornis vlokreeften: Urothoe poseidonis
gem. aantal soorten/monster	16,2 (7,7)	14,3 (7,3)
dichtheid (ind./m2)	1965 (2942)	2556 (3458)
biomassa (g AVDW/m2)	13,6 (20,0)	40,8 (52,7)
mediane korrelgrootte (µm)	273 (69)	197 (55)
slibgehalte (%)	1,5 (2,1)	7,2 (12,0)

De drie aandachtssoorten noordkromp (Arctica islandica), platte oester (Ostrea edulis) en purperslak (Nucella lapillus) zijn in de periode 1997-2002 niet in het studiegebied aangetroffen. Tabel 8.8 bevat een overzicht van de geraadpleegde gegevens.

Het is niet waarschijnlijk dat dit moet worden toegeschreven aan een gebrek aan gegevens. Er is vrij veel bekend van het voorkomen van bodemdieren in het studiegebied en voor alle drie de soorten geldt dat het zuidelijke deel van het NCP niet (of niet meer) tot het natuurlijk habitat behoort. Zo is de noordkromp het laatste decennium uitsluitend in de dieper gelegen slibgebieden in het noordelijk deel van het NCP gevonden, zij het in lage aantallen (Lavaleye e.a., 2000). De soort is zeer gevoelig voor bodemberoerende visserij en een herstel en eventuele uitbreiding van de populatie is uitgesloten zolang de Noordzee nog zo intensief wordt bevist. Voor de platte oester geldt dat deze van nature voorkomt in hoog productieve estuariene en ondiepe kustgebieden in het hele gebied tussen Noorwegen, via de Noordzee tot aan de Atlantische kusten van Marokko. In de 19e en 20e eeuw zijn de, o.a. op de Oestergronden en in de Waddenzee voorkomende oesterbanken in hoog tempo opgevist, als gevolg waarvan deze schelpdiersoort in de jaren 50 van de vorige eeuw op het NCP (vrijwel) uitstierf. Het wordt onwaarschijnlijk geacht dat de platte oester zich spontaan kan herstellen, vanwege een té kleine natuurlijke populatie, gebrek aan geschikt substraat, de verspreiding van een niet-inheemse soort als de Japanse oester die de niche van de platte oester bezet, et cetera (OSPAR Commission, 2004). De purperslak is een soort van rotsachtige, aan golven geëxponeerde kusten (OSPAR Commission, 2004) en komt van nature niet in het studiegebied voor windturbinepark Tromp Binnen voor.

Tabel 8.8 Beschikbaarheid van gegevens voor aandachtssoorten bodemdieren in het studiegebied

		reguliere programma's (jaarlijks)[1]		incidentele metingen	
		stations	periode	stations	periode
offshore	boxcore	4	1997 - 2002	-	-
	schaaf	-	-	4	1997[2]
kustzone	boxcore	2	1997-2002	3	2003[3]
	schaaf	-	-	3	2003[3]

1 Holtmann et al., 1999; Daan & Mulder, 2000; Daan & Mulder, 2003

2 Lavaleye et al., 2000

3 Jarvis et al., 2004

Vissen

Gebruikte gegevens

Voor de beschrijving van de huidige situatie voor vissen is uitgegaan van de volgende bronnen:

- boomkorbemonsteringen tussen 0 en 30 m voor de Hollandse kust in de periode 2001-2004 (Tien et al., 2004)

- overzicht van 30 jaar boomkorbemonsteringen in het zuidelijk deel van de Nederlandse kustzone (Asjes et al., 2004)
- in het kader van OWEZ uitgevoerde surveys van pelagische vissen (Grift et al., 2004)
- aan het eind van de jaren 90 uitgevoerde monstercampagnes op en rond Loswal Noord (Daan et al., 1998, 1999, 2000)
- meer algemene informatie over het voorkomen van soorten op het Nederlands Continentaal Plat (Daan, 2000, Muus et al., 1999 en Knijn et al., 1993).

Voorkomen
In de gehele Noordzee zijn in het totaal 256 vissoorten waargenomen (Daan, 2000). Dit betreft zowel soorten die hier echt thuishoren als passanten. Het ondiepere deel van de Noordzee, waartoe ook het Nederlands Continentaal Plat behoort, is het leefgebied voor zo'n 75 soorten, die hier hun hele levenscyclus voltooien. Hiervan zijn er weer een kleine 30 min of meer algemeen.

In het studiegebied voor windturbinepark Tromp Binnen worden 20, aan de bodem gebonden aandachtssoorten vissen regelmatig aangetroffen (zie tabel 8.9). Achtereenvolgens zijn schol, dwergtong, tong en kleine pieterman hiervan de talrijkste. Ruwe haai, kleine slakdolf en gevlekte rog zijn in de afgelopen 30 jaar niet aangetroffen. Van de aandachtssoorten die hoger in de waterkolom voorkomen zijn de aantallen moeilijker te bepalen, omdat voor deze soorten geen langjarige meetprogramma's bestaan. Beschikbare langjarige gegevens betreffen vooral de resultaten van monstercampagnes met boomkortuigen, die niet specifiek op pelagische vissoorten zijn gericht. In het kader van de 0-meting voor het OWEZ Windturbinepark en het project Flyland zijn een viertal bemonsteringen in de periode juni 2002 tot en met oktober 2003 uitgevoerd, waarin wél specifiek op pelagische soorten is gevist (Grift e.a., 2004). De resultaten van deze campagnes zijn weergegeven in tabel 8.9. Vanwege de grote verschillen in meetstrategie zijn de gegeven getallen voor pelagische soorten echter niet vergelijkbaar met die van bodemvissen en het relatief gering aantal monsterdagen wellicht niet helemaal representatief. Wel kan worden geconcludeerd dat voor 2 van de 8 hoger in de waterkolom voorkomende aandachtssoorten, namelijk houting en zalm, het studiegebied niet of nauwelijks van betekenis is. Van de overige 6 soorten is alleen de ansjovis redelijk talrijk. De andere pelagische aandachtssoorten komen (waarschijnlijk) in zeer lage dichtheden voor.

Van de in de tabel opgenomen aandachtssoorten spelen verschillende soorten ook een belangrijke rol in het mariene voedselweb (o.a. platvissoorten als schol en tong, maar ook rondvissen als kabeljauw en dergelijke). Niet aandachtssoorten die in relatief grote dichtheden voorkomen en om dezelfde reden van belang zijn, zijn grondels (in kustzone), haring, sprot en zandspieringen.

Ruimtelijke variatie

Binnen het studiegebied bestaat er een duidelijke gradiënt in de samenstelling van de visgemeenschap van ondiep naar diep water. In dieper water, verder uit de kust, neemt het totaal aantal vissen (aandachtssoorten en niet-aandachtssoorten) af en bedraagt op 30 m diepte nog maar ongeveer 10% van het aantal op 5 meter diepte (Grift et al., 2001). In dieper water komen echter grotere vissen voor dan in ondiep water, waardoor er vrijwel geen verschillen in de totale biomassa (= kg vis) zijn. Deze loopt tussen 0 en 20 m diepte op van ongeveer 0,4 tot 1,7 kg/1000 m^2 en bedraagt op 30 m ongeveer 1 kg/1000 m^2. Ook tussen soorten bestaan er verschillen: zo wordt de kleine pieterman vooral in dieper water gevangen, terwijl de kabeljauw – in lage aantallen – vooral in de zone tot 20 m diep wordt aangetroffen. Andere soorten, zoals schol en tong komen in beide deelgebieden voor. Voor beide soorten geldt echter dat er een verband bestaat tussen leeftijd en diepte van voorkomen, waarbij de jongere levensstadia in de ondiepe, voedselrijke wateren van de kustzone leven (kinderkamerfunctie van de kustzone). Tabel 8.9 bevat voor de geselecteerde aandachtsoorten vissen een overzicht van de differentiatie in voorkomen.

Paai- en opgroeigebieden

Voor een aantal vissoorten liggen er in het Nederlandse deel van het Continentaal Plat belangrijke paai- en opgroeigebieden. Voor de meeste soorten geldt dat de paaigronden (waar de eieren worden gelegd) zich over een zeer groot gebied uitstrekken. In het algemeen worden de eieren in het water losgelaten; een beperkt aantal soorten zet de eieren af op de bodem (o.a. zandspiering en haring) of op een specifiek (hard) substraat. Het plangebied van windturbinepark Tromp Binnen ligt in of in de nabijheid van de (uitgestrekte) paaigebieden van kabeljauw, schar, schol, sprot, tong en wijting (verg. Rogers & Stocks, 2001; Grift et al., 2001). Van een aantal soorten migreren pasgeboren larven vanuit het paaigebied naar een relatief ver gelegen opgroeigebied via passief transport. Dit geldt o.a. voor schol, haring, sprot en kabeljauw. Al deze soorten worden op (de bodem van de) volle zee geboren en groeien op in kustgebieden, zoals de Nederlandse kustzone en de Waddenzee.

Tabel 8.9 Voorkomen van aandachtssoorten vissen in het studiegebied (kust/offshore; + = aanwezig, - = niet of zeer sporadisch aanwezig); HR = Habitatrichtlijn, Ffw = Flora- en faunawet (□ = beschermd, maar niet opgenomen in tabel 1, 2 of 3), doelsoort = doelsoort cf. Bal et al., 2001 (itz-criteria: I/i = internationale betekenis, T/t = "trend": soort is afgenomen, Z/z = zeldzaamheid; hoofdletter/kleine letter geeft aan hoe sterk het criterium geldt), RL = Rode Lijst (categorieën: EB=ernstig bedreigd; BE=bedreigd, KW=kwetsbaar; GE= gevoelig)

Nederlandse naam	status					max. aantal per ha	kust	offshore
	HR	Ffw	OSPAR	doelsoort	RL			
dichtbij of op bodem levend								
botervis	-	□	-	tz	KW	+[3]	+[5]	-
diklipharder	-	-	-	it	-	+[3]	+	-
driedradige meun	-	□	-	iTz	KW	+[3]	-	+
dwergtong	-	-	-	it	-	9,3 – 34[1]	+	+
gevlekte gladde haai	-	□	-	z	GE	0 – 0,01[1]	+	+
gevlekte rog	-	-	□	iz	-	-[3]	-	+
grote pieterman	-	-	-	iTZ	BE	0 – 0,03[2]	-	+
kabeljauw	-	-	□	-	-	0,07 – 0, 26[1]	+	+
kleine pieterman	-	□	-	it	-	5,6 – 24[1]	-	+
kleine slakdolf	-	□	-	iZ	GE	-[3]	+[5]	-
pijlstaartrog	-	-	-	TZ	EB	+[3]	+	-
puitaal	-	-	-	it	-	+[3]	+[5]	-
ruwe haai	-	-	-	tz	KW	-[3]	+	+
schol	-	-	-	I	-	120 – 210[1]	+	+
schurftvis	-	□	-	it	-	10-24[1]	+	+
slakdolf	-	□	-	it	-	0 – 0,01[2]	+[5]	-
stekelrog	-	-	-	Tz	KW	+[3]	-	+
tong	-	-	-	I	-	2,8 – 31[1]	+	+
vijfdradige meun	-	-	-	it	-	0 – 0,29[1]	+	+
vorskwab	-	□	-	iZ	GE	+[3]	+	-
zeeprik	B2	-	□	I	-	+[3]	+	+
zwarte grondel	-	□	-	iZ	GE	+[3]	+[5]	-
hoog in de waterkolom levend								
ansjovis	-	-	-	T	GE	+[4]	+	+
fint	B2	-	-	ITZ	VN	0 – 0,04[1]	+	-
geep	-	-	-	iz	-	0 – 0,34[1]	+	+
glasgrondel	-	□	-	iTZ	EB	0 – 0,01[2]	+[5]	-
grote koornaarvis	-	□	-	TZ	BE	+[3]	+	+
houting	B2	tab. 3	□	I	-	-[3]	+	-
spiering	-	-	-	iz	-	0 – 0,04[1]	+	-
zalm	B2	-	□	I	-	-[3]	+	+

1 Tien et al., 2004
2 Daan et al., 1998, 1999, 2000
3 Asjes et al, 2004
4 Grift et al., 2004
5 soort is een "estuariene resident" en is vooral gebonden aan een estuarium-achtige omgeving, zoals de Waddenzee, de Ooster- en Westerschelde of (delen van) de Voordelta. Indeling volgens Welleman, 1999

Zeezoogdieren

Gegevens

In het studiegebied voor het windturbinepark Tromp Binnen komen 7 aandachtssoorten zeezoogdieren voor (zie paragraaf 8.2.3 voor selectiecriteria). Voor de beschrijving van de huidige situatie voor deze soorten is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- zeehonden: resultaten van onderzoek naar de bewegingen van gezenderde zeehonden (Reijnders e.a., 2000; Brasseur & Reijnders, 2001 en Brasseur et al., 2008)
- bruinvissen: overzicht verspreiding over het NCP (Arts & Berrevoets, 2005), de Atlas voor zeezoogdieren in Noordwest Europa (Reid e.a., 2003) en SCANS (2006)
- overige zeezoogdieren (met name dolfijnen): van der Meij & Camphuysen (2006), Camphuysen & Peet (2006) en Atlas voor zeezoogdieren in Noordwest Europa (Reid e.a., 2003).

In tabel 8.10 zijn de in de hierna volgende tekst weergegeven schattingen voor het voorkomen van aandachtssoorten zeezoogdieren in het plangebied voor Tromp Binnen en schattingen voor de totale omvang van populaties samengevat.

Tabel 8.10 Beleidsmatige status, voorkomen in plangebied voor Tromp Binnen en populatieomvang van aandachtssoorten zeezoogdieren

	status in beleid					voorkomen (aantallen)	
soort	HR/Nbwet	Ffwet	OSPAR	doelsoort	RL	Tromp Binnen	populatie
Gewone zeehond	B2, VD, WZ, NZ kust	tab. 3	-	Itz	KW	0,6-1,5	6.000 (NI)
Grijze zeehond	B2, VD, WZ, NZ kust	tab. 2	-	IZ	GE	n.b.	2.100 (NI)
Bruinvis	B2, NZ kust	tab. 3	•	ITZ	EB	33	134.400 (NZ-zuid)
Tuimelaar	B2	tab. 3	-		VN	z	n.b.
Witsnuitdolfijn	B4	tab. 3	-	Iz	-	<0,01	n.b.
Witflankdolfijn	B4	tab. 3	-	-	-	zz	n.b.
Gewone dolfijn	B4	tab. 3	-	-	-	zz	n.b.

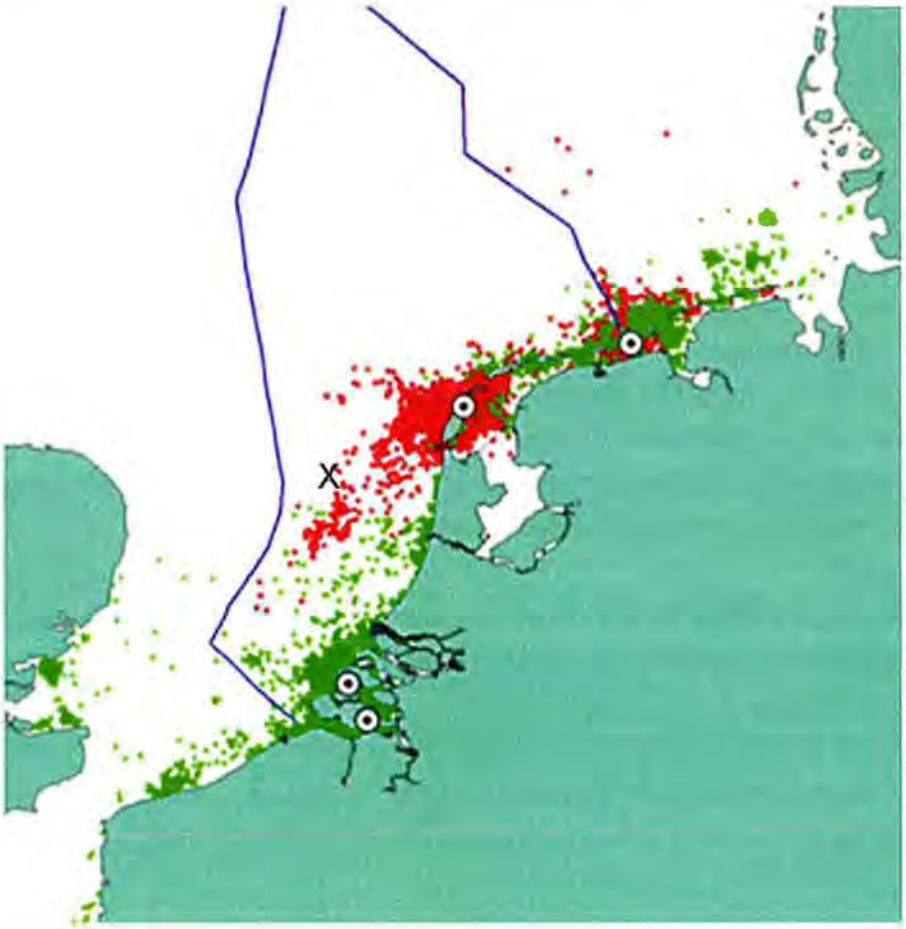
HR: EU-Habitatrichtlijn (B2 of B4 = Bijlage 2 of 4; VD = Voordelta, WZ = Waddenzee; NZ kust = Noordzeekustzone); Nbet: Natuurbeschermingswet 1998; Ffwet: Flora- en faunawet, doelsoort volgens Bal et al. (2001) (itz-criteria: I/i = internationale betekenis, T/t = "trend": soort is afgenomen, Z/z = zeldzaamheid; hoofdletter/kleine letter geeft aan hoe sterk het criterium geldt); RL: Rode Lijst (categorieën: EB=ernstig bedreigd; BE=bedreigd, KW=kwetsbaar; GE= gevoelig)

Voorkomen en foerageergedrag gewone en grijze zeehond

De kennis over de gewone zeehonden in het plangebied is vooral gebaseerd op een beperkt aantal dieren dat gezenderd werd in de Waddenzee en het Deltagebied. Op basis van dat werk is in combinatie met kennis over de populatiegrootte een verspreidingsmodel gemaakt

van de aanwezigheid van deze dieren in de Zuidelijke Bocht. Directe waarnemingen van deze diersoort op zee zijn relatief zeldzaam, mogelijk doordat zeehonden schepen (met waarnemers) ontwijken vanwege hun gevoeligheid voor scheepsgeluiden. Modelstudies en zogenaamde expert judgement worden daarom gebruikt om in te schatten in hoeverre er overlap kan worden verwacht tussen de verspreidingsgebieden van de dieren en windturbinepark Tromp Binnen. Voor de grijze zeehonden zijn de zenderdata uit dit gebied nog te beperkt om mee te nemen in de overwegingen. Op de Razende Bol, op circa 60 km ten oosten van het plangebied, verzamelen zich echter geregeld enkele honderden grijze zeehonden. Op de Bollen van de Ooster (Voordelta, op ruim 80 km naar het zuiden) kunnen tegenwoordig ook ruim 100 dieren liggen (Strucker et al., 2006, 2007). De resultaten van zenderwerk elders (met name in Schotland, McConnell et al., 1994; 1999; Aarts et al., 2008) laten zien dat grijze zeehonden van ligplaatsen op dergelijke afstanden makkelijk het plangebied Tromp Binnen zouden kunnen bereiken.

Bij gebrek aan adequate zenderdata voor grijze zeehonden in Nederlandse wateren, zal hier het gedrag van de gewone zeehond als model dienen. Als input voor het verspreidingsmodel zijn de zenderdata tot en met 2001 gebruikt. Kort daarna stortte de populatie als gevolg van een zeehondenvirus in als gevolg waarvan de verspreiding, en zeker de aantallen, niet meer waren te vergelijken met de huidige toestand. Nadien zijn weer enkele zeehonden gezenderd, voor de volledigheid zijn deze datapunten weergegeven in figuur 8.1.



Figuur 8.1 Locaties waar gewone zeehonden met zenders op zee zijn waargenomen (uit Brasseur et al., 2008)

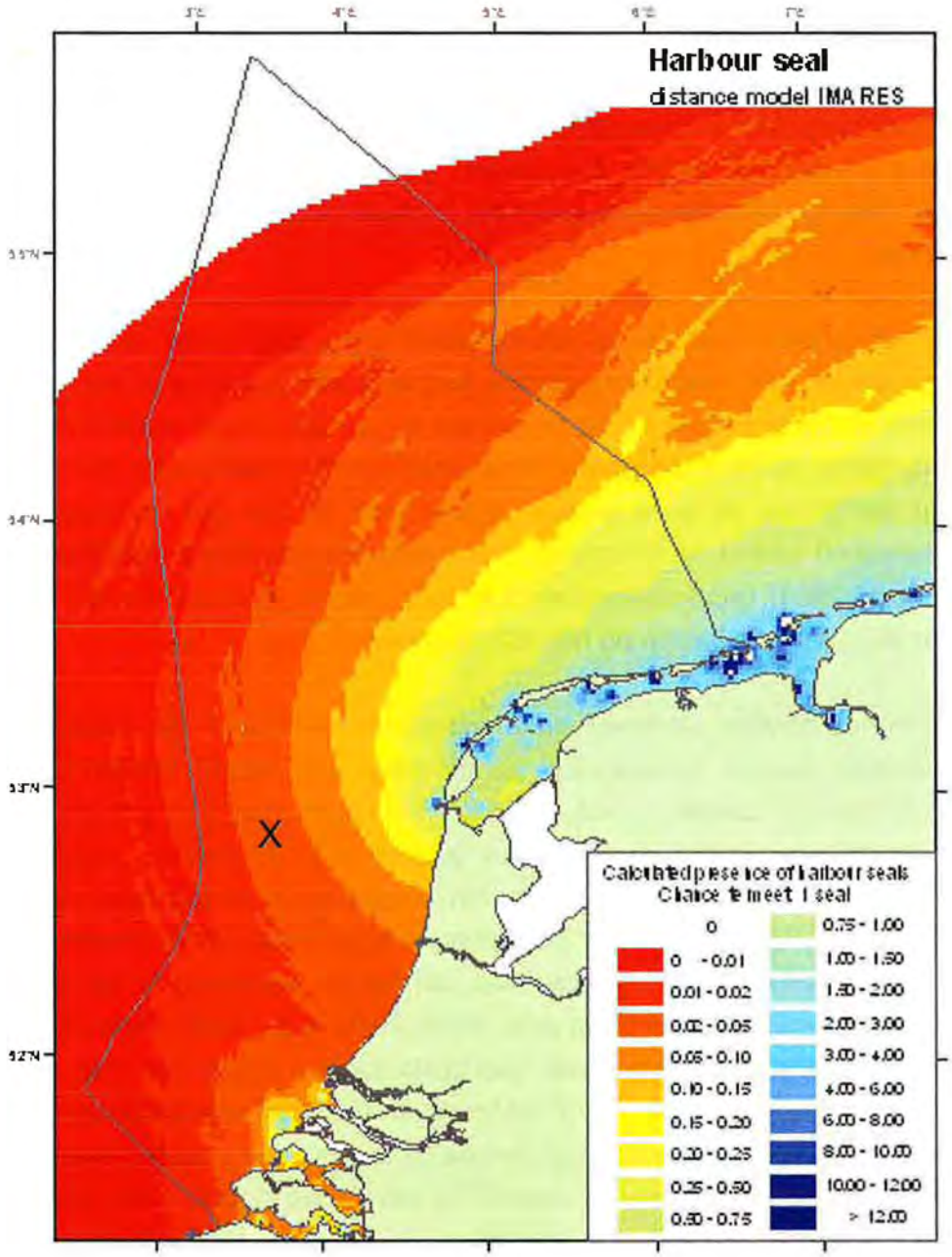
De punten zijn posities van dieren met zenders, tussen 1997 en 2006. De plaatsen waar de dieren werden gevangen en voorzien van de zenders zijn met cirkels aangegeven. Groene punten: dieren gezenderd in ZW Nederland; rode punten: dieren gezenderd in de Waddenzee. De "X" geeft de planlocatie Tromp Binnen aan.

Zeehonden komen geconcentreerd voor in de Waddenzee en Delta, waar ze rustige zandplaten gebruiken om te rusten. Meer dan 80% van hun tijd wordt echter doorgebracht op een afstand van 10-200 km van deze platen, veelal op de Noordzee (Brasseur et al., 2004). Hier vinden ze waarschijnlijk een groot deel van hun voedsel en via de Noordzee trekken dieren ook heen en weer tussen Waddenzee, Voordelta en Engeland (data op grond van zenderwerk, IMARES). Wanneer ze niet zwemmen, verkiezen de Gewone zeehonden in Nederland droogvallende zandbanken waar ze gedurende laagwater op de kant kunnen komen. Grijze

zeehonden worden hier ook gezien, maar lijken een voorkeur te hebben voor banken die hoger zijn en dus langer droog liggen. Gedurende de voortplanting en de verharingsperiode worden hier de grootste concentraties zeehonden aangetroffen. Voor de grijze zeehonden is de voortplantingsperiode in december-januari, terwijl de verharing in maart-april plaatsvindt. De gewone zeehonden krijgen hun jongen juist in juni-juli en verharen in augustus-september. Men zou kunnen aannemen dat in deze periodes er relatief minder dieren in open zee zijn.

Verreweg het grootste deel van de "Nederlandse" grijze zeehonden maakt gebruik van de banken ten westen van Terschelling om aan land te komen (op circa 90 km ten noordoosten van de locatie Tromp Binnen. Zoals hierboven al vermeld, liggen andere belangrijke rustplaatsen dichterbij, op de Razende Bol, ten westen van Den Helder en in de Voordelta, op de Bollen van de Ooster. Al deze groepen maken deel uit van een meta-populatie, waarbij dieren uitwisselen tussen de Schotland en de oostelijke Noordzee (Härkönen et al., 2007; Brasseur et al., 2008). grijze zeehonden zwemmen dus ook geregeld de hele Noordzee over en kunnen daarbij iedere locatie op het NCP aandoen.

Beide zeehondensoorten vertonen grote individuele variatie in de frequentie waarmee foerageertochten worden ondernomen, de afstanden die daarbij worden afgelegd en de gebieden die worden bezocht. In het algemeen is de kennis over het gebruik van de Noordzee door zeehonden relatief nieuw en dus beperkt. Van de gewone zeehond heeft men aanzienlijk meer gegevens verzameld over het voorkomen in Nederlandse wateren dan van de grijze zeehond (Reijnders et al., 2000; Brasseur & Reijnders, 2001; Brasseur et al., 2004). Voor de grijze zeehond is gebruik gemaakt van kennis verzameld in het buitenland, met name Groot-Brittannië (Matthiopoulos et al., 2004; Aarts et al., 2008). Data uit de Nederlandse wateren ontbreken nog grotendeels. Van beide soorten zeehonden mag worden aangenomen dat de grootste concentraties in de buurt van de ligplaatsen zullen worden aangetroffen en de dieren vervolgens, afhankelijk van de dan aanwezige prooien, uitwaaieren over de Noordzee. Tot op heden zijn geen "hotspots" op zee geïdentificeerd waar hogere concentraties zeehonden foeragerend worden waargenomen, maar het aantal gevolgde dieren is nog zeer gering (zie figuur 8.2, Brasseur et al., 2004; 2008). De modeluitkomsten geven de verspreiding van de gewone zeehond op de Noord- en Waddenzee, uitgedrukt in dichtheden (aantal per km^2).



Figuur 8.2 Verspreidingsmodel voor de gewone zeehond op zee. De locatie Tromp Binnen is aangegeven met een "X". Het model is gebaseerd op de data van de bewegingen van zeven zeehonden met satellietzenders, die werden gevangen en losgelaten bij Texel. Voor het met dit model bepalen van de kans op voorkomen van gewone zeehonden vormt de afstand tot de (droge) ligplaatsen in de Waddenzee en de Voordelta het uitgangspunt. Bron: Brasseur et al., 2008

Binnen de beperkingen van het model is het nu mogelijk om het relatieve belang van het plangebied voor Tromp Binnen in te schatten. Er wordt alleen rekening gehouden met de afstand tot de ligplaatsen en aangenomen wordt dat zeehonden een gemiddelde tijd op een bepaalde afstand tot de ligplaats doorbrengen. Er is geen rekening gehouden met voorkeuren met betrekking tot bijvoorbeeld bodemgesteldheid of type, diepte of stromingspatronen of mate van verstoring of rust. Uitgaande van een Nederlandse populatie van ruim 6.000 dieren in 2007, dan zou gemiddeld op enig moment 0,6 tot 1,5 gewone zeehonden in het plangebied Tromp Binnen aanwezig kunnen zijn (0,02-0,05 dier/km^2). Voor grijze zeehonden is deze berekening nog niet te maken vanwege het gebrek aan zenderdata. Een extrapolatie op grond van de gegevens voor de gewone zeehond is niet verantwoord omdat er aan de ene kant minder grijze dan gewone zeehonden zijn, en aan de andere kant grijze zeehonden meer geneigd zijn om grote afstanden op de Noordzee af te leggen (McConnell et al., 1994; 1999; Aarts et al., 2008) De planlocatie ligt daarom zeker binnen hun bereik. Dit geldt ook voor dieren die de Noordzee opzwemmen vanaf ligplaatsen langs de Engelse en Schotse kust. In het Verenigd Koninkrijk leven veel meer (95.000-120.000) grijze zeehonden dan in Nederland, maar het merendeel leeft bij de Orkneys, dus op zeer grote afstand van de locatie Tromp Binnen. De aantallen Britse dieren die hier nog voor zullen komen zijn vermoedelijk zeer gering.

Momenteel nemen de aantallen van beide zeehondensoorten in Nederland toe (TSEG, 2006). Dit blijkt uit tellingen vanuit de lucht die meerdere malen per jaar worden uitgevoerd in de (internationale) Waddenzee en in de Delta, wat een goed beeld geeft van de populatieontwikkeling. Omdat de dieren worden geteld als ze rusten op zandplaten, wordt steevast een deel van de populatie gemist (de dieren die zich op zee bevinden). Dit aandeel is geschat aan de hand van een aantal studies waarin bekende aantallen dieren waren uitgerust met VHF zenders en door na te gaan welke gezenderde dieren zich ten tijde van de tellingen op de platen bevonden, kon het aantal dieren op zee worden geschat (als circa 30% van de populatie). In 2005 werd de populatie gewone zeehonden in de Waddenzee (van Den Helder tot Esbjerg in Denemarken) geschat op circa 22.700 dieren (15.426 geteld); hiervan werd een kwart (4.065) in Nederland geteld (TSEG, 2006). De jaarlijkse groei lijkt af te nemen. Deze bedroeg in 2006 8%, wat aanzienlijk lager was dan de cijfers voor 2003-2006 (gemiddeld 18,5% groei per jaar).

Grijze zeehonden hebben zich relatief recent in het Nederlandse Waddengebied en de Delta gevestigd. Hun aantallen groeien snel, met 20% per jaar. Dit wordt, behalve door geboorten in Nederland zelf, vooral veroorzaakt door immigratie uit het Verenigd Koninkrijk. In 2006 werden 2.139 dieren geteld; een schatting van de werkelijke aantalen ontbreekt vooralsnog

omdat onduidelijk is hoeveel dieren ten tijde van de vliegtuigtellingen (onzichtbaar) in het water zwemmen.

Voorkomen en foerageergedrag Bruinvis

De omvang van de totale populatie bruinvissen in de Noordzee werd in 1994 geschat op 260.000 tot 449.000 exemplaren (Hammond e.a., 2002). De zeezoogdierenatlas (Reid e.a., 2003) laat zien dat de ondiepe zee voor de Nederlandse vastelandskust een marginale plek inneemt voor de gehele Noordzeepopulatie. Uit de resultaten van het SCANS-2 (2005) onderzoek blijkt echter dat er sindsdien een verschuiving is opgetreden in de verspreiding van bruinvissen van de noordelijke naar de zuidelijke Noordzee (SCANS, 2006; zie ook Brasseur et al., 2008). Waarnemingen van het aantal waargenomen en gestrande bruinvissen langs de Nederlandse kust ondersteunen dit (Camphuysen & Peet, 2006). Voor de schattingen voor de aantallen bruinvissen in het plangebied voor Tromp Binnen is primair uitgegaan van Arts & Berrevoets (2005). De resultaten van de 0-metingen voor het NSW/OWEZ, gerapporteerd door Brasseur et al. (2004) zijn minder bruikbaar, omdat dit park relatief ver van het plangebied voor Tromp Binnen ligt. In de periode 1995-2001 varieerde het gemiddelde aantal bruinvissen in het plangebied van 0 in februari/maart tot maximaal 1 per km^2 in april/mei. In juni/juli lag het aantal tussen deze twee uiterste waarden in.

Maximaal kunnen er 33 bruinvissen in het plangebied voor windturbinepark Tromp Binnen (33 km^2) voorkomen. Dit is ongeveer 0,007 tot 0,013% van de totale Noordzeepopulatie en ongeveer 0,025% van de op 134.400 individuen geschatte populatie in de Zuidelijke Noordzee, inclusief het Kanaal (SCANS gegevens in: Brasseur et al., 2008). Volgens Brasseur et al. (2008) vertonen bruinvissen geen sterk migratiegedrag. Wel zijn er duidelijke seizoenspatronen in de waargenomen dichtheden. Over het gehele Nederlands deel van het Continentaal Plat bezien zijn de aantallen het laagst in het vroege voorjaar (februari/maart) en het hoogst in april/mei (Arts & Berrevoets, 2001). In februari/maart is het aantal, langs de kust waargenomen bruinvissen echter het hoogst (zie Camphuysen in: Brasseur et al., 2008).

In vergelijking met andere zeezoogdieren hebben bruinvissen een hoog metabolisme en moeten dagelijks ongeveer 10% van totale lichaamsgewicht eten. Dit betekent dat een bruinvis aan één maaltijd per dag niet genoeg heeft om aan zijn dagelijks behoeften te voorzien, maar zijn maag ten minste 2-3 maal per dag moet vullen (Kastelein et al., 2008). Bruinvissen zullen daarom meer hinder ondervinden van een eventuele verstoring van hun normale foerageergedrag, bijvoorbeeld als zij door te hoge geluidsniveaus bepaalde gebieden mijden of door tijdelijke doofheid, dan andere zeezoogdieren.

Overige zeezoogdieren

Naast zeehonden en bruinvissen kan een viertal dolfijnensoorten als "inheems" worden gekenmerkt: tuimelaar, witsnuitdolfijn, witflankdolfijn en gewone dolfijn. De vier dolfijnsoorten zijn in het Zuidelijke deel van het NCP echter een zeldzame verschijning. Ook de daar door vissers en recreatievaarders relatief veel gesignaleerde witsnuitdolfijn is in specifiek op zeezoogdieren gerichte surveys in het studiegebied niet waargenomen (Van der Meij & Camphuysen, 2006). De aantallen tuimelaars zouden de komende jaren kunnen stijgen, wanneer blijkt dat de waarneming van groepen van tientallen exemplaren in het Marsdiep in 2004 geen incident was, maar het begin van de terugkeer van de tuimelaar in de kustwateren (Camphuysen & Peet, 2006).

Voedsel zeehonden en bruinvis

Dieet analyses van **zeehonden** zijn in dit gebied zeer beperkt, duidelijk is dat de zeehonden in dit gebied vooral platvis consumeren. Afhankelijk van het seizoen verwacht men variatie aangezien er seizoensmigraties bij vissen bekend zijn. Recent werd het dieet van gewone zeehonden en grijze zeehonden in de Waddenzee onderzocht aan de hand van prooiresten in hun faeces. Deze werden verzameld gedurende de verharingsperiode van deze twee zeehondensoorten (respectievelijk september en maart/april; Brasseur et al., in prep.). Hieruit bleek dat grijze zeehonden in april vooral tong aten en dat in het materiaal van gewone zeehonden vooral de resten van bot werden aangetroffen. Naast deze soorten werden ook andere platvissoorten, grondels, haring en kabeljauwachtigen, zandspieringen en pitvis gegeten. Er zijn nog te weinig data om uit te sluiten of deze verschillen voortkomen uit het verschil in de zeehondensoort of dat de beschikbaarheid van prooi in de verschillende seizoenen bepalend is. De gevonden prooisoorten komen veelal overeen met het dieet van zeehonden elders; vooral in gebieden waar het net als in de Nederlandse kustzone zandig is. Recent is ook het dieet van grijze zeehonden in de Voordelta onderzocht (maart/april 2007) en ook hier waren platvissen en ook weer voornamelijk tong, de belangrijkste prooien (Leopold et al., in prep.).

Voor **bruinvissen** vormen in de Noordzee in of bij de zeebodem levende soorten als grondels en zandspiering belangrijke prooisoorten. Ook vissen, die minder sterk aan de bodem gebonden zijn, worden gegeten. Met name kabeljauwachtigen (wijting, steen- en dwergbolk, kabeljauw) en haringachtigen (haring, sprot) worden veelvuldig in magen van onderzochte bruinvissen aangetroffen (data IMARES). Sommige dieren leken een meer specifiek dieet te hebben dat echter ook kan wijzen op opportunistisch foerageergedrag. Zo wordt soms een maag vol makreel gevonden, of vol met spiering. Deze vissen leven in grote scholen en bij een toevallige ontmoeting tussen bruinvis en visschool, kan de bruinvis hiervan gebruik maken.

Zowel zeehonden als de bruinvis lijken voor hun voedselkeuze weinig specialistisch te opereren. Ze benutten een breed spectrum aan prooivissen, maar in algemene zin is het wel zo dat zeehonden sterk neigen naar consumptie van (diverse) platvissen, en bruinvissen naar consumptie van rondvissen. Daarbij is het zo dat zeehonden een gevangen vis met hun voorpoten kunnen vasthouden en er met hun sterke gebit happen uit kunnen nemen. Bruinvissen kunnen dit niet en zijn dus aangewezen op kleinere vissen, die in een keer kunnen worden ingeslikt.

8.4 Effecten op onderwaterleven

8.4.1 Werkwijze

Het voorspellen van de effecten van het geplande windturbinepark Tromp Binnen op de natuur, zoals deze zijn opgenomen in het beoordelingskader natuur bestaat uit de volgende stappen:

- afbakening van relevante, nader te onderzoeken effecten en effectketens (paragraaf 8.4.2);
- literatuuronderzoek met betrekking tot beschikbare kennis over onderscheiden effecttypen in relatie tot parameters uit het beoordelingskader;
- interpretatie en "vertaling" van beschikbare literatuur in – zoveel mogelijk kwantitatieve – min of meer algemeen geldige ingreep/dosis-effectrelaties, c.q. rekenregels;
- uitvoeren effectberekeningen op basis van de gespecificeerde ontwerpen voor de verschillende windturbinevarianten en funderingen en kabeltracé op zee voor het windturbinepark Tromp Binnen;
- beoordeling van de effecten van het vooronderzoek voor de aanleg, aanwezigheid/exploitatie en de verwijdering van windturbinepark Tromp Binnen op het onderwaterleven (paragraaf 8.5).

Bij het verzamelen van literatuur vormt het effectenonderzoek dat reeds eerder is uitgevoerd aan het Near Shore Windturbinepark NSW (OWEZ) en offshore windturbinepark Prinses Amalia en diverse niet Nederlandse parken (Utgrunden, Horns Rev, Nysted, et cetera) een belangrijk vertrekpunt. De daarbij gebruikte informatie is geanalyseerd en heeft waar mogelijk ook als basis voor de effectbepaling met betrekking tot windturbinepark Tromp Binnen gediend. Deze basis is zo veel mogelijk aangevuld met recent en ander aanvullend onderzoek. Het onlangs door Deltares gepubliceerde rapport "Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore windfarms" vormt een belangrijke bron van gegevens en berekeningsmethoden (Prins et al., 2008). Bij het literatuuronderzoek en het bepalen van rekenregels is extra aandacht gegeven aan effecten die onderscheidend kun-

nen zijn tussen de verschillende varianten van het windturbinepark. Dit betreft variaties in funderingstypen, paaldiameter, vermogen en dergelijke.

Aard en detailniveau van de resulterende effectrelaties/rekenregels worden vooral bepaald door de kwaliteit, diepgang en bruikbaarheid van beschikbaar effectenonderzoek. Waar zinvol, c.q. – op grond van het voorzorgsprincipe – noodzakelijk, worden in de effectrelaties en rekenregels onzekerheidsmarges toegepast.

In hierna volgende paragrafen 8.4.3 t/m 8.4.7 worden effecten besproken van de verschillende fasen en onderdelen van windturbinepark Tromp Binnen en de alternatieven en varianten daarvoor:

- effecten van locatieonderzoek voorafgaand aan de aanleg van het windturbinepark en de kabeltracés (paragraaf 8.4.3);
- effecten van het windturbinepark, inclusief de interne parkbekabeling en het transformatorstation, zie achtereenvolgens paragraaf 8.4.4 (aanleg), paragraaf 8.4.5 (exploitatie en onderhoud) en paragraaf 8.4.6 (verwijdering);
- effecten van de aanleg, het gebruik en het verwijderen van de kabeltracés op zee (paragraaf 8.4.7).

8.4.2 **Afbakening effecten**

Als vertrekpunt voor afbakening van mogelijk relevante effecten op natuur is een overzicht gemaakt van de activiteiten die gerelateerd zijn aan het voornemen: het windturbinepark, de funderingen, transformatiestation en de elektriciteitskabels op zee. Hiervan worden alle fasen in de "bestaanscyclus" in beschouwing genomen: aanleg, exploitatie en verwijderen.

De verschillende activiteiten en ingrepen kunnen direct en indirect effecten hebben op natuur en ecologie. Directe effecten zijn met name:

- ruimtebeslag: als gevolg van de aanwezigheid van de funderingen van turbines en het transformatorstation verdwijnt een stukje (natuurlijke) zeebodem;
- de aanwezigheid en het functioneren van de fundering, mast en rotorbladen betekenen enerzijds nieuw biotoop (voor soorten die kunnen groeien op de fundering), anderzijds een obstakel dat tot gedragsveranderingen bij zeezoogdieren en vissen kan leiden.

Indirecte effecten zijn het gevolg van veranderingen in andere parameters die als gevolg van het voorgenomen project kunnen optreden. In sommige gevallen treden effecten op als gevolg van lange en complexe effectketens. Indirecte effecten op natuur en ecologie van

aanleg, aanwezigheid/gebruik en verwijderen van windturbines, funderingen, transformatiestation en kabels zouden kunnen optreden als gevolg van:

- geluid en trillingen (locatieonderzoek, aanleg, gebruik, onderhoud, verwijderen turbines, funderingen, transformatiestations en kabels);
- emissies van stikstof- en zwavelverbindingen, et cetera door gebruik schepen, bouwmachines et cetera (in alle fasen);
- troebeling (aanleg/verwijderen funderingen turbines en transformatiestations en aanleg/onderhoud/verwijderen elektriciteitskabels);
- bodemverstoring (door aanleg elektriciteitskabels);
- veranderingen in bodemligging en sedimentsamenstelling als gevolg van bovengenoemde effecten;
- wegvallen visvangst en bodemberoering (door visserijverbod rond turbines);
- elektromagnetische velden (door gebruik elektriciteitskabel);
- warmte-emissie (idem).

Effecten waarvan op voorhand voldoende duidelijk is dat deze verwaarloosbaar klein zullen zijn, zullen niet nader worden onderzocht. Effecten die op kunnen treden, hoe klein die ook lijken, moeten wel worden onderzocht, zodat vervolgens zal blijken hoe groot of hoe klein de ernst van het effect is. Om deze reden is bij de selectie van nader te onderzoeken effecten terughoudend omgegaan met de mogelijkheid effecttypen in dit stadium al als "niet relevant" te bestempelen.

Windturbinepark Tromp Binnen

Tabel 8.11 bevat een overzicht van te onderzoeken effecten van de aanleg, de exploitatie en de verwijdering van het windturbinepark Tromp Binnen.

Tabel 8.11 Te onderzoeken effecten van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbinepark Tromp Binnen

fase	activiteiten	tussenstap effectketen	te onderzoeken mogelijke effecten
locatieonderzoek (par. 8.4.3)	bodemonderzoek	geluid onderzoeksapparatuur	gedrag/gehoorschade/sterfte bij vislarven of vissen gedrag en/of gehoorschade bij zeezoogdieren
aanleg windturbinepark (par. 8.4.4)	aanvoer materialen	geluid transportmiddelen	gedrag bij vislarven of vissen gedrag bij zeezoogdieren
		emissies transportmiddelen	kwaliteit mariene habitats
	aanbrengen fundering op of in de zeebodem, incl. erosiebescherming	geluid a.g.v. heiwerkzaamheden (monopaal-, tripod- en jacketfunderingen)	gedrag/gehoorschade/sterfte bij vislarven of vissen gedrag en/of gehoorschade bij zeezoogdieren
		geluid a.g.v. baggerschepen ('gravity based' funderingen)	gedrag bij vislarven of vissen gedrag bij zeezoogdieren
		bodemverstoring a.g.v. ontgraven/deponeren zand en ('gravity based' fundering) en steenstorting	kwaliteit mariene habitats biomassa bodemdieren
		troebeling	directe en indirecte effecten op bodemdieren, vissen en zeezoogdieren
	opbouw platform, mast, rotorbladen, etc.	emissies bouwmachines	kwaliteit mariene habitats
		geluid a.g.v. werkzaamheden	gedrag bij vislarven of vissen gedrag bij zeezoogdieren
	aanbrengen interne bekabeling	bodemverstoring	kwaliteit mariene habitats biomassa bodemdieren
		emissies bouwmachines	kwaliteit mariene habitats
exploitatie en onderhoud van windturbinepark (par. 8.4.5)	aanwezigheid en in bedrijf zijn van turbines	troebeling, bodemverstoring	kwaliteit mariene habitats biomassa bodemdieren
		direct: ruimtebeslag	oppervlakte natuurtype biomassa bodemdieren
	aanwezigheid windturbinepark als geheel	geluid a.g.v. draaiende turbines	gedrag bij vissen gedrag bij zeezoogdieren
	aanwezigheid funderingen	barrièrewerking	aantasting migratieroutes zeezoogdieren
		beschikbaarheid hard substraat als biotoop	biomassa/soortensamenstelling bodemdieren
	onderhoudswerkzaamheden	emissies kathodische bescherming fundering	kwaliteit mariene habitats
		geluid van transportmiddelen	gedrag bij vissen gedrag bij zeezoogdieren
	visserijverbod	emissies transportmiddelen	kwaliteit mariene habitats

fase	activiteiten	tussenstap effectketen	te onderzoeken mogelijke effecten
	elektriciteitstransport binnen windturbinepark	stopzetten visvangst en bodemberoering	biomassa/soortensamenstelling bodemdieren biomassa/soortensamenstelling vissen
verwijdering windturbinepark (par. 8.4.6)	afbraak platform, mast, rotorbladen, etc.	ontstaan elektromagnetische velden (inductie)	gedrag vissen en zeezoogdieren
		geluid a.g.v. werkzaamheden	gedrag/gehoorschade/sterfte bij vislarven of vissen gedrag en/of gehoorschade bij zeezoogdieren
	verwijderen van fundering en interne bekabeling	emissies machines	kwaliteit mariene habitats
		geluid a.g.v. werkzaamheden	gedrag/gehoorschade/sterfte bij vislarven of vissen gedrag en/of gehoorschade bij zeezoogdieren
		troebeling	directe en indirecte effecten op bodemdieren, vissen en zeezoogdieren
	afvoer materialen	Bodemverstoring a.g.v. deponeren zand uit 'gravity based' funderingen	kwaliteit mariene habitats biomassa bodemdieren
		emissies bouwmachines	kwaliteit mariene habitats
		geluid transportmiddelen	gedrag bij vissen gedrag bij zeezoogdieren
		emissies transportmiddelen	kwaliteit mariene habitats

De effecttypen van de verschillende activiteiten tijdens de aanleg- en verwijderingsfase zijn onderling sterk vergelijkbaar. In alle gevallen gaat (in principe) om tijdelijke effecten; alleen door emissies vrijgekomen toxische stoffen zouden zich (blijvend) in de voedselketen kunnen ophopen. In alle gevallen gaan transport c.q. werkzaamheden gepaard met verstoring en geluidemissies, met mogelijke effecten op hiervoor gevoelige soortgroepen.

Voor bepaalde typen funderingen voor de windturbines is het nodig dat deze via heien in de zeebodem worden verankerd. Dit levert een toename van geluidsniveaus onderwater op. Tijdens de aanleg van het windturbinepark Prinses Amalia gemeten geluidsniveaus kunnen op korte afstand tot gehoorbeschadiging en op grotere afstanden tot gedragsveranderingen bij vissen en zeezoogdieren leiden (Kastelein et al., 2008). Deze effecten zijn in elk geval op het niveau van individuele dieren zeker niet verwaarloosbaar. Voor wat betreft het onderwaterleven is dit een van de belangrijkste effecttypen. Er wordt in dit MER dan ook uitgebreid aandacht aan besteed. Van de overige, in de tabel vermelde (mogelijke) effecten van de aanleg van het windturbinepark kan op voorhand worden gezegd dat de effecten op het

mariene ecosysteem geringer zullen zijn. De aard en omvang van deze effecttypen zal via indicatieve (worst case) berekeningen worden beschreven. Dit geldt ook voor de effecten van de gravity based funderingen.

Het tweede deel van de tabel heeft betrekking op de aanwezigheid en gebruik van het windturbinepark. Het ruimteverlies van het Noordzee-ecosysteem is een zeer klein effect, wat met een eenvoudige berekening kan worden aangetoond. De eventuele effecten van biotoopverlies door geluid en barrièrewerking zijn waarschijnlijk de belangrijkste effecten van de aanwezigheid en exploitatie van windturbineparken op het onderwaterleven. Het mogelijke positieve effect van aanwezigheid van de funderingen als substraat voor min of meer bijzondere bodemdieren wordt meegenomen omdat deze soorten op het NCP uitgesproken zeldzaam zijn.

De effecten van onderhoudswerkzaamheden door verstoring en emissies van transportmiddelen zijn deels vergelijkbaar met die van aanleg en verwijderen (derde deel van de tabel). Deze effecten komen echter uit de aard der zaak regelmatig terug. Toch worden ook hiervan geen substantiële effecten verwacht. Omdat hiervan niet op voorhand kan worden uitgegaan zal dit in het MER moeten worden onderzocht.

De mogelijke positieve effecten van het afsluiten voor visserij zouden van belang kunnen zijn omdat door afsluiten van het gebied bijzondere, voor visserij gevoelige soorten substantieel zouden kunnen toenemen.

Kabeltracé op zee
In paragraaf 8.4.7 zijn op vergelijkbare wijze de nader te onderzoeken effecttypen in relatie tot de aanleg, het gebruik en de eventuele buiten gebruikstelling van de kabeltracés op zee opgenomen (tabel 8.12). De mogelijke typen (tijdelijke) effecten als gevolg van aanleg en weer verwijderen van kabels op zee zijn in grote lijnen vergelijkbaar met die van bouw van de windturbines. De omvang van effecten zal wel afwijken. Zo zal van effecten van onderwatergeluid in veel mindere mate sprake zijn.

Evenals voor de bouw en het afbreken van de windturbines worden de aard, omvang en duur van deze effecten nader verkend ten einde beter onderbouwde conclusies te kunnen trekken over het belang ervan.

In de exploitatiefase ontstaan door transport van elektriciteit elektromagnetische velden rond de kabel; dit kan invloed hebben op vissen en zeezoogdieren die hiervoor relatief gevoelig zijn; dit wordt nader onderzocht. Bij gebruik van de kabel wordt ook warmte geproduceerd;

de temperatuur van de kabel kan hierdoor bij maximale belasting oplopen tot 55-60 °C. Door de diepteligging van de kabel kan dit tot een temperatuurverhoging aan de bovenste bodemlaag leiden van enkele graden Celsius (zie ook hoofdstuk 10). Dit zou lokaal invloed kunnen hebben op bijv. de groeisnelheid van bodemdieren en daarmee ook op het voedselaanbod voor vissen en vogels. Een substantieel negatief effect van de zeer lokale toename van de temperatuur op het voorkomen van aandachtsoorten is echter niet te verwachten.

Tabel 8.12 In het MER te onderzoeken effecten van aanleg, gebruik en verwijderen van kabeltracés op zee

projectfase	deelactiviteit	tussenstap effectketen	te onderzoeken effect
aanleg en verwijdering elektriciteits-kabels	aanvoer materialen + kabellegschepen	geluid transportmiddelen	gedrag/gehoorschade/sterfte bij vis-larven of vissen gedrag en/of gehoorschade bij zeezoog-dieren
		emissies transportmiddelen	kwaliteit mariene habitats
	ingraven kabels	bodemroering, troebeling + sedimentatie	kwaliteit mariene habitats biomassa bodemdieren
aanwezigheid, gebruik en onderhoud elektriciteits-kabels	elektriciteitstransport	ontstaan elektromagnetische velden (inductie)	gedrag vissen en zeezoogdieren
	inspecties en onderhoud	geluid onderhoudsschepen	gedrag/gehoorschade/sterfte bij vis-larven of vissen gedrag en/of gehoorschade bij zeezoog-dieren
		bodemroering, troebeling + sedimentatie	kwaliteit mariene habitats biomassa bodemdieren
		emissies transportmiddelen	kwaliteit mariene habitats

8.4.3 Effecten van locatieonderzoek voor ontwerp windturbinepark en kabeltracés

Geluid en trillingen

Voordat met de bouw van het park en de kabeltracés wordt begonnen moet de bodem gedetailleerd in beeld worden gebracht (geofysisch onderzoek). Hierbij worden grondboringen verricht en wordt met verschillende soorten apparatuur informatie over de bodemeigenschappen verkregen. Bij een deel van de te gebruiken apparatuur berust de werking op het uitzenden en weer opvangen van geluidsgolven. In deze paragraaf wordt besproken in hoeverre hiervan effecten op vissen en zeezoogdieren zijn te verwachten.

Bij de beschrijving van het onderwatergeluid, waaraan de dieren kunnen worden blootgesteld, worden verschillende grootheden en eenheden onderscheiden. In dit MER worden de volgende akoestische grootheden met bijbehorende eenheden gebruikt:

- Bronniveau (Source Level): het geluidsniveau (Sound Pressure Level) in tertsbanden op 1 meter van de geluidsbron; eenheid: dB re 1 μPa^2m^2 (of dB re µPa op 1m of dB re µPa–m);
- Geluidsenergieniveau (Sound Exposure Level): het totale energieniveau in tertsbanden van pulsgeluiden (zoals heien); eenheid: dB re 1 μPa^2s;
- Breedband geluids(druk)niveau (broadband Sound Pressure Level): het, over de tijd gemiddelde geluidsniveau voor continue geluiden (zoals scheepsgeluid en het geluid van draaiende windturbines); eenheid: dB re 1 μPa^2.

Beïnvloeding van mariene organismen door onderwatergeluid

De effecten van onderwatergeluid kunnen naar gelang het geluidsdrukniveau en de frequentie in verschillende invloedszones worden ingedeeld (naar Richardson et al., 1995; Kastelein et al., 2008). De indeling van de zones is voor alle dieren hetzelfde, maar de ligging van de grenzen verschilt van soort tot soort, en van situatie tot situatie:

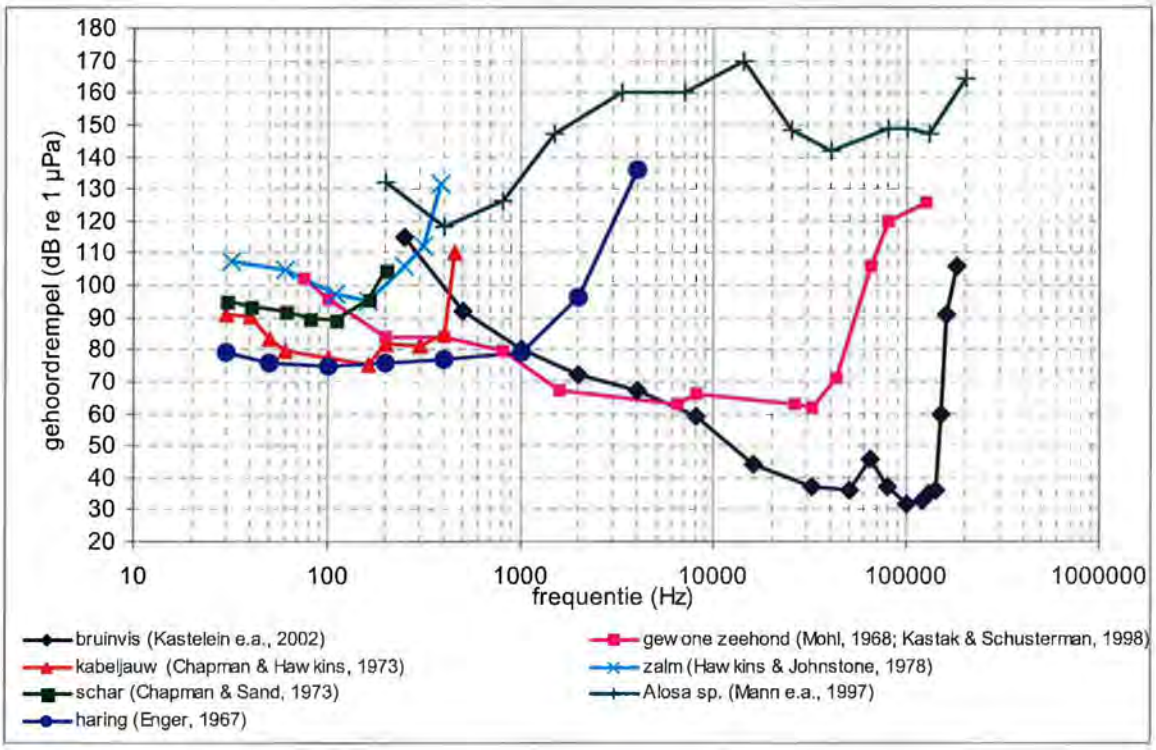
- *hoorbaarheidszone* – alle geluiden die hoorbaar zijn voor organismen. Hierbij spelen de gevoeligheid van het gehoorapparaat en achtergrondgeluiden een rol. Tot de hoorbaarheidszone behoren ook geluiden die de dieren wel kunnen horen, maar waar ze verder niet op reageren;
- *reactiezone* – tot deze zone behoren de geluiden waarop dieren een reactie vertonen in gedrag of fysiologie. Deze zone is variabel, omdat de akoestische eigenschappen van het milieu ter plaatste en het al dan niet aanwezig zijn van achtergrondgeluid een grote rol spelen. Op een plek waar veel achtergrondgeluid is door scheepvaart of andere bronnen kan de reactie van dieren heel anders zijn dan op een locatie waar alleen natuurlijke geluidsbronnen aanwezig zijn. Reacties kunnen heel gering zijn en bestaan uit een kleine afwijking van het natuurlijke gedrag (distraction) of (nieuwsgierige) dieren kunnen juist worden aangetrokken door het geluid. De sterkste reactie is het mijden van de bron door weg te zwemmen;
- *maskeringszone* – dit is het gebied waar geluiden interfereren met de geluiden die dieren produceren of die hun prooi produceert. Als het niet-natuurlijke geluid een vergelijkbaar frequentiebereik en een vergelijkbare geluidssterkte heeft als de door de dieren of hun prooien geproduceerde echolocatiegeluiden, is er sprake van maskering. Dit hindert dieren die hun prooi opsporen met echolocatie. In het geval van de aanleg en aanwezigheid van windturbineparken speelt maskering geen rol aangezien de frequentie van het geproduceerde geluid (zwaartepunt onder 1 kHz) ver onder dat van de echolocatie geluiden ligt (tientallen kHz en hoger, zie figuur 8.3);

- *zone van gehoorschade* – dit zijn de geluiden waarvan de sterkte zo groot is dat er tijdelijke ("temporary threshold shift") of permanente ("permanent threshold shift") schade aan de gehoor- of andere organen van zeedieren optreedt. Voor gehoorschade is vooral het "breedband" geluidsniveau van belang;
- *zones van andere fysieke of fysiologische schade en dood* – dit zijn geluiden die zo sterk zijn dat onherstelbare schade aan andere, niet tot het gehoor behorende, organen optreedt en/of functies worden verstoord of die tot de dood kunnen leiden.

In figuur 8.3 is voor een aantal, voor de Noordzee representatieve soorten de gehoordrempel voor combinaties van frequentie en geluidsdrukniveau weergegeven (audiogram). De figuur laat zien dat voor zeezoogdieren de grootste gevoeligheid in het gebied met de hogere frequenties ligt: gewone zeehonden horen het best bij frequenties tussen circa 1.000 en 30.000 Hz en bruinvissen, die in hun optimale hoorbaarheidsgebied gevoeliger dan zeehonden zijn, tussen circa 10.000 en 150.000 Hz. Vissen horen het best bij veel lagere frequenties die liggen tussen circa 50 en 1.000 Hz. In dit deel van het geluid(sdruk)spectrum zijn sommige vissoorten, zoals haring en kabeljauw gevoeliger dan het in dit deel van het geluid(sdruk)spectrum gevoeligste zeezoogdier, de gewone zeehond.

In tegenstelling tot zoogdieren hebben vissen geen extern gehoororgaan. Geluid – in de vorm van drukverschillen onder water – kan door vissen op verschillende manieren worden waargenomen (Thomsen et al., 2006):

- het zijlijnsysteem, waarmee dichtbij de geluidsbron laag frequente geluiden (als langzame waterstromen langs het lichaam) worden gedetecteerd. In relatie tot het geluid van windturbines is deze vorm van "horen" echter niet belangrijk; het akoestische veld kan namelijk alleen maar zeer dicht bij de geluidsbron worden waargenomen;
- het binnenoor (met de zogenaamde gehoorsteentjes), dat in essentie op beweging reageert. Een vis neemt geluiden waar via het lichaam, dat beweegt door kleine veranderingen in de geluidsdruk en/of via drukveranderingen in de zwemblaas die al dan niet via speciale structuren worden doorgegeven aan het gehoororgaan.



Figuur 8.3 Audiogrammen voor enkele maatgevende vissoorten, bruinvis en gewone zeehond

Bij vissen wordt onderscheid gemaakt in *gehoorspecialisten*, waartoe soorten behoren met een relatief lage gehoordrempel en hoge gevoeligheid voor geluid, en *gehoorgeneralisten*: soorten die geen zwemblaas hebben of waarbij speciale structuren voor een efficiënte geluidsoverdracht ontbreken. De meeste platvissen, waaronder de schar (*Limanda limanda*), zijn gehoorgeneralisten terwijl haring (*Clupea harengus*) een vertegenwoordiger van de gehoorspecialisten is (zie audiogrammen in figuur 8.3).

Effecten van locatieonderzoek

Tabel 8.13 bevat een overzicht van de tijdens het geofysisch onderzoek in te zetten akoestische meetapparatuur en een inschatting van de mogelijke effecten op vissen en zeezoogdieren.

Tabel 8.13 Bij het geofysisch onderzoek in te zetten meetapparatuur en mogelijke effecten daarvan op zeezoogdieren en vissen (bronniveaus en frequentiebereik: Periplus, 2008; inschatting effecten: Verboom & Ainslie, pers. meded.)

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

Naast genoemde akoestische meetsystemen worden een Cone Penetration Tester en een Magnetometer ingezet voor bodemonderzoek. De geluidemissies daarvan zijn echter zeer beperkt. Het enige apparaat waarvan de gebruikte bronniveaus in combinatie met het frequentiebereik zeker van dien aard zijn dat ze tot effecten bij zeezoogdieren en mogelijk ook bij enkele gehoorspecialistische vissoorten kunnen leiden is de sub-bottom profiler. De gebruikte frequenties zijn namelijk relatief laag bij een vrij hoge geluidsdruk. De kans dat individuele vissen of zeezoogdieren hierdoor worden getroffen is echter heel klein, omdat de geluidsgolven sterk geconcentreerd zijn en alleen pal onder het schip worden uitgezonden (en opgevangen). Bij een drietal meetapparaten hangt het van de ingestelde frequentie af of een effect kan optreden (side scan sonar, single beam en multibeam echosounder). Als de gebruikte frequentie hoger dan 200 kHz is, zijn geen effecten te verwachten. Dergelijke hoge frequenties worden door zeezoogdieren en vissen namelijk niet gehoord (zie audiogrammen in figuur 8.3). Ook als lagere frequenties worden gebruikt, zullen de effecten echter beperkt zijn, omdat de naar beneden gerichte geluidsgolven zich beperken tot het vlak dat evenwijdig aan de as van het schip ligt. De zogenaamde pingers kunnen vanwege de relatief lage frequenties mogelijk wel tot enige verstoring leiden, maar de effecten zullen niet zo ver reiken omdat de geluidsdruk niet zo hoog is als bij de eerder genoemde apparaten.

8.4.4 Effecten van aanleg van windturbinepark Tromp Binnen

Conform de resultaten van de afbakening van relevante effecten (zie paragraaf 8.4.2) komen in deze paragraaf de volgende effecten van de aanleg van het windturbinepark op onderwaterleven aan de orde:

- effecten van geluid en trillingen (als gevolg van de aanleg van de funderingen en scheepvaart);
- effecten van bodemverstoring (aanleg interne parkbekabeling en fundering, inclusief erosiebescherming);
- effecten van troebeling (aanleg interne parkbekabeling en fundering, inclusief erosiebescherming);
- effecten van emissies (antifouling en verbrandingsgassen).

Geluid en trillingen

Bronnen van onderwatergeluid tijdens de aanleg

In de aanlegfase zijn er meerdere bronnen van verstoring, geluid en trillingen die kunnen leiden tot effecten op het onderwaterleven. Bij het **heien** van de monopaalfunderingen kan het geluidsdrukniveau in de onmiddellijke omgeving van de bron volgens Tougaard et al. (2005) en Kahlert et al. (2000) 250-262 dB re 1 μPa^2m^2 bedragen, afhankelijk van de samenstelling van de bodem. Door de Haan et al. (2007) worden voor het NSW/OWEZ-park op basis van geluidsmetingen op grotere afstanden bronniveaus van 240-245 dB re 1 μPa^2m^2 gerapporteerd. Het meest intensieve meetprogramma is uitgevoerd bij de aanleg van het windturbinepark Prinses Amalia (De Jong & Ainslie, 2008a), een park dat voor onderwatergeluid wat betreft gemiddelde waterdiepte en bodemsamenstelling goed is te vergelijken met Tromp Binnen. De wijze waarop de metingen waren ingericht lieten het niet toe maximale bronniveaus te bepalen. Op 1 kilometer afstand bedroeg het breedband geluidsenergieniveau echter nog 172 dB re 1 μPa^2s (De Jong & Ainslie, 2008b). Op basis van de Jong & Ainslie (2008b) is door Ainslie (pers. meded.) afgeleid dat de hiervoor genoemde bronniveaus te hoog zijn; volgens een door hem uitgevoerde worst case schatting bedraagt het bronniveau maximaal 224 dB re 1 μPa^2m^2.

Naast het door de heiwerkzaamheden veroorzaakte geluid produceren bij de werkzaamheden betrokken **schepen** voor de installatie en het transport van de diverse onderdelen ook geluid. Het is onbekend hoeveel geluid deze schepen exact produceren en bij welke frequenties. Op basis van Richardson et al. (1995, tabel 6.9) kan worden aangenomen dat het bronniveau voor de gebruikte schepen in het frequentiebereik 45-890 Hz tussen 140 en 185 dB re 1 μPa^2m^2 zal liggen. Moderne (grotere) koopvaardijschepen maken wat meer

geluid: Arveson en Vendittis (2000) maten een maximaal bronniveau van ongeveer 186 dB re 1 μPa^2m^2 bij (tertsband)frequenties tussen 50 en 100 Hz en een breedbandniveau van 184 en 190 dB re 1 μPa^2m^2 bij snelheden van respectievelijk 12 en 14 knopen. Uit een overzicht van Verboom[2] blijkt dat het breedband bronniveau voor schepen van ca. 100 m lang bij een snelheid tussen 13 en 16 knopen 182 tot 195 dB re 1 μPa^2m^2 kan bedragen. Uitgaande van de door Verboom afgeleide, maximale waarden is door hem berekend dat zeehonden en Bruinvissen hier tot op afstanden van respectievelijk 1,7 tot 4,8 km en 0,8 en 2,8 km kunnen reageren[3]. Deze afstanden zijn veel geringer dan de reactieafstanden van 80 km en 12 km voor respectievelijk zeehonden en Bruinvissen als gevolg van heien (zie tabel 8.14). Er kan daarom van worden uitgegaan dat voor het inschatten van effecten van de geluidstoename als gevolg van de aanlegwerkzaamheden het geluid als gevolg van de heiwerkzaamheden voor het in de zeebodem verankeren van de funderingen maatgevend is.

In het geval dat niet wordt geheid (gravity based funderingen) is het door de bij de aanleg benodigde schepen geproduceerde onderwatergeluid bepalend. Van de in te zetten schepen is het bronniveau van het **baggerschip** (sleephopperzuiger) maatgevend voor het totale effect. Het maximale breedband bronniveau dat door een baggerschip wordt geproduceerd ligt tussen 172 en 185 dB re 1 μPa^2m^2 (Richardson et al, 1995). Deze waarden zijn lager dan de door Verboom afgeleide, maximale bronniveaus[2]. Voor een 'worst case' schatting van de effecten van de onderwater geluidsproductie van de tijdens de aanleg ingezette schepen op het onderwaterleven is uitgegaan van de waarden van Verboom en op basis hiervan berekende effectafstanden.

Effecten van geluid als gevolg van heien op zeezoogdieren

Het door de heiwerkzaamheden veroorzaakte geluid is tot op grote afstanden van de heiplaats waarneembaar (door "horende" dieren). Er zijn twee studies waarin specifiek onderzoek is gedaan naar de invloed van de aanleg van windturbineparken op zee op zeezoogdieren. Het betreft onderzoek naar de invloed op gedrag van bruinvissen tijdens de constructiefase in en in de nabijheid van het Horns Rev windturbinepark (Tougaard et al., 2003) en onderzoek naar de invloed van de aanleg van het windturbinepark Nysted op bruinvissen (Henriksen et al., 2003) en zeehonden (Edrén et al., 2004)[4].

Uit de studie naar het gedrag van **bruinvissen** tijdens de aanleg van het Horns Rev windturbinepark is gebleken dat er twee typen effect optreden (Tougaard et al., 2003): een

---

2 Zie bijlage VIII bij hoofdstuk 14 Passende Beoordeling

3 Een dergelijke berekening is voor vissen niet gemaakt.

4 De windturbines in Nysted hebben een "gravity based" fundering. De tijdens de aanleg verrichte heiwerkzaamheden voor het slaan van een damwand zijn waarschijnlijk maatgevend geweest voor de effecten op de zeehonden

duidelijk waarneembaar en relatief kortdurend effect tijdens het heien van de monopalen, hetgeen zich uit in verminderde akoestische activiteit van bruinvissen in de onmiddellijke omgeving van de bouwlocaties en het wegtrekken uit de omgeving. Drie tot vier uur na het staken van de hei-activiteiten was er geen verschil meer te zien tussen de activiteit rond de bouwlocaties en daarbuiten[5]. Het effect wordt geweten aan het heien en niet aan het voorafgaand aan het heien verspreiden van verjaagsignalen. In de studie zijn geen uitspraken gedaan over de in het geding zijnde verstoringsafstanden, louter als gevolg van hei-activiteiten. Ook tijdens de constructie van het Nysted windturbinepark zijn metingen verricht aan de akoestische activiteit van bruinvissen (Henriksen e.a., 2003): in de directie omgeving van de bouwlocaties was de activiteit beduidend minder dan op de referentielocaties, die ongeveer 10 km van de bouwlocaties lagen[6]. In dit onderzoek kon niet onomstotelijk worden aangetoond dat de bruinvissen na het staken van de activiteiten weer terugkeerden. De gehanteerde onderzoeksmethode liet het niet toe uitspraken te doen over verstoringsafstanden. Tijdens de aanleg van het windturbinepark Prinses Amalia in de winter en het voorjaar van 2006/2007 zijn geen systematische metingen aan bruinvisbewegingen verricht. Wel blijkt uit de waarnemingen vanaf de Hollandse kust dat in 2007 aanzienlijk minder bruinvissen zijn gezien dan in 2006 (http://home.planet.nl/~camphuys/Bruinvis.html). Of dit toeval is of een gevolg van het met de aanleg van het windturbinepark Prinses Amalia gepaard gaande onderwatergeluid is niet vast te stellen. De gegevens lenen zich namelijk niet voor nadere analyse, omdat ze op tal van verschillende manieren zijn verzameld en niet zijn gecorrigeerd of zijn te corrigeren voor telinspanning (Camphuysen, pers. meded.).

Ook in de studie naar het gedrag van **zeehonden** blijkt een duidelijk onderscheid tussen algemene constructiewerkzaamheden en het daadwerkelijk heien van de monopalen (Edrén et al., 2004). Tijdens de constructie van het Nysted windturbinepark in Denemarken is gebleken dat er geen direct effect van de constructiewerkzaamheden was vast te stellen op een nabijgelegen rustplek, 3-4 km verwijderd van het windturbinepark in aanbouw. Tijdens hei-werkzaamheden op een plek ongeveer 10 km verwijderd van de rustplek werd in de betreffende studie (Edrén et.al., 2004) echter wel een significante afname van de aantallen zeehonden op de rustplek vastgesteld. In hoeverre de afname te wijten valt aan de hei-activiteiten zelf dan wel aan de daarmee gepaard gaande afschrikgeluiden bleek niet vast te stellen. In hetzelfde onderzoek werd de rol van extra scheepvaartbewegingen in het gebied uitgesloten als een belangrijke verklarende factor voor de geconstateerde afname.

---

5 Hierbij dient te worden opgemerkt dat het met de in dit onderzoek gebruikte methodiek niet mogelijk is kleine, maar ecologisch wel relevante verschillen van bijvoorbeeld 5 tot 10% te detecteren. Daarvoor is de 'power' te laag: met 80% zekerheid kan een verschil van 20% worden gedetecteerd.

6 De tijdens de aanleg verrichte heiwerkzaamheden voor het slaan van een damwand zijn waarschijnlijk maatgevend geweest voor de effecten op de bruinvissen (zie ook voetnoot 2).

De resultaten van de hiervoor genoemde studies laten het niet toe kwantitatieve uitspraken te doen over effecten op zeezoogdieren als gevolg van de met de aanleg van windturbineparken op zee gepaard gaande toename van het onderwatergeluid. De aard en omvang van de effecten op bruinvissen en zeehonden (waarbij is verondersteld dat gewone en grijze zeehonden vergelijkbare reacties vertonen) zijn daarom ingeschat aan de hand van theoretische relaties tussen de rond het windturbinepark Prinses Amalia gemeten geluidsniveaus en effecten, zoals gerapporteerd door Kastelein et al., 2008 en De Jong & Ainslie (2008b). In tabel 8.14 zijn de verschillende effectafstanden, zoals deze door genoemde auteurs zijn bepaald samengevat.

Tabel 8.14 Overzicht van geschatte effecten van het heien van monopaal funderingen op bruinvissen en zeehonden (afgeleid van metingen in windturbinepark Prinses Amalia); TTS = Temporary Threshold Shift (tijdelijke doofheid)

Soort	type effect	afstand tot bron (km)[1]	bron
Bruinvis	reactiegrens ('avoidance')	12	Kastelein et al., 2008
	grens voor "discomfort"	> 5,6	De Jong & Ainslie, 2008b
	grens voor "severe discomfort"	1,5	De Jong & Ainslie, 2008b
	grens voor TTS[2]	0,5	Kastelein et al., 2008
	grens voor TTS	0,5	De Jong & Ainslie, 2008b
Zeehonden	reactiegrens ('avoidance')	80	Kastelein et al., 2008
	grens voor TTS	4	Kastelein et al., 2008

1 metingen zijn uitgevoerd op afstanden tussen 0,5 en 5,6 kilometer van de geluidsbron; dit betekent dat in de tabel gegeven waarden buiten deze range op extrapolatie van de (bewerkte) meetgegevens zijn gebaseerd

2 dit is een inschatting; de blootstellingsduur om een TTS reactie te veroorzaken is in dit geval onbekend

Voor een inschatting van de effecten van de door de aanleg van Tromp Binnen veroorzaakte (tijdelijke) toename in het onderwatergeluid zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

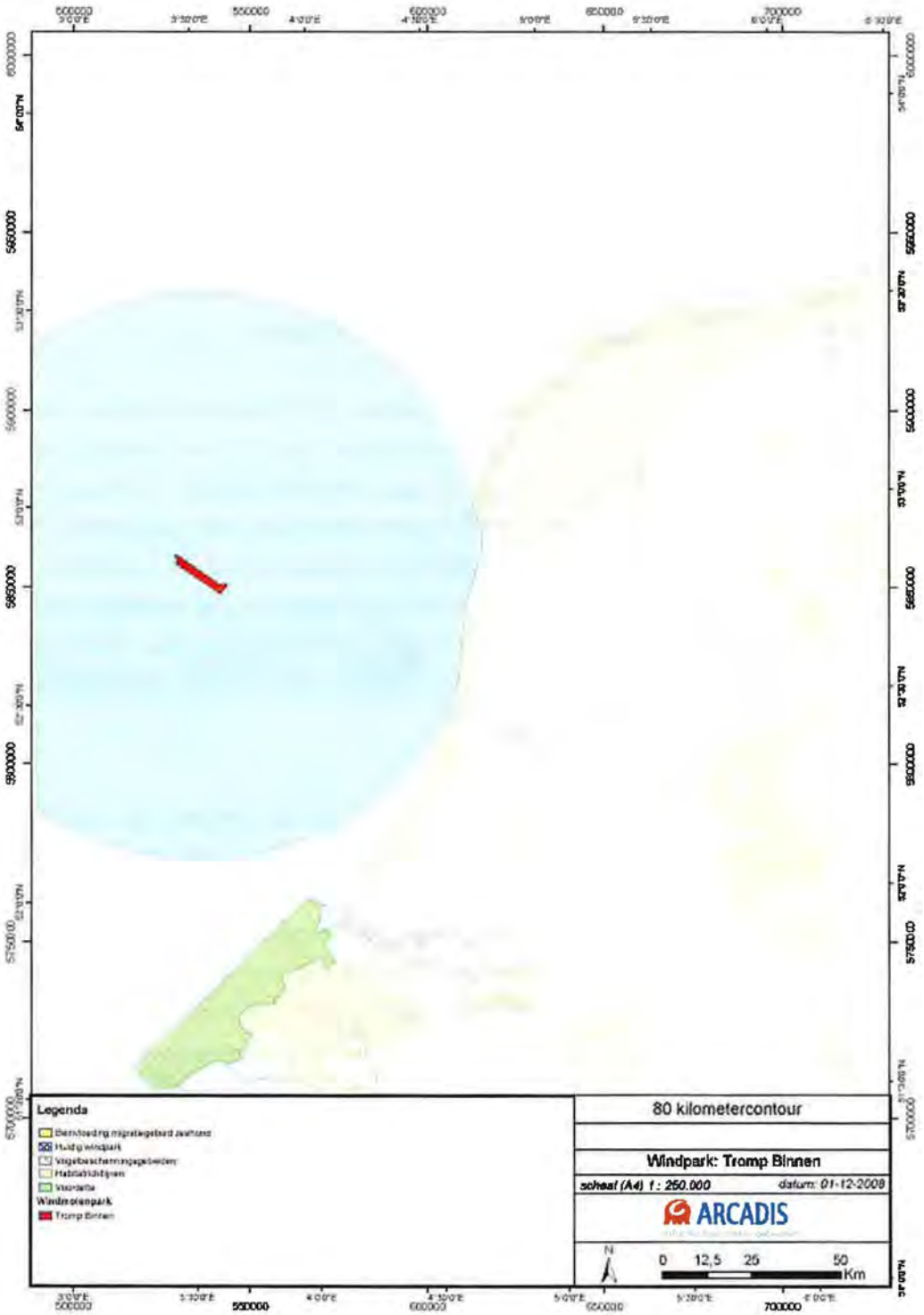
- de resultaten van de geluidsmetingen rond Prinses Amalia zijn vanwege de vergelijkbare waterdiepte en bodemsamenstelling representatief voor de planlocatie voor windturbinepark Tromp Binnen;
- voor het heien van palen met een diameter van 6 m in plaats van 4 m zal naar alle waarschijnlijkheid een zwaarder heiblok moeten worden gebruikt (zie bijvoorbeeld tabel 2-2 in Nehls et al, 2007). Bij het gebruik van een zwaarder heiblok zal het bronniveau van het geproduceerde onderwatergeluid bij het heien van palen van 6 m mogelijk iets toenemen (met naar verwachting maximaal 6 dB). Vanwege het indicatieve en 'worstcase' karakter van de in tabel 8.14 vermelde effectafstanden wordt voor het bepalen van de ef-

fecten van deze waarden uitgegaan; verwacht wordt namelijk niet dat correctie voor eventueel toegenomen brongeluidsniveaus tot een substantiële toename van deze afstanden zal leiden;
- effecten van het heien van de dunne palen (diameter circa 1 m) voor het aan de zeebodem vasthechten van de tripod en jacket funderingen van 5 MW turbines kunnen niet worden gekwantificeerd, omdat voor deze werkzaamheden naar alle waarschijnlijkheid een ander (kleiner) heiblok zal worden gebruikt; de door deze werkzaamheden veroorzaakte onderwater geluidsniveaus zullen ongetwijfeld geringer zijn dan bij het heien van monopalen; het is niet mogelijk hiervoor schattingen te doen.

Op grond van de in de tabel 8.14 opgenomen waarden wordt voor bruinvissen een beïnvloedingszone tijdens de gehele aanlegfase aangehouden van 12 km rondom een turbine, gebaseerd op het onderzoek in het Prinses Amalia windturbinepark. Vanwege de grotere gevoeligheid voor laag frequent geluid is deze zone met 80 km voor zeehonden veel groter. In tabel 8.15 zijn de oppervlakten beïnvloed gebied voor zeehonden en bruinvissen opgenomen en de duur van de effecten. Uit het overzicht blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat tijdens de aanlegfase ongeveer 0,8% van de totale oppervlakte van het Nederlands Continentaal Plat door bruinvissen zal worden gemeden en dat dit voor zeehonden 35% kan bedragen.

Tabel 8.15 Schatting van maximale geluidseffecten van de aanleg van windturbinepark Tromp Binnen op zeezoogdieren (uitgedrukt in opp. beïnvloed gebied in km^2 en de effectperiode); de weergegeven maximale oppervlakte van de beïnvloedingszone heeft betrekking op de periode dat geheid wordt voor het verankeren van monopaalfunderingen; als niet wordt geheid bedraagt de verstoringsafstand enkele honderden meters rond de installatieschepen

	opp. beïnvloedingszone	% NCP	doorlooptijd aanlegfase
Bruinvis	450 km^2	0,8	5 - 7 mnd / bouwseizoen (2 bouwseizoenen)
gewone + grijze zeehond	20.010 km^2	35	5 - 7 mnd / bouwseizoen (2 bouwseizoenen)



Figuur 8.3a Maximale omvang beïnvloedingsgebied voor zeehonden door heiwerkzaamheden in de aanlegfase van windturbinepark Tromp Binnen

Als worst case wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden de beïnvloedingszone tijdens de twee bouwseizoenen waarin de heiwerkzaamheden plaatshebben zullen mijden. Voor gewone zeehonden zou dit betekenen dat zo'n 1.170 dieren die zich op enig moment normaliter in dit deel van de Noordzee bevinden (afgeleid van Reijnders *et al*, 2000 en Brasseur *et al*, 2004)[7] hier tijdens het bouwseizoen niet zullen komen. Dit betreft ongeveer 20% van de totale Nederlandse populatie. Aangezien het beïnvloedingsgebied zich tot in de kustzone uitstrekt (zie figuur 8.3a), betekent dit ook dat zeehonden worden gehinderd in hun migratie van de Waddenzee naar de Voordelta en vice versa.

Het deel van de Noordzee dat tijdens de bouwfase door bruinvissen mogelijk zal worden gemeden vormt normaliter in april/mei, als de dichtheden het hoogst zijn, het leefgebied voor ongeveer 450 bruinvissen. Dit betreft ongeveer 0,3% van het maximale aantal, in het Zuidelijk deel van de Noordzee voorkomende bruinvissen en 0,10 tot 0,17% van het aantal in de hele Noordzee.

Effecten van geluid als gevolg van heien op vissen

In verschillende studies worden de effecten van de aanlegfase van windturbineparken en met name de effecten van heien op vissen beschreven. In een studie naar heien in Zuid-Californië werden effecten op vissen in een experimentele opstelling onderzocht door vissen op verschillende afstanden bloot te stellen aan het door de hei-activiteiten veroorzaakte geluid (Caltrans, 2004 in: 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.

In een andere (laboratorium)studie trad na een langdurige blootstelling van kabeljauwen aan geluidsdrukniveaus van 180 dB re 1 µPa bij frequenties tussen 150 en 250 Hz gehoorschade op (Enger, 1981 in: Hastings e.a., 1996). Uitgaande van een vermijdingsniveau van 90 dB re 1 µPa is in een samenvattende studie van Greenpeace (2005) voor de kabeljauw een vermijdingafstand van 5.500 m vanaf de geluidsbron gegeven, gebaseerd op onderliggend onderzoek van Yelverton e.a. (1972). Kastelein et al. (2008) komen op basis van de metingen tijdens de aanleg van het windturbinepark Prinses Amalia op nog wat grotere afstanden uit (max. gemeten breedband geluidsniveau van 172 dB re 1 μPa^2s op 1 kilometer):

---

7 Het aantal, op een bepaald moment in het normaliter in het beïnvloedingsgebied aanwezige zeehonden is berekend uit de door Reijnders e.a. (2000) en Brasseur *et al.* (2004) gegeven 'kansenkaarten' (zie ook 8.3a). In deze kaarten wordt op basis van de omvang van de populaties in de Waddenzee en de Voordelta de kans op het aantreffen van 1 individu per 4 km^2 weergegeven. Het totale aantal individuen is berekend door per kansklasse de oppervlakte binnen de contour van het beïnvloedingsgebied te bepalen en deze vervolgens gewogen te sommeren. Deling van dit getal door 4 (de kansen zijn per hok van 4 km2 bepaald) levert het totaal aantal zeehonden in het beïnvloedingsgebied op.

- vissen die zich tijdens de start van het heien binnen een straal van 150 m van de heiplaats bevinden kunnen verwondingen oplopen;
- tijdelijke doofheid (TTS) kan optreden tot op 6 km van de geluidsbron;
- vissen zullen schrikreacties vertonen tot op afstanden van tientallen kilometers van de heiplaats. Of dit ook tot het mijden van het gebied zal leiden, is niet bekend.

Op grond van de hiervoor genoemde waarden wordt, gebaseerd op het onderzoek in het Prinses Amalia windturbinepark, voor vissen tijdens de gehele aanlegfase een fysieke schadelijksheidszone en zone van tijdelijke doofheid (TTS) aangehouden van respectievelijk 0,15 en 6 km rondom een turbine. In tabel 8.16 zijn de oppervlakten beïnvloed gebied en de duur van de effecten opgenomen.

Tabel 8.16 Schatting van maximale geluidseffecten van de aanleg van windturbinepark Tromp Binnen op vissen (uitgedrukt in opp. beïnvloed gebied in km^2 en de effectperiode); de weergegeven maximale oppervlakte van de beïnvloedingszone heeft betrekking op de periode dat geheid wordt voor het verankeren van monopaalfunderingen; TTS = temporary threshold shift (tijdelijke doofheid)

	oppervlakte schadelijkheidszone	oppervlakte TTS-zone	doorlooptijd aanlegfase
vissen	0,07 km^2	115 km^2	5 - 7 mnd / bouwseizoen (2 bouwseizoenen)

De schadelijkheidszone en de TTS-zone omvatten respectievelijk << 0,01% en 0,2% van het totale leefgebied voor de in de offshore zone van het NCP voorkomende vissen. Dit betekent dat er tijdens de bouwfase alleen sprake is van substantiële effecten op vissoorten als gevolg van verstoring door geluid als het studiegebied van relatief groot belang zou zijn (bijvoorbeeld 5-10 maal hogere dichtheden dan gemiddeld op het NCP). Aangezien de visrijkdom in en rond het studiegebied gemiddeld is (Lindeboom et al., 2005) en het verspreidingsgebied van de er voorkomende vissoorten (minimaal) de hele Noordzee bestrijkt (zie bijvoorbeeld Asjes et al., 2004) kunnen effecten op populatieniveau echter worden uitgesloten. Omdat gedetailleerdere gegevens over de dichtheid en soortenrijkdom ontbreken is het niet mogelijk het aantal slachtoffers te schatten.

Effecten van geluid als gevolg van heien op vislarven en ecologische doorwerking

Er zijn verschillende vissoorten die een belangrijke voedselbron vormen voor (beschermde) vogels en zeezoogdieren, waarvan de paaigebieden geografisch gescheiden zijn van de opgroeigebieden. Het gaat met name om zandspiering (*Ammodytes sp.*), jonge haring (*Clupea harengus*), sprot (*Sprattus sprattus*) en platvissen (schol *Pleuronectes platessa,*

tong *Solea solea*). Het transport van de op volle zee gelegen paaigebieden naar de opgroeigebieden (kinderkamers) is deels passief, maar kent soms ook een specifieke gedragscomponent (bijvoorbeeld selectief getijdentransport in schol). De kinderkamergebieden zijn voor iedere soort verschillend, maar bevinden zich vooral in getijdengebieden als de Waddenzee, estuaria en het ondiepe deel van de kustzone.

Het windturbinepark Tromp Binnen kan indirect invloed hebben op beschermde soorten in Natura 2000-gebieden doordat eventuele effecten op het vislarventransport van belangrijke prooisoorten doorwerken in de voedselvoorraad. De invloed bestaat eruit dat tijdens de aanleg van het windturbinepark het met de heiwerkzaamheden gepaard gaande onderwatergeluid mogelijk een extra bijdrage levert aan de natuurlijke sterfte van vislarven tijdens het transport van de paaigronden naar de kinderkamers. Deze effecten zijn verwaarloosbaar als voor de aanleg van de fundering niet hoeft te worden geheid (**Gravity Based fundering**) omdat de geluidemissies als gevolg van schepen en vaartuigen aanzienlijk[8] lager zijn.

Mogelijke effecten van sterfte van de larven van haring, schol en tong als gevolg van heiwerkzaamheden voor de aanleg van windturbineparken op verschillende locaties op de Noordzee op het aantal larven dat uiteindelijk de kinderkamers bereikt zijn door Deltares met modelberekeningen onderzocht (Prins et al., 2008, zie ook Hoofdstuk 7). Het gebruikte model is in het kader van het onderzoek rond MER en Passende Beoordeling voor Maasvlakte 2 ontwikkeld. Het geeft inzicht in de relatieve invloed van de locatie van windturbineparken op het aandeel van de larven die de opgroeigebieden bereiken. Tabel 8.17 bevat een overzicht van de effecten van de aanleg van windturbinepark Tromp-Binnen op het transport van vislarven naar de Waddenzee en de Noordzeekustzone.

Uit het modelonderzoek blijkt dat voor alle drie de onderzochte soorten effecten op het transport richting de Voordelta kunnen worden uitgesloten en dat er in het geheel geen effecten op het transport van tonglarven worden verwacht. Uit het overzicht blijkt verder dat voor schol en haring het aandeel van de larven die de Waddenzee en de Noordzeekustzone met maximaal met 3% afneemt. Dit zijn relatief kleine effecten en het wordt niet waarschijnlijk geacht dat het doorwerkt op de jaarklassterkte, laat staan op de totale populaties van geschikte prooisoorten voor zeezoogdieren (die uit meerdere jaarklassen bestaan). Zeehonden en bruinvissen zijn voor hun voedselvoorziening immers niet uitsluitend afhankelijk van vissoorten die in de Waddenzee opgroeien, maar foerageren ook op andere soorten en maken bovendien gebruik van een veel groter gebied dan de Waddenzee en Noordzeekust-

---

[8] Hoewel de soorten geluid niet helemaal vergelijkbaar zijn, is duidelijk dat geluidniveaus van (bagger) schepen een factor 1.000 – 10.000 (30 - 40 dB) qua energie lager zijn dan vanwege heien, terwijl heien marginale sterfte (ca. 3%, zie tabel 8.17) oplevert. De geluidseffecten van (bagger-)schepen op vislarven zijn dus zeker verwaarloosbaar.

zone. De doorwerking van vislarvensterfte op zeezoogdieren is ook doorgerekend. De resultaten daarvan staan in tabel 7.11 (effect grootte <0,1%) en bevestigen het hiervoor gestelde.

Tabel 8.17 Effect heiwerkzaamheden tijdens de aanleg van windturbinepark Tromp-Binnen op de aanvoer van vislarven (procentuele sterfte), Larvenaanvoer in referentie-situatie (fractie van totale larven aanvoer voor de betreffende soort in Natura 2000 gebieden)

Gebied	Effect op aanvoer schol-larven			*Larvenaanvoer in referentie*		
	1996	**2000**	**2002**	***1996***	***2000***	***2002***
Voordelta	0%	0%	0%	*0,009*	*0,004*	*0,003*
Noordzeekustzone	-3%	-3%	-1%	*0,021*	*0,024*	*0,002*
Waddenzee	-2%	-3%	-1%	*0,027*	*0,130*	*0,031*

Gebied	Effect op aanvoer tong-larven			*Larvenaanvoer in referentie*		
	1996	**2000**	**2002**	***1996***	***2000***	***2002***
Voordelta	0%	0%	0%	*0,015*	*0,016*	*0,027*
Noordzeekustzone	0%	0%	0%	*0,012*	*0,013*	*0,017*
Waddenzee	0%	0%	0%	*0,007*	*0,008*	*0,009*

Gebied	Effect op aanvoer haring-larven			*Larvenaanvoer in referentie*		
	1996	**2000**	**2002**	***1996***	***2000***	***2002***
Voordelta	0%	0%	0%	*0,003*	*0,019*	*0,015*
Noordzeekustzone	0%	-2%	-1%	*0,000*	*0,009*	*0,014*
Waddenzee	0%	-3%	-1%	*0,000*	*0,003*	*0,013*

Effecten van geluid als gevolg van heien van tripod- en jacketfunderingen

De hier vermelde effecten hebben betrekking op de installatie van windturbines met een monopaalfundering. Voor de aanleg van windturbines met een **tripod** of **jacket** fundering moet ook worden geheid. Zoals hiervoor is aangegeven is het niet mogelijk een kwantitatieve inschatting te maken van de geluidsproductie daarvan. Omdat de palen echter aanmerkelijk dunner zijn, is het aannemelijk dat een minder zwaar heiblok zal worden gebruikt. Aangezien de hoeveelheid afgestraald geluid evenredig is met de slagkracht van het heiblok (Robinson et al., 2007) kan worden aangenomen dat het gemiddelde geluidsdrukniveau van het heien voor een tripod of jacket fundering geringer zal zijn, maar de duur langer (3 palen per turbine voor tripod en 4 per turbine voor jacket).

Effecten van geluid als gevolg van de aanleg van 'gravity based' funderingen

Een gravity based fundering wordt niet geheid; anders dan bij de aanleg van de andere typen fundering moet bij de aanleg echter worden gebaggerd voor het aanbrengen van de fundering en vindt steenstorting plaats wat ook geluid maakt. Naast de baggerschepen en steenstortschepen veroorzaken de diverse installatievaartuigen die bij de werkzaamheden worden gebruikt geluid; deze werkzaamheden zijn echter vergelijkbaar met die tijdens aanleg van de andere, hiervoor besproken funderingstypen. Het gaat om een tweetal sleepboten (voor het hefplatform), een hefschip, bevoorradingsschepen en diverse andere schepen met geringere vermogens (zie ook hoofdstuk 3 voor een overzicht van vaartuigen). De (breedband)bronniveaus voor het geluid dat deze schepen produceren zullen tussen 140 en 185 dB re 1 μPa^2m^2 liggen (zie hiervoor). Het meeste geluid wordt geproduceerd door het baggerschip tijdens het opzuigen van het zand[9]. 'Worst case' is aangenomen dat gedurende de gehele bouwfase van het windpark de hiervoor vermelde, maximale geluidsniveaus met de op grond daarvan berekende effecten optreden. Dit betekent dat zeehonden en bruinvissen op een afstand van respectievelijk 4,8 en 2,8 km van de aanleglocatie zullen blijven[2]. Vissen zijn in het algemeen minder geluidgevoelig dan bruinvissen (zie ook eerder het effect van heien). Daarom kan ervan worden uitgegaan dat ook de effecten van scheepsgeluid minder ver reiken dan voor bruinvissen, dat wil zeggen tot minder dan 2,8 km.

In tabel 8.18 zijn de oppervlakten beïnvloed gebied voor zeehonden en bruinvissen opgenomen en de duur van de effecten. Uit het overzicht blijkt dat tijdens de aanlegfase maar een zeer gering deel van het Nederlands Continentaal Plat binnen de mogelijke beïnvloedingszone valt; ongeveer 0,04% van de totale oppervlakte zal mogelijk door bruinvissen worden gemeden en voor zeehonden zal dit maximaal 0,13% bedragen.

Tabel 8.18 Schatting van maximale geluidseffecten van de aanleg van windturbinepark Tromp Binnen op zeezoogdieren (uitgedrukt in opp. beïnvloed gebied in km^2 en de effectperiode) als niet wordt geheid (gravity base fundering)

	opp. beïnvloedingszone	% NCP	doorlooptijd aanlegfase
bruinvis	25 km^2	0,04	5-7 mnd / bouwseizoen (2 bouwseizoenen)
gewone + grijze zeehond	72 km^2	0,13	5-7 mnd / bouwseizoen (2 bouwseizoenen)
vissen	<25 km^2	<0,04	5-7 mnd / bouwseizoen (2 bouwseizoenen)

[9] het geluid van het storten van stenen voor fundatiebed en erosiebescherming was niet waarneembaar boven het geluid van het baggerschip (Nedwell, 2001)

Als worst case wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden de beïnvloedingszone tijdens de twee bouwseizoenen waarin de aanlegwerkzaamheden plaatshebben zullen mijden. Voor gewone zeehonden, die in dit gedeelte van de Noordzee incidenteel voorkomen, is dit tijdelijke gebiedsverlies niet van betekenis. Omdat het beïnvloedingsgebied zich ver op zee, buiten de kustzone bevindt, betekent het ook dat zeehonden niet worden gehinderd in hun migratie van de Waddenzee naar de Voordelta en vice versa.

Het deel van de Noordzee dat tijdens de bouwfase door bruinvissen mogelijk zal worden gemeden vormt normaliter in april/mei, als de dichtheden het hoogst zijn, het leefgebied voor ongeveer 25 bruinvissen. Dit betreft ongeveer 0,02% van het maximale aantal, in het Zuidelijk deel van de Noordzee voorkomende bruinvissen en minder dan 0,01% van het aantal in de hele Noordzee.

Het effect op vislarvensterfte als gevolg van de aanleg van GBS fundering is verwaarloosbaar (zie ook eerder effect van heien).

Bodemverstoring als gevolg van aanleg interne parkbekabeling en aanleg fundering (storten van zand (bij 'gravity based' fundering)

Interne parkbekabeling

De met aanleg van de parkbekabeling binnen het windturbinepark gepaard gaande graafwerkzaamheden zullen leiden tot een beperkte, tijdelijke verstoring van de zeebodem (voor de effecten van de kabeltracés tussen windturbinepark en land wordt verwezen naar 8.4.7). Lokaal heeft dit de verwijdering van niet-mobiele bodemdieren tot gevolg. Om de gevolgen hiervan op de kwaliteit van het habitat/natuurtype te kunnen beoordelen wordt (als worst case scenario) aangenomen dat alle aanwezige fauna zal worden verwijderd. De omvang van de gevolgen van de verstoring van de zeebodem is bepaald aan de hand van de vergravingsbreedte en de lengte van de kabels binnen het windturbinepark (variërend tussen circa 72 km en 100 km).

Tabel 8.19 bevat een overzicht van de oppervlakten verstoorde zeebodem per variant.

Tabel 8.19 Minimale en maximale oppervlakten verstoorde zeebodem binnen het windturbinepark Tromp Binnen per alternatief (werkbreedte aan weerszijden van de kabel respectievelijk 2,5 m bij trenchjetten en 5 m bij baggeren)

variant		oppervlakte verstoorde bodem (ha)		%-age netto opp.windturbinepark	
		minimaal	Maximaal	minimaal	maximaal
5,0 MW dicht	VA	37	74	1,1	2,2
3,6 MW dicht	A1	50	100	1,5	3,0
5,0 MW ruim	A2	36	72	1,1	2,2
3,6 MW ruim	A3	37	74	1,1	2,2

Zelfs binnen het netto oppervlak van windturbinepark Tromp Binnen is het door bodemberoering verstoorde areaal zeer gering, ten opzichte van het hele NCP geheel verwaarloosbaar. Het betreft bovendien een tijdelijk effect; binnen enkele jaren zal de oorspronkelijke bodemdiergemeenschap zich hebben hersteld.

Storten van zand en aanleg fundering

Bij de aanleg van de 'gravity based' funderingen moet alvorens de fundering kan worden geplaatst de bodem lokaal worden verdiept. Hierbij wordt de bodem verstoord. In het verstoorde bodemoppervlak (habitatverlies, zie paragraaf 8.4.5) zijn de effecten van baggeren en steenstorten inbegrepen. Het hierbij vrijkomende zand wordt ten dele gebruikt om als ballast in de (holle) fundering aan te brengen. Na aanleg zal er echter een overschot aan zand zijn van 50.000 tot 60.000[10] m^3, wat op een nader aan te wijzen locatie dient te worden gestort. Uitgaande van een beuninhoud van de sleephopperzuiger van 5000 m^3 betreft dit maximaal 12 ladingen. Bij het storten van een lading van 5000 m^3 zal ongeveer 6500 m^2 worden bedekt. Voor 12 ladingen is dit dus maximaal 78.000 m^2 (= 0,078 km^2; 7,8 ha). De op de stortlocatie voorkomende bodemdieren zullen een dergelijke hoge sedimentatie niet overleven. Ten opzichte van de totale oppervlakte leefgebied van de levensgemeenschap van de Zuidelijke Bocht is het effect echter verwaarloosbaar.

Troebeling als gevolg van aanleg interne bekabeling en 'gravity based' funderingen
Het uitdiepen en egaliseren van de bodem voor windturbines en kabelaanleg binnen het park, en het vervolgens ingraven van de kabel zal ertoe leiden dat bodemmateriaal weg-

[10] Per GBS-fundering blijft circa 1000 (=4200 afgraving – 3200 gemiddelde zandvulling) m^3 restzand over. Bij 60 funderingen dus maximaal 60x1000 m^3.

gehaald moet worden. Door deze activiteiten zal het gehalte zwevend stof (slib) in het water tijdelijk toenemen. Bij de bouw van parken met monopaal-, tripod- of jacketfunderingen is de optredende, tijdelijke vertroebeling van het zeewater uitsluitend het gevolg van de aanleg van de interne bekabeling. Als 'gravity based' funderingen worden aangelegd, moet daarnaast voor het plaatsen van elke fundering de zeebodem plaatselijk worden verdiept. Ook bij de hiervoor benodigde graafwerkzaamheden kan zwevend stof vrijkomen.

Gevolgen van een (tijdelijke) toename van het gehalte aan zwevend stof kunnen zijn:
- de lichtomstandigheden in de waterkolom worden slechter, waardoor een afname van de primaire productie (groei van fytoplankton) optreedt
- vissen die op zicht jagen kunnen problemen ondervinden bij het vangen van hun prooi
- sedimentatie van (een deel van) het omgewoelde materiaal tot gevolg hebben dat organismen levend onder het neervallende materiaal begraven worden en daardoor sterven of dat organismen hinder ondervinden bij de ademhaling en de opname van voedsel.

Voor wat betreft de aanleg van de **kabels** is de mate van troebeling afhankelijk van de methode waarmee kabels worden aangelegd (zie ook hoofdstuk 3 van dit MER):
- trenchjetting: de kabel wordt in een enkele werkgang tot op een diepte van maximaal ongeveer 3 m onder de zeebodem gelegd. Hierbij wordt water onder druk in de bodem gespoten die daardoor lokaal verweekt waarna de kabel door eigen gewicht in de bodem zakt. Daarbij zal door het spuiten enig bodemmateriaal worden verplaatst. Het ingraafmaterieel wordt over de bodem versleept, hetgeen lokaal zal leiden tot enige troebelheid; het effect is zeer gering en blijft beperkt tot de onmiddellijke omgeving van het materieel; het effect is te vergelijken met het effect van "matige wind" (zie ook hoofdstuk 5).
- ingraven van kabels door baggeren of graven met een ploeg: ingraven en verplaatsen van zand veroorzaken extra troebeling op en rond de locatie; binnen een afstand van ongeveer 100-500 m van de locatie zal de concentratie zwevend sediment tijdelijk aanmerkelijk hoger zijn dan de achtergrondconcentratie; binnen enkele getijdencycli is de concentratie echter weer tot op het achtergrondniveau teruggekeerd; het effect is te vergelijken met de effecten van een "plaatselijke storm".

Bij de aanleg van de kabels zal zoveel mogelijk de "trenchjetting" methode worden toegepast. Er wordt alleen ingegraven op locaties waar deze techniek niet kan worden gebruikt. Zowel voor trench- als graafwerkzaamheden geldt dat het effect op de mate van vertroebeling een zeer lokaal en tijdelijk karakter heeft en dat het effect niet boven dat van natuurlijke niveaus na een stormperiode uitkomt. Om deze reden wordt geconcludeerd dat het effect op natuurwaarden nihil is.

Bij het lokaal verdiepen van de zeebodem voor het plaatsen van de '**gravity based**' fundering voor elke fundering ongeveer 4.200 m^3 zand worden afgegraven (= ca. 7000 ton). In dit deel van de Noordzee bedraagt het gehalte zwevend stof in het zand ongeveer 1,5% (= 15 g/kg). Als 'worst case' wordt aangenomen dat er geen zwevend stof in het zand achterblijft en via overvloei of tijdens de opwoeling van de bodem in het water terechtkomt. Er komt dan per fundering 105 ton (= 105.000 kg) zwevend stof vrij. Aangenomen dat deze hoeveelheid zich momentaan over de gehele planlocatie van 33 km^2 en een gemiddelde diepte van 30 m verdeelt, dan neemt de concentratie zwevend stof met 0,12 mg/l toe. Ten opzichte van de achtergrondconcentratie van 3 tot 5 mg/l (zie tabel 8.4) is dit een geringe verhoging. Door stroming en getij zal het materiaal zich bovendien snel (binnen een dag) verder verspreiden. De berekende tijdelijke en lokale verhoging zal gedurende de gehele bouwfase van 2 maal 5 – 7 maanden 60 keer voorkomen (= ongeveer 5 maal per maand). Effecten op het ecosysteem van dit deel de Noordzee zijn hiervan niet te verwachten.

De vertroebelingseffecten vanwege steenstorten (fundatiebed en erosiebescherming) en plaatsing van de GBS-funderingen zijn aanzienlijk kleiner dan bij baggeren en verwaarloosbaar.

Emissies

Tijdens de aanleg van het windturbinepark zijn er, verdeeld over 2 bouwseizoenen van circa een half jaar, dagelijks gemiddeld 5 - 7 vaartuigen op locatie aanwezig (zie hoofdstuk 3, tabel 3.24 en tabel 3.25). Deze, op de locatie aanwezige, vaartuigen hebben tot gevolg dat het zeewater extra wordt belast met stoffen die vrijkomen uit de op de scheepsromp aangebrachte aangroeiwerende verf ("antifouling").

Aangenomen kan worden dat stoffen als stikstofoxiden, zwaveldioxide, koolmonoxide, koolwaterstoffen en fijn stof die tijdens de verbranding van de brandstof worden uitgestoten in de lucht terechtkomen en het omringende zeewater niet extra zullen belasten.

Voor de inschatting van eventuele effecten van het uitlogen van op de scheepsromp toegepaste antifouling op het mariene milieu op de planlocatie is een worst case benadering gehanteerd. De hierbij gebruikte uitgangspunten zijn:

- op de in te zetten schepen is voor de aangroeiwering *geen* gebruik gemaakt van organotinverbindingen[11];

[11] Het gebruik van organotinhoudende verbindingen als aangroeiwerend middel op scheepshuiden zal internationaal geleidelijk aan worden uitgefaseerd. In de Europese Unie is het gebruik van organotinverbindingen in aangroeiwerende anti-fouling sinds 2003 verboden. Na de interimperiode, die eindigt met het van kracht worden van de internationale AFS-Conventie, mogen deze verbindingen ook niet meer op scheepshuiden van schepen van buiten de Europese Unie worden

- emissiesnelheden voor koper-, en biocidehoudende antifouling bedragen respectievelijk 50 en 2,5 µg/cm^2/dag (Hattum et al., 2002);
- het gemiddelde natte scheepsoppervlak is ingeschat op 4.000 m^2 per vaartuig;
- de uitgeloogde stoffen verspreiden zich momentaan over een oppervlakte van 5 x 5 kilometer en over de hele waterkolom (gemiddeld 27,5 meter).

De (theoretische) momentane emissie voor koper kan als volgt worden berekend:

Er zijn gemiddeld 7 boten aanwezig, met in totaal 7 x 4.000 = 28.000 m^2 nat scheepopper-vlak. Dit komt overeen met 280.000.000 cm^2 oppervlak. Er loogt dan 50 x 280.000.000/1000.000.000 = 14 kg per dag uit aan koper.

Aan antifouling lost (volgens dezelfde methode berekend) 0,7 kg per dag op.

Lokaal worden deze hoeveelheden opgelost in 5 x 5 x 27,5 x 1000.000 = 687.500.000 m^3 water.

De lokale en momentane concentratieverhoging voor koper is dan 14/687.500.000 = 0,02 µg/liter . De bestaande concentratie op de locatie voor koper is ca. 1 µg/liter. Deze wordt momentaan en lokaal met ca. 2% verhoogd. De lokale concentratie aan antifouling verwaarloosbaar klein. De lokale emissies van zowel koper als antifouling worden verder verdund door het zeewater. Op het NCP is de concentratiebijdrage geheel verwaarloosbaar. Er zijn daarom geen negatieve effecten op het onderwaterleven zijn te verwachten.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de in deze paragraaf behandelde effecten.

---

aangetroffen. Er kan van worden uitgegaan dat alle schepen die bij de aanleg van Tromp Binnen worden ingezet een Europese herkomst hebben

Tabel 8.19a Samenvatting kwalitatieve beoordeling van effecten tijdens aanleg

Kwalitatieve beoordeling van effecten tijdens aanleg	alternatieven (vermogen, dichtheid turbines en type fundering)			
	VA 5 MW HD	A1 3.6 MW HD	A2 5 MW LD	A3 3.6 MW LD
Geluid				
Vissen	0	-	0	-
Bruinvissen	0	--	0	--
Zeehonden	0	--	0	--
Vislarven en doorwerking	0	0/-	0	0/-
Bodemverstoring	0	0	0	0
Troebeling	0	0	0	0
Emissies	0	0	0	0

8.4.5 Effecten van exploitatie en onderhoud van windturbinepark Tromp Binnen

In deze paragraaf komen de volgende effecten van de aanwezigheid, exploitatie en het onderhoud van het windturbinepark aan de orde:

- habitatverlies door ruimtebeslag
- effecten van geluid als gevolg van draaiende windturbines en de aanwezigheid van onderhoudsschepen
- effecten van elektromagnetische velden rond interne en externe parkbekabeling
- funderingen als biotoop voor bodemdieren
- effecten van emissie van kathodische bescherming fundering
- effecten van stopzetten visvangst in windturbinepark (refugiumfunctie)
- barrièrewerking door aanwezigheid windturbinepark.

Habitatverlies door ruimtebeslag

Door de aanleg van het windturbinepark wordt een deel van de zeebodem bedekt door de fundering van de turbines. Voor het type fundering monopaal wordt per turbine inclusief de erosiebescherming een oppervlakte van ongeveer 300 m^2 zeebodem bedekt (= een cirkel met een diameter van 9,8 m). Voor een gravity based fundering bedraagt deze oppervlakte 1590 m^2. Voor tripod en jacket funderingen is dit respectievelijk 69 en 61 m^2. Afhankelijk van de gekozen windturbinevariant (zie tabel 8.20) verdwijnt 0,4 tot 9,5 ha aan zeebodem van het natuurtype "hoog-dynamische zandige zone van de open zee" met de daarop en daarvan levende organismen.

Tabel 8.20 Effecten ruimtebeslag funderingen inclusief erosiebescherming per variant

windturbine-alternatief		areaalverlies "hoog-dynamische zandige open zee" type fundering			
		Monopaal	Tripod	Gravity based	Jacket
3,6 MW dicht	A1	2,7 ha	-	-	-
3,6 MW ruim	A3	1,7 ha	-	-	-
5 MW dicht	VA	-	0,4 ha	9,5 ha	0,4 ha
5 MW ruim	A2	-	0,3 ha	7,8 ha	0,3 ha

De conclusie is dat ten opzichte van het totale areaal van het natuurtype "hoog dynamische zandige zone van de open zee" (1.870.000 ha) het verlies aan natuur- en habitattypen als gevolg van het ruimtebeslag door aanwezige funderingen verwaarloosbaar klein is.

Geluid tijdens exploitatie en onderhoud

Draaiende windturbines veroorzaken een toename in het onderwatergeluid, hetgeen mogelijk effecten heeft op vissen en zeezoogdieren. Het inzicht in de mogelijke omvang van dit effect neemt snel toe naarmate meer ervaring met windturbineparken in het mariene milieu wordt opgedaan (met de daarbij behorende monitoringprogramma's). De beschikbare metingen van het door het gebruik van windturbines veroorzaakte geluid onder water hebben overwegend betrekking op windturbines met een relatief gering vermogen (< 2,3 MW). Het betreft metingen aan offshore windturbineparken in de relatief ondiepe Deense en Zweedse wateren (Lindell, 2003; ISD, 2007). Uit de resultaten van diverse uitgevoerde geluidsmetingen is af te leiden dat door draaiende offshore windturbines de geluidsdruk onder water overwegend in de lagere frequenties van ongeveer 30 tot 800 Hz toeneemt (Degn, 2000; Lindell, 2003; ISD, 2007). Deze laagfrequente trillingen hangen samen met de passage van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor en de eigen trilling van de mast en golven die tegen de mast slaan. Er worden in de mast ook geluiden met hogere frequenties geproduceerd, maar die dringen slechts gedeeltelijk door onder het wateroppervlak en doven vervolgens relatief snel uit als gevolg van absorptie en verstrooiing (o.a. Richardson et al., 1995). Van alle mogelijke vormen van geluidsoverdracht zijn het vooral de in de gondel optredende trillingen die via de mast naar het water afstralen die verantwoordelijk zijn voor de toename van de geluidsdruk onder water (o.a. Lindell, 2003).

Bij de voorspellingen van effecten van het door de draaiende windturbines veroorzaakte geluid op vissen en zeezoogdieren zijn de volgende aannames gehanteerd:

- voor de bepaling van de bronsterkte is gebruik gemaakt van referentiegetallen voor windturbines van 2 en 2,3 MW op stalen monopalen (Horns Rev en Paludans Flak), zoals

weergegeven in ISD (2007)[12]. Het is niet bekend in hoeverre draaiende windturbines met hogere vermogens (3,6 en 5 MW) ook tot grotere geluidsdrukniveaus onderwater zullen leiden. Uit een vergelijking van metingen aan de trillingen in palen van 550 kW en 2 MW kan worden afgeleid dat een toename is te verwachten bij frequenties lager dan ongeveer 125 Hz (figuur 7 in Degn, 2000). Aan de andere kant is het zo dat de tandwielfrequenties in grotere turbines lager zijn, als gevolg waarvan de geluidsoverdracht minder efficiënt verloopt (Betke et al., 2004). Voor een worst case schatting van de effecten is ervan uitgegaan dat het onderwatergeluid door draaiende turbines van 3,6 en 5 MW ten opzichte van dat van gemeten waarden van 2 MW en 2,3 MW turbines evenredig toeneemt met het vermogen[13]. Verder is aangenomen dat de geluidsspectra vergelijkbaar zijn met die van windturbines met lagere vermogens;

- de getallen voor de verspreiding van geluid zijn afkomstig van windturbines op relatief ondiep water, waar de voortplanting van het geluid in principe anders verloopt dan op dieper water (Richardson et al., 1995, hoofdstuk 4). Aangezien de geproduceerde geluiden relatief lage frequenties hebben (met relatief grote golflengtes), kunnen de diepere wateren van de Noordzee waar de windturbines voor Tromp Binnen worden geplaatst ook nog als "ondiep" worden gekarakteriseerd. Verwacht kan worden dat geluidsdrukniveaus in de iets diepere wateren van de Noordzee bij de allerlaagste frequenties wat hoger zullen zijn ("low frequency cut off" bij geringere waterdiepten);
- geluid dat zich onder water voortplant, dooft op den duur uit. De afstand waarover geluid zich kan voortplanten hangt o.a. af van de frequentie van het geluid, de waterdiepte en de eigenschappen van de bodem. Hoe het geluid op de locatie van het windturbinepark zal uitdoven, is niet bekend. Beschikbare gegevens hebben betrekking op de resultaten van een enkele meting op een bepaalde afstand (ISD, 2007), zijn te weinig representatief voor het windturbinepark Tromp Binnen (Lindell, 2003) of geven waarschijnlijk geen goed beeld van maximale geluidsniveaus omdat de metingen bij relatief lage windsnelheden zijn uitgevoerd (Nedwell et al., 2007). Voor afstanden van 3 tot ongeveer 10 maal de gemiddelde waterdiepte vanaf de bron kan voor een zandbodem en laagfrequent geluid (boven de cut-off frequentie) met een onzekerheid van +/- 5 dB uitgegaan worden van (Marsh & Schulkin, 1962; Ainslie, pers. med.):

$$PL = 10 * \log(H) + 10 * \log(r),$$

---

12 Van het windturbinepark Nysted zijn ook meetgegevens beschikbaar, maar deze zijn voor de Noordzee minder relevant vanwege de geringe waterdiepte (6 m) en de relatief grote afstand waarop de metingen zijn verricht (175 m)

13 De relatieve toename wordt berekend door het nemen van de logaritme van het verhoudingsgetal en deze te vermenigvuldigen met 10 (vanwege de logaritmische schaal van de eenheid voor geluid). De relatieve toename van een 5 MW ten opzichte van een 2 MW turbine is dus: 10*log(5/2) = 4,0 dB

waarbij PL = propagatieverlies (dB re 1 m^2), H = waterdiepte (m) en r = afstand (m).

- deze relatie is gebruikt om het bronniveau voor de parken Paludans Flak en Horns Rev te schatten (laatste regel in tabel 8.21);
- voor het bepalen van effecten op vissen en zeezoogdieren zijn de in ISD (2007) weergegeven gegevens van het offshore windturbinepark Paludans Flak gebruikt. Hiervoor zijn de gemeten geluidsspectra bewerkt tot zogenaamde gewogen geluidsspectra, wat betekent dat de spectra zijn gecorrigeerd voor het gehoorfilter van bruinvissen, zeehonden en vissen. Hierbij is uitgegaan van de in figuur 8.3 weergegeven audiogrammen. Hierbij is voor de "0-waarde" uitgegaan van de gehoordrempel bij de frequentie van de hoogste gevoeligheid (i.e. voor bruinvis 100 kHz en voor zeehond tussen 5 en 31 kHz).

In ISD (2007) worden de geluidsniveaus gegeven voor windturbines van verschillend vermogen en op verschillende locaties voor de Deense en Zweedse kust. Voor alle windturbineparken betreft het resultaten van metingen bij verschillende windsterkten (en dus door de turbine geleverde vermogens) op een afstand van 87 tot 175 m van de turbine. In tabel 8.21 zijn beschrijvingen van de meetomstandigheden en enkele kenmerken van de gemeten geluidsspectra in drie windturbineparken opgenomen.

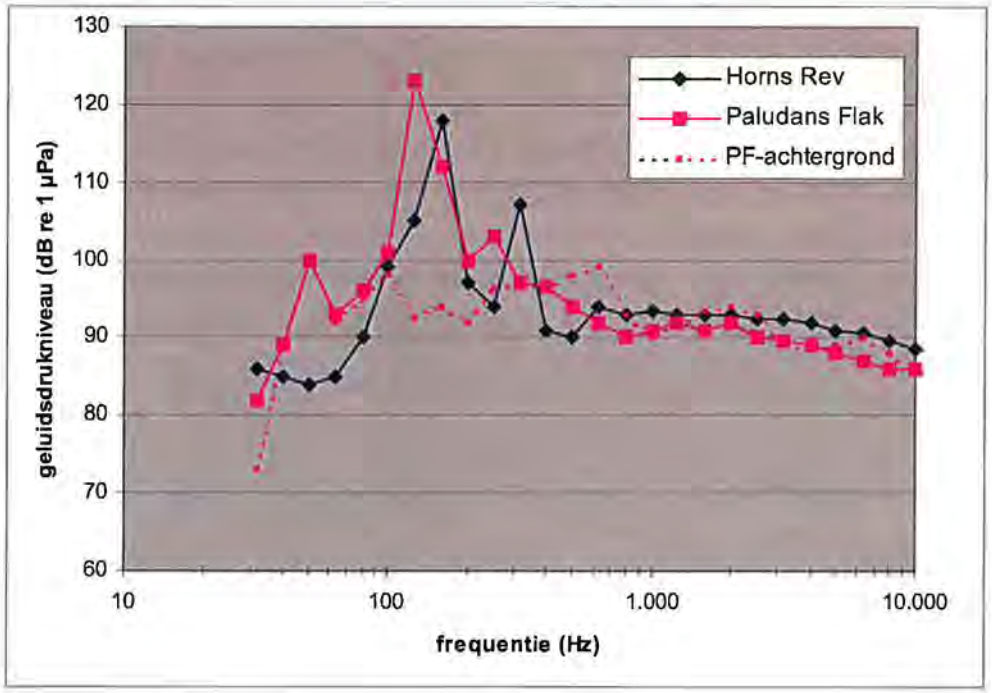
Tabel 8.21 Karakteristieken van het onderwatergeluid in de bedrijfsfase van twee windturbineparken (naar ISD, 2007)

Windturbinepark	Horns Rev	Paludans Flak
type windturbine	Vestas V80, 2 MW	Bonus, 2,3 MW
Fundering	monopaal	Monopaal
waterdiepte (m)	7-8	12
aantal gemeten spectra	5	5
gemeten range in belasting van windturbine (%)	11-100	0-100
max. gemeten geluidsdrukniveau op 100 m (dB re 1 μPa^2 per tertsband)	118	122
(Tertsband) frequentie met max. geluidsniveau (Hz)	160	125
geschat maximaal bronniveau op 1 m (dB re 1 μPa^2)[1]	142-152	148-158

[1] zie formule hiervoor

De resultaten van de metingen waarin per windturbinepark het maximale geluidsdrukniveau is waargenomen, zijn weergegeven in figuur 8.4. In de figuur is te zien dat voor de twee windturbineparken geldt dat op 100 m afstand van de turbine de toename van het onderwatergeluid bij relatief lage frequenties plaatsvindt. De gemeten geluidsdrukniveaus liggen

bovendien in dezelfde orde van grootte. Vergelijking van de geluidsdrukniveaus met en zonder draaiende windturbines laat voor Paludans Flak zien dat de draaiende windturbines alleen bijdragen aan het geluid in frequenties lager dan circa 200 Hz. Voor het windturbinepark Horns Rev is dit ca. 400 Hz (niet in de figuur weergegeven, zie ISD, 2007).



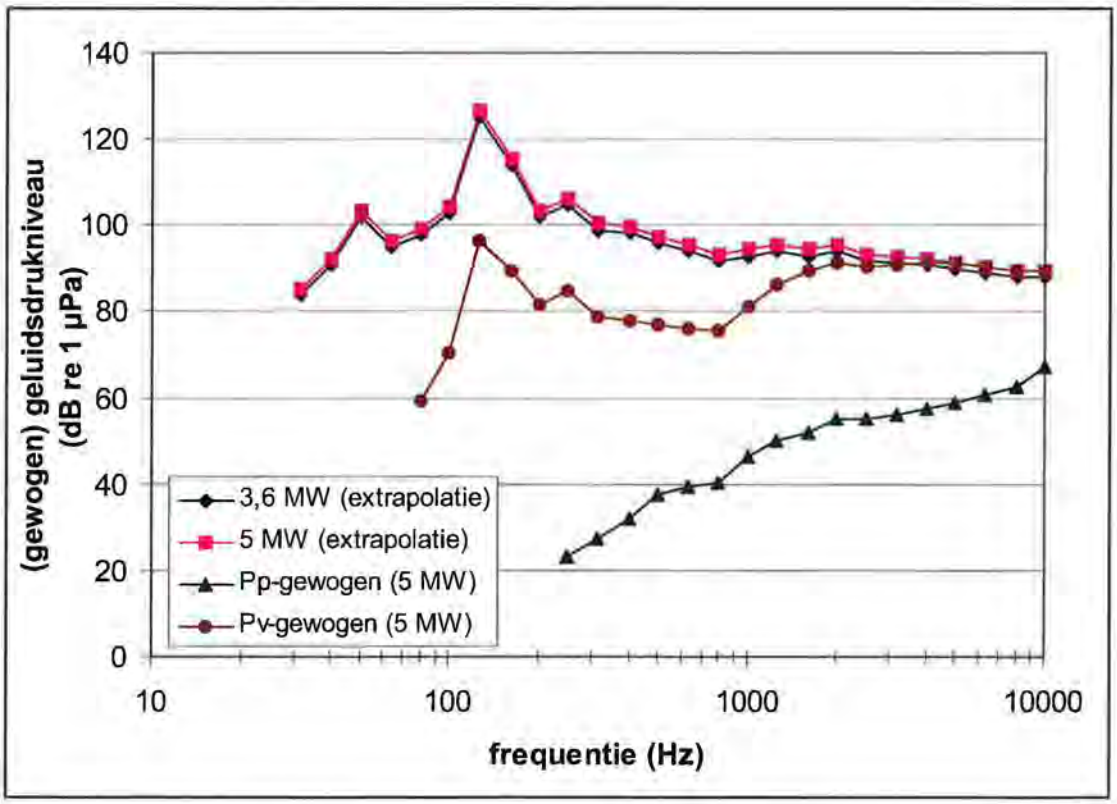
Figuur 8.4 In twee windturbineparken gemeten, in tertsbanden weergegeven geluidsspectra (dB re 1 μPa^2); metingen op circa 100 m van de windturbine (naar ISD, 2007); zie ook tabel 8.21; de gestippelde curve (PF-achtergrond) geeft het spectrum in Paludans Flak weer bij een windsnelheid van minder dan 2 m/s terwijl alle windturbines zijn uitgeschakeld

Effecten op zeezoogdieren

Zeezoogdieren zijn gevoelig voor verstoring als gevolg van onderwatergeluid. De mate van verstoring is soortspecifiek en hangt onder andere af van geluidssterkte, frequenties en de wijze waarop een gebied door een soort gebruikt wordt. Van de in dit MER in ogenschouw genomen soorten zeezoogdieren zijn van slechts een beperkt aantal soorten gegevens bekend over de mate waarin ze gevoelig zijn voor verstoring door onderwatergeluid. Dat geldt voor de bruinvis, de gewone zeehond en (in mindere mate) de tuimelaar. In de effectstudie worden de effecten alleen beschreven voor de bruinvis, de gewone zeehond en voor de grijze zeehond (deels op basis van de aanname dat de gevoeligheid van de grijze zeehond voor verstoring door onderwatergeluid gelijk is aan die van de gewone zeehond). De

tuimelaar is een dermate zeldzame verschijning voor de Nederlandse kust dat het niet zinvol is een kwantitatieve voorspelling te doen over de mate waarin de soort beïnvloed kan worden in de exploitatiefase van de windturbineparken. Ook is de kwaliteit van de voor deze soort beschikbare gegevens op basis waarvan een bruikbare dosis-effectrelatie kan worden afgeleid beperkter dan voor de beide andere soorten.

Figuur 8.5 geeft de op de hiervoor beschreven wijze naar turbines van 3,6 en 5 MW geëxtrapoleerde geluidsspectra weer, uitgaande van de op 100 m van een 2,3 MW turbine uitgevoerde metingen in windturbinepark Paludans Flak. Daarnaast zijn in deze figuur de naar de audiogrammen van bruinvis en gewone zeehond gewogen geluidsspectra voor het geluid van 5 MW turbines weergegeven. In de figuur is duidelijk te zien dat bruinvissen in het frequentiebereik waarbinnen de geluidsdrukniveaus als gevolg van draaiende windturbines zijn verhoogd aanzienlijk minder gevoelig zijn dan zeehonden (de groene lijn ligt veel lager dan de bruine).



Figuur 8.5 Op metingen in het windturbinepark Paludans Flak gebaseerde ongewogen en naar het gehoorfilter van bruinvis en gewone zeehond gewogen geluidsdrukniveaus in tertsbanden op 100 m van de windturbine (dB re 1 μPa^2); Pp = bruinvis (*Phocoena phocoena*); Pv = gewone zeehond (*Phoca vitulina*)

Eventuele effecten als gevolg van het door draaiende windturbines veroorzaakte onderwatergeluid op het gedrag van bruinvissen en zeehonden zijn ingeschat door de gewogen spectra tussen de (tertsband)frequenties van 31,6 en 10.000 Hz te integreren en te vergelijken met door Kastelein et al. (2008) voorgestelde gewogen grenswaarden (tabel 8.22)[14]. Zowel voor bruinvissen als voor zeehonden ligt het niveau onder het niveau waarbij vermijdingsgedrag kan worden verwacht. Dit betekent dat bruinvissen en zeehonden windturbines tot op een afstand van 100 m zullen naderen zonder een gedragsverandering te vertonen. Op grond van de beschikbare gegevens kan niet worden bepaald welke afstand de twee soorten minimaal tot draaiende windturbines zullen bewaren, omdat meetgegevens van 100 m niet zonder meer te extrapoleren zijn naar een bronniveau op 1 m.

[14] Omdat is geïntegreerd tot 10.000 Hz wordt een aanzienlijk deel van het achtergrondgeluid meegeteld in het berekende breedband geluidsdrukniveau (zie figuur 8.4).

Tabel 8.22 Geschatte, naar het gehoorfilter gewogen breedband geluidsdrukniveaus (31,6 – 1000 Hz) op een afstand van 100 m van een draaiende, maximaal belaste windturbine (5 MW) in vergelijking met grenswaarden voor tijdelijke gehoorbeschadiging (TTS) en mijdingsgedrag bij bruinvis en gewone zeehond; geluidsdrukniveau in dB re 1 μPa^2

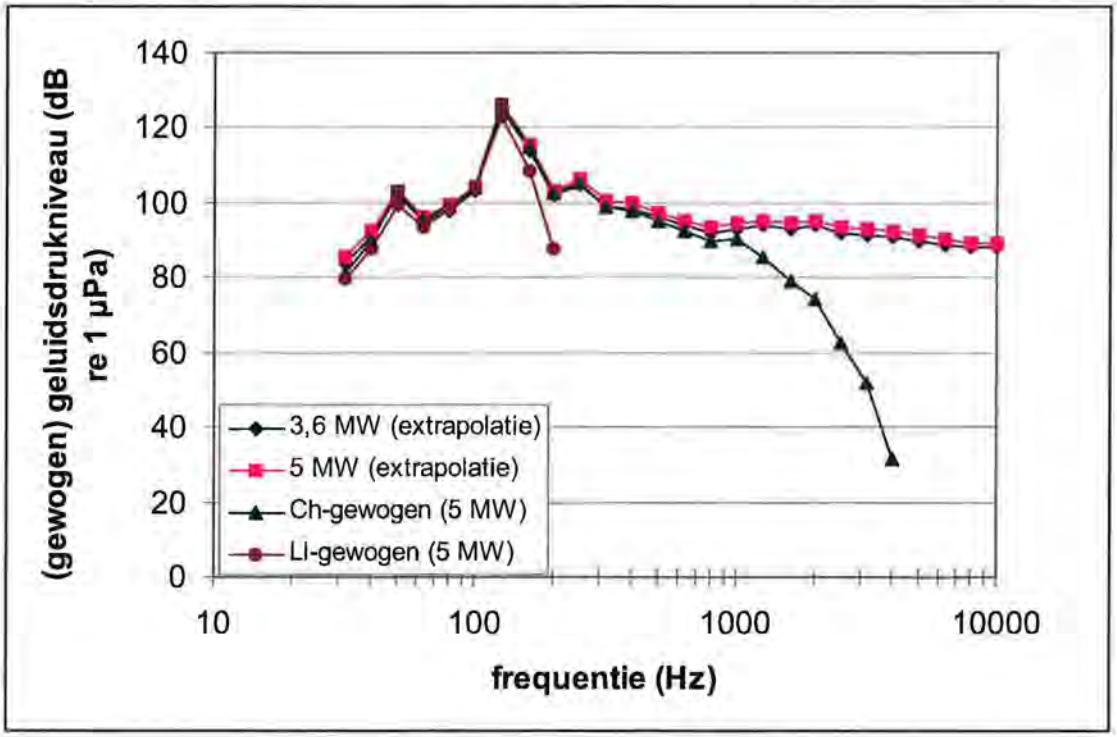
	breedband geluidsniveau op 100 m van een draaiende windturbine (dit MER)	Temporary Threshold Shift[1]	mijding[1]
Bruinvis	48	135	97[2]
Gewone zeehond	98	145	105

[1] grenswaarden overgenomen uit Kastelein et al., 2008; waarden zijn gewogen naar een, niet in de publicatie weergegeven audiogram

[2] er is gekozen voor de laagste van de twee door Kastelein et al. (2008) gegeven waarden (worst case)

Effecten op vissen

Hoewel vissen minder gevoelig voor onderwatergeluid zijn dan zeezoogdieren, is hun gevoeligheid het grootst bij relatief lage frequenties van 30 Hz tot ongeveer 1 kHz. Dit betekent dat de meeste vissen de geluiden die door draaiende windturbines worden gegenereerd relatief goed kunnen horen. Op vergelijkbare wijze als hiervoor voor bruinvissen en zeehonden is gedaan, is in figuur 8.6 de gevoeligheid van haring (gehoorspecialist) en schar (gehoorgeneralist) voor het geluid van draaiende, maximaal belaste windturbines (5 MW) weergegeven. Uit de figuur is af te leiden dat de maximale gevoeligheid van deze twee voorbeeldsoorten in hetzelfde frequentiebereik ligt als het van de windturbines afkomstige geluid. De soorten verschillen in het frequentiebereik van hun gehoor (haring heeft een groter bereik) en de hoogte van de gehoordrempel, die bij schar hoger is (zie audiogrammen in figuur 8.3).



Figuur 8.6 Op metingen in het windturbinepark Paludans Flak gebaseerde ongewogen en audiogram gewogen geluidsdrukniveaus in tertsbanden op 100 m van de windturbine (dB re 1 µPa^2); Ch = haring (*Clupea harengus*); Ll = schar (*Limanda limanda*)

Voor een inschatting van het effect van draaiende windturbines op vissen is het ongewogen[15] spectrum tussen de (tertsband)frequenties van 31,6 en 10.000 Hz geïntegreerd en vergeleken met de door Kastelein et al. (2008) afgeleide waarden voor een theoretische vissoort in de Noordzee (tabel 8.23). Op 100 m van een maximaal belaste turbine ligt het breedbandgeluidsniveau boven het geluidsniveau waarbij volgens Kastelein et al. (2008) een schrikreactie optreedt. Het ligt echter ruim onder het niveau waarbij tijdelijke doofheid optreedt (TTS). Dit betekent dat relatief goed horende vissen als de haring het geluid van de turbine op deze afstand zeker zullen horen en het gebied mogelijk zelfs zullen mijden. Ook Thomsen et al. (2008) komen tot de conclusie dat gehoorgeneralisten als schar en zalm het geluid tot op 1 kilometer van de draaiende turbines kunnen horen (i.e. het komt boven de achtergrond uit) en dat dat voor kabeljauw en haring zo'n 4-5 kilometer is. Zij geven daarbij echter aan dat dit voor de Oostzee geldt waar het achtergrond geluidsniveau waarschijnlijk

[15] Voor de haring, de gevoeligste Noordzee soort waarvan gegevens beschikbaar zijn, maakt het niet uit omdat bij deze soort over de hele breedte van het windturbinegeluid het gehoor op zijn gevoeligst is. Kastelein et al. (2008) geven uitsluitend ongewogen geluidsniveaus

een stuk lager ligt dan in de Noordzee. In de Noordzee ligt de gehoorsafstand dus mogelijk dichterbij de turbines.

Tabel 8.23 Geschatte breedband geluidsniveaus (31,6 – 1000 Hz) op een afstand van 100 m van een draaiende, maximaal belaste windturbine (5 MW) in vergelijking met grenswaarden voor tijdelijke doofheid (TTS) en het optreden van een schrikreactie bij vissen; geluidsniveau in dB re 1 μPa^2

	breedband (ongewogen) geluidsniveau op 100 m van een draaiende windturbine	Temporary Threshold Shift*	Schrikreactie*
gehoorspecialist (bijv. haring)	127	155	120

* grenswaarden voor series van laag frequente geluidspulsen, overgenomen uit Kastelein et al., 2008; grenswaarden voor continu geluid liggen mogelijk iets lager.

De gehoorsafstand zegt echter nog niets over een eventuele gedragsrespons bij vissen. Wahlberg & Westenberg (2005) schatten dat vissen pas op een afstand van 4 m van draaiende windturbines worden afgeschrikt. Dit zou betekenen dat een relatief gering deel van het windturbinepark door vissen zal worden gemeden. Daarnaast is in de Bio-wind studie gevonden dat sommige vissoorten juist worden aangetrokken door de beschikbaarheid van prooi op en rondom de funderingen van de windturbines, hetgeen inhoudt dat het door de betreffende windturbines geproduceerde geluid blijkbaar niet als hinderlijk wordt ervaren (Judd et al., 2003). Uit de resultaten van monitoring in de Deense windturbineparken Horns Rev en Nysted zijn geen verschillen gebleken tussen de samenstelling van de visgemeenschappen binnen en buiten de windturbineparken. Dit zou betekenen dat de in deze wateren voorkomende vissoorten de windturbineparken blijkbaar niet mijden (DONG Energy, 2006). Tot de aangetroffen soorten behoorde ook de relatief gevoelige haring.

Ondanks een geconstateerd gebrek aan informatie over de effecten van windturbineparken in de bedrijfsfase op vissen, concluderen Prins et al. (2008) toch dat de verstoringsafstanden klein zijn en dat eventuele negatieve effecten minder groot zijn dan de positieve effecten van de afwezigheid van visserijdruk en biotoopveranderingen. Zij stellen vast dat vanwege de, ten opzichte van het totale leefgebied geringe oppervlakte waarover de effecten zich afspelen, effecten op visbestanden in de Noordzee zijn te verwaarlozen. De in dit MER gepresenteerde informatie geeft geen aanleiding tot het trekken van andere conclusies.

Conclusies effecten van geluid tijdens de bedrijfsfase
Zeehonden en bruinvissen zullen het geluid van de draaiende turbines tot op een afstand van 100 m niet mijden. De beschikbare gegevens laten het niet toe uitspraken te doen over de afstand tot waar zij de turbines zullen naderen. Zowel voor bruinvissen als voor zeehonden geldt dat als zij de turbines al mijden, dit op zeer korte afstand zal zijn. Het biotoopverlies dat hierdoor optreedt is daarom verwaarloosbaar klein.

Ook voor de vissoorten die gevoelig zijn voor het door de draaiende turbines gegenereerde onderwatergeluid geldt dat een eventueel biotoopverlies verwaarloosbaar klein is ten opzichte van het totale leefgebied.

Elektromagnetische velden
Voor de beschrijving van de effecten van elektromagnetische velden rond de elektriciteitskabels wordt verwezen naar paragraaf 8.4.7, waarin zowel het effect van de interne kabels als van de kabels die tussen Tromp Binnen en de wal moeten worden aangelegd worden besproken. De conclusie is dat van het gebruik van de kabels in en buiten het windturbinepark geen negatieve effecten op het onderwaterleven zijn te verwachten.

Verandering biotoop door funderingen
Door het plaatsen van de funderingen voor de windturbines wordt hard substraat geïntroduceerd op een plaats waar dat eerst niet bestond. In feite gaat het om een nieuw habitat/natuurtype, zij het niet natuurlijk. Uit onderzoek naar de aangroei op scheepswrakken, kunstmatige riffen en pijlers van meetposten op zee kan in algemene zin redelijk worden voorspeld hoe de funderingen en diverse staalconstructies begroeid zullen raken. Van boven (wateroppervlak) naar beneden ontstaan een getijdenzone, een sublitorale wierenzone en sublitorale, met dieren begroeide zones.

Analoog aan de effectvoorspelling voor het Near Shore Windturbinepark (Grontmij, 2003) kan worden verondersteld dat zich op het onderwatergedeelte van de fundering voor de windturbines een dikke laag mosselen zal ontwikkelen. Op basis van onderzoek van Waardenburg (1987) naar de begroeiing van de fundering van meetpost Noordwijk en de waarneming dat de fundering van boorplatforms tot op 30 m met mosselen begroeid kan raken (van der Winden et al., 1997), wordt ervan uitgegaan dat op den duur de pijler geheel met mosselen begroeid zal raken. Deze mosselen vormen weer een biotoop voor allerlei vrij kruipende soorten, zoals wormen, krabben en kreeften die op hun beurt weer voedsel kunnen vormen voor o.a. vissen. De hieronder weergegeven tabel bevat voor de verschillende inrichtingsvarianten en typen funderingen een schatting van de totale biomassa mosselen die zich op de pijlers in het windturbinepark kan ontwikkelen. Hierbij is ervan

uitgegaan dat het asvrij drooggewicht (ADW) gemiddeld 3,2 kilo/m^2 zal bedragen (Waardenburg, 1987).

Hoewel twee van de drie OSPAR-aandachtssoorten echte hard substraatorganismen zijn, is niet te verwachten dat deze soorten zich op de funderingen van de windturbines zullen vestigen. Dit heeft vooral te maken met het feit dat de soorten nu zo zeldzaam zijn dat er nauwelijks larven zijn die zich kunnen verspreiden, niet zo zeer met het feit dat het substraat niet geschikt zou zijn.

Bij de berekening is ervan uitgegaan dat de gemiddelde waterdiepte 27,5 m bedraagt, de (hoofd)pijlers cirkelvormig zijn met een straal van respectievelijk 3,25 m, 3,0 en 3,15 voor de monopaal funderingen van de 3,6 MW turbines en de "gravity based" en "tripod" funderingen van de 5 MW klasse. Voor de funderingen waarbij sprake is van een hoofdpijler ("gravity based" en "tripod") is ervan uitgegaan dat het onderwaterdeel van de hoofdpijler vergelijkbaar is met een monopaal fundering, maar dat de totale begroeibare oppervlakte groter is door de verbrede voet ("gravity based") of de steunconstructies (tripod). Bij de jacket constructie bestaat het onderwaterdeel uit een stalen vakwerkconstructie en staat het paalgedeelte in zijn geheel boven de waterlijn. Voor het bepalen van de totale begroeibare oppervlakte zijn de dimensies geschat uit de in dit MER opgenomen tekeningen. In tabel 8.24 is het resultaat van de schattingen weergegeven.

Tabel 8.24 Begroeiing pijlers windturbines met mosselen per variant

windturbinevariant	type fundering	begroeibare oppervlakte (ha)	biomassa mosselen (ton[1])
3,6 MW compact	Monopaal	3,6	116
3,6 MW ruim	Monopaal	2,3	73
5MW compact	Gravity based	7,4	236
	Tripod	9,3	299
	Jacket	6,6	213
5 MW ruim	Gravity based	6,0	192
	Tripod	7,6	243
	Jacket	5,4	173

[1] asvrij drooggewicht

Uitgaande van een gemiddelde biomassa van bodemdieren in de zeebodem van 13,6 g/m^2 (asvrij drooggewicht) in dit deel van de Noordzee (Holtmann e.a., 1996) bedraagt de biomassa in de zeebodem van het windturbinepark in totaal een kleine 450 ton (asvrij drooggewicht). De begroeiing van funderingen met mosselen betekent binnen het windturbinepark een substantiële toename van de biomassa aan bodemdieren, globaal met 16-67% (totale

biomassa mosselen (ton) / 450 x 100). De toename is het grootst in de windturbinevarianten met de meeste turbines (5 MW compact) gecombineerd met het funderingstype met het grootste begroeibaar oppervlak (tripod). Op de schaal van het NCP is de toename echter verwaarloosbaar, zelfs voor de alternatieven met het grootste oppervlak.

Kathodische bescherming funderingen

Om corrosie van de funderingen tegen te gaan wordt de fundering van de windturbines voorzien van kathodische bescherming door het aanbrengen van zogenaamde opofferings-anodes. Deze anodes zijn van aluminium of zink en lossen door elektrolyse, waarbij de stalen fundering als kathode fungeert, langzaam in het zeewater op. In het windturbinepark Tromp Binnen zullen zinkanodes worden gebruikt. Totaal wordt per turbine maximaal 4.000 kg aan zinkanodes geplaatst (3,6 MW monopalen)[16]. Er wordt van uitgegaan dat de anodes over een periode van 20 jaar (de geschatte maximale levensduur van de windturbines) voor 100% oplossen in het zeewater. Dit betekent dat de jaarlijkse emissie van het hele windturbinepark, waarin 89 turbines staan (compacte variant), ongeveer 17.800 kg zink zal zijn. Per dag zal ongeveer 48,8 kg in het zeewater terechtkomen.

Onderstaand rekenvoorbeeld laat zien dat deze emissie een verwaarloosbare verhoging van de concentraties in het zeewater tot gevolg heeft en dat hiervan geen negatieve effecten op het onderwaterleven zijn te verwachten.

Rekenvoorbeeld: emissies metalen (worst case)

Per dag wordt in het windturbinepark respectievelijk 48,8 kg aan het zeewater afgegeven. Omdat het zeewater in dit deel van de Noordzee goed is gemengd kan ervan worden uitgegaan dat deze hoeveelheid zich gelijkmatig over de waterkolom verspreidt. In de worst case wordt ervan uitgegaan dat er geen waterbeweging is en dat per dag dus inderdaad een concentratieverhoging in het windturbinepark met de genoemde hoeveelheid optreedt. Dit betekent dat binnen het windturbinepark (oppervlakte 3.300 ha) in een waterkolom van 1 m^2 over een dag de concentratie zink toeneemt met respectievelijk 1,48 mg, wat bij een gemiddelde waterdiepte van 27,5 m overeenkomt met 0,05 µg per liter. Ter vergelijking: in de Noordzee ligt de achtergrondconcentratie van zink tussen 1 en 3 µg/l (www.waterstat.nl). In aanmerking genomen dat het water zich met een snelheid van ongeveer 0,85 m/s verplaatst (= circa 73 km/dag) waardoor verdere verdunning optreedt, kan worden geconcludeerd dat het hier om een verwaarloosbaar effect gaat.

[16] Voor de andere funderingstypen is dit aanzienlijk minder: 250 zink of aluminium (Gravity based) en 240 kg zink (Tripod en Jacket) per turbine

Stopzetten visvangst ("mini zeereservaat")
Het windturbinepark zelf en een zone van 500 m daaromheen zal worden gesloten voor visserij, waaronder de bodemberoerende visserij. Dit betekent dat in dit "mini zeereservaat" een ongestoord bodemleven kan ontstaan over een oppervlakte van ongeveer 52,5 km^2. Door deze refugiumfunctie neemt de kwaliteit van het habitat/natuurtype toe. Tevens zou een positief effect op aandachtssoorten van vissen die op en nabij de bodem foerageren worden verwacht, omdat deze niet langer worden bevist. Naar verwachting zal dit effect echter nauwelijks meetbaar zijn, omdat de betreffende vissen van een veel groter gebied dan het studiegebied gebruik maken. Ook wordt er daarbij vanuit gegaan dat vissen het windturbinepark (of delen daarvan) niet zullen mijden vanwege eventuele té hoge geluidsniveaus.

Daarnaast neemt de hoeveelheid voedsel (bodemdieren) toe. Eerder is in het kader van een compensatieproject voor de aanleg van Maasvlakte 2 (Zeereservaat in de Voordelta) een literatuurstudie verricht naar de mogelijk effecten van het beëindigen van de bodemberoerende visserij op diverse locaties in de Zuidelijke Noordzee. Het betrof locaties die goed vergelijkbaar zijn met het plangebied voor Tromp Binnen. Hieruit is gebleken dat bij stopzetten van bodemberoerende vormen van visserij de biomassa bodemdieren met 7 tot 76% kan toenemen (Heinis & Spaan, 2003). Dit zou lokaal tot een toename van aantal c.q. biomassa vissen kunnen leiden van 1-10%. Omdat deze worden aangetrokken door de toegenomen voedselbeschikbaarheid is een dergelijk toename mogelijk wel meetbaar.

Gezien de relatief beperkte omvang van de voor visvangst afgesloten zone op het NCP als geheel (minder dan 0,1%) is het effect op de populatie-omvang van aandachtssoorten vissen marginaal tot verwaarloosbaar.

Barrièrewerking windturbinepark
Tijdens de operationele fase zullen de dichtst bij de turbines gelegen delen van het windturbinepark door bepaalde diersoorten mogelijk worden gemeden vanwege té hoge geluidsniveaus. Het gaat daarbij vooral om relatief gehoorgevoelige vissoorten en zeehonden. Zeehonden (en vooral de grijze zeehond) hebben een grote actieradius en gebruiken een groot deel van de Noordzee tijdens hun foerageertochten. Daarnaast trekken dieren ook heen en weer tussen Waddenzee, Voordelta en Engeland. Op deze tochten kunnen dieren ook het plangebied Tromp Binnen bereiken (zie figuur 8.1). De geringe grootte van het windturbinepark en de relatief grote afstand van het park tot de kustlijn van Nederland maakt dat dit park op zichzelf geen belemmering kan opleveren voor deze zwerf- en trekbewegingen (geen barrièrewerking).

Bruinvissen kennen geen vaste migratiepatronen. Voor bruinvissen speelt alleen het eventuele biotoopverlies tijdens de aanleg of gebruiksfase van Tromp Binnen een rol.

8.4.6 Effecten van demontage van windturbinepark Tromp Binnen

Bij de demontage van het windturbinepark is net als bij de aanleg sprake van extra activiteit van schepen op de locatie (zie hoofdstuk 3 voor een beschrijving van de werkzaamheden). Voor de demontage van **monopaalfunderingen** is een belangrijk verschil met de aanleg echter dat voor de sloop van het park geen heiwerkzaamheden hoeven te worden verricht. Deze leiden, zoals hiervoor is beschreven tot de belangrijkste effecten op het onderwaterleven. Hoewel bij het verwijderen van de funderingen bij het doorzagen van de palen ook geluid zal worden geproduceerd, zal dit aanmerkelijk minder zijn dan tijdens het heien. Het zagen zal namelijk op 6 meter onder de zeebodem plaatsvinden, waardoor sterke demping zal optreden. De overige effecten van de sloop van het park zijn in grote lijnen vergelijkbaar met de overige effecten van de aanleg en worden hier daarom niet meer apart besproken.

Bij de ontmanteling van **'gravity based'** funderingen zal net als bij de bouw ervan gebruik worden gemaakt van een sleephopperzuiger om het in de fundering aanwezige zand op te zuigen en elders te deponeren. Uit elke fundering komt 2.550 – 3.400 m^3 zand. Voor 60 funderingen moet dus maximaal 204.000. m^3 zand worden gedeponeerd in de funderingskuilen. Analoog aan de berekening voor de effecten van het storten van het bij de aanleg vrijgekomen zand (zie par. 8.4.4) zou als gevolg hiervan de bodem over ca. 30 ha (< 0,001% van het NCP) zeebodem min of meer in de oorspronkelijke staat worden teruggebracht met vergelijkbare troebeling als bij de aanleg. Ten opzichte van de totale oppervlakte leefgebied van de hier voorkomende, zeer wijd verbreide bodemdierengemeenschap is dit een verwaarloosbaar effect. De gegenereerde maximale geluidsniveaus onder water zijn volledig vergelijkbaar met die tijdens de aanleg van het windturbinepark. Ook de duur van de ontmantelingsfase is vergelijkbaar met die van de bouw. Voor de effecten op het onderwaterleven wordt derhalve verwezen naar paragraaf 8.4.4. De overige effecten van de sloop van het park zijn in grote lijnen vergelijkbaar met de overige effecten van de aanleg en worden hier daarom niet meer apart besproken.

8.4.7 Kabeltracés: effecten van aanleg, gebruik en verwijdering

Conform de resultaten van de afbakening van relevante effecten (zie paragraaf 8.4.2) komen in deze paragraaf de volgende effecten van de aanleg, het gebruik en de verwijdering van de kabels tussen Tromp Binnen en het land op het onderwaterleven aan de orde:

- effecten van geluid (als gevolg van scheepvaart voor aanleg, onderhoud en verwijdering)
- effecten van bodemverstoring tijdens de aanleg van de bekabeling (zie ook hoofdstuk 5)
- effecten van troebeling tijdens de aanleg van de bekabeling (zie ook hoofdstuk 5)
- effecten van emissies schepen (antifouling en verbrandingsgassen)
- effecten van elektriciteitstransport (elektromagnetische velden).

Geluid

Voor het windturbinepark Tromp Binnen bedraagt de doorlooptijd van de aanleg van de kabeltracés van het windturbinepark naar de wal ongeveer 3 maanden. De bij de werkzaamheden betrokken schepen produceren geluid dat tot effecten op vissen en zeezoogdieren kan leiden. Op basis van Richardson et al. (1995, tabel 6.9) kan worden aangenomen dat het bronniveau voor de gebruikte schepen in het frequentiebereik 50-200 Hz tussen 140 en 180 dB re 1 μPa^2m^2 zal liggen. Deze geluiden worden door vissen en zeezoogdieren zeker gehoord. De combinatie van relatief lage frequenties met breedband bronniveaus tussen 140 en 180 re 1 μPa^2m^2 sluit uit dat er gehoorschade bij zeezoogdieren optreedt. Wel zullen zowel vissen als zeezoogdieren schepen die op maximaal vermogen draaien mogelijk mijden. Het lokale en tijdelijke karakter van de zich in tijd en ruimte verplaatsende werkzaamheden maakt dat geen noemenswaardige effecten hiervan op het onderwaterleven zijn te verwachten. Zie hiervoor ook de eerder behandelde geluidseffecten van vaartuigen tijdens aanleg.

Bodemverstoring

De met aanleg van de windturbines en met name van de kabels gepaard gaande graafwerkzaamheden leiden tot een kleinschalige, tijdelijke verstoring van de zeebodem.

Ter plaatse van de vergravingen heeft dit als belangrijkste effect dat niet-mobiele (ingegraven) bodemdieren sterven door beschadiging of doordat ze met te veel sediment bedekt raken. Om de gevolgen hiervan op de kwaliteit van het habitat/natuurtype te kunnen beoordelen wordt (als worst case scenario) aangenomen dat alle aanwezige bodemfauna door de aanlegwerkzaamheden verdwijnt. De omvang van de gevolgen van de verstoring van de zeebodem hangt af van het soort graafapparatuur dat gebruikt zal worden, de lengte van de route en de biomassa van de daar voorkomende bodemdieren. Voor wat betreft de bodemdieren gaat het – naast een lokaal verlies aan biomassa – ook om de kans dat eventueel schelpenbanken worden geraakt die een belangrijke voedselbron voor schelpdieretende vogels vormen (kwaliteit habitat/natuurtype). Langs de Hollandse kust vervullen goed ontwikkelde Spisulabanken namelijk een belangrijke functie als voedselbron voor overwinterende Zwarte zee-eenden.

Onderstaande tabel 8.25 bevat een overzicht van de oppervlakten verstoorde zeebodem per variant. Dit is berekend door per kabeltracé de totale lengte van het tracé te vermenigvuldigen met 5 en 10 voor respectievelijk trenchjetten en baggeren van de kabelgleuf. Er is daarbij onderscheid gemaakt naar het deel van het tracé dat in de kustzone is gelegen (0-20 m diepte) en het daarbuiten gelegen deel.

Tabel 8.25 Minimale en maximale oppervlakten verstoorde zeebodem per tracé (breedte kabelgleuf als gevolg van trenchjetten en baggeren respectievelijk 5 m en 10 m)

Tracé	oppervlakte verstoorde bodem (in ha)			
	kustzone (0 – 20m)		offshore	
	minimaal	maximaal	minimaal	maximaal
K1 (voorkeursroute)	15,3	30,6	61	122
K2	16,5	33	63	126
K3	15,9	31,8	61,3	123

Door het aanleggen van de kabel treedt over een oppervlakte van maximaal 33 ha in de kustzone en 126 ha in het offshore gebied verstoring van de zeebodem op. Als ervan wordt uitgegaan dat alle hier voorkomende bodemdieren zullen sterven, betekent dit een afname van het totale leefgebied van de bodemdiergemeenschappen van de kust en offshore van respectievelijk 0,004 en 0,006%). Dit verlies is verwaarloosbaar. Effecten op aandachtssoorten bodemdieren, vissen en zeezoogdieren zijn ook niet te verwachten, vooral vanwege de, in verhouding tot het leefgebied, zeer geringe schaal van de ingreep en het tijdelijke karakter van biotoopveranderingen.

Over een eventueel effect op Spisulabanken wordt het volgende opgemerkt:
een goed ontwikkelde Spisulabank is kilometers lang en loopt evenwijdig aan de kustlijn. Het dwars op een bank trekken van een sleuf van een meter breed heeft slechts een zeer geringe invloed op de totale omvang van de bank en daarmee op de voedselvoorraad voor zee-eenden. Bovendien is het effect tijdelijk zoals is gebleken uit het volledig herstel van Spisulabanken nadat grootschalige vooroeversuppleties hadden plaatsgevonden (Leopold & Baptist, 2007). Als er tijdens de aanleg een goed ontwikkelde Spisulabank wordt doorsneden, zijn de effecten dus klein en tijdelijk. Overigens is de kans dat een goed ontwikkelde, voor zee-eenden te benutten Spisulabank wordt doorsneden verwaarloosbaar aangezien de Spisulastand de laatste jaren erg laag is (Craeymeersch & Perdon, 2006; Leopold & Baptist, 2007). Spisula vormt momenteel dan ook geen voedselbron van betekenis voor foeragerende zee-eenden.

Troebeling (aanleg en verwijderen)
Effecten van troebeling en sedimentatie ten gevolge van de aanleg en het verwijderen van de elektriciteitskabel zijn vergelijkbaar met de effecten van de aanleg en het verwijderen van de bekabeling in het windturbinepark. Deze effecten zijn beschreven in paragraaf 8.4.4.

Emissies (aanleg, onderhoud en verwijderen)
Zoals berekend in relatie tot effecten op onderwaterleven in paragraaf 8.4.4 is de omvang van toxische emissies tijdens aanlegwerkzaamheden van het windturbinepark zelf bijzonder laag. Berekening van concentraties volgens een worst case benadering levert verwaarloosbaar lage niveaus op. Het totaal aantal scheepsbewegingen is bij kabelaanleg, kabelonderhoud en de eventuele verwijdering ervan veel geringer dan bij de aanleg van het windturbinepark. Dit betekent dat de invloed van emissies op concentraties in zeewater nog geringer is. Ook ten aanzien van de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van de kabels geldt dus dat effecten verwaarloosbaar zijn.

Elektromagnetische velden
De fysische principes van elektromagnetische velden worden behandeld in hoofdstuk 10 (paragraaf 10.3.1.2). Daar worden ook de berekeningen van de veldsterkten gepresenteerd. In de navolgende tekst worden de effecten van deze velden op het onderwaterleven behandeld.

Afwijkingen van het aardmagnetisch veld kunnen, afhankelijk van de sterkte en de plaats, effecten hebben op de oriëntatie en migratie van verschillende soorten vissen (paling, zalmachtigen, haaien) en zeezoogdieren (diverse refs. in IIAS, 2001). Zoals besproken in hoofdstuk 10 veroorzaakt het lokale magnetische veld rond de kabel (dat ontstaat door de stroom die door de kabel loopt) op zijn beurt weer een zwak elektrisch veld. Gradiënten in elektrische velden kunnen tot een verandering in het gedrag van bepaalde vissen leiden. Voor wat betreft de eventuele effecten van de met het gebruik van de kabel voor het windturbinepark geïnduceerde elektrische veld gaat het daarbij uitsluitend om kraakbeenvissen (haaien en roggen); beenvissen reageren niet op elektrische velden van minder dan 6 V/m, i.e. 6 x 106 µV/m (Uhlman, 1975). Dergelijke, relatief sterke velden komen rond de elektriciteitskabels voor Tromp Binnen niet voor (zie tabel 8.26).

Tabel 8.26 Maximale sterkte magnetisch veld en (geïnduceerd) elektrisch veld op 1 m van de kabel (zie paragraaf 10.3.1 voor berekeningen)

	natuurlijke achtergrond	windturbinepark -> land	binnen windturbinepark
maximale spanning	n.v.t.	150 kV	32 kV
maximale stroomsterkte	n.v.t.	732 A	480 A
magnetisch veld	48-50 µT	10 µT	10 µT
geïnduceerd elektrisch veld	10 - 35 µV/m	2 - 7 µV/m	2 - 7 µV/m

De meeste kraakbeenvissen, zoals haaien en roggen, hebben elektro-sensorische organen (de ampullen van Lorenzini) en zijn in staat om met een grote gevoeligheid elektrische velden te detecteren. Hiermee kunnen ze het bio-elektrisch veld waarnemen, dat als gevolg van zenuw- en spieractiviteiten rond hun prooidieren aanwezig is (Schmidt-Nielsen, 1979). Uit experimenten is gebleken dat kraakbeenvissen een gevoeligheid voor potentiaalverschillen vertonen tussen 0,5 µV/m en 1.000 V/m (Kalmijn, 1982; Gill & Taylor, 2001). Elektrische velden met sterktes van 100 µV/m of meer worden vooral vermeden, terwijl zwakkere elektrische velden van 10 µV/m juist een aantrekkende werking hebben (Gill & Taylor, 2001). De potentiaalverschillen die rond de elektriciteitskabels ontstaan, liggen onder de genoemde waarde van 10 µV/m maar zijn hoger dan 0,5 µV/m en kunnen dus in principe door kraakbeenvissen worden gedetecteerd. Het is echter de vraag of kraakbeenvissen dergelijke lage waarden in veldsituaties kunnen waarnemen aangezien de waarden ruim onder die van het aardmagnetische veld liggen (zie tabel 8.26).

Uit resultaten van veldexperimenten bij een hoogspanningskabel tussen Zweden en Duitsland, is gebleken dat migratiepatronen van paling niet worden beïnvloed door de aanwezigheid van de kabel (Westerberg & Begout-Andras, 1999). Ook is uit divers onderzoek gebleken dat kraakbeenvissen en zeezoogdieren niet negatief worden beïnvloed door de aanwezigheid van hoogspanningskabels in zee (diverse refs. in IIAS, 2001). De kabel van het windturbinepark veroorzaakt een veel geringer effect op het aardmagnetisch veld dan de hoogspanningskabels in de genoemde onderzoeken.

Zowel in het offshore gedeelte van het studiegebied als in kustzone komen vooral beenvissen voor. Zoals eerder aangegeven zijn beenvissen niet gevoelig voor de door de elektrische stroom opgewekte magnetische en geïnduceerde elektrische velden. Kraakbeenvissen, waaronder haaien en roggen worden in het studiegebied slechts sporadisch aangetroffen. De rond de kabel optredende veldsterktes liggen binnen de door kraakbeenvissen tijdens predatie gebruikte range voor lokalisering van prooidieren (0,5 – 100 µV/m). De sterkte van het veld neemt met de afstand tot de kabel snel af, maar toch zou deze groep vissen tot op

een afstand van 4-5 meter van de kabels (= 3-4 meter van de zeebodem boven de kabel) het veld kunnen detecteren (zie ook figuur 10.7). Het is niet bekend of dit daadwerkelijk tot (zeer lokale) verstoring van de prooidetectie kan leiden.

De conclusie is dat gezien het zeer lokale karakter van het magnetische veld geen gevolgen van elektromagnetische velden voor organismen in zee worden verwacht. In de directe nabijheid van de kabel zijn effecten van het in het magnetisch veld geïnduceerde elektrische veld op het predatiegedrag van kraakbeenvissen niet helemaal uit te sluiten. Omdat het een zeer lokale verstoring betreft, de betreffende soorten zeer sporadisch in het studiegebied voorkomen en een groot, zich ruimschoots buiten de grenzen van het NCP uitstrekkend verspreidingsgebied hebben (Muus et al., 1999), zijn effecten op populatieniveau niet te verwachten. Effecten op de overige fauna, inclusief beenvissen, kunnen eveneens worden verwaarloosd.

Conclusies effecten aanleg, gebruik/onderhoud en verwijdering kabeltracés
De effecten tijdens de aanleg van de kabels op zee op het onderwaterleven zijn zeer lokaal en tijdelijk van aard. Effecten van bodemberoering en troebeling treden alleen op in een smalle zone rond de locatie waar op dat moment vergraving en/of trenching plaatsvindt. Dit oppervlak is zeer gering ten opzichte van het totaal van de betreffende natuur- en habitattypen in het studiegebied, respectievelijk de Nederlandse kustzone en het NCP als geheel. De effecten van toxische emissies van schepen zijn verwaarloosbaar. De elektromagnetische velden die in de exploitatiefase rond de kabels ontstaan zijn zeer lokaal van aard; de effecten hiervan op vissen en zeezoogdieren zijn verwaarloosbaar. Dit betekent tevens dat er geen relevante verschillen zijn tussen tracévarianten.

8.4.8 **Effecten op het onderwaterleven bij de Bruine Bank**

De Bruine Bank is door Lindeboom et al. (2005) als Gebied met Bijzondere Ecologische Waarden GBEW) aangemerkt. Het is in de Integraal Beheerplan Noordzee 2015 echter niet nader begrensd en is ook niet opgenomen in de lijst van mogelijke, nieuw aan te wijzen Natura 2000-gebieden op de Noordzee. Voor wat betreft het onderwaterleven onderscheidt het gebied zich van de rest van de Zuidelijke Bocht door het mogelijk voorkomen van relatief hoge dichtheden bruinvissen (Lindeboom et al., 2005, 2008; Arts & Berrevoets , 2005). De mogelijke effecten van de aanleg, de exploitatie en de ontmanteling van het windturbinepark Tromp-Binnen op de bruinvissen van het NCP en de Noordzee zijn in dit MER kwantitatief beschreven. Het effect als gevolg van de hogere dichtheden van bruinvissen op de planlocatie op totale populatie is dus volledig in de effectbeschrijving en –beoordeling verdisconteerd.

8.5 Overzicht tijdelijke en (semi)permanente effecten op onderwaterleven

In de paragrafen 8.4.4 tot en met 8.4.6 zijn alle effecten van de aanleg, de exploitatie, het onderhoud en de demontage van het windturbinepark Tromp Binnen beschreven. De paragrafen 8.4.3 en 8.4.7 bevatten respectievelijk de beschrijving van de effecten van het geofysisch bodemonderzoek en de effecten van de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van de kabeltracés. Om de effecten te kunnen beoordelen moeten de verschillende typen effecten gesommeerd worden. In deze paragraaf worden de effecten op een rijtje gezet in zo handzaam mogelijke tabellen. Er wordt onderscheid gemaakt in tijdelijke (paragraaf 8.5.1) en (semi)permanente effecten (paragraaf 8.5.2). De toetsing aan wettelijke en beleidsmatige kaders vindt plaats in paragraaf 0. De volledige natuurtoetstabel, zoals deze in de richtlijnen is voorgeschreven, is opgenomen in bijlage 15.1. Paragraaf 8.6.6 (vergelijking en beoordeling in m.e.r.-kader) bevat de toetsing waarbij de effecten op de hoofdcriteria "diversiteit ecosystemen" en "diversiteit soorten" conform het in 8.2 weergegeven beoordelingskader zijn geïntegreerd.

8.5.1 Tijdelijke effecten

Diversiteit ecosystemen

Tijdelijke effecten op de oppervlakte en de kwaliteit van habitats treden op als gevolg van de aanleg van de bekabeling in het windturbinepark en de kabeltracés naar de wal. Het gaat om de tijdelijke vernietiging van een bepaalde oppervlakte zeebodem als gevolg van het ingraven van de kabels, het storten van zand (bij 'gravity based' funderingen) en de daarmee gepaard gaand verhoogde vertroebeling van het zeewater. Daarnaast is onderzocht in hoeverre effecten zijn te verwachten van extra emissies door de toename van het aantal vaarbewegingen die nodig zijn voor de aanleg van het windturbinepark en de diverse kabels. Tabel 8.27 bevat het overzicht van de gesommeerde effecten voor de kustzee en offshore.

Tabel 8.27 Overzicht van maximale tijdelijke effecten van de aanleg van het windturbinepark Tromp Binnen, de interne bekabeling en de kabeltracés op de oppervlakte en kwaliteit van natuurdoeltypen

Natuurdoeltype	Alternatieven (vermogen, dichtheid turbines en type fundering)			
	VA 5 MW HD	A1 3.6 MW HD	A2 5 MW LD	A3 3.6 MW LD
kustzee - oppervlakte (km^2)	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15
kustzee - oppervlakte (%)	-0,0022%	-0,0022%	-0,0022%	-0,0022%
kustzee – kwaliteit	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
offshore - oppervlakte (km^2)	-1,2	-1,1	-1,1	-1,0
offshore - oppervlakte (%)	-0,0062%	-0,0061%	-0,0060%	-0,0053%
offshore – kwaliteit	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar

In tabel 8.3 worden de oppervlaktes gegeven voor de hoogdynamische zandige zone van de open zee (offshore) en voor de kustzee (0 – 20 meter diep, EU habitattype 1110). Het oppervlak van de habitat offshore is 18.700 km^2 en van de kustzee 7.000 km^2. Offshore wordt het tijdelijke effect bepaald door de aanleg en verwijdering van het windturbinepark, inclusief de parkbekabeling en inclusief de kabel vanaf het trafostation tot aan de kustzee. In de kustzee wordt het tijdelijke effect bepaald door aanleg en eventuele verwijdering van de kabel in de kustzee tot aan de kust.

In tabel 8.27 wordt het maximale tijdelijke effect van het voornemen zowel absoluut als relatief beschouwd. Daarbij wordt het tijdelijk verstoorde habitatoppervlak in km^2 uitgedrukt en in procenten. De percentages zijn berekend door de km^2 verlies te delen door de totale oppervlaktes van habitat "offshore" en habitat "kustzee". Daarbij is aangenomen dat er gekozen wordt voor het voorgenomen kabeltracé en als aanlegtechniek jetten.

Dit kan worden toegelicht aan de hand van het volgende voorbeeld voor de VA:
Bij het voorgenomen kabeltracé wordt er 61,2 km offshore aangelegd door middel van jetting. Door jetting wordt er dan 0,612 km^2 verstoord (2,5 m aan beide zijde van het tracé, met twee kabels naar de kust). De interne bekabeling heeft een lengte van 74,2 km. Door aanleg van jetting wordt er 2,5 m aan beide zijden verstoord. Hierdoor wordt er dan dus 0,371 km^2 bij de aanleg verstoord. Bij de voorgenomen activiteit wordt er als gevolg van de aanleg van de fundering en erosiebescherming (60 funderingen) in totaal 1590 m^2 x 60 = 95.400 m^2 = 0,095 km^2 bedekt. Tijdens aanleg wordt tijdelijk 0,078 km^2 verstoord door het storten van zand. Samen is het tijdelijke effect dan 0,612 + 0,371 + 0,095 + 0,078 = 1,156 km^2. T.o.v. het totale oppervlak offshore is dat 1,156/18700 = 0,00618%, afgerond 0,0062%.

Een dergelijke berekening is ook gemaakt voor de andere alternatieven, evenals voor de varianten tripod en jacket. Voor alle alternatieven is het effect verwaarloosbaar.

Diversiteit soorten

Er worden tijdens de aanleg van het windturbinepark en de kabeltracés tijdelijke effecten op soorten verwacht. Deze zijn samengevat in tabel 8.28. Bij de aanleg van alternatieven waarvoor moet worden geheid voor het verankeren van de funderingen in de zeebodem is de hiermee gepaard gaande toename in de onderwatergeluidsniveaus maatgevend voor de effecten op zeezoogdieren en hun voedsel (vissen). De geschatte afstanden ten opzichte van de heilocatie waarop een reactie kan optreden van 12 en 80 km voor respectievelijk Bruinvissen en zeehonden zijn dermate groot dat effecten op de populaties in de Noordzee niet bij voorbaat zijn uit te sluiten. Het gebied waarin het effect optreedt (de effectcirkel) kan worden berekend vanuit de straal van 12 en 80 km. Het maximale oppervlak van het gebied waarin effect optreedt op bruinvissen is dan 3,1416 x $(12)^2$ = 450 km^2. Het maximale oppervlak van het gebied waarin effect optreedt op zeehonden is dan 3,1416 x $(80)^2$ = 20.106 km^2. Dit gebied dient, indien er overlap van de effectcirkel met land optreedt, te worden gecorrigeerd voor het gebied op land, omdat daar geen bruinvissen en zeehonden voorkomen. Het aantal bruinvissen in de effectcirkel bij Tromp Binnen is 450, omdat er een dichtheid is van 1 bruinvis per km^2 . De hoeveelheid zeehonden in de effectcirkel wordt bepaald m.b.v. GIS-gegevens (dus niet a.h.v. een vaste dichtheid per km^2). Het gaat dan bij Tromp Binnen dus om de mogelijke beïnvloeding van 450 bruinvissen en 1.170 zeehonden.

Bij de aanleg van 'gravity based' funderingen is het tijdens de baggerwerkzaamheden geproduceerde geluid maatgevend voor het effect. De maximale effectafstanden van het hiermee gepaard gaande geluid bedragen respectievelijk 4,8 en 2,8 kilometer voor zeehonden en bruinvissen. De effectcirkels zijn den respectievelijk 72 km^2 en 25 km^2 in oppervlak. Er worden dan dus 25 bruinvissen verstoord en (met GIS-gegevens berekend) 4 zeehonden.

Ook tijdens het geofysisch onderzoek dat voorafgaat aan de aanleg van het windturbinepark en de kabeltracés kan bij gebruik van bepaalde apparatuur relatief veel geluid worden geproduceerd. Deze, kortdurende en zeer lokale effecten zijn niet goed te kwantificeren en zijn in de tabel daarom niet meegenomen. De overige onderzochte, tijdelijke effecten van bodemverstoring, troebeling en emissies op bodemdieren, vissen en zeezoogdieren zijn nul of verwaarloosbaar.

Tabel 8.28 Overzicht van tijdelijke effecten van de aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen, de interne bekabeling en de kabeltracés op de oppervlakte en kwaliteit van natuurdoeltypen

Soort		beleidsmatige status			Alternatieven			
		ishd	Ffw	OSPAR/ RL/itz	A1 en A3 3,6 MW Monopaal	VA en A2 5 MW Gravity based	VA en A2 5 MW Tripod	VA en A2 5 MW Jacket
vissen (TTS)	opp. (km^2)	WZ, NZk, Vd			115	<25[17]	< 115	<115
Bruinvis (mijding)	opp. (km^2)	NZk	Tab. 3		450	25	< 450	< 450
	aantal				450	25	< 450	< 450
Gewone en grijze zeehond (mijding)	opp. (km^2)	WZ, NZk, Vd	tab.2/3		20.010	72	< 20.010	< 20.010
	aantal				1.170	< 4	< 1.170	< 1.170

Ishd (instandhoudingsdoel): gebieden waar voor betreffende soort(en) een instandhoudingsdoel geldt;
WZ = Waddenzee, NZk = Noordzeekustzone, Vd = Voordelta
Ffw: Flora- en faunawet; zie legenda bij tabel 8.9

Het deel van de Noordzee dat tijdens de bouwfase tot een reactie bij bruinvissen zou kunnen leiden, vormt normaliter het leefgebied voor maximaal 25 (effect aanleg 'gravity based' funderingen) tot 450 bruinvissen (effect aanleg monopaalfunderingen). Dit betreft respectievelijk 0,02 en 0,3% van het maximale aantal, in het Zuidelijk deel van de Noordzee voorkomende bruinvissen en maximaal 0,01 (gravity based) en 0,10 tot 0,17 % van het aantal in de hele Noordzee.

Het deel van de Noordzee dat tijdens de bouwfase tot een reactie bij zeehonden zou kunnen leiden, vormt normaliter het leefgebied voor maximaal 4 (effect aanleg 'gravity based' funderingen) tot 1.170 zeehonden (effect aanleg monopaalfunderingen).

[17] Voor vissen zijn geen effectafstanden berekend. Aangezien de effectafstanden als gevolg van het heien voor vissen geringer zijn dan die voor bruinvissen en zeehonden, kan ervan worden uitgegaan dat dit voor de effecten van scheepsgeluid ook het geval is.

8.5.2 Permanente effecten (circa 20 jaar)

Diversiteit ecosystemen

Voor de permanente effecten is dezelfde methodiek gekozen als bij de tijdelijke effecten. De permanente effecten zijn er alleen voor de bodembedekking van de funderingen als gevolg van de fundering en de erosiebescherming. De effecten zijn weergegeven in procenten en gerelateerd op het totale oppervlak van de kustzee en offshore. In de kustzee en in het park is de kabel bedekt en is er geen sprake van een permanent effect. In tabel 8.29 worden de verschillende alternatieven en de varianten met elkaar vergeleken.

Tabel 8.29 Overzicht van permanente effecten van de aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen, de interne bekabeling en de kabeltracés op de oppervlakte en kwaliteit van natuurdoeltypen

natuurdoeltype	Alternatieven (vermogen, dichtheid turbines en type fundering)			
	A1 / A3 3,6 MW Monopaal	VA / A2 5 MW Gravity based	VA / A2 5 MW Tripod	VA / A2 5 MW Jacket
kustzee – oppervlakte (km2)	0	0	0	0
kustzee - oppervlakte (%)	0	0	0	0
kustzee - kwaliteit	geen effect	geen effect	geen effect	geen effect
offshore – oppervlakte (km2)	-0,027/-0017	-0,095/-0,078	-0,004	0,004
offshore - oppervlakte (%)	-0,0061%/-0,0053%	-0,0062%/-0,0060%	-0,001%	-0,001%
offshore - kwaliteit	geen effect	geen effect	geen effect	geen effect

Het permanente effect zoals in tabel 8.29 is gekwantificeerd is op dezelfde wijze berekend als bij tabel 8.27. Bij permanente effecten is er rekening meegehouden dat de kabels bedekt zijn. Het permanente effect in de kustzee is daarom nihil en het effect offshore is slechts beperkt tot het bedekt deel per fundering als gevolg van de erosiebescherming.

Diversiteit soorten

In tabel 8.30 wordt een overzicht gegeven van permanente effecten op bodemdieren, vissen en zeezoogdieren. Door het ruimtebeslag van de funderingen en de bijbehorende erosiebescherming verdwijnt een bepaalde oppervlakte leefgebied voor de offshore bodemdierengemeenschap waardoor de totale biomassa van deze gemeenschap met maximaal 2 ton afneemt. De funderingen van de turbines vormen echter substraat voor een ander type bodemdierengemeenschap, hetgeen leidt tot een substantiële toename van de biomassa. Door de draaiende turbines neemt het onderwatergeluid lokaal toe. Als gevolg hiervan wordt mogelijk een deel van het windturbinepark door zeezoogdieren gemeden.

Tabel 8.30 Overzicht van permanente effecten van de aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen, de interne bekabeling en de kabeltracés op de diversiteit van soorten; AVD = asvrij drooggewicht; TTS = temporary threshold shift (tijdelijke doofheid)

Soort	alternatieven (vermogen, dichtheid turbines en type fundering)			
	A1 en A3 3,6 MW Monopaal	VA en A2 5 MW Gravity based	VA en A2 5 MW Tripod	VA en A2 5 MW Jacket
bodemdieren (ton AVD)				
- offshore gemeenschap	-1,2/-0,8	-1,9/-1,6	-1,0/-0,8	-0,8/-0,7
- hard substraat gemeenschap	+116/+73	+236/+192	+299/+243	+213/+173
vissen – TTS zone (km^2)	0	0	0	0
bruinvis - mijding (km^2)	< 2,8	< 1,9	< 1,9	< 1,9
bruinvis – mijding (aantal)	3	2	2	2
gewone en grijze zeehond – mijding (km^2)	< 2,8	< 1,9	< 1,9	< 1,9
gewone en grijze zeehond – mijding (aantal)	< 1	< 1	< 1	< 1

De permanente effecten op bodemdieren zijn berekend op basis van het bedekte oppervlak (zie ook tabel 8.24).

Het aantal bruinvissen en zeehonden dat een operationeel windpark mijdt kan als volgt worden berekend (met als voorbeeld de situatie bij het VA):

De mijdingsgrens is 100 m rondom een turbine, dit is een oppervlak van 0,0314 km^2 per turbine. Voor de VA worden er 59 turbines geïnstalleerd en wordt het vermeden oppervlak: 59 x 0,0314 = 1,85 km^2 (afgerond 1,9). Dit is afgerond voor de alternatieven A2, A3 en A4 ook 1,9 km^2. alleen voor alternatief A1 is het permanent verstoorde oppervlak hoger, namelijk 2,8 km^2.

Het aantal bruinvissen ter plaatse van Tromp Binnen is 1 per km^2. Het aantal verstoorde bruinvissen is dan dus 2 voor de VA (1 x 2).

Het aantal zeehonden ter plaatse van Tromp Binnen is afgerond maximaal 0,1 per km^2. Het aantal verstoorde zeehonden is dan dus 1,9 x 0,1 = 0,2. In de tabel is < 1 opgenomen.

8.6 Toetsing effecten in relatie tot wettelijke en beleidsmatige kaders

8.6.1 Inleiding

De resultaten van het effectenonderzoek die zijn beschreven in de paragrafen 8.4.3 tot en met 8.4.7 dienen op verschillende manieren, vanuit verschillende (inter)nationale wettelijke en beleidsmatige invalshoeken te worden getoetst en beoordeeld. In onderstaande paragrafen wordt op elk van de relevante kaders ingegaan:

- Natuurbeschermingswet 1998/Vogel- en Habitatrichtlijn: paragraaf 8.6.2
- Flora- en faunawet: paragraaf 8.6.3
- Nota Ruimte en Integraal Beheersplan Noordzee 2015: paragraaf 8.6.4
- OSPAR: paragraaf 8.6.5
- vergelijking en beoordeling in m.e.r.-kader: paragraaf 8.6.6.

8.6.2 Natuurbeschermingswet 1998

Voor het toetsingskader van de Natuurbeschermingswet 1998, waarmee sinds oktober 2005 de EU Vogel- en Habitatrichtlijn in de Nederlandse wetgeving zijn geïmplementeerd, is primair het eventuele optreden van effecten op instandhoudingsdoelstellingen van belang, alsmede de beoordeling van de significantie daarvan. Instandhoudingsdoelstellingen gelden steeds in relatie tot Natura 2000-gebieden, zoals deze op dit moment zijn aangemeld bij de Europese Commissie. Nederlandse Natura 2000-gebieden waar mogelijk effecten zouden kunnen optreden zijn Waddenzee, Noordzeekustzone, Voordelta en overige Natura 2000-gebieden in het Deltagebied.

Nadere analyse effecten in relatie tot instandhoudingsdoelen

Wat betreft de soorten waarvoor instandhoudingdoelstellingen gelden, zijn in een groot deel van de Noordzee tijdelijke effecten van heiwerkzaamheden op het gedrag van **gewone en grijze zeehonden** die daar foerageren of van het ene naar het andere Natura 2000-gebied trekken niet uit te sluiten. Als voor de aanleg van het windturbinepark moet worden geheid, zou tijdens de bouwfase 'worstcase' een gebied van 20.010 km^2 door zeehonden worden gemeden. Voor gewone zeehonden zou dit betekenen dat zo'n 1.170 dieren die zich op enig moment normaliter in dit deel van de Noordzee hier tijdens het bouwseizoen niet zullen komen. Dit betreft ongeveer 20% van de totale Nederlandse populatie. Aangezien het beïnvloedingsgebied zich tot in de kustzone uitstrekt, betekent dit ook dat zeehonden kunnen worden gehinderd in hun, voor de voortplanting en de uitwisseling tussen populaties belangrijke migratie van de Waddenzee naar de Voordelta en vice versa.

Als wordt geheid voor de aanleg van monopaal-, tripod- en jacketfunderingen kunnen zeehonden, die zich binnen 4 kilometer van heipunt bevinden daarnaast tijdelijke gehoorschade oplopen (TTS). In het geval dat de zeehonden niet van tevoren zijn verjaagd, zou het gaan om maximaal 1 gewone zeehond per 4 geheide palen. Het maximale effect treedt op in het alternatief waarbij het windturbinepark uit 89 monopalen bestaat (3,6 MW, A1): er zouden dan maximaal zo'n 22 gewone zeehonden tijdelijk doof kunnen worden. Dit is 0,4% van de totale Nederlandse populatie en ruim 0,5% van de populatie in de Waddenzee en Noordzeekustzone (ervan uitgaande dat alle, in het beïnvloedingsgebied uit deze gebieden afkomstig zijn). Bij de aanleg van gravity based funderingen hoeft niet te worden geheid; de hierbij optredende maximale geluidsniveaus zijn zo veel lager dat er geen risico op het ontstaan van tijdelijke doofheid is.

Effecten op **bruinvissen** in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone zijn veel kleiner, aangezien de verstoringsafstanden voor deze soort aanmerkelijk kleiner zijn dan voor de zeehonden: tijdelijke doofheid (TTS) kan optreden op afstanden van de heiplaats van 500 meter en minder. De contour waarbinnen een gedragsreactie kan optreden bedraagt 12 km. Dit kan maximaal 0,01% van de totale Noordzeepopulatie beïnvloeden als 'gravity based' funderingen worden aangelegd en 0,10 tot 0,17% als moet worden geheid voor de aanleg van monopaalfunderingen. Deze (tijdelijke) effecten zijn op populatieniveau dermate klein dat effecten op het aantal, in het Natura-2000 gebied Noordzeekustzone voorkomende bruinvissen kunnen worden uitgesloten.

Voor vissen, het voedsel van zeehonden en Bruinvissen, geldt dat tijdelijke effecten van het heien in een relatief klein deel van het totale foerageergebied voor zeezoogdieren zijn te verwachten. Effecten op populatieniveau, en dus op de totale voedselvoorraad voor zeezoogdieren, kunnen worden uitgesloten.

Het tweede mogelijke effect is ook gerelateerd aan het onderwatergeluid en heeft betrekking op de eventuele doorwerking van een reductie in het aantal vislarven dat de opgroeigebieden bereikt naar voedselvoorraden voor zeezoogdieren. Deze effecten worden als verwaarloosbaar ingeschat omdat de voorspelde reductie in aantallen vislarven tijdelijk is en relatief beperkt is (zie 8.4.4). Effecten op de totale Noordzee-populatie van de prooidieren voor zeezoogdieren zijn uit te sluiten, omdat het effect op de omvang van het totale visbestand waarop door zeezoogdieren wordt gejaagd verwaarloosbaar is.

Nuancering m.b.t. migratiegedrag zeehonden

Men kan zich afvragen of het totale beïnvloedingsgebied (van ca. 20.100 km^2) zo lang er geheid wordt inderdaad in zijn geheel door zeehonden wordt gemeden. De grenswaarden

aan de hand waarvan de effectafstanden voor 'avoidance' zijn bepaald, zijn afgeleid uit resultaten van experimenteel onderzoek in bassins (o.a. Kastelein *et al.*, 2006). De daar heersende omstandigheden wijken sterk af van veldsituaties. De term 'avoidance' heeft betrekking op het gebied waarbinnen een gedragsreactie op kan treden naar aanleiding van een kunstmatig geluid en betreft dus geen fysiek effect zoals tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (respectievelijk weergegeven door de termen TTS en PTS). Het gebied waarbinnen een gedragsverandering *kan* optreden ('avoidance') strekt zich uit vanaf de TTS grens tot de grens waarbij het geluid een zodanig laag niveau heeft aangenomen dat geen reactie op het geluid meer wordt verwacht. Gezien het drukke gebruik van de Noordzee door scheepvaart, visserij, zandwinning etc. is het aannemelijk dat de buitenste grens van 'avoidance' gemarkeerd wordt door een opgaan in andere kunstmatige achtergrondgeluiden (of opgaan in natuurlijke geluiden bijvoorbeeld bij optredende hevige neerslag zoals hagel wat ook tot een hoog geluidsniveau leidt). Welke gedragsverandering optreedt is zeer moeilijk aan te geven omdat de dieren geen 'mechanische' reflex zullen vertonen. Zo is bekend dat individuele zeehonden zeer verschillend op menselijke aanwezigheid en/of geluiden reageren. Nieuwsgierige dieren zullen een geluidsbron aanvankelijk naderen, terwijl angstige dieren een bron eerder zullen mijden. Het is aannemelijk dat naarmate een dier de TTS zone dichter nadert de reactie meer mijdend zal zijn, terwijl bij de uiterste grens van het 'avoidance' gebied de reactie neutraal of afwezig zal zijn. Het al dan niet optreden van een gedragsreactie in een gebied met een verhoogd geluidsniveau door ofwel het gebied te mijden ofwel het geluid te negeren en door het gebied heen te zwemmen hangt (naast individuele verschillen) ook af van de 'motivatie' van een dier. Een hoge motivatie kan bestaan uit de aanwezigheid van voedsel maar ook uit het verlangen om naar een ander gebied te gaan, bijvoorbeeld in geval van een drachtig zeehond-vrouwtje dat, komend vanuit het Deltagebied in de Waddenzee haar jong wil werpen.

Voor zeehonden, waarvan bekend is dat gebieden met relatief hoge geluidsniveaus[18], zoals de zeer druk bevaren toegangsgeul tot de Rotterdamse haven, overgestoken worden, kan de hiervoor beschreven 'worstcase' schatting voor de effecten van heien (het gehele beïnvloedingsgebied wordt gedurende de hele bouwfase van 2 x 5 - 7 maanden gemeden) worden genuanceerd (zie ook de Passende Beoordelingen van andere windturbineparken op de Noordzee, w.o. Breeveertien II en West Rijn). Dit heeft vooral te maken met het feit dat in de bouwfase niet continu wordt geheid, maar op zijn hoogst gedurende 2 x 3 uur in 3 dagen (8,3% van de tijd). Dit betekent dat gedurende minimaal 91,7% van de tijd (als dus niet wordt geheid) in de kustzone een ongehinderde doorgang voor migrerende zeehonden mogelijk is.

---

[18] Voor zeehond gewogen bronniveaus van een koopvaardijschip van 100 m lang liggen tussen 171 en 180 dB re 1 µPa2 m2 (zie Bijlage VIII); de bijbehorende, door Verboom berekende reactieafstanden ('avoidance') bedragen respectievelijk 1,7 en 4,8 km.

Hoe werkt dit nu door op de zeehondenpopulatie? De kuststrook vervult een belangrijke functie voor de uitwisseling tussen de zeehondenpopulatie van het Deltagebied (Voordelta, Ooster- en Westerschelde) en die van de Waddenzee. Uit de resultaten van zenderonderzoek komt naar voren dat drachtige vrouwtjes geneigd zijn tussen half mei en half juni naar de Waddenzee te migreren, daar hun jong te werpen en te zogen en vervolgens, met jong, weer naar het Deltagebied terug te zwemmen (Brasseur & Reijnders, 2001). Vooral voor deze drachtige vrouwtjes zou het heigeluid negatief kunnen zijn. In het ergste geval wordt een zeehondenvrouwtje zo in haar 'migratiedrang' gestoord dat zij een miskraam krijgt. Aangenomen dat alle vrouwtjes in het Deltagebied hun jong in de Waddenzee werpen en uitgaande van een maximaal effectpercentage van 8,3% dan zou dit 8,3% van de zwangere vrouwtjes uit het Deltagebied kunnen treffen. De deltapopulatie bestaat uit ongeveer 150 dieren, waarvan de helft vrouwtjes. Op basis van Brasseur & Reijnders (2001) wordt ervan uitgegaan dat in enig jaar een derde deel van de vrouwtjes drachtig is. Per jaar zouden dan dus 25 dieren worden geboren. Als 8,3% van de drachtige vrouwtjes in de jaren dat de heiwerkzaamheden plaatsvinden een miskraam krijgen, zullen er maximaal in die jaren maximaal 2 jongen minder worden geboren.

Effecten kwaliteit Natura-2000 gebieden

Als wordt geheid voor de aanleg van windturbinepark Tromp Binnen zal tijdens de heiwerkzaamheden ook een deel van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone binnen de gedragsreactiecontour van 80 km voor zeehonden vallen (figuur 6.2). Het beïnvloedingsgebied beslaat met bijna 262 km^2 ongeveer 21% van de Noordzeekustzone (Ontwerpbesluit Noordzeekustzone, ministerie LNV d.d. 16 april 2007). Analoog aan de redenering voor de migratie van zeehonden langs de Hollandse kust geldt ook hier dat het door het heigeluid beïnvloede deel van het foerageergebied voor zeehonden voor het grootste deel van de tijd in de aanlegfase niet negatief wordt beïnvloed; als wordt uitgegaan van een 2 x 5 - 7 maanden durende bouwfase dan zal er gedurende bijna 92% van de tijd niet worden geheid. In de tijd dat er wél wordt geheid, zal het water in de Natura-2000 gebieden dat binnen de gedragsreactiecontour valt mogelijk worden gemeden door foeragerende zeehonden.

Overige effecten van de aanleg en/of aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen op de oppervlakte en de kwaliteit van de habitats via externe werking zijn uit te sluiten; alle mogelijke tijdelijke en semi-permanente effecten op waterkwaliteit e.d. zijn, zelfs op schaal van het windturbinepark zelf, nul of verwaarloosbaar.

Conclusie

Als bij de aanleg van het windturbinepark niet hoeft te worden geheid (gravity based fundering), kunnen effecten op de staat van instandhouding van zeehonden ook worden uitgeslo-

ten, omdat de maximale beïnvloedingscontouren met 4,8 km (in plaats van 80 km) dan gering zijn.

Effecten van de aanleg en exploitatie van het windturbinepark Tromp Binnen zijn alleen tijdens de aanlegfase waarbij wordt geheid van zodanige omvang dat de staat van instandhouding van Natura 2000-gebieden in het geding zou kunnen zijn. Met betrekking tot de instandhoudingsinstellingen gaat het daarbij alleen om de effecten van de toename van onderwater geluidsniveaus als gevolg van het heien van de monopaalfunderingen op zeehonden. Effecten op instandhoudingsdoelen voor bruinvissen en de populatieomvang van vissen (als voedsel voor zeezoogdieren) kunnen worden uitgesloten, omdat de omvang en de reikwijdte van de effecten op deze soort(groep)en veel geringer zijn.

8.6.3 Flora- en faunawet (binnen 12-mijl) en soortsbescherming Habitatrichtlijn (daarbuiten)

Veel soorten waarvoor Nederland een belangrijke functie vervult zijn beschermd via de in de Natuurbeschermingswet vastgelegde gebiedsbescherming. De bescherming van soorten buiten deze gebieden is in Nederland wettelijk vastgelegd in de Flora- en faunawet. De wet is van toepassing op het deel van het NCP dat binnen de 12-mijls zone is gelegen. Daarbuiten zijn de soorten van de diverse bijlagen van de Vogel- en Habitatrichtlijn ook beschermd, maar dan via de rechtstreekse werking van de richtlijnen.

Bij de toetsing van effecten gaat het om het opzettelijk doden of vangen van soorten, het vernielen van voortplantingsplaatsen of het verstoren met name gedurende de voortplantingsperiode. De toetsing moet bestaan uit het beoordelen of de effecten zodanig zijn dat de gunstige staat van instandhouding van de populaties van de betrokken soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied in het geding is.

In tabel 8.28 en tabel 8.30 wordt een overzicht gegeven van de tijdelijke en permanente effecten op soorten. Een deel van deze soorten is beschermd op grond van de Flora- en faunawet en is vermeld op tabel 2 of 3 van de vrijstellingsregeling van februari 2005. Voor wat betreft het windturbinepark Tromp Binnen gaat het met name om een drietal soorten zeezoogdieren, te weten bruinvis, gewone en grijze zeehond. Daarnaast komt er nog een viertal andere, via de Habitatrichtlijn beschermde zeezoogdiersoorten in het studiegebied voor (zie tabel 8.10). De aantallen van deze soorten zijn echter dermate laag en de mobiliteit en het totale verspreidingsgebied dermate groot dat significante effecten op de gunstige staat van instandhouding van deze soorten zijn uit te sluiten. Dit geldt ook voor de beschermde trekvissoorten (fint, houting, zeeprik en zalm); de planlocatie voor windturbinepark

Tromp Binnen is niet van belang als leefgebied voor deze soorten en de reikwijdte en duur van de effecten van de aanleg van het windturbinepark is niet zodanig groot dat de gunstige staat van instandhouding zal worden aangetast.

Voor de drie genoemde soorten zeezoogdieren wordt hier uitsluitend ingegaan op de bruinvis. Effecten op de populaties van gewone en grijze zeehond zijn besproken in 8.6.2, waar getoetst is aan de Natuurbeschermingswet. De bruinvis is weliswaar ook via de Natuurbeschermingswet beschermd (in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone), maar dit betreft zo'n klein deel van het totale leefgebied (en dus van de populatie) dat het zinvol is om ook via de Flora- en faunawet en de (rechtstreekse werking van de) Habitatrichtlijn te toetsen.

Tijdens de aanleg van het windturbinepark Tromp Binnen wordt als gevolg van heiwerkzaamheden voor het in de zeebodem verankeren van 3 van de 4 onderzochte funderingstypen veel onderwatergeluid geproduceerd. Hierdoor zal een oppervlakte van circa 450 km^2 door **bruinvissen** worden gemeden (= 0,8% van het NCP). Het gemeden gebied ligt in zijn geheel buiten de 12-mijls zone, dus buiten het werkingsgebied van de Flora- en faunawet. In het gebied dat tijdens de bouwfase zal worden gemeden komen in april/mei, als de dichtheden het hoogst zijn, ongeveer 450 bruinvissen voor. Dit betreft 0,3% van het maximale aantal, in het Zuidelijk deel van de Noordzee voorkomende bruinvissen en 0,10 tot 0,17% van het aantal in de hele Noordzee. Omdat het effect klein en tijdelijk is en er voor de bruinvis voldoende alternatieve foerageermogelijkheden zijn, wordt het effect als niet significant beoordeeld en is de gunstige staat van instandhouding dus niet in het geding.

8.6.4 Nota Ruimte en Integraal Beheersplan Noordzee 2015 (IBN 2015)

Het Nederlandse deel van de Noordzee (NCP) behoort sinds de inwerkingtreding van de Nota Ruimte in zijn geheel tot de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Het beschermingsregime van de EHS is daarmee dus ook op het plangebied van toepassing. In het kader van het IBN 2015 zijn op het NCP gebieden met bijzondere ecologische waarden aangewezen. Deze omvatten de reeds aangemelde Natura 2000-gebieden en nog aan te melden gebieden waarop nu de, sterk op die van de Vogel- en Habitatrichtlijnen lijkende beschermingsformules van het IBN 2015 van toepassing is (Friese Front, Klaverbank en Doggersbank).

Voor toetsing van effecten op Natura 2000-gebieden wordt verwezen naar 8.6.2. Effecten op de overige beschermde gebieden kunnen worden uitgesloten, omdat deze gebieden buiten het gebied liggen waar effecten worden verwacht. Ook het niet specifiek beschermde, overige deel van de EHS wordt door de aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark

niet aangetast. Door het ruimtebeslag van de funderingen verdwijnt weliswaar een bepaalde oppervlakte van het natuurdoeltype "hoog dynamische zandige zone van de open zee" (max. 14, 2 ha), maar dit is een verwaarloosbaar verlies, afgezet tegen de totale oppervlakte van 1.870.000 ha van dit natuurdoeltype op het NCP (0,0008%).

8.6.5 OSPAR

Doel van het OSPAR-verdrag is de bescherming en het behoud van de mariene ecosystemen en de biodiversiteit. De bepalingen zijn vooral gericht op het terugdringen van verontreiniging. Voor wat betreft de bescherming van soorten is in 2003 een voorlopige lijst vastgesteld met habitats en soorten die bescherming behoeven. Voor wat betreft het Nederlandse deel van de Noordzee gaat het daarbij om een drietal soorten bodemdieren (noordkromp, purperslak, platte oester), 5 vissoorten (gevlekte rog, kabeljauw, zeeprik, houting, zalm) en de bruinvis. Voor al deze soorten geldt dat geen substantiële effecten van de aanleg, aanwezigheid en verwijdering van het windturbinepark Tromp Binnen zijn te verwachten. De soorten komen niet of nauwelijks in het beïnvloedingsgebied voor en/of hebben een verspreidingsgebied dat vele malen groter is dan de omvang van het gebied waar effecten zouden kunnen optreden.

8.6.6 Vergelijking en beoordeling in m.e.r.-kader

Bij de beoordeling van de effecten van alternatieven in het m.e.r.-kader wordt gebruik gemaakt van de beoordelingscriteria uit tabel 8.2, gegroepeerd naar de hoofdcriteria "diversiteit ecosystemen" en "diversiteit soorten". Hierna wordt op de gehanteerde beoordelingsmethoden ingegaan, gevolgd door een vergelijking en beoordeling van de tijdelijke en (semi)permanente effecten van de alternatieven voor het windturbinepark Tromp Binnen.

Diversiteit ecosystemen
Dit hoofdcriterium heeft betrekking op het duurzame behoud van verschillende ecosystemen op nationale en internationale schaal. Het gaat hierbij primair om het behoud van het ecosysteemtype als zodanig, niet om de rijkdom aan waardevolle soorten. De betekenis van een ecosysteemtype wordt bepaald door de mate van "bedreigdheid" op beide schaalniveaus. Effecten worden beoordeeld aan de hand van oppervlakteveranderingen in natuurdoeltypen. Er is geen algemeen geaccepteerde beoordelingsmethode van effecten op natuurdoeltypen. Er is daarom aangesloten bij de beoordelingsmethode die in het MER Maasvlakte 2 is gebruikt (Vertegaal et al., 2007). Dit betekent dat effecten op het natuurdoeltype "hoog-

dynamische zandige zone van de open zee", waar in dit MER sprake van is, op een 5-puntenschaal op de in tabel 8.31 weergegeven wijze worden beoordeeld.

Tabel 8.31 Beoordeling effecten op diversiteit ecosystemen in m.e.r.-kader

omvang effect	beoordeling (m.e.r.-kader)
< –1.000 ha	– –
–200 tot –1.000 ha	–
–200 tot + 200 ha	0
+200 tot +1.000 ha	+
> +1.000 ha	++

Diversiteit soorten

Bij de beoordeling van effecten op het hoofdcriterium "(inter)nationale diversiteit soorten" is de achterliggende beleidsmatige doelstelling (behoud/bescherming van op nationale en/of internationale schaal bedreigde soorten) al verdisconteerd in de toespitsing op "aandachtssoorten" (zie paragraaf 8.2.3). De beoordeling per soortgroep is mogelijk aan de hand van de absolute verandering in aantallen en van de relatieve verandering ten opzichte van het totaal aantal in het studiegebied. De beoordeling op dit aspect vindt plaats per soortgroep. De beoordeling wordt gebaseerd op de relatieve veranderingen in aantallen per soortgroep, afgezet tegen de omvang van de totale Nederlandse of Noordzeepopulatie conform de criteria zoals weergegeven in onderstaande tabel 8.32.

Tabel 8.32 Beoordeling effecten op diversiteit soorten in m.e.r.-kader

relatieve verandering	beoordeling (m.e.r.-kader)
< –5%	– –
–1 tot –5%	–
–1 tot +1%	0
+1 tot +5%	+
> +5%	++

Vergelijking en beoordeling

De beoordeling van de alternatieven voor het windturbinepark Tromp Binnen op de criteria voor het onderwaterleven staan vermeld in onderstaande tabel 8.33. De negatieve beoordeling van de tijdelijke effecten van drie van de vier alternatieven[19] op de diversiteit van

[19] Compacte en ruime varianten zijn samengenomen, omdat deze voor de beoordeling niet onderscheidend zijn

soorten is het gevolg van de toename in het onderwatergeluid tijdens de aanleg van het windturbinepark. Dit leidt tot mijdingsgedrag bij vissen en zeezoogdieren in een relatief omvangrijk deel van het totale leefgebied. Tijdens de aanleg van "gravity based" funderingen treden deze effecten niet op, omdat daarbij niet hoeft te worden geheid. De tijdelijke en (semi)permanente effecten op de diversiteit van ecosystemen zijn dermate gering dat zij als neutraal zijn beoordeeld.

Tabel 8.33 Vergelijking en beoordeling alternatieven windturbinepark Tromp Binnen

criterium	alternatieven (vermogen, dichtheid turbines en type fundering)			
	A1 en A3 3,6 MW Monopaal	VA en A2 5 MW Gravity based	VA en A2 5 MW Tripod	VA en A2 5 MW Jacket
tijdelijke effecten (aanleg en verwijderen)				
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0
diversiteit soorten				
- bodemdieren	0	0	0	0
- vissen	-	0	-	-
- zeezoogdieren	--	0	--	--
- vislarven en doorwerking	0/-	0	0/-	0/-
(semi)permanente effecten (exploitatie en onderhoud)				
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0
diversiteit soorten	0	0	0	0
- bodemdieren	0	0	0	0
- vissen	0	0	0	0
- zeezoogdieren	0	0	0	0

8.7 Mogelijkheden voor mitigatie

Uit de beoordeling van de effecten op het onderwaterleven in 0 is gebleken dat tijdelijke, negatieve effecten van de aanleg van het windturbinepark zijn te verwachten in het geval voor het verankeren van de funderingen in de zeebodem moet worden geheid (monopaal-funderingen en, in mindere mate, tripod en jacket funderingen). Het gaat om de effecten van het door het heien gegenereerde onderwatergeluid op vissen en zeezoogdieren. Als niet hoeft te worden geheid, zoals het geval is als een "gravity based" fundering wordt gebruikt, zijn de effecten veel geringer en lokaler.

Theoretisch zijn er vele mogelijkheden om genoemde effecten te mitigeren. In OSPAR (2006) worden o.a. de volgende maatregelen genoemd: bellengordijnen ("bubble curtains"), akoestische of stroboscopische afweersystemen, aanbrengen van isolatiematerialen van

rubber of schuim rond de palen of het plaatsen van een "kussen" tussen heiblok en paal. Belangrijk is ook dat wordt voorkomen dat dieren schade oplopen door ze te verjagen uit de directe omgeving van het gebied waar wordt geheid. In het algemeen begint men een heicyclus met een zogenaamde "zachte start", wat inhoudt dat de energie waarmee wordt geheid langzaam wordt opgevoerd. Het verschil in geluidsdruk tussen het begin en eind van de zachte start-periode bedraagt ongeveer 8 dB (Robinson et al., 2007). Daarnaast wordt gebruik gemaakt van zogenaamde "pingers", waarmee door het afgeven van (niet schadelijke) geluidsignalen zeezoogdieren van de bouwlocatie kunnen worden verjaagd. Het is echter niet helemaal duidelijk in hoeverre de commercieel verkrijgbare pingers werkelijk effectief zijn.

Onlangs zijn door Nehls et al. (2007) de verschillende methoden voor de reductie van het onderwatergeluid door heien geïnventariseerd en op hun effectiviteit en toepasbaarheid beoordeeld. Zij stellen vast dat bellengordijnen, ondanks de bewezen effectiviteit (zie bijvoorbeeld Würsig et al., 2000), beperkt toepasbaar zijn in offshore gebieden waar sprake is van relatief grote waterdiepten, getij- en golfwerking en stroming. De auteurs beschrijven twee nieuwe methoden die offshore wel goed kunnen worden toegepast en waarmee een reductie van het breedband geluidsdruk van 15 tot 20 dB kan worden bereikt. In het kort gaat het om de volgende principes:

- de eerste bestaat uit een opblaasbare, aan het heiplatform bevestigde koker, die om de paal naar beneden wordt gelaten alvorens het heien te starten. Tijdens het heien bevindt zich in de koker een luchtlaag van ongeveer 5 cm. Naar verwachting kan hiermee een demping van 20 dB worden gerealiseerd
- de tweede techniek bestaat uit een telescopische buis, met daarin een 10 cm dikke isolerende schuimlaag. De buis wordt (in delen) op de zeebodem gezet waarna de te heien paal erin wordt geplaatst. Hiermee kan een demping van 15 dB worden bereikt.

Volgens Nehls et al. (2007) leidt het toepassen van beide methoden tot een substantiële reductie van de effecten op geluidsgevoelige mariene organismen. Zij schatten dat de afstanden waarbij fysieke schade dan wel verstoring optreedt met respectievelijk 90% en 67% kunnen worden gereduceerd.

9	Effecten op scheepvaartveiligheid	9.1
9.1	Inleiding	9.1
9.2	Bestaande toestand en autonome ontwikkeling	9.3
9.3	Effecten windturbinepark Tromp Binnen	9.4
9.3.1	Aanvaar-/aandrijffrequenties	9.5
9.3.2	Gevolgschade	9.7
9.4	Aanvullende effecten voor de scheepvaart	9.13
9.4.1	Werkverkeer	9.13
9.4.2	Ongevallen buiten het windturbinepark	9.14
9.5	Extra aanvaringen door zichtbelemmering	9.14
9.5.1	Walradars	9.16
9.5.2	Scheepvaartradars	9.16
9.5.3	Overige verstoringen scheepvaart instrumentatie	9.17
9.6	Beoordelingsaspecten Nautische adviesgroep	9.18
9.7	Beoordeling conform Nautische visie windturbineparken op zee	9.19
9.8	Conclusies	9.23

9 EFFECTEN OP SCHEEPVAARTVEILIGHEID

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten van het windturbinepark Tromp Binnen voor de scheepvaartveiligheid behandeld. Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 2 is dit aspect een dominante factor geweest in de locatiekeuze, waarbij MARIN RWE heeft geadviseerd. Een belangrijk criterium is daarbij geweest dat een minimum afstand van 2 nautische mijlen (NM) ten opzichte van clear ways (een stelsel van verbindingen tussen internationaal vastgestelde verkeersscheidingsstelsels en belangrijke vaarroutes die vrijgehouden worden voor de scheepvaart) aangehouden is.

Ten behoeve van dit MER heeft MARIN de effecten met behulp van het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) de volgende factoren betreffende veiligheidsrisico's van Tromp Binnen gekwantificeerd:

- de kans op een aanvaring/aandrijving met een windturbine
- de milieueffecten in termen van uitstroom van bunkerolie en ladingolie als gevolg van een aanvaring met een windturbine
- persoonlijk letsel in termen van het verwachte aantal doden als gevolg van een aanvaring met een windturbine.

In bijlage 9.1 is het volledige onderzoeksrapport opgenomen dat aan dit hoofdstuk ten grondslag ligt (MARIN, 2008)[1]. In deze studie zijn de effecten voor scheepvaartveiligheid voor zes combinaties van inrichtings- en uitvoeringsvarianten onderzocht. Dit hoofdstuk is grotendeels een samenvatting van het MARIN-rapport.

Voor de kans op aanvaring/aandrijving van turbines blijkt het aantal turbines en de effectieve diameter van de turbinefundering op zeeniveau maatgevend. Derhalve is de dichtheid van de turbines een factor. Deze verschilt bij het voornemen en de alternatieven 1 t/m 3. De funderingsvarianten zoals beschreven in hoofdstuk 3 hebben verschillende effectieve diameters op zeeniveau. De monopaal heeft de kleinste diameter en de jacket de grootste. Deze twee varianten zijn onderzocht. Omdat de GBS-fundering het voornemen is voor 5 MW turbines, is deze funderingsvariant ook onderzocht. De tripod heeft een enigszins lagere effectieve diameter dan de jacket. Dit verschil is minimaal en daarom niet gemodelleerd. Dit leidt tot de alternatieven en varianten conform navolgende tabel.

---

[1] MARIN, 2008. Veiligheidsstudie Offshore Windturbinepark "Tromp Binnen", augustus 2008

Tabel 9.1 Overzicht van onderzochte varianten voor de scheepvaartveiligheid

variant[1)]	turbine type	alternatief	opstelling	aantal turbines	fundering
TB_varA	3,6 MW	A3	ruim	56	monopaal
TB_varB	3,6 MW	A1	compact	89	monopaal
TB_varC_G	5 MW	A2	ruim	48	gravity based
TB_varC_J	5 MW	A2	ruim	48	jacket
TB_varD_G	5 MW	VA	compact	59	gravity based
TB_varD_J	5 MW	VA	compact	59	jacket

1) modelleringbenamingen MARIN; TB staat voor Tromp Binnen; varianten A-D zijn in dit MER vervangen door VA en A1-A3 (zie derde kolom) conform hoofdstuk 3. De extensie G staat voor GBS-fundering , de extensie J voor jacket-fundering

De varianten verschillen wat betreft type windturbine (3,6 MW of 5 MW), lay-out (ruime of compacte opstelling) en fundering (monopaal, gravity based of jacket).

MARIN heeft ook de invloed van het transformatorstation en de meteomasten op de veiligheid onderzocht. Het transformatorstation is midden in het park gelegen en heeft daarom een laag risico voor aanvaring en aandrijving. De meteomasten zijn aan de rand van het park gelegen, maar van een dusdanige lichte constructie dat de veiligheidsbeïnvloeding minimaal is.

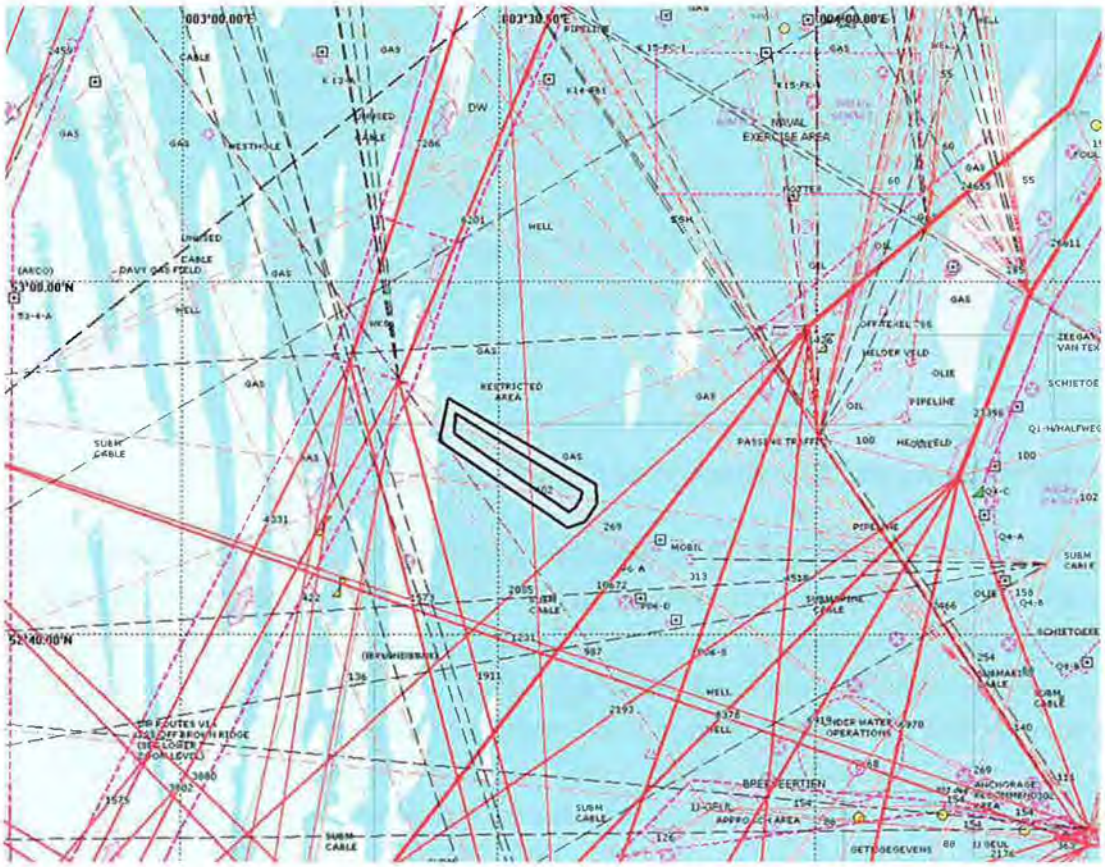
Het advies van de Nautische Adviesgroep[2] is een belangrijke toetsing van de scheepvaartveiligheid, die Rijkswaterstaat vraagt bij een concrete aanvraag. De nautische adviesgroep beoordeelt meer aspecten die de scheepvaartveiligheid beïnvloeden en beperkt zich niet tot de grootheden uit het SAMSON model. Derhalve wordt aan het advies van de Nautische Adviesgroep een separate paragraaf (9.6) gewijd.

2 Een adviesgroep van Rijkswaterstaat, zie par.9.6

9.2 Bestaande toestand en autonome ontwikkeling

Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het "routegebonden" en het "niet-routegebonden" verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardijschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, de bevoorrading van platforms, werkvaart en recreatievaart.

In figuur 9.1 is de omtrek van het windturbinepark Tromp Binnen geprojecteerd in het locale verkeersbeeld, dat met de verkeersdatabase van 2004[3] is gemaakt. Er zijn twee contouren ingetekend. De binnenste contour is de verbindingslijn van de buitenste turbines van de 3,6 MW variant met de meeste turbines. De buitenste contour verbindt de punten op een afstand van 1 zeemijl van de buitenste turbines.



Figuur 9.1 Verkeersbeeld bij windturbineparklocatie Tromp Binnen in de huidige situatie

---

3 Dit jaar is genomen omdat alleen van dat jaar de noodzakelijke detailinformatie beschikbaar is, zoals o.a. herkomst en bestemming van scheepsbewegingen

De lijnen op de kaart zijn "Links": "een rechte verbinding tussen twee punten", zoals die gebruikt worden door het routegebonden (vracht)schepen. De verkeersdatabase bevat, naast links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling van het scheepvaartverkeer over die link.

Autonome ontwikkeling
Bij groeiende (wereld)handel kan mogelijk ook de scheepvaart toenemen. Er is echter ook een tendens naar nog grotere vervoerseenheden (grotere schepen, meer lading per schip) waardoor het aantal schepen op de vaargeulen niet navenant zal groeien (Lindeboom, 2005). De opstellers van de Nautische visie op windparken (zie paragraaf 9.6) wijzen echter op een mogelijke toename van aantallen en snelheden van schepen.

Bij het samenstellen van de verkeersdatabase voor 2004 is rekening gehouden met de windturbineparken Prinses Amalia en OWEZ. Deze zijn meegenomen bij het bepalen van de routes. Tevens is rekening gehouden met het verkeersscheidingsstelsel in Rotterdam dat sinds 1 juli 2008 in gebruik is.

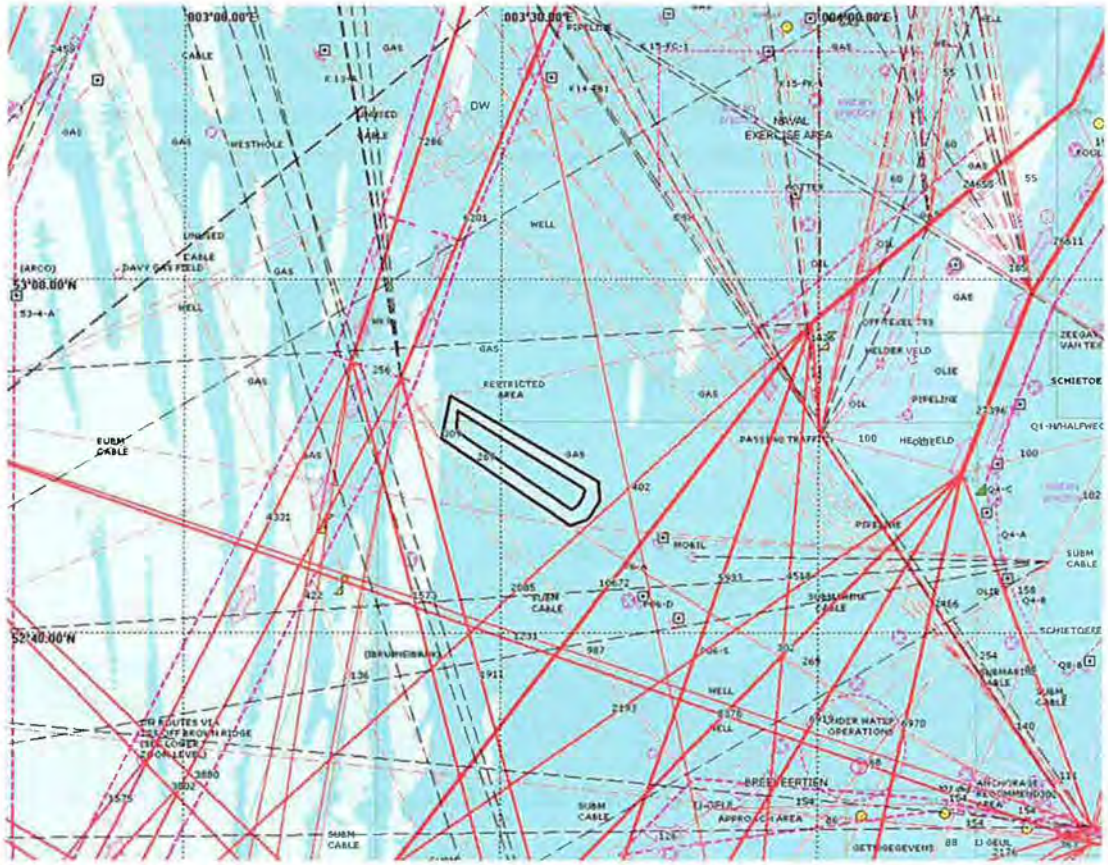
Onderdeel van toekomstige ontwikkeling is de verwachte realisatie van andere windturbineparken. Hiertoe worden de cumulatieve effecten in combinatie met die van Tromp Binnen beschreven in hoofdstuk 12.

9.3 Effecten windturbinepark Tromp Binnen

De aanleg van het windturbinepark heeft gevolgen voor de scheepvaart. Een schip dat nu een route volgt door het toekomstige windturbinepark, zal in de toekomst zijn route moeten verleggen en het windturbinepark op minimaal 500 meter afstand passeren. Dit betekent dat dit schip hinder ondervindt van het windturbinepark. Er zijn echter meer gevolgen. Doordat het schip een andere route neemt krijgen de scheepvaartroutes buiten het windturbinepark een enigszins hogere intensiteit. Als gevolg van de hogere intensiteiten op deze routes is het de verwachting dat het aantal ontmoetingen en dus de kans op ongevallen toeneemt.

Er kunnen echter ook nieuwe typen ongevallen optreden, namelijk aanvaringen en aandrijvingen met een windturbine van het windturbinepark. Een aanvaring is in principe het gevolg van een navigatiefout, wanneer de navigator van een schip, dat op ramkoers ligt met een windturbine van het windturbinepark, niet of te laat reageert. Een aandrijving treedt op wanneer een schip door bijvoorbeeld een machinestoring niet meer manoeuvreerbaar is.

Figuur 9.2 geeft de verkeersafwikkeling weer voor de situatie met het windturbinepark Tromp Binnen. Dit patroon is de basis geweest voor de berekening van kansen op aanvaringen en aandrijvingen.



Figuur 9.2 De windturbineparklocatie Tromp Binnen vrijgemaakt van scheepvaartverkeer

9.3.1 **Aanvaar-/aandrijffrequenties**

Door de aanwezigheid van het windturbinepark ontstaat op die locatie het risico dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften).

Tabel 9.2 bevat de kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over alle windturbines (en het transformatorstation) in het windturbinepark Tromp Binnen. Uit deze tabel blijkt dat het risico grotendeels wordt bepaald door het aantal turbines. De varianten met een hoger aantal turbines hebben een hogere aanvaar/aandrijfkans. Daarnaast blijkt dat deze frequentie verhoogd wordt bij het gebruik van de jacket fundering in plaats van de gravity

based. De reden is dat de effectieve doorsnede (diameter) op zeeniveau bepalend is voor het aanvaringsrisico. Met een jacket fundering zijn er vier palen (samen een vierkant van 17 x 17 m^2) waarmee schepen in aanvaring kunnen geraken en bij de gravity based slechts één, enigszins bredere (circa 6 m) paal.

In tabel 9.3 wordt de aanvaar/aandrijfkans gegeven per verwachte energieopbrengst in MWh voor ieder alternatief/variant. Bij de 5 MW-turbines en GBS-fundering is het aantal aanvaringen per MWh in vergelijking tot 3,6 MW-turbines laag ten gevolge van het geringe aantal turbines. Bij 5 MW turbines met jacketfundering is het aantal aanvaringen van dezelfde orde grootte als bij de 3,6 MW turbines.

Ten slotte worden in tabel 9.4 de aanvaar/aandrijffrequenties per km^2 gegeven. Dit levert hetzelfde beeld op als bij tabel 9.2. Dit was ook te verwachten omdat het bruto oppervlakte van de verschillende varianten nagenoeg gelijk is.

Tabel 9.2 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief trafostation)

Legenda: G = gravity based fundering; J is jacket fundering

inrichtings-variant Tromp Binnen	alter-na-tief	opper-vlakte [km^2] [1)]	energie opbrengst [GWh/jaar]	aantal turbi-nes	aantal aanvaringen (rammen) per jaar		aantal aandrijvingen (driften) per jaar		totaal aantal per jaar
					R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
TB_varA	A3	34,48	701	56	0,004593	0,00584	0,015969	0,001700	0,028102
TB_varB	A1	35,00	1078	89	0,006834	0,008326	0,024886	0,002632	0,042678
TB_varC_G	A2	34,68	851	48	0,004110	0,005386	0,013915	0,001507	0,024918
TB_varC_J	A2	34,68	851	48	0,005399	0,012099	0,014360	0,001834	0,033692
TB_varD_G	VA	34,74	1032	59	0,004931	0,006521	0,016897	0,001832	0,030181
TB_varD_J	VA	34,74	1032	59	0,006508	0,014795	0,017444	0,002237	0,040984

1) MARIN heeft het oppervlak berekend om de uiterste turbines, uitgaande van opgegeven coördinaten voor de turbines. Het bruto oppervlak van 33 km^2 genoemd in hoofdstuk 3 e.v. is exclusief veiligheidszone

Tabel 9.3 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief trafostation)

Legenda: G = gravity based fundering; J is jacket fundering

inrichtings-variant Tromp Binnen	alter-na-tief	opper-vlakte [km^2]	energie opbrengst [GWh/jaar]	aantal turbi-nes	aantal aanvaringen (rammen) per MWh		aantal aandrijvingen (driften) per MWh		totaal per MWh
					R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
TB_varA	A3	34,48	701	56	6.55E-09	8.33E-09	2.28E-08	2.43E-09	4.01E-08
TB_varB	A1	35,00	1078	89	6.34E-09	7.72E-09	2.31E-08	2.44E-09	3.96E-08
TB_varC_G	A2	34,68	851	48	4.83E-09	6.33E-09	1.64E-08	1.77E-09	2.93E-08
TB_varC_J	A2	34,68	851	48	6.34E-09	1.42E-08	1.69E-08	2.16E-09	3.96E-08
TB_varD_G	VA	34,74	1032	59	4.78E-09	6.32E-09	1.64E-08	1.78E-09	2.92E-08
TB_varD_J	VA	34,74	1032	59	6.31E-09	1.43E-08	1.69E-08	2.17E-09	3.97E-08

Tabel 9.4 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per km^2 voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief trafostation)

Legenda: G = gravity based fundering; J is jacket fundering

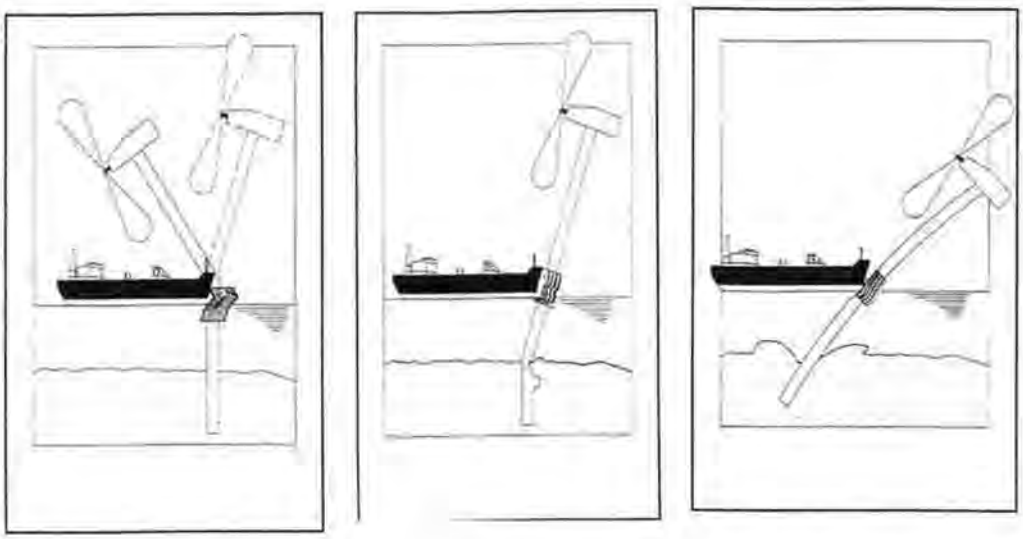
inrichtings-variant Tromp Binnen	alter-na-tief	opper-vlakte [km^2]	energie opbrengst [GWh/jaar]	aantal turbi-nes	aantal aanvaringen (rammen) per jaar / km^2		aantal aandrijvingen (driften) per jaar / km^2		totaal per jaar / km^2
					R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
TB_varA	A3	34,48	701	56	0,000133	0,000169	0,000463	0,000049	0,000815
TB_varB	A1	35,00	1078	89	0,000195	0,000238	0,000711	0,000075	0,001219
TB_varC_G	A2	34,68	851	48	0,000119	0,000155	0,000401	0,000043	0,000719
TB_varC_J	A2	34,68	851	48	0,000156	0,000349	0,000414	0,000053	0,000972
TB_varD_G	VA	34,74	1032	59	0,000142	0,000188	0,000486	0,000053	0,000869
TB_varD_J	VA	34,74	1032	59	0,000187	0,000426	0,000502	0,000064	0,001180

9.3.2 **Gevolgschade**

De schade als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine kan bestaan uit:

- schade aan het schip
- schade aan de windturbine
- milieuschade als gevolg van uitstroom van ladingolie en/of bunkerolie uit het schip
- persoonlijk letsel.

Bij de botsing van een schip op een windturbine kunnen twee "bezwijktypen" worden onderscheiden: knikken en scharnieren (zie figuur 9.3).



Figuur 9.3 Verschillende bezwijkvormen: knikken (eerste figuur), scharnieren (volgende figuren)

Experts (Barentse, 2000) hebben op basis van hun onderzoek de frequentie van voorkomen geschat voor de verschillende bezwijkvormen. Daar waar de effecten nog niet zijn in te schatten heeft men voor een conservatief standpunt gekozen. Zo kan de mast met gondel van het schip af of op het schip vallen. Wat in werkelijkheid gebeurt, hangt van veel constructiewaarden en omgevingsfactoren af. Voor de nu uitgevoerde berekeningen wordt voor alle funderingsvarianten[4] aangenomen, dat in geval van knikken de mast met gondel altijd op het schip valt.

De gevolgschade van de genoemde bezwijkvormen kan in het algemeen als volgt worden ingeschat:

- kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken. Knikken kan pas voorkomen bij aanvaring van schepen vanaf 1000 ton en bij schamping vanaf 1600 ton. Bij aandrijving wordt knikken niet verwacht
- bij aandrijving van een windturbine wordt geen milieuschade verwacht

[4] Voor de GBS is dit vermoedelijk een extra conservatieve aanname omdat de impulsoverdracht bij de GBS doorgaans lager zal zijn dan bij vaste constructies

- bij frontale/laterale aanvaringen zal ernstige schade optreden aan de boeg van het schip, maar geen ernstige schade aan het ladinggedeelte zodat geen uitstroom van lading of brandstof is te verwachten
- wanneer de gondel met mast op het schip valt is persoonlijk letsel en milieuschade te verwachten
- er komt een zeer geringe hoeveelheid olie in het water van de windturbine wanneer de turbine omvalt of bezwijkt (250 liter minerale olie en maximaal 100 liter dieselolie).

Voor een overzicht van de geschatte gevolgschades aan de turbine en het schip bij de genoemde bezwijkvormen wordt verwezen naar het MARIN-rapport (bijlage 9.1, tabel 3-1).

Schade aan het schip, de windturbines

Voor de gevolgschade aan het schip worden drie types onderscheiden; schade aan het schip in het geval dat de gondel en het mastdeel op het schip vallen na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade. Voor de gevolgschade aan de windturbines worden vier typen onderscheiden: geen schade, de turbine kan scheef gaan staan, de turbine kan omvallen, de gondel en mast kunnen op het schip vallen. De kansen op bepaalde soorten schade zijn in het MARIN-rapport aangegeven (bijlage 9.1, tabellen A1-3 respectievelijk A1). De onderlinge vergelijking vindt plaats bij de behandeling van de milieuschade.

Milieuschade

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er worden twee hoofdypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie.

De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per variant is gegeven in tabel 9.5. Om een idee te krijgen van wat dit betekent is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor de gehele Exclusieve Economische Zone (EEZ) toegevoegd. In tabel 9.6 zijn de waarden van tabel 9.5 als percentage van het totaal in de EEZ gegeven. In tabel 9.7 zijn de uitstroomfrequenties gegeven per MWh. De kans op een uitstroom omgerekend naar de frequentie per km^2 wordt gegeven in tabel 9.8.

Tabel 9.5 Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

Legenda: G = gravity based fundering; J is jacket fundering

variant Tromp Binnen	alter-natief	bunkerolie			ladingolie			totaal
		frequentie	eens in de .... jaar	gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	frequentie	eens in de .... jaar	gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	eens in de ... jaar
TB_varA	A3	0,000833	1201	0,463	0,000596	1679	2,754	700
TB_varB	A1	0,001299	770	0,721	0,000925	1081	4,280	450
TB_varC_G	A2	0,000726	1377	0,403	0,000516	1937	2,386	805
TB_varC_J	A2	0,000749	1334	0,406	0,000525	1906	2,417	785
TB_varD_G	VA	0,000882	1134	0,489	0,000629	1590	2,907	662
TB_varD_J	VA	0,000910	1099	0,494	0,000639	1564	2,946	645
EEZ		0,353402	2,8	68,04	0,148723	6,7	1499,5	2

Tabel 9.6 Uitstroom van bunkerolie en ladingolie als percentage van de uitstroom op het EEZ

Legenda: G = gravity based fundering; J is jacket fundering

variant Tromp Binnen	alter-natief	bunkerolie		ladingolie	
		frequentie	gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	frequentie	gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
TB_varA	A3	0,24%	0,68%	0,40%	0,18%
TB_varB	A1	0,37%	1,06%	0,62%	0,29%
TB_varC_G	A2	0,21%	0,59%	0,35%	0,16%
TB_varC_J	A2	0,21%	0,60%	0,35%	0,16%
TB_varD_G	VA	0,25%	0,72%	0,42%	0,19%
TB_varD_J	VA	0,26%	0,73%	0,43%	0,20%
EEZ		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabel 9.7 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per MWh
Legenda: G = gravity based fundering; J is jacket fundering

variant Tromp Binnen	alternatief	energie-opbrengst [GWh/jaar]	bunkerolie		ladingolie	
			frequentie per MWh	gemiddelde uitstroom (m^3/MWh)	frequentie per MWh	gemiddelde uitstroom (m^3/MWh)
TB_varA	A3	701	1.19E-09	6.60E-07	8.50E-10	3.93E-06
TB_varB	A1	1078	1.20E-09	6.69E-07	8.58E-10	3.97E-06
TB_varC_G	A2	851	8.54E-10	4.73E-07	6.07E-10	2.80E-06
TB_varC_J	A2	851	8.81E-10	4.77E-07	6.17E-10	2.84E-06
TB_varD_G	VA	1032	8.54E-10	4.74E-07	6.09E-10	2.82E-06
TB_varD_J	VA	1032	8.82E-10	4.78E-07	6.19E-10	2.85E-06

Tabel 9.8 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per km^2
Legenda: G = gravity based fundering; J is jacket fundering

variant Tromp Binnen	alternatief	oppervlakte [km^2]	bunkerolie		ladingolie	
			frequentie per km^2	gemiddelde uitstroom per jaar (m^3/km^2)	frequentie per km^2	gemiddelde uitstroom per jaar (m^3/km^2)
TB_varA	A3	34,48	0,000024	0,013419	0,000017	0,079862
TB_varB	A1	35,00	0,000037	0,020606	0,000026	0,122277
TB_varC_G	A2	34,68	0,000021	0,011606	0,000015	0,068799
TB_varC_J	A2	34,68	0,000022	0,011715	0,000015	0,069699
TB_varD_G	VA	34,74	0,000025	0,014076	0,000018	0,083683
TB_varD_J	VA	34,74	0,000026	0,014210	0,000018	0,084795

De uitstroom vertoont hetzelfde beeld als het aanvaar/aandrijfrisico. Per MWh is de milieuschade bij 5 MW turbines kleiner dan bij de 3,6 MW turbines. Het gebruik van de 5 MW turbines is dan ook gunstiger en wordt nog gunstiger wanneer naar het economisch gebruik van de bodem wordt gekeken.

Naast de uitstroom van olie kan ook de uitstroom van diverse chemicaliën schade aan het milieu veroorzaken. De kansen ten gevolge van aandrijving van de windturbines blijken voor chemicaliën met zeer hoog tot hoog ecologische risico's minder dan 1 op 1 000 000 jaar. Bij

chemicaliën met gering tot verwaarloosbaar risico is de kans eens per 7000 jaar (zie bijlage 9.1, tabel A1-9).

Persoonlijk letsel

In geval van aanvaring of aandrijving kan persoonlijk letsel worden veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip vallen. Voor het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast en voor een indicatie van het groepsrisico (kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers) wordt verwezen naar de detailtabellen (A1-10, et cetera) in het MARIN-rapport. Een dergelijk ongeval kan zich alleen maar voordoen wanneer een chemicaliëntanker, een ferry of een gastanker de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terechtkomt. Tabel 9.9 geeft de totale risico's per alternatief/variant.

Tabel 9.9 Totaal overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt voor de verschillende alternatieven/ varianten

variant Tromp Binnen	alternatief	aanvaringstype aantal per jaar		samen eens in de ... jaar	directe doden		groepsrisico
		frontaal	schampen		gemiddeld aantal doden per keer	gemiddeld aantal doden per jaar	eens in de ... jaar meer dan 10 doden
TB_varA	A3	0,000047	0,000401	2235	3,52	0,001574	7284
TB_varB	A1	0,000069	0,000597	1501	3,55	0,002369	5092
TB_varC_G	A2	0,000042	0,000358	2500	4,22	0,001687	8344
TB_varC_J	A2	0,000055	0,000469	1907	4,21	0,002208	6093
TB_varD_G	VA	0,000050	0,000430	2082	4,16	0,001998	6844
TB_varD_J	VA	0,000066	0,000566	1581	4,14	0,002617	4981

Er bestaan geen rechtsgeldige normen voor het risico op zee maar voor het afschatten van de externe veiligheid is aansluiting gezocht bij de risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (TK 1995-1996, 24611). De oriënterende waarde voor het groepsrisico is 10^{-4} per jaar per kilometer route (vaarweg) voor een ramp met minstens 10 slachtoffers. Bij A1, het alternatief met de meeste turbines, is de kans op meer dan 10 doden gelijk aan 1/7284 per jaar (bijlage 9.1, tabel A1-10). Het windturbinepark heeft een lengte van ongeveer 16,3 km, dus per km vaarweg is de kans $8,4 \times 10^{-6}$, ruim onder de oriënterende waarde van 10^{-4}.

Bij het gebruik van 5 MW turbines is het verwachte gemiddelde aantal doden per incident met dodelijke slachtoffers iets groter, namelijk ongeveer 4,2 tegen 3,5 voor de 3,6 MW turbines. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat de 5 MW turbine groter is en dus een groter oppervlakte beslaat wanneer de turbine op het dek valt. De kans op aanvaring is echter bij een 5 MW windturbinepark kleiner zodat het risico voor het gehele park (VA) circa 20% lager (zie tabel onder A1 en VA met GBS) is dan bij een 3,6 MW windturbinepark (A1) met nagenoeg gelijke energieopbrengst.

9.4 Aanvullende effecten voor de scheepvaart

9.4.1 Werkverkeer

Aanleg

De aanlegfase van een windturbinepark duurt twee jaren. In de periode van mei tot en met september[5] (exclusief uitloop) varen dagelijks enkele schepen (maximaal vijf) van en naar het windturbinepark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. In een druk gebied zoals bij Rotterdam is het aandeel van 5 bewegingen op 100 vertrekkende schepen per dag kleiner dan voor een haven als IJmuiden/Amsterdam waar zo'n 25 schepen per dag vertrekken. Het relatieve effect op de scheepvaartveiligheid is dus bij Rotterdam kleiner dan bij IJmuiden, maar aan de andere kant is het absolute effect op de verkeersveiligheid bij Rotterdam weer groter. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico van circa 1% is van tijdelijke aard. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0,5%.[6]

---

5 een eventueel enigszins langere aanlegperiode verandert de conclusies in deze paragraaf niet (Marin , 2008)

6 Vermoedelijk zal IJmuiden de uitvalsbasis voor het windturbinepark Tromp Binnen worden. Vanuit IJmuiden naar Tromp Binnen is het ongeveer 4 uur varen. Voor alle bewegingen per jaar dus 2 (heen + terug) x 5 (reizen/dag) x 180 (periode van 6 maanden) x 4 uur varen = 7200 vaaruren voor de aanleg. Dit levert een verhoging van het gemiddelde aantal schepen op zee op van 0,8 schip (= 7200 vaaruren/(365 x 24 uren in een jaar)) op een totaal van 300 varende schepen. Aangezien de bouw circa een half jaar duurt, is de verhoging gedurende dit deel van het jaar 1,6 schip. In deze periode van een half jaar is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit 1,0% hoger dan normaal. Ook bij een eventuele uitloop naar 7 maanden blijft de verhoogde verkeersintensiteit beperkt tot 1,0% hoger dan normaal.

Onderhoud
Tijdens de periode dat het windturbinepark in bedrijf is (ongeveer 20 jaar) zullen reparatie- en onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd. De verwachting is dat voor deze werkzaamheden aanzienlijk minder scheepvaartbewegingen noodzakelijk zijn dan in de aanleg- of verwijderingsfase. Het scheepvaartverkeer door onderhouds- en reparatiewerkzaamheden in Tromp Binnen verhoogt de verkeersintensiteit en de kans op scheepsongevallen in verwaarloosbare mate. Door de verblijfsfaciliteit voor onderhoudspersoneel op het platform voor het transformatorstation wordt het onderhoudsverkeer overigens verder geminimaliseerd.

Verwijdering
Voor de verwijdering van het park zijn globaal dezelfde effecten te verwachten als bij de aanleg van het park.

9.4.2 Ongevallen buiten het windturbinepark

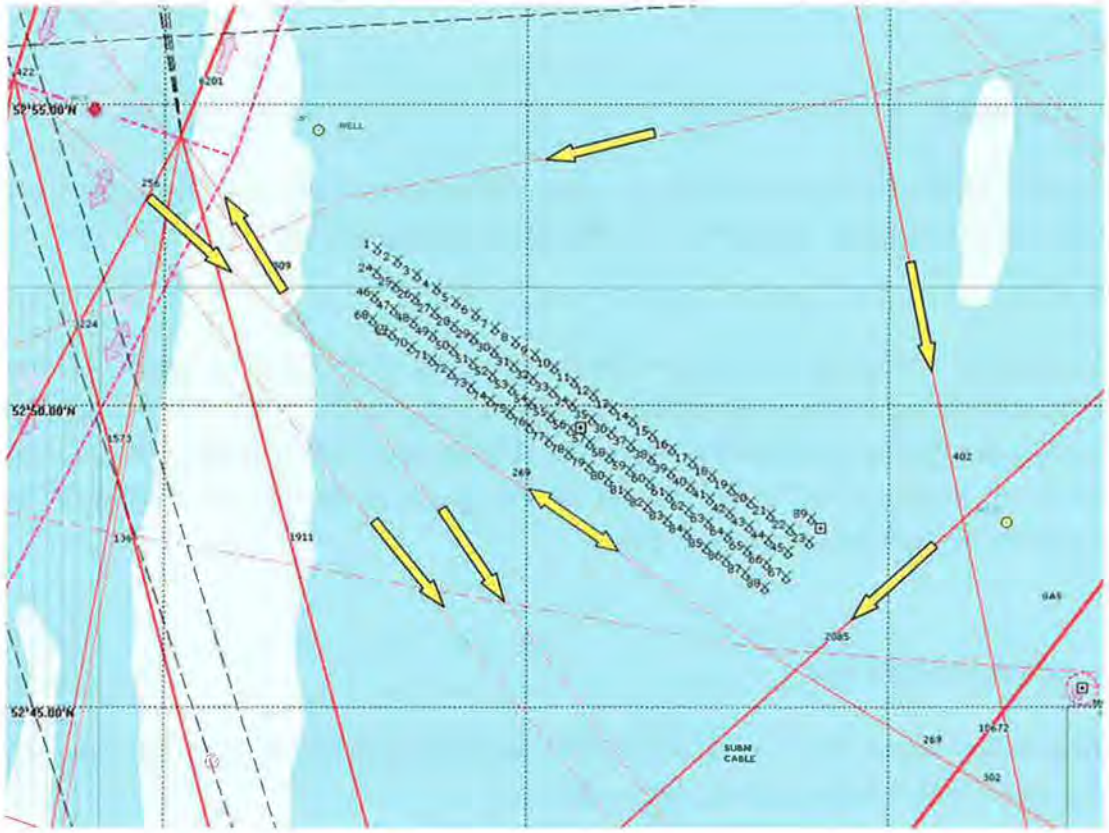
Het effect van het windturbinepark op de scheepvaartongevallen buiten het windturbinepark, door de verandering van de vaarroutes is verwaarloosbaar (zie bijlage 9.1, tabel 4-9). Er is een fractionele toename van de kans op rammen en driften tegen een platform (extra 0,06% respectievelijk 0,16%). Dit wordt veroorzaakt doordat het verkeer dichter langs de nabij het windturbinepark gelegen platforms moet gaan varen.

Verder is er een zeer kleine toename van het aantal te varen zeemijlen vooral door het verkeer dat het windturbinepark in de noord-zuidrichting passeert met het daarbij behorende risico.

9.5 Extra aanvaringen door zichtbelemmering

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden c.q. ruimte te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar (zie volgende subparagraaf). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn.

Figuur 9.4 toont de scheepvaartlinks in de omgeving van het windturbinepark Tromp Binnen waarbij het windturbinepark vrijgemaakt is. Op de figuur is met pijlen de algemene richting aangegeven waarin de schepen varen die zich op de verschillende links bevinden. Uit de figuur volgt dat de meest kritische ontmoeting tussen routegebonden verkeer zich voordoet ten zuidoosten van het park. Hier kruist een drukkere zuidwestwaartse route de route van schepen die aan de zuidkant (in beide richtingen) langs het park varen, waarbij het windturbinepark een extra belemmering vormt.



Figuur 9.4 Verkeersafwikkeling bij Tromp Binnen

Voor de verschillende lay-outs van het park is voor deze twee routes de gezichtsbelemmering ("schaduwstukken") bepaald voor een zuidwestwaarts varend schip op de drukkere route die kruist met een oostwaarts varend schip dat aan de zuidkant langs het park vaart. De meest kritische situatie zal zich voordoen aan de zuidoostkant van het windturbinepark.

Volgens de modelberekening zijn er in de situatie zonder de zichtbeperking door het windturbinepark 0,0073 aanvaringen tussen kruisend verkeer per jaar te verwachten ofwel een aanvaring eens in de 136 jaar. De extra kans op een aanvaring door de aanwezigheid en de zichtbelemmering van het windturbinepark is op basis van een aantal aannames klein, namelijk eens in de 4063 jaar voor de monopaal en gravity based varianten en eens in de 1324 jaar voor de jacket variant (bijlage 9.1, tabel 4-11). Het verschil tussen de varianten qua dichtheid en vermogen is daarbij minimaal. De betrouwbaarheid van deze berekening is echter niet groot omdat de gebruikte factoren en aannames enigszins arbitrair zijn, maar het toont wel aan dat de extra kans op een aanvaring klein is.

9.5.1 **Walradars**

Windturbinepark Tromp Binnen valt buiten de radardekking van de Nederlandse havens en bijbehorende VTS systemen. Verstoring van die radars is wat dat betreft dus niet aan de orde.

Voor VTS-systemen die vanaf de wal een traffic image op willen bouwen speelt ook het probleem dat men moeilijk "achter de windmolenvelden" kan kijken. Hiertoe kan men steunradars en scanners plaatsen, hetgeen bijvoorbeeld voor de kust van IJmuiden ook gebeurd is. Dit zou in de toekomst bij Tromp Binnen kunnen gaan spelen als de huidige VTS-systemen sterk in reikwijdte worden uitgebreid.

9.5.2 **Scheepvaartradars**

Windturbineparken kunnen ook verstorend werken op scheepsradars. Een windturbinepark kan de volgende effecten hebben op scheepsradar:

- schaduweffecten; een schip is niet detecteerbaar omdat het zich in de "schaduw" van het windturbinepark bevindt
- zijlussen; bij elk radarsignaal ontstaan zijlussen, deze kunnen in de nabijheid van het windturbinepark reflecties veroorzaken
- schijndoelen; dit zijn reflecties op de radar die in werkelijkheid niet bestaan
- meervoudige reflectie; dit kan ontstaan door (verticale) oppervlakken van de windturbines.

De geplande locatie van het windturbinepark ligt buiten de belangrijke scheepvaartroutes en ver van havens. Om het effect op scheepvaartradar te beschrijven is gebruik gemaakt van

een Britse studie[7] uit 2007 waarin bij 50 verschillende schepen het effect door een windturbinepark op de scheepsradar bestudeerd is. De studie toont aan dat schijndoelen op het radarbeeld kunnen ontstaan in de nabijheid van het windturbinepark. Het kan ook voorkomen dat schepen aan de andere kant van het windturbinepark (tijdelijk) niet zichtbaar zijn op de scheepsradar. Detecteerbaarheid is grotendeels afhankelijk van het type en uitvoering van de radar, en in mindere mate van het windturbinepark en bijbehorende geometrie. Uit de Britse studie blijkt tevens dat de bemanning van schepen in de omgeving bekend is met de effecten van windturbineparken op radar en daar afdoende mee om kan gaan. Daarnaast blijken kleine schepen die dichtbij of in het windturbinepark varen nog steeds detecteerbaar voor schepen in de omgeving.

Om detecteerbaarheid van het windturbinepark te vergroten zullen de buitenste windturbines in het windturbinepark voorzien worden van radarreflectoren conform de geldende richtlijnen. Tevens zullen nieuwe zeekaarten voorzien worden van aanduidingen conform de maritieme richtlijnen.

In de "Nautische visie op windparken op zee" genoemd in paragraaf 9.6 zijn de effecten van windturbineparken op het radarbeeld in diverse onderzoeken beschreven. Ook is in de praktijk gekeken naar de effecten aan boord van Kustwachtschip de Waker en aan boord van Hr. Ms. Makkum nabij IJmuiden. Hieruit bleek dat verstoringen kunnen optreden, zeker voor zeevarenden die de situatie ter plekke niet goed kennen, maar dat bemanningen er doorgaans goed mee om kunnen gaan.

Bij een hoge verkeersdichtheid kunnen valse echo's tot verwarring leiden en de veiligheid negatief beïnvloeden. De dichtheid van kruisend verkeer is bij Tromp Binnen echter niet bijzonder groot, zeker niet in vergelijking met die bij havens.

9.5.3 Overige verstoringen scheepvaart instrumentatie

Naast onderzoek naar radar is er ook onderzoek gedaan naar de effecten van windturbineparken op andere verwante zaken als GPS, AIS, VHF en LORAN C. Deze laatst genoemde zaken ondervonden geen negatieve effecten als gevolg van de windturbines (Nautische visie, 2008). Dit geldt ook voor kompasbeïnvloeding.

---

[7] Marico MARINe (2007). "Investigation of technical and operational effects on MARINe radar close to Kentish Flats offshore wind farm"

9.6 Beoordelingsaspecten Nautische adviesgroep

De Nautische Adviesgroep is door het Bevoegd Gezag ingesteld om haar te adviseren op het aspect van de scheepvaartveiligheid bij de beoordeling van de vergunningsaanvragen. De groep bestaat uit personen met een nautische achtergrond, i.c. een aantal ervaren Noordzeeloodsen, een medewerker van het Kustwachtcentrum (KWC) Den Helder, en medewerkers van het Ministerie van Verkeer & Waterstaat (i.c. het Directoraat-Generaal Luchtvaart en Maritieme zaken, Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) en Rijkswaterstaat Directie Noordzee).

Bij haar advisering betrekt de adviesgroep in het algemeen de autonome ontwikkelingen, de effecten op scheepvaartveiligheid, de ernst van de mogelijke scenario's en de mogelijk mitigerende maatregelen. Specifiek zijn de aspecten aangegeven in tabel 9.10 In algemene zin is nog op te merken dat bij Tromp Binnen geen extra stress bij de navigerende bemanning is te verwachten in verband met het naderen van een haven. De zichtbaarheid wordt gegarandeerd door toepassing van de nodige signaleringen (zie paragraaf 3.4.2.5). Radardekking, benodigde ruimte, speciale drukte en afwikkeling van scheepvaart zijn geen punten die bij Tromp Binnen buitengewone aandacht vergen.

Tabel 9.10 Beoordelingsaspecten Nautische adviesgroep toegepast op Tromp Binnen[8]

Beoordelingsaspect Nautische adviesgroep	Situatie bij Tromp Binnen
Autonome ontwikkelingen	
Toename en schaalvergroting van de scheepvaart	Algemeen, ook bij Tromp Binnen van toepassing
Wijzigingen in verkeersscheidingsstelsels	Niet van toepassing gezien de afstand tot de havens
Andere voorgenomen projecten, zoals de Maasvlakte 2	Niet van toepassing gezien de afstand tot Maasvlakte 2
Effecten op scheepvaartveiligheid	
Ruimte voor verkeersafwikkeling	Noord-zuid bewegingen v.v. worden niet belemmerd; noordwestelijke bewegingen v.v. dienen route licht aan te passen
Ruimte voor beloodsing	Niet van toepassing gezien de afstand tot de havens

[8] Adviesrapport Nautische Adviesgroep Scheveningen Buiten. Beoordelingsaspecten Nautische adviesgroep ten aanzien van windturbinepark Scheveningen Buiten toegepast op Tromp Binnen

Beoordelingsaspect Nautische adviesgroep	Situatie bij Tromp Binnen
Afstand vaarroute tot het park	Voldoende (>2 NM)
Ruimte voor uitwijkmanoeuvres	Voldoende
Ruimte om te ankeren (inclusief ruimte om te manoeuvreren)	Niet van toepassing gezien de afstand tot dichtstbijzijnde ankerplaats: 40 km (21 NM)
Kritische gebieden	Niet aanwezig gezien afstanden tot havens
Overzicht / verkeersbeeld	Goed voor noordoostelijk verkeer enigszins belemmerd voor westelijk verkeer
Zicht en desoriëntatie (zichtlijnen, achtergrond verlichting e.d.)	Speelt, maar geringe extra aanvaringskans; zie MARIN, 2008 en par. 9.5
Radar, zowel op het schip, als op de wal/VTS	Tromp Binnen ligt buiten walradars en VTS Beïnvloeding scheepsradar aanwezig; zie par 9.5
Cumulatieve effecten met andere (voorgenomen) windturbineparken	Behandeld in paragraaf 12.4
Ernst van het effect in de volgende scenario's	
Schip-schip aanvaringen	Door extra drukte zijn de kansen op aanvaringen enigszins vergroot
Drifter tegen het park	Zie vorige paragrafen
Rammen park	Zie vorige paragrafen
Mogelijke mitigerende maatregelen	
Alternatieven park ontwerp	Volgens MARIN is het effect hiervan minimaal
Aanpassing vaarweg of ankerplaats	Niet van toepassing
Markeringswijzigingen	De standaardmarkeringen zijn voldoende
Verkeersmaatregelen	De standaardmaatregelen zijn voldoende

Uit de voorgaande tabel kan geconcludeerd worden dat toetsing van Tromp Binnen aan de criteria van de Nautische adviesgroep geen punten oplevert die bijzondere aandacht verlangen.

9.7 Beoordeling conform Nautische visie windturbineparken op zee

Een groep bestaande uit vertegenwoordigers van o.a. de scheepvaartsector (reders en koopvaardijkapiteins), de havens, de visserij en overheidsorganen heeft in juni 2008 een advies uitgebracht over windturbineparken op de Noordzee: "Nautische visie windturbineparken op zee" (Nautische Visie, 2008). De groep wordt hier verder Nautische initiatiefgroep

genoemd. De informatie werd verstrekt door Centraal Nautisch Beheer. De groep geeft de volgende motivering voor het opstellen van haar advies aan:

"De nautische visie windturbineparken op zee is tot stand gekomen uit overleg tussen de Nederlandse Vereniging van Kapiteins ter Koopvaardij, Dirkzwager's Coastal & Deep Sea Pilotage B.V., de Kustwacht, het Nederlands Loodswezen B.V. Regio Rotterdam-Rijnmond, Haven Amsterdam, Productschap Visserij, de Koninklijke Vereniging van Nederlandse Reders en het Havenbedrijf Rotterdam N.V.. Deze organisaties voelden de behoefte om een gezamenlijke visie op papier te zetten over de nautische aspecten van windmolenparken op zee. Deze visie dient mede als basis voor de vertegenwoordigers van de maritieme sector in de diverse overlegstructuren die de komende periode gepland zijn of gaan worden om te komen tot een nieuw Integraal Beheerplan Noordzee of liever tot een nieuwe ruimtelijke ordening van de Noordzee."

De belangrijkste aanbevelingen staan in de eerste kolom van tabel 9.11 In de tweede kolom van die tabel is aangegeven hoe Tromp Binnen op deze aanbevelingen aansluit.

De visie gaat uit van een aaneengesloten gebied van windturbineparken, zoals aangegeven in figuur 9.5.

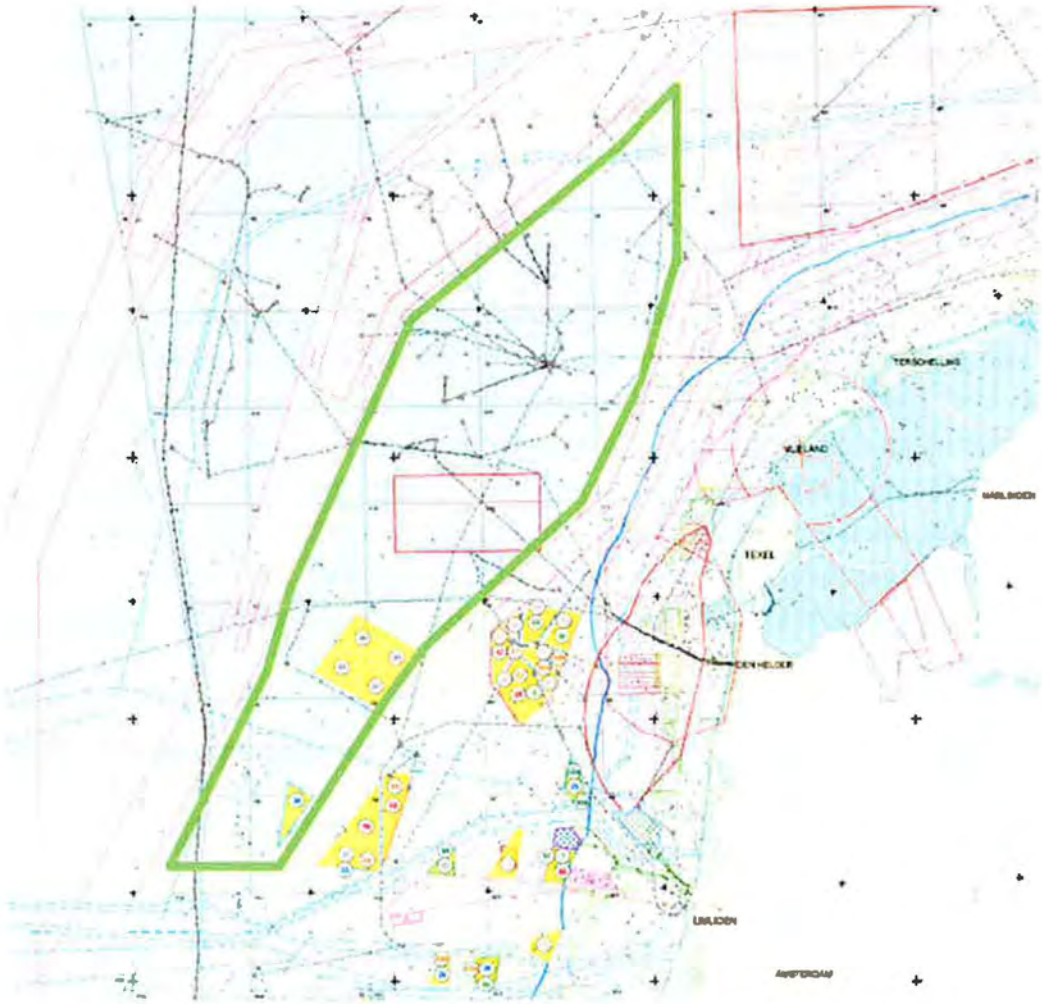
Tabel 9.11 Belangrijkste, samengevatte adviezen van Nautische visie windturbineparken op zee

Aanbeveling	**Beoordeling Tromp Binnen**
Op grond van diverse ontwikkelingen in de zee wordt gepleit "voor het vinden van ruimte op zee in een gebied dat zo veel mogelijk vrij blijft van de drukste scheepvaartroutes en rekening houdend met veiligheidsafstanden van minimaal ***2 zeemijl tussen windmolenpark en vaarroutes***"	Tromp Binnen bevindt zich in het aangegeven gebied (zie navolgende figuur) en een afstand tussen park en vaarroutes van 2 zeemijl is aangehouden
Geen versnippering en verspreiding van diverse parken, maar beperken tot 1 of 2 grote gebieden (verder op zee), routes vrijhouden en corridors waar nodig.	Tromp Binnen sluit aan bij "Den Helder" en bij de toekomstige plannen Tromp Oost en West
Niet alleen kijken naar de aanlooproutes naar de Nederlandse havens, maar ook de doorgaande reisplanning en vaart zo min mogelijk hinderen	Tromp ligt buiten aanlooproutes van havens en nagenoeg geheel buiten doorgaande routes (Links)
Minimale tussenafstand van 10 zeemijl tussen clusters van windmolenparken. **Deze a**fstand is bedoeld voor tweerichtingverkeer	De kleinste afstand tussen Tromp en zuidoostelijk geplande windturbineclusters is 6 NM, voldoende voor éénrichtingverkeer
De veilige afstand tussen verkeer en een windmolen-	Het verkeersscheidingsstelsel van de

park bij de in- en uitgang van een verkeersscheidingsstelsel (TSS) dient minimaal 5 zeemijl te bedragen.	diepwaterroute is het dichtstbijzijnde stelsel. De afstand tot dit stelsel bedraagt 3 NM
De minimale afstand tot een ankergebied bedraagt 4 zeemijl	De minimale afstand tot een ankergebied bedraagt >19 NM

Op grond van het voorgaande kan gesteld worden dat Tromp Binnen ligt binnen het aanbevolen gebied van de adviesgroep conform figuur 9.5. Tromp Binnen kan – samen met één van de parken Den Helder van Airtricity – een eerste groeikern vormen van waaruit het aangeduide samenhangende gebied verder tot ontwikkeling kan worden gebracht. In een volgende fase zouden de gebieden van Den Helder en Tromp kunnen worden ontwikkeld. De locatie is waarschijnlijk ook geschikt om een "stopcontact op zee" en wellicht andere hubfuncties (gezamenlijke verblijven onderhoudspersoneel, aanlanding, radarstation, ecologische waarnemingspost voor met name vogels, et cetera) voor de gehele te ontwikkelen windturbineregio op de Noordzee te faciliteren.

In ieder geval is het park in lijn is met de uitgebrachte visie en met de samengevatte adviezen uit tabel 9.11.



Figuur 9.5 Voorkeursgebied voor windturbines op zee volgens de Nautische visie windturbineparken op zee

9.8 Conclusies

Scheepvaartveiligheid is een complex onderwerp, waarin vele factoren een rol spelen. Het MARIN heeft de kwantificeerbare effecten met het SAMSOM-model bepaald. Daarnaast spelen de advisering van de Nautische adviesgroep en een visie op de ontwikkeling van windturbineparken op de Noordzee een rol in de afweging.

Gekwantificeerde effecten
Maatgevend voor de scheepvaartveiligheid is vooral het verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar. De verschillen per variant worden voornamelijk bepaald door het aantal turbines en de gebruikte fundering. De 5 MW varianten (waaronder de voorgenomen activiteit) met gravity based fundering, zijn per MWh het meest gunstig (zie tabel 9.3).

De kans op uitstroom van bunker- en ladingolie vertoont hetzelfde beeld als het aanvaar/aandrijfrisico. Per MWh is de milieuschade bij 5 MW turbines kleiner dan bij de 3,6 MW alternatieven. Het verschil tussen de bedrijfsmatig meest reële alternatieven (VA en A1) bedraagt circa 30% in het voordeel van het VA. De gemodelleerde uitstroom van olie is een worst case benadering. Ook hierbij scoort het VA ruim 30% gunstiger dan A1. Doordat het percentage tankers met een dubbele huid toeneemt, zal de kans op een uitstroom van olie na een aandrijving met een windturbine afnemen.

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is klein. Er wordt ook aan de eerder genoemde criteria voor het extern risico ten aanzien van scheepvaart, zowel voor het individueel als het groepsrisico, voldaan.

Resumerend is uit de modellering gebleken dat voor alle alternatieven en varianten geen bijzonder grote risico's optreden, maar dat alternatieven met grote turbines relatief gunstig scoren.

In tabel 9.12 is de effectenbeoordeling van de scheepsveiligheid in absolute termen samengevat.

Tabel 9.12 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid in absolute termen

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD GBS	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD GBS	A3: 3,6 LD	MMA
risico op aanvaringen en aandrijvingen	0	0/-	-	0/-	0/-	> 0/-

Overige veiligheidsaspecten

Het park en de voorgenomen veiligheidsmaatregelen zijn getoetst aan de toetsingselementen van de Nautische adviesgroep van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Alle elementen blijken te voldoen aan redelijk daaraan te stellen eisen. Er blijken in de nabijheid geen zeevaartfaciliteiten, zoals ankerplaatsen of verkeerbegeleidingssystemen, die enige belemmering van het park zullen ondervinden. De zeevaart wordt ook in algemene zin slechts in marginale zin gehinderd.

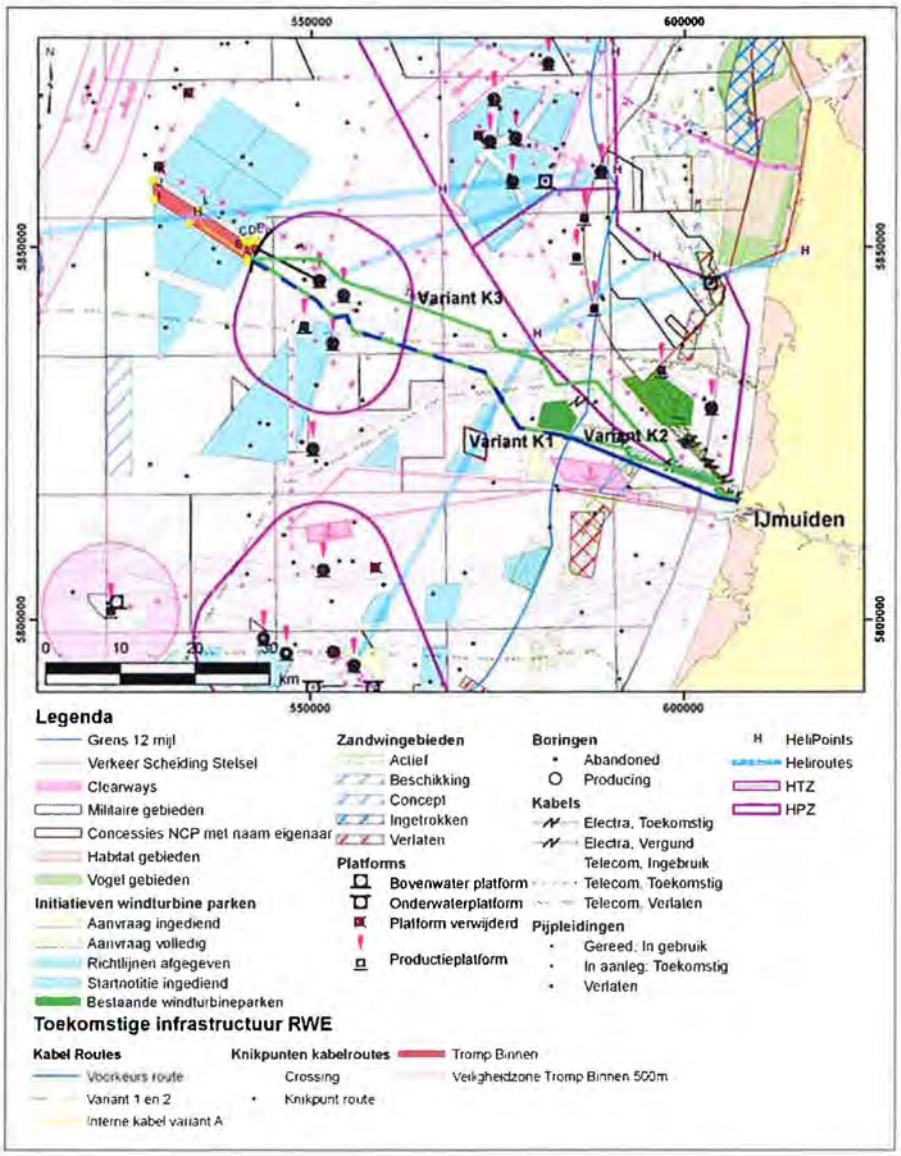
De situering van het park is verder in lijn met een recent verschenen nautische visie, uitgebracht door een brede vertegenwoordiging van betrokkenen bij de scheepvaart.

10	Effecten elektriciteitskabels en aanlandingspunt	10.1
10.1	Inleiding	10.1
10.2	Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling	10.11
10.2.1	Zeebodem en waterkolom	10.11
10.2.2	Aanlandingspunt en kabeltracé tot aansluiting	10.11
10.2.3	Natuurlijke elektrische en magnetische velden	10.12
10.3	Effecten elektriciteitskabels	10.13
10.3.1	Fysische effecten	10.13
10.3.2	Effecten op bodemdieren, vissen en zeezoogdieren	10.20
10.3.3	Risico's op beschadiging van kabels	10.21
10.4	Effecten aanlanding en kabeltracé tot aansluiting	10.23
10.5	Effecten van aanlanding op kustverdediging	10.25
10.6	Conclusie	10.26

10 EFFECTEN ELEKTRICITEITSKABELS EN AANLANDINGSPUNT

10.1 Inleiding

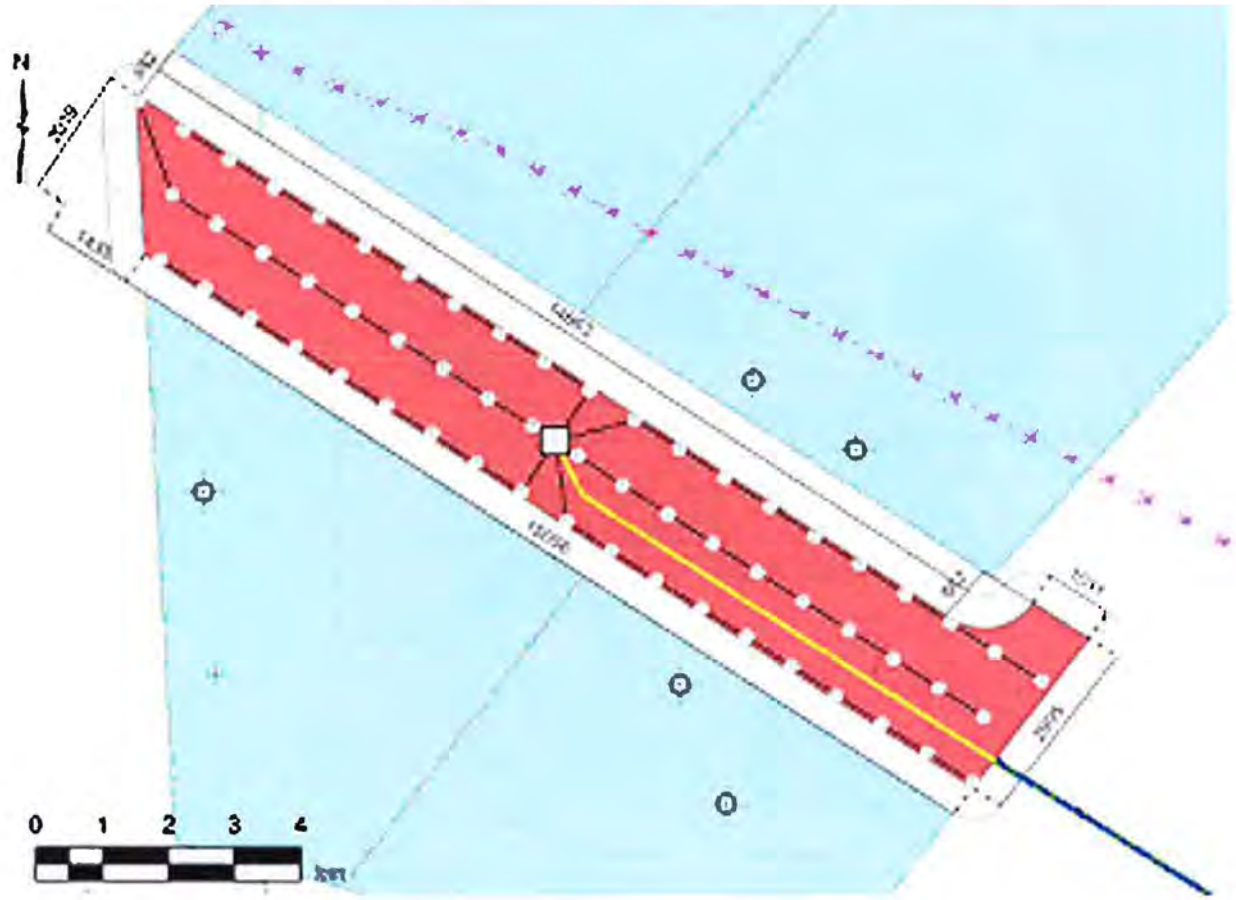
In dit hoofdstuk worden de milieueffecten van elektriciteitskabels van het windturbinepark beschreven. Het gaat daarbij zowel om de verbindende kabels binnen het park als om het kabeltracé dat het park verbindt met het elektriciteitsnet op het land. Voor een uitgebreide beschrijving van aanleg en voorziene ligging van de kabels wordt verwezen naar hoofdstuk 3 van dit MER.



Figuur 10.1 Varianten kabeltracés

Figuur 10.1 toont de ligging van het voorgenomen windturbinepark, de varianten voor het elektriciteitskabeltracé van het aanlandingspunt van de kabels nabij Velsen-Noord.

Figuur 10.2 geeft detailinzicht in de voorgenomen interne bekabeling binnen het windturbinepark dat de turbines verbindt met het transformatorstation. Zie hoofdstuk 3 voor het detailinzicht in de interne bekabeling van de alternatieven.



Figuur 10.2 Interne parkbekabeling voorgenomen activiteit

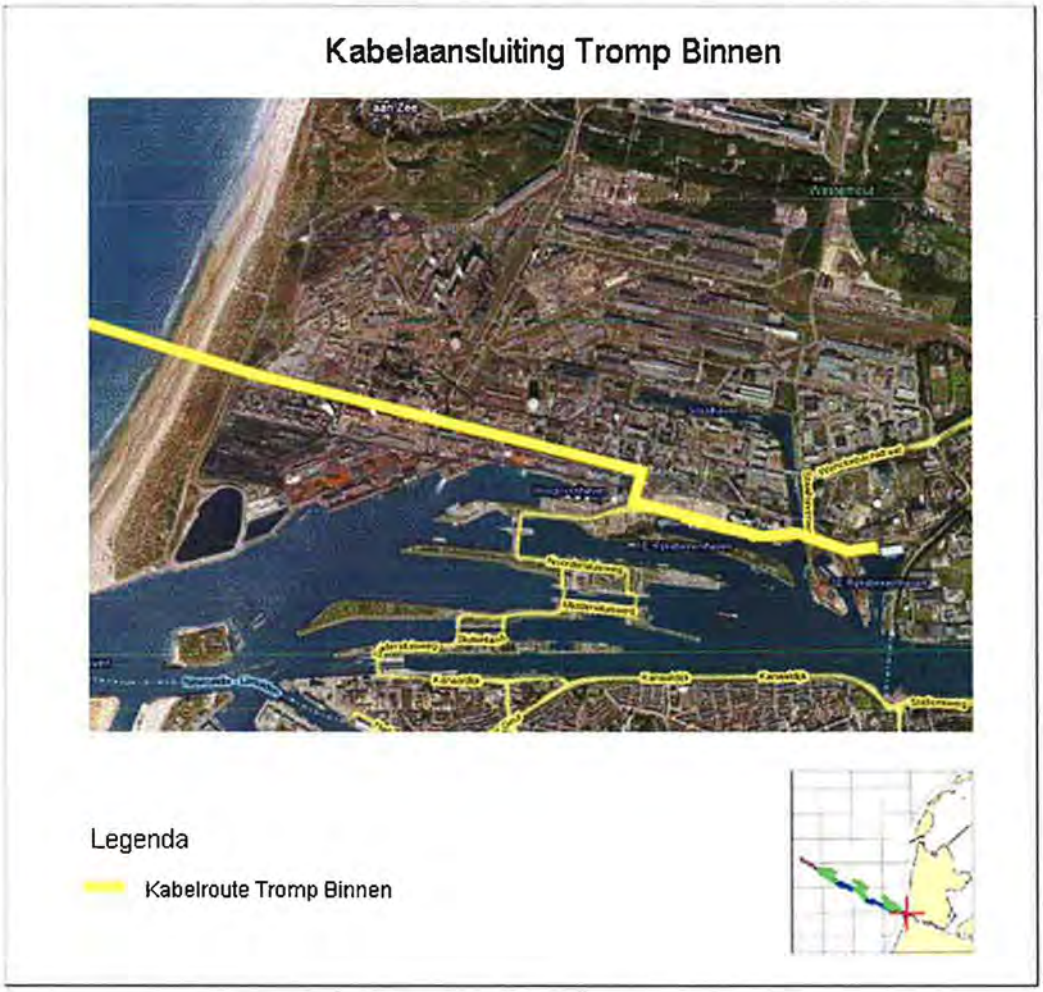
Kabelaanlanding

De onshore kabelaanlanding vindt plaats bij Velsen-Noord. Hierbij is de lengte van de kabels tot het aanlandingspunt 76 kilometer. In deze voorkeursvariant landen de zeekabels van Tromp Binnen op dezelfde locatie als de zeekabels van het Prinses Amalia windpark en kan er gebruik gemaakt worden van de duindoorgang die reeds is gerealiseerd.

De Maasvlakte is onderzocht als aanlandingsvariant. Windturbinepark Tromp Binnen ligt echter veel dichter bij Velsen-Noord dan bij de Maasvlakte. Wanneer voor de Maasvlakte als aanlandingspunt wordt gekozen, wordt de kabelroute naar de kust veel langer. Ten opzichte van Velsen-Noord zou de kabel ongeveer 25 kilometer langer moeten zijn, dus circa 33% langer dan de kortste route naar Velsen-Noord. Bovendien is deze route ingewikkelder en risicovoller omdat er meer overlap en kruisingen met bestaande gebruiksfucties zijn. Behalve dat dit uit financiële overwegingen niet haalbaar is, is een langere kabel ook uit oogpunt van energie-efficiency nadelig, omdat een langere kabel grotere transportverliezen tot gevolg heeft.

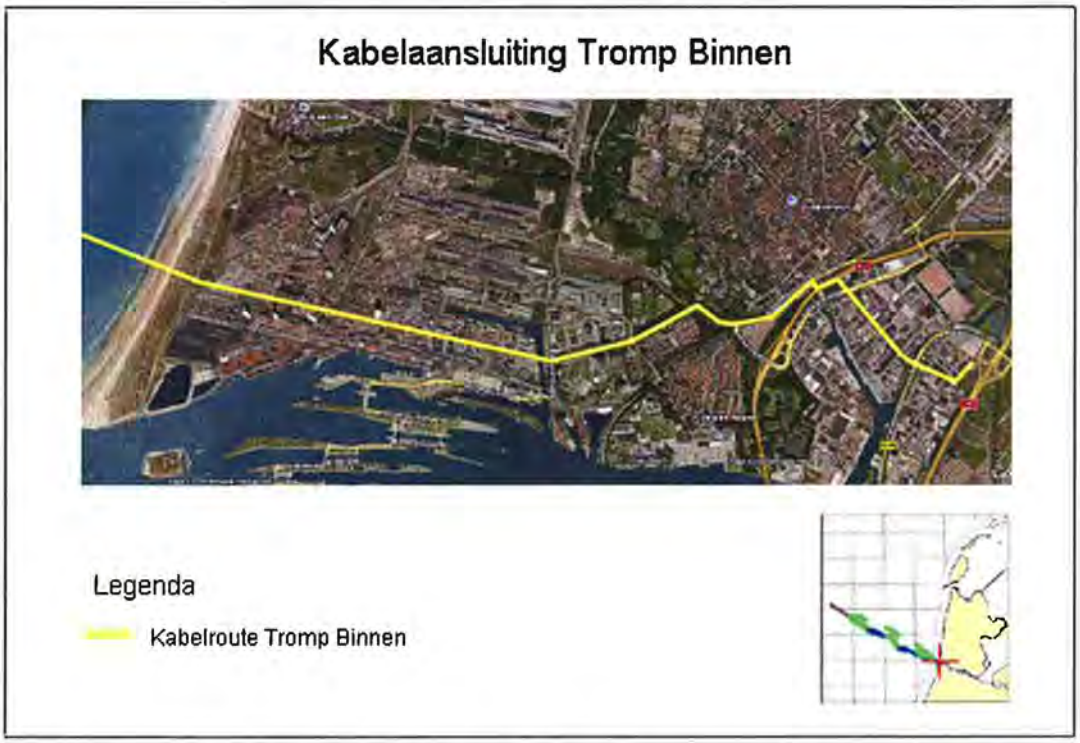
Kabelaansluiting

De onshore kabelaansluiting vindt plaats in Velsen-Noord op het 150 kV transportnet, zoals weergegeven in figuur 10.3. De 150 kV kabels van het offshore transformatorstation kunnen dan rechtstreeks worden aangesloten op het dichtstbijzijnde onderstation onshore. Dit betreft de voorkeursvariant van RWE. De kabel steekt loodrecht de duinen door en vervolgt daarna zijn route over het CORUS terrein en daarna de Noordersluisweg tot aan het transformator-station Velsen-Noord.



Figuur 10.3 Aansluitingspunt offshore kabeltracé ter hoogte van Velsen-Noord en kabeltracé na duindoorsteek naar 150 kV onderstation

Een variant op deze kabelaansluiting is aansluiting op 380 kV (koppelnet van TenneT) dat in de toekomst in Beverwijk gerealiseerd wordt, zie figuur 10.4. Om dit mogelijk te maken is een nieuw transformatorstation onshore noodzakelijk om de omzetting van 150 kV naar 380 kV te realiseren. Deze route is ongeveer 4 kilometer langer dan de route naar het transformatorstation van Velsen-Noord.



Figuur 10.4 Aansluitingspunt offshore kabeltracé ter hoogte van Beverwijk en kabeltracé na duindoorsteek naar 380 kV onderstation

In het overleg met TenneT kon tot op heden geen uitsluitsel worden verkregen welke aansluiting de voorkeur had. Daarom zal in nader overleg met TenneT een keuze worden gemaakt.

De effecten van de kabels zijn beschreven voor de volgende onderscheiden fasen in de levenscyclus van het windturbinepark: aanleg, gebruik en verwijdering van de elektriciteitskabels. Voorafgaande aan de beschrijving van de effecten, wordt in de volgende paragrafen eerst ingegaan op de huidige milieutoestand en de autonome ontwikkeling. Onderstaande tabel geeft een overzicht van mogelijke fysische effecten van aanleg, gebruik en verwijdering van de kabels en mogelijke doorwerking van deze effecten op het biotische milieu, en in welk(e) hoofdstuk(ken) deze effecten beschreven zijn. De drie varianten voor kabeltracés naar land zijn in hoofdstuk 3 getoetst aan de richtlijnen voor het ontwikkelen van vergunbare kabelroutes, om verstoring aan andere activiteiten (scheepvaart, zandwinning, ankergebieden, olie- en gaswinning, andere kabels en leidingen) te voorkomen. Aangezien de routes aan deze richtlijnen voldoen worden effecten van aanleg, gebruik, en verwijdering van de kabels op deze andere gebruiksfuncties in dit hoofdstuk niet verder behandeld.

Tabel 10.1 Afbakening effecten elektriciteitskabel en aanlandingspunt

projectfase	beïnvloedingsbron	fysische effecten	mogelijke biotische effecten op	beschreven in (fysisch effect/ biotisch effect)
aanleg en verwijdering	ingraven kabel en eventueel baggeren	bodemberoering, aantasting geomorfologie	bodemdieren	hfst. 5 / hfst. 8
		vertroebeling & verminderde lichtintensiteit	zeezoogdieren en vissen	hfst. 5 / hfst. 8
		onderwatergeluid	zeezoogdieren en vissen	hfst. 8
	materieel kabelaanleg (o.a. schepen)	onderwatergeluid	zeezoogdieren en vissen	hfst. 8
		geluid boven water	vogels	hfst. 7
		toename vaarbewegingen	vogels	hfst. 7
exploitatie	transport van elektriciteit door de kabel	elektromagnetische velden	vissen en zeezoogdieren	hfst. 10 / hfst. 8
		geïnduceerd elektrisch veld	vissen en zeezoogdieren	hfst. 10 / hfst. 8
		verhoging van bodemtemperatuur	bodemdieren	hfst. 10 / hfst. 8
	schepen t.b.v. inspectie/onderhoud	onderwatergeluid	zeezoogdieren en vissen	hfst. 8
		geluid boven water	vogels	hfst. 7
		toename vaarbewegingen	vogels	hfst. 7
	opnieuw ingraven kabel en eventueel baggeren	bodemberoering, aantasting geomorfologie	bodemdieren	hfst. 5/ hfst. 8
		vertroebeling & verminderde lichtintensiteit	zeezoogdieren en vissen	hfst. 5 / hfst. 8
		onderwatergeluid	zeezoogdieren en vissen	hfst. 8

projectfase	beïnvloedingsbron	fysische effecten	mogelijke biotische effecten op	beschreven in (fysisch effect/ biotisch effect)
	beschadiging kabel	emissie kabel-materiaal	bodemdieren zeezoogdieren en vissen	hfst. 10

Een windturbinepark-aanvraag moet gecontroleerd worden op de ligging van het gebied ten opzichte van de andere gebruiksfuncties op het NCP. Omdat niet elke gebruiksfunctie even belangrijk is bij conflicten tussen de ligging van het kabeltracé en deze functie wordt een onderscheid gemaakt in twee categorieën: kritische en overige gebruiksfuncties. Uit het toetsingsrapport van RWS[1] blijkt dat er voor Tromp Binnen geen conflicten zijn met kritische gebruiksfuncties. Onderstaande tabel 10.2a geeft een overzicht van de kritische gebruiksfuncties.

[1] Toetsing kabels windturbinepark, RWE Tromp Binnen, toetsingsdatum: 22 december 2008.

Tabel 10.2a Overzicht van conflicten van de kabeltracés met andere gebruiksfuncties
(bron: Toetsings kabels windturbinepark, RWS, toetsingsdatum: 22 december 2008)

Gebruiksfunctie	Oplossingsrichting	K1*	K2*	K3*	Zie
Categorie I: kritische gebruiksfuncties					
Tijdelijke (boor-) en permanente (winnings-)platforms (< 500 meter kritisch, daarbuiten niet)	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.
Kabels (telecom, elektra en umbilical) < 500 m	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	H10
Leidingen	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	H10
Clearways (niet-geulgebonden scheepvaart)	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			
Verkeersscheidingsstelsel en vaargeulen (geulgebonden scheepsvaart)	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			
Aanloop- en ankergebieden, en draaicirkels	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.
Actieve baggerstortgebieden	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			
Militaire uitsluitingsgebieden (v.w.b. windturbineparken)	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			
Reserveringsgebieden voor de winning van beton- en metselzand	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.
Binnen de territoriale wateren (< 12 mijl vanuit de kust)	N.v.t.	Niet relevant voor kabels			

* Variant K1: Kortste route; variant K2: noordroute en variant K3: combinatieroute

Uit de toetsing van RWS zijn alleen conflicten met overige gebruiksfuncties naar voren gekomen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van conflicten van de kabeltracés met de overige gebruiksfuncties.

Tabel 10.2b Overzicht van conflicten van de kabeltracés met andere gebruiksfuncties
(bron: Toetsings kabels windturbinepark, RWS, toetsingsdatum: 22 december 2008)

Gebruiksfunctie	Oplossingsrichting	K1*	K2*	K3*	Zie
Categorie II: Overige gebruiksfuncties	**Oplossingsrichting**				
Aangewezen Habitatrichtlijn	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	N.v.t.
Vogelgebieden	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	N.v.t.
Natuurgebieden	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	N.v.t.
Concessiegebieden olie en gas	Overleg met de concessiehouders	Ja	Ja	Ja	H11
Wrakken	Side scan onderzoek naar exacte posities, indien nodig kabelroute aanpassen	Ja	Ja	Ja	H11
Buiten gebruik geraakt bagger stortgebied	Gebied is buiten gebruik, dus geen probleem met kabeltracé	Nee	Ja	Ja	H11
Militaire uitsluitingsgebieden (v.w.b. kabels)	N.v.t.	Nee	Nee	Nee	n.v.t.
Schelpenwingebieden	Bij aanwijzing van gebieden wordt rekening gehouden met kabeltracés	Ja	Ja	Ja	H11
Zandwingebieden	De verwachting is dat dit gebied uitgeput is tegen de tijd dat de geplande route zal worden gerealiseerd	Ja	Nee	Nee	H11

* Variant K1: Kortste route; variant K2: noordroute en variant K3: combinatieroute

Kabels (telecom, elektra en umbilical) < 500 m

In tabel 10.3 wordt een overzicht gegeven van de verschillende kabels die zich binnen 500 meter van de drie kabeltracés bevinden. Een aantal van de in tabel 10.3 genoemde kabels zullen gekruist worden door de voorgestelde kabeltracés. Het kruisen van kabels zal gebeuren onder een hoek die varieert tussen de 60° en 90°. Na het vaststellen van het uiteindelijke kabeltracé zullen in overleg met de eigenaren crossing agreements worden afgesloten.

Tabel 10.3 Kabels die zich binnen 500 m van de voorgestelde kabeltracés bevinden

Naam/Traject	Soort	Eigenaar	K1*	K2*	K3*
Actief					
UK-NL 14	Telecom	Cable and Wireless	X	X	X
PANGEA Segment 2	Telecom	Alcatel Submarine Networks Ltd	X	X	X
Rembrandt 1	Telecom	KPN	X	X	X
Atlantic Crossing 1 Segment B1	Telecom	Global Crossing	X	X	X
TAT14 Segment J	Telecom	Deutsche Telekom	X	X	X
Rioja 3	Telecom	KPN		X	X
Q7-WP-zuid	Elektra	E-connection project B.V.		X	X
NSW_A	Elektra	Shell / Nuon			X
Verlaten					
UK – NL 10	Telecom	Onbekend	X	X	X
Rioja 3	Telecom	KPN	X		

* Variant K1: Kortste route; variant K2: noordroute en variant K3: combinatieroute

Leidingen

In tabel 10.4 wordt een overzicht gegeven van de verschillende leidingen die zich binnen 500 meter van de drie kabeltracés bevinden. Een aantal van de in tabel 10.4 genoemde leidingen zullen gekruist worden door de voorgestelde kabeltracés. Het kruisen van leidingen zal gebeuren onder een hoek die varieert tussen de 60° en 90°. Na het vaststellen van het uiteindelijke kabeltracé zullen in overleg met de eigenaren crossing agreements worden afgesloten.

Tabel 10.4 Leidingen die zich binnen 500 m van de voorgestelde kabeltracés bevinden

Naam/Traject	Eigenaar	K1*	K2*	K3*
P12-SW - P6-A	Wintershall	X		X
P6-D – P6-B	Wintershall	X		X
P6-S – P6-B	Wintershall	X		X
P9-Horizon-A Q1-Helder-AW	UNOCAL Netherlands B.V.	X	X	X
Q1-Helm-AP Ijmuiden	UNOCAL Netherlands B.V.	X	X	X
P2-NE P6-A	Wintershall		X	
P6-A L10-AR	Wintershall		X	
Q4-A P6-A	Wintershall		X	
Q8-A Wijk aan Zee	Wintershall			X

* Variant K1: Kortste route; variant K2: noordroute en variant K3: combinatieroute

De overige gebruiksfuncties worden in hoofdstuk 11 (Overige Effecten) nader toegelicht. Deze overige gebruiksfuncties vormen echter óf geen probleem voor het kabeltracé óf indien de daadwerkelijke aanleg van de kabel wordt uitgevoerd zal er een route onderzoek worden gedaan en/of zonodig zal er overlegd worden met vergunninghouders.

Concessiegebieden olie en gas
Hier wordt verwezen naar §11.2.

Wrakken
Hier wordt verwezen naar § 11.20.

Buiten gebruik geraakt bagger stortgebied
Hier wordt verwezen naar §11.5.

Schelpenwingebieden
Hier wordt verwezen naar § 11.4.

Zandwingebieden
Hier wordt verwezen naar § 11.3.

10.2 Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling

10.2.1 Zeebodem en waterkolom

Voor een uitgebreide beschrijving van de bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling van zeebodem en waterkolom in het gebied waar elektriciteitskabels voor de voorgenomen activiteit voorzien zijn, wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van dit MER.

In hoofdstuk 5 is aangegeven dat zich in de autonome ontwikkeling geen veranderingen voordoen die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk zullen beïnvloeden. De situatie bij voortgaande autonome ontwikkeling wijkt dus niet of nauwelijks af van de huidige situatie.

10.2.2 Aanlandingspunt en kabeltracé tot aansluiting

Zoals aangegeven in hoofdstuk 3 zullen de twee transportkabels met een onderlinge afstand van minimaal 50 meter aanlanden bij Velsen-Noord, op dezelfde locatie waar de kabels van

het Prinses Amaliawindpark aanlanden. Het tussen Hoek van Holland en Bergen gelegen deel van de kustzee, waarin de aanlandingslocatie zich bevindt, is niet als Natura 2000-gebied aangemeld, maar is gekarakteriseerd als gebied met bijzondere ecologische waarden. Het voorziene aanlandingspunt ligt niet in een Vogel- en Habitatrichtlijn-gebied; ook is het gebied niet aangewezen als Belverdere gebied[2].

Voor de aansluiting op het elektriciteitsnet zijn rond het aanlandingspunt bij Velsen-Noord verschillende opties op 150 kV of 380 kV. Een netaansluitingsstudie door TenneT zal uiteindelijk bepalen op welke plek de aansluiting via een kabeltracé over land gerealiseerd zal worden. Voorlopig gaat RWE uit van de voorkeursvariant van aansluiting op het 150 kV onderstation Velsen-Noord zoals aangegeven in figuur 10.3.

10.2.3 **Natuurlijke elektrische en magnetische velden**

Het elektriciteitstransport door de elektriciteitskabels van het windturbinepark veroorzaakt elektromagnetische velden rondom de kabels. Magnetische en elektromagnetische velden komen ook van nature voor op aarde. Zo staan alle organismen op aarde bloot aan het aardmagnetisch veld. De sterkte (uitgedrukt in micro Tesla (μT)) en de richting verschillen per locatie. Aan de magnetische polen bedraagt de sterkte van het veld 70 μT, in de buurt van de evenaar bedraagt de sterkte 25-30 μT. In de Noordzee bedraagt de sterkte 48-50 μT (KEMA, 2002). Het aardmagnetisch veld is een statisch veld dat in de tijd per locatie niet van richting verandert. In de autonome ontwikkeling zal de sterkte van het aardmagnetisch veld in de tijd licht variëren.

Daarnaast staan zeedieren bloot aan natuurlijke elektrische velden. Wanneer zeewater als gevolg van stroming door het aardmagnetisch veld beweegt, wordt in het water door inductie een elektrisch veld opgewekt. De sterkte van deze natuurlijk voorkomende velden is afhankelijk van het volume en de snelheid van de zeestroming, en fluctueert daardoor sterk. Het natuurlijk voorkomende elektrisch veld in de Noordzee heeft een gemiddelde veldsterkte (uitgedrukt in micro Volt per meter (μV/m)) van 10 μV/m met een maximum in sterke getijdestromen van 25-35 μV/m (Kalmijn, 1971; Pals et al., 1982). Een voor BritNed uitgevoerde theoretische studie (Swedpower, 2003) geeft een schatting van het maximum elektrische achtergrondveld in het BritNed-studiegebied van 39 μV/m – 42 μV/m. In gebieden met hele sterke stromen en getijdestromen worden waarden tot 3500 μV gerapporteerd (Pals et al., 1982). Wanneer zeedieren zich door het aardmagnetisch veld bewegen worden ook in deze

---

[2] Nota Belvedere, beleidsnota over relatie tussen cultuurhistorie en ruimtelijke inrichting, juli 1999

dieren elektrische velden opgewekt door inductie, met een sterkte van 5 tot 50 µV/m (Kalmijn, 1982).

10.3 Effecten elektriciteitskabels

10.3.1 Fysische effecten

10.3.1.1 Effecten op hydraulica en geomorfologie

De effecten op hydraulica en geomorfologie van aanleg, gebruik en verwijdering van de kabel zijn uitgebreid beschreven in hoofdstuk 5 van dit MER. Hieronder volgt een samenvatting van de daar gerapporteerde effecten.

Aanleg
Tijdens het aanleggen van de parkbekabeling zal tijdelijk verhoogde troebelheid en sedimenttransport optreden. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (<2%) zal veel van het omgewoelde sediment snel weer bezinken. De verwachting is dat de extra troebelheid zal liggen tussen 50 mg/liter en 500 mg/liter. Na één getij blijft de verhoging naar verwachting beperkt tot maximaal 65 mg/liter. Deze verhoging valt binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De lokale toename van het slibgehalte in de waterkolom boven natuurlijke achtergrondwaarden zal naar verwachting maximaal één getij duren.

De bodemberoering tijdens aanleg van de kabels vindt plaats over een breedte van maximaal 5 m aan weerszijden van de kabels. Na aanleg zal het losgewoelde sediment weer bezinken, waarna de kabel bedekt zal zijn met sediment. Er zal tijdelijk verhoogde slibsedimentatie zijn langs de kabelroute(s). De verwachte laagdikte over de hele aanlegperiode is verwaarloosbaar (<< 0,1 mm). Bovendien zal een storm of springtij het slib snel verder verspreiden.

Geomorfologische effecten van het trenchen van de kabels blijven beperkt tot het verstoren van kleinschalige bodemvormen zoals megaribbels. De grootschalige morfologie in het gebied, met name zandgolven en getijdebanken, zullen niet of nauwelijks verstoord worden.

Exploitatiefase
In de exploitatiefase kunnen alleen onderhoud en reparatiewerkzaamheden tijdelijk en lokaal een lichte verhoging van de slibconcentratie veroorzaken. Dit effect is echter veel minder in omvang dan in de aanlegfase. Ook voor sedimentatie geldt dat de effecten qua aard zijn te

vergelijken met de aanlegfase, maar niet in omvang. Het gaat om kleine lokale ingrepen die slechts tot zeer kortstondige en minimale verstoring zullen leiden.

Verwijderingsfase
Naar verwachting zullen de elektriciteitskabels en erosiebescherming aan het einde van de levensduur van het windturbinepark niet worden verwijderd (conform IMO resolutie 1989 en OSPAR, 1992). Tegen de tijd dat einde levensduur bereikt is, zal RWE zich houden aan op dat moment geldende regelgeving met betrekking tot de verwijdering van windturbineparken. Indien bekabeling wel verwijderd wordt, zijn de effecten op hydraulica vergelijkbaar met de aanlegfase en gezien de natuurlijke variatie verwaarloosbaar.

10.3.1.2 Elektrische en elektromagnetische velden

Als een elektrische stroom door een geleider gaat worden elektrische en magnetische velden opgewekt. Tijdens de gebruiksfase van het windturbinepark zullen de elektriciteitskabels elektromagnetische velden en elektrische velden opwekken. Aangezien de stroom door de kabels wisselstroom betreft met een frequentie van 50 Hz, zullen ook de opgewekte magnetische en elektrische velden wisselen met een frequentie van 50 Hz. Door goede afscherming van de kabel zullen elektrische velden niet buiten de kabel komen, maar magnetische velden worden door de kabelmantel niet afgeschermd. Het magnetisch veld van de kabels veroorzaakt in stromend zeewater een geïnduceerd elektrisch veld, net zoals ook het aardmagnetisch veld elektrische velden in stromend zeewater opwekt.

Ten behoeve van het voorgenomen windturbinepark heeft KEMA berekeningen[3] uitgevoerd aan de elektromagnetische velden die door de gebruikte kabels zullen worden opgewekt, zowel voor de interne bekabeling (32 kV, strings van drie-aderige kabels) als voor de transportkabels (twee kabels van 150 kV, drie-aderige kabel) naar de kust. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een worst case benadering waarin de kabels maximaal belast worden. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

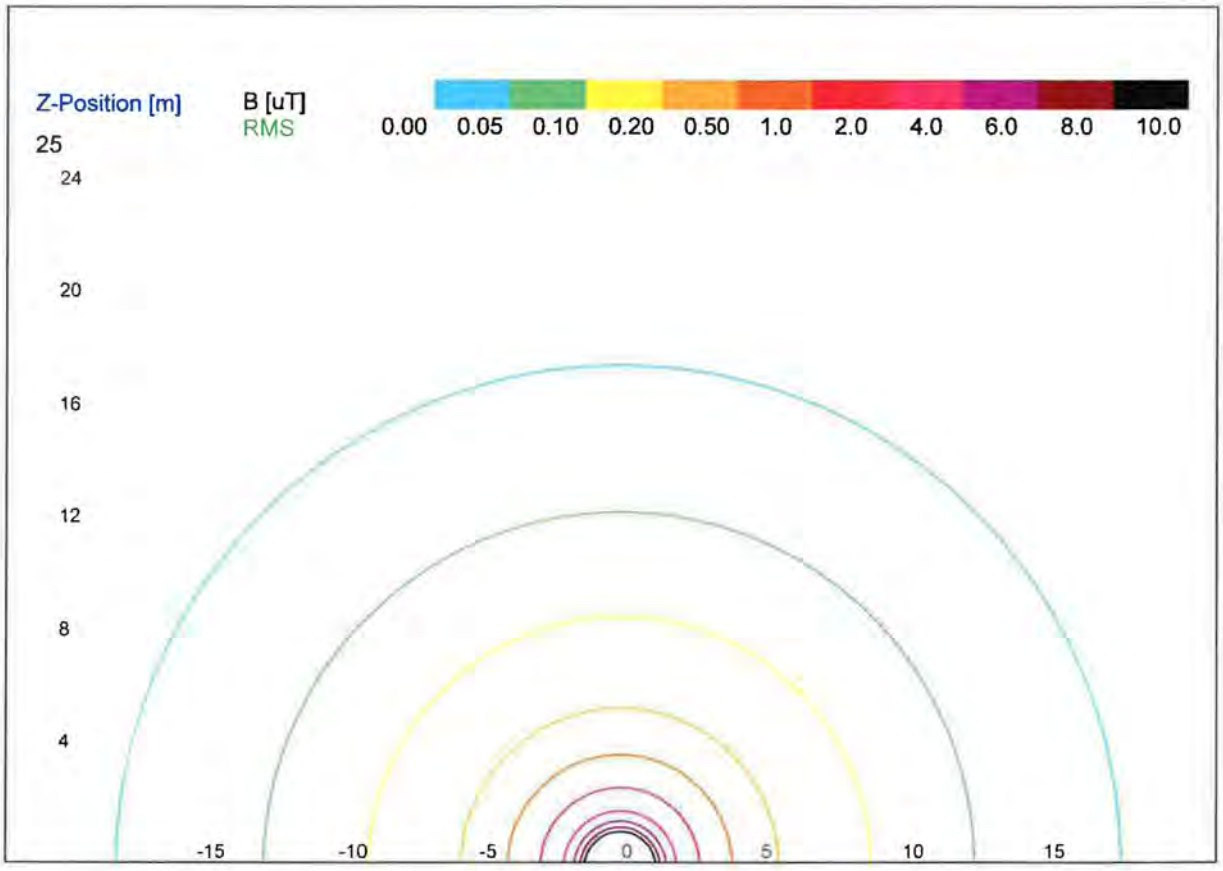
---

[3] De berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket:
EFC-400 – Electric and Magnetic Field Calculation, versie 5.04 van Narda Safety Test Solutions

Tabel 10.5 Uitgangspunten berekening elektromagnetische velden

	interne bekabeling (32 kV)	externe bekabeling (150 kV) voor transport naar land
toegepaste kabel	three core EPR insulated, single wire armoured. Geleideroppervlak 240 mm^2	three core EPR insulated, single wire armoured. Geleideroppervlak 630 mm^2
stromen	symmetrische stroomverdeling met een amplitude van 480A	symmetrische stroomverdeling met een amplitude van 732A
configuratie	hart op hart afstand van de geleiders in de kabel 44,3 mm. 2 kabels naast elkaar	hart op hart afstand van de geleiders in de kabel 88,6 mm. 2 kabels, onderlinge afstand 50 m

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in figuur 10.5 t/m 10.7.

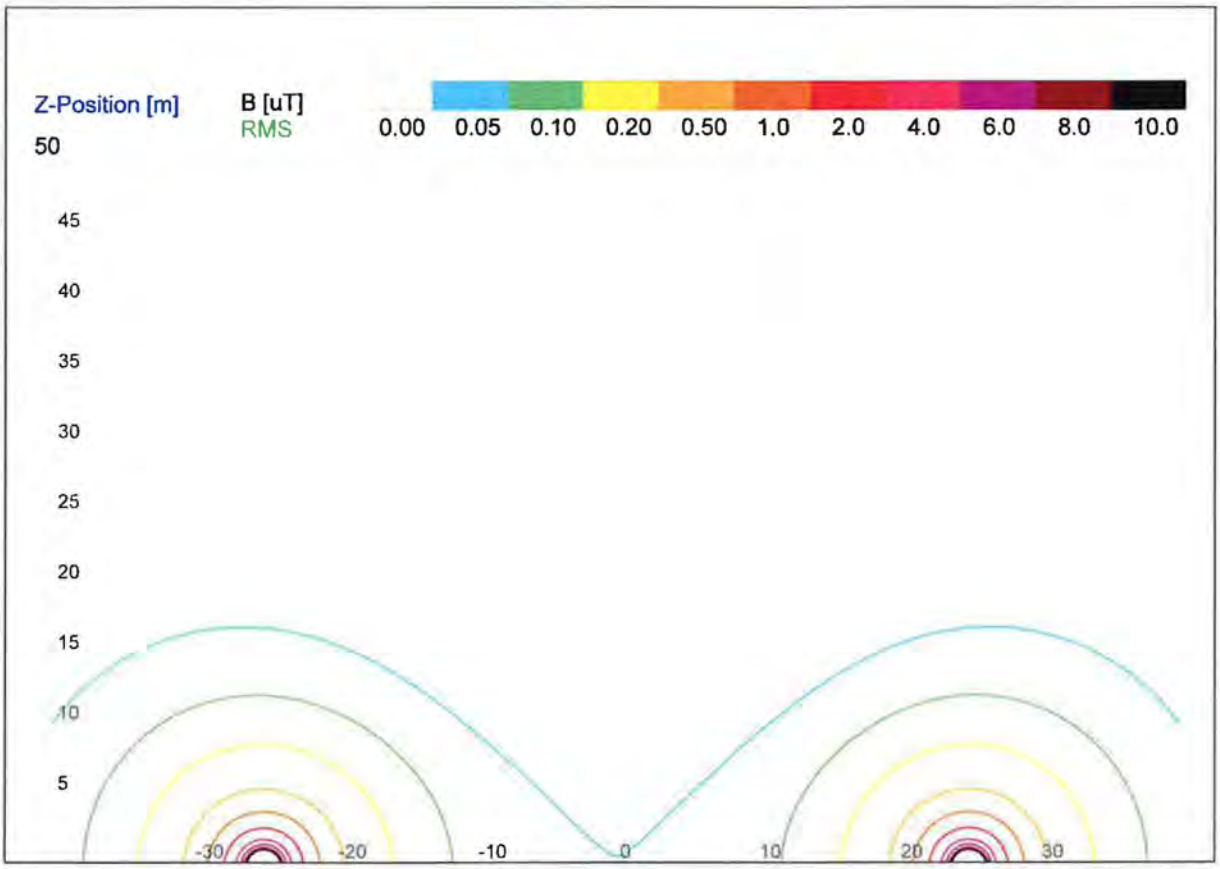


Figuur 10.5 Dwarsdoorsnede elektromagnetisch veld van 32 kV interne bekabeling als functie van de afstand (in meters) ten opzichte van de kern van de kabel

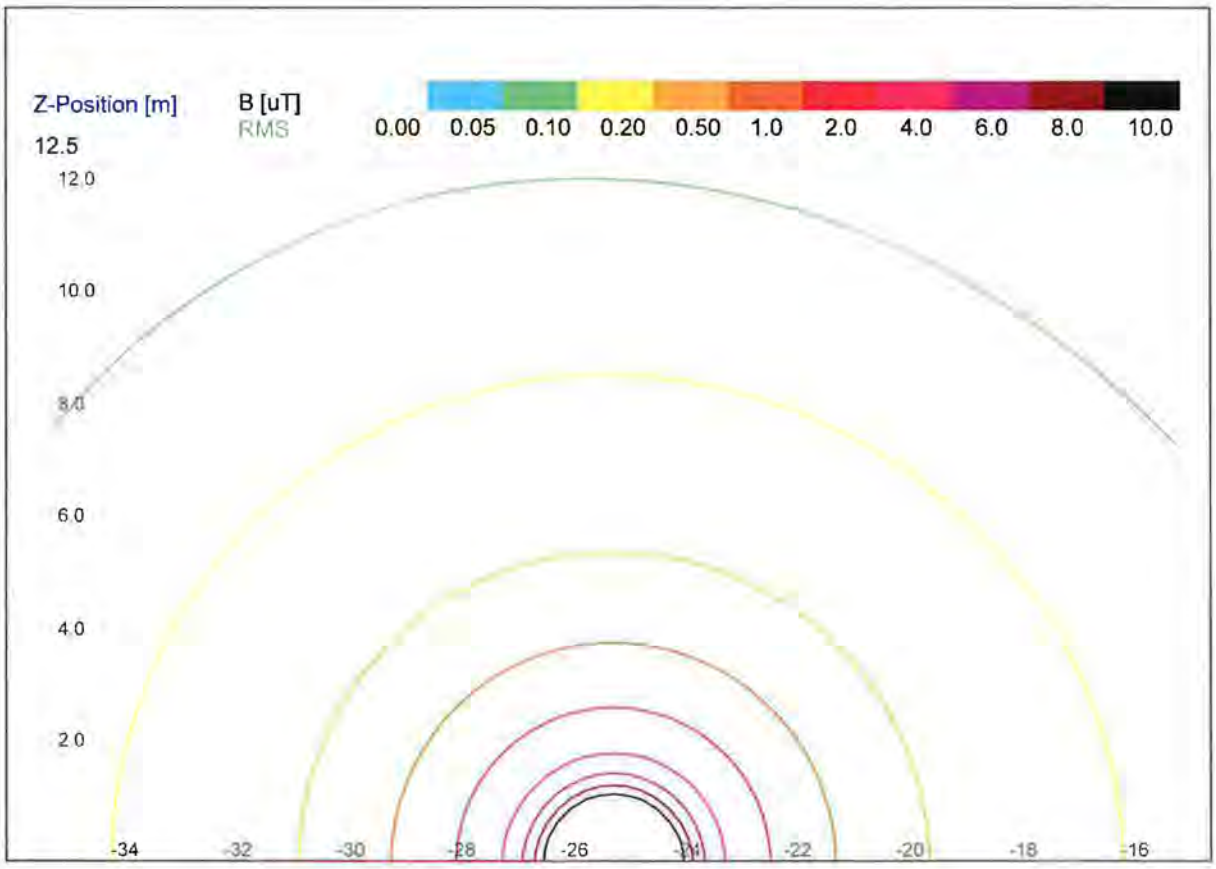
Deze drie figuren geven allen het magnetische veld rondom de kabel(s) weer in een dwarsdoorsnede loodrecht op de kabel. De x-assen geven de afstand (in meters) weer in het horizontale vlak (naast de kabel), de verticale assen geven de afstand in het verticale Z-vlak weer (boven de kabel). De berekende magnetische veldsterkte (B) wordt weergegeven met de gekleurde iso-M-veld-contouren (lijnen met gelijke veldsterkte), vergelijkbaar met isohoogtelijnen op stafkaarten. Deze waarde is als kwadratisch gemiddelde berekend (RMS = root-mean-square).

In figuur 10.5 is de kern van de 32 kV-kabel zelf in het nulpunt van het horizontale vlak geplaatst. Uit deze figuur volgt dat de maximale veldsterkte direct bij de kabel 10 µT is (de zwarte curve). Vier meter boven de kabel, is de veldsterkte gedaald tot 1 µT. Op 5 meter afstand naast de kabel is de veldsterkte hoger dan 0,5 µT en kleiner dan 1 µT.

In figuur 10.6 is het midden tussen de twee 150 kV kabels in het nulpunt in het horizontale vlak geplaatst. Uit de figuur volgt dat precies op dit midden tussen de kabels de berekende veldsterkte 0,05 µT bedraagt. In de ingezoomde versie (figuur 10.7) is te zien dat de berekende veldsterkte op 2 meter boven de kabel 4,0 µT is.



Figuur 10.6 Dwarsdoorsnede elektromagnetisch veld van 150 kV transportkabels op 50 meter onderlinge afstand. Nulpunt in de x-richting gekozen midden tussen de kabels, de kern van de kabels ligt 25 meter van het nulpunt af



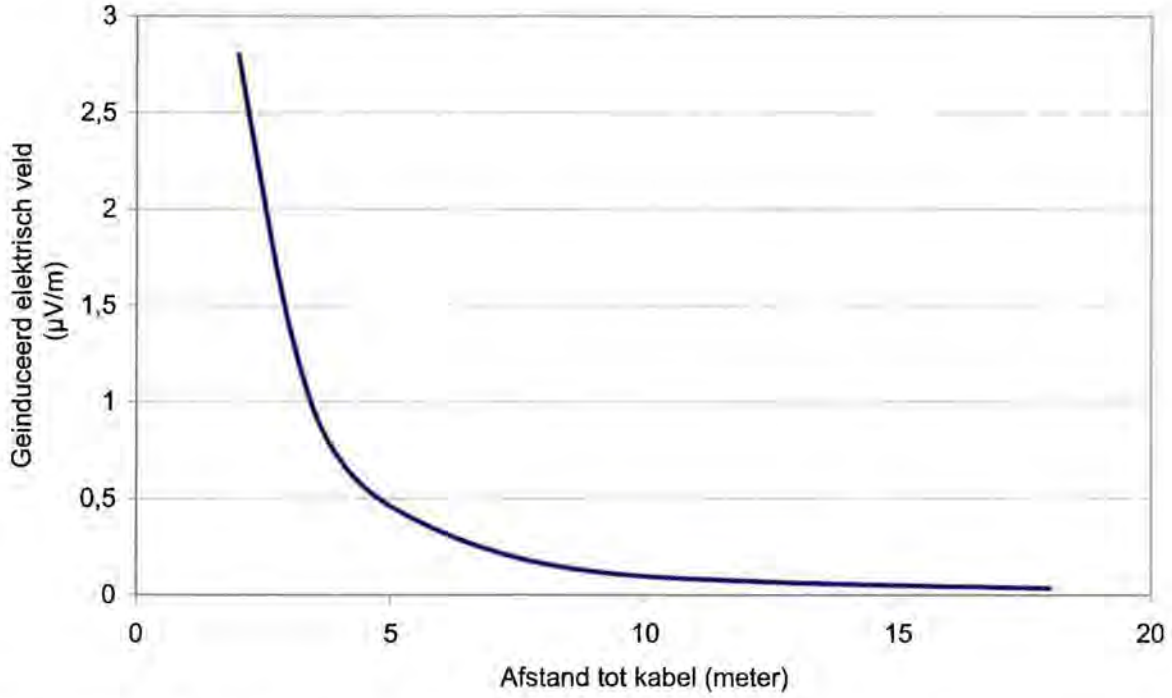
Figuur 10.7 Dwarsdoorsnede elektromagnetisch veld van 150 kV transportkabels op 50 meter onderlinge afstand, ingezoomd op de kabel linksonder in figuur 10.2. Nulpunt in x-richting gekozen midden tussen de twee 150 kV kabels

Uit de figuren blijkt dat zowel voor de 150 kV kabels als voor de 32 kV strings de sterkte van het magnetisch veld van de kabels op 1 meter van de kern van de kabel met 10 µT aanmerkelijk lager is dan het aardmagnetisch veld (circa 50 µT) en dat de sterkte van het veld van de kabels snel afneemt op grotere afstanden van de kabel.

Het elektromagnetisch veld van de elektriciteitskabels is in tegenstelling tot het aardmagnetisch veld een wisselend veld dat voortdurend van richting veranderd (frequentie 50 Hz).

Het door het magnetische veld geïnduceerde elektrische veld bedraagt voor zowel de 32 kV strings als de 150 kV kabels op 1 meter afstand 2 µV/m bij gemiddelde stroming tot 7 µV/m bij maximale getijdestromen in de Noordzee. Dit is aanmerkelijk lager dan de elektrische velden die veroorzaakt worden door het aardmagnetisch veld (10-35 µV/m). Op grotere afstand nemen deze door de kabels veroorzaakte elektrische velden snel af in sterkte.

Figuur 10.8 geeft een inschatting van het door de kabel geïnduceerde elektrische veld als functie van de afstand tot de kabel.



Figuur 10.8 Geïnduceerd elektrisch veld als functie van de afstand tot de kabel

10.3.1.3 Bodemopwarming

Elektriciteitskabels die elektriciteit transporteren produceren warmte. Onder maximale belasting bereiken de kabels binnen de mantel een temperatuur van maximaal 55-60 °C. Deze maximale belasting zal gedurende het gebruik van de kabel zelden gelden. In de praktijk zal de temperatuur van de kabel dan ook lager zijn. Direct rondom de kabel zal de bodemtemperatuur maximaal met 4 graden stijgen. Doordat de kabels voornamelijk door zand omringd worden, zal de temperatuur op enige afstand van de kabels snel dalen. Als de kabel 1 meter onder het zeebed wordt aangelegd, zal het zeebed over een breedte van 4 tot 5 meter circa 1-1,5 graad in temperatuur stijgen. Natuurlijke variaties in temperatuur van de zeebodem liggen in de range van 1,5-2 graden (KEMA, 2002).

10.3.2 Effecten op bodemdieren, vissen en zeezoogdieren

In hoofdstuk 8 is een uitgebreide beschrijving gegeven van het voorkomende onderwaterleven: bodemdieren, vissen en zeezoogdieren in het plangebied en de verwachte effecten van aanleg, gebruik en verwijdering van de kabels. Hier wordt een samenvatting gegeven van de daar gerapporteerde effecten.

Aanleg

- *Geluid.* De bij de werkzaamheden betrokken schepen produceren geluid dat tot effecten op vissen en zeezoogdieren kan leiden. Het lokale en tijdelijke karakter van de zich in tijd en ruimte verplaatsende werkzaamheden maakt dat geen noemenswaardige effecten hiervan op het onderwaterleven zijn te verwachten.
- *Bodemverstoring.* In een worst case benadering wordt ervan uitgegaan dat alle aanwezige fauna in het gebied van bodemberoering door aanleg van de kabels (zowel intern als extern) wordt verwijderd. De omvang van de gevolgen van de verstoring van de zeebodem hangt af van het soort graafapparatuur dat gebruikt zal worden, de lengte van de route en de biomassa van de daar voorkomende bodemdieren. Voor wat betreft de bodemdieren gaat het – naast een lokaal verlies aan biomassa – ook om de kans dat eventueel schelpenbanken worden geraakt die een belangrijke voedselbron voor schelpdieretende vogels vormen (kwaliteit habitat/natuurtype). Effecten van bodemberoering treden alleen op in een smalle zone rond de locatie waar op dat moment vergraving en/of trenching plaatsvindt.
- *Troebeling.* Zowel voor trenchen, baggeren en ploegen ten behoeve van kabelaanleg geldt dat het effect op de mate van vertroebeling een zeer lokaal en tijdelijk karakter heeft en dat het effect niet boven dat van natuurlijke niveaus na een stormperiode uitkomt. Om deze reden wordt geconcludeerd dat het effect op natuurwaarden beperkt is.
- *Emissies.* Het totaal aantal scheepsbewegingen is bij kabelaanleg, kabelonderhoud en de eventuele verwijdering ervan veel geringer dan bij de aanleg van het windturbinepark. Dit betekent dat de invloed van emissies op concentraties in zeewater nog geringer is. Ook ten aanzien van de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van de kabels geldt dus dat effecten verwaarloosbaar zijn.

Voor meer informatie over effecten van de aanleg van de kabels tussen Tromp Binnen en het land op het onderwaterleven wordt verwezen naar §8.4.7.

Exploitatiefase

- *Opwarming.* Opwarming van de bodem door elektriciteitskabels zou lokaal invloed kunnen hebben op bijvoorbeeld de groeisnelheid van bodemdieren en daarmee ook op het voedselaanbod voor vissen en vogels. Een substantieel negatief effect hiervan op het voorkomen van aandachtsoorten is echter niet te verwachten.
- *Elektromagnetische velden.* De elektromagnetische velden die in de exploitatiefase rond de kabels ontstaan zijn zeer lokaal van aard; de effecten hiervan op vissen en zeezoogdieren zijn verwaarloosbaar. Voor meer informatie over de effecten van elektromagnetische velden wordt verwezen naar §8.4.7.

Verwijdering

Op dit moment is voorzien dat conform IMO 1989 en OSPAR richtlijnen (OSPAR, 1992) de bekabeling (tussen de turbines) en transportkabels (van turbinepark naar kust) van het windturbinepark niet verwijderd worden aan het einde van de levensduur van het windturbinepark. Tegen de tijd dat einde levensduur van het park bereikt is, zal RWE zich houden aan op dat moment geldende regelgeving met betrekking tot de verwijdering van windturbineparken. Mocht verwijdering van de kabels toch noodzakelijk zijn, dan zijn de effecten in grote lijnen vergelijkbaar met de beschreven effecten van de aanleg. Deze worden daarom niet meer apart besproken.

In hoofdstuk 8 wordt geconcludeerd dat er wat betreft de effecten van aanleg gebruik en verwijdering van de kabels geen relevante verschillen zijn tussen de varianten voor kabeltracés en de wijze van kabelaanleg.

10.3.3 Risico's op beschadiging van kabels

De belangrijkste risico's op beschadiging van de elektriciteitskabels bestaan uit het ankeren van schepen, boomkorvisserij en kruisingen met andere leidingen en kabels. Deze risico's worden in belangrijke mate beperkt door het voorkomen dat kabels bloot komen te liggen. Voor aanleg van de kabel zal een compleet bathymetrisch onderzoek worden uitgevoerd om de optimale ligging van de kabels te bepalen met het oog op risico van blootligging en eventueel aanwezige scheepswrakken.

Ankeren en visserij

Zoals in hoofdstuk 2 en 9 reeds aangegeven zijn ankerplaatsen zover verwijderd van het initiatief dat het risico op beschadiging door ankeren minimaal is. Dit risico bestaat alleen voor de transportkabels in de mogelijke tracés naar het land, aangezien binnen het windturbinepark scheepvaart verboden is. Driftende schepen met motorpech zullen ook buiten

ankergebieden proberen voor anker te gaan, en vormen daarmee een klein risico op beschadiging van de kabels door een slepend anker.

Het risico van beschadiging van de transportkabels door visserij op de Noordzee komt met name van boomkorvisserij waarbij de bovenste decimeters van de toplaag van de zeebodem omgewoeld worden door zware kettingen die aan de sleepnetten bevestigd zijn. Zolang de kabels diep genoeg in de bodem liggen is de kans op beschadiging door boomkorvisserij nihil.

Om risico's op het beschadigen van kabels door ankeren van schepen of boomkorvisserij zoveel mogelijk te voorkomen, zullen de elektriciteitskabels op voldoende diepte worden ingegraven. Waar de kabelroutes zandgolven doorkruisen, zal de ingravingsdiepte afgestemd worden op de zandgolftroggen om blootlegging als gevolg van natuurlijke zandgolfmigratie te voorkomen. Gedurende de levensduur van het windturbinepark is de zeebodem door deze migratie onderhevig aan maximaal drie meter hoogteverschil. De kabels worden daarom bij voorkeur op één meter diepte beneden het vlak gevormd door de diepste punten van de zandgolftroggen aangelegd. Regelmatige controles van de kabelroutes zijn noodzakelijk om te voorkomen dat kabels bloot komen te liggen.

Kruisingen met andere leidingen en kabels
Zoals in hoofdstuk 3 aangegeven zullen bij het leggen van de transportkabels verscheidene bestaande kabels en leidingen worden gekruist. Daar er geen contact mag ontstaan – in verband met mogelijke storingen en/of corrosie – tussen de nieuw aan te leggen kabel en de bestaande kabels en/of leidingen worden er eerst betonnen matrassen op deze kruispunten gelegd. De matrassen hebben een afmeting van 6 x 3 x 0,3 meter.

Nadat de nieuwe kabel is geïnstalleerd en over de gelegde matrassen de onderliggende kabels en/of leidingen passeert, moet deze beschermd worden voor visserijactiviteiten, ankers en oceanografische invloeden. Hiervoor worden de kruising en de recent geïnstalleerde kabel afgedekt met een nieuwe laag matrassen of een berm van stenen.

De specificaties moeten per kruising en per operator (eigenaar van de onderliggende kabel of leiding) worden vastgesteld door middel van een "Crossing Agreement". Deze Agreement wordt opgesteld voordat met de operaties wordt begonnen.

Uit de gedetailleerde "route onderzoek" en een "pre-lay onderzoek" die voor het leggen van de kabel zullen worden uitgevoerd, worden de exacte locatie van de onderliggende kabels

en leidingen vastgesteld zodat men van te voren weet hoeveel matrassen nodig zijn per kruispunt en waar de matrassen gelegd moeten worden.

Op deze wijze wordt de kans op beschadiging of kabelbreuk door ankeren, visserij en kabelcrossings zo klein mogelijk gehouden. Mocht er toch beschadiging optreden dan zijn er geen nadelige gevolgen voor het milieu te verwachten, aangezien de gebruikte EPR (ethylene propylene rubber) kabels geen toxische of andere milieuschadelijke stoffen (zoals olie) bevatten.

10.4 Effecten aanlanding en kabeltracé tot aansluiting

Aanleg

Duindoorsteek

De kabels worden vanaf de landzijde onder de duinen doorgeboord en op het strand gekoppeld aan de zeekabel. Hiervoor wordt een mof gemaakt die onder het strand (of aan de zeekant tegen de duinen) kan worden gelegd. Door deze werkwijze wordt kwetsbaar duingebied maximaal gespaard, een lange kostbare boring vanuit zee vermeden en het risico van het optreden van kwelwater (als vanuit de zee wordt geboord) vermeden. De zeekabels van Tromp Binnen landen op dezelfde locatie als de zeekabels van windturbinepark prinses Amalia en kunnen gebruik maken van de duindoorgang die reeds is gerealiseerd. Het uitvoeren van een gestuurde boring duurt ongeveer twee weken en zal buiten het broedseizoen worden uitgevoerd. Effecten op flora en fauna worden door deze werkwijze niet verwacht. Indien fysiek en planningtechnisch mogelijk zal RWE bundeling van kabels met andere initiatieven overwegen om efficiënt ruimtegebruik na te streven en effecten op het milieu zo veel mogelijk te beperken.

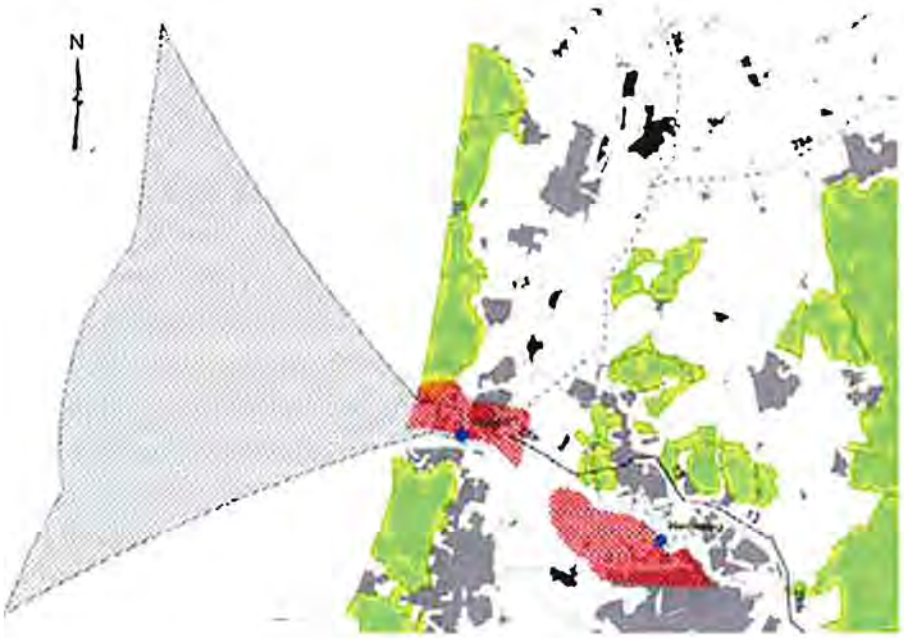
De aanlandingslocatie ligt tussen de twee Natura 2000-gebieden Het Noord-Hollandse duinreservaat en Kennemerland Zuid in (figuur 10.9). Deze gebieden zijn aangewezen op grond van de Habitatrichtlijn. De passende beoordeling van SEV III (SEV III, 2007) zegt over deze gebieden het volgende:

"In deze gebieden gelden geen instandhoudingsdoelen voor vogels, die door externe werking van de aanlandingslocatie beïnvloed zouden kunnen worden. Fysieke effecten op habitats en leefgebieden van HR-soorten treden niet op. Eventuele lokale verdrogingseffecten van de aanleg van de leiding reiken niet tot in de Natura 2000-gebieden. De aanlandingslocatie Beverwijk[4] heeft geen significante gevolgen voor Natura 2000-gebieden."

[4] De aanlandingslocatie Velsen-Noord ligt in dit genoemde gebied.

Landtracé

Vanaf de duindoorsteek wordt de kabel via het landtracé zoals aangegeven in figuur 10.3 aangesloten op het dichtstbijzijnde onderstation. Er zijn meerdere opties voor het aansluiten op andere aansluitpunten. Een netaansluitingsstudie van TenneT zal uiteindelijk bepalen op welke locatie de aansluiting gemaakt zal worden (150 kV of 380 kV). Uit overleg met TenneT en RWE (15 mei 2008) is gebleken dat het landtracé voor aansluiting in ieder geval zal vallen binnen het gebied zoals weergegeven in onderstaande figuur 10.9. Het landtracé doorkruist geen beschermde gebieden.



Figuur 10.9 Aanlandingslocatie Beverwijk. Grijze gebied is zoeklocatie voor aanlanding. Groene gebieden zijn Natura 2000-gebieden, Rode gebieden zijn zoekgebieden voor nieuwe elektriciteitscentrales (bron: SEV III, 2007 Passende Beoordeling, Bijlagenrapport, 2007)

De kabels voor het landtracé worden in een sleuf gelegd van ongeveer 1 meter diep en een halve meter breed. Tijdens de aanlegwerkzaamheden is enkele meters werkruimte nodig. Het betreft hier een zeer tijdelijke ingreep. Per dag kunnen enkele honderden meters kabel worden ingegraven. De kabelsleuf zal hoogstens enkele dagen open zijn, mede met het oog op veiligheid. Waar nodig wordt gebruik gemaakt van gestuurde boringen, bijvoorbeeld voor

het kruisen van kanalen, bruggen of wegen. Na de aanleg wordt de bovengrond weer in de oude staat teruggebracht. Van de aanleg van de kabel worden zowel voor aansluiting op 150 kV als 380 kV geen negatieve milieueffecten verwacht.

Omdat de definitieve route nog niet duidelijk is, zullen voorafgaand aan de aanleg in een onderzoek de natuurwaarden langs het tracé nogmaals worden geïnventariseerd en beoordeeld. Voor het aanleggen van het landtracé zal apart een vergunning worden aangevraagd.

Enige overlast kan ontstaan voor omwonenden en verkeer op plaatsen waar het tracé langs bebouwing of direct naast een doorgaande weg ligt. Ter hoogte van het strand kan tijdelijk overlast optreden voor recreanten. De overlast is van korte duur.

Gebruik
Tijdens het gebruik zal de kabel vanwege het transport van elektriciteit warm worden. Dit kan leiden tot lichte opwarming van de grond rondom de kabel. Deze opwarming is zeer lokaal en er worden geen negatieve milieueffecten van verwacht. De sterkten van de EM-velden zullen aan de daarvoor geldende normen voldoen.

Onderhoud aan de kabel is alleen nodig in geval van beschadiging. De effecten van reparatie zijn vergelijkbaar met die van aanleg, maar zijn zeer lokaal. Bij beschadiging van de kabel komen geen toxische stoffen in het milieu terecht.

Verwijdering
Zoals gebruikelijk (bron: TenneT) zullen de transportkabels op land blijven liggen indien deze zijn ingegraven. Wanneer de gemeente het wenselijk vindt dat te zijner tijd de kabels weggehaald moeten worden, dan zal RWE hieraan voldoen. Tegen de tijd dat einde levensduur van het park bereikt is, zal RWE zich houden aan op dat moment geldende regelgeving. Mocht verwijdering van de kabels toch noodzakelijk zijn, dan zijn de effecten in grote lijnen vergelijkbaar met de beschreven effecten van de aanleg. Deze worden daarom niet meer apart besproken.

10.5 Effecten van aanlanding op kustverdediging

De zeewering ter hoogte van de aanlanding bestaat uit duinen met een breedte van circa 350 m en sluit aan op het terrein van Corus. Teneinde de veiligheid van de duinen als zeewering te garanderen zal bij de waterbeheerder (hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier) een Keurontheffing worden aangevraagd voor de doorsteek van de kabel door de duinen. Deze aanvraag wordt getoetst op het aspect van de kustverdediging.

De effecten van het windturbinepark op de hydraulica en geomorfologie zijn dermate lokaal (zie hoofdstuk 5) dat de kustverdediging van de duinen in Noord-Holland daar niet door beïnvloed wordt.

10.6 Conclusie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat zowel de aanleg, als het gebruik en de verwijdering van de kabels voor de voorgenomen activiteit en de alternatieven geen nadelige milieueffecten hebben. Milieueffecten van kabels zijn het grootst op het onderwaterleven en deze worden beschreven in hoofdstuk 8. Het blijkt dat dit effect verwaarloosbaar is. Ook zijn er effecten op de geomorfologie (zie hoofdstuk 5), maar ook die zijn verwaarloosbaar.

Bekabelingsvariant 1 maakt gebruik van 8 strings; de rest van 6 strings. Er zijn kleine verschillen in verstoorde oppervlakken, maar omdat ze klein zijn en de effecten tijdelijk, zijn ze niet wezenlijk verschillend van elkaar. De varianten voor kabeltracés, wijze van aanleg zijn op basis van de beschreven milieueffecten ook niet onderscheidend. Onderstaande tabel geeft de beoordeling van de effecten weer.

Er is een aantal gebruiksfuncties die mogelijk conflicteren met de kabeltracés. Voor deze gebruiksfuncties zijn passende oplossingen beschikbaar. Deze oplossingen zijn in dit hoofdstuk beschreven.

Tabel 10.6 Beoordeling effecten van aanleg, gebruik en verwijdering van de kabels

projectfase	mogelijke effecten op	beoordeling effecten
aanleg en verwijdering	bodemdieren	0
	zeezoogdieren en vissen	0
	vogels	0
	beschermde gebieden	0
	kustverdediging	0
gebruik	bodemdieren	0
	zeezoogdieren en vissen	0
	vogels	0
	beschermde gebieden	0
	kustverdediging	0

De beschreven milieueffecten zijn qua omvang vergelijkbaar voor de verschillende varianten van de kabeltracés en er is op basis van deze effecten geen voorkeur voor één van de varianten aan te geven. Bij het plannen van de diverse varianten is zoveel mogelijk gestreefd naar het efficiënt gebruik van de ruimte. Op het grootste deel van de verschillende routes lopen geen kabels of leidingen waarmee het tracé gebundeld kan worden. Bundeling van de kabel is alleen mogelijk op het laatste deel van de tracés.

11	Overige effecten	11.1
11.1	Doel van dit hoofdstuk	11.1
11.2	Offshore olie- en gaswinning	11.2
11.3	Zand-/grindwinning	11.5
11.4	Schelpenwinning	11.6
11.5	Baggerstort	11.7
11.6	Munitiestortgebieden	11.8
11.7	Militaire activiteiten en oefenterreinen	11.10
11.8	Scheepvaart	11.10
11.9	Natura 2000-gebieden	11.10
11.10	Tweede Maasvlakte en zeereservaat	11.11
11.11	Kabels	11.11
11.12	Pijpleidingen	11.13
11.13	Beroeps- en sportvisserij	11.14
11.14	Luchtvaart	11.16
11.14.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	11.16
11.14.2	Effecten op luchtvaart	11.25
11.14.3	Helikopterverkeer van en naar de offshore platforms	11.28
11.15	Telecommunicatie	11.36
11.16	Andere windturbineparken	11.39
11.17	Mosselzaadinvanginstallaties	11.41
11.18	Kustveiligheid	11.41
11.19	Recreatie	11.41
11.20	Archeologie en cultuurhistorie	11.42
11.21	Algemene aspecten	11.45
11.21.1	Zichtbaarheid	11.45
11.21.2	Ruimtebeslag	11.45
11.21.3	Secundaire emissies	11.46
11.22	Conclusies	11.47
11.23	Overleg met belanghebbenden	11.48

11 OVERIGE EFFECTEN

11.1 Doel van dit hoofdstuk

Dit hoofdstuk beschrijft alle relevante effecten die nog niet in voorgaande hoofdstukken zijn behandeld. Het gaat met name om effecten op andere gebruikers van de Noordzee.

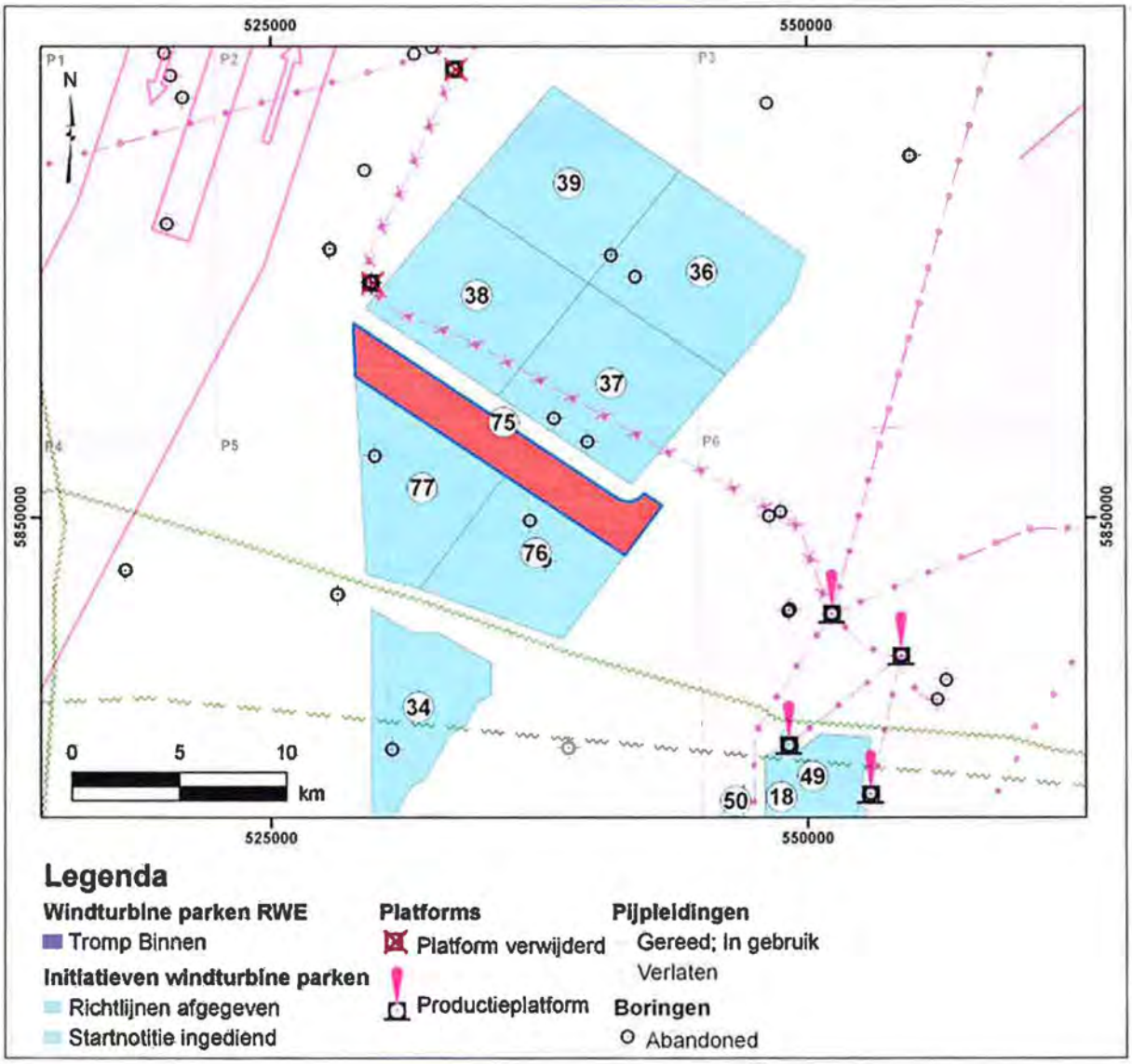
De volgende gebruikers komen in de volgende paragrafen aan de orde.

	gebruikers en overige activiteiten
1	offshore olie- en gaswinning
2	zand- en grindwinning
3	schelpenwinning
4	baggerstort
5	munitiestortgebieden
6	militaire activiteiten en oefenterreinen
7	scheepvaart (recreatievaart, bestemmingsverkeer, ankergebieden, clearways, scheepvaartroutes)
8	Natura 2000-gebieden
9	2de Maasvlakte inclusief Zeereservaat
10	kabels
11	pijpleidingen
12	beroeps- en sportvisserij
13	luchtvaart, inclusief offshore helikopteroperaties
14	telecommunicatie
15	(andere) windturbineparken
16	mosselzaadinvanginstallaties
17	kustveiligheid
18	recreatie
19	archeologie en cultuurhistorie
	algemene aspecten zichtbaarheid ruimtebeslag secundaire emissies

11.2 Offshore olie- en gaswinning

Situering huidige activiteiten

Tromp Binnen ligt binnen de NCP-blokken P2 en P5, zie figuur 11.1. De aangrenzende blokken zijn P1, P3, P4 en P6.



Figuur 11.1 Situering nabijgelegen olie- en gasactiviteiten

De vergunningsituatie en de vergunninghouders staan in tabel 11.1.

Tabel 11.1 Vergunningsituatie mijnbouwactiviteiten bij Tromp Binnen

blok	vergunningsituatie	vergunninghouder/aanvrager
P1	exploratievergunning	Nick Energy B.V.
P2	exploratievergunning	Elko Energy Inc.
P3	exploratievergunning	Wintershall Noordzee B.V.
P4	exploratievergunning	Ascent Resources Plc.
P5	exploratievergunning	Wintershall Noordzee B.V.
P6	productievergunning	Wintershall Noordzee B.V.

bron: http://www.nlog.nl/resources/oil_and_gas_2008_7-zonder2.pdf (juli 2008)

Binnen de begrenzing van het windturbinepark Tromp Binnen liggen geen platforms of (verlaten) boorlocaties. In het blok P2 zijn, ten (noord-)noordoosten van Tromp Binnen, twee verwijderde platforms aangeduid. Voor de verdere exploitatie van P2 heeft Elko Energy Inc. thans geen concrete plannen. Verder is in de P-blokken sprake van diverse verlaten boorlocaties.

In blok P6 zijn vier productieplatforms van Wintershall aanwezig. Voorts heeft Wintershall in blok P5 boringen verricht; meer boringen zijn niet uitgesloten. Voor blok P3 is onlangs (oktober 2008) aan Wintershall de exploratievergunning verleend.

Mochten er in de blokken P2 tot en met P5 velden worden opgespoord en (eventueel) in productie worden genomen, dan zal daarvoor eerst een winningsvergunning moeten worden verleend. Voorts zou voor specifieke installaties (platforms), inclusief de daarbij in acht te nemen veiligheidszone van 5 zeemijl, een aparte oprichtingsvergunning zijn vereist. RWE zal zich bij de betreffende vergunninghouders op de hoogte blijven stellen van verdere opsporings- en eventueel toekomstige exploitatieplannen.

Invloed op huidige olie- en gasactiviteiten

Aanleg windturbinepark

Gelet op de afstand tussen park en mijnbouwinstallaties wordt in het algemeen geen invloed van de aanleg op de olie- en gasactiviteiten verwacht behoudens scheepsbewegingen van beide activiteiten die elkaar tegen kunnen komen (zie hoofdstuk 9). Ook het seismisch onderzoek voor Tromp Binnen (akoestisch onderzoek met behulp van sonar en echo; verder gespecificeerd in hoofdstuk 8, tabel 8.13) zal zodanig worden uitgevoerd dat deze de olie- en gasactiviteiten niet hinderen. Dit onderzoek wordt met de vergunninghouders (Elko Energy

en Wintershall) afgestemd mede ter vermijding van mogelijke cumulatieve geluidsinvloed op het onderwaterleven.

Verder zal de kabelaanleg naar de wal de kabels en leidingen van deze activiteiten kunnen kruisen (zie paragraaf 10.3.3).

Gebruik windturbinepark
De mogelijke invloeden van Tromp Binnen op de olie- en gaswinning zijn die op scheepvaart en luchtvaart naar de platforms. De scheepvaart vanaf de Nederlandse kust zal niet om het park heen hoeven te varen, omdat westelijk van Tromp Binnen geen platforms zijn gelegen (zie hoofdstuk 9). De invloed op de helikopterbewegingen wordt behandeld in paragraaf 11.14. Seismisch onderzoek buiten het windturbinepark kan onbelemmerd worden uitgevoerd.

Beëindiging windturbinepark
Bij de sloop gelden dezelfde invloeden als bij de aanleg. Deze zijn minimaal te noemen.

Invloed op toekomstige olie- en gasactiviteiten
Zou in de toekomst exploratie of exploitatie van gas- en olievoorkomens ter plekke van Tromp Binnen gewenst zijn, dan vormt het park daar een zekere belemmering voor. Geheel onmogelijk worden deze activiteiten echter niet omdat dergelijke voorkomens ook met behulp van gedevieerd (= schuin) boren bereikt kunnen worden, zeker gezien de langgerekte, dunne (2 km breed) vorm van Tromp Binnen.

Seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van olie- of gasvelden is zonder permissie niet mogelijk in een windturbinepark. Na de verwijdering van het park is seismisch onderzoek weer onbelemmerd mogelijk. Ook het mogelijk toekomstige transport van olie of gas vanaf de boring naar het vasteland kan door het windturbinepark worden belemmerd. Een olie- of gasleiding kan immers niet door het park worden gelegd, maar zal er langs moeten lopen.

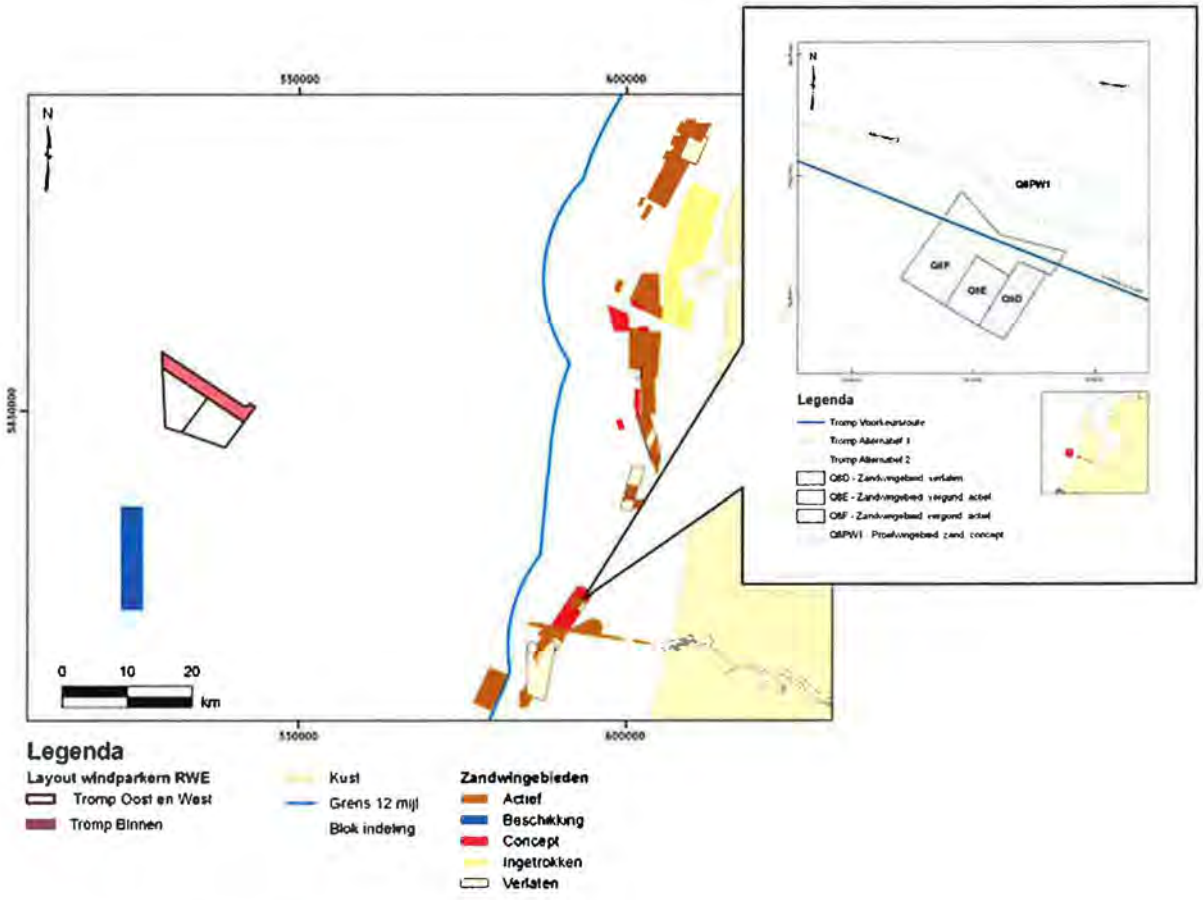
Ook het kabeltracé naar de wal kan in principe de mogelijkheden voor toekomstige olie- of gasleidingen beperken. In overleg met de belanghebbenden zullen eventuele belemmeringen worden weggenomen.

Noch de varianten voor het windturbinepark, noch de varianten voor het kabeltracé zijn onderscheidend voor wat betreft mogelijke effecten op toekomstige olie- en gaswinning. Voor de varianten voor het windturbinepark geldt dat de afstanden tot de nieuwe olie- en gasactiviteiten nagenoeg dezelfde zijn. Voor de varianten van het kabeltracé geldt dat nagenoeg dezelfde kabels en leidingen gekruist moeten worden.

11.3 Zand-/grindwinning

Situering zand- en grindwinning

Voor de kust ligt op ruim 50 km afstand een aantal zandwingebieden (zie figuur 11.2). Op circa 15 km ten zuiden van de Tromp Binnen locatie ligt een nieuw, vergund zandwingebied. Er zijn geen operationele grindwinningsgebieden in de Noordzee.



Figuur 11.2 Locaties zandwingebieden

Invloed op huidige zand- en grindwinning

Aanleg windturbinepark
De afstand tot het park is te groot voor beïnvloeding van de zandwinningactiviteiten. Het voorkeurstracé van de aanlandingskabel loopt door het actieve zandwingebied Q8F voor IJmuiden, dat wordt beheerd door Rijkswaterstaat. Het is de verwachting dat dit gebied uitgeput is tegen de tijd dat de geplande route gerealiseerd zal worden[1]. Zonodig treedt RWE in overleg met de vergunninghouder. Eventueel wordt het tracé aangepast om de zandwinning niet te belemmeren. Voor het plangebied van Tromp Binnen zijn geen concessies voor zand/grind- of schelpenwinning verleend.

Gebruik windturbinepark
Het gebruik van het windturbinepark heeft geen invloed op zand- en grindwinning.

Beëindiging windturbinepark
Bij beëindiging van het park zal desgewenst zand- en grindwinning op de locatie weer mogelijk zijn, tenzij de locatie gereserveerd blijft voor windenergie.

Invloed op toekomstige zandwinning
Naar verwachting zal bij verlening van vergunningen voor zandwinning rekening gehouden worden met het windturbinepark en het gekozen kabeltracé[2]. Aangezien er voldoende alternatieven zijn, is dit geen serieuze beperking.

11.4 Schelpenwinning

Situering huidige activiteiten
Schelpenwinning komt in de huidige situatie op de Noordzee alleen voor bij de zeegaten naar de Waddenzee. De afstand tot Tromp Binnen en de kabeltracés is dermate groot (> 40 km) dat beïnvloeding van die activiteit niet te verwachten is.

Invloed op toekomstige schelpenwinning
Het grootste deel van de Nederlandse kust, vanaf de 5 meter dieptelijn naar buiten toe, is een potentieel schelpwingebied. In de toekomst kunnen gebieden aangewezen worden voor

---

1 Periplus, 20080707 Vergelijk alternatieve kabeltraces, juli 2008

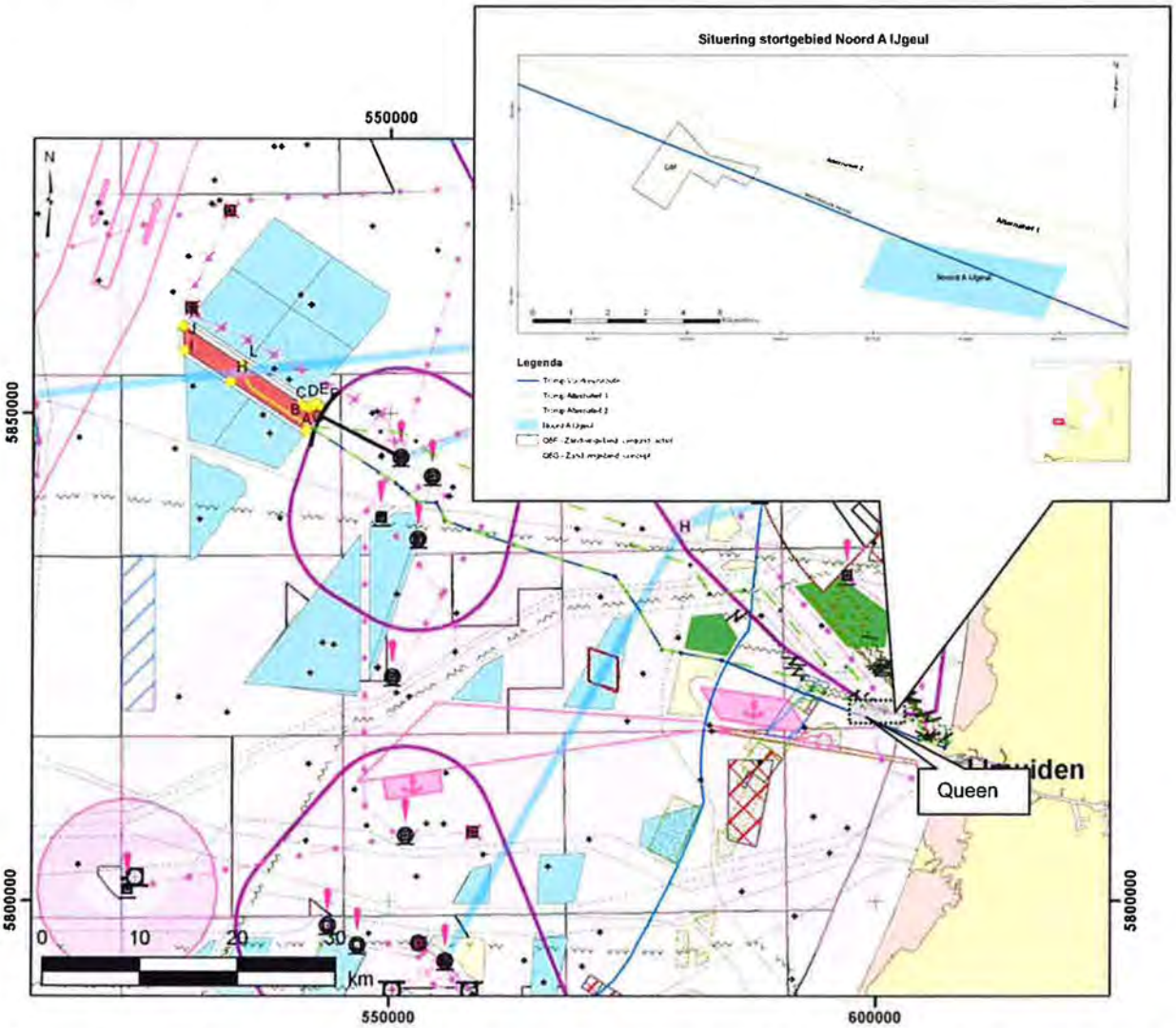
2 Indien een voornemen tot zandwinning en een voorgenomen windturbinepark elkaar overlappen, zal aan het laatste prioriteit worden gegeven. IBN 2015, pagina 77

het winnen van schelpen. Bij het bepalen van die gebieden zal rekening moeten worden gehouden met bestaande en toekomstige kabels.

11.5 Baggerstort

Situering huidige baggerstort

De kabel van het windturbinepark naar de kust kruist/passeert in de kortste route actief baggestortgebied Noord A IJgeul (zie uitsnede), in de twee varianten van de kabelroute wordt baggerstortlocatie ("Queen" Q8-Q11), ten westen van IJmuiden (zie figuur 11.3) gekruist/gepasseerd.



Figuur 11.3 Overzichtskaart met locaties baggerstortgebieden "Queen" (indicatief) en "Noord A IJgeul" ten noordwesten van IJmuiden

Aanleg windturbinepark
De kortste route gaat door actief baggerstortgebied Noord A IJgeul. Het gebied wordt erg weinig gebruikt; 1 à 2 maal per jaar wordt er slib gestort. RWS heeft aangegeven in het toetsingsrapport kabels dat actieve baggerstortgebieden geen conflict opleveren met de aanleg van een kabel. De kabeltracé's van variant 2 (noordroute) en variant 3 (combinatieroute) gaan door een buiten gebruik geraakt baggerstortgebied, stortvak Queens. Bij de aanleg van de kabel middels trench jetting (voornemen), baggeren of ploegen zal het gestorte slib worden opgewerveld. Het storten van bagger wordt niet belemmerd.

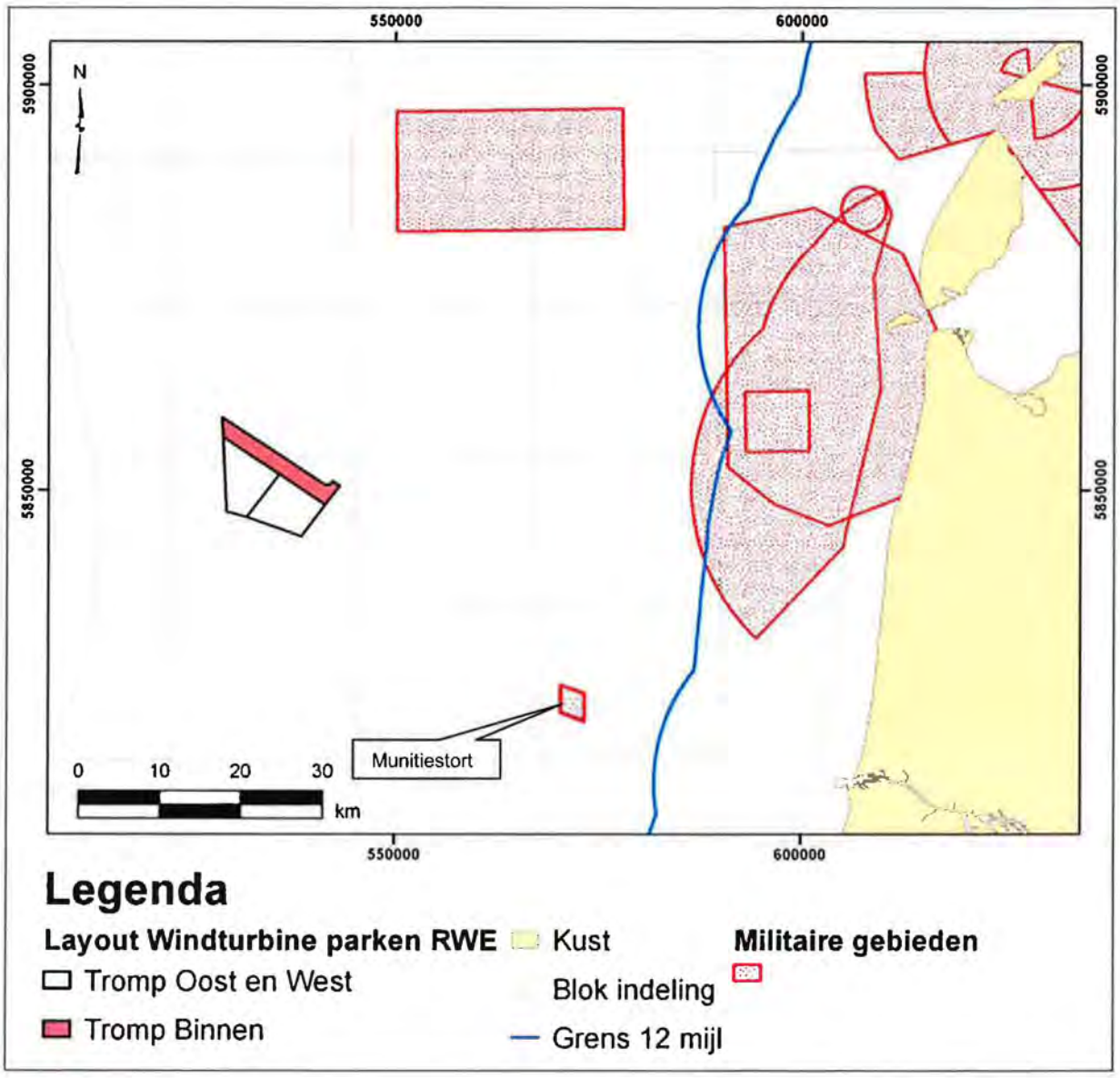
Gebruik windturbinepark
Er zijn geen factoren die enige invloed van het windturbinepark of de kabels op het baggerstortgebied doen verwachten.

Beëindiging windturbinepark
Mochten bij beëindiging de kabels gelicht moeten worden, dan is globaal eenzelfde invloed van de verwijdering van de kabel te verwachten als van de aanleg.

Invloed op toekomstige baggerstortingen
Het windturbinepark en bijbehorende kabels kunnen grenzen stellen aan toekomstige baggerstortingen, maar deze zijn gelet op de resterende ruimte op zee niet beperkend.

11.6 Munitiestortgebieden

Situering activiteiten
Het enige munitiestortgebied in de omgeving is gelegen halverwege tussen Tromp Binnen en IJmuiden. Dit gebied wordt ruim ten noorden gepasseerd door het kabeltracé (zie figuur 11.3 en 11.4).



Figuur 11.4 Situering van militaire gebieden in de omgeving van Tromp Binnen (bron: RWS, Noordzee)

De afstand tot het kabeltracé bedraagt ten minste 5 km en is dermate groot dat aangenomen mag worden dat de munitie ter plekke niet ontstoken of blootgelegd wordt door activiteiten op die afstand. Beïnvloeding door activiteiten rond het windturbinepark zijn gelet op de minimale afstand tot het dichtstbijzijnde gebied (ruim 30 km) zeker niet te verwachten. Dit geldt voor de aanleg-, de gebruiks- en de verwijderingsfase.

11.7 Militaire activiteiten en oefenterreinen

Situering huidige militaire activiteiten en oefenterreinen
Uit figuur 11.4 blijkt dat het windturbinepark op ten minste 30 km afstand ligt van gebieden die worden gereserveerd voor militair gebruik: oefenterreinen en schietterreinen. Tot het kabeltracé is de minimum afstand 5 km.

Invloed op huidige activiteiten
Noch het windturbinepark noch de kabeltracés komen bij of op korte afstand van militaire gebieden. Wel kunnen militaire schepen, helikopters of vliegtuigen ter plaatse van Tromp Binnen beperkingen kunnen ondervinden. Dit wordt behandeld in de hoofdstukken/paragrafen over scheepvaart (hoofdstuk 9) en luchtvaart (paragraaf 11.14).

Invloed op toekomstige activiteiten
Na de aanleg van het windturbinepark zal militair gebruik niet of slechts beperkt mogelijk zijn op of rond de locatie. De belangrijkste beperkingen gelden voor scheepvaart en luchtvaart. Omdat de Noordzee voldoende ruimte biedt op andere locaties, worden van deze beperkingen geen onaanvaardbare belemmeringen van de militaire activiteiten verwacht.

11.8 Scheepvaart

De mogelijke belemmeringen van het windturbinepark op de scheepvaart worden behandeld in hoofdstuk 9. Concluderend wordt in hoofdstuk 9 gesteld dat het park en de voorgenomen veiligheidsmaatregelen aan alle redelijk daaraan te stellen eisen voldoen. In de nabijheid van Tromp Binnen bevinden zich geen zeevaartfaciliteiten, zoals ankerplaatsen of verkeerbegeleidingssystemen, die enige belemmering van het park zullen ondervinden. De zeevaart wordt ook in algemene zin slechts in marginale zin gehinderd. De situering van het park is verder in lijn met een recent verschenen Nautische visie, uitgebracht door een brede vertegenwoordiging van betrokkenen bij de scheepvaart.

11.9 Natura 2000-gebieden

De invloed van het initiatief op Natura 2000-gebieden wordt uitgebreid behandeld in de Passende Beoordeling (hoofdstuk 14).

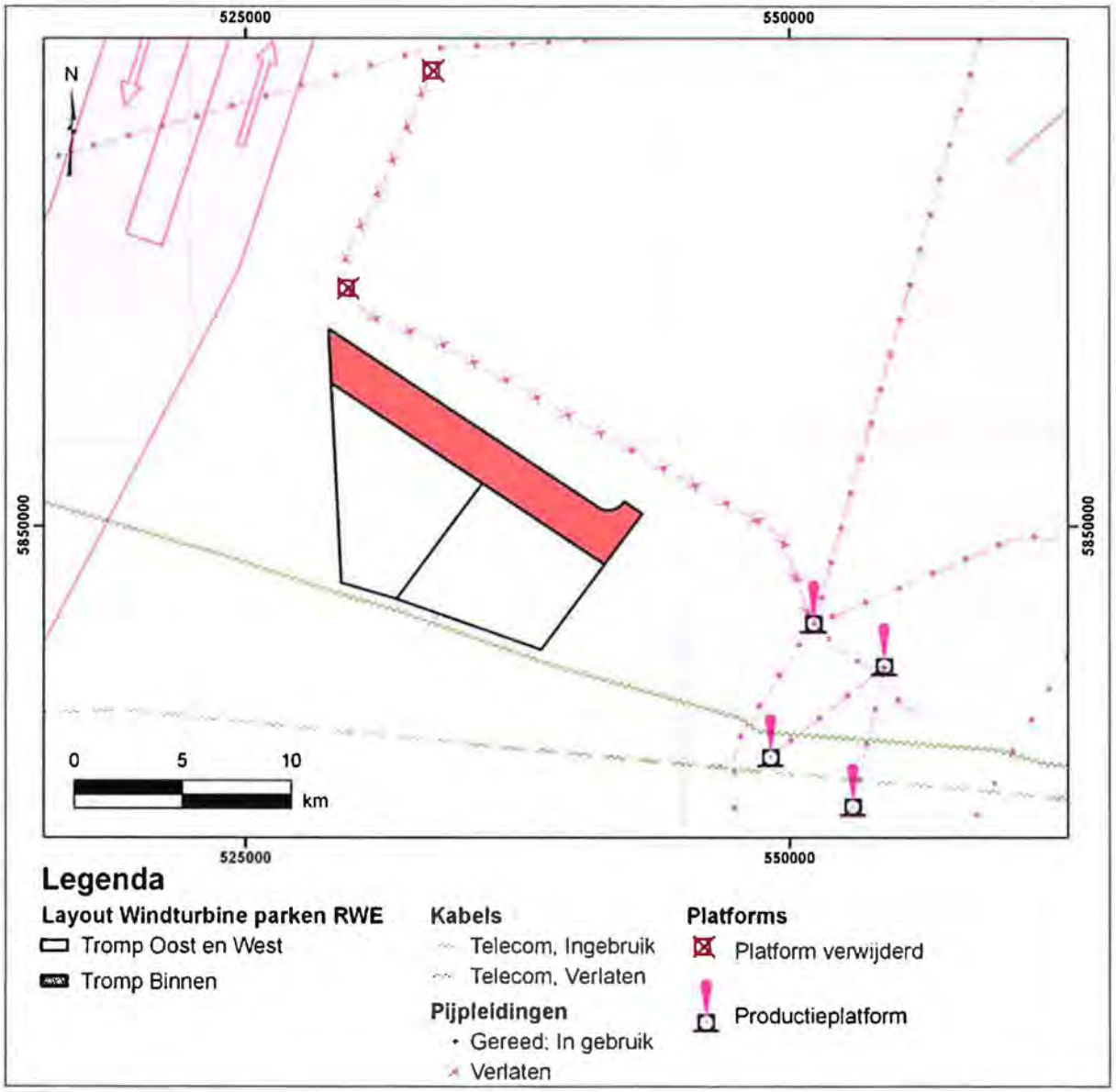
11.10 Tweede Maasvlakte en zeereservaat

Het windturbinepark Tromp Binnen enerzijds en de aan te leggen Tweede Maasvlakte annex zeereservaat anderzijds liggen buiten elkaars invloedsfeer. De onderlinge afstand is zodanig (circa 90 km) dat er in het algemeen geen (cumulatieve) effecten te verwachten zijn. Voor een nadere uitwerking wordt verwezen naar paragraaf 6.5.2 onder **9**. Voor de beïnvloeding van effecten betreffende vogels en onderwaterleven wordt verwezen naar de specifieke hoofdstukken (7 en 8) die daar over gaan.

11.11 Kabels

Huidige situatie
De kabels en leidingen zijn weergegeven in figuur 11.5.

Ten zuiden van Tromp West respectievelijk Tromp Oost loopt een telecomkabel. Deze is echter buiten het geprojecteerde windturbinepark gesitueerd op ten minste 5 km afstand. Een van de kabeltracés van windturbinepark Den Helder loopt door de locatie van Tromp Binnen. RWE heeft hierover contact opgenomen met de initiatiefnemer Airtricity, zie paragraaf 11.23.



Figuur 11.5 Kabels en pijpleidingen in de nabije omgeving van Tromp Binnen

Invloed op huidige kabels

Aanleg windturbinepark

De keuzes van de kabeltracés voor Tromp Binnen zijn gemotiveerd in paragraaf 3.4.3. De kruisingen die de tracés moeten maken kunnen worden ontleend aan de overzichtsfiguur 11.3. Bij de keuzes zijn onder andere de regels van Rijkswaterstaat voor het kruisen van kabels en leidingen in acht genomen. In genoemde paragraaf zijn ook de maatregelen beschreven die bij de aanleg getroffen zullen worden om beschadiging of andere effecten op

kabels die gekruist moeten worden te voorkomen. Na het verkrijgen van de vergunning zullen met de eigenaren 'crossing agreements' worden afgesloten.

Gebruik windturbinepark
Tijdens gebruik van het park zijn de thermische invloeden en de afgestraalde elektromagnetische velden dermate gering (invloed tot op enkele meters) dat er geen invloed van of op andere kabels (doorgaans op ten minste 100 m afstand) verwacht worden. Bij kruisingen zijn de afstanden weliswaar korter, maar ook dan is de invloed dankzij o.a. de aarding van de mantels van de kabels minimaal.

Beëindiging windturbinepark
Vooralsnog wordt er van uitgegaan dat de kabels van Tromp Binnen verlaten worden na gebruik. Mocht de regelgeving op het moment van beëindiging anders luiden, dan zullen de kabels verwijderd worden. De effecten zijn dan globaal vergelijkbaar met die tijdens de aanleg.

Invloed op toekomstige kabels
Aangezien de windturbineparklocatie na realisatie niet (meer) vrij is voor kabelaanleg, moeten eventuele toekomstige kabels (en leidingen) van derden om het windturbinepark heen worden gelegd. Het kabeltracé van windturbinepark Tromp Binnen kan zonodig door nieuwe kabels en leidingen worden doorkruist indien de gebruikelijke beschermingsmaatregelen worden toegepast.

Door de in acht te nemen afstanden en de beschermingsmaatregelen in geval van kruisingen zijn de risico's zeer beperkt. Bovendien wordt door verdergaande technologische ontwikkelingen, zoals plaatsbepaling met GPS, de kans op fouten verder gereduceerd.

11.12 Pijpleidingen

De huidige situatie
In de eerder gegeven figuur 11.5 zijn ook de pijpleidingen aangegeven. Ten noordoosten van Tromp Binnen loopt op minimaal 2 km afstand een verlaten pijpleiding afkomstig van de verlaten platforms ten noorden van Tromp Binnen. Ten zuidoosten van de locatie kruist het meest noordelijke alternatief van de kabeltracés deze leiding.

Invloed op huidige en toekomstige leidingen
De invloed op de huidige en toekomstige leidingen komt overeen met hetgeen hiervoor (paragraaf 11.11) is opgemerkt met betrekking tot kabels.

11.13 Beroeps- en sportvisserij

Situering huidige activiteiten

De zuidelijke en centrale Noordzee vormen een belangrijk gebied voor de commerciële visserij. De visserij betreft voornamelijk boomkorvisserij op platvissoorten (schol, tong, schar, tarbot en griet). Dit type visserij is bodemroerend. De visserij-intensiteit van de boomkorvisserij kan worden geraamd op maximaal circa 2.000 zeedagen[3]. De gebieden rond de Tromp Binnen locatie worden vooral bezocht door de grotere schepen met een motorvermogen van meer dan 300 pk. Daarnaast bestaan andere typen visserij zoals de pelagische visserij op scholende vissoorten als haring, makreel en horsmakreel en de visserij van garnalen (http://www.pvis.nl/).

In het algemeen zijn de potentiële gebieden voor offshore windturbineparken door de relatieve ondiepte en de relatief korte afstanden tot de thuishavens economisch belangrijk voor de visserij. Het verlies van deze locaties heeft daarom volgens de visserijsector sociale en economische consequenties (Productschap Vis, 2004[4]).

Effecten op huidige visserij

Aanleg windturbinepark

Tijdens de aanleg van het park wordt er gevaren en worden ter plaatse werkzaamheden uitgevoerd. Deze werkzaamheden beperken de visserij nauwelijks meer dan tijdens gebruik van het windturbinepark.

Gebruik windturbinepark

Het belangrijkste gevolg van het windturbinepark is het verlies van visgrond. Visserschepen kunnen binnen het windturbinepark en de bijbehorende veiligheidszone van 500 meter rondom het park niet meer vissen. Er gaat ook buiten het gesloten gebied visgrond verloren doordat vissende schepen bij nadering van het gesloten gebied ruim van tevoren de koers zullen gaan verleggen.

Het oppervlakteverlies als gevolg van het windturbinepark inclusief de veiligheidszone bedraagt netto circa 0,092% van het Nederlands Continentaal Plat (57.000 km^2). Vanwege het bovengenoemde vermijdingseffect zou het oppervlakteverlies de facto wat hoger kunnen worden ingeschat. Het is lastig om het verlies aan visgrond een op een te vertalen in termen

---

3 www.noordzeeatlas.nl. Zeedagen: aantal schepen * aantal gevaren dagen

4 Productschap Vis, 2004. Nota ruimte voor visserij. Vissen op een postzegel

van visvangst. Op basis van beschikbare vangstinventarisatiegegevens[5] wordt de bijdrage van Tromp Binnen geraamd op maximaal 0,1% van de gemiddelde vangst in de zuidelijke Noordzee voor de boomkorvisserij en 0,03% voor de pelagische en de overige visserij.

Een wezenlijke inperking van de vangstmogelijkheden is niet aan de orde. Wel zou wellicht extra gevaren moeten worden om dezelfde vangst te realiseren, maar ook dat zal gezien het gering areaalverlies minimaal zijn. Voor cumulatie van effecten met die van andere windturbineparken wordt verwezen naar hoofdstuk 12.

Visserij (met name boomkorvisserij) kan ook hinder ondervinden van kabels die bloot komen te liggen. Het vistuig kan daar immers in verward raken. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 zal RWE alle redelijkerwijs te treffen maatregelen nemen om te voorkomen dat kabels aan de oppervlakte komen te liggen. Dit volledig voorkomen is echter ondoenlijk.

Beëindiging windturbinepark
Bij gebruiksbeëindiging van het park, zal het oppervlak nog niet direct vrij voor bevissing zijn, omdat het eerst afgebroken dient te worden. Na het verwijderen van de turbines en het lichten van de funderingen is het gebied echter zonder meer weer beschikbaar voor de visvangst.

Effecten op toekomstige visserij
Als gevolg van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid (GVB) van de EU, zijn in de periode 1997-2002 de vangstrechten van de Nederlandse visserijsector, voor de economisch bezien belangrijkste vissoorten, gedaald met 50%. De vraag naar vis nam in die periode wel toe. Het gevolg hiervan was een prijsstijging, die de winstgevendheid van de gehele sector gunstig heeft beïnvloed (IBN 2015). Het is niet onwaarschijnlijk dat deze trend zich voortzet. Windturbineparken in het algemeen en ook Tromp Binnen (zie hoofdstuk 8) hebben geen invloed op de aanwezigheid van vis in de Noordzee. Zij hebben slechts een marginale invloed op het te bevissen areaal. Naar verwachting zal de visserij zich slechts verplaatsen, maar niet aangetast worden in haar activiteiten.

---

[5] RIVO Verver en Quirijns, 2005

11.14 Luchtvaart

11.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het luchtruim boven de Noordzee wordt intensief gebruikt door de luchtvaart. Onderstaande tabel (tabel 11.2) geeft een overzicht van soorten luchtvaartverkeer, luchtvaartaspecten en een afbakening van mogelijke effecten die het voorgenomen windturbinepark hierop kan hebben. De laatste kolom van de tabel geeft aan of nadere effectbeschrijving in paragraaf 11.14.2 of 11.14.3 plaatsvindt.

Tabel 11.2 Soorten voorkomende luchtvaart op de Noordzee en afbakening mogelijke effecten

luchtvaartverkeer en luchtvaartaspecten	omschrijving en afbakening effecten	nadere effectbeschrijving in 11.14.2 of 11.14.3
Burgerluchtvaart	dit betreft voornamelijk vliegtuigen die aan-, uit- en overvliegroutes van Schiphol gebruiken. Deze vorm van luchtverkeer speelt zich af op een dusdanige hoogte dat effecten van het windturbinepark niet te verwachten zijn	nee
militaire luchtvaart	defensie voert oefeningen uit in daarvoor aangewezen gedeelten van de Noordzee. De aanwezigheid van het windturbinepark kan deze oefeningen mogelijk verstoren	ja
Kustwacht	de Kustwacht voert regelmatig inspectievluchten uit met propellervliegtuigen. Voor Search And Rescue (SAR) activiteiten worden helikopters ingezet. SAR-operaties binnen het windturbinepark kunnen worden bemoeilijkt	ja
Loodswezen	het loodswezen zet helikopters in voor het beloodsen van schepen. Door de grote afstand van het windturbinepark tot de kust en een minimale afstand van 2 NM tot shipping lanes en clearways worden op dit luchtverkeer geen effecten verwacht	nee

luchtvaartverkeer en luchtvaart-aspecten	omschrijving en afbakening effecten	nadere effectbe-schrijving in 11.14.2 of 11.14.3
olie- en gaswinning	dit betreft helikoptervluchten voor het vervoer van goederen en personeel van en naar de platforms. De aanwezigheid van het windturbinepark kan mogelijk effecten hebben op helikoptervluchten naar de dichtstbijzijnde platforms	ja
communicatie/navigatie/surveillance sytemen	luchtverkeersbegeleiding maakt gebruik van navigatie-, communicatie- en surveillance (CNS)-systemen. Windturbines kunnen mogelijk verstorend werken op deze systemen	ja

Hieronder wordt nader ingegaan op de huidige situatie en autonome ontwikkeling van militaire luchtvaart, Kustwacht, luchtverkeer ten behoeve van olie- en gaswinning en communicatie-, surveillance- en navigatiesystemen.

Militaire luchtvaart

Militaire oefeningen zijn beperkt tot de daarvoor aangewezen oefengebieden, laagvlieggebieden en laagvliegroutes. De laagvlieggebieden en -routes zijn aangewezen boven het vasteland. Deze gebieden zijn daarom in relatie tot het windturbinepark niet relevant. Overigens kunnen tijdelijk andere oefengebieden worden aangewezen. Voor oefeningen op middelgrote en grote hoogte maakt de luchtmacht gebruik van militaire oefengebieden boven de Noordzee, de Temporary Reserved Airspaces (TRA's). Deze liggen op ongeveer zeven kilometer ten noorden van de Waddeneilanden (Luchtmacht, 2008). Figuur 11.6 geeft de ligging van deze gebieden aan.

Figuur 11.6 Ligging oefengebieden (rode vlakken) militaire luchtvaart (bron: Tweede Structuurschema Militaire Terreinen, 2005)

Daarnaast wordt voor oefeningen samen met diverse andere NAVO-landen gebruik gemaakt van de Air Combat Manoeuvering Installation (ACMI) range. Deze ligt in de Noordzee tussen Nederland en Engeland (Luchtmacht, 2008). Boven de gehele Noordzee (1 Nautische Mijl uit de kust) bedraagt de minimumvlieghoogte voor jachtvliegtuigen 30 meter (Luchtmacht, 2008).

Voor de autonome ontwikkeling wordt verwacht dat die niet veel zal verschillen van de huidige situatie. Voor (inter-)nationale oefeningen kunnen er altijd specifieke gebieden en routes tijdelijk worden aangewezen als oefengebied.

Kustwacht

De Nederlandse Kustwacht maakt voor het uitvoeren van haar dienstverlenende en toezichthoudende taken gebruik van zowel vliegtuigen als helikopters. Het maritieme werkgebied van de Kustwacht omvat de territoriale zee en de aangrenzende Exclusief Economische Zone (EEZ).

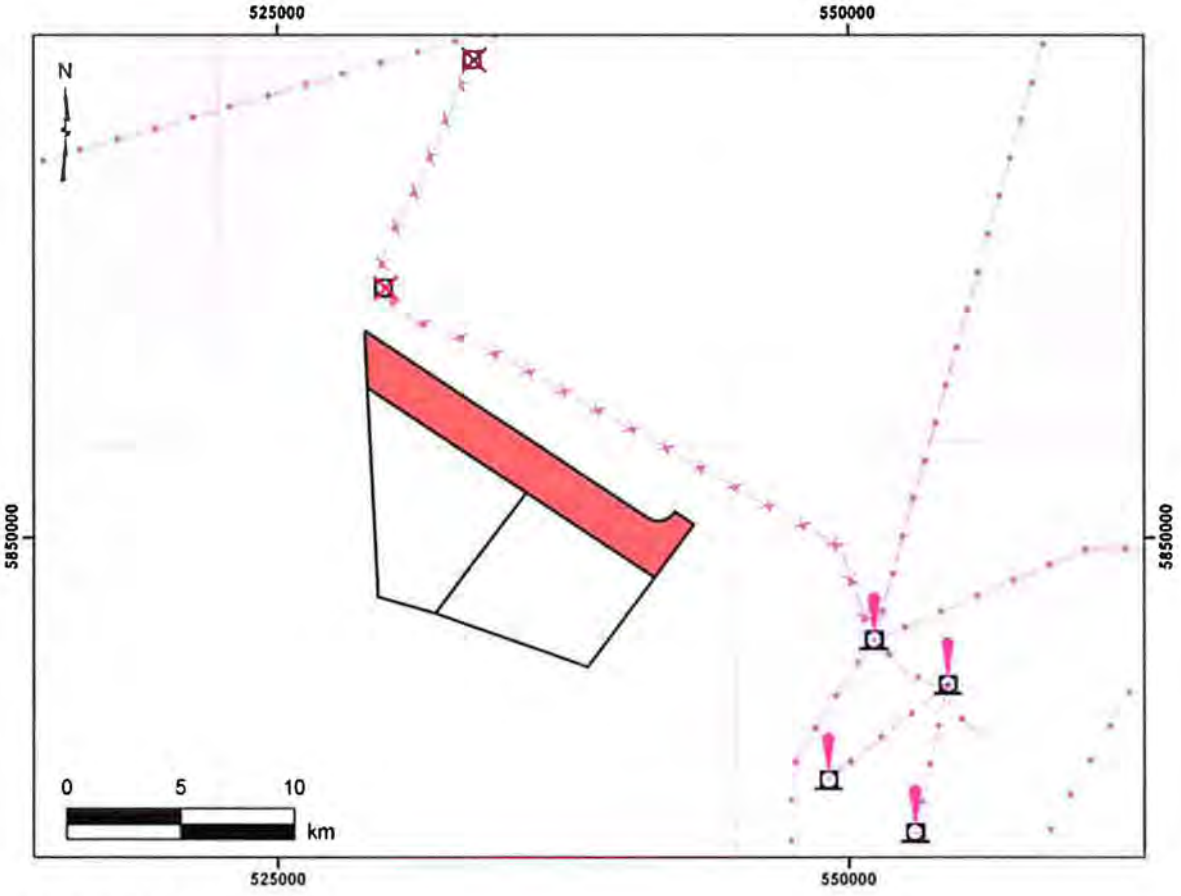
Voor opsporings- en reddingsoperaties van drenkelingen en schipbreukelingen (Search and Rescue, SAR) is in 2007 ruim 40 maal een SAR-helikopter ingezet (Kustwacht, 2007). Het aantal SAR-incidenten waarbij de Kustwacht wordt ingezet bedraagt over de afgelopen 10 jaar jaarlijks gemiddeld 1.400 (Kustwacht, 2007).

Voor inspecties in het kader van handhaving op de Noordzee worden door de Kustwacht met name kustwachtvliegtuigen maar ook helikopters ingezet. Met de kustwachtvliegtuigen wordt jaarlijks circa 1.500 uur gesurveilleerd (Kustwacht, 2007).

Voor de autonome ontwikkeling wordt verwacht dat die niet veel zal verschillen van de huidige situatie. Met de groei van het aantal windturbineparken op zee zal er voor de Kustwacht een nieuwe inspanning nodig zijn voor controle op scheepvaart binnen de veiligheidszones van windturbineparken.

Olie- en gaswinning

Voor transport van goederen en personen vinden regelmatig helikoptervluchten plaats van en naar olie- en gaswinningsplatforms. Figuur 11.7 toont de ligging van platforms ten opzichte van het voorgenomen windturbinepark.



Legenda

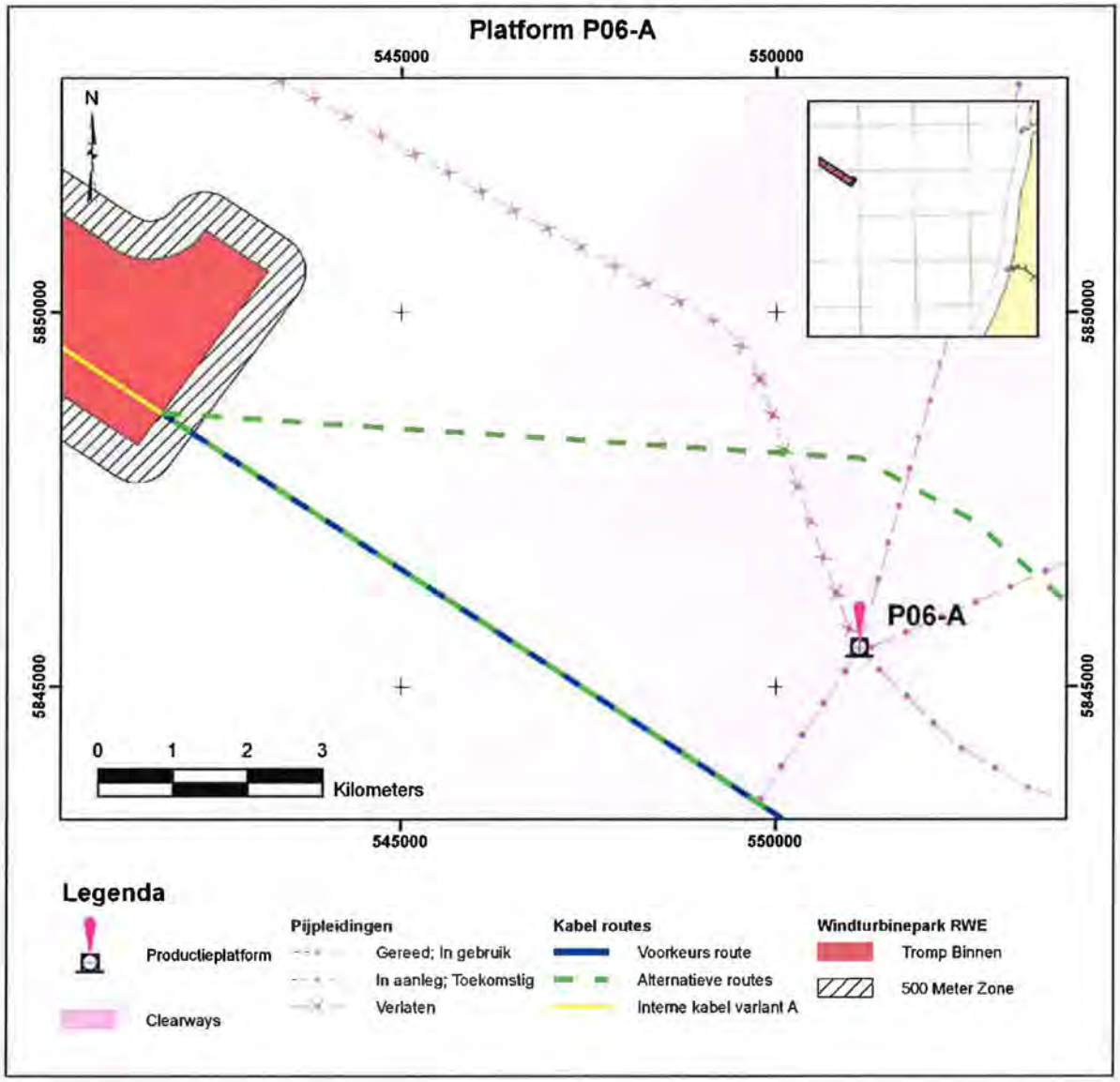
Layout Windturbine parken RWE
- Tromp Oost en West
- Tromp Binnen

Platforms
- Platform verwijderd
- Productieplatform

Pijpleidingen
- Gereed; In gebruik
- Verlaten

Figuur 11.7 Ligging van winningsplatforms ten opzichte van voorgenomen windturbinepark

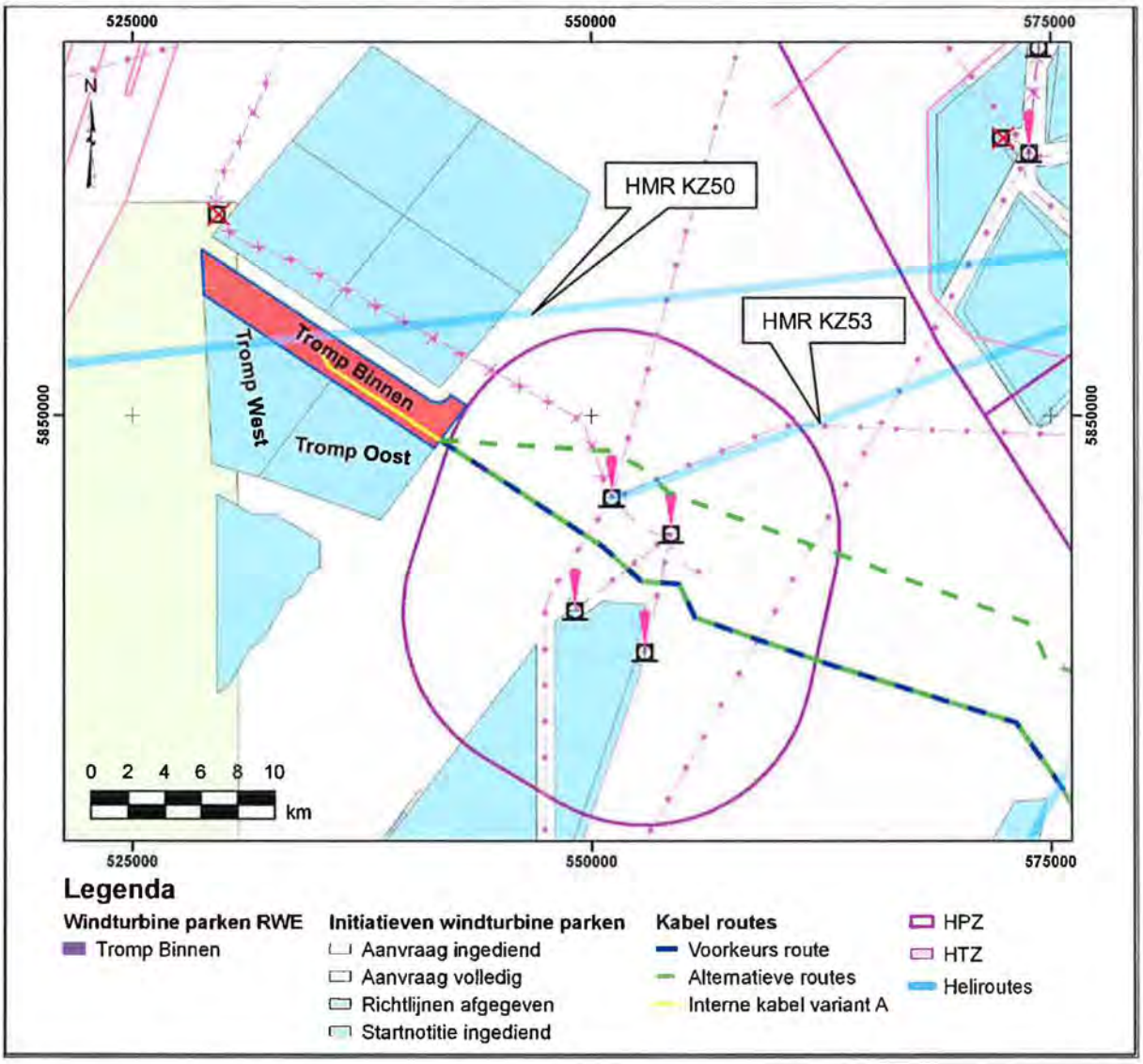
Het dichtstbijzijnde platform bevindt zich op 5 NM (Nautische Mijlen) ten zuidoosten van het voorgenomen windturbinepark. Dit betreft het platform P06-A. Figuur 11.8 geeft een detail-weergave van de ligging van dit platform.



Figuur 11.8 Ligging van platform P06-A ten opzichte van het voorgenomen windpark Tromp Binnen

Om de veiligheid van helikopteroperaties te waarborgen zijn rond en tussen olie- en gas-winningsplatforms onder andere *helicopter protected zones* (HPZ), *helicopter traffic zones* (HTZ) en *helicopter main routes* (HMR) aangewezen. Op de HMR's wordt gevlogen op een minimale hoogte van 1.500 voet boven MSL (mean sea level). Binnen HTZ's en HPZ's rond platforms mag door helikopters lager gevlogen worden ten behoeve van nadering en vertrek naar en van platforms. Deze zones gelden als obstakelvrije zones waarbinnen dus geen

obstakels mogen voorkomen. Het is schepen wel toegestaan om in de zones te varen, mits ze minimaal 500 meter van platforms vandaan blijven (AIP, 2008). In principe wordt elk platform omringd door een HTZ. Bij platforms die bij elkaar in de buurt liggen vormen overlappende HTZ's samen een HPZ. In figuur 11.9 is de HPZ ("Mebot") rond de P6-productieplatforms weergegeven. De contour ligt op een afstand van 5 nautische mijlen (NM) van het P6-A platform. De zuidoosthoek van het voorgenomen windturbinepark ligt tegen deze contour aan. In de figuur zijn twee HMR's afgebeeld, de HMR KZ50 en de KZ53. De HMR KZ50 loopt over het voorgenomen windturbinepark, de KZ53 gaat naar het platform P06-A.



Figuur 11.9 Ligging van helikopterroutes in de nabijheid van het voorgenomen windturbinepark Tromp Binnen. De paarse contour markeert de HPZ genaamd "Mebot"

Omvang van de helikopter operaties op de Noordzee in het algemeen[6]

Op de Noordzee staan meer dan 105 vaste mijnbouwinstallaties en circa 10 verplaatsbare installaties. Bemannen van mijnbouwinstallaties vindt in bijna alle gevallen per helikopter plaats. Daarbij worden vluchten van Den Helder Airport naar mijnbouwinstallaties uitgevoerd maar ook vluchten tussen mijnbouwinstallaties, zogenaamde shuttles. Shuttlevluchten maken een substantieel deel uit van het passagiersvervoer op de Noordzee. Om een goed beeld te krijgen van de omvang van de helikopteroperaties op de Noordzee is door CHC Helicopters B.V. aangegeven dat over 2007 door CHC Helikopters B.V., als één van de vier helikopteroperators circa 36.500 landingen op mijnbouwinstallaties zijn uitgevoerd. Uitgaande van een gemiddeld aantal passagiers per vlucht van 6,4 kan worden afgeleid dat door CHC Helikopters B.V. over 2007 circa 230.000 passagiers per helikopter zijn vervoerd. Het totaal aantal passagiers ligt echter hoger omdat de passagiers van Bristow Helicopters, DanCopter en Heli Holland Offshore daarin niet zijn meegenomen. Het aantal passagiersvluchten over 2007 op het luchtvaartterrein Den Helder Airport is 125.000 in- en uitgaand. De meeste daarvan zijn vluchten met bemanningen naar offshore locaties. Noordzee operaties worden zowel overdag als 's avonds en 's morgens vroeg uitgevoerd bij bijna alle weersomstandigheden. Concreet wil dit zeggen dat 's morgen om ca. 7 uur de uitgaande vluchten vanaf Den Helder naar de mijnbouwinstallaties plaatsvinden. Vervolgens worden tussen de diverse locaties overdag de zogenaamde shuttlevluchten uitgevoerd. Returnvluchten worden tot laat in de avond uitgevoerd. Voor een belangrijk deel worden dus vluchten buiten de uniforme daglichtperiode gevlogen. Vluchtuitvoering vindt dan plaats met behulp van navigatie- en naderingshulpmiddelen zoals radar.

Omvang van de helikopter operaties op de HMR KZ50

Helikopters die gebruik maken van de KZ50 vertrekken vanaf Den Helder Airport, de Kooij. De bestemming is over het algemeen een olie- of gasplatform. Op het Nederlandse deel van de Noordzee vliegen momenteel vier maatschappijen op vaste routes.. Voor de KZ50 zijn er drie reguliere gebruikers: Heli Holland, Bristo en CHC Helikopters. De helikopters vliegen ter plaatse van Tromp Binnen op de HMR op een hoogte van 1.500 voet boven MSL (gemiddeld zeeniveau; NAP). Er geldt bij het vliegen een obstakelvrije hoogte van 1.000 voet onder de minimale vlieghoogte van de HMR. Dat betekent dat obstakels in zee lager moeten zijn dan 500 voet MSL (circa 152 meter).

[6] IVW, 2008

De reguliere gebruikers zijn benaderd voor informatie over het gebruik van de HMR KZ50. Deze hebben aangegeven de route beperkt te gebruiken, omdat de meeste activiteiten voor de operators plaatsvinden op locaties dichter bij de (Nederlandse) kust (zie ook paragraaf 12.14.3)

Voor de autonome ontwikkeling wordt verwacht dat die niet veel zal wijzigen ten opzichte van de huidige situatie. Uitgeputte olieplatforms worden na gebruik verwijderd, nieuwe kunnen op nieuwe vindplaatsen na vergunningverlening gebouwd worden, waardoor nieuwe helikopter-routes kunnen ontstaan.

Communicatie, Navigatie- en Surveillancesystemen ten behoeve van luchtverkeer
Ten behoeve van begeleiding en communicatie met luchtverkeer maakt Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) gebruik van communicatie-, navigatie- en surveillancesystemen (CNS). CNS-apparatuur wordt gebruikt om het radiocontact tussen de verkeersleiding en de piloten te onderhouden, navigatie in het naderingsgebied en "en-route" mogelijk te maken en de plaatsbepaling van vliegtuigen zeker te stellen. Alle communicatie-, navigatie- en surveillanceapparatuur maakt gebruik van radiogolven die uitgezonden en/of ontvangen worden door antennesystemen (LVNL, 2008).

Daarnaast heeft Defensie momenteel vijf radarinstallaties in gebruik voor het volgen van luchtverkeer. Deze installaties staan in Woensdrecht, Soesterberg, Leeuwarden, Volkel en Twente. Op de Kooy bevindt zich daarnaast nog een civiele radarinstallatie.

LVNL treft, in opdracht van de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, maatregelen ter verbetering van de vliegveiligheid boven het Nederlands Continentaal Plat. In samenwerking met de olie- en gasmaatschappijen (verenigd in NOGEPA) zal zend- en ontvangstapparatuur geïnstalleerd worden op productieplatforms in de Noordzee. Het gaat hierbij om:

- de uitrol van een VHF/UHF radiocommunicatienetwerk
- de uitrol van een surveillance (radar) systeem (WAM/ADS-B systeem[7]).

Met deze nieuwe systemen wordt radiocommunicatie- en surveillancedekking voor laagvliegend verkeer gerealiseerd. Contact met de helikopters wordt vereist vanaf 100 voet (circa 30 m, dekhoogte op de platforms) voor radio en radar op en nabij de platforms en vanaf 500 voet voor surveillancedekking op de helikopterroutes (LVNL, 2008).

---

[7] WAM = Wide Area Multilataration. ADS-B = Automatic Dependent Surveillance - Broadcast

11.14.2 Effecten op luchtvaart

Bij de effectbeschrijving in deze paragraaf wordt – indien relevant – onderscheid gemaakt tussen de aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase. Over het algemeen zal eventuele verstoring op luchtvaartaspecten voornamelijk optreden gedurende de gebruiksfase. De aanlegfase en verwijderingsfase zullen qua benodigde operaties vergelijkbaar zijn, maar het verstoorde gebied is doorgaans kleiner. Voor een beschrijving van deze operaties wordt verwezen naar hoofdstuk 3 van dit MER. Ten behoeve van het inventariseren van mogelijke effecten van het voorgenomen windturbinepark op luchtverkeer heeft RWE contact gezocht met verschillende belanghebbenden waaronder de Inspectie Verkeer en Waterstaat, helikopteroperators, de Luchtverkeersleiding Nederland, de Kustwacht en de Militaire Luchtvaartautoriteit.

Militaire luchtvaart
In de nabijheid van het voorgenomen windturbinepark liggen geen gebieden die zijn aangewezen voor Noordzee-oefeningen. De Militaire luchtvaartautoriteit heeft aan RWE bevestigd dat defensie ter plaatse van Tromp Binnen geen belangen heeft en dat de Militaire Luchtvaartautoriteit derhalve geen bezwaren heeft tegen realisatie van Tromp Binnen.

Geconcludeerd wordt dat zowel aanleg, gebruik als verwijdering van het voorgenomen windturbinepark geen effecten heeft op huidige militaire luchtvaart. Na realisatie van het windturbinepark zal het gebied niet voor eventuele toekomstige laagvliegende militaire luchtvaart beschikbaar zijn.

Kustwacht
Voor de veiligheid van inspectievluchten die door de Kustwacht worden uitgevoerd worden geen nadelige effecten verwacht van aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark. De Kustwacht krijgt wel als nieuwe taak het toezicht op overtredingen van scheepvaart binnen de veiligheidszone van het windturbinepark.

De Kustwacht heeft aan RWE bevestigd dat er als zodanig geen effect is van het windturbinepark op de activiteiten van de Kustwacht. De Kustwacht zal indien het windturbinepark daadwerkelijk wordt gerealiseerd vanuit handhavingsoogpunt dan wel in relatie tot Search and Rescue (SAR) en/of incidentbestrijding, bijvoorbeeld als gevolg van eventuele aanvaringen, worden geconfronteerd met de coördinatie en afhandeling van dit soort incidenten.

Gedurende aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark kunnen SAR-operaties met helikopters bemoeilijkt worden door aanwezigheid van de turbines. Dit effect treedt vooral op gedurende het gebruik van het voorgenomen windturbinepark. Aangezien op de

windturbineparklocatie buiten onderhoudsschepen geen andere activiteiten zijn toegestaan is de kans op benodigde SAR-activiteiten gering. Alleen in het geval van onderhoudsschepen in nood of van driftende schepen die het park binnendrijven zullen SAR-operaties nodig zijn. Overigens mogen SAR-schepen voor SAR-operaties het windturbinepark invaren.

Geconcludeerd wordt dat er, buiten het bemoeilijken van helikopteroperaties ten behoeve van SAR-activiteiten en/of incidentbestrijding in de buurt van het windturbinepark, geen nadelige effecten aan te wijzen zijn voor luchtvaartverkeer van de Kustwacht.

Helikopterverkeer nabij olie-en gasplatforms

Zoals blijkt uit figuur 11.7 ligt het dichtstbijzijnde operationele winningplatform op 5 NM van het voorgenomen windturbinepark. Het HPZ "Mebot" rond de P6-platforms (figuur 11.9) ligt buiten het voorgenomen windturbinepark. Helikopters vliegen vanaf de Nederlandse kust deze HPZ binnen via de HMR KZ53. Dit betekent dat zowel de aanleg als het gebruik en de verwijdering van het voorgenomen windturbinepark geen nadelige effecten heeft op het helikopterverkeer nabij de P6-platforms. Helikopterverkeer van en naar platforms wordt apart behandeld in paragraaf 11.14.3.

Communicatie, navigatie- en surveillancesystemen ten behoeve van luchtverkeer

Windturbines vormen in potentie een bedreiging voor de goede werking van de CNS-apparatuur omdat ze de uitgezonden signalen kunnen verstoren. RWE heeft contact gehad met LVNL over de mogelijke effecten van het voorgenomen windturbinepark op de CNS-systemen. LVNL heeft het voorgenomen windturbinepark globaal getoetst aan haar "SUR beleid windturbineparken Noordzee" en aan RWE aangegeven dat de conclusie is dat zij geen nadelige effecten verwachten op de WAM-systemen. Onderstaande tabel geeft het resultaat van de toetsing weer.

Tabel 11.3 Beoordeling voorgenomen windpark Tromp Binnen door LVNL

turbinepark	opmerkingen/voorwaarden SUR
Tromp Binnen	- voorwaarde WAM-systeem: geen windturbines binnen een straal van 1 NM van WAM-units. Ruim 5 NM tussen park en dichtstbijzijnde WAM-unit (op platform P6-A) - HMR (Helicopter Main Route): er loopt één HMR over het park (KZ50). Een rij turbines (op of in verlengde HMR) kan er voor zorgen dat een WAM-unit slechte ontvangst heeft voor verkeer op de route. Er staat in dit geval geen WAM-unit in het verlengde van de route (de situatie doet zich niet voor) - HPZ/HTZ: het park bevindt zich niet binnen een HPZ of HTZ. Er zijn geen WAM-units die door de windturbines dekking verliezen binnen de naburige HPZ van platform P-6A - RMTR: er loopt geen WAM – RMTR (Reference Monitor TRansmitter) pad door het park

LVNL heeft recent door TNO een studie laten uitvoeren (TNO, 2007) naar mogelijke nadelige effecten van windturbineparken op de Noordzee op UHF/VHF-communicatie en het WAM-plaatsbepalingssysteem. TNO concludeert dat er mogelijk effecten optreden maar dat die beperkt zullen zijn wanneer de afstand tussen windturbine en WAM- en UHF/VHF-stations op platforms groter is dan 0,5 NM. Voor het voorgenomen windturbinepark geldt dat aan deze afstand ruimschoots wordt voldaan. TNO geeft aan dat aanzienlijke verstoring van signalen kan optreden wanneer een vliegroute in het verlengde ligt met een lijn van turbines. Bij Tromp binnen doet deze situatie zich niet voor, zoals ook aangegeven in tabel 11.3.

Uit een check van TNO (TNO, 2008) op basis van de coördinaten van het voorgenomen windpark blijkt dat er geen effecten zijn heeft op het functioneren van de vijf radars van defensie en de civiele radar op de Kooy. De hinderafstand is gedefinieerd als 15 NM. Het voorgenomen windturbinepark ligt buiten deze afstand.

Geconcludeerd wordt dat aanleg, gebruik en verwijdering van het voorgenomen windturbinepark geen effect heeft op het functioneren van CNS-systemen van LVNL en op de radarsytemen van defensie.

11.14.3 Helikopterverkeer van en naar de offshore platforms

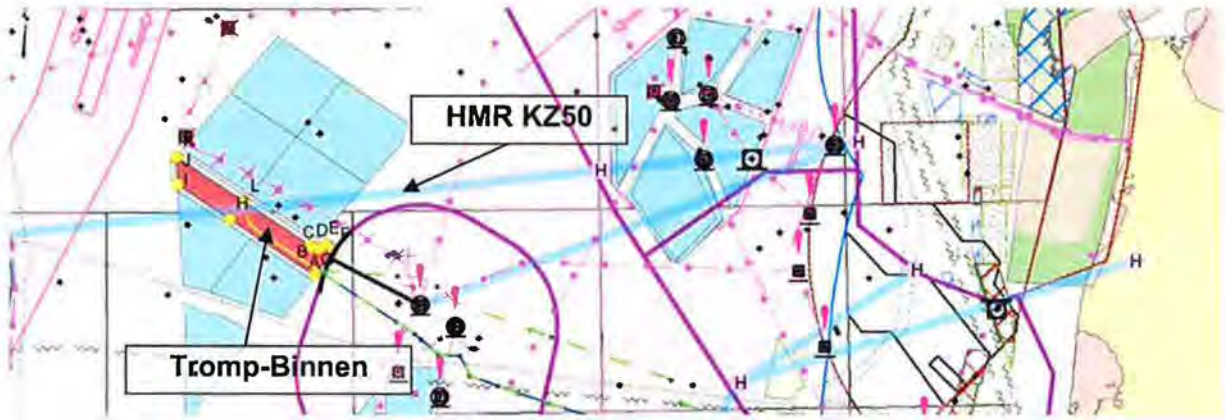
Ligging HMR KZ50 ten opzichte van Tromp Binnen

Tromp Binnen is gelegen onder een HMR[8] met referentie KZ50. In figuur 11.10 is aangegeven hoe de HMR over het windturbine park Tromp Binnen loopt.

HMR KZ50 kruist met Tromp Binnen over een afstand van ca. 3 km, dit is ca. 3 % van de totale lengte van de HMR KZ50, gemeten vanaf de Nederlandse kust tot aan de rand van het NCP.

De HMR is in de hoogte begrensd, de ondergrens is 1.500 voet en de bovengrens 5.500 voet boven MSL. Vanuit de overheid is er een veiligheidsruimte van 1.000 voet ingesteld onder de ondergrens van de HMR (onder 1.500 voet), waarbinnen er zich geen obstakels mogen bevinden.

De laterale (zijdelingse) begrenzing van de HMR is niet formeel vastgelegd. IVW hanteert hiervoor in principe een laterale begrenzing van 2 nautische mijlen aan beide zijden van de HMR.



Figuur 11.10 Locatie Tromp Binnen en Helicopter Main Route KZ50

---

8 HMR = Helicopter Main Route, zoals vastgelegd in de AIS (www.ais-netherlands.nl) begrensd tussen 1.500 voet boven MSL en 5.500 voet boven MSL (bron: LVNL)

Specifiek gebruik van de HMR KZ50

Er zijn vier Nederlandse helikopteroperators, die mogelijk gebruik kunnen maken van de KZ50. De betreffende route over Tromp Binnen wordt beperkt gebruikt en dient voor het vliegen van Nederland naar Engeland (Norwich of Engelse olieplatforms) en terug. In tabel 11.4 is een overzicht gegevens van de verschillende operators en hun vliegfrequenties op de HMR KZ50. Het betreft een range van de te verwachte vliegfrequentie van de HMR KZ50 zoals die door de operators is opgegeven [9]. LVNL heeft bevestigd dat deze vier operators mogelijk gebruik kunnen maken van de HMR KZ50.

Tabel 11.4 Gebruiksfrequentie HMR KZ50

Operator	Vliegfrequentie per jaar	
	minimum	Maximum
Heli holland	100	250
CHC Helicopters	20	30
Bristow	50	50
DanCopter	0	0
Totaal	**170**	**330**

Effect van Tromp Binnen op de vliegveiligheid binnen de HMR KZ50

Zoals eerder vermeld, is een HMR in de hoogte begrensd met een ondergrens van 1.500 voet MSL (NAP) en bovengrens van 5.500 voet, met een veiligheidsruimte van 1.000 voet ingesteld onder de ondergrens (onder de 1.500 voet) waarbinnen er zich geen obstakels mogen bevinden. Obstakels mogen derhalve niet hoger zijn dan 500 voet MSL (NAP).

De turbines van Tromp Binnen blijven in hoogte beneden de 500 voet[10] (circa 152 m) zodat aan de benodigde obstakelvrije ruimte van 1.000 voet kan wordt voldaan. Het gebruik van de HMR wordt daarom in het geval van de realisatie van Tromp Binnen niet beperkt. Ook gedurende de aanleg en verwijdering van het windturbinepark zijn er geen obstakels die boven de 152 m (MSL) uitkomen. De helikopter operators hebben aan RWE bovendien aangegeven de route beperkt te gebruiken, omdat de meeste activiteiten voor de operators plaatsvinden op locaties die dichter in de buurt van de kuststrook liggen. De operators hebben daarom geen bezwaar tegen de realisatie van Tromp Binnen.

---

[9] Zie correspondentie tussen RWE en Operators en LVNL, bijlage 11.2.1en 11.2.2

[10] De 5 MW turbines in het VA hebben een maximale tiphoogte van 152 m (MSL); bij de alternatieven met 3.6 MW turbines is de tiphoogte veel lager dan 152 m (MSL)

Effect van Tromp Binnen op de vliegveiligheid buiten de HMR KZ50, ingeval van specifieke omstandigheden.

Alleen in geval van bepaalde specifieke omstandigheden wanneer moet worden afgeweken van de HMR-route, zoals bij:

A. een noodsituatie of
B. icing conditions,

is er sprake van een mogelijk verhoogd risico op de vliegveiligheid vanwege de aanwezigheid van Tromp Binnen. Hiertoe heeft KEMA[11] een risicoanalyse uitgevoerd waarvan de conclusies hieronder zijn weergegeven.

A. Risicoanalyse noodsituaties

Een situatie waarbij door een technisch mankement de helikopter niet naar behoren functioneert geeft niet direct aanleiding voor het afwijken van de begrenzingen die gelden voor de HMR. De aard van het mankement en de locatie van de helikopter kan de piloot doen besluiten de helikopter zijn reis te laten afbreken of vervolgen tot de eindbestemming binnen de geldende begrenzingen. In dit soort situaties vormt de aanwezigheid van Tromp Binnen geen verhoogd risico. Tevens zal in het geval dat het technisch mankement het toelaat gekozen worden om op hoogte te blijven vliegen. Mocht namelijk de motor uitvallen, dan zal de dalende beweging met de daarbij behorende luchtstroom er voor zorgen dat de rotors blijven draaien (autorotatie). Doordat de hoofdrotor mechanisch is verbonden met de staartrotor blijft de helikopter bestuurbaar waardoor er een noodlanding kan worden gemaakt. Om gebruik te kunnen maken van autorotatie moet de helikopter snelheid hebben of zich op voldoende hoogte bevinden.

In noodsituaties waar een noodlanding moet worden ingezet kan Tromp Binnen mogelijk voor een verhoogd risico zorgen omdat de aanwezige obstakels kunnen hinderen bij een noodlanding.

Vanuit een onderzoek naar de veiligheid van het gebruik van helikopters in de olie- en gasindustrie[12] zijn er cijfers bekend over het aantal noodsituaties dat zich gemiddeld over een periode van 11 jaar (1995-2005) heeft voorgedaan op de Noordzee. Een noodsituatie wordt in dit rapport gezien als een situatie waarbij een helikopter als gevolg van bijvoorbeeld falende componenten, menselijke fout of weerscondities gedwongen wordt een noodlanding uit te voeren. Tabel 11.5 geeft het aantal noodsituaties weer dat zich gemiddeld over 11 jaar

[11] Veiligheidsanalyse helicopterverkeer windturbinepark Tromp Binnen, KEMA 08-2834, December 2008

[12] UK Offshore Public Transport Helicopter Safety Record 1977-2006

per 100.000 vlieguren heeft voorgedaan. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in noodsituaties met fatale afloop en zonder fatale afloop. Tevens is als referentie het gemiddeld aantal noodsituaties wereldwijd opgenomen in de tabel. Het totaal aantal incidenten (fataal en niet fataal) op de Noordzee bedraagt 1,17 incidenten per 100.000 vlieguren

Tabel 11.5 Statistisch gemiddeld aantal noodsituaties per vlieguur/vlieguren (UK Offshore public transport Helikopter Safety Record 1977-2006)

Regio	Per 100.000 vlieguren		Per vlieguur	
	Fatale incidenten	Niet fatale incidenten	Fatale incidenten	Niet fatale incidenten
Noordzee	0,20	0,97	$2,0 * 10^{-6}$	$9,7 * 10^{-6}$
Wereld	0,64	1,65	$6,4 * 10^{-6}$	$1,65 * 10^{-5}$

Deze statistische gegevens kunnen worden gebruikt voor de berekening van de kans op een noodsituatie op de KZ50. De waarden weergegeven in tabel 11.4 bestaan uit incidenten die plaats hebben gevonden gedurende het opstijgen, vlucht en landing. Voor het bepalen van het risico van de aanwezigheid van Tromp Binnen zijn alleen de incidenten tijdens de vlucht van belang. Er wordt in de data echter geen onderscheid gemaakt tussen deze verschillende fasen van de vlucht. In de risico analyse wordt er daarom uitgegaan van een worst case waarde[13] waarbij alle incidenten tijdens de vlucht plaatsvinden.

De KZ50 heeft een lengte van ca. 89 km. Stel dat een helikopter een snelheid heeft van 270 km/uur, dan is de totale vliegtijd op de KZ50: 89/270 = 0,33 uren oftewel ca. 20 minuten

Jaarlijks wordt er op de KZ50 (zie tabel 11.4) minimaal 170 keer en maximaal 330 keer gevlogen. Indien er vanuit wordt gegaan dat de volledige route wordt afgelegd, betekent dit voor de minimale situatie een totale reistijd van 56 uur per jaar en voor de maximale situatie een totale reistijd van 109 uur per jaar.

[13] In het algemeen treden bij vliegverkeer immers de grootste risico's juist op bij opstijgen en landingen; de range van kans op incidenten alleen tijdens de vlucht op de Noordzee ligt derhalve naar verwachting lager

Voorbeeld berekening: niet fatale incidenten
Uitgaande van het maximaal aantal vluchten per jaar en gemiddeld 0,97 noodsituaties zonder fatale afloop per 100.000 vlieguren, dan zal op de KZ50 met de volgende frequentie een niet fatale noodsituatie optreden:

109/100.000 x 0,97 = 1,28* 10^{-3} per jaar

Dit komt neer op 1 noodsituatie zonder fatale afloop in ca. 940 jaar bij de maximale situatie van 330 vluchten per jaar.

Deze frequentie geldt voor de volledige KZ50. Voor de route over Tromp Binnen moet dit vermenigvuldigd worden met de factor 89/3 (totale lengte KZ50/lengte KZ50 over Tromp Binnen). De frequentie voor een noodsituatie zonder fatale afloop bedraagt dan 1 x per:

89/3 x 940 jaar = 28.000 jaar

In tabel 11.6 is een overzicht gegeven van de kans op een incident boven Tromp Binnen waarbij rekening is gehouden met een maximale vliegfrequentie van 330 vluchten en een minimale vliegfrequentie van 170 vluchten met een worst case kans op incidenten van ordegrootte 10^{-6} per vlieguur (zie tabel 11.5). De hieruit berekende kansen zijn weergegeven in het gemiddeld aantal jaren waarin er 1 incident plaatsvindt en de kans per jaar.

Tabel 11.6 Overzicht van de kans op een incident boven Tromp Binnen

	Eens in de ....jaar		Kans per jaar	
	Incident met fatale afloop	Incident met niet fatale afloop	Incident met fatale afloop	Incident met niet fatale afloop
Minimale vliegfrequentie	264.800	54.600	$3,8*10^{-6}$	$1,8*10^{-5}$
Maximale vliegfrequentie	136.000	28.000	$7,4*10^{-6}$	$3,6*10^{-5}$

Zoals tabel 11.5 aangeeft is de kans op een noodsituatie tijdens een vlucht boven de locatie Tromp Binnen gering. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen noodsituaties met fatale afloop en zonder fatale afloop. In een geval van een noodsituatie met fatale afloop vormt de aanwezigheid van windturbines op de locatie Tromp Binnen geen verhoogd risico omdat in dit geval een noodlanding op open zee ook fataal zou zijn geweest. In de situatie van een van een noodsituatie zonder fatale afloop kan de aanwezigheid van windturbines wel zorgen voor een verhoogd risico. Hierbij geldt dat de windturbines in Tromp Binnen met een onder-

linge afstand van 800 m van elkaar worden geplaatst. Mocht er een noodlanding in dit gebied worden uitgevoerd, dan betekent dit niet dat per definitie ook een windturbine zal worden geraakt. Een noodlanding wordt echter wel bemoeilijkt door de 800 meter corridors. De aanwezige onderhoudsboten kunnen zonodig eerste hulp of redding verlenen.

Samenvattend vormt de aanwezigheid van windturbine park Tromp Binnen een zeer gering verhoogd risico voor de HMR KZ50 vanwege:

1. De zeer geringe kans op een noodsituatie in de ordegrootte van 10^{-5} tot 10^{-6} per jaar
2. Ingeval van een niet fatale noodsituatie ,kan dit leiden tot een noodlanding welke wordt bemoeilijkt door de aanwezigheid van ver uit elkaar staande turbines op een klein deel van het dalingstraject.

Vergelijk conclusies met vliegveld risico assessment

Op verzoek van het IVW is een vergelijk gemaakt met een vliegveld risico-assessment. In een notitie van CAA Norway[14] wordt door middel van een probability matrix, een consequentiematrix en een aanvaardbaarheidmatrix (zie bijlage 11.2.3) een afweging gemaakt welke gevaren aanvaardbaar zijn op een vluchthaven ten aanzien van vliegtuigen. Hierna worden deze kwalificaties indicatief vergeleken met de situatie van helikopters op zee zonder en met hinder van een windturbine park. In de vliegveld risico-assesment worden overigens vliegtuigen op een luchthaven en geen helikopters tijdens de vlucht boven Noordzee in beschouwing genomen waardoor dit vergelijk als indicatief moet worden gezien.

Kwalificatie van de kans op voorkomen

In de probability matrix wordt de aanvaardbaarheid van een incident gekwantificeerd in per vlieguur. De kans op helikopter incidenten alleen tijdens de vlucht op de Noordzee ligt in de ordegrootte van 10^{-6} per vlieguur worst case, op basis van eerder beschreven risico analyse. Deze kanswaarden per vlieguur worden in de probability matrix van CAA Norway gekwalificeerd als "remote" (onwaarschijnlijk) . Zoals eerder aangegeven vormt het vliegen met een helikopter een risico dat moeilijk te kwantificeren is aan de hand van de probability matrix beschreven in de notitie van CAA Norway. Daarbij geldt ook dat het gekwantificeerde risico een eigenschap is van een helikopter waar de aanwezigheid van Tromp Binnen niets aan toevoegt. Met behulp van de inschatting van de verandering in consequentie en een tolera-

[14] Lecture notes Hazard, Risk, Safety and related terms by Bjorn Bo of CAA Norway

bility matrix kan kwalitatief ingeschat worden wat het verhoogde risico op niet fatale incidenten zou zijn door de aanwezigheid van Tromp Binnen.

Kwalificatie van consequentie zonder hinder windturbinepark voor niet fatale incidenten
Zonder windturbinepark is er geen hinder bij een noodlanding en is de consequentie te kwalificeren als "minor": nood prodecures binnen operationele limieten. De tolerability matrix combineert de eerdere kans "remote" en de consequentie "minor", hetgeen leidt tot een situatie "acceptable".

Kwalificatie van consequentie met hinder windturbinepark voor niet fatale incidenten
Met windturbinepark is er mogelijk wel hinder bij een noodlanding en zou de consequentie kunnen wijzigen van "minor" naar "major": reductie van de mogelijkheden om te gaan met negatieve omstandigheden, schade aan personen. De tolerability matrix combineert de eerdere kans "remote" en de consequentie "major", hetgeen lijdt tot een situatie "review", wat een specifieke beoordeling vraagt. Een hiertoe bevoegde instantie (in dit geval IVW en RWS) zal deze review moeten uitvoeren.

B. Risico analyse icing conditions
Naast noodsituaties kunnen er ook "icing conditions" optreden. "Icing conditions" is een weersconditie waarbij bij een lage temperatuur waterdruppels direct bevriezen op het moment dat ze in contact komen met een voorwerp, zoals een rotorblad van een helikopter. Door ijsvorming op de rotorbladen veranderd de aërodynamische eigenschap van het rotorblad en dat heeft invloed op de vliegeigenschappen van de helikopter.

In een concept over de vliegveiligheid in relatie tot windparken[15] staan icing conditions gedefinieerd als:
"Helicopter icing conditions exist when a temperature of 0°C and visible moisture are forecasted below 2000 ft AMSL. whenever the visibility is less than 3.7 km (2 NM) and/or cloudbase below 1500 ft AMSL"

Icing conditions op de route KZ50 treden slechts een gering aantal dagen per jaar op. Indien er gevlogen moet worden tijdens icing conditions, moet de helikopter lager gaan vliegen dan 1.500 voet om ijsvorming te voorkomen. De helikopter zal dan afwijken van de HMR, die aan de onderkant begrensd is op 1.500 voet. Een dergelijke afwijking is zonder toestemming van de luchtverkeersleiding (LVNL) niet toegestaan.

---

[15] Veiligheidsanalyse helicopterverkeer windturbinepark Tromp Binnen, KEMA 08-2834, December 2008

De helikopteroperators hebben aangegeven dat men onder icing conditions niet vliegt op de KZ50. De invloed van Tromp Binnen op de vliegveiligheid buiten de HMR KZ50 onder icing conditions is daarmee nihil.

Verdere besluitvorming ten aanzien van de HMR KZ50 en kruising met Tromp Binnen
In de situatie waarbij de HMR KZ50 de locatie Tromp Binnen zal kruisen, zijn er gegeven de risico analyse van specifieke omstandigheden en gegeven het beperkte gebruik van de KZ50 drie opties mogelijk:

1. De HMR wordt verlegd
2. De HMR wordt niet gewijzigd en het ontwerp van windturbinepark wordt niet aangepast. Er komen instructies voor uitzonderlijke situaties
3. De lay-out van het windturbinepark wordt aangepast, zodat er minder of geen turbines onder de HMR komen te staan.

Deze drie opties en de risico-analyse zijn besproken met IVW.
Van de drie opties hierboven weergegeven gaat de voorkeur van RWE uit naar optie 2. Door het geringe risico dat Tromp Binnen heeft op vluchten op de HMR KZ50 lijken maatregelen als het verleggen van de HMR en het veranderen van de lay-out van het windturbinepark erg vergaand. Om het kleine risico dat Tromp Binnen toevoegt op het moment dat er moet worden afgeweken van de HMR nog verder te verkleinen, kunnen instructies worden opgesteld.

Ad 1 Verleggen HMR
De HMR wordt verlegd. Hiertoe dient er met LVNL en de diverse operators te worden overlegd. De operators kunnen bezwaar tegen het verleggen van de route hebben. Hiertoe dient het belang van de operators (in het licht van het beperkte gebruik en doel van de HMR) van deze HMR afgewogen te worden tegenover het belang van windturbineparken op de Noordzee onder deze route. Verleggen kan een reële optie zijn, indien de HMR zeer beperkt wordt gebruikt, en indien een alternatieve route gevonden kan worden. Voor de KZ50 zijn er alternatieve routes naar Engeland mogelijk (bijvoorbeeld via de noordzijde). In het licht van aanwijzing in het Nationaal Waterplan van voorkeursgebieden voor windturbineparken (waarbinnen naar verwachting Tromp Binnen zich bevindt) door de overheid, dient deze optie nader te worden besproken tussen betrokken partijen.

Ad 2 Situatie blijft ongewijzigd met nadere instructies
Tijdens icing conditions wordt er op dit moment op de KZ50 niet gevlogen. Indien er in de toekomst wel tijdens icing conditions op de KZ50 zal moeten worden gevlogen dient door middel van nadere instructies het risico op een incident te worden beperkt. Een mogelijke instructie kan bijvoorbeeld zijn om onder icing conditions vliegen op deze route niet toe te staan.

Ad 3 Wijzigen lay-out
De lay-out van het windturbinepark wordt aangepast. Dit kan door het plaatsen van minder of geen turbines onder de HMR bij een bepaalde laterale breedte. In het uiterste geval zou kunnen worden besloten om tot op 2 NM aan beide zijden van de HMR geen turbines te plaatsen. In dat uiterste geval is de bouw en exploitatie van het windturbinepark Tromp Binnen economisch niet meer haalbaar.

11.15 Telecommunicatie

Situering telecomkabels
De elektriciteitskabels kruisen een aantal telecomkabels. Er zullen afspraken gemaakt worden met de beheerder van de telecomkabels over het kruisen van deze kabels. De positie van de kruisingen met de telecomkabels (zowel actieve als inactieve) is op de volgende posities.

Tabel 11.7 Coördinaten relevante telecom kabels

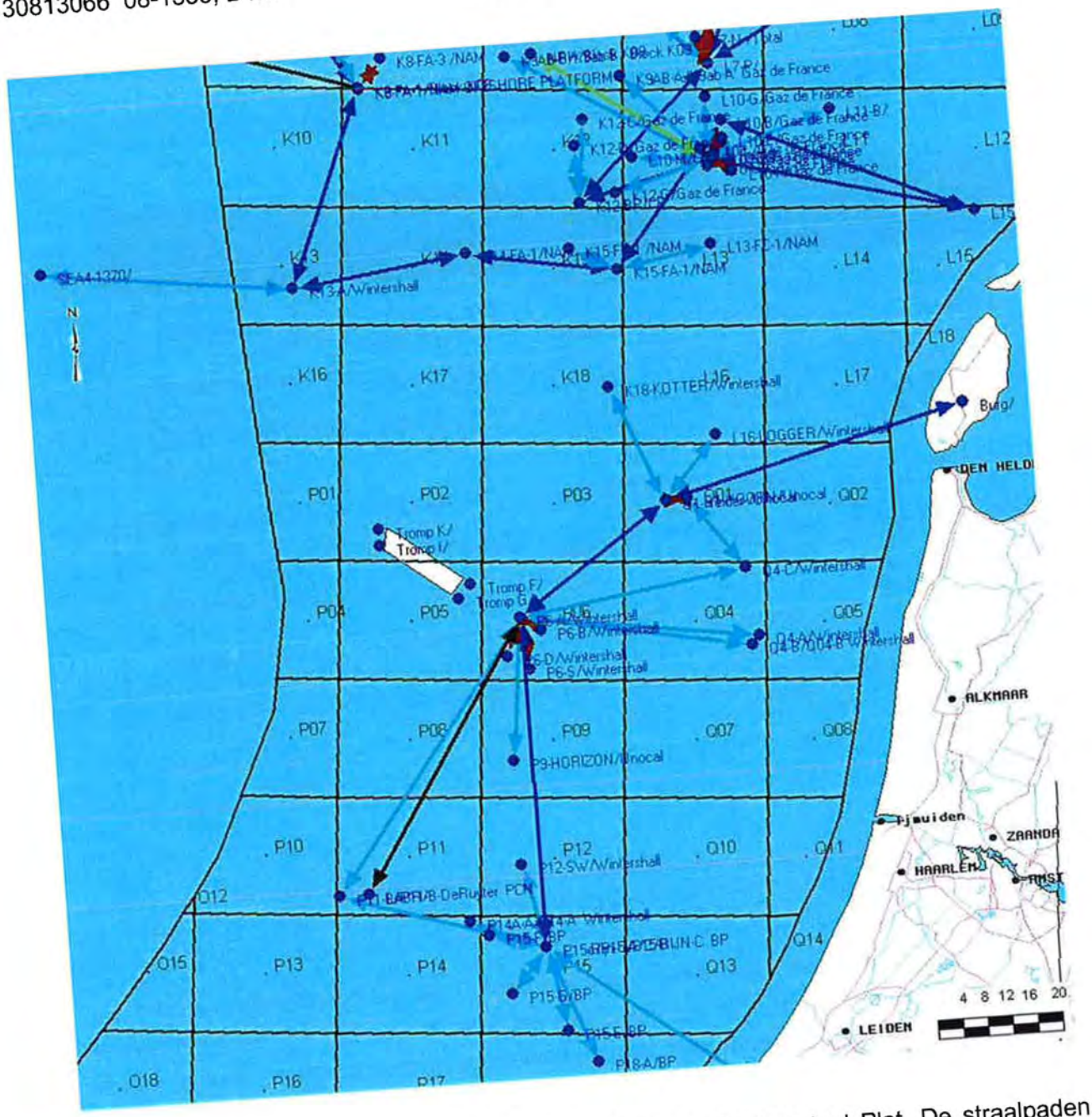
nr.	Easting (m) ED50 UTM zone 31	Northing (m) ED50 UTM zone 31	latitude (°) (Rijksdriehoek-stelsel)	longitude (°) (Rijksdriehoek-stelsel)	beschrijving
1	555143	5840086	52.7059764	3.8147811	Crossing UK-NL 14 Telecom Kabel
2	559025	5837865	52.6856033	3.8718303	Crossing ABANDONED UK - NL 10 Telecom Kabel
3	573780	5832387	52.6345614	4.0888542	Crossing Pangea Segment 2 Telecom Kabel
4	574163	5831840	52.6295925	4.0943900	Crossing Rembrandt 1 Telecom Kabel
5	574967	5830693	52.6191697	4.1059972	Crossing ABANDONED Rioja 3 Telecom Kabel
6	575591	5829801	52.6110650	4.1150186	Crossing Atlantic Crossing 1 Segment B1 Telecom Kabel
7	578980	5825658	52.5733456	4.1640661	Crossing TAT14 Segment J Telecom Kabel

Er liggen geen telecomkabels in het windturbinepark (zie paragraaf 11.11).

Situering straalpaden

Voor telecommunicatie kan naast diverse soorten kabels ook gebruik gemaakt worden van draadloze straalverbindingen[16]. Omdat de dracht onvoldoende is, zijn er geen straalverbindingen tussen Nederland en Engeland. Straalverbindingen tussen platforms zouden belemmerd kunnen worden door windturbineparken. Er zijn geen straalpaden tussen platforms die Tromp Binnen doorkruisen, zodat het park de werking niet kan beïnvloeden.

[16] Braam, H., Mulekom, G.J. van, Smit, R.W. (2005). "Handboek risicozonering Windturbines", gemaakt door KEMA en ECN voor SenterNovem



Figuur 11.11 Overzicht straalpaden op het Nederlands Continentaal Plat. De straalpaden passeren Tromp Binnen ten zuidoosten in blok P02/P05

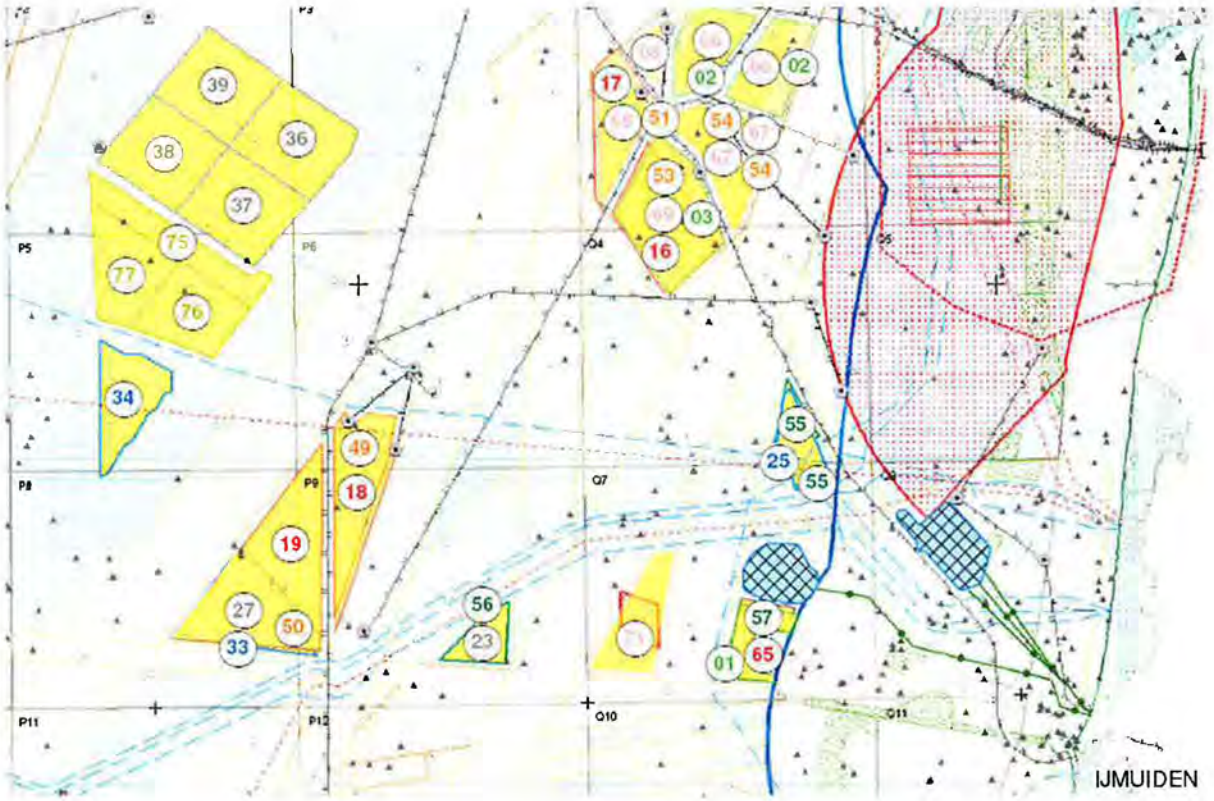
11.16 Andere windturbineparken

In de nabijheid (< 25 km) van Tromp Binnen zijn de volgende windturbineparken geprojecteerd.

Tabel 11.8 Overzicht van nabij gelegen windturbineparken (bron: RWS, www.noordzeeloket.nl, november 2008)

code	initiatiefnemer	locatie park	afstand t.o.v. Tromp Binnen (km)	richting
18	Evelop	Horizon	11,3	zuid-oost
19	Evelop	Bruine Bank	12,3	zuid
27	Airtricity	Breeveertien II	18,8	zuid
33	E-Connection	Horiwind	18,8	zuid
34	E-Connection	Brown Ridge Oost	15,3	zuid
36	Airtricity	Den Helder I	7,2	noord
37	Airtricity	Den Helder II	0,8	noord
38	Airtricity	Den Helder III	0,8	noord
39	Airtricity	Den Helder IV	7,2	noord
49	Raedthuys	IJmuiden 1	11,3	zuid-oost
50	Raedthuys	IJmuiden 2	12,3	zuid-oost
75	RWE	Tromp Binnen	1	
76	RWE	Tromp Oost	1	zuid
77	RWE	Tromp West	1	zuid

De positie van de windturbineparken is aangegeven in figuur 11.12.



Figuur 11.12 Overzichtskaart met nabijgelegen windturbineparken. Voor nummering zie tabel 11.7

In deze paragraaf wordt uitsluitend ingegaan op de effecten van Tromp Binnen op de overige parken. De gezamenlijke effecten van alle windparken op het milieu en de overige gebruikers van de Noordzee worden behandeld in hoofdstuk 12 Cumulatieve effecten.

Invloed op huidige en geprojecteerde windturbineparken

Aanleg windturbinepark

De aanleg van Tromp Binnen zal geen fysieke belemmering betekenen voor de aanleg of het gebruik van de andere windturbineparken. De beperkte capaciteit aan schepen die voor de aanleg noodzakelijk zijn, zou echter wel een beperkende factor kunnen zijn in de gelijktijdige aanleg van andere parken.

Door samenwerking zal getracht worden kabeltracés zo veel mogelijk te bundelen. Ook tijdens de aanleg van het park zullen waar mogelijk en zinvol de activiteiten op elkaar afgestemd worden.

Gebruik windturbinepark
Zoals uit figuur 11.12 blijkt zijn alleen de windturbineparken Den Helder van Airtricity in de onmiddellijke nabijheid van Tromp Binnen gelegen. Afhankelijk van de positie van de turbines in deze andere parken zouden er geringe zogeffecten kunnen ontstaan als gevolg van Tromp Binnen (zie verder de ECN-studie zoals behandeld in hoofdstuk 4).

Beëindiging windturbinepark
De beëindiging van Tromp Binnen betekent geen wezenlijk effect op de andere windparken behoudens de beëindiging van zogverlies in nabije parken.

Mochten de kabels verwijderd moeten worden dan wordt dit met de grootst mogelijke zorgvuldigheid gedaan zodat beschadiging van kabels van andere windturbineparken voorkomen wordt.

11.17 Mosselzaadinvanginstallaties

Situering huidige installaties
Er zijn thans geen mosselzaadinvanginstallaties op de Noordzee operationeel (zie paragraaf 6.5.2. onder 16). De potentieel beste locaties zijn op ten minste 50 km afstand gelegen zodat effecten daarop redelijkerwijs niet te verwachten zijn. Dit geldt voor zowel de aanleg, het gebruik als de verwijdering van het windturbinepark.

11.18 Kustveiligheid

Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 10.5 waar de mogelijke aantasting van de kustveiligheid door het leggen van de kabels door de duinen wordt behandeld.

11.19 Recreatie

Situering huidige recreatie
Aangezien het windturbinepark niet zichtbaar is vanaf de kust kan het park op de kustrecreatie geen effect hebben. Voor de recreatievaart op zee is het windturbinepark een obstakel dat moet worden vermeden. Dit betekent dat omvaren nodig kan zijn. Bij tijdig anticiperen is de om te varen afstand overigens beperkt. Voor de gevolgen op de scheepvaartveiligheid wordt verwezen naar hoofdstuk 9.

Als gevolg van de aanleg van de kabelverbinding zijn er alleen tijdelijke en zeer lokale effecten te verwachten bij het aanlandingspunt (geluid, verstoring).

In zijn totaliteit zijn de effecten voor de recreatie bij aanleg, gebruik en verwijdering gezien het voorgaande zeer gering te noemen.

11.20 Archeologie en cultuurhistorie

Archeologische verwachting

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu RACM[17]) is in samenwerking met Rijkswaterstaat Noordzee en TNO-NITG op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische verwachtingskaart voor het Continentaal Plat opgesteld. Het plangebied bevindt zich in een zone met een lage archeologische verwachting (zie bijlage 11.1).

De verwachtingskaart geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer.

De mate van conservering hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat, in geulafzettingen of gebieden met een slap sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig zijn.

Op de verwachtingskaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Waar het om vroeg Holocene afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen. Uit recent onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee groter is dan aanvankelijk werd gedacht.

Figuur 11.13 geeft een overzicht van de archeologische objecten die zich op basis van informatie uit verschillende databronnen (o.a. archeologische database van de RACM, wrakkenregister van Rijkswaterstaat) in het plangebied bevinden. Hieruit komt naar voren dat met name op het te volgen kabeltracé scheepswrakken kunnen worden aangetroffen[18]. Bij

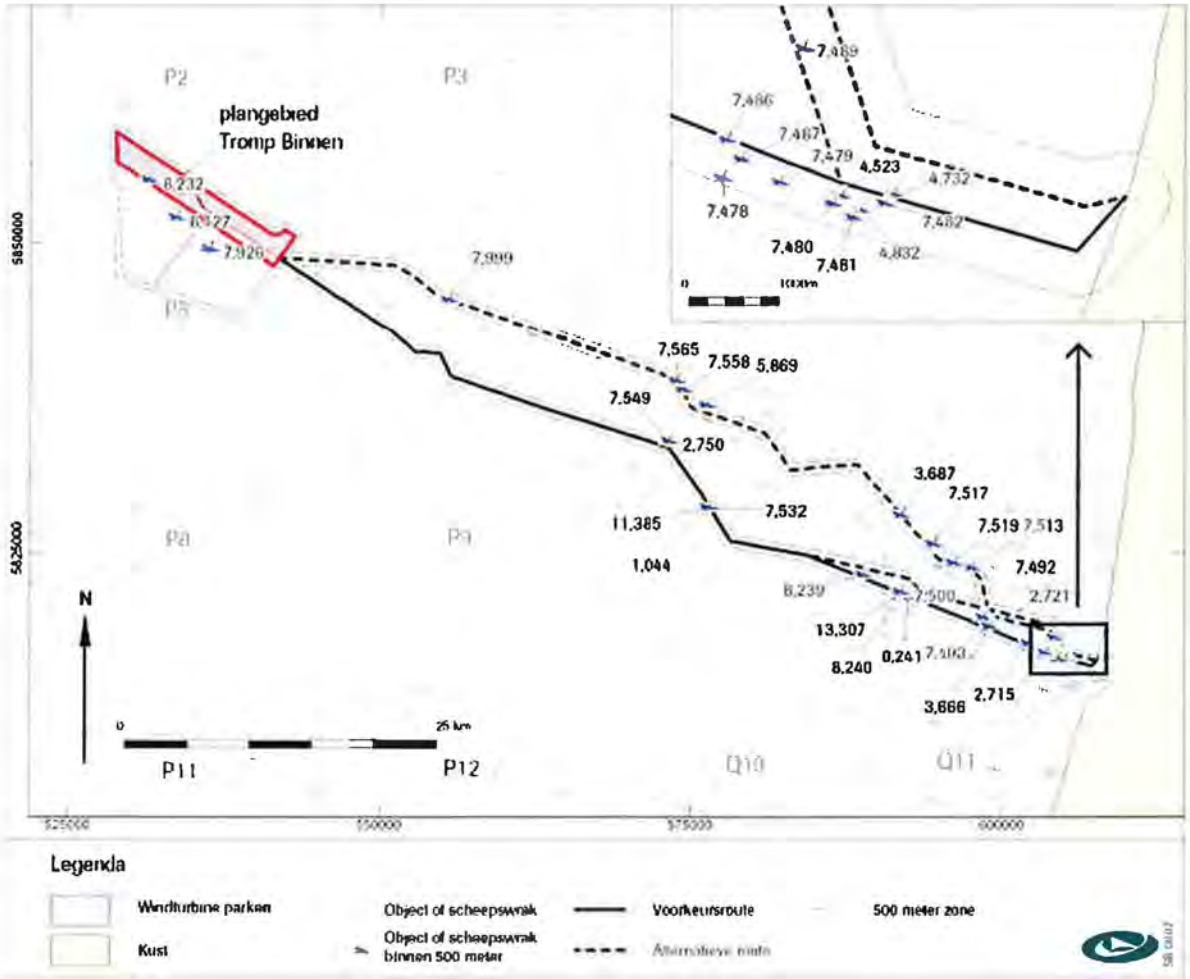
---

[17] Rijksdienst voor archeologische en cultuurlandschap en monumenten

[18] Rijkswaterstaat Noordzee, Toetsing kabels windturbinepark RWE Tromp Binnen, Oost en West, 22 december 2008

de detailroutering van de kabel wordt zorg ervoor gedragen dat de wrakken worden gemeden, c.q. dat de route wordt verlegd.

Verdere details worden beschreven in het rapport Archeologisch Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust (bijlage 11.1). Dit rapport is goedgekeurd door de RACM.



Figuur 11.13 Overzicht van bekende archeologische objecten in het plangebied en de kabeltracés

Dezelfde effectbeoordeling geldt voor de Bruine Bank. Aangezien Tromp Binnen voor een klein gedeelte dit gebied raakt, wordt er rekening gehouden met eventuele archeologische vondsten.

(Paleo) Geomorfologie

Aan het einde van de laatste IJstijd (Weichselien), circa 11.000 jaar geleden, lag de Noordzee droog. Het afsmelten van het ijs resulteerde in een zeespiegelrijzing waarbij geleidelijk de huidige Noordzee ontstond. Ongeveer 7.500 jaar geleden was het gehele gebied rondom het plangebied reeds volledig marien[19]. In het steeds dieper wordende water werden Holocene sedimenten – grotendeels in de vorm van Pleistocene zanden – afgezet. In en rondom het plangebied liggen de Holocene sedimenten onder een hoek met glaciale sedimenten uit het Laat-Pleistoceen.

De huidige waterbodem in het plangebied is glooiend als gevolg van de aanwezigheid van grote getijbanken met een noord-zuid strekking. Deze getijbanken zijn asymmetrisch en hebben een steilere oost- dan westflank.[20]

Uit oudere en recente boorgegevens in – en in de omgeving van – het plangebied blijkt dat de oppervlaktesedimenten voornamelijk bestaan uit zand met op enkele plaatsen vermenging met grind. De zanden in het plangebied zijn voornamelijk omgewerkte sedimenten van onderliggende Pleistocene formaties.

De ondiepe ondergrond in het plangebied bestaat uit Pleistocene siltige klei van de Bruine Bank Formatie. De top van het oorspronkelijke Pleistocene oppervlak in de Noordzee is op vele plaatsen gedurende de opvulling van het zeebekken in het Holoceen geërodeerd. Uit de boorgegevens uit het plangebied is op te maken dat het plangebied tot deze zones behoort. Hier kan zodoende geen geconserveerd paleolandschap verwacht worden en zijn geen bijzondere beschermingsmaatregelen nodig om dit landschap te bewaren. Voor zover Tromp Binnen overlapt met de Bruine Bank zal er rekening gehouden worden met paleontologische waarden.

---

[19] Jelgersma 1979

[20] Dyer et al., 1999

11.21 Algemene aspecten

11.21.1 Zichtbaarheid

De zichtbaarheid van de windturbines vanaf de kust is afhankelijk van de afstand van de windturbines tot de kust en hun hoogte, de positie van de waarnemer en de algemene zichtbaarheid (configuratie, helderheid, contrast). Het theoretisch maximale zicht wordt bepaald door de kromming van de aarde[21]. Het maximale theoretische zicht bedraagt voor het alternatief van een 5 MW-turbine circa 50 km op ooghoogte en op een hoogte van 8 meter 56 kilometer[22]. In de praktijk zal het zicht in de meeste gevallen niet verder reiken dan maximaal ongeveer 20 kilometer.

Aangezien Tromp Binnen minimaal 65 km van de kust gelegen is, zal het windturbinepark onder geen enkele omstandigheid zichtbaar zijn vanaf de kust. Om die reden is het ook niet zinvol visualisaties van het windturbinepark vanaf een kustlocatie te maken.

Zichtbaarheid van Tromp Binnen vanaf schepen wordt behandeld in hoofdstuk 9, Scheepvaartveiligheid.

11.21.2 Ruimtebeslag

Efficiënt gebruik van de ruimte is een wezenlijke doelstelling van het Integraal Beheersplan Noordzee 2015. Hierbij laten zich het ruimtegebruik van het windturbinepark en van de kabeltracés onderscheiden. Voor beide installaties geldt dat er een substantieel bruto oppervlak en een verhoudingsgewijs klein netto oppervlak in het geding zijn. De effecten op het gebied van o.a. energie, vogels, onderwaterleven en scheepvaartveiligheid worden doorgaans uitgedrukt in termen van bruto oppervlak omdat dit oppervlak niet meer voor andere gebruikers beschikbaar is.

Ruimtebeslag windturbinepark

Bruto

Het bruto grondoppervlak van het park bedraagt voor de voorgenomen activiteit en de alternatieven circa 33 km^2. Voor de gedetailleerde gegevens wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

---

[21] Uitgaande van afwezigheid van buiging van lichtstralen

[22] Nautical Almanac

Netto
Afhankelijk van de gekozen windturbinevariant (zie hoofdstuk 5, tabel 5.7a-5.7e)) bedraagt het directe ruimtebeslag van de funderingen voor de diverse alternatieven en varianten tussen 3 en 9 ha. Het netto ruimtegebruik van de GBS-fundering (9,5 ha,) is veruit het hoogste van alle alternatieven/varianten, maar zelfs dat totale oppervlak is verwaarloosbaar (<0,3%) ten opzichte van het bruto oppervlak van het gehele park.

Ruimtebeslag kabels
In hoofdstuk 5, paragraaf 5.4 wordt het ruimtebeslag voor zowel de interne parkbekabeling als de kabel naar de kust gegeven. Het betreft het ruimtebeslag bij aanleg als gevolg van verstoring van het bodemoppervlak. Het ruimtebeslag is ten opzichte van het totale NCP verwaarloosbaar.

Aanleg, gebruik en beëindiging gebruik
Tijdens de *aanlegfase* wordt het ruimtegebruik geleidelijk van 0 naar 100% van bovengenoemde waarden opgevoerd. Bij de *gebruiksbeëindiging* vermindert het ruimtebeslag weer tot uiteindelijk nihil.

In concluderende zin is het ruimtebeslag van het park en van de kabels, tijdens aanleg en gebruik als zeer gering te beoordelen.

11.21.3 Secundaire emissies

Lucht
Ten einde het windturbinepark te realiseren, te onderhouden en te verwijderen is een aantal activiteiten noodzakelijk die milieukundig voor alle alternatieven en varianten van ondergeschikt belang zijn, maar volledigheidshalve hier vermeld worden. Dit betreft – naast de emissies van werktuigen met hun dieselmotoren - met name de emissies van in te zetten schepen ten behoeve van het project. Beide veroorzaken verbrandingsemissies naar de lucht, voornamelijk bestaande uit CO_2, NO_x, SO_2 en stof, alsmede geluid.

Op basis van een schatting van Marin (zie paragraaf 4.5 van het Marin-rapport, zoals behandeld in hoofdstuk 9) zal in verband met de aanleg het aantal scheepsbewegingen met circa 0,3% toenemen. Aangenomen kan worden dat de emissies van schepen in de twee jaren van aanleg navenant toe zullen nemen. Aangezien de scheepvaart maar een deel van de emissies teweegbrengt, zal de belasting van het Noordzeemilieu dus minder dan 0,3% toenemen.

Water
Ook de emissies naar water zijn voor alle alternatieven en varianten van ondergeschikt belang. De voornaamste zijn gekoppeld aan de scheepvaartbewegingen. Daarnaast kan gewezen worden op enige emissie van de kathodische bescherming van de turbines en aangroeibestrijding: zie hoofdstuk 8. Daarin wordt ook ingegaan op de beperkte warmte-emissie van de kabels.

11.22 Conclusies

Het windturbinepark Tromp Binnen heeft over het algemeen zeer geringe effecten op de overige gebruiksfuncties, uitgezonderd scheepvaart en luchtvaart.

De alternatieven/varianten zijn voor deze effecten niet onderscheidend. Maatgevend voor de effecten op de overige gebruiksfuncties is namelijk het bruto ruimtebeslag. Dit is voor de voorgenomen activiteit en de alternatieven/varianten praktisch gelijk, te weten circa 33 km^2. Overigens geldt, net als voor alle biotische en abiotische effecten, dat de parkuitvoeringen met de hoogste energieopbrengst (MWh) per km^2 relatief gezien het gunstigst zijn, omdat zo – bij gelijkblijvende doelstelling qua windenergie – aanleg van extra parken beperkt kan worden.

De olie- en gassector zal gedurende de tijd dat het park in bedrijf is ter plaatse geen boringen of winningsactiviteiten uit kunnen voeren. Schuine boringen kunnen wel worden uitgevoerd, zeker gelet op de smalle, langgerekte vorm van Tromp Binnen.

Door het sluiten van het gebied voor scheepvaart is voor de visserij sprake van een klein verlies aan visgronden. Tevens kan er sprake zijn van enige extra vaartijd (omvaren). Dit laatste geldt onder omstandigheden ook voor de recreatievaart. De kans op aanvaringen/aandrijvingen is vanwege de afsluiting en de veiligheidszone om het park uiterst gering.

De luchtvaart op hoogten onder 1500 voet (met name helikopters) wordt geconfronteerd met extra obstakels in de Noordzee, maar substantiële belemmering is niet aan de orde. Alleen in uitzonderlijke situaties (i.g.v. noodlanding op zee ter plaatse van Tromp Binnen) kan er hinder worden ondervonden van het windturbinepark. Communicatie, navigatie en surveillancesystemen en de vaste radarsystemen van defensie worden door het park eveneens niet belemmerd.

De beïnvloeding van windturbineparken in de naaste omgeving is minimaal. Er zijn kansen om kabeltracés te combineren. Cumulatie van effecten van parken zijn niet helemaal uit te sluiten en worden behandeld in hoofdstuk 12.

11.23 Overleg met belanghebbenden

RWE heeft overleg gevoerd met diverse belanghebbenden zoals samengevat in tabel 11.8.

Tabel 11.8 Overzicht van door RWE benaderde potentiële belanghebbenden

aspect	mogelijk betrokken partijen
olie- en gaswinning	Nogepa Wintershall Elko Energy Inc
zand-, grind- en schelpenwinning	Rijkswaterstaat
munitiestortgebieden, militaire oefenterreinen	Ministerie van Defensie
scheepvaart	Nautische adviesgroep Centraal Nautisch beheer
Tweede Maasvlakte en zeereservaat	Havenbedrijf Rotterdam
kabels en leidingen	Olie- en gaswinning Telecombedrijven
beroepsvisserij	Productschap voor vis en vlees
luchtvaart	Koninklijke Luchtmacht/Militaire Luchtvaart autoriteit IVW[23] LVNL[24] Helicopteroperators (zie bijlage 11.2)
telecommunicatie	RWS
andere windturbineparken (< 25 km)	Airtricity E-connection
cultuurhistorie en archeologie	RACM
radar	Defensie (Luchtmacht en Marine) Scheepvaart Olie- en gaswinning IVW LVNL

[23] (luchtvaart) inspectie verkeer en waterstaat

[24] Luchtverkeersleiding Nederland

De meeste belanghebbenden hebben te kennen gegeven dat zij geen bezwaar hebben tegen de realisatie van het park. Relevante daarbij gemaakte kanttekeningen zijn verwerkt in de betreffende effectbeschrijvingen.

12 Cumulatieve effecten 12.1
12.1 Scenario's voor het bepalen van de cumulatieve effecten 12.1
12.1.1 Methode voor het bepalen van scenario's voor cumulatie met andere windturbineparken 12.1
12.1.2 Methode voor het bepalen van de cumulatie met overige gebruiksfuncties 12.6
12.1.3 Afbakening 12.7
12.2 Cumulatieve effecten windturbineparken op vogels 12.10
12.2.1 Cumulatie van verstoring door meerdere windturbineparken 12.10
12.2.2 Cumulatieve effecten van sterfte door botsingen (aanvaringsrisico) door meerdere windturbineparken 12.18
12.2.3 Cumulatie van effecten van barrièrewerking van meerdere windturbineparken op de fitness van trekvogels 12.26
12.2.4 Cumulatie van habitatverlies door omvliegen als gevolg van meerdere windturbineparken 12.27
12.2.5 Doorwerking sterfte vislarven op vogels 12.27
12.2.6 Cumulatie vogeleffecten door interactie met andere gebruiksfuncties / activiteiten 12.28
12.2.7 Conclusie cumulatie van effecten op vogels 12.31
12.3 Cumulatieve effecten op geomorfologie en onderwaterleven 12.33
12.4 Scheepvaartveiligheid 12.41
12.4.1 Kwantitatieve aspecten 12.41
12.4.2 Kwalitatief 12.45
12.5 Overige cumulatieve effecten 12.45
12.5.1 Offshore mijnbouw 12.46
12.5.2 Militaire activiteiten 12.46
12.5.3 Visserij 12.46
12.5.4 Luchtvaart 12.47
12.5.5 Zand- en grindwinning en baggerstort 12.47
12.5.6 Cumulatie van overige milieueffecten door alle gebruikers van de Noordzee 12.47
12.6 Algehele conclusies cumulatie 12.49

12 CUMULATIEVE EFFECTEN

Dit hoofdstuk gaat in op de omvang en betekenis van mogelijke cumulatieve effecten van Tromp Binnen, in combinatie met de mogelijke effecten van andere (toekomstige) windturbineparken en andere gebruiksfuncties en activiteiten op de Noordzee.

De volgende paragraaf beschrijft op hoofdlijnen de aanpak die door RWE is gevolgd. Daarna komen achtereenvolgens de mogelijke cumulatieve gevolgen aan de orde voor :
- vogels (paragraaf 12.2)
- geomorfologie en onderwaterleven: benthos, vissen en zeezoogdieren (paragraaf 12.3)
- scheepvaart (paragraaf 12.4), en
- interactie met andere gebruiksfuncties (paragraaf 12.5).

Ten slotte wordt in paragraaf 12.6 het totaal aan cumulatieve effecten in beschouwing genomen.

12.1 Scenario's voor het bepalen van de cumulatieve effecten

Voor de benadering van het onderzoek naar mogelijke cumulatieve effecten zijn in de richtlijnen voor het MER twee methoden uitgewerkt. Deze methoden zijn:
1 de methode waarmee het effect van cumulatie van Tromp Binnen met andere windturbineparken op zee kan worden bepaald
2 de cumulatie in samenhang met overige gebruiksfuncties en activiteiten.

12.1.1 Methode voor het bepalen van scenario's voor cumulatie met andere windturbineparken

Voor deze methode worden in de richtlijnen twee scenario's genoemd. Dit zijn het *geclusterde scenario*, waarbij de mogelijke ontwikkeling van windturbineparken is geclusterd rond Tromp Binnen en het *versnipperde scenario*, waarbij de ontwikkeling sterk gespreid wordt beschouwd. Deze scenario's worden hierna uitgewerkt.

In de richtlijnen voor het MER wordt over de omvang van de mogelijke ontwikkeling van windturbineparken het volgende vermeld:

De overheid wil windenergie op zee stimuleren. Op het moment van afgifte van de richtlijnen zijn er meerdere initiatieven voor windturbineparken op zee. (In bijlage 2 is een overzicht gegeven.) De windturbineparken 'OWEZ' en 'Q7-WP' hebben reeds een subsidiebeschikking gekregen. Het streven is daarnaast voor 2011 450 MW wind op zee te committeren.
Het totale vermogen voor windenergie op zee waarvoor initiatieven zijn ontplooid overstijgt derhalve het totale gesubsidieerde vermogen vele malen. Het bevoegd gezag schat in dat subsidie onontbeerlijk is om windturbineparken op zee te kunnen realiseren. Zij acht het daarom redelijk om bij de bepaling van de cumulatieve effecten een reële uitgangssituatie te hanteren en rekening te houden met het subsidiebeleid van het ministerie van Economische Zaken. Redenerend vanuit een worst case-benadering mondt dit uit in een situatie waarbij ten minste 1.000 MW aan windturbinevermogen op zee is opgesteld op de dichtstbijzijnde (bekende) locaties in de buurt van het onderhavige initiatief. Het vermogen van het eigen initiatief maakt onderdeel uit van de 1.000 MW.

Geclusterd scenario
De richtlijnen zeggen hierover het volgende:

Hou rekening met de realisatie van windturbineparken in de nabijheid van het studiegebied met een gezamenlijk vermogen van ten minste 1.000 MW (inclusief uw initiatief). Ga hierbij uit van de dichtstbijzijnde initiatieven, inclusief de reeds vergunde windturbineparken NSW en Q7-WP (indien in de nabijheid): ***geclusterd scenario****.*
Reken met een zo reëel mogelijke inrichting van deze windturbineparken. Elk initiatief dient in zijn geheel te worden meegenomen (dus geen delen van parken). Bij overlappende initiatieven dient men uit te gaan van het initiatief waarvan de procedure het verst gevorderd is. Indien procedures zich in hetzelfde stadium bevinden, dient gerekend te worden met het eerst ingediende initiatief op de betreffende locatie.

Dit heeft voor Tromp Binnen erin geresulteerd dat de (toekomstige) parken zijn meegenomen conform tabel 12.1. Daarbij is de volgorde van realisatie ingeschat op basis van de stand van zaken van de procedures voor de genoemde voornemens. Deze volgorde is van belang voor een stapsgewijze uitwerking van de cumulatieve effecten, waarbij de fasen één voor één worden toegevoegd. Dit is in bepaalde gevallen van belang voor de effectbeschrijving. De ligging is geschetst in figuur 12.1.

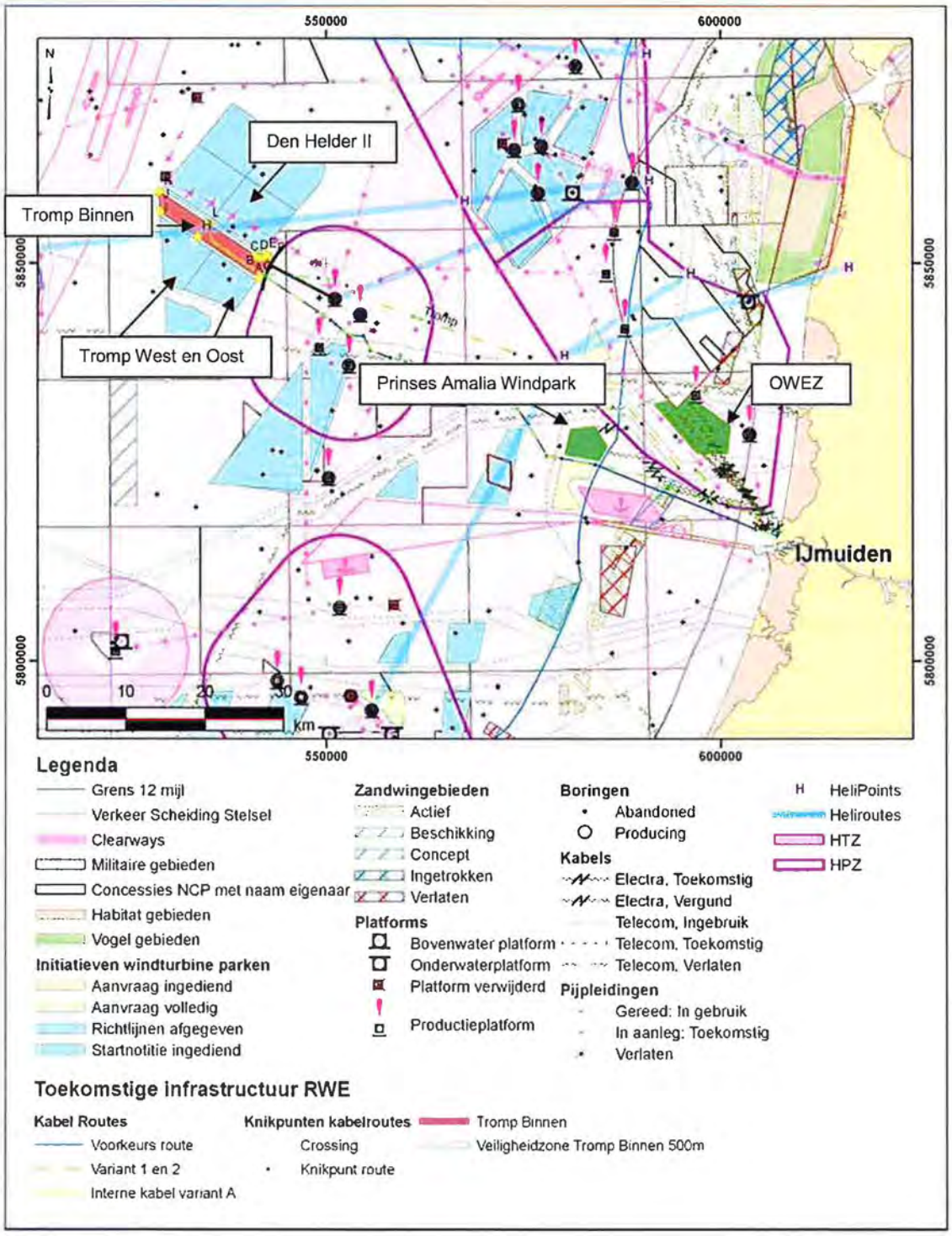
Tabel 12.1 Parken die in het **geclusterde scenario** zijn beschouwd

geclusterd scenario						
initiatief	park	volgorde realisatie	minimumvariant		maximumvariant	
			Aantal WT's[1)]	P_{tot}[2)]	aantal WT's[1)]	P_{tot}[2)]
RWE	Tromp Binnen	2	48	240	89	320
RWE	Tromp West	3	65	325	107	385
RWE	Tromp Oost	3	60	300	102	370
Airtricity	Den Helder II	2	80	400	139	500
Nuon/Shell	OWEZ	1	36	108	36	108
E-concern/ Eneco	Prinses Amalia Windpark	1	60	120	60	120
TOTAAL			349	1.493	533	1.803

1) WT = Windturbines

2) P_{tot} MW = vermogen van het totale park in Megawatt

De minimumvariant is voor de initiatieven (nog niet gerealiseerde parken) opgebouwd uit 5 MW turbines in een lage dichtheid. De maximumvariant is voor de initiatieven opgebouwd uit 3,6 MW turbines in een hoge dichtheid. Bij zowel de minimum-, als de maximumvariant zijn de parken OWEZ en Prinses Amalia windpark meegenomen met hun werkelijke inrichting (aantal turbines en vermogen per turbine).



Figuur 12.1 Ligging van de parken in het geclusterde scenario

Versnipperd scenario
De richtlijnen stellen hierover:

Doe hetzelfde voor een gezamenlijk vermogen van ten minste 1.000 MW (inclusief uw initiatief), waarbij de windturbineparken in een straal van 150 km zo ver mogelijk van elkaar verwijderd zijn: ***versnipperd scenario.***

Tabel 12.2 en figuur 12.2 geven de uitwerking hiervan. Binnen een straal van 150 km zijn de mogelijke windturbineparken geselecteerd die zo ver mogelijk van Tromp Binnen af liggen.

Tabel 12.2 Parken die in het **versnipperd scenario** zijn beschouwd

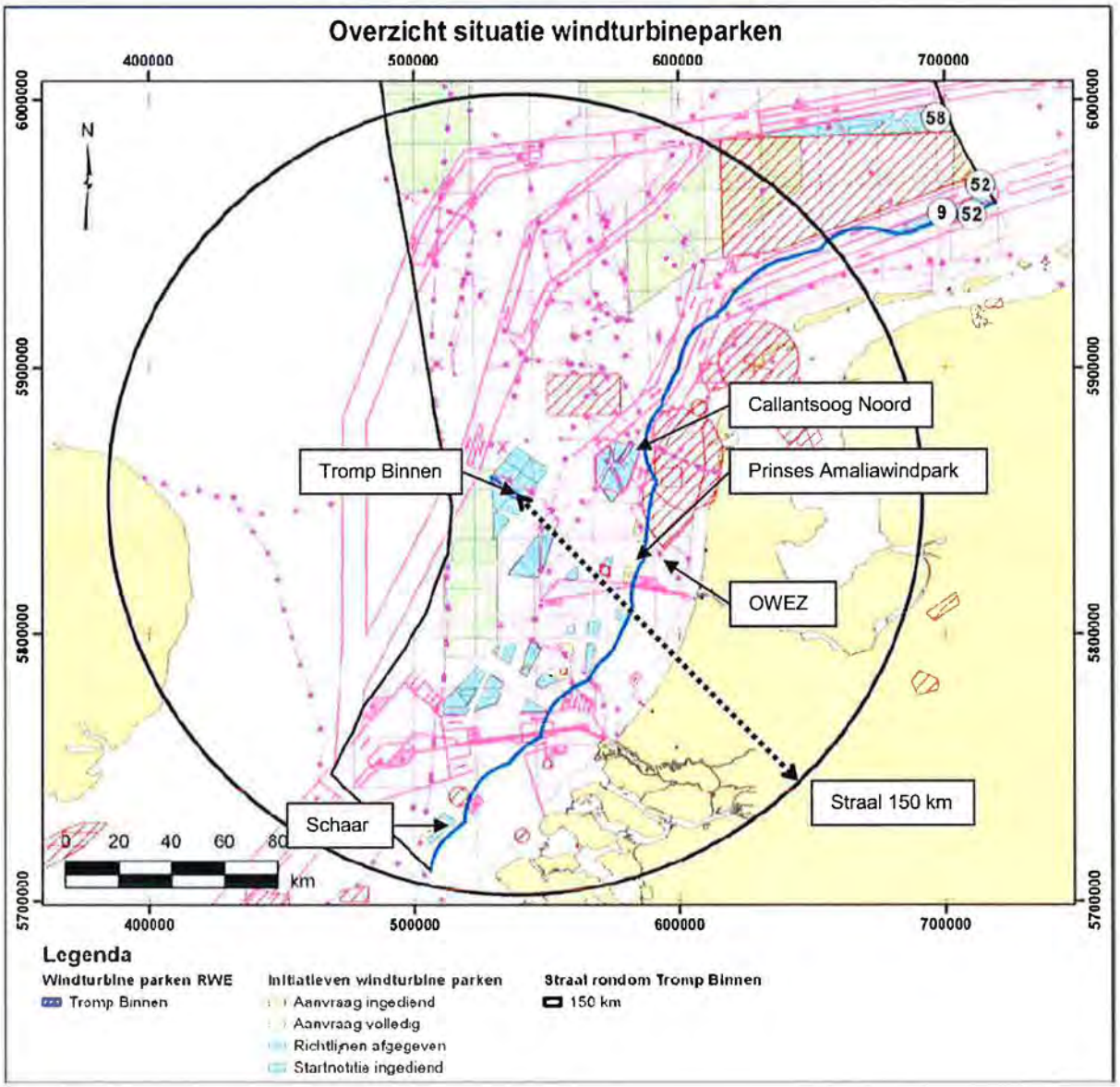
Versnipperd scenario							
initiatief	Park	nr. in figuur 12.2	volgorde realisatie	minimum variant		Maximum variant	
				aantal WT's [1]	P_{tot} MW [2]	aantal WT's[1]	P_{tot} MW [2]
RWE	Tromp Binnen	75	2	48	240	89	320
Eneco	Callantsoog Noord	66	2	69	345	170	612
Eneco	Schaar	72	3	69	345	170	612
Nuon/Shell	OWEZ	(fig. 12.1)	1	36	108	36	108
E-concern/ Eneco	Prinses Amalia-windpark	(fig. 12.1)	1	60	120	60	120
TOTAAL				282	1.158	525	1.772

[1] WT = Windturbines

[2] P_{tot} MW =vermogen van het totale park in Megawatt

Net zoals bij het cumulatieve scenario is de minimumvariant voor de nog niet gerealiseerde parken opgebouwd uit 5 MW turbines in een lage dichtheid. De maximumvariant is voor deze initiatieven opgebouwd uit 3.6 MW turbines in een hoge dichtheid. Daarbij zijn zoveel mogelijk de uitgangspunten gebruikt zoals die door partijen in hun startnotities zijn aangegeven.

Bij zowel de minimum-, als de maximumvariant zijn de parken OWEZ en Prinses Amalia windpark meegenomen met hun werkelijke inrichting (aantal turbines en vermogen per turbine).



Figuur 12.2 Ligging van de parken in het versnipperd scenario

12.1.2 Methode voor het bepalen van de cumulatie met overige gebruiksfuncties

In deze paragraaf wordt de methode beschreven voor het bepalen van cumulatie met overige gebruiksfuncties. Het gaat daarbij om gebruiksfuncties, voor zover deze relevant worden geacht. De richtlijnen geven hiervan een overzicht (in tabel 2), terwijl in bijlage 4 van de Richtlijnen ondersteunende tabellen zijn opgenomen met een eerste indicatie van relevante aspecten. Deze tabellen (zie paragraaf 12.1.3 van dit hoofdstuk) zijn als startpunt genomen voor de beschouwing van mogelijke cumulatieve effecten.

In bijlage 4 van de richtlijnen zijn ondersteunende tabellen opgenomen voor de bepaling van mogelijke cumulatieve effecten. De tabellen geven weer, voor welke aspecten er mogelijk sprake is van cumulatie met de effecten van windturbineparken. De tabellen geven voor de andere gebruiksfuncties van de Noordzee weer, voor welke milieuaspecten er interacties kunnen optreden die zouden kunnen leiden tot cumulatie van effecten[1]. Deze zijn voor de beschrijving in dit hoofdstuk als uitgangspunt genomen en zijn hieronder weergegeven.

De aspecten en de mogelijke interacties (de kruisjes in de tabel) vormen de leidraad voor de effectbeschrijving per aspect, met dien verstande dat de deelaspecten "refugiumfunctie" en "oase-effect" zijn meegenomen bij de beschrijving van de mogelijke effecten op de verschillende diergroepen.

De richtlijnen voor het MER vragen ook aandacht voor het aspect geomorfologie. Dit betreft de mogelijke invloed op het areaal van geomorfologische structuren en op de bodemsamenstelling. Dit aspect is meegenomen bij de beschrijving van mogelijke effecten op benthos.

12.1.3 **Afbakening**

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke gevolgen voor andere gebruiksfuncties ter plaatse van en in de omgeving van Tromp Binnen, die mogelijk door de ontwikkeling van het windturbinepark kunnen worden beïnvloed. Het gaat daarbij om de functies die ook elders in dit MER aan de orde zijn geweest. Vanwege de grote afstand tot Tromp Binnen worden een aantal activiteiten in dit hoofdstuk als niet relevant beschouwd bij de beoordeling van cumulatieve effecten. Deze activiteiten worden dan ook niet verder beschreven. Het gaat daarbij om de volgende activiteiten: schelpenwinning, munitiestortgebieden, tweede Maasvlakte, telecommunicatie en mosselzaadinvanginstallaties.

---

[1] In de ondersteunende tabellen bij de richtlijnen zijn de eventuele interacties van meerdere windturbineparken met elkaar niet meegenomen. In het voorliggende hoofdstuk is voor alle genoemde aspecten (in de eerste rij van beide tabellen) de mogelijke interactie wat dit betreft nagegaan. Verder laat de tabel het onderwerp scheepvaartveiligheid buiten beschouwing. De aanpak en effectbeschrijving hiervan komen in paragraaf 12.4 aan de orde

CONCEPT

Tabel 12.3 Mogelijke cumulatieve effecten van offshore windturbineparken met andere windturbineparken en andere gebruiksfuncties op "Natuur en milieu" (Uit: Richtlijnen, Min. van V & W, 15 aug. 2008)

	Mosselzaadinwinninstallaties	Offshore mijnbouw	Zand- en grindwinning	Baggerstort	Munitiestortgebieden	Militaire activiteiten en oefenterreinen	Scheepvaart	2e Maasvlakte	Kabels	Pijpleidingen	Beroeps- en sportvisserij	Luchtverkeer	Telecommunicatie	Schelpenwinning
Vogels														
- Sterfte door botsingen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- Habitatverlies t.g.v. verstoring	x	x	x	x	.	x	x	x	.	.	x	x	.	x
- Habitatverlies t.g.v. omvliegen	x	x	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.
- Fitness trekvogels t.g.v. barrièrewerking	.	x	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.
Zeezoogdieren														
- Gezondheidseffecten aanleg		x	x	x	.	x	x	x	.	.	x	.	.	x
- Habitatverlies t.g.v. verstoring (zeehonden)	x	x	x	x	.	x	x	x	.	.	x	.	.	x
- Habitatverlies t.g.v. verstoring (walvisachtigen)	x	x	x	x	.	x	x	x	.	.	x	.	.	x
- Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratieroutes	.	x	x	x	.	x	x	x	.	.	x	.	.	x
Vissen														
- Gezondheidseffecten aanleg		x	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.
- Habitatverlies t.g.v. verstoring	.	x	x	x	.	x	x	x	x	.	x	.	x	x
- Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratieroutes	.	x	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.
Benthos														
- Directe schade	.	x			.	.	.				X	.	x	x
- Habitat verlies door verandering	.	x		x				x			x			X
Overige effecten														
- Refugium effect (uitsluiting)	x	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- Oase-effect (hard substraat)	.	x	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.

'x' betekent dat er mogelijk sprake is van interactie tussen het windturbinepark en de aanwezige gebruiksfunctie voor het betreffende aspect/soort (in de tabelrijen)

'.' betekent dat de interactie tussen het windturbinepark en een bepaalde gebruiksfunctie voor het betreffende aspect niet van belang is

Vet gedrukt betekent dat de interactie belangrijk is, niet vet gedrukt dat de interactie minder belangrijk is

Tabel 12.4 Mogelijke cumulatieve effecten van offshore windturbineparken met andere windturbineparken en andere gebruiksfuncties op "Geomorfologie"

	Mosselzaadinvanginstallaties	Offshore mijnbouw	Zand- en grindwinning	Baggerstort	Munitiestortgebieden	Militaire activiteiten en oefenterreinen	Scheepvaart	2e Maasvlakte	Kabels	Pijpleidingen	Beroeps- en sportvisserij	Luchtverkeer	Telecommunicatie	Schelpenwinning
Verlies aan areaal van geomorfologische structuren	x	x	x	x	.	.	.	x	x	x	x	.	.	x
Verandering in bodemsamenstelling	x	x	x	x	.	.	.	x	.	.	x	.	.	x

'x' betekent dat er mogelijk sprake is van interactie tussen het windturbinepark en de aanwezige gebruiksfunctie voor het betreffende aspect/soort (in de tabelrijen)

'.' betekent dat de interactie tussen het windturbinepark en een bepaalde gebruiksfunctie voor het betreffende aspect niet van belang is

Vet gedrukt betekent dat de interactie belangrijk is, niet vet gedrukt dat de interactie minder belangrijk is

12.2 Cumulatieve effecten windturbineparken op vogels

In deze paragraaf wordt eerst ingegaan op de cumulatieve effecten van meerdere windturbineparken op vogels. Achtereenvolgens komen de volgende mogelijke effecten aan bod (overeenkomstig de tabel uit de richtlijnen):

- habitatverlies ten gevolge van verstoring (paragraaf 12.2.1)
- sterfte door botsingen ofwel aanvaringsrisico (paragraaf 12.2.2)
- effect van barrièrewerking op de fitness van trekvogels (paragraaf 12.2.3)
- habitatverlies door omvliegen (paragraaf 12.2.4): voor trekvogels is dit een element dat is opgenomen in het vorige criterium. Daarbij wordt ook ingegaan op de vraag of dit ook voor andere soorten van belang is.

In paragraaf 12.2.5 wordt ingegaan op de mogelijke cumulatie van effecten op vogels door interactie met andere gebruiksfuncties/activiteiten. Ten slotte worden conclusies in paragraaf 12.2.6 geformuleerd.

Er is nog geen praktijkonderzoek naar de cumulatieve effecten van meer dan één windturbinepark op zee gedaan. Uitspraken over mogelijke cumulatieve effecten hebben daardoor vooralsnog een enigszins onzeker karakter. Om deze onzekerheid te ondervangen, is in dit MER een voorzichtige (conservatieve) benadering gevolgd, waardoor de geprognosticeerde effecten eerder te groot dan te klein zullen zijn ingeschat. Dit geldt met name voor de kwantitatieve voorspelling van sterfte door botsingen (aanvaringsslachtoffers) en van de effecten van verstoring. Voor de gebruikte methode en gehanteerde aannames voor het berekende aantal aanvaringsslachtoffers wordt verwezen naar hoofdstuk 7. De kwantitatieve benaderingswijze van de kans op verstoring wordt hieronder uiteengezet.

12.2.1 Cumulatie van verstoring door meerdere windturbineparken

Gevoelige soorten en vermijdingspercentages

Er is een kwantitatieve effectbeschrijving opgesteld voor de soorten, die in de gebieden van de scenario's aanwezig zijn. De effectbeschrijving houdt rekening met de verstoringsgevoeligheid van de soorten, op basis van daartoe uitgevoerd (Deens) onderzoek. Het navolgende tekstkader geeft daar informatie over. Er is echter nog erg weinig onderzoek gedaan naar de daadwerkelijke verstoring van een offshore windturbinepark op de zeevogels van de open zee, soorten die pleisteren en/of foerageren bij de locaties van de windturbineparken. Als er verstoring is, leidt dit tot vermijding van de locatie van het windturbinepark. De mate van verstoring wordt daarom uitgedrukt in vermijdingspercentages. In tabel 12.5 zijn de gehan-

teerde vermijdingspercentages weergegeven (op basis van deskundigenoordeel). In de tabel zijn de gevoelige soorten vetgedrukt. De tabel geeft ook vermijdingspercentages voor zones van respectievelijk 2 en 4 km om een windturbinepark heen. Zoals uit de toelichting in het tekstkader blijkt, zijn deze percentages een "worst case" benadering, zodat het werkelijke aantal verstoorde vogels kan zijn overschat.

Tabel 12.5 Gehanteerde vermijdingspercentages zeevogels

soort of soortsgroep	in het park	0-2 km	2-4 km
Duikers	95	79	50
Jan-van-Gent	100	46	38
Alk/Zeekoet	100	100	86
Noordse Stormvogel	0	0	0
Stormmeeuw	0	0	0
Kokmeeuw	0	0	0
Kleine Mantelmeeuw	0	0	0
Zilvermeeuw	0	0	0
Grote Mantelmeeuw	0	0	0
Drieteenmeeuw	0	0	0
Grote Stern	100	0	0
Noordse Stern / Visdief	100	0	0

Gezien de hoge vermijdingspercentages die voor de gevoelige soorten zijn aangenomen op grond van de gegevens van de windturbineparken op Horns Rev en bij Nysted – met totale of vrijwel totale afwezigheid van gevoelige soorten op de locatie zelf – zijn variaties in turbineopstellingen en in aantallen turbines binnen de verschillende parken van verstoring niet van invloed op de uitkomsten van de kwantitatieve effectvoorspelling.

Kwantificering verstoring en beschikbare informatie over het vermijdingsgedrag van vogels

Uitgaande van de aantallen gemiddeld aanwezige vogels enerzijds en hun verstoringsgevoeligheid anderzijds, is een schatting te maken van de gemiddelde aantallen vogels (per soort) die door het Windturbinepark Tromp Binnen verstoord zullen worden. Er is echter nog erg weinig onderzoek gedaan naar de daadwerkelijke verstoring van een offshore windturbinepark op de zeevogels van de open zee. De enige gepubliceerde informatie is de informatie die verzameld werd in en rond het windturbinepark Horns Rev en het windturbinepark bij Nysted (Denemarken). De informatie had betrekking op een beperkt aantal soorten (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005; Petersen et al., 2006; Petersen & Fox, 2007).

De gevonden effecten waren vaak gebaseerd op weinig waarnemingen, van sterk erratisch (zwervend) voorkomende vogels die bovendien vaak al in de T-nul situatie geclusterd voorkwamen (binnen of buiten het park). Op basis van nog beperkt materiaal, zou de vermijding binnen een operationeel windturbinepark 90-100% zijn voor de meest gevoelige soorten: de duikers en de sterns. De duikers vertoonden 90-100% vermijding in de parken Horns Rev en Nysted. Voor het park plus een zone van 2 km eromheen was dit getal meer variabel: 77-79% vermijding rond Horns Rev en 37% rond Nysted. Voor het park en een zone van 4 km waren deze getallen 32-50% voor Horns Rev en slechts 5% voor Nysted. We gaan hier uit van de hoogst gemeten percentages (worst case). Voor alk/zeekoet werd aanvankelijk ook een 100% vermijding van het park gevonden (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005) maar bij een analyse van meer data door Petersen et al. (2006) werd geen significant effect meer gevonden. Een jaar later vonden Petersen & Fox echter geen enkele alk/zeekoet meer in het park of binnen een straal van 2 km (maar het effect was door lage totale aantallen vogels niet significant). In een ruimer gebied rond het park (4km) waren de totale aantallen wel groot genoeg om statistisch getoetst te kunnen worden en werd een totale vermijding van 86% van de verwachte aantallen gevonden. Effecten op alken en zeekoeten zijn daarmee dubieus, maar worden hier bij wijze van worst case scenario wel meegenomen. Jan-van-genten werden tijdens de prebouw fase nooit in het "park" Horns Rev waargenomen en daarna evenmin. In het park plus een zone van 2 km daaromheen werd na de bouw een vermijding van 46% waargenomen (gecorrigeerd voor de T-nul situatie) en voor het park en een zone van 4 km eromheen was de (totale) vermijding 38% (Petersen et al., 2006). Deze cijfers zijn gebaseerd op weinig waarnemingen maar worden hier, weer bij wijze van worst case scenario, zo meegenomen. Hetzelfde Deense onderzoek liet aanvankelijk een niet significante aantrekking zien bij de zilvermeeuw, maar in 2007 een vermijding van 85% (park Horns Rev); 83% (park plus 2 km zone) en 82% (park plus 4 km). Hoewel statistisch significant, wordt dit geweten aan het sterk geclusterd voorkomen (rond viskotters!) van deze soort. Dwergmeeuwen leken aanvankelijk door het park te worden aangetrokken, maar lieten in de meest recente studie (Petersen & Fox, 2007) vermijdingspercentages zien van 31%; 18% en 4% die echter niet significant waren. Hoewel deze Deense cijfers geenszins conclusies toelaten, worden ze hier (worst case scenario) wel genoemd omdat het studiegebied in het voorjaar belangrijk kan zijn voor deze soort die beschermd wordt onder de EU Vogelrichtlijn. De RIKZ tellingen leverden echter ter hoogte van Tromp Binnen te weinig waarnemingen op van dwergmeeuwen voor een nadere analyse. Voor grote sterns en visdief/noordse stern wordt hier 100% vermijding gehanteerd voor het park zelf, maar 0% buiten het park op grond van de Deense waarnemingen dat deze vogels zich aan de rand concentreerden en het park verder niet binnen gingen. Of dit een wezenlijk effect is of slechts een concentratie rond het park, is vooralsnog niet duidelijk. Het lijkt erop dat ze zich concentreren in de zones met getijdenzog aan de rand van het park, met voor deze soorten gunstige foerageermogelijkheden. In tabel 12.5 zijn de vermijdingspercentages, die in dit MER zijn gebruikt voor de kwantificering van de effecten, weergegeven.

Aantallen vogels in de gebieden van de beide scenario's

Voor de twee gehanteerde scenario's (geclusterd en versnipperd) is een schatting gemaakt van de aantallen zeevogels die in de huidige situatie binnen de contouren van de verschillende plangebieden verblijven. Als uitgangsmateriaal voor de berekeningen zijn de data gebruikt van de afgelopen vijf jaar zeevogeltellingen per vliegtuig op het NCP, door RIKZ. Deze database is de enige beschikbare die data bevat met een sterke temporele herhaling (iedere twee maanden een telling) en een grote dekking (bij iedere telling wordt het hele NCP in kaart gebracht). Met deze cijfers kan voor ieder plangebied een schatting gemaakt worden van de aantallen vogels die daar in de periode met de hoogste aantallen gemiddeld verblijven. Er is een reken- en interpolatietechniek gebruikt die speciaal is ontwikkeld voor de zeevogeltellingen van het RIKZ op het NCP (Poot et al., 2004). Deze methode is in het kort beschreven in bijlage 12.1. Voor de kwantificering van verstoring zijn per soort de gegevens gebruikt van de periode van het jaar, waarin de hoogste aantallen voorkomen. In het algemeen is dit de winterperiode, waarin grote aantallen vogels (uitgezonderd sterns) zich in de Zuidelijke bocht concentreren, voorafgaand aan de trek naar de broedgebieden.

In tabel 12.6a is voor het geclusterde scenario per vogelsoort weergegeven hoeveel vogels er voorkomen op Tromp Binnen en de locaties van de andere windturbineparken binnen dit scenario. Daarbij is voor elke soort de periode van het jaar gekozen waarin de aantallen het hoogst zijn. Naast gegevens voor het gebied binnen de begrenzing van de windturbineparken, zijn de berekende aantalen (inclusief de verstoringszones) weergegeven. Bij het geclusterd scenario is daarbij rekening gehouden met overlap tussen de zones, waardoor de totale verstoringszone rond de parken relatief kleiner kan zijn bij het versnipperd scenario. Tenslotte worden de verschillende waarden bij elkaar opgeteld voor een totaalschatting van de aantallen zeevogels die gemiddeld in alle parken samen voorkomen in de nulsituatie, de situatie waarin nog geen enkel windturbinepark was gebouwd. In tabel 12.6b staan deze cijfers voor het versnipperde scenario. De cijfers zijn gebaseerd op verstoring door schepen en door hei-activiteiten.

In de tabellen zijn eerst de soorten gepresenteerd, waarvan op grond van het genoemde Deense onderzoek verwacht mag worden dat ze gevoelig zijn voor verstoring. Dit zijn achtereenvolgens de roodkeel- en parelduikers (duikers), jan-van-gent (JvG), en alk/zeekoet (Alk/Zk). Daarna volgen, voor de volledigheid, alle andere soorten waarvoor het mogelijk was deze berekeningen uit te voeren, maar waarvoor op voorhand geen verstorend effect wordt verwacht, achtereenvolgens: noordse stormvogel (NSV), stormmeeuw (StM), kokmeeuw (KokM), kleine mantelmeeuw (KlM), zilvermeeuw (ZilM), grote mantelmeeuw (GrM) en drieteenmeeuw (DtM). De grote stern (GrSt) en visdief/noordse stern (No/Vi) nemen een aparte plaats in. In het Deense onderzoek is waargenomen dat ze weliswaar het windturbi-

nepark zullen mijden, maar zich juist concentreren aan de rand. Zoals eerder beschreven, is niet duidelijk of dit als een wezenlijk effect kan worden gezien. De soorten zijn wel meegenomen bij de kwantificering van de verstoring. Een aantal vogelsoorten is samengevoegd: de aard van de informatie maakte het niet mogelijk voor deze soorten een nadere opsplitsing te maken.

Op grond van Deens onderzoek in het windturbinepark Horns Rev mag verwacht worden dat duikers, jan-van-gent (in de tabel afgekort als JvG), alk/zeekoet (Alk/Zk), grote stern (GrSt) en visdief/noordse stern (No/Vi) verstoringsgevoelig zijn. De betreffende aantallen voor de eerste drie soorten zijn steeds vet gedrukt; voor de overige soorten wordt geen significante verstoring verwacht.

Tabel 12.6a Geschatte aantallen vogels in het studiegebied (locaties windturbineparken met en zonder verstoringszones) voor het **geclusterde** scenario, nulsituatie

soort	periode *)	Tromp Binnen			overige windturbineparken			totaal		
		excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km
duikers	**feb/mar**	**4**	**16**	**32**	**35**	**84**	**176**	**39**	**100**	**207**
jvg	**okt/nov**	**42**	**184**	**388**	**309**	**528**	**741**	**351**	**711**	**1129**
alk/zk	**dec/jan**	**204**	**842**	**1728**	**1337**	**2488**	**3841**	**1541**	**3330**	**5570**
NSV	aug/sep	18	84	173	91	154	212	109	238	385
StM	dec/jan	0	4	8	338	882	1612	338	886	1619
KlM	jun/jul	82	345	695	1115	2549	4409	1197	2895	5103
ZilM	okt/nov	3	14	27	170	461	892	173	474	920
GrM	dec/jan	12	54	116	132	447	996	144	501	1112
DtM	dec/jan	115	470	924	746	1292	2038	861	1763	2962
GrSt	aug/sep	1	2	6	16	56	166	17	59	172
No/Vi	aug/sep	25	106	210	326	756	1380	351	862	1590

*) voor iedere vogelsoort is het seizoen genomen, waarin de aantallen aanwezige vogels maximaal zijn

Tabel 12.6b Geschatte aantallen vogels in het studiegebied (locaties windturbineparken met en zonder verstoringszones) voor het **versnipperde** scenario, nulsituatie

soort	periode *)	Tromp Binnen			overige windturbineparken			totaal		
		excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km
duikers	**feb/mar**	**4**	**16**	**32**	**34**	**99**	**213**	**37**	**114**	**245**
jvg	**okt/nov**	**42**	**184**	**388**	**92**	**380**	**905**	**134**	**563**	**1294**
alk/zk	**dec/jan**	**204**	**842**	**1728**	**637**	**1824**	**3460**	**842**	**2666**	**5188**
NSV	aug/sep	18	84	173	39	115	216	57	200	388
StM	dec/jan	0	4	8	363	1555	3098	363	1559	3106
KlM	jun/jul	82	345	695	1458	4119	7699	1540	4464	8393
ZilM	okt/nov	3	14	27	216	614	1188	219	627	1215
GrM	dec/jan	12	54	116	98	426	1017	110	480	1133
DtM	dec/jan	115	470	924	412	1158	2316	527	1629	3240
GrSt	aug/sep	1	2	6	36	131	328	37	133	333
No/Vi	aug/sep	25	106	210	674	1830	3267	699	1936	3477

*) voor iedere vogelsoort is het seizoen genomen, waarin de aantallen aanwezige vogels maximaal zijn

Kanttekeningen bij deze schattingen voor de verschillende soorten staan in bijlage 12.2.

Kwantificering verstoring door cumulatie van meerdere windturbineparken

Uitgaande van het gemiddelde aantal aanwezige vogels per soort in de periode met de hoogste dichtheid van die soort enerzijds en hun verstoringsgevoeligheid anderzijds, is een schatting gemaakt van de gemiddelde aantallen vogels (per soort) die door het windturbinepark Tromp Binnen en de andere windturbineparken die deel uitmaken van het betreffende scenario verstoord zullen worden. Voor de kwantificering zijn voor elk scenario de andere windturbineparken dan Tromp Binnen samengevoegd, uitgaande van de maximale variant van elk scenario.[2] Aangenomen wordt dat er voor de gevoelige soorten sprake is van (vrijwel) 100% verstoring binnen ieder windturbinepark. Hierdoor doet een inrichting met 3,6 MW of 5 MW windturbines verder niet meer ter zake, evenmin als de opstelling van de turbines

[2] De ligging van de windturbineparken is wel van belang: waar meer verstoringsgevoelige vogels voorkomen, is het effect navenant groter. Dit geldt voor beide scenario's. Figuur 7.2 geeft daar informatie over. Omdat het verwachte totale effect (dat wordt hieronder uiteengezet) van verstoring naar verwachting gering is, voegt een verder uitgewerkte stapsgewijze benadering voor het criterium verstoring geen wezenlijke informatie toe. Bij de kwantificering van de sterfte door botsingen is de stapsgewijze benadering wel gevolgd

binnen de windturbineparken. Ook ten aanzien van dit punt is dus uitgegaan van een worst case scenario.[3]

In tabel 12.7a en 12.7b worden de berekende aantallen verstoorde vogels, steeds voor de periode van maximale aanwezigheid, per scenario gegeven. De tabellen geven de resultaten exclusief en inclusief de verstoringzones van 2 en 4 km. De aantallen worden alleen gegeven voor de verondersteld verstoringsgevoelige soorten.

Tabel 12.7a Geschatte aantallen verstoorde zeevogels in het **geclusterde scenario**, per soort in de periode met maximale aanwezigheid

soort	periode *)	Tromp Binnen			overige windturbine-parken			totaal		
		excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km
duikers	feb/mar	4	13	16	33	66	88	37	79	104
JvG	okt/nov	42	85	147	309	243	282	351	328	429
Alk/Zk	Dec/jan	204	842	1486	1337	2488	3303	1541	3330	4789
GrSt	aug/sep	1	1	1	16	16	16	17	17	17
No/Vi	aug/sep	25	25	25	326	326	326	351	351	351

*) voor iedere vogelsoort is het seizoen genomen, waarin de aantallen aanwezige vogels maximaal zijn

Tabel 12.7b Geschatte aantallen verstoorde zeevogels in het **versnipperde scenario**, per soort in de periode met maximale aanwezigheid

soort	periode *)	Tromp Binnen			overige windturbine-parken			totaal		
		excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km	excl. zone	incl. 2 km	incl. 4 km
duikers	feb/mar	4	13	16	32	78	107	36	91	123
JvG	okt/nov	42	85	147	92	175	344	134	260	491
Alk/Zk	Dec/jan	204	842	1486	637	1824	2975	841	2666	4461
GrSt	aug/sep	1	1	1	36	36	36	37	37	37
No/Vi	aug/sep	25	25	25	674	674	674	699	699	699

*) voor iedere vogelsoort is het seizoen genomen, waarin de aantallen aanwezige vogels maximaal zijn

[3] N.B.: ten aanzien van aanvaringsslachtoffers doet het type turbine wel degelijk ter zake en voor de berekeningen van de (cumulatieve) aantallen te verwachten aanvaringsslachtoffers wordt dit wel meegenomen

Voor de beoordeling van de verstoring van de sterns (grote stern, noordse stern en visdief) dient bedacht te worden, dat deze soorten naar verwachting weliswaar buiten de parken zullen blijven, maar zich juist zullen concentreren in de zones met getijdenzog aan de rand van het park, met voor deze soorten gunstige foerageermogelijkheden. Het is niet duidelijk of dit als verstoring moet worden gezien, of dat deze soorten feitelijk als niet gevoelig voor verstoring door windturbineparken moeten worden aangemerkt.

Voor de beoordeling van de verstoring in termen van mogelijk habitatverlies dient bedacht te worden, dat het vermijden van het gebied weliswaar betekent, dat een bepaalde oppervlakte niet of minder wordt bezocht, maar dat de invloed op de functie en kwaliteit van de habitat van de Noordzee daar niet direct uit volgt. Het gaat uiteindelijk om de vraag in welke mate de betekenis van het zeegebied waar de windturbineparken volgens de scenario's zijn gedacht, voor rustende en foeragerende vogels wordt beïnvloed. De beschikbare hoeveelheid voedsel (de productie van de zuidelijke Noordzee) wordt bijvoorbeeld niet aangetast door een operationeel windturbinepark. Daarnaast is het totale oppervlakte van de verstoorde gebieden in verhouding tot het totale relevante gebied (Zuidelijke Bocht of gehele Noordzee) relatief gering. Een aanmerkelijke invloed op de functie voor pleisterende (rustende en foeragerende) vogels wordt daarom niet verwacht.

Door het enigszins positieve effect van de windturbineparken en de zone van 500 m daaromheen als "mini-zeereservaat" (met een refugiumfunctie voor benthos-soorten van ongestoorde bodems en als 'oase' voor de fauna van harde substraten) zou de "productie" van benthos en daardoor de hoeveelheid vis (voedsel voor de vogelsoorten) zelfs licht kunnen toenemen, maar dit positieve effect is hooguit gering en vanwege de onzekerheden hierover verder buiten beschouwing gelaten

Alles overziende kan worden geconstateerd dat het verstorende effect van de windturbineparken samen bij elk van beide scenario's voor de aanwezige vogelsoorten geringe negatieve gevolgen op populatieniveau kan hebben. Op basis van figuur 7.2 kan worden bepaald welke locaties verhoudingsgewijs meer of minder effect zullen hebben.

Cumulatie van verstoring door aanleg of ontmanteling van meerdere windturbineparken

De effecten van de aanleg zijn vergelijkbaar met de aanwezigheid van de parken, met als verschil dat de verstoring voor een groot deel van de tijd (totdat een groot deel van het windturbinepark gereed is) betrekking zal hebben op een kleinere oppervlakte, zeker vergeleken met de berekeningen waarbij rekening wordt gehouden met een verstoringszone om het park. Daarbij komt dat de aanleg zal plaatsvinden in een periode waarin de meeste gevoelige vogelsoorten in lagere aantallen dan de maximale aantallen aanwezig zijn. Alleen de sterns (Noordse stern, Visdief, Grote stern) bereiken in een deel van deze periode (name-

lijk in augustus) wel hoge aantallen. Het effect van verstoring op deze soorten is echter zeer gering. Het cumulatieve effect van verstoring door aanleg van meerdere parken op vogels wordt, alles overziende, als gering ingeschat.

Op grond van vergelijkbare overwegingen wordt ook het cumulatieve effect van verstoring door ontmanteling van meerdere parken op vogels als gering ingeschat.

Conclusie cumulatieve verstoring
De conclusie is, dat er weliswaar verstoring zal optreden van een (beperkt) aantal soorten, maar dat de effecten hiervan op de foerageermogelijkheden van de betreffende soorten (hooguit) zeer gering zullen zijn. Dit geldt voor alle soorten.

Gezien de hoge vermijdingspercentages waarvan uit is gegaan, zijn variaties in turbine-opstellingen en –aantallen binnen de verschillende parken niet relevant. De gevonden verschillen tussen het geclusterde en het versnipperde scenario zijn relatief klein[4], zeker als rekening wordt gehouden met de geringe negatieve (voor bepaalde soorten mogelijk zelfs positieve) invloed van de verstoring op de feitelijke foerageermogelijkheden van die soorten. De verschillende doorgerekende alternatieven zijn niet onderscheidend.

12.2.2 Cumulatieve effecten van sterfte door botsingen (aanvaringsrisico) door meerdere windturbineparken

Kwalitatieve effectbeschrijving
Eenzelfde redenatie als voor verstoring van lokaal verblijvende zeevogels (zie voorgaande paragraaf) geldt voor de aanvaringsrisico's c.q. het aantal aanvaringsslachtoffers. Bij de bouw van meerdere windturbineparken zijn de effecten de som van de effecten van de windturbineparken afzonderlijk. Alleen wanneer verschillende windturbineparken zeer dicht bijeen liggen, in de richting van een trekroute, kan een park een ander windturbinepark "beschaduwen" en zullen er door deze interactie mogelijk minder vogels botsen dan wanneer de windturbineparken als onafhankelijke eenheden beschouwd mogen worden. Een tegengestelde redenatie is ook mogelijk. Het geclusterde scenario zou door de ligging van de locaties in elkaars nabijheid tot gevolg kunnen hebben, dat vogels minder dan bij een 'los' windturbinepark uitwijkgedrag vertonen. Als dit zo zou zijn, zou dat betekenen dat meer

[4] Totaal ordegrootte 10% ten gunste van het geclusterde scenario. Dit is het gevolg van de kleinere "randen" bij dit scenario

vogels door de windturbineparken vliegen, met een evenredig hoger aantal aanvaringsslachtoffers tot gevolg. Dit is bij gebrek aan gegevens thans niet kwantitatief te duiden.

Gezien de zeer grote populatiegroottes van de meeste betrokken soorten en de relatief zeer geringe aantallen vogels die zullen botsen, lijkt het bij het huidige aantal windturbineparken, ook in de cumulatiescenario's, redelijk om te veronderstellen dat de aanvaringskansen van park tot park in vrijwel iedere situatie als nagenoeg onafhankelijk van elkaar zijn.

Kwantitatieve effectbeschrijving

Windturbinepark in exploitatiefase

In hoofdstuk 7 zijn de geschatte aantallen vogelslachtoffers per jaar gegeven (zie tabel 7.8) voor Tromp Binnen.

In hoofdstuk 7 is voor een scenario met een lage dichtheid en 5 MW turbines (A2) het aantal vogelslachtoffers bepaald op 1.705 voor een park met 48 REpower turbines en een totaal geïnstalleerd vermogen van 240 MW. Dit betekent afgerond 7,10 vogelslachtoffers per MW geïnstalleerd vermogen.

Voor een scenario met een hoge dichtheid en 3,6 MW turbines (A1) is het aantal vogelslachtoffers bepaald op 2.651 voor een park met 89 turbines en een totaal geïnstalleerd vermogen van 320 MW. Dit komt neer op afgerond 8,28 vogelslachtoffers per MW geïnstalleerd vermogen.

De beide, hierboven genoemde factoren (7,10/MW voor de 5 MW turbine en 8,28/MW voor de 3,6 MW turbine) zijn door RWE gebruikt om het aantal vogelslachtoffers bij de cumulatieve en versnipperde scenario's te bepalen. Voor de initiatieven zijn vervolgens met deze factoren de berekeningen gemaakt voor zowel de minimum- als de maximumvariant zoals die zijn aangegeven in de tabellen 12.1 en 12.2. Voor de bestaande parken (OWEZ en Prinses Amaliawindpark) is aangenomen dat daar een factor van 8,28/MW op van toepassing is, omdat dit relatief kleine turbines zijn. Deze factor is vervolgens voor OWEZ met 1,5 vermenigvuldigd (tot 12,42 vogelslachtoffers/MW) omdat OWEZ dicht bij de kust ligt en de vogeldichtheid daar gemiddeld genomen hoger is.

Indien we het geclusterde scenario doorrekenen, geeft dit voor de minimumvariant het effect zoals aangegeven in tabel 12.8.

De aantallen vogelslachtoffers worden in de volgende tabellen gepresenteerd in absolute aantallen. De aantallen per km^2 leveren geen nieuwe informatie en zijn daarom achterwege

gelaten. De aantallen per GWh zijn nauw gecorreleerd aan de aantallen voor 1000 MW en worden daarom niet gepresenteerd.

Tabel 12.8 Geschatte aantallen vogelslachtoffers per jaar – minimumvariant, **geclusterd** scenario

geclusterd scenario						
initiatief	park	volgorde realisatie	minimum variant		vogelslachtoffers	
			aantal WT's	Ptot. MW	per park	cumula-tief
Nuon/Shell	OWEZ	1	36	108	1.150	1.150
E-concern/ Eneco	Prinses Amalia windpark	1	60	120	852	2.002
RWE	Tromp Binnen	2	48	240	1.704	3.706
Airtricity	Den Helder II	2	80	400	2.840	6.546
RWE	Tromp West	3	65	325	2.308	8.854
RWE	Tromp Oost	3	60	300	2.130	10.984
TOTAAL			349	1.493	10.984	
1.000 MW				1.000	7.357	

In de tabel zijn zowel het totaal aantal mogelijke vogelslachtoffers genoemd voor het volledige aantal parken (10.984 vogelslachtoffers bij een gezamenlijk vermogen van 1.493 MW), als het aantal vogelslachtoffers bij cumulatie bij een gezamenlijk vermogen van 1.000 MW (7.357 vogelslachtoffers).

Voor de maximumvariant geeft dit het cumulatieve scenario zoals aangegeven in tabel 12.9.

Tabel 12.9 Geschatte aantallen vogelslachtoffers per jaar - maximumvariant, **geclusterd** scenario

geclusterd scenario						
initiatief	park	volgorde realisatie	maximum variant		vogelslachtoffers	
			aantal WT's	P_{tot} MW	per park	cumulatief
Nuon/Shell	OWEZ	1	36	108	1.341	1341
E-concern/ Eneco	Prinses Amalia Windpark	1	60	120	994	2.335
RWE	Tromp Binnen	2	89	320	2.650	4.985
Airtricity	Den Helder II	2	139	500	4.140	9.125
RWE	Tromp West	3	107	385	3.188	12.313
RWE	Tromp Oost	3	102	367	3.039	15.352
TOTAAL			533	1.801	15.352	
1.000 MW				1.000	8.529	

Indien we het versnipperde scenario doorrekenen, geeft dit voor de minimumvariant het effect zoals aangegeven in tabel 12.10.

Tabel 12.10 Geschatte aantallen vogelslachtoffers per jaar – minimumvariant, **versnipperd** scenario

Versnipperd scenario						
initiatief	park	volgorde realisatie	minimum variant		vogelslachtoffers	
			aantal WT's	P_{tot}. MW	per park	cumulatief
Nuon/Shell	OWEZ	1	36	108	1.150	1.150
E-concern/ Eneco	Prinses Amalia-windpark	1	60	120	852	2.002
Eneco	Callantsoog Noord	2	69	345	2450	4.452
RWE	Tromp Binnen	2	48	240	1704	6.156
Eneco	Schaar	3	69	345	2450	8.606
TOTAAL			282	1.158	8.606	
1.000 MW				1.000	7.432	

Voor de maximumvariant geeft dit het versnipperde scenario zoals aangegeven in tabel 12.11.

Tabel 12.11 Geschatte aantallen vogelslachtoffers per jaar - maximumvariant, **versnipperd** scenario

versnipperd scenario						
initiatief	park	volgorde realisatie	maximum variant		vogelslachtoffers	
			aantal WT's	P_{tot} MW	per park	cumulatief
Nuon/Shell	OWEZ	1	36	108	1.341	1.341
E-concern/ Eneco	Prinses Amalia-windpark	1	60	120	994	2.335
Eneco	Callantsoog Noord	2	170	612	5.067	7.402
RWE	Tromp Binnen	2	89	320	2.650	10.052
Eneco	Schaar	3	170	612	5.067	15.119
TOTAAL			525	1.772	15.119	
1.000 MW				1.000	8.532	

Aansluitend op de opsplitsing naar soorten/soortgroepen zoals die in hoofdstuk 7 (zie tabel 7.8 met bijbehorende tekst) is ook cumulatie naar 1000 MW voor deze zelfde soorten/soortgroepen in beeld gebracht. Dat is gedaan door voor de verschillende varianten evenredig naar vermogen 'op te schalen' naar 1000 MW. De resultaten staan in tabel 12.12.

Tabel 12.12 Cumulatie aanvaringsslachtoffers op soort(groep)niveau. Zie tekst voor toelichting. Voor Tromp Binnen zijn de slachtoffers berekend conform soort-specifieke 'route 2'

	Tromp Binnen				1000 MW			
soort/soort-groep	A1	A3	VA	A2	t.o.v. A1	t.o.v. A3	t.o.v. VA	t.o.v. A2
lokaal verblijvende vogels								
jan-van-gent	30	19	23	19	94	94	78	79
aalscholver	2	1	2	1	6	5	7	4
dwergmeeuw	50	32	40	32	156	159	136	133
drieteenmeeuw	53	33	42	34	165	164	142	142
futen	0	0	0	0	0	0	0	0
duikers	0	0	0	0	0	0	0	0
alkachtigen	17	11	14	11	53	55	47	46
stormvogels	223	140	176	143	696	694	597	596
jagers	4	3	3	3	12	15	10	13
sterns	2	1	1	1	6	5	3	4
ongedet. meeuwen	191	120	151	123	596	595	512	513
grote meeuwen	1675	1054	1324	1078	5228	5228	4488	4492
kleine meeuwen	11	7	8	7	34	35	27	29
totaal	2258	1421	1784	1452	7047	7049	6047	6050
trekkende vogels								
ganzen en zwanen	6	4	5	4	19	20	17	17
eenden	4	3	3	3	12	15	10	13
zee-eenden	30	19	24	19	94	94	81	79
steltlopers	3	2	2	2	9	10	7	8
kleine zangvogels	205	129	162	132	640	640	549	550
middelgr. zangvogels	145	91	115	93	453	451	390	388
totaal	393	248	311	253	1227	1230	1054	1054

Voor deze totalen gelden dezelfde kanttekeningen als gemaakt bij tabel 7.8.

De aantallen slachtoffers die in cumulatie voor 1000 MW in tabel 12.12 zijn berekend, zijn afgezet tegen de biogeografische populaties van de betreffende soorten (resp. de som van die populaties voor soortgroepen), tabel 12.13. De populatiegroottes zijn als volgt verkregen. Voor aalscholver, dwergmeeuw, futen en duikers zijn getallen gehaald uit Appendix C bij Prins et al. (2008). Voor de twee groepen kleine en middelgrote zangvogels is een schatting gemaakt aan de hand van Lensink & Van der Winden (1997). Voor de overige soorten/soortgroepen zijn per soort getallen gehaald uit Delany & Scott (2006).

Tabel 12.13 Cumulatie aanvaringsslachtoffers op soort(groep)niveau afgezet tegen de biogeografische populaties. Zie tekst voor toelichting. Voor Tromp Binnen zijn de slachtoffers berekend conform soortspecifieke 'route 2'.

1000 MW					
soort/soortgroep		ten opzichte van A1	ten opzichte van A3	ten opzichte van VA	ten opzichte van A 2
	biogeografische populatie	% van populatie	% van populatie	% van populatie	% van populatie
lokaal verblijvende vogels					
jan-van-gent	900.000	0,010	0,010	0,009	0,009
aalscholver	380.000 - 405.000	0,002	0,001	0,002	0,001
dwergmeeuw	72.000 - 174.000	0,090	0,091	0,078	0,077
drieteenmeeuw	8.400.000	0,002	0,002	0,002	0,002
futen	454.000-708.000	0,000	0,000	0,000	0,000
duikers	350.000 - 950.000	0,000	0,000	0,000	0,000
alkachtigen	1.900.000 - 4.000.000	0,003	0,003	0,002	0,002
stormvogels	6.000.000 - 10.000.000	0,012	0,012	0,010	0,010
jagers	35.000-128.000	0,036	0,043	0,029	0,036
sterns	160.000	0,004	0,003	0,002	0,003
grote meeuwen	1.595.000	0,328	0,328	0,281	0,282
kleine meeuwen	49.000.000 - 7.050.000	0,001	0,001	0,001	0,001
trekkende vogels					
ganzen en zwanen	2.740.000	0,001	0,001	0,001	0,001
eenden	10.406.000	0,000	0,000	0,000	0,000
zee-eenden	2.360.000	0,004	0,004	0,003	0,003
steltlopers	1.698.3000	0,000	0,000	0,000	0,000
kleine zangvogels	60.000.000	0,001	0,001	0,001	0,001
middelgr. zangvogels	40.000.000	0,001	0,001	0,001	0,001

Aanleg en verwijdering
De kans op sterfte door botsingen tijdens de aanlegfase is een tijdelijk effect, dat – door de geleidelijke ontwikkeling van het park – in aantallen per jaar kleiner is dan tijdens de exploitatiefase. Mede vanwege de relatief korte duur van de aanlegperiode ten opzichte van de exploitatiefase, heeft dit op de eindbeoordeling vrijwel geen invloed. Hetzelfde geldt voor de periode van ontmanteling, waarbij het effect geleidelijk kleiner wordt.

Conclusie

Het aantal vogelslachtoffers per 1.000 MW verschilt nauwelijks tussen het versnipperde en het geclusterde scenario en ligt steeds tussen (afgerond) 7.000 en 9.000 vogels. Tussen de minimum en maximum varianten van beide is het verschil circa 1.000 aanvaringsslachtoffers, orde grootte 16% van het totaal voor 1.000 MW.

Bij de eindbeoordeling dient bedacht te worden, dat het gaat om een effect op diverse, niet nader onderscheiden, vogelsoorten en dat het effect afgezet zou moeten worden ten opzichte van het totale aantal vogels dat de (zuidelijke) Noordzee oversteekt. In vergelijking met het laatste is het effect zeer gering (minder dan 0,1%).

Ook zijn volgens de benadering in hoofdstuk 7 de aantallen per soort en soortgroep in beeld gebracht en vergeleken met de betreffende biogeografische populaties. In hoofdstuk 7 is al aangegeven dat voor sommige soorten, met name de verschillende soorten meeuwen, deze berekeningen uitkomsten opleveren die niet aannemelijk ogen. Voor de getallen voor cumulatie geldt uiteraard hetzelfde. Ook uit de in dit hoofdstuk gepresenteerde berekeningen is echter, zeker voor andere soorten dan meeuwen, duidelijk dat het relatief ten opzichte van populaties om kleine aantallen aanvaringsslachtoffers per soort gaat.

Een aantal soorten zijn door het Bevoegd Gezag genoemd in verband met hun specifieke belang. Voor de grote jager en kleine zwaan (die gezien de geringe omvang van de wereldpopulatie mogelijk extra kwetsbaar zijn) is in hoofdstuk 7 beschreven, dat voor deze soorten de kans op botsingen met een turbine relatief kleiner is. Voor de grote jager is van belang dat deze vermoedelijk vooral overdag actief is. De kleine zwaan trekt vooral bij relatief goed weer en op grotere hoogte dan de windturbines. Verder is bij onderzoek in de Wieringermeer gebleken dat daar de aanvaringskans zeer laag of nul was, ondanks het gegeven dat de vogels die daar verblijven (dit betreft dus geen vogels die op trek zijn) in licht en donker door het windturbinepark vliegen.

De kleine mantelmeeuw 'loopt mee' in de gegeven berekeningen, maar zou gezien zijn status als soort met een instandhoudingsdoel in een groot aantal Natura 2000-gebieden voor die gebieden apart moeten worden bekeken en beoordeeld. Dat gebeurt in de Passende Beoordeling voor Tromp Binnen (zie hoofdstuk 14), waarin ook cumulatieve effecten worden onderzocht. In de Passende Beoordeling wordt, op aanwijzing van het Bevoegd Gezag, een cumulatie voor 450 MW in beeld gebracht en niet voor 1000 MW zoals in de richtlijnen voor het MER is opgenomen. In de Passende Beoordeling is te lezen dat voor de voorkeursalternatief 16 aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuwen in kolonies in Natura 2000-gebieden worden voorzien. Aangezien ook kleine mantelmeeuwen buiten Natura 2000-gebieden broeden, orde grootte 60% van het totaal, zal het totale aantal aanvaringsslachtoffers onder in Nederland broedende kleine mantelmeeuwen mogelijk ongeveer 40 zijn. De voorkeursvariant van Tromp-Binnen is 295 MW, cumulatie tot 1000 MW leidt dan tot een schatting van 136 aanvaringsslachtoffers onder in Nederland broedende kleine mantelmeeuwen. Dat komt overeen met 0,016% van de biogeografische populatie, 0,074% van de Nederlandse broedpopulatie (92.000 paar = 184.000 individuen). In % van de natuurlijke sterfte is het respectievelijk 0,19% voor de biogeografische populatie en 0,86%voor de Nederlandse broedpopulatie. Beide waarden liggen onder de grenswaarde van 1% van de natuurlijke sterfte. Na de kleine mantelmeeuw is blijkens de Passende Beoordeling de jan-van gent de meest kritische soort. De relatieve sterfte van jan-van-genten is echter nog een orde grootte (factor 10) kleiner dan van de kleine mantelmeeuw.
Niet op voorhand is uit te sluiten dat in bepaalde Natura2000-gebieden (met kleine populaties) met cumulatie toch significante effecten kunnen optreden. De Passende Beoordeling gaat ook op cumulatie in Natura2000-gebieden nader in.

12.2.3 Cumulatie van effecten van barrièrewerking van meerdere windturbineparken op de fitness van trekvogels

In de handreiking voor de Passende Beoordeling (Prins et al. 2008, § 5.3.3) wordt gesteld dat wanneer een populatie van een vogelsoort als geheel meer dan 1% extra moet vliegen als gevolg van uitwijking voor een obstakel zoals een windturbinepark, dit wordt beschouwd als een significant effect. Deze maat is ook gehanteerd voor de beschrijving in dit MER.

In het versnipperde scenario is geen sprake van cumulatie van barrières: de windturbineparken liggen zodanig verspreid, dat voor ieder windturbinepark apart ongeveer geldt wat voor Tromp Binnen ook beschreven is, en deze effecten worden niet extra groter of kleiner door al deze windturbineparken uiteindelijk te plaatsen. Cumulatie is dan dus niet meer dan de optelsom van de effecten van de individuele windturbineparken – die gering tot verwaarloos-

baar zijn (zie eerder). Per park wordt dan in het ongunstigste geval ordegrootte 0,2% extra vliegen voor de populatie veroorzaakt; bij 1000 MW benadert dit de 1%-norm.

Voor het geclusterde scenario geldt niet zonder meer hetzelfde. In dit scenario worden in de directe nabijheid van Tromp Binnen enkele andere windturbineparken gerealiseerd. De omvang van dit gecombineerde windturbinepark (met slechts smalle corridors) is veel groter dan Tromp Binnen alleen. Ook dit park zal geen belemmering vormen voor vogels om gebieden 'achter' het park te bereiken, maar de afstand die in geval van uitwijken extra moet worden gevlogen neemt wel toe ten opzichte van realisatie van Tromp Binnen alleen. Dit betreft een toename in de orde grootte van een verdubbeling van de afstand die voor Tromp Binnen alleen extra zou moeten worden gevlogen. Ook het oppervlak, en daarmee de noord-zuid lengte, met windturbines is dan aanzienlijk groter. Dit betekent dat de 1% omvliegen voor soorten die tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk trekken, benaderd of overschreden kan worden. Significante effecten zijn dan niet uit te sluiten. In het PB zullen ook voor Tromp Binnen de effecten op de populaties in Natura2000 gebieden worden berekend. Vervolgens zal in het PB cumulatie nader worden beschouwd.

12.2.4 Cumulatie van habitatverlies door omvliegen als gevolg van meerdere windturbineparken

De vraag is of de barrièrewerking ook gevolgen kan hebben voor andere soorten dan trekvogels. Met andere woorden: treedt verlies van (kwaliteit van) habitats op door omvliegen. Deze vraag doet zich bijvoorbeeld voor in het binnenland, bij gebieden met relatief geringe afstanden tussen foerageergebieden en rustgebieden, zoals tussen het wad en hoogwatervluchtplaatsen. Voor de Noordzee geldt dat zelfs voor foeragerende vogels van broedkolonies aan de kust die naar/van hun visgronden vliegen, dit punt niet af nauwelijks speelt: het schaalniveau van de relaties is heel anders dan bij bepaalde binnenlandse gebieden. Voor soorten die op de Noordzee verblijven, is dit mogelijke effect nog minder van belang. Het effect is daarom naar verwachting verwaarloosbaar en in dit MER verder niet meegenomen.

12.2.5 Doorwerking sterfte vislarven op vogels

In hoofdstuk 7 (tabel 7.11) en in hoofdstuk 8 (tabel 8.17) worden de effecten van vislarven gekwantificeerd, in de tekst bij de tabellen wordt de doorwerking toegelicht. In deze hoofdstukken wordt het volgende geconcludeerd over de doorwerking van het effect van Tromp Binnen op vislarven:

- De effecten op vislarven treden met name op als er wordt geheid. In het geval er niet wordt geheid zijn de effecten verwaarloosbaar klein.
- De doorwerking van de effecten op populatieniveau zijn minimaal, voor zowel vogels als zeezoogdieren.
- Voor de grote stern is het effect een maximale additionele sterfte van 0,2% van de populatie (bij heien)
- Voor de visdief, de kleine mantelmeeuw en de noordse stern is het effect < 0,1% (bij heien)

Er is sprake van een negatief effect op vislarven als er wordt geheid. Het maximumscenario is daarom te beschouwen als een worst case die kan worden gebruikt bij cumulatie. Bij het *geclusterde scenario* wordt aangenomen (zie hoofdstuk 12.3.4) dat in een bouwperiode gelijktijdig wordt geheid bij zowel Tromp Binnen als Den Helder II. In dat geval zal het effect zoals dat hierboven is samengevat op vislarven worden versterkt. Dit geldt tevens voor het maximale *versnipperde scenario*, waarbij wordt aangenomen dat Tromp Binnen gelijktijdig met Callantsoog Noord wordt aangelegd.

Indien er sprake is van jaren achter elkaar heien totdat 1.000 MW wordt bereikt, zal het effect op vislarven meerdere jaren doorwerken als effect op vogels. De doorwerking van vislarvensterfte op vogels cumuleert met het effect van aanvaringen. Gezien de ligging van Tromp Binnen zal de cumulatie van aanvaringen en vislarven vanwege Tromp Binnen alleen echter verwaarloosbaar klein zijn bij de grote stern en zeer klein (niet significant) bij de kleine mantelmeeuw. Bij cumulatie met bouw van andere parken zijn significante effecten van slachtoffers van aanvaringen en slachtoffers als gevolg van vislarvensterfte samen niet uit te sluiten bij beide maximum scenarios (geclusterd en versnipperd). De effecten op vislarven worden in het geval van de passende beoordeling van Tromp Binnen niet onderzocht, omdat er bij de voorgenomen activiteit niet wordt geheid, maar gebruik wordt gemaakt van GBS-funderingen.

12.2.6 Cumulatie vogeleffecten door interactie met andere gebruiksfuncties / activiteiten

Voor het bespreken van de cumulatie met overige gebruiksfuncties is de eerder gepresenteerde tabel (zie tabel 12.3) uit de richtlijnen gevolgd. Hieronder wordt op de mogelijke interacties die in de tabel zijn aangegeven, ingegaan.

De onderstaande beschrijving is kwalitatief van aard en gaat niet in op eventuele verschillen tussen de alternatieven voor Tromp Binnen. Omdat de effecten van Tromp Binnen en de verschillen tussen de alternatieven gering zijn, heeft het namelijk geen zin om de mogelijke interactie met effecten van andere gebruiksfuncties te differentiëren voor verschillende alternatieven en varianten voor Tromp binnen.

Sterfte door botsingen

Hoewel dit in de matrix met mogelijke interacties (tabel 12.3) niet is aangegeven, zouden deze er kunnen zijn met offshore mijnbouw. Uit onderzoek is bekend dat de verlichting van olie- en gasplatforms 's nachts en in perioden met beperkt zicht (nevel en dichte mist) ook overdag grote aantallen trekvogels kan aantrekken, die gedurende langere tijd rondjes om het platform vliegen, als het ware "gevangen" door het licht. Experimenteel is dit bevestigd: wanneer de verlichting (grotendeels) werd uitgezet, waren de vogels na korte tijd verdwenen en werden geen nieuwe "ingevangen" (Van de Laar, 2001; Marquenie & Van der Laar, mondelinge mededeling). De vogels komen "uit de lucht" vallen, waarschijnlijk vooral van hoogtes boven windturbinehoogte, zodat het aanvliegen niet tot extra risico's leidt. Het weer verder vliegen vanaf de lichtbron van het olie- of gasplatform daarentegen zou, afhankelijk van de afstand tot het windturbinepark, kunnen leiden tot een verhoogde flux van vogels door het windturbinepark, met bijbehorende aanvaringsslachtoffers. Het rondvliegen zelf leidt niet tot interacties: platforms en windturbineparken staan in verband met veiligheidsafstanden (o.a. voor helikopters) voldoende ver uit elkaar.

Op circa 9 km kilometer afstand van de oostgrens van Tromp Binnen staat één mijnbouwplatform dat in enige mate tot de hierboven beschreven negatieve interactie zou kunnen leiden. Gelet op de afstand is dat echter niet zeker. Dit zou onderzoek in de praktijk moeten uitwijzen. Mocht hieruit blijken dat er toch duidelijk effecten zouden kunnen optreden, dat zou ook kunnen worden overwogen, in uitzonderlijke omstandigheden, om de windturbines tijdelijk stop te zetten, indien bij het platform grote aantallen vogels worden gesignaleerd. Eenzelfde benadering zou kunnen worden gekozen bij andere windturbineparken, indien daartoe aanleiding bestaat.

Het lichtniveau in het windturbinepark zelf (alleen signaalverlichting voor scheepvaart en luchtvaart) zal niet tot vergelijkbare effecten van aanzuigen van trekvogels leiden: op het gasplatform waar het experiment met het 'uitzetten' van de verlichting werd uitgevoerd bleef een minimale veiligheids- en signaalverlichting branden. Bij die met het windturbinepark vergelijkbare verlichting verdwenen de rondcirkelende vogels. Bij kleine satellietplatforms, met alleen de verplichte veiligheidsverlichting, treedt het effect normaal niet op, maar alleen tijdens onderhoudswerkzaamheden (dus bij meer verlichting).

Habitatverlies ten gevolge van verstoring

Offshore mijnbouw

In de nabijheid van Tromp Binnen zijn mijnbouwinstallaties operationeel. Offshore platforms trekken in de regel meeuwen aan die op het platform en rond het platform op zee rusten. Dichter bij de kust, nabij de parken OWEZ en Prinses Amalia rusten op gasproductieplatforms ook Aalscholvers. Vermoedelijk hebben deze Aalscholvers de platforms als uitvalsbasis gebruikt voor rusten in die beide windturbineparken (op meteo-mast, transformatieplatform en op de transen rond de turbinepalen). Nabijgelegen platforms verhogen dus de kans op kolonisatie door Aalscholvers. Dat dit ter plaatse van Tromp Binnen, dat veel verder offshore is gelegen dan OWEZ en Prinses Amalia, voor zal komen is dit minder waarschijnlijk, maar niet met zekerheid uit te sluiten. Een dergelijke interactie kan niet als negatief voor de Aalscholver worden opgevat.

Scheepvaart

Scheepvaart verstoort zeevogels; er is echter nog nauwelijks kwantitatief onderzoek gedaan naar bijvoorbeeld de mate van verstoring binnen vaste, druk bevaren scheepvaartroutes. Tromp Binnen ligt op relatief geringe afstand van de grote zuidgaande diepwaterscheepvaartroute. Naarmate er meer windturbineparken gebouwd zullen gaan worden, zal de scheepvaart zich steeds meer binnen deze en andere routes (moeten) concentreren. Dit houdt in dat nabij het park de scheepvaart in een kleinere zone zou worden geconcentreerd. Een dergelijke concentratie kan in principe vanuit het oogpunt van verstoring door scheepvaart gunstig zijn, omdat het verstoorde gebied kleiner wordt. Uit vergelijking van de verkeersbeelden met en zonder Tromp Binnen (zie bijlage 9.1 de figuren 4.1 en 4.2) blijkt dat die concentratie van scheepsbewegingen gering is, zodat het effect waarschijnlijk ook gering is.

Beroeps- en sportvisserij

De visserij vanaf boten zal verboden worden binnen het windturbinepark. Andere vormen van visserij (met lijnen, staande netten of hengels) zal volgens de huidige regelgeving binnen het windturbinepark evenmin worden toegestaan. Dit betekent dat hier ook geen bijvangsten en snijafval meer overboord zullen worden gezet, en dat dus meeuwen en andere aasetende zeevogels niet meer zullen voorkomen achter kotters in het plangebied. Dit leidt echter niet of nauwelijks tot verlies van foerageermogelijkheden voor deze vogels, zolang de visserij zelf niet in omvang afneemt, maar zich alleen maar iets zal verplaatsen.

Luchtverkeer

Luchtverkeer kan vogels verstoren. Mochten de windturbines periodiek bezocht worden door helikopters, dan leidt dit mogelijk tot extra verstoring. Deze vluchten zijn reeds beschreven in hoofdstuk 6 en 11. Het van en naar de locatie(s) vliegen hoeft niet te leiden tot verstoring, mits hoog genoeg gevlogen wordt. Er kan interactie optreden met verstoring door helikoptervluchten van en naar olie- en gasplatforms.

Habitatverlies ten gevolge van omvliegen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de mogelijke effecten in relatie tot andere gebruiksfuncties. Wij interpreteren dit type effect als een alternatieve omschrijving van de effecten van barrièrewerking op lokaal verblijvende vogels, waarvan de vliegroutes tussen vaste voedsel-, rust- en/of broedgebieden zouden kunnen worden afgesneden.

Offshore mijnbouw

Installaties voor offshore mijnbouw kunnen als barrière dienen wanneer er in het donker vogels worden "ingevangen" in het licht. Plaatsing in elkaars directe nabijheid kan leiden tot een vergroting van de barrière die vogels ervaren. In de directe omgeving van de locatie Tromp Binnen staat één mijnbouwplatform op 9 kilometer afstand van de noordwestpunt van het park. Gezien de ligging lijken cumulatieve effecten niet aannemelijk.

12.2.7 Conclusie cumulatie van effecten op vogels

Uit de voorgaande paragrafen kan geconcludeerd worden dat:

- cumulatie van effecten van vogels van verschillende windturbineparken – bij de beperkte omvang van 1.000 MW waarvan op korte termijn op de Noordzee sprake is – vermoedelijk niet meer is dan de optelsom van de effecten per park
- voor zowel het geclusterde als het versnipperde scenario geldt dat het effect op verstoringsgevoelige soorten gering is. De locatie Tromp Binnen ligt relatief gunstig ten opzichte van locaties dichter bij de kust
- indien er wordt geheid, ontstaat er vislarvensterfte. Vanwege de doorwerking daarvan op vogels (sterfte door voedseltekort) en cumulatie van deze doorwerking met sterfte door aanvaringen kan er bij scenarop's van 1.000 MW mogelijk sprake zijn van een significant effect op bepaalde vogelsoorten, waarvan de kleine mantelmeeuw de meest kritische lijkt te zijn
- cumulatie met effecten van andere gebruikers van de Noordzee minimaal is. De voornaamste zorg lijkt het feit dat verlichte objecten, zoals offshoreplatforms, vogels kunnen aantrekken die de concentraties bij de windturbineparken zouden kunnen vergroten en daardoor meer aanvaringsslachtoffers zouden kunnen veroorzaken.

12.3 Cumulatieve effecten op geomorfologie en onderwaterleven

12.3.1 Inleiding

In hoofdstuk 8 zijn de effecten van de aanleg, gebruik en verwijdering van windturbinepark Tromp Binnen op het onderwaterleven onderzocht en beoordeeld. In hoofdstuk 5 zijn de effecten op de geomorfologie beschreven.

In deze paragraaf wordt onderzocht in hoeverre cumulatie van de effecten op geomorfologie en onderwaterleven met effecten van andere gebruiksfuncties kan optreden.

Conform de tabel in de richtlijnen (zie tabellen 12.3 en 12.4) dienen de volgende onderwerpen behandeld moeten worden:

Ten aanzien van geomorfologie:
- verlies aan areaal van geomorfologische structuren
- verandering in bodemsamenstelling.

Ten aanzien van bodemdieren (benthos):
- directe schade
- habitatverlies door verandering.

Ten aanzien van vissen:
- gezondheidseffecten aanleg
- habitatverlies ten gevolge van verstoring
- habitatverlies ten gevolge van blokkeren migratieroutes.

Ten aanzien van zeezoogdieren:
- gezondheidseffecten aanleg
- habitatverlies ten gevolge van verstoring (zeehonden)
- habitatverlies ten gevolge van verstoring (walvisachtigen)
- habitatverlies ten gevolge van blokkeren migratieroutes.

De bovenstaande onderwerpen worden hierna behandeld. De cumulatieve effecten op de geomorfologie zijn gecombineerd met de effecten op bodemdieren. De cumulatieve effecten op de vissen en de zeezoogdieren worden apart behandeld. Hierbij wordt, indien relevant, onderscheid gemaakt in effecten van het zogenaamde geclusterde scenario en het versnipperde scenario (zie paragraaf 12.1).

Conform de richtlijnen wordt het refugium-effect en oase-effect ook in dit hoofdstuk behandeld. Het refugium-effect wordt behandeld bij de paragraaf over vissen en het oase-effect bij de paragraaf over geomorfologie en bodemdieren.

12.3.2 Geomorfologie en bodemdieren

Door de aanleg van een of meerdere windturbineparken treedt schade aan het bodemleven op als gevolg van het ruimtebeslag van de funderingen en de erosiebescherming. De beïnvloede oppervlakte is ten opzichte van de totale, op het NCP beschikbare oppervlakte zo gering dat er sprake is van een verwaarloosbaar effect. Er is nauwelijks sprake van verlies aan areaal van geomorfologische structuren. De bodemsamenstelling wordt niet veranderd. Ten opzichte van het totale effect van de andere gebruiksfuncties zijn de effecten op geomorfologie en bodemdieren zeer gering. Het is daarom niet relevant om de cumulatieve effecten met andere gebruiksfuncties voor dit onderdeel nader uit te werken.

Tijdens de gebruiksfase kunnen de windturbineparken en de voor visserij gesloten zones daarom heen fungeren als refugium voor soorten (bodemdieren en vissen) die gevoelig zijn voor bodemomwoeling en als oase voor benthossoorten van harde substraten. Dit positieve effect wordt groter bij de meerdere windturbineparken, maar is op het schaalniveau van het Nederlands continentaal plat gering en qua oppervlakte verwaarloosbaar. Er is geen sprake van directe schade aan benthos en ook niet van habitatverlies door veranderingen. Ten opzichte van het totale effect van de andere gebruiksfuncties is het effect van het initiatief zeer gering. Het is daarom niet relevant om de cumulatieve effecten met andere gebruiksfuncties voor dit onderdeel uit te werken.

12.3.3 Vissen

Gezondheidseffecten aanleg en habitatverlies ten gevolge van verstoring
Bij de aanleg van alternatieven voor het windturbinepark waarbij moet worden geheid, zullen onderwater tijdelijk hoge geluidsdrukniveaus ontstaan. Indien tegelijkertijd militaire oefeningen worden gehouden waarbij er sprake van geluidsproductie is of indien er seismologisch onderzoek plaatsvindt in het kader van bijvoorbeeld mijnbouwactiviteiten, kan er een cumulatief effect optreden. Zonder het treffen van adequate mitigerende maatregelen kan dit tot negatieve effecten op vissen leiden. De effecten treden in veel mindere mate op bij toepassen van de Gravity Based fundering, waarbij niet geheid hoeft te worden. Geconcludeerd is

(zie hoofdstuk 8) dat de effecten, zowel bij de monopaal- als bij de GBS-fundering niet doorwerken op populatieniveau, omdat het studiegebied voor het windturbinepark Tromp Binnen geen bijzondere waarden voor vissen vertegenwoordigt én het verspreidingsgebied van vissen zeer groot is. Ook als tegelijk met de aanleg van Tromp Binnen andere windturbineparken zouden worden aangelegd (zie tabellen 12.1 en 12.2), is het totale beïnvloede gebied zeer klein ten opzichte van het totale leefgebied van vissen (zie hoofdstuk 8). Overigens kunnen effecten van het onderwatergeluid als gevolg van heien op de gezondheid van vissen voor een belangrijk deel ingeperkt worden, door vissen zo veel mogelijk te verjagen vóórdat gestart wordt met productie van schadelijke geluidsniveaus en/of door het dempen van het geluid dat tijdens het heien ontstaat (zie hoofdstuk 8).

In de gebruiksfase worden geen negatieve effecten op vissen verwacht, maar zal het grootste deel van windturbinepark Tromp Binnen als refugium kunnen fungeren voor vissen. Dit geldt ook voor de andere windturbineparken. In relatie tot het NCP zijn deze effecten, ook gecumuleerd, qua oppervlakte verwaarloosbaar. Doordat er geen negatieve effecten worden verwacht, is ook cumulatie met andere activiteiten en gebruiksfuncties geen punt van aandacht. Wel kan de aanwezigheid van andere voor de visserij gesloten zones en harde structuren (bijvoorbeeld platforms van de olie- en gasindustrie en de zone daaromheen) de functie van windturbineparken als "stepping stones" voor soorten die gebruik maken van de refugium- en oasefunctie, in principe enigszins versterken.

Habitatverlies ten gevolge van blokkeren migratieroutes
Het windturbinepark zal slechts in zeer beperkte mate de migratieroutes blokkeren (zie hoofdstuk 8). De effecten van de offshore mijnbouw en de 2^{e} Maasvlakte zullen ten opzichte van de effecten van het initiatief Tromp Binnen geen versterkend cumulatief effect opleveren. Ze zullen wel als individueel effect cumuleren met het effect van Tromp Binnen.

12.3.4 Zeezoogdieren

Gezondheidseffecten aanleg en habitatverlies ten gevolge van verstoring
Tijdens de aanleg van alternatieven waarbij moet worden geheid (**monopaal-, tripod- en jacketfunderingen**) is er sprake van verstoring als gevolg van hoge geluidsdrukniveaus onder water, waardoor bruinvissen en zeehonden tijdens een heisessie de aanleglocatie met een zone van respectievelijk maximaal 12 en 80 kilometer daaromheen zouden kunnen mijden. Voor bruinvissen gaat dan om een, geheel op het NCP gelegen oppervlakte beïnvloed gebied van ca. 450 km^2 en voor zeehonden om een oppervlakte van ca. 20.100 km^2 (waarvan ca. 14.420 km^2 op het NCP). Voor de bruinvissen gaat het om maximaal ca. 450

dieren, wat 0,3% van het totale aantal in de Zuidelijke Noordzee voorkomende bruinvissen is en 0,10 tot 0,17% van het aantal op de gehele Noordzee. Voor zeehonden gaat het om foerageergebied voor maximaal ca. 1.170 dieren, oftewel 20% van de totale Nederlandse populatie.

In het geval van alternatieven waarbij er niet wordt geheid, zoals bij **GBS-funderingen**, is er sprake van een vermijding van maximaal 4,8 km voor zeehonden en 2,8 km voor bruinvissen. Het gaat dan om een verstoord oppervlak van ca. 72 km^2 voor zeehonden een oppervlak van ca. 25 km^2 voor bruinvissen. Het aantal verstoorde dieren is daarmee aanzienlijk lager dan bij de alternatieven waarbij wordt geheid.

In het geval van cumulatie neemt het effect op zeezoogdieren toe, zowel in het geclusterde scenario als in het versnipperde scenario (zie tabellen 12.1 en 12.2), omdat dan tegelijk met Tromp Binnen andere parken worden aangelegd. In beide varianten is de 'worst case' de situatie waarbij voor de aanleg van beide parken precies tegelijkertijd wordt geheid en de heipunten het verst van elkaar vandaan liggen, zodat de oppervlakte beïnvloed gebied maximaal is. Bij het versnipperde scenario treedt de minste overlap tussen de beïnvloedingscontouren op en is het effectoppervlak het grootst.

Bruinvissen

De totale oppervlakte die binnen de beïnvloedingscontour voor **bruinvissen** valt, bedraagt voor de *maximale variant* van het geclusterde scenario 638 km^2 (in verband met overlappende contouren) en voor de *maximale variant* van het versnipperde scenario 900 km^2. In het geval van het geclusterde scenario wordt gerekend met een dichtheid van 1 bruinvis per km^2 voor zowel Tromp Binnen als Den Helder II en in het geval van het versnipperde scenario met een dichtheid van 1 bruinvis per km^2 voor Tromp Binnen en 0,4 bruinvis per km^2 voor Callantsoog Noord. Dit betekent dat in beide scenario's maximaal ca. 635 bruinvissen het gebied rond de bouwlocaties zouden kunnen mijden, wat 0,5 % van het totale aantal in de Zuidelijke Noordzee voorkomende bruinvissen is en 0,1 tot 0,2% van het aantal op de gehele Noordzee. Dit is, afgezet tegen de totale populatieomvang een gering effect.

Voor de minimum varianten van de scenario's geldt dat er niet wordt geheid, wat het geval is als een **Gravity Based** fundering wordt toegepast. De negatieve effecten van de aanleg van windturbineparken op bruinvissen zijn met een maximale effectafstand tot de heiplaats van 2,8 km voor bruinvissen (in plaats van 12 km) dan een orde grootte geringer dan bij toepassen van funderingen, waarbij wel moet worden geheid . Het aantal bruinvissen dat in de minimale varianten de parken vermijdt bedraagt 35 – 50 bruinvissen (zie ook Tabel 12.14).

Zeehonden

Hoewel de grootste aantallen zeehonden in en rond de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Noordzeekustzone en Voordelta worden gezien en de dichtheden rond de planlocatie van Tromp Binnen relatief laag zijn (zie Figuur 8.2), is de mijdingsafstand voor zeehonden tijdens het heien veel groter dan die van bruinvissen (80 km in plaats van 12 km). Dit betekent dat dieren die langs de kust van Voordelta naar Waddenzee trekken het geluid kunnen horen en daar mogelijk op zullen reageren door weg te zwemmen. Tijdelijke doofheid treedt veel dichter bij de heiplaats op (circa 4 km) en zal, als geen maatregelen worden getroffen om de dieren te verjagen, incidenteel bij een zeehond op kunnen treden. Zowel in het geclusterde als in het versnipperde scenario wordt tegelijkertijd met Tromp Binnen een tweede park aangelegd. In het kader van de cumulatie zijn GIS-berekeningen gemaakt waarbij de aantallen zeehonden zijn berekend op basis van een verdeling van zeehonden over de Noordzee. Als ervan wordt uitgegaan dat bij de aanleg van beide parken wordt geheid ontstaat daarmee voor zeehonden tijdelijk een beïnvloedingsgebied dat voor het geclusterde en het versnipperde scenario respectievelijk 20.140 en 22.350 km^2 bestrijkt. Dit kan ertoe leiden dat 1.890 tot 3.080 zeehonden het gebied zullen mijden, i.e. 32 tot ruim 50% van de totale Nederlandse populatie (van ca. 6.000 zeehonden). Het effect van de afzonderlijke aanleg van Tromp Binnen wordt hiermee met 75 tot 185% versterkt. Ook andere gebruiksfuncties die geluid produceren, kunnen hiermee cumuleren.

Voor de minimum varianten van de scenario's geldt dat er niet wordt geheid. De negatieve effecten van de aanleg van windturbineparken op zeehonden zijn met een maximale effectafstand tot de heiplaats van 4,8 km voor zeehonden veel geringer (t.o.v. 80 km) bij het toepassen van de **Gravity Based** fundering, waarbij niet geheid hoeft te worden. Het aantal zeehonden dat in de minimale varianten de parken vermijdt bedraagt 5 – 13 zeehonden (zie ook Tabel 12.14).

Het overzicht van de gecumuleerde effecten van gelijktijdige aanleg van windturbinepark Tromp Binnen met een tweede windturbinepark op een nabijgelegen locatie (Den Helder II) of een op grotere afstand gelegen locatie (Callanstoog Noord) op bruinvissen en zeehonden is opgenomen in Tabel 12.14.

Tabel 12.14 Cumulatieve effecten van de gelijktijdige aanleg van twee windturbineparken in het **geclusterde** scenario (Tromp Binnen & Den Helder II) en het **versnipperde** scenario (Tromp Binnen en Callantsoog Noord); minimaal scenario: beide parken met Gravity Based funderingen; maximaal scenario: beide parken met monopaalfunderingen

		geclusterd scenario		versnipperd scenario	
		Minimaal	Maximaal	minimaal	maximaal
Bruinvis	opp.(km^2)	50	638	50	900
	aantal*	50	638	35	630
Zeehonden	opp. (km^2)	144	20.140	144	22.350
	Aantal	5	1.890	13	3.080

* Voor het berekenen van de aantallen beïnvloede bruinvissen is voor Tromp Binnen en Den Helder II uitgegaan van een maximale dichtheid van 1/km^2 en voor Callantsoog Noord van een maximale dichtheid van 0,4/km^2.

Bij een niet gelijktijdige aanleg van de verschillende windturbineparken, waarbij moet worden geheid, zal gedurende jaren achtereen een gebied met een straal van respectievelijk 12 en 80 km rond de heiplaats door bruinvissen en zeehonden tijdens de heiwerkzaamheden mogelijk worden gemeden. De effecten van de gelijktijdige aanleg van de windturbineparken Tromp West en Tromp Oost zijn vergelijkbaar met de effecten van Tromp Binnen, omdat de beïnvloedingscontouren grotendeels overlappen. In het versnipperde scenario wordt na de (gelijktijdige) aanleg van Tromp Binnen en Callantsoog Noord het voor de kust van Zeeland gelegen windturbinepark Schaar aangelegd. De aanleg van dit park leidt tot een beïnvloedingsgebied van 12.065 km^2 (21 % van het NCP); dit heeft mogelijk een effect op ongeveer 290 zeehonden (ca. 4,8% van de totale Nederlandse populatie). Deze effecten zouden versterkt kunnen worden, als er in het kader van andere gebruiksfuncties ook verstoring op zou kunnen treden. Hier staat tegenover dat er in de praktijk slechts enkele uren per dag (circa 3 uur) zal worden geheid.

Andere activiteiten die tot een toename van de geluidsdrukniveaus onder water leiden, zijn seismologisch onderzoek tijdens mijnbouwactiviteiten en scheepvaart. Voor scheepvaart geldt dat de daarmee gepaard gaande geluidsproductie veel geringer is en tot substantieel kleinere beïnvloedingscontouren leidt. Scheepvaart vindt bovendien nu al plaats, dus het eventuele verstorende effect daarvan[5] is al 'verdisconteerd' in de huidige populatieomvang

[5] Scheepvaart leidt niet tot tijdelijke doofheid bij zeezoogdieren en dus ook niet tot permanente gehoorschade (zie paragraaf 8.4.4).

van bruinvissen. Seismologisch onderzoek kan tot hoge geluidsdrukniveaus met substantiële effecten op zeezoogdieren Per geval kan worden bezien of afstemming met de aanleg van een windturbinepark gewenst is om cumulatieve effecten tegen te gaan.

In de bedrijfsfase van de windturbineparken worden geen noemenswaardige effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren verwacht. Voor zeehonden is het niet helemaal uit te sluiten dat zij de directe nabijheid van een draaiende windturbine zullen mijden (max. 100 m). Gezien de ten opzichte van de Natura-2000 gebieden Waddenzee, Noordzeekustzone en Voordelta lage dichtheid van zeehonden op de locaties van de windturbineparken leidt dit echter niet tot een relevante cumulatie van effecten.

Ook andere activiteiten op de Noordzee kunnen geluid en trillingen veroorzaken. Te denken valt hierbij aan heiwerkzaamheden voor het plaatsen van platforms van de olie- en gasindustrie, geofysisch onderzoek voor het opsporen van delfstoffen, of het gebruik van (oefen-)munitie bij militaire oefeningen. Het gaat hier om incidentele activiteiten. Per geval kan worden bezien of afstemming met de aanleg van een windturbinepark gewenst is om cumulatieve effecten tegen te gaan.

Habitatverlies ten gevolge van blokkeren migratieroutes

Verwacht wordt dat het totaal aan cumulatieve (tijdelijke) effecten niet tot tijdelijke doofheid bij bruinvissen of zeehonden zal leiden; wel worden zeehonden gedurende meerdere jaren mogelijk gehinderd in hun migratiegedrag langs de Nederlandse kust. Van bruinvissen zijn geen duidelijke migratiepatronen op de Noordzee bekend. Cumulatieve effecten van de gelijktijdige of opeenvolgende aanleg van windturbineparken op de Noordzee op bruinvissen zijn hiervoor beschreven.

Voor bruinvissen zullen windturbineparken in bedrijf geen obstakel vormen. De aanwezigheid van meerdere windturbineparken op de Noordzee zal dus niet tot een aantasting van het leefgebied leiden. Door de aanwezigheid van een of meer windturbineparken op zee zullen migratieroutes van zeehonden niet worden geblokkeerd, omdat zij daarvoor té ver uit de kust liggen.

Bij gelijktijdige aanleg van meerdere windturbineparken waarbij gebruik wordt gemaakt van geheide funderingen, zal de kustzone gedurende meerdere jaren achtereen binnen het beïnvloedingsgebied van zeehonden vallen. In paragraaf 8.6.2 is beschreven hoe het effect van de aanleg van Tromp Binnen (met monopaalfunderingen) zal doorwerken op de zeehondenpopulatie. Geschat is dat als gevolg daarvan maximaal 2 jongen per jaar minder worden geboren 'Worst case' kan worden aangenomen dat dit effect evenredig toeneemt

met de aanleg van meerdere windturbineparken, omdat de tijdsvensters waarbinnen ongehinderde migratie mogelijk is korter worden.

Effecten op vislarven en doorwerking op zeezoogdieren

Bij gelijktijdige aanleg van meerdere parken waarbij moet worden geheid kan het effect op het transport op vislarven ook toenemen, en daarmee op de voedselsituatie van zeezoogdieren. Bij gelijktijdige heien voor de geclusterde parken Tromp Binnen (zie tabel 8.17 voor verwachte sterfte) en Den Helder II zal het effect 'worst case' verdubbelen. Dit betekent dat er maximaal 6% minder schol- en haringlarven de Waddenzee en Noordzeekustzone bereiken. Effecten op de aanvoer van tonglarven worden, ook in cumulatie, niet verwacht. Voor de gelijktijdige aanleg van Tromp Binnen en Callantsoog Noord is niet goed in te schatten wat het gecumuleerde effect op het transport van vislarven is. Afgaande op de berekeningen die in de Leidraad voor Passende Beoordelingen zijn opgenomen (Prins et al., 2008), zijn op grond van de daar vermelde resultaten voor Den Helder 35 km echter vooral relatief grote effecten op de aanvoer van haringlarven naar de Waddenzee te verwachten. Gecumuleerd met Tromp Binnen zou het om een totaal percentage van zo'n 13% gaan. Haring vormt noch voor bruinvissen noch voor zeehonden een belangrijke prooisoort. Bovendien worden uitsluitend meerjarige haringen gegeten. Het is daarom onwaarschijnlijk dat een eenmalig effect op een enkele prooisoort tot effecten op de populatie van de predatoren leidt. Volgtijdelijke aanleg van windturbineparken op monopaalfunderingen kan ertoe leiden dat gedurende meerdere jaren sterfte van vislarven optreedt. Zonder aanvullende berekeningen zijn geen uitspraken te doen over de eventuele effecten daarvan op de populaties van prooisoorten voor zeezoogdieren en daarmee op de populaties van de zeezoogdieren zelf. Significante cumulatieve effecten zijn dus op voorhand niet uit te sluiten.

Zoals in hoofdstuk 8 is geconcludeerd, zal bij de aanleg van een windturbinepark waarbij niet worden geheid (Gravity Based fundering) geen noemenswaardige sterfte van vislarven optreden.

Effecten op de Bruine Bank

Voor wat betreft het onderwaterleven onderscheidt het gebied rond de Bruine Bank zich van de rest van de Zuidelijke Bocht door het mogelijk voorkomen van relatief hoge dichtheden bruinvissen (Lindeboom et al., 2005, 2008; Arts & Barrevoets, 2005). Net als bij de beschrijving van de mogelijke effecten va het windturbinepark Tromp-Binnen op de bruinvissen van het NCP en de Noordzee, zijn ook de eventuele cumulatieve effecten in dit MER beschreven. Het mogelijke effect als gevolg van de hogere dichtheden van bruinvissen op de planlocatie op totale populatie is dan ook volledig in de effectbeschrijving en –beoordeling verdisconteerd.

12.3.5 Conclusie onderwaterleven

Er kunnen cumulatieve negatieve effecten optreden bij gelijktijdige aanleg van meerdere windturbineparken. Deze cumulatie kan worden versterkt door andere gebruiksfuncties. Het negatief effect betreft met name geluid. Dit negatieve effect geldt voor zeezoogdieren en vislarven. Tijdens de exploitatiefase worden geen noemenswaardige negatieve effecten verwacht. De realisatie van een visvrije zone en de "oase" van harde substraten zal een enigszins positief effect hebben, maar dit effect is ten opzichte van het totale Nederlands continentale plat vrijwel verwaarloosbaar.

12.4 Scheepvaartveiligheid

12.4.1 Kwantitatieve aspecten

Voor het onderwerp scheepvaartveiligheid geldt een andere benadering dan hiervoor is geschetst ten aanzien vogels en onderwaterleven. In het geval van scheepvaartveiligheid is alleen het geclusterde scenario relevant. RWE heeft Marin verzocht ook het versnipperde scenario in het onderzoek naar de scheepvaartveiligheid mee te nemen. Uit studie van het Marin is echter gebleken dat het versnipperde scenario geen cumulatie van enige betekenis geeft voor scheepvaartveiligheid. Dit scenario wordt in dit hoofdstuk voor het onderwerp scheepvaartveiligheid verder niet behandeld.

In navolging van de richtlijnen voor het MER wordt bij de bepaling van het cumulatieve effect uitgegaan van:
- het windturbinepark Tromp Binnen
- realisatie van windturbineparken in de nabijheid van het windturbinepark met een gezamenlijk vermogen van ten minste 1000 MW
- de maximaal mogelijke energieopbrengst van de beschikbare ruimte, dus maximale bezetting van de beschikbare oppervlakte.

Bij het bepalen van het cumulatieve effect van Tromp Binnen, in samenhang met andere windturbineparken, heeft MARIN cumulatieve berekeningen gemaakt op basis van de volgende twee inrichtingsvarianten:
- een windturbinepark met hoge dichtheid, met Siemens 3,6 turbines (A1)
- een windturbinepark met hoge dichtheid, met REpower 5M turbines (VA).

Deze varianten worden in het hoofdstuk scheepvaartveiligheid aangeduid als de varianten TB_varB (met 3,6 MW turbines met monopaal-funderingen) en TB_varD_G (met 5,0 MW turbines met GBS-funderingen).

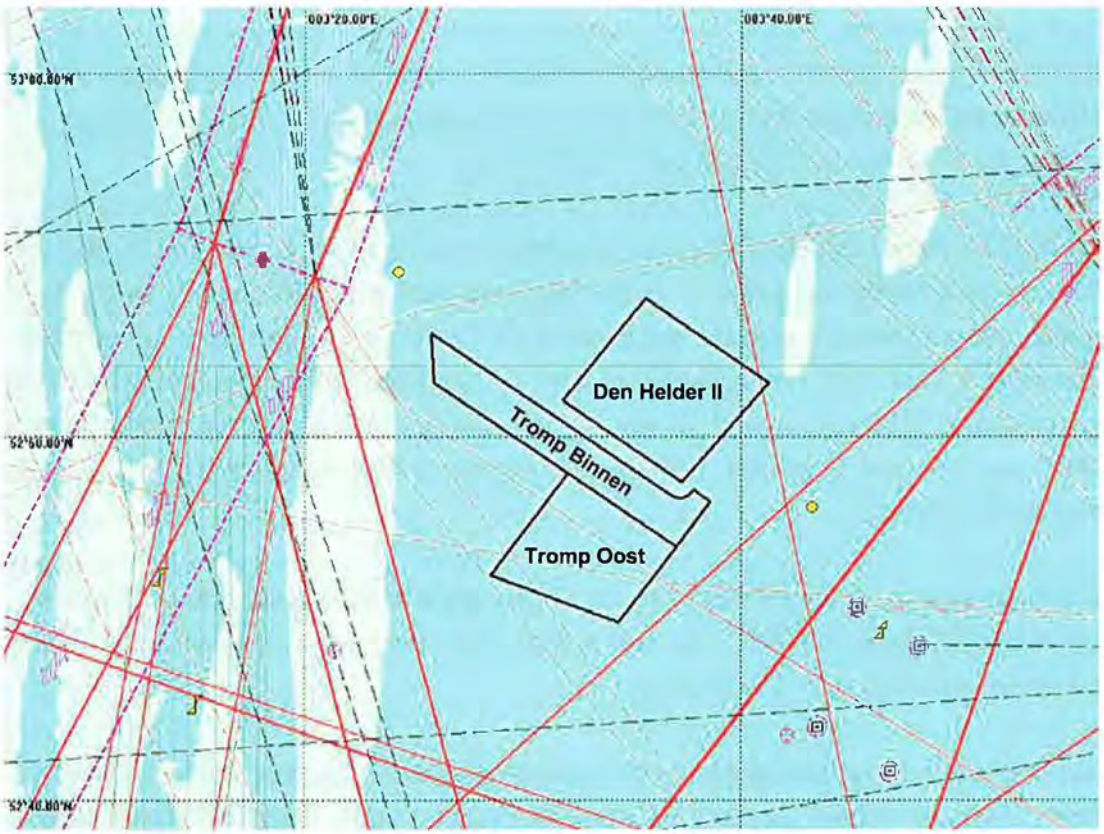
Van de beide varianten zoals hierboven beschreven, wordt het cumulatieve effect berekend door de respectievelijke variant te laten cumuleren met het windturbinepark Den Helder II van Airtricity en het windturbinepark Tromp Oost van RWE. Het effect van deze parken is door MARIN doorgerekend, waarbij het park den Helder II gevuld is met een hoge dichtheid van 3,0 MW turbines en een hoge dichtheid van 5,0 MW turbines. Er ontstaan dan vier cumulatiescenario's.

Tabel 12.15 Cumulatiescenario's scheepvaartveiligheid

	Variant voor Tromp Binnen	Cumuleert met Den Helder II en Tromp Oost
1	TB_varB	3 MW
2	TB_varD_G	3 MW
3	TB_varB	5 MW
4	TB_varD_G	5 MW

Bij de aanpak van Marin is gebleken dat het totale theoretische vermogen per scenario groter is dan 1.000 MW. Het is daarom niet nodig om nog meer parken ten behoeve van de cumulatieve effecten mee te nemen.

Bij de berekening van het cumulatieve effect is gerekend met de volledige oppervlakte van het potentiële windturbineparken Den Helder II en Tromp Oost. De contourlijnen, de verbindingslijnen van de uiterste coördinaten uit de startnotities, zijn getekend in figuur 12.3 met de verkeersdatabase waarbij Tromp Binnen is vrijgemaakt.



Figuur 12.3 Tekening parken ten behoeve van scheepvaartveiligheid

De resultaten van alle berekeningen zijn in de volgende tabel samengevat. De resultaten zijn verder uitgedetailleerd in bijlage 9.1.

Tabel 12.16 Cumulatieve effect voor Tromp Binnen met Den Helder II en Tromp Oost

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant voor Tromp Binnen	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
TB_varB	3 MW	0.0186	0.0154	0.0836	0.0078	0.1253	0.0074
TB_varD_G	3 MW	0.0176	0.0145	0.0798	0.0074	0.1193	0.0071
TB_varB	5 MW	0.0129	0.0113	0.0564	0.0053	0.0860	0.0050
TB_varD_G	5 MW	0.0119	0.0104	0.0522	0.0049	0.0793	0.0046

De tabel toont duidelijk dat de risico's bij het gebruik van 5 MW turbines lager liggen (orde grootte 0,08 versus 0,12), voornamelijk doordat er minder windturbines nodig zijn. De 5 MW turbine geeft door de afmetingen wel een iets groter risico dan een 3 MW turbine, maar dit is veel minder dan de 67% meer vermogen per windturbine.

De uitstroomkansen voor 1.000 MW worden vergeleken met de uitstroomkansen in de hele EEZ, zijnde een gemiddelde van eens in de 2,8 jaar voor bunkerolie en eens in de 6,7 jaar voor ladingolie, dus samen een uitstroomkans van (1/2.8+1/6.7)=0,50 per jaar. De cumulatieve uitstroomkans voor olie (teruggerekend voor 1.000 MW) voor de minimumvariant bedraagt gemiddeld 0,0068 (zie tabel 4-10 van MARIN, 2008) per jaar en voor de maximumvariant 0,0048 per jaar, dus ongeveer 1.4% bij gebruik van 3 MW windturbines en 1.0% bij gebruik van 5 MW turbines.

Door andere maatregelen, zoals de inzet van De Waker en/of andere sleepboten (zie hoofdstuk 13, zie MARIN, 2008) kan 70% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen en worden de percentages dus 0,41% en 0,31%.

Wanneer er, door de energie die de windturbineparken opleveren, minder transport van olie over zee hoeft plaats te vinden, dan leidt de bouw van windturbineparken ook tot een lagere kans op een olie-uitstroom in de EEZ. Dit is als volgt gekwantificeerd. Uitgaande van 1000 MW geïnstalleerd vermogen en 34%[6] rendement is de totale energie opbrengst geschat op 0.34*365*24*1000 MW/1000 = 2.978 GWh per jaar. Het olie equivalent van 2.978 GWh is 0.26 miljoen ton olie. In Rotterdam wordt ongeveer 100 miljoen ton olie aangevoerd. Wanneer de olie op weg naar/van Rotterdam 50% is van het totale transport in de EEZ, dan is de vermindering van het olietransport 0,13%, dus 0,13% minder kans op een olie-uitstroom door een ander incident. Dit weegt nog niet op tegen de hierboven genoemde toename van 1,0-1,4% zonder De Waker en 0,29-0,41% met De Waker.

Verder is de kans op een uitstroom een worst case benadering. Daar het percentage olietankers met een dubbele huid steeds groter wordt, is de kans op een uitstroom van ladingolie kleiner dan gemodelleerd.

---

[6] Het rendement voor de verschillende initiatiefnemers varieert van 28% tot 50%. Voor de berekening is gekozen voor een rendement van 34%

12.4.2 Kwalitatief

Voor de scheepvaartveiligheid betekent een aaneenschakeling van windturbineparken dat het totale risico over het algemeen minder is dan de som van de risico's van de individuele parken, waarmee nu gerekend is. Dit komt doordat over het algemeen schepen door een ander park eerder verder weg van het eigen park zullen worden geleid dan dichterbij.

Het risico voor Tromp Binnen zal door aanwezigheid van windturbinepark Den Helder II vrijwel gelijk blijven, omdat er slechts één route door aanwezigheid van windturbinepark Den Helder II licht zal verschuiven.

Bij een geclusterd aantal windturbineparken is de totale omweg groter dan de omweg van de individuele windturbineparken. Echter, door het vrijhouden van de clearways en het vroegtijdig anticiperen op de locatie van de windturbineparken zijn de extra af te leggen zeemijlen verwaarloosbaar klein. Alleen voor sommige niet-routegebonden schepen die een missie/visgrond hebben vlak achter een windturbinepark, kan een windturbinepark hinderlijk in de weg liggen. Voor Tromp Binnen kan echter geconcludeerd worden dat de extra toename van de omweg door de andere windturbineparken in de cluster verwaarloosbaar is.

De Nautische initiatiefgroep bepleit een aaneengesloten gebied voor windturbineparken op de Noordzee. Het conform de Richtlijnen gedefinieerde versnipperde scenario sluit hier niet op aan. Het geclusterde scenario past wel in deze visie. Daarom wordt het geclusterde scenario enigszins positiever beoordeeld als het versnipperd scenario.

12.5 Overige cumulatieve effecten

Naast de mogelijke invloed op gebruiksfuncties, zou ook kunnen worden ingegaan op de cumulatieve effecten in relatie met aspecten als zichtbaarheid, recreatie, cultuurhistorie en archeologie. De cumulatieve effecten worden echter verwaarloosbaar geacht

Wel wordt de cumulatie van de volgende aspecten hier nog behandeld:
- offshore mijnbouw
- militaire activiteiten
- visserij
- luchtvaart
- zand- en grindwinning en baggerstort

De aanwezigheid van 1.000 MW windenergie zal zowel bij het geclusterde als het versnipperde scenario circa 110 km^2 bruto oppervlak (exclusief veiligheidszones en "randen") vragen en diverse kabels naar de kust. In het algemeen kan hiervan gesteld worden dat het een klein (<1%) deel van het oppervlak van het NCP betreft. De verschillen tussen de alternatieven zijn gering en vooral terug te brengen tot de hogere energieopbrengst.

Tot slot wordt nog stil gestaan op cumulatie van overige gebruikers op de nog niet behandelde milieuaspecten.

12.5.1 Offshore mijnbouw

De locaties voor de windturbineparken zijn zodanig gekozen dat geen conflict met bestaande offshore activiteiten optreedt. Wel zullen kabels en leidingen van de offshore platforms gekruist worden door de externe kabels van de windturbineparken. Gecombineerde aanleg heeft daarbij de voorkeur, maar is niet absoluut noodzakelijk. Gecombineerde aanleg is in het geclusterde scenario uiteraard eenvoudiger dan bij een versnipperd scenario. Niettemin blijven mijnbouwactiviteiten (exploratie en exploitatie) bij beide scenario's ruimschoots mogelijk.

Ook het helikopterverkeer van en naar de platforms wordt beïnvloed. Dit aspect wordt separaat in een volgende subparagraaf behandeld.

12.5.2 Militaire activiteiten

Voor oefeningen van de marine en de luchtmacht is oefengebied noodzakelijk. Daarvoor is ruimte vereist, waarbij vaak de afwezigheid van obstakels gewenst is. Uit figuur 11.4 blijkt dat met de locatiekeuze van andere parken rekening gehouden is met deze oefengebieden. Derhalve is noch bij het geclusterde, noch bij het versnipperde scenario belemmering van deze oefengebieden te verwachten. Bij veel verdere ontwikkeling dan 1.000 MW zou een inperking van de Noordzee als oefengebied mogelijk belemmerend kunnen werken.

12.5.3 Visserij

In paragraaf 11.13 is aangegeven dat voor Tromp Binnen een mogelijke effectieve areaalvermindering van maximaal 0,1% aan de orde kan zijn. Voor parken met een ruim 3 maal zo

groot oppervlak zal het verlies derhalve maximaal 0,5% bedragen. Dit betekent niet dat de vangst met 0,5% terugloopt. De visserij zal zich naar andere locaties verplaatsen, terwijl de omvang van de visstapels praktisch niet wordt beïnvloed. Bij het versnipperde scenario zal de koers mogelijk vaker aangepast moeten worden dan bij een geclusterd scenario. De vangst wordt door de scenario's niet beïnvloed, maar bepaald door hele andere zaken zoals overbevissing, vangstbeperkingen en de verwachte stijging van de olieprijs op de langere termijn.

12.5.4 Luchtvaart

In paragraaf 11.14 is aangegeven dat van alle soorten vliegverkeer alleen structurele hinder van het helikopterverkeer mogelijk is. In het luchtruim boven Tromp Binnen zijn geen *helicopter protected zones* (HPZ), of *helicopter traffic zones* (HTZ) in het geding. Dit geldt ook voor het geclusterde scenario aangezien de betreffende parken dichtbij Tromp Binnen gelegen zijn. De search and rescue activiteiten van de kustwacht worden binnen de windturbineparken bemoeilijkt, maar niet onmogelijk gemaakt. Daarbij is er geen duidelijk verschil tussen geclusterde en versnipperde parken aan te wijzen.

12.5.5 Zand- en grindwinning en baggerstort

In beginsel zouden de effecten van aanleg, gebruik en afbraak van de GBS-funderingen kunnen cumuleren met die van zand- , grindwinning en baggerstort. De GBS-effecten qua geluid, vertroebeling en bodemaantasting zijn echter blijkens de hoofdstukken 5 en 8 tot maximaal enkele kilometersafstand (maximaal 5 km) buiten het park van invloed. Aangezien de dichtstbijzijnde zandwingebieden en baggerstortgebieden op tenminste 15 km afstand zijn gelegen, is een dergelijk cumulatie niet aan de orde. Voor de effecten van de kabels op deze activiteiten wordt verwezen naar de betreffende delen in de hoofdstukken 8 en 10.

12.5.6 Cumulatie van overige milieueffecten door alle gebruikers van de Noordzee

In de vorige paragrafen zijn de milieuaspecten vogels, onderwaterleven en geomorfologie reeds behandeld. De vraag die nog beantwoord moet worden is of er nog andere milieuaspecten zijn waar Tromp Binnen invloed op heeft. Daarbij worden milieuaspecten waaraan Tromp Binnen niet bijdraagt, zoals afval- en koelwaterlozingen, expliciet uitgesloten.

De richtlijnen (tabel 3) noemen naast de bovengenoemde onderwerpen: energieopbrengst en emissiebalans, emissies naar water en lucht, landschap / zichtbaarheid, ruimtegebruik, cultuurhistorie en archeologie en kustveiligheid.

De invloed van Tromp Binnen op landschap/zichtbaarheid en kustveiligheid zijn nihil. Daarom is behandeling van cumulatie van deze aspecten niet aan de orde.

Energieopbrengst en emissiebalans van windturbineparken zijn niet goed te vergelijken met energieopbrengst van bijvoorbeeld olie- en gasplatforms. Daarom wordt cumulatie daarvan niet behandeld.

Emissies naar water en lucht op de Noordzee zijn voornamelijk afkomstig van scheepvaart en luchtvaart. Daarnaast zijn lozingen en deposities van bronnen op het land van invloed op de waterkwaliteit van de Noordzee. De emissies waaraan Tromp Binnen bijdraagt zijn die van de aanleg- en onderhoudsactiviteiten. Het gaat voornamelijk om verzurende emissies van de betrokken scheep- en luchtvaart. De bijdrage is minimaal en bovendien tijdelijk. Omdat de zee niet bijzonder verzuringsgevoelig is, is cumulatie geen wezenlijke aandachtspunt.

Ruimtegebruik is als aandachtspunt reeds behandeld en is een expliciete beoordelingsmaatstaf van het project. Er zijn uit de beschouwing van alle activiteiten geen wezenlijke ruimtelijke beperkingen naar voren gekomen. Er blijkt ook nog wel ruimte voor verdere ontwikkeling van alle nuttige en noodzakelijke activiteiten.

De diverse activiteiten stuitten soms op elementen van cultuurhistorie en archeologie. Deze waarden zijn echter reeds door regelgeving geborgd. Niet gebleken is dat door alle activiteiten en zelfs de cumulatieve groei daarin deze waarden in het geding komen.

Gezien de zeer geringe cumulatie blijkens het voorgaande, bleek het niet zinvol onderscheid te maken in geclusterde en versnipperde scenario's.

12.6 Algehele conclusies cumulatie

In onderstaande tabel 12.17 zijn de effecten van cumulatie kwalitatief weergegeven voor de maximale geclusterde en versnipperde scenario's.

Tabel 12.17 Overzichtstabel cumulatieve effecten

aspect	Geclusterd scenario	versnipperd scenario
geomorfologie	0	0
vogels	0/-	0/-
onderwaterleven	-	-
scheepvaart(veiligheid)	0	0/-
offshore mijnbouw	0	0
militaire activiteiten	0	0
visserij	0	0
luchtvaart	0	0
zand- en grindwinning en baggerstort	0	0
overige milieuaspecten	0	0

Geconcludeerd kan worden dat de effecten tussen beide scenario's niet veel verschillen, maar dat vanuit het oogpunt van scheepvaartveiligheid het geclusterde scenario iets gunstiger is.

De negatieve effecten op onderwaterleven ontstaan omdat er in de scenario's die in tabel 12.17 worden beschouwd wordt geheid. Indien er wordt gecumuleerd met parken die niet heien (bij toepassing van Gravity Based funderingen in de minimumvarianten) zijn er geen effecten voor onderwaterleven te verwachten die als negatief (-) worden beschouwd.

13 Mitigatie, compensatie en meest milieuvriendelijk alternatief 13.1
13.1 Overzicht mitigerende maatregelen 13.1
13.2 Afweging mitigerende maatregelen 13.3
13.2.1 Mitigatie effecten op vogels 13.3
13.2.2 Mitigatie effecten onderwaterleven 13.6
13.2.3 Mitigatie-effecten op scheepvaartveiligheid 13.8
13.2.4 Mitigatie elektriciteitskabel en aanlanding 13.11
13.2.5 Mitigatie cumulatieve effecten 13.11
13.3 Compenserende maatregelen 13.12
13.4 Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA) 13.12
13.4.1 Basis voor het MMA 13.12
13.4.2 Mitigerende maatregelen in het MMA 13.15

13 MITIGATIE, COMPENSATIE EN MEEST MILIEUVRIENDELIJK ALTERNATIEF

13.1 Overzicht mitigerende maatregelen

In de voorgaande hoofdstukken is per onderwerp al ingegaan op de mogelijke mitigerende maatregelen. Deze mogelijke maatregelen worden hier samengevat en afgewogen. In de paragrafen 13.1 en 13.2 wordt ingegaan op mitigatie, in paragraaf 13.3 op compenserende maatregelen en in de laatste paragraaf op het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA).

Tabel 13.1 geeft in volgorde van de hoofdstukken een overzicht van de mogelijke mitigerende maatregelen. Het betreft mitigerende maatregelen in alle fasen van de levenscyclus van het windturbinepark.

Tabel 13.1 Mitigerende maatregelen per aspect

onderwerp vermindering:	mitigerende maatregelen		fase A= aanleg G= gebruik V=verwijdering	onderdeel MMA?
effecten op vogels	a	vogelvriendelijke inrichting	G	nee
	b	alternatieve vorm park	G	nee
	c	turbines stilzetten bij extreme situaties	G	ja
	d	optimaliseren detecteerbaarheid turbines door licht/geluid	G	nee
	e	beperken heien tot periode juni-september en geleidelijke start heien[1]	A	nee
	f	vermijden felle nachtverlichting tijdens normaal bedrijf en onderhoud	G	ja
	g	corridors	G	nee

[1] Uitsluitend van toepassing bij Alternatief 1 en Alternatief 3; geldt derhalve niet voor VA en Alternatief 2.

onderwerp vermindering:	mitigerende maatregelen	fase A= aanleg G= gebruik V=verwijdering	onderdeel MMA?
effecten op onderwaterleven	mitigatie geluid van heien		
	h zachte start	A/V	nee
	i technische geluidsmaatregelen[1)]		
	intrillen heipalen	A	nee
	toepassing bellenscherm	A	nee
	opblaasbare koker	A	nee
	toepassing telescopische buis met kunststofschuim	A	nee
	j gebruik pingers of sealscarers	A/V	nee
effecten op scheepvaart en veiligheid	k oriëntatie en vorm park	G	nee
	l vergroting afstand tot routes	G	nee
	m ruimte kruisend verkeer	G	nee
	n routeringsmaatregelen	G	nee
	o gebruik van AIS	G	nee
	p faciliteren sleepboot (De Waker of andere)	G	ja
	q uitbreiding VTS	G	nee
elektriciteitskabel en aanlanding	r combinatie kabels en stopcontact op zee	A/G	nee
	s combinatie met bestaande leidingstraten of geroerde grond	A	nee
cumulatieve effecten (par. 12.2.6)	t gecumuleerd zo min mogelijk vogelslachtoffers per MWh	G	nee
	u minimaliseren randen door parken zorgvuldige combinatie	G	thans n.v.t.

De maatregelen gelden – tenzij anders aangegeven – zowel voor de voorgenomen activiteit als de alternatieven.

Bij de keus om een mitigerende maatregel onderdeel van het MMA te laten zijn, zijn de volgende overwegingen doorslaggevend geweest:

- het MMA moet een duidelijke verbetering bieden ten opzichte van de voorgenomen activiteit; mitigerende maatregelen voor onderwatergeluid zijn bij Tromp Binnen bijvoorbeeld niet nodig in verband met de GBS-fundering en daarom geen onderdeel van het MMA
- er moet bij het MMA worden uitgegaan van de best bestaande technieken/mogelijkheden

- het MMA moet binnen de competentiesfeer van RWE liggen.

Op grond van deze overwegingen, de gunstige ligging van Tromp Binnen én de milieuvriendelijkheid van de voorgenomen activiteit zijn slechts enkele extra mitigerende maatregelen in het MMA opgenomen. Zie verder paragraaf 13.4.

13.2 Afweging mitigerende maatregelen

13.2.1 Mitigatie effecten op vogels

a Vogelvriendelijke inrichting

Onduidelijk is of verdere inrichtingsmaatregelen nog effect sorteren op zeevogels omdat de mate van verstoring van verschillende configuraties van windturbines, de stimulus van verstoring, alsook de mate waarin vogels uiteindelijk zullen wennen aan windturbines, niet bekend zijn. Op grond van de eerste resultaten van Deense studies[2] moet worden aangenomen dat het windturbinepark, inclusief een zone van enkele kilometers eromheen, geheel gemeden zal worden door duikers, jan-van-genten en alkachtigen, maar dat meeuwen en sterns er zullen blijven komen. De grootte van dit effect sluit variatie hiervan door verandering van inrichtingsvariabelen van het windturbinepark uit; alleen op grotere afstand van het windturbinepark kunnen inrichtingsvarianten wellicht effect sorteren, als functie van de totale geluidsemissie. Effecten van verandering van ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de windturbines, windturbineverlichting of lay-out van het windturbinepark op zeevogels, zijn onbekend. Op dit moment kan daarom alleen gesteld worden dat een groter ruimtebeslag vermoedelijk een navenant groter effect op de ter plaatse verblijvende zeevogels zal hebben. Configuraties die dus tot een groter ruimtebeslag leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines) zijn dus relatief ongunstig. Om deze reden lijken ook alternatieven met "corridors" voor passerende vogels ongunstig, tenzij deze corridors zodanig breed zijn dat er sprake is van open zee, zonder randeffecten van de aanpalende delen van het windturbinepark. Vooralsnog is het echter onduidelijk op welke afstand een windturbinepark nog zeevogels verstoort en daarmee ook hoe breed dergelijke corridors dan zouden moeten zijn.

Voor passerende trekvogels kunnen verschillende inrichtingsvarianten wel een effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. Er zijn echter geen onderzoeksgegevens beschikbaar waaruit zou kunnen blijken welke van deze maatregelen een reële verbetering ten opzichte van een basisvariant zouden kunnen betekenen. Mogelijk kan nog geleerd worden

---

[2] Horns Rev (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005)

van de ervaringen die worden opgedaan bij de reeds bestaande windparken OWEZ en Prinses Amaliawindpark, hierdoor kunnen later wellicht nog belangrijke mitigerende maatregelen worden geformuleerd.

Geconcludeerd kan worden dat er te weinig kennis is van aanvaringsslachtoffers bij windturbineparken op zee om een specifiek vogelvriendelijke inrichting van het park te kunnen ontwerpen. Als mitigerende maatregel valt zo'n ontwerp dus af.

b Alternatieve vorm park
Hierbij geldt hetzelfde als onder **a**.

c Turbines stilzetten bij extreme situaties
Omdat blijkens ervaringen op land de meeste vogelslachtoffers vallen tijdens extreme weersomstandigheden (nacht, mist, harde wind) en als er veel vogels passeren, is het zinvol turbines stil te zetten tijdens dergelijke extreme omstandigheden op die momenten dat veel vogels passeren. Redelijkerwijs kan hier een positief effect van verwacht worden. Daarom vormt het een onderdeel van het MMA. De kennis is overigens ontoereikend om het effect te kwantificeren.

d Optimaliseren detecteerbaarheid turbines door licht/geluid
Zoals uit hoofdstuk 7 is gebleken, kunnen vogels door licht aangetrokken worden. Derhalve zou het extra verlichten van turbines een averechts effect kunnen hebben. Geluidssignalering is eveneens een maatregel waarvan de effecten niet goed in te schatten zijn. Daarbij moet bedacht worden dat het achtergrondgeluidniveau op zee onder vele weersomstandigheden reeds hoog zal zijn, zodat het moeilijk is om hier boven uit te komen. Het zijn echter juist deze zware weersomstandigheden (mist, harde wind) die vermoedelijk de meeste slachtoffers veroorzaken en waaronder dus mitigatie gewenst zou zijn. Omdat effecten niet aan te geven zijn, zijn deze maatregelen geen onderdeel van het MMA.

e Heien beperken tot periode juni - september
Tijdens de aanleg worden de grootste effecten verwacht van het onderwatergeluid tijdens het heien, en in de maanden dat er relatief grote aantallen verstoringsgevoelige zeevogelsoorten in het gebied aanwezig zijn. Deze verstoring is overigens niet alleen een gevolg van het geluid, maar tevens van de visuele aanwezigheid. Hoe vroeger in het jaar gebouwd wordt, hoe groter de verstoring zal zijn. Vanaf mei/juni tot en met september is nauwelijks een effect op zeevogels te verwachten, omdat de meest verstoringsgevoelige soorten (alk en zeekoet, en eventueel ook duikers en zee-eenden) dan elders verblijven. Aannemende dat heien een cruciale verstoring is (boven op de reeds verstorende aanwezigheid van werkschepen) zou

een mogelijke mitigerende maatregel zijn om pas na 31 mei met heien te beginnen en voor 1 oktober te stoppen.

Het verdient de voorkeur om de werkzaamheden geleidelijk op te starten. Vogels krijgen hierdoor de gelegenheid om het gebied te verlaten, eventuele gehoorbeschadiging wordt hierdoor voorkomen. Voor de mogelijkheden om onderwatergeluid tijdens de aanleg te reduceren wordt verwezen naar het gestelde onder **i**.

Het is van belang dat ter plaatse van het plangebied gericht onderzoek naar het voorkomen van verstoringsgevoelige soorten wordt ondernomen. Indien zou blijken dat deze soorten al half mei vertrokken zijn uit het plangebied, zou eerder met de bouw gestart kunnen worden. De temporele resolutie van de huidige set gegevens ten aanzien van het rond het plangebied voorkomen van deze zeevogels is nog volstrekt onvoldoende voor een dergelijke analyse.

f Vermijden van vogels aantrekkende nachtverlichting

Onderzoek op een offshore platform van de NAM heeft laten zien, dat de kleur van de nachtverlichting invloed heeft op het gedrag c.q. de aanwezigheid van vogels (Van Laar, 2007)[3]. Rood en wit licht zijn erg nadelig voor de vogels. Blauw licht werkt nauwelijks verstorend voor de trek. In blauw licht kunnen mensen op boorplatforms echter niet werken. Groen licht is een goed alternatief; 80% van de vogels vliegt ongestoord verder. In tegenstelling tot de situatie op een offshore gasplatform gaat het bij een windturbinepark vooral om navigatieverlichting. Eerder is al aangegeven dat daarvan geen effect wordt verwacht. Wel kan de verlichting op (grote) werkschepen een probleem vormen als deze gedurende donkere nachten vogels aantrekt terwijl de windturbines draaien. Onderhoudswerkzaamheden dienen daarom 's nachts vermeden te worden, zeker gedurende de trekseizoenen. De suggestie voor een andere kleur voor de nachtverlichting van olie- of gasplatforms is vooral van belang om eventuele cumulatieve effecten tegen te kunnen gaan. Hierover zouden dan nadere afspraken moeten worden gemaakt.

Tijdens regulier bedrijf brandt alleen de vereiste veiligheidsverlichting. Aanpassingen daaraan zijn niet toegestaan.

Tijdens onderhoud in donkere uren zal verlichting noodzakelijk zijn om aan te meren met schepen. Deze verlichting zal weinig branden omdat het meeste onderhoud 's zomers en gedurende daguren (10 werkuren per dag) gepland is. Daarnaast is de tijd van aanlanding, waarin deze verlichting moet branden, relatief kort. Om aantrekken van vogels verder te

---

[3] F.J.T van de Laar, 2007. Groen licht voor vogels. Onderzoek naar het effect van een vogelvriendelijke lichtkleur

verminderen streeft RWE er naar voor alle externe verlichting anders dan de veiligheidsverlichting van de turbines, speciale groene verlichting toe te passen. Een dergelijke verlichting is onderdeel van het MMA.

g Corridors

Een mogelijkheid is om een corridor te creëren tussen twee windturbineparken. Onder punt **a** is geconcludeerd dat configuraties, die tot een groter ruimtebeslag leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines), relatief ongunstig zijn. Om deze reden lijken ook alternatieven met "corridors" voor passerende vogels ongunstig, tenzij deze corridors zodanig breed zijn dat er sprake is van open zee, zonder randeffecten van de aanpalende delen van het windpark. Vooralsnog is het echter onduidelijk op welke afstand een windturbinepark nog zeevogels verstoort en daarmee ook hoe breed dergelijke corridors dan zouden moeten zijn. Er wordt echter van uitgegaan dat de parken in de naaste omgeving zodanig dicht naast Tromp Binnen gesitueerd worden dat corridors tussen de parken niet aan de orde zullen zijn.

13.2.2 Mitigatie effecten onderwaterleven

h Zachte start

Het is zinvol om in het geval dat heien (de alternatieven met monopaal, tripod en jacket) noodzakelijk is, de geluidssterkte van het heien geleidelijk op te voeren om daarmee vogels, vissen en zeezoogdieren die gevoelig zijn voor geluid de gelegenheid te geven om te vluchten en zo ernstige of zelfs levensbedreigende schade te voorkomen. Op deze wijze wordt permanente gehoorschade of zelfs sterfte van deze dieren voorkomen. Het verschil in geluidsdruk tussen het begin en eind van de zachte startperiode bedraagt ongeveer 8 dB (Robinson et al., 2007). Bij het verwijderen van monopalen met behulp van zagen of slijpen kunnen ook hoge geluidsniveaus optreden. Derhalve is dan eveneens een zachte start mogelijk zinvol. Bij de aanleg en verwijdering van GBS funderingen, zoals voorgenomen, worden blijkens hoofdstuk 8 niet dermate hoge onderwatergeluidsniveaus geproduceerd dat op grote schaal onderwaterleven verstoord wordt. Een zachte start is om die reden niet nodig. De masten worden namelijk met behulp van flenzen op de fundering geplaatst en met bouten vastgezet c.q. losgemaakt, waarbij geen zeer hoge geluidsniveaus te duchten zijn.

i Technische geluidsmaatregelen (zie hoofdstuk 8 voor details)

Theoretisch zijn er vele mogelijkheden om genoemde effecten te mitigeren. In OSPAR (2006) worden o.a. de volgende maatregelen genoemd: bellengordijnen ("bubble curtains"), akoestische of stroboscopische afweersystemen, aanbrengen van isolatiematerialen van rubber of schuim rond de palen of het plaatsen van een 'kussen' tussen heiblok en paal.

Onlangs zijn door Nehls et al. (2007) de verschillende methoden voor de reductie van het onderwatergeluid door heien geïnventariseerd en op hun effectiviteit en toepasbaarheid beoordeeld. Dit betreft het gebruik van bellenschermen, opblaasbare kokers en telescopische buizen met kunststofschuim.

Bellenschermen
Nehls e.a. stellen vast dat bellengordijnen, ondanks de bewezen effectiviteit (zie bijvoorbeeld Würsig et al., 2000), beperkt toepasbaar zijn in offshore gebieden waar sprake is van relatief grote waterdiepten, van stroming alsmede van getij- en golfwerking.

Opblaasbare kokers
Dit is een opblaasbare, aan het heiplatform bevestigde koker, die om de paal naar beneden wordt gelaten alvorens het heien te starten. Tijdens het heien bevindt zich in de koker een luchtlaag van ongeveer 5 cm. Naar verwachting kan hiermee een demping van 20 dB worden gerealiseerd.

Telescopische buizen
Deze techniek bestaat uit een telescopische buis, met daarin een 10 cm dikke, isolerende schuimlaag. De buis wordt (in delen) op de zeebodem gezet waarna de te heien paal erin wordt geplaatst. Hiermee kan een demping van 15 dB worden bereikt.

Volgens Nehls et al. (2007) leidt het toepassen van de laatste 2 methoden tot een substantiële reductie van de effecten op geluidsgevoelige mariene organismen. Zij schatten in, dat de afstanden waarbij fysieke schade dan wel verstoring optreedt met respectievelijk 90% en 67% kunnen worden gereduceerd.

Intrillen heipalen
Gerasch et al. (Gerasch, 2003) schatten de geluiddrukniveaus van het intrillen van de monopalen op 30 dB lager dan bij heien. De voor het geluid maatgevende frequentie is daarnaast bij intrillen ook nog lager dan bij heien. Afhankelijk van de bodemgesteldheid kan het nodig zijn om voor het laatste stuk toch nog over te gaan op heien.

j Gebruik van pingers of sealscarers
De gedachte achter deze instrumenten is dezelfde als die achter de zachte start: probeer de dieren te verdrijven die door heien beschadigd zouden kunnen worden. Echter, de effectiviteit van dit soort instrumenten wordt betwijfeld omdat hun geluidsterkte veel kleiner is dan heien en daarmee de dieren ook niet met zekerheid op voldoende afstand zullen houden.

13.2.3 Mitigatie-effecten op scheepvaartveiligheid

k Oriëntatie en vorm windturbinepark

Het windturbinepark is ontworpen met de intentie de scheepvaart minimaal te belemmeren en maximale veiligheid te bieden. Derhalve is het gelegen langs en op voldoende afstand van de drukke vaarroutes. De oriëntatie is haaks op de drukke noordoost-zuidwest route. Langs deze route is het aantal turbines in de eerste lijn die aangevaren kunnen worden, relatief klein. Substantiële verbeteringen door een andere vorm zijn dan ook niet te halen.

l Vergroting afstand tot routes

De meest effectieve maatregel is om de afstand van het passerende verkeer tot het windturbinepark te vergroten. De wettelijke afstand is 500 meter. Het plaatsen van een boei op grotere afstand helpt niet, omdat schepen in de praktijk aan weerszijden van een boei passeren indien er niet werkelijk gevaar dreigt. Andere manieren om de afstand tot het passerende verkeer te vergroten zijn: het park kleiner maken en het instellen van "traffic lanes" (verkeersstelsels) bij een windturbinepark.

Voor Tromp Binnen zal de eerste optie maar beperkt helpen, omdat een deel van de verkeersstromen mee zal schuiven wanneer er turbines aan de buitenkant van het park worden weggehaald[4]. Deze maatregel heeft ook weinig invloed op niet-routegebonden schepen die vlak langs het park zullen blijven varen.

Alleen de instelling van "traffic lanes" (verkeersgeleiding) zou effectief kunnen zijn. Hiervoor moet echter internationale medewerking worden verkregen. Dat vereist weer een dringende noodzaak die vooralsnog ontbreekt vanwege de lage intensiteiten van het passerende verkeer.

Het instellen van een verplicht stelsel nabij een windturbinepark lijkt al met al geen reële optie.

m Ruimte kruisend verkeer

Het windturbinepark is geen belemmering voor kruisend verkeer. Het leidt wel tot een vermindering van het zicht en ook tot verstoring van de radarbeelden "in de schaduw" van het windturbinepark. Extra ruimte creëren voor kruisend verkeer is niet realistisch zonder dwingende verkeersmaatregelen (zie vergroting tot afstand routes).

---

[4] Vergroting van de afstand tot vaarroutes leidt slechts tot een verlegging van de vaarpatronen (MARIN, 2008)

n Routeringsmaatregelen

Routeringsmaatregelen lopen tegen de eerder genoemde begrenzingen op. Een bufferzone is om dezelfde reden als afstandvergroting niet zinvol.

o Gebruik van AIS

Sinds 1 januari 2005 hebben alle schepen boven 300 Gross Tonnage (ongeveer 55 m) een AIS-transponder (Automatic Identification System, zie hoofdstuk 9), die de positie van het schip continu uitzendt. In de buurt varende schepen kunnen deze signalen ontvangen en hiermee zijn de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend.

AIS, mits geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, biedt dan ook extra mogelijkheden om het kruisende schip vroegtijdig te signaleren. Te meer daar AIS niet verstoord wordt door het windturbinepark. De verwachting is dat AIS bij die schepen waarbij AIS wordt geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, de veiligheid op zee zal bevorderen. De verwachting is dat daardoor de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen met circa 20%.

Het is de verwachting dat in de toekomst steeds meer kleinere schepen, waaronder vissers, met een AIS-transponder gaan varen, waardoor het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot wordt.

Gebruik van AIS is een maatregel die niet binnen de competentie van RWE valt. Uiteraard is RWE bereid om alle maatregelen te faciliteren die nodig zouden zijn om de functionering van deze systemen te garanderen. Vooralsnog wordt er echter van uitgegaan dat het park de functionering van AIS niet zal belemmeren.

p Faciliteren sleepboot

Een goede mogelijkheid om een storing in de voortstuwing van een schip niet tot een aandrijving te laten leiden is om een dergelijke "drifter" vroegtijdig op te vangen door een sleepboot. De Waker is een sleepboot van de overheid die naar een drifter wordt gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. De Waker kan dus een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt.

Beschikbaarheid van De Waker reduceert de kans op aandrijvingen ter plekke met ongeveer 70% (MARIN, 2008). Deze reductie is in vergelijking met andere windturbineparken hoog omdat De Waker relatief dichtbij ligt (Den Helder). Bovendien ligt het windturbinepark relatief ver van de drukste verkeersstromen, waardoor de aandrijvingen die op zullen treden, zullen

plaatsvinden door schepen die al enige uren driften. Er is daarom relatief veel tijd om in te kunnen grijpen.

De inzet van De Waker (of een andere sleepboot met dezelfde functie) is effectief om de scheepvaartveiligheid ten gevolge van aandrijvingen te verminderen. RWE wil het gebruik van een dergelijke sleepboot dan ook graag faciliteren. RWE is bijvoorbeeld desgewenst bereid om een aanlegplaats voor gemeenschappelijk belang binnen Tromp Binnen te faciliteren, bijvoorbeeld bij het geplande transformatorstation. Hiervan zou ook De Waker gebruik kunnen maken. Derhalve is facilitering van De Waker onderdeel van het MMA.

q Uitbreiding van VTS

De huidige radargeleide VTS-systemen zouden uitgebreid kunnen worden naar windturbineparken op de Noordzee. Daarmee zou gesignaleerd kunnen worden of schepen de veiligheidszone van het windturbinepark naderen of overschrijden. Daartoe zouden de radarsystemen versterkt en uitgebreid moeten worden met steunradars om rondom de parken schepen te kunnen waarnemen. De kosten van een dergelijk systeem zijn hoog (enkele miljoenen euro's per jaar[5]). Een dergelijke uitbreiding kan uiteraard alleen tot stand komen door nauwe samenwerking tussen alle betrokkenen. Mocht dit aan de orde zijn dan zal RWE daaraan graag haar bijdrage leveren.

Het park Tromp Binnen ligt buiten het bereik van alle huidige walradars en kan dus ook niet door een bestaand VTS-systeem bestreken worden. Wellicht dat in de toekomst de radars verzwaard worden of uitgebreid met lokale radarzenders en -ontvangers. Duidelijk is dat zowel het huidige VTS-systeem als eventuele toekomstige alternatieve systemen niet onder verantwoordelijkheid van RWE geïmplementeerd kunnen worden. Ze zijn bovendien dermate kostbaar dat implementatie voor een windturbinepark waarschijnlijk te kostbaar is. Deze mitigerende maatregel is daarom op dit moment enigszins speculatief. Vanwege het speculatieve karakter en vanwege het feit dat deze maatregel niet door RWE kan worden gerealiseerd, is er voor gekozen een dergelijke systeemuitbreiding geen onderdeel van het MMA te laten zijn.

---

5 MARIN, C. van der Tak 2008

13.2.4 Mitigatie elektriciteitskabel en aanlanding

Ten aanzien van de aanlanding van de kabel is de belangrijkste mitigerende maatregel een goede locatiekeuze, dus aanlanden op een plek waar aansluitingsmogelijkheden zijn én geen zwaarwegende natuurwaarden gemitigeerd of gecompenseerd dienen te worden.

r Stopcontact op zee

De effecten van aanleg, gebruik en verwijdering van de kabels zijn zo gering dat mitigerende maatregelen niet nodig zijn. Dit geldt zowel voor de voorgenomen activiteit als voor de alternatieven. Vanwege de verwachte uitbreiding van offshore windcapaciteit op de Noordzee wordt in de aangenomen Motie Samsom (Motie Samsom, 2008)[6] voorgesteld om te zorgen voor een geoptimaliseerd elektriciteitsnetwerk op zee waarop offshore initiatieven kunnen aansluiten. Voor realisatie van dit stopcontact op zee wordt een belangrijke rol toegedacht voor TenneT. Voor RWE zou een dergelijk stopcontact een goed alternatief zijn in plaats van aanlanding aan de kust via een eigen tracé. Het besluit voor een dergelijk stopcontact op zee ligt buiten de competentie van RWE. RWE is graag bereid om over dergelijke initiatieven mee te denken en mee te werken in faciliterende zin. Vanwege deze positie van RWE wordt deze mitigerende maatregel niet in het MMA opgenomen.

s Combinatie met bestaande leidingstraten of geroerde grond

De verstoring van de zeebodem en de traverses op land zouden geminimaliseerd kunnen worden door de kabels te leggen binnen bestaande leidingstraten of reeds om andere redenen geroerde grond. In de praktijk is dit heel lastig omdat begin- en eindpunt van de kabel min of meer vast liggen en er maar beperkte omwegen mogelijk zijn in verband met grote aanlegkosten of elektrische verliezen. Dit is in het licht van het beperkte en tijdelijke effect niet te verantwoorden. Bestudering van de mogelijke routes van het externe kabeltracé heeft tot de conclusie geleid dat een dergelijke combinatie niet mogelijk bleek.

13.2.5 Mitigatie cumulatieve effecten

t Gecumuleerd zo min mogelijk vogelslachtoffers per MWh

Aangezien de aantallen en types van de windturbines per windturbinepark weinig effect lijken te hebben op zowel de lokaal verblijvende zeevogels als op de trekvogels, dient in ieder windturbinepark gestreefd te worden naar maximale energieopbrengst per hectare, zodat een zo gering mogelijk oppervlak aan windturbineparken nodig zal zijn, met zo groot mogelij-

---

[6] Aangenomen Motie Samsom et al. Tweede Kamer 31239, nr. 17 ("Stopcontact op zee"), vergaderjaar 2007–2008

ke turbines (bij grote turbines is het risico op botsingen door vogels per hoeveelheid geplaatst vermogen kleiner dan bij kleinere turbines) om de gestelde energiedoelen te halen.

Het maximaliseren van de energieopbrengst ten einde per MWh zo min mogelijk vogelslachtoffers te veroorzaken is uitgevoerd binnen het beschikbare grondoppervlak, zoals hiervoor reeds beschreven. Ter beperking van cumulatie-effecten zou in theorie een rij van oostwest georiënteerde lijnen het aantal vogelslachtoffers kunnen minimaliseren. Zeker is dit echter niet en een dergelijk park zou een grote barrière voor de scheepvaart betekenen. Derhalve zijn er geen realistische maatregelen om cumulatie te verminderen.

u Minimaliseren randen door zorgvuldige combinatie van windturbineparken
Omdat ook aan de randen van de windturbineparken verstoring wordt verwacht, kan winst worden gehaald ten aanzien van verstoring van lokaal verblijvende zeevogels, door zo weinig mogelijk randen te creëren. Dit wordt deels bereikt binnen het huidige geclusterde scenario; met meerdere Tromp parken dicht bijeen. Een grotere "superlocatie" levert voor de vogels minder cumulatieve verstoring op. Zo'n cluster moet dan wel uiterst zorgvuldig worden gekozen in verband met andere belangen, als scheepvaart of verstoring van andere biota, met name de zeezoogdieren.

Zorgvuldige combinatie van windturbineparken is bij de Tromp-locatie in de toekomst mogelijk door combinatie met het park Den Helder van Airtricity en met de RWE-parken Tromp-west en Tromp-oost. Dit ligt echter niet binnen de competentie van RWE en kan daarom geen onderdeel van het MMA zijn.

13.3 Compenserende maatregelen

Compenserende maatregelen zijn aan de orde als niet door mitigerende maatregelen het ontstaan van significante effecten voorkomen kan worden. Dit is blijkens de Passende Beoordeling niet aan de orde.

13.4 Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA)

13.4.1 Basis voor het MMA

Het Meest Milieuvriendelijke Alternatief van een voornemen is het alternatief met per saldo de minste negatieve milieugevolgen. De kwalificatie "meest milieuvriendelijk" kan betrekking hebben op de aanlegfase, de gebruiksfase en de verwijderingsfase.

Aanlegfase

In de aanlegfase blijkt het heien de grootste verstoring voor het onderwaterleven te betekenen. Bovendien worden de vogels er door verstoord (zie hoofdstukken 7 en 8). Daarom is aanleg van een fundering, waarbij niet geheid wordt het meest milieuvriendelijk qua aanleg van het park. Dit wordt bij dit initiatief bereikt door toepassing van een Gravity Based fundering. Deze maakt derhalve onderdeel uit van het MMA.

De aanleg van de kabels via jetting is blijkens hoofdstuk 3 en 5 te beschouwen als MMA en wordt toegepast. Combinatie van kabeltracés wordt – indien praktisch mogelijk – toegepast. Verdere mitigatie is voor de aanlegfase daarom geen onderdeel van het MMA.

Het transformatorstation is zowel bij de voorgenomen activiteit als bij de alternatieven in het midden van het park gesitueerd; dit is zowel vanuit oogpunt van scheepvaartveiligheid als vanuit energieoogpunt de meest optimale locatie en is daarom opgenomen in het MMA.

Gebruiksfase

Complicerende factor bij de alternatieven voor windturbineparken is dat de alternatieven niet evenveel elektriciteit genereren. Zoals uit hoofdstuk 4 gebleken is, bedraagt het verschil tussen de alternatieven wel 25% ten opzichte van het gemiddelde. Voor een alternatief met minder opwekking moet dus extra capaciteit bijgebouwd worden om de regeringsdoelstelling van 6.000 MW wind op zee te behalen. Daarom worden de milieugevolgen per MWh als de juiste maatstaf beschouwd om alternatieven in de gebruiksfase met elkaar te vergelijken.

De effecten per MWh zijn in tabel 13.2 samengevat. Daarbij zijn de niet onderscheidende elementen weggelaten. Voor de 5MW alternatieven zijn alleen de Gravity Based funderingen beschouwd omdat de variant jacket geen verbetering betekent. Dit geldt met name voor aanvaringsrisico's, maar ook voor de noodzaak tot heien in de aanlegfase bij jacketfunderingen.

De vermeden hoeveelheid CO_2 en andere emissies (SO_2 en NO_x) die met conventionele elektriciteitsopwekking gepaard gaan, zijn volledig gekoppeld aan de energieopbrengst. Om geen dubbeltellingen te maken zijn deze elementen niet apart in de tabel opgenomen.

Tabel 13.2 Relatieve beoordeling gebruiksfase van de alternatieven ten opzichte van het nulalternatief tijdens gebruik uitgedrukt in effect per MWh

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD GBS	A1: 3,6 HD mono-paal	A2: 5,0 LD GBS	A3: 3,6 LD mono-paal
energieopbrengst	0	++	++	+	+
Vogels					
aanvaringsrisico	0	0/-	-	0/-	-
barrièrewerking	0	0	0	0	0
verstoring	0	0/-	0/-	0/-	0/-
onderwaterleven	0	0	0	0	0
scheepvaartveiligheid					
risico op aanvaringen en aandrijvingen	0	0/-	-	0/-	-

Per saldo blijken de 5 MW turbines het gunstigste te scoren voor vogelaanvaringen en scheepvaartveiligheid. Dit hangt samen met het geringere aantal turbines van deze varianten. De voorgenomen activiteit scoort qua energieopbrengst gunstig zodat de voorgenomen activiteit (VA) de basis is voor het MMA.

Verwijderingsfase

De verwijdering van het windturbinepark is qua milieugevolgen min of meer vergelijkbaar met de aanlegfase, behalve voor de alternatieven met heipalen. Wel is de onzekerheid in de toe te passen technieken over ruim 20 jaar groot. Een voorzienbaar voordeel van de GBS-fundering is dat deze met relatief weinig verstoring verwijderd kan worden omdat er geen funderingspalen onder water doorgezaagd of geslepen hoeven te worden. Om zeker te stellen dat onderwaterleven in de naaste omgeving geen te hoge geluidsniveaus ondervinden tijdens de verwijdering van monopaalmasten zou gedacht kunnen worden aan een zachte start of de toepassing van pingers. Bij de GBS-funderingen die RWE wil toepassen worden de masten verwijderd door de bouten van de flenzen tussen fundering en mast los te draaien en daarna de mast te verwijderen. Hierbij treden geen hoge geluidsniveaus op en daarom is mitigatie, door toepassing van een 'zachte start' of het gebruik van pingers, niet zinvol.

In paragraaf 3.4.7 (c.q. het Verwijderingsplan in de Wbr-aanvraag) is reeds ingegaan op de verwijdering van het transformatorstation. Omdat de demontage van de onderdelen niet met bijzondere geluids- of andere verstoring gepaard gaat, is de verwijdering van de fundering in die fase maatgevend voor de milieubelasting. De mitigerende maatregelen zijn daarbij

identiek aan die voor de verwijdering van de mastfunderingen, zodat hiervoor geen aparte mitigerende maatregelen gelden.

13.4.2 Mitigerende maatregelen in het MMA

In de vorige paragraaf is aangetoond dat mitigatie van aanleg voor het voornemen niet nodig is. Derhalve blijft mitigatie tijdens de gebruiks- en verwijderingsfase over. De belangrijkste effecten van Tromp Binnen tijdens gebruik zijn aanvaring en verstoring van vogels en beïnvloeding van de scheepvaartveiligheid. De effecten van het voornemen op geomorfologie, bodem- en onderwaterleven en de overige gebruikers van de Noordzee zijn dermate minimaal dat mitigatie daarvoor niet nodig is. De mitigerende maatregelen in de gebruiksfase hebben dan ook alleen op vogels en scheepvaartveiligheid betrekking. Deze zijn reeds genoemd in de sectorale hoofdstukken 7 en 9 en in paragraaf 13.2 samengevat en afgewogen.

De mogelijke mitigerende maatregelen in de verwijderingsfase zijn in de vorige paragraaf behandeld, maar bleken niet zinvol.

De zinvolle mitigatiemaatregelen worden hier overgenomen. Het MMA bestaat derhalve uit de voorgenomen activiteit (VA) met daaraan toegevoegd de volgende mitigerende maatregelen.

Vogels

- Stil zetten van windturbines tijdens weer met slecht zicht, hoge windsnelheden en grote hoeveelheden vogels (c uit tabel 13.1).
- Minimalisatie nachtverlichting voor signalering en onderhoud (d en f uit tabel 13.1); indien vanuit veiligheid toepasbaar wordt hiervoor groene verlichting toegepast.

Scheepvaart

- Faciliteren van een aanlegplaats voor een sleepboot zoals De Waker (p uit tabel 13.1).

Een beschrijving van de volledige effecten van het MMA wordt tezamen met die van het voornemen en de alternatieven behandeld in hoofdstuk 15.

PASSENDE BEOORDELING

TROMP BINNEN

uitgevoerd met bijdragen van buro Bakker en
de hiernaast vermelde partijen.

PONDERA consult

ROYAL HASKONING

Bureau Waardenburg bv

WAGENINGEN UR

A&W ECOLOGISCH ONDERZOEK

Deltares
Enabling Delta Life

HWE

ARCADIS

RWE
The energy to lead

INHOUD

14	Passende Beoordeling windturbinepark Tromp Binnen	14.1
14.1	Inleiding	14.8
14.1.1	Aanleiding	14.8
14.1.2	Achtergrond	14.8
14.1.3	Leeswijzer	14.9
14.2	Beleid en wetgeving	14.10
14.3	Voorgenomen activiteit	14.13
14.4	Afbakening effecten, soorten en gebieden	14.18
14.4.1	Ingreep-effectrelaties	14.19
14.4.1.1	Aanlegfase	14.23
14.4.1.2	Exploitatiefase	14.24
14.4.1.3	Verwijderingsfase	14.26
14.4.2	Vogels	14.26
14.4.2.1	Kolonievogels	14.26
14.4.2.2	Niet-broedvogels	14.28
14.4.2.3	Trekvogels	14.28
14.4.2.4	Zeevogels	14.31
14.4.2.5	Aalscholver	14.32
14.4.3	Zeezoogdieren	14.34
14.4.4	Natura 2000-gebieden	14.35
14.4.4.1	Directe effecten op habitattypen	14.35
14.4.4.2	Indirecte effecten op Nederlandse Natura 2000-gebieden	14.35
14.4.4.3	Buitenlandse Natura 2000-gebieden	14.36
14.5	Huidige situatie	14.39
14.5.1	Vogels	14.39
14.5.1.1	Kolonievogels	14.39
14.5.1.2	Trekvogels	14.44
14.5.2	Zeezoogdieren	14.44
14.5.2.1	Bruinvis	14.46
14.5.2.2	Gewone zeehond	14.48
14.5.2.3	Grijze zeehond	14.49
14.6	Methodologie, effectenanalyse	14.50
14.6.1	Aanvaringsrisico's vogels	14.50
14.6.1.1	Berekening aanvaringsslachtoffers	14.50
14.6.1.2	Flux kolonievogels	14.54
14.6.1.3	Trekvogels	14.56

14.6.1.4 Effectbeoordeling 14.58
14.6.2 Habitatverlies kolonievogels 14.58
14.6.3 Zeezoogdieren 14.58
14.6.3.1 Relaties tussen activiteiten en effecten op zeezoogdieren 14.58
14.6.3.2 Beïnvloeding van zeezoogdieren door onderwatergeluid 14.60
14.6.4 Accumulatie effecten 14.62
14.7 Effectenanalyse 14.63
14.7.1 Aanvaringsrisico's vogels 14.63
14.7.1.1 Kolonievogels 14.63
14.7.1.2 Trekvogels 14.70
14.7.2 Habitatverlies kolonievogels 14.70
14.7.3 Zeezoogdieren 14.72
14.7.3.1 Tijdelijke effecten van aanleg en verwijdering 14.72
14.7.3.2 Semi-permanente effecten van exploitatie – draaiende windturbines 14.74
14.7.3.3 Semi-permanente effecten van exploitatie-onderwatergeluid als gevolg van vaartuigen 14.83
14.7.3.4 Conclusies 14.83
14.7.4 Interne accumulatie 14.84
14.8 Effecten op Natura 2000-gebieden 14.84
14.8.1 Duinen en Lage Land Texel 14.85
14.8.2 Waddenzee 14.85
14.8.3 Duinen Vlieland 14.86
14.8.4 Noordzeekustzone 14.86
14.8.5 Zwanenwater en Pettemerduinen 14.86
14.8.6 Voordelta 14.86
14.8.7 Oosterschelde 14.86
14.8.8 Westerschelde en Saeftinghe 14.87
14.8.9 Bempton Cliffs 14.87
14.8.10 Bass Rock 14.87
14.8.11 Helgoland 14.87
14.9 Cumulatie 14.88
14.9.1 Achtergrond cumulatie 14.88
14.9.1.1 Wettelijk kader 14.88
14.9.1.2 Afbakening van de te beoordelen projecten en plannen 14.89
14.9.1.3 Beoordelingskader 14.90
14.9.2 Resultaten cumulatie met andere projecten of plannen 14.91
14.9.2.1 Vergunde en parken waarvoor een ontwerpbeschikking is afgegeven en die waarschijnlijk gerealiseerd kunnen gaan worden 14.91

14.9.2.2 Tweede Maasvlakte 14.96
14.9.2.3 Toekomstige zandwinningen Noordzee 14.97
14.9.2.4 Conclusies 14.98
14.10 Literatuur 14.100

14 PASSENDE BEOORDELING WINDTURBINEPARK TROMP BINNEN

SAMENVATTING

Inleiding en wettelijk kader
Als eerste stap op weg naar het realiseren van de kabinetsdoelstelling om in 2020 voor 6.000 megawatt aan windenergie op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) te realiseren, heeft het kabinet zich ten doel gesteld om in 2010 voor 450 megawatt aan nieuwe windturbineparken te subsidiëren, boven op de 228 megawatt die er nu staan met de parken OWEZ en het Prinses Amalia Windpark.

Binnen dit doel heeft RWE Offshore Wind Nederland B.V. het initiatief ontwikkeld voor het windturbinepark Tromp Binnen ter hoogte van IJmuiden op het NCP.

Uit onderzoek dat in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst is uitgevoerd (Prins *et al.*, 2008) is gebleken dat het niet mogelijk is om op voorhand significant negatieve effecten op in Natura 2000-gebieden beschermde populaties van vogels en zeezoogdieren uit te sluiten. In deze Passende Beoordeling (PB) wordt nagegaan welke effecten van aanleg, exploitatie en verwijdering optreden op beschermde natuurwaarden in Natura 2000-gebieden; tevens wordt de mogelijke significantie van de effecten nagegaan.

Wettelijk kader voor de bouw, de exploitatie en de verwijdering van een windturbinepark in de Noordzee is de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr). Windturbineparken in het kader van de WBR vergunningplichtig. Kader voor de PB vormen de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen[1].

Deze PB heeft een structuur waarbij de effecten in eerste instantie per habitat en diergroep worden weergegeven, waarna een vertaling volgt naar de Natura 2000-gebieden. Reden voor deze opzet is dat het merendeel van de effecten complexe, externe effecten betreft die niet eenduidig te koppelen zijn aan specifieke Natura 2000-gebieden en de bijbehorende instandhoudingsdoelstellingen.

[1] Respectievelijk: "Council Directive 79/409/EEC on the conservation of wild birds" en "Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora".

Voorgenomen activiteit
Kort gezegd is de voorgenomen activiteit van RWE de aanleg, exploitatie en uiteindelijk de verwijdering van een offshore windturbinepark op het Nederlandse Continentaal Plat (NCP) met de daarbij noodzakelijke elektrische infrastructuur (zie ook hiervoor Hoofdstuk 3 van het MER).

Het windturbinepark, met een geïnstalleerd vermogen van 295 MW, beslaat een oppervlak van 33 km^2, bevat 59 turbines van 5 MW, een transformatorstation en bekabeling en is gelegen in het Nederlandse deel van de EEZ.

Bij de verwijdering van de funderingen worden deze leeggepompt en gelicht. De turbine en het tussenstuk worden ontkoppeld door de bouten te verwijderen.

Huidige situatie
Om een uitgangspunt te hebben van waaruit de effecten beoordeeld kunnen worden is de huidige situatie beschreven van de geselecteerde soorten en de daaraan gerelateerde gebieden.

Voor de kolonievogels zijn de broedkolonies die binnen het bereik van deze PB vallen, inclusief de bijbehorende instandhoudingsdoelen en de huidige populatiegrootte weergegeven op basis van (ontwerp-)aanwijzingsbesluiten en gemiddelden van tellingen (periode 1999-2003; SOVON/CBS, 2005).

Voor de trekvogels is een selectie gemaakt van soorten van appendix II van de Vogelrichtlijn, die beschermd zijn in Natura 2000-gebieden en waarvan het zeker of mogelijk is dat ze de zuidelijke Noordzee oversteken (van Nederland naar het Verenigd Koninkrijk en vice versa).

Zeezoogdieren die voorkomen binnen Natura 2000-gebieden en die kunnen voorkomen binnen de invloedssfeer van het windturbinepark Tromp Binnen zijn bruinvis, gewone en grijze zeehond.

Afbakening effecten, soorten en gebieden

Afbakening ingreep-effect relaties
Door de ingreep-effect relaties van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbineparken te onderzoeken is nagegaan welke effecten op kunnen treden. Uit deze afbakening komt naar voren dat geen dusdanige effecten optreden ten aanzien van fytoplankton, bo-

demfauna, vleermuizen, vislarven en vissen dat deze leiden tot significante effecten op Natura 2000-gebieden. Bij de afbakening is gebleken dat significante effecten op vogels en zeezoogdieren op voorhand niet konden worden uitgesloten. Deze effecten zijn vervolgens nader onderzocht en worden in deze PB nader beschreven. Allereerst is er hiertoe afgebakend welke effecten en welke soorten er moeten worden onderzocht. Dit wordt hierna toegelicht.

Afbakening vogels
Vogels kunnen op verschillende manieren effecten ondervinden:
- aanvaringen tijdens de exploitatiefase en daarmee sterfte van vogels;
- vermijden van de parken waardoor habitatverlies of barrièrewerking optreedt;
- effecten van het heien op vislarven kan in gebieden waar visetende broedvogels van de aanvoer van vislarven afhankelijk zijn tot negatieve effecten leiden.

Deze laatste effecten treden niet op bij Tromp Binnen, omdat de funderingen voor windturbinepark Tromp Binnen *Gravity Based* zijn. Er hoeft ten behoeve van Tromp Binnen niet geheid te worden.

Voor vogels wordt onderscheid gemaakt in kolonievogels (broedend en niet-broedend), trekvogels en zeevogels.

Voor vogels zijn de externe effecten onderzocht op acht Nederlandse Natura 2000-gebieden. Daarbij is gekeken naar aanvaringen en vermijding voor de soorten vogels die over het park heen kunnen vliegen en/of die in de omgeving van het park komen fourageren.

Buitenlandse Natura 2000-gebieden - Bempton Cliffs (Engeland) en Helgoland (Duitsland) – zijn ook onderzocht. Deze parken ondervinden externe effecten doordat de jan-van-gent vanuit deze gebieden in aanraking kan komen met het windturbinepark. Beïnvloeding van de instandhoudingsdoelstellingen van buitenlandse Natura 2000-gebieden is verder uitsluitend plaatsvinden via sterfte van trekkende vogels.

Afbakening zeezoogdieren
De zeezoogdieren waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd in Natura 2000-gebieden en die in de omgeving van het plangebied voorkomen zijn bruinvis, grijze zeehond en gewone zeehond. In deze PB wordt dan ook uitsluitend met deze zeezoogdieren rekening gehouden.

Zeezoogdieren kunnen tijdens de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase enige effecten ondervinden van het windturbinepark, omdat er bij tijdens die fasen onderwatergeluid wordt geproduceerd. Onderwatergeluid kan leiden tot verstoring, habitatverlies en barrièrewerking.

Onderwatergeluid wordt geproduceerd door schepen (bijvoorbeeld baggerschepen, stortschepen) of bij heien. De productie van onderwatergeluid door schepen is in vergelijking met heien gering (zie ook MER hoofdstuk 8) en leidt niet tot vislarvensterfte. Omdat er bij de aanleg van Tromp Binnen bij de voorgenomen activiteit niet wordt geheid, is er alleen sprake van een effect tot maximaal enige kilometers op afstand van het park, waarbij de zeezoogdieren in de omgeving van het park worden verstoord. Het effect van de aanleg op zeezoogdieren is in dit PB nader onderzocht. Het effect van de verwijdering is daarmee vergelijkbaar.

Tijdens de exploitatiefase is het onderwatergeluid beperkt, maar wel van langdurige aard. Ook dit effect is in het kader van het PB nader onderzocht.

Voor zeezoogdieren zijn de externe effecten onderzocht op vijf Nederlandse Natura 2000-gebieden. Daarbij is gekeken naar de verstoring en vermijding van zeezoogdieren.

Significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van zeezoogdieren in buitenlandse Natura-2000 gebieden konden op voorhand worden uitgesloten.

Methodologie effectenanalyse

In dit PB worden de methoden beschreven die gehanteerd worden bij de bepaling van de effecten op als relevant afgebakende soorten (vogels en zeezoogdieren) en Natura 2000-gebieden.

Vogels

Aanvaringsrisico's vogels

De methode voor het berekenen van de effecten die gepaard gaan met een aanvaring met een turbine door broedende kolonievogels en trekvogels is nader beschreven. Drie factoren zijn van belang voor de kans op een aanvaring:

- het aantal vogels uit een populatie dat door het plangebied van het windturbinepark vliegt (flux);
- de mate waarin vogels het gehele windturbinepark of de individuele turbines vermijden (*avoidance* i.e. uitwijking) en de fractie die op turbinehoogte vliegt;
- de kans, per vliegbeweging door het windturbinepark, dat een vogel sterft door aanraking met een windturbine (*collision risk*, i.e. aanvaringskans).

Voor elke relevante vogelsoort zijn naast deze factoren een groot aantal parameters bepaald ten einde de berekeningen uit te kunnen voeren. Van de drie beschikbare modellen ("rou-

tes") is geconcludeerd dat route 2 (op soortniveau) de meest betrouwbare conservatieve raming levert; hiermee zijn berekeningen en analyses uitgevoerd. De berekeningen hebben een sterk *worst-case* gehalte zodat zeker is dat de effecten niet zijn onderschat. De sterfte door aanvaringen die berekend is door middel van de modellen, is vergeleken met de natuurlijke mortaliteit van die vogelsoort. Wanneer de additionele sterfte door een windturbinepark kleiner of gelijk is aan 1% van deze natuurlijke mortaliteit, kan verwacht worden dat dit geen invloed heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van het windturbinepark als verwaarloosbaar geclassificeerd.

Voor trekvogels is een eerste selectie gemaakt door een "maximum effect scenario"-benadering toe te passen, waarbij de gecumuleerde effecten (alle soorten van alle gebieden samen) beoordeeld worden.

Dit "maximum effect scenario" houdt in dat alle geselecteerde soorten (de gezamenlijke Nederlandse en Britse populaties in Natura 2000-gebieden) tweemaal per jaar (voor- en najaarstrek), op turbinehoogte, zonder horizontale en vertikale uitwijking door een fictief windturbinepark met een totale capaciteit van 450 MW vliegen. Voor wat betreft de turbines is uitgegaan van een ongunstige configuratie van de turbines (hoge dichtheid van kleine turbines).

Voor soorten waarbij in dit "maximum effect scenario" de additionele sterfte onder 1% van de bestaande sterfte bleef, is aangenomen dat in de reële voorgenomen situaties (kleinere parken, kleinere flux, wel uitwijking) de effecten zeker verwaarloosbaar klein zijn.

Bij een overschrijding van de 1% additionele sterfte is een nieuwe berekening uitgevoerd met voor de betreffende soort meer toegesneden *worst-case* parameters. Is de toename van de sterfte (opnieuw) groter dan 1% dan wordt in detail gekeken of de aannames reëel zijn, en of met meer realistische aannames, specifiek voor de soort, nog steeds een belangrijk effect verwacht wordt.

<u>Habitatverlies kolonievogels</u>

Voor het verlies aan foerageerhabitat voor kolonievogels wordt een eenvoudige berekening uitgevoerd: wat is het oppervlak van het foerageergebied van een soort, bijvoorbeeld de kleine mantelmeeuw, en welk deel beslaat het windturbinepark. Voor het verlies van foerageerhabitat wordt een grens aangehouden van 1% oppervlakteverlies, waarbij mogelijk sprake is van een wezenlijk verlies van foerageerhabitat, dat kan leiden tot significante effecten op de populatie in de Natura 2000 kolonie. Bij voldoende voedsel en absentie van competitie om

foerageerruimte heeft een eventueel optredende reductie van foerageerhabitat geen effect op de fitness van de soort.

Zeezoogdieren

Door de aanleg, de exploitatie en de verwijdering van het windturbinepark treden, als gevolg van geproduceerd onderwatergeluid, mogelijk effecten op op het gedrag en/of de conditie van zeehonden en bruinvissen in de Noordzee. Hierdoor kunnen de instandhoudingsdoelen in Natura 2000-gebieden direct (doordat de kwaliteit van het leef- of foerageergebied afneemt) dan wel via externe werking negatief worden beïnvloed.

De aard en het niveau van het onderwatergeluid verschilt per activiteit, van tijdelijke effecten van de diverse typen vaartuigen tijdens de aanleg en verwijdering, tot de semi-permanente effecten van draaiende windturbines en onderhoudsvaartuigen tijdens de exploitatiefase.

In het kader van het MER (Hoofdstuk 8) en het PB van Tromp Binnen is onderzocht wat de aard en het niveau is van het onderwatergeluid van de verschillende activiteiten. Tevens is bepaald wat de maximale effectafstand van het onderwatergeluid per activiteit en per soort. Daarna is beoordeeld of de effecten van invloed zijn op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura-2000 gebieden.

Effectenanalyse

Aanvaringsrisico's vogels

De aanvaringssterfte van de trekvogels is in alle gevallen verwaarloosbaar klein, maximaal 0,01% van de natuurlijke sterfte (zie bijlage 14.7). Significante effecten (>1%) zijn derhalve uitgesloten voor de trekvogels tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland.

Van de kolonievogels zijn de jan-van-gent en de kleine mantelmeeuw de enige soorten die windturbinepark Tromp Binnen kunnen bereiken vanuit hun kolonies. Voor de kleine mantelmeeuw kunnen de kolonies van de Duinen van Vlieland, Zwanenwater en Pettemerduinen en Duinen en Lage Land Texel het windturbinepark bereiken, het maximale effect is 0,78% additionele sterfte voor Zwanenwater & Pettemerduinen. Voor de jan-van-gent gaat het om de kolonies uit Bempton Cliffs (VK) en Helgoland (D), waarbij het maximale effect blijft steken op 0,08%. In geen van de gevallen gaat het om significante effecten.

Habitatverlies vogels

Habitatverlies voor kolonievogels is verwaarloosbaar klein, omdat er geen effecten op populatieniveau kunnen optreden. Ook hierdoor zijn significante effecten uitgesloten.

Interne accumulatie
De effecten van habitatverlies en aanvaringen dienen binnen deze PB opgeteld te worden. Aangezien er geen negatieve effecten door habitatverlies op vogels worden verwacht, speelt interne accumulatie voor het windturbinepark Tromp Binnen geen rol.

Zeezoogdieren
Geluid dat tijdens de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase wordt geproduceerd door schepen kan leiden tot het vermijden van het windturbinepark door zeehonden en bruinvissen (habitatverlies). Ten opzichte van het leefgebied van deze zeezoogdieren is het oppervlak dat mogelijk vermeden wordt klein.

Geluid van operationele windturbines kan ook leiden tot vermijding tijdens de exploitatiefase. Zeehonden en bruinvissen zullen echter het geluid van de draaiende turbines tot op een afstand van 100 m niet mijden.

De Natura 2000-gebieden waarin verhoogde concentraties aan beschermde zeezoogdieren verblijven liggen op tientallen kilometers van het park.

Significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden beschermde zeezoogdieren als gevolg van onderwatergeluid kunnen daarom worden uitgesloten. Omdat niet geheid wordt, zijn effecten via vislarvensterfte ook niet aan de orde.

Toetsing
Geen van de effecten van de aanleg en aanwezigheid van windturbinepark Tromp Binnen heeft significante effecten op de relevante Natura 2000-gebieden in Nederland, het Verenigd Koninkrijk, Duitsland of daar buiten.

Cumulatie
Er worden geen cumulatieve effecten verwacht van thans voorziene zandwinningen voor suppletie en ophoogzand, of van de aanleg van de Tweede Maasvlakte op de migratiemogelijkheden en de kwaliteit van het leefgebied van de gewone zeehond in de Voordelta en op zeezoogdieren door onderwatergeluid of vislarvensterfte.

Wel zijn er cumulatieve effecten mogelijk van de aanleg en aanwezigheid van andere windturbineparken met die van windturbinepark Tromp Binnen op vogels door aanvaringen.

14.1 Inleiding

14.1.1 Aanleiding

Het kabinet streeft ernaar om in 2020 een totale capaciteit van 6.000 megawatt windenergie op de Nederlands Continentaal Plat (NCP) te hebben gerealiseerd. Om dit te bereiken heeft het kabinet zich ten doel gesteld om in 2010 voor 450 megawatt aan nieuwe windturbineparken te subsidiëren, boven op de 228 megawatt die er nu staan met de parken OWEZ en Prinses Amalia Windpark.

Binnen dit doel heeft RWE Offshore Wind Nederland B.V. (RWE), het initiatief ontwikkeld voor het windturbinepark Tromp Binnen ter hoogte van IJmuiden op het NCP.

Uit onderzoek dat in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst is uitgevoerd (Prins *et al.*, 2008), is gebleken dat het niet mogelijk is om op voorhand significant negatieve effecten op - in Natura 2000-gebieden beschermde - populaties van vogels en zeezoogdieren uit te sluiten. Voor ieder initiatief voor de bouw en exploitatie van een windturbinepark in de Noordzee dient een locatiespecifieke Passende Beoordeling (PB) opgesteld te worden, waarin de effecten van aanleg, exploitatie en verwijdering op beschermde natuurwaarden in Natura 2000-gebieden in kaart gebracht worden.

Voorliggend document is de invulling van dit advies conform de wettelijke vereisten zoals die zijn opgesteld voor een PB onder de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr).

14.1.2 Achtergrond

Sinds 1997 is de WBR van kracht. Deze wet geeft Rijkswaterstaat de mogelijkheid om ervoor te zorgen dat waterstaatswerken goed beheerd en onderhouden worden, zodat ze veilig en doelmatig kunnen worden gebruikt. De exclusieve economische zone (EEZ) van de Noordzee is wettelijk gezien ook een waterstaatswerk. Voor de bouw, exploitatie en verwijdering van een windturbinepark in de Noordzee is dan ook een vergunning op basis van de Wbr nodig. Vanuit de Wbr zijn hiervoor aparte beleidsregels opgesteld, die o.a. de veiligheid voor de scheepvaart en het milieu regelen (www.rijkswaterstaat.nl).

Een PB houdt volgens het Europese Hof van Justitie in dat de beste wetenschappelijke kennis ter zake gebruikt moet worden om alle aspecten van de activiteit die op zichzelf of in combinatie met andere activiteiten effecten kunnen hebben (cumulatie), in beeld te brengen, in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen behorende bij Natura 2000-gebieden

(ABRvS 27 maart 2002, Nieuwsbrief StAB 3/2002, nr. 02-44). Toestemming voor de activiteit kan pas worden verleend als het bevoegd gezag zekerheid heeft verkregen dat er geen schadelijke gevolgen optreden (onderzoeksplicht). Het Hof geeft aan dat de vereiste zekerheid er uit bestaat, dat er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er geen schadelijke gevolgen zijn. Bovendien blijkt uit de overwegingen van het Hof dat de zekerheid moet worden verkregen door het bevoegd gezag. Bedenkingen en beroepsgronden kunnen als gevolg daarvan niet ongegrond worden verklaard met de overweging dat de significante gevolgen niet dan wel onvoldoende aannemelijk zijn gemaakt.

Rijkswaterstaat Dienst Noordzee is bezig met de vergunningverlening voor windturbineparken op het NCP. Dit past in het Nederlandse kabinetsbeleid om te komen tot een sterke uitbreiding van de opwekking van duurzame energie, waarvan een deel door windturbineparken op het NCP in het gebied ten noorden van de Euro-Maasgeul en buiten de 12-mijls zone. In juni 2008 heeft Deltares een rapport opgeleverd waarin een handreiking wordt gegeven voor het opzetten van een Locatiespecifieke PB (LPB) in het kader van windturbineparken in het Nederlandse deel van de Noordzee. Dit rapport is tot stand gekomen in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst en geeft aan de hand van een generieke aanpak voor het Nederlandse deel van de Noordzee, op basis van de beschikbare kennis op dit moment, een basis voor de locatiespecifieke opzet van PBen (Prins *et al.*, 2008). In het vervolg van dit document zal bij referenties aan het bovenstaande rapport de naam "Handreiking LPB" of kortweg "Handreiking" gehanteerd worden. In de Handreiking is een (bureau)studie verricht naar de volgende aspecten:

1. Het effect van de aanwezigheid van windturbineparken op zee op vogels;
2. Het effect van onderwatergeluid tijdens de aanleg (heien) en het gebruik van windturbineparken op zeezoogdieren en vissen;
3. Het effect van onderwatergeluid tijdens de aanleg (heien) op de aanvoer van vislarven en gevolgen daarvan naar beschermde gebieden.

Deze aspecten zullen ook in de voorliggende PB worden behandeld. Anders dan in de Handreiking wordt hier een afweging gemaakt voor de behandeling van de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden vanuit de mogelijke ingreep-effecten relaties en vanuit de instandhoudingsdoelstellingen die voor deze N2000 gebieden zijn opgesteld (in ontwerp of definitief).

14.1.3 **Leeswijzer**

In paragraaf 14.2 wordt een toelichting gegeven op relevante wetgeving en beleid en de procedure voor een PB. In paragraaf 14.3 wordt een beknopte beschrijving van de voorgenomen activiteit gegeven. Paragraaf 14.4 beschrijft de afbakening van deze PB; op basis van

de ingreep-effectrelaties wordt een overzicht gegeven van de Natura 2000-gebieden en soorten die mogelijk effecten ondervinden. De bestaande situatie van de in de PB meegenomen soorten wordt weergegeven in paragraaf 14.5. Een beschrijving van de gehanteerde methodologie voor de effectenanalyse wordt gegeven in paragraaf 14.6, de resultaten en effectbeoordeling volgen in paragraaf 14.7. Paragraaf 14.8 geeft een overzicht van de effecten op de Natura 2000-gebieden en bijbehorende instandhoudingsdoelstellingen. Tot slot wordt in paragraaf 14.9 cumulatie met andere plannen en projecten besproken.

Er is gekozen voor een opzet waarbij de effecten in eerste instantie per habitat en diergroep worden weergegeven en niet per Natura 2000-gebied. Voor deze opzet is gekozen omdat het merendeel van de effecten complexe, externe effecten betreffen die niet eenduidig gekoppeld zijn aan specifieke Natura 2000-gebieden en de bijbehorende instandhoudingsdoelstellingen.

14.2 Beleid en wetgeving

Op het Nederlands deel van de Noordzee, het NCP, zijn buiten de territoriale wateren twee kaders aanwezig voor beleid en wetgeving die in het verband van deze PB van belang zijn: de Vogel- en Habitatrichtlijnen (VHR) en de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet). Voor de constructie van windturbineparken in de Noordzee is een vergunning in het kader van de Wbr benodigd. Voor de vergunningverlening is onder andere een Milieueffectrapport vereist. De MER commissie heeft geadviseerd om een PB voor de effecten van offshore windturbineparken op Natura 2000-gebieden uit te voeren in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn (zie adviesrichtlijnen).

Vogel- en Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet 1998
Het wettelijk kader voor de voorliggende PB wordt gevormd door Artikel 6 van de Europese Habitatrichtlijn. Hoewel deze inmiddels is geïmplementeerd in de Natuurbeschermingswet 1998, geldt in het kader van de uitvoering van de plannen voor windturbineparken en de vergunningverlening onder de Wbr als toetsingskader de Habitatrichtlijn en niet de Nbwet.

De aanwijzingsbesluiten voor de betreffende Natura 2000-gebieden zijn van groot belang, omdat daarin de voor de toetsing relevante instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen. Hoewel de bij dit project betrokken speciale beschermingszones nog niet allemaal definitief zijn aangewezen, zijn ze op basis van hun aanmelding op grond van de Habitatrichtlijn wel beschermd; slechts enkele gebieden, namelijk Voornes Duin, Duinen Goeree & Kwade Hoek en de Voordelta zijn inmiddels definitief aangewezen. De betrokken Vogelrichtlijngebieden zijn wel reeds allemaal aangewezen. Ten aanzien van de overige betrokken gebieden wordt

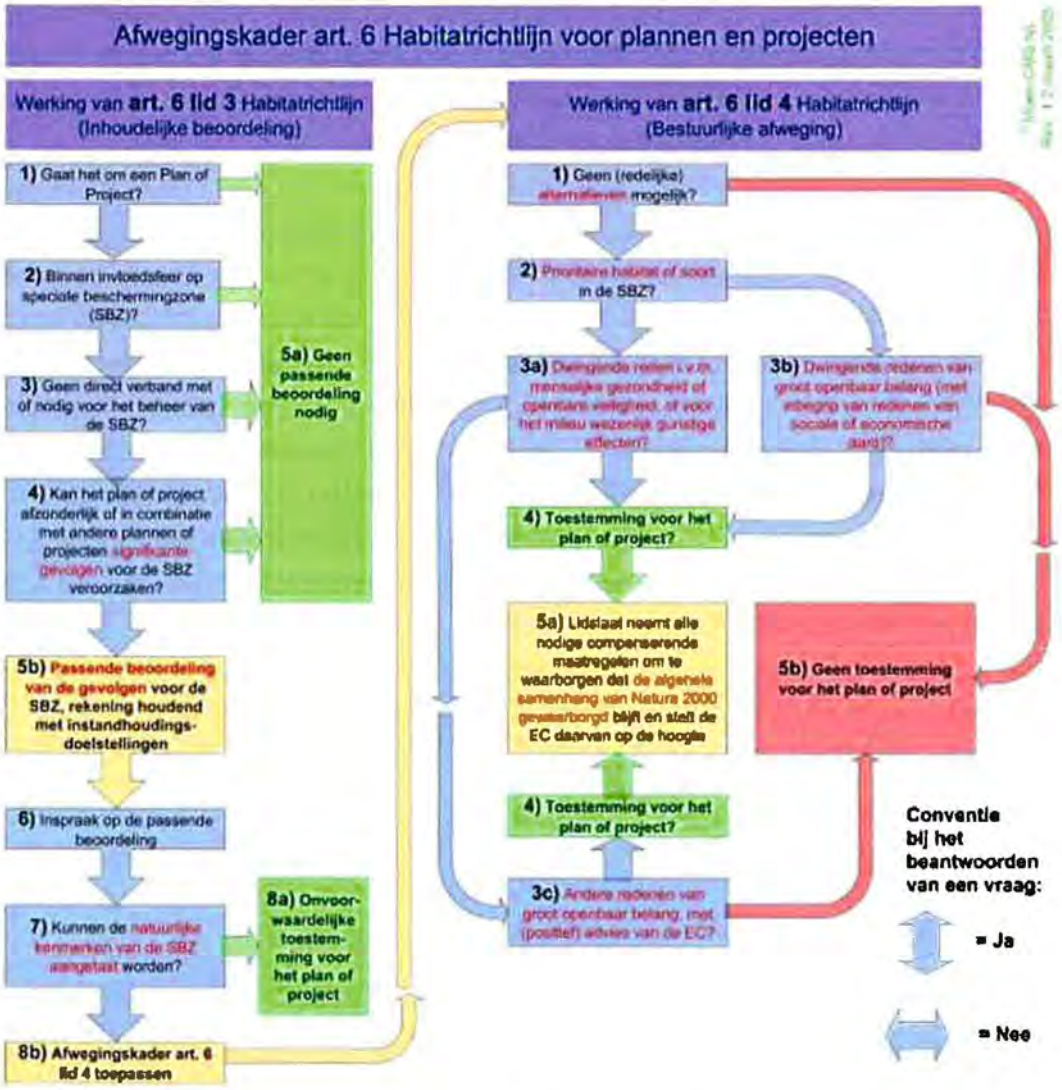
opgemerkt dat ze zijn aangemeld, en dat er ontwerpbesluiten liggen met soort- en habitat-specifieke instandhoudingsdoelstellingen, maar dat de definitieve aanwijzing nog in procedure is. Ten behoeve van deze PB worden ook de instandhoudingsdoelstellingen in de ontwerp aanwijzingsbesluiten als concreet toetsingskader gezien.

Nederland is recentelijk gestart met de aanmeldingsprocedure voor mariene Natura 2000-gebieden zoals eerder onderzocht en genoemd in Lindeboom *et al.* (2005). Onder de habitatrichtlijn worden binnenkort de volgende gebieden aangemeld: de Noordzeekustzone tussen Bergen en Petten, de Vlakte van Raan in de monding van de Westerschelde, de Doggersbank en de Klaverbank. Deze gebieden worden aangemeld op basis van het voorkomen van een aantal habitattypen (riffen, zandbanken), zeezoogdieren (bruinvis, zeehonden) en diadrome[2] vissen (prikken, elft en fint). Er zijn nog geen instandhoudingsdoelstellingen voor deze gebieden geformuleerd. Deze gebieden dienen derhalve rechtstreeks aan artikel 6 van de Europese Habitatrichtlijn getoetst te worden, waarbij als natuurlijke kenmerken voornoemde habitattypen en soorten gelden.

In de rest van dit document zal de term Natura 2000-gebieden gebruikt worden voor alle hiervoor genoemde gebieden.

In de navolgende figuur is het schema gegeven voor de toetsing aan het kader van de Habitatrichtlijn.

[2] vissen die tussen zoet en zout water migreren



Figuur 14.1 Schema voor toetsing aan het kader van de Habitatrichtlijn

In de bepaling van de mogelijk negatieve effecten in deze PB zijn inhoudelijk twee aspecten van groot belang: externe werking en cumulatieve effecten. Externe werking is het effect dat optreedt als een gebruik, project of plan buiten een Natura 2000-gebied gepland is, maar de effecten ervan zich wel binnen dat gebied kenbaar maken. Dit kan direct (van buiten naar binnen), bijvoorbeeld een turbine die net buiten een Natura 2000-gebied staat, maar waarvan de verstorende werking (schrikeffect) tot binnen het gebied reikt. Ook kan het effect indirect (van binnen naar buiten) optreden als bijvoorbeeld vogels die binnen het gebied beschermd zijn, zich voor foerage buiten het gebied begeven en dan in aanvaring komen met de turbine. In abstractere zin gaat het in dit geval 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 die soort in dat gebied kan worden aangetast. De meeste van de effecten waarover in deze PB wordt gesproken zijn dergelijke externe effecten; de dieren die een negatief effect kunnen ondervinden van de aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark komen alle uit Natura 2000-gebieden rond de kustgebieden in Nederland of het buitenland.

De cumulatie van effecten van andere plannen en projecten is het tweede belangrijke aspect dat dient te worden meegenomen in de toetsing; ook andere plannen en projecten kunnen effecten hebben op dezelfde beschermde natuurwaarden, en het effect van het initiatief dient in deze context te worden beschouwd.

Grensoverschrijdende effecten en buitenlandse wetgeving
In de VHR en de Nbwet wordt geen onderscheid gemaakt naar effecten op bepaalde nationale Natura 2000-gebieden. Vanuit dit kader dient het geheel aan effecten op alle Natura 2000-gebieden, die mogelijkerwijs in hun natuurlijke kenmerken kunnen worden aangetast, te worden meegenomen. Dit betekent dat voor die soorten waarvoor een Natura 2000-gebied is aangewezen en de gunstige staat van instandhouding zou kunnen worden aangetast door het geplande windturbinepark, alle relevante Natura 2000-gebieden in de toetsing dienen te worden meegenomen. Met andere woorden: indien uit deze PB blijkt dat ook in een buitenlands Natura 2000-gebied natuurlijke kenmerken kunnen worden aangetast, dan dient het Bevoegd Gezag dit in haar overweging voor vergunningverlening mee te nemen.

14.3 Voorgenomen activiteit

Kort gezegd is de voorgenomen activiteit van RWE de aanleg, exploitatie en uiteindelijk de verwijdering van een offshore windturbinepark op het Nederlandse Continentaal Plat (NCP) met de daarbij noodzakelijke elektrische infrastructuur. Zie ook hoofdstuk 3 van het MER. In deze paragraaf wordt een beknopt overzicht gegeven van die eigenschappen van het park, die relevant zijn voor de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

In tabel 14.1 zijn de onderdelen van de voorgenomen activiteit opgenomen. Daarna volgt een beschrijving van de verschilende onderdelen van de voorgenomen activiteit.

Windturbinepark: turbines, transformatorstation en bekabeling

Het offshore windturbinepark in het Nederlandse deel van de EEZ is gepland voor de kust van IJmuiden. Het park zal met een omvang van circa 33 km^2 en een minimale afstand van circa 65 km tot de kust niet zichtbaar zijn vanaf het land.

De voorgenomen activiteit heeft een geïnstalleerd vermogen van 295 MW: 59 turbines met een vermogen van 5 MW. Om de onderlinge beïnvloeding van windturbines te beperken is gekozen voor een onderlinge afstand van 6,5x en 7,5x de rotordiameter (820 meter en 945 meter). Deze verhoudingen zijn gebaseerd op windrichting, windsnelheid en het wegvangen van wind door naastgelegen turbines. Bijlage 14.1 bevat de exacte geografische posities van de turbines.

Tabel 14.1 Voorgenomen activiteit

Voornemen offshore windturbinepark "Tromp Binnen"	
Windturbinepark	
Oppervlakte	circa 33 km^2
Waterdiepte	20-33 m-LLWS
Minimale afstand kust	circa 65 km (afstand tot midden windturbinepark is ca. 75 km)
Aantal turbines	59
Onderlinge afstand NO-ZW richting	circa 945 m
Onderlinge afstand NW-ZO richting	circa 820 m
Totaal vermogen	circa 295 MW
Turbines	
Individueel vermogen	5 MW
Rotordiameter	126 m
Ashoogte	89 m MSL (NAP)
Totale hoogte	circa 152 m MSL (NAP)
Type fundering	Gravity Based
Diameter boven waterlijn	6 m
Diameter onder water (kegel)	6-31 m
Elektrische infrastructuur op zee	
Aantal trafostations	1
Aantal verbindingskabels	59
Type kabel	wisselstroom
Elektrische infrastructuur op land	
Aanlandingslocatie	Velsen Noord
Type kabel	wisselstroom

Geografische ligging

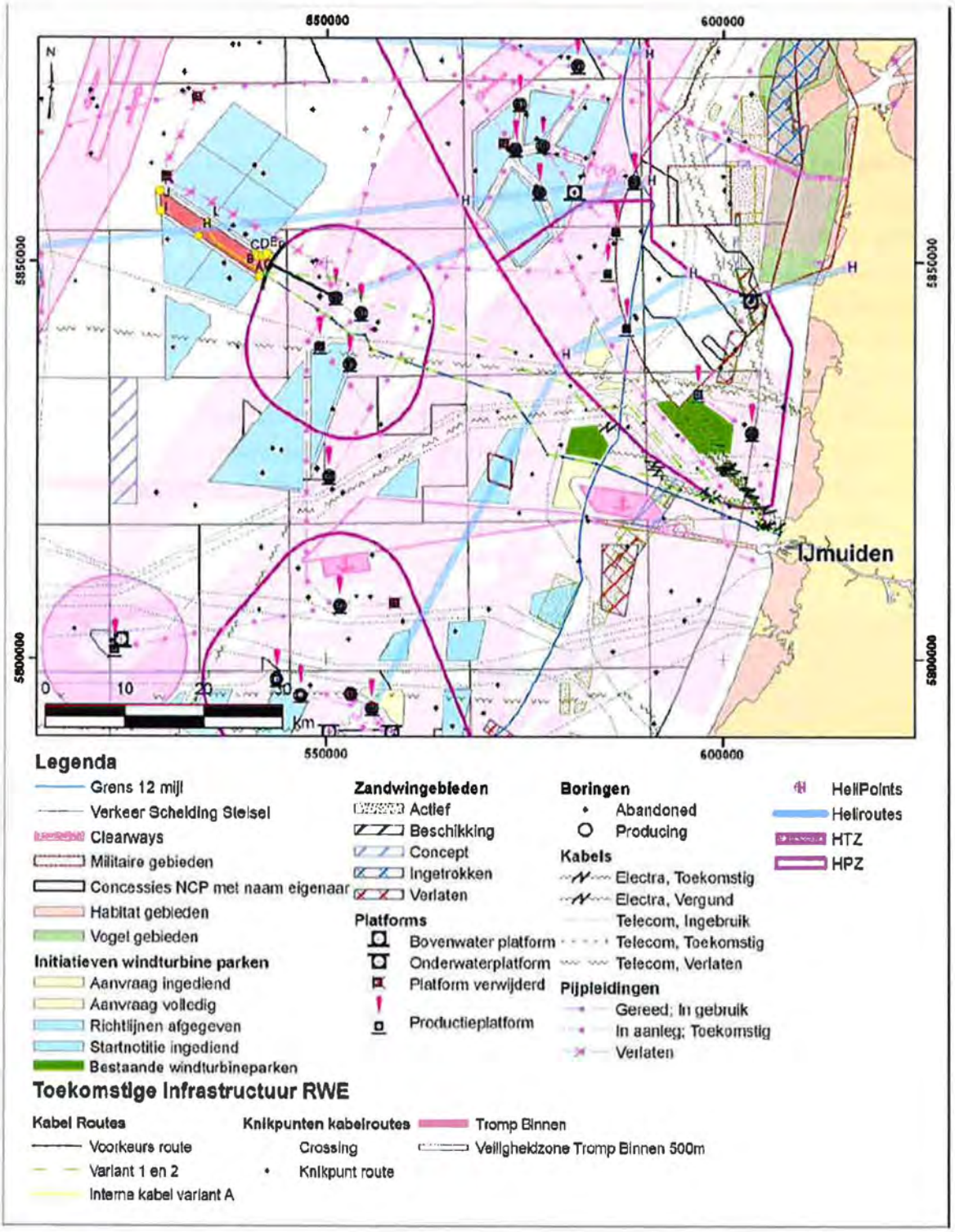
In figuur 14.2 is de ligging van het windturbinepark in de EEZ weergegeven ten opzichte van de kust en andere gebruiksfuncties in de Noordzee.

Fundering en turbines

De 5 MW windturbines worden op betonnen GBS-funderingen geplaatst (figuur 14.3). Deze fundering is voor de RePower5M windturbines in grotere waterdieptes (zoals bij Tromp Binnen) het meest geschikt. RWE heeft strategisch gekozen om gebruik te maken van GBS-funderingen op basis van beton. Voordelen van de GBS zijn:

1. De GBS heeft relatief lage investeringskosten ten opzichte van stalen constructies (tripod en jacket);
2. bij de productie is men minder afhankelijk van materialen met een langere levertijd;
3. de prijsontwikkeling van materialen is vooraf beter in te schatten;
4. de verstoring van het milieu tijdens de bouw is beperkt, omdat er niet wordt geheid (waardoor geluidsoverlast wordt vermeden).

Figuur 14.3 GBS-fundering Tromp Binnen



Figuur 14.2 Geografische ligging Tromp Binnen (rood)

De betonnen staalstructuur van de GBS is omgeven met een laag van 5-6 cm beton. Dit biedt voldoende bescherming tegen corrosie van de fundering. Voorts wordt kathodische bescherming toegepast, met name op het punt waar golven tegen de mast aan slaan en waar de mast en de fundering aan elkaar bevestigd zijn.

De turbine (RePower5M) bestaat uit een mast die uit 2 of 3 delen is opgebouwd, de motorgondel met versnellingsbak, de generator en de bladen.

Aanleg

GBS-funderingen zijn geschikt bij een stabiel zeebed en vaste grondmaterialen. De fundering heeft een kegelbasis van beton die met stenen, zand of water kan worden gevuld.

Bij de aanleg van "Gravity Based" funderingen wordt, alvorens de funderingen worden geplaatst, de zeebodem verdiept en geëgaliseerd. Voor het verkrijgen van een stabiele bodemopbouw en om erosie te voorkomen wordt in de "pit" stortsteen aangebracht. Dit gebeurt met behulp van een stortschip. Voorafgaand hieraan dient zacht materiaal verwijderd te worden. Dit kan worden uitgevoerd door baggerschepen die ook worden ingezet om havens van baggerslib te ontdoen. Na het plaatsen van de fundering met behulp van een hefschip, worden de (holle) funderingen voor de turbine gevuld met een ballast van een deel van het eerder opgezogen zand. Voor deze activiteiten worden een sleephopperzuiger (voor zuigen en in de funderingen pompen van zand) en een steenstortschip ingezet. Daarnaast zijn diverse installatieschepen als het eerder genoemde hefschip, sleepboten, een kabellegschip en diverse kleinere schepen op de planlocatie aanwezig.

Als de zeebodem is aangepast, kan de Gravity Based fundering van beton worden geplaatst. Bovenop de GBS-fundering wordt een flens geïnstalleerd voor installatie van de mast van de RePower5M.

De installatie van de windturbines kan beginnen zodra de voegen tussen de mast en het overgangsstuk voldoende sterkte hebben bereikt, na ongeveer 7-28 dagen. In de meeste offshore projecten wordt echter de fundering geheel gecompleteerd voordat aan de installatie van de turbines wordt begonnen, zeker wanneer hetzelfde installatieschip voor de funderingen en de windturbines wordt gebruikt.

In de haven worden sommige delen van de turbine al geassembleerd; 2 of 3 bladen worden dan aan de rotor vastgemaakt. Als de mast in 2-3 delen geproduceerd wordt, is het een voordeel om deze in één volledige mast te assembleren. Voorafgaand aan installatie van de mast wordt geverifieerd dat de flens aan de vereisten voldoet. Dan wordt eerst de mast geïn-

stalleerd en daarna de motorgondel met twee bladen en ten slotte het derde blad. Na installatie van de eerste turbine, zal het installatieschip zich naar de volgende positie manoeuvreren voor installatie van de volgende turbine.

Verwijdering
Bij de verwijdering van de funderingen worden deze leeggepompt en gelicht. De turbine en het tussenstuk worden ontkoppeld door de bouten te verwijderen. Er hoeft derhalve niet gezaagd, gesneden of met explosies gewerkt te worden. De vrijgekomen kuil wordt dichtgemaakt door middel van baggerstort.

14.4 Afbakening effecten, soorten en gebieden

In deze paragraaf wordt beschreven wat de afbakening is van deze PB. De afbakening bepaalt de reikwijdte van de effecten waarvoor significant negatieve gevolgen op Natura 2000-gebieden kunnen worden uitgesloten, rekening houdend met de instandhoudingsdoelen of aanwijzingsgrondslagen. Aan de basis van de afbakening staan in de eerste plaats de wettelijke verplichtingen die voor de procedure van de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) c.q. de Wet beheer rijkswaterstaatswerken gelden. Dat houdt in dat de effectanalyse en -beoordeling plaatsvindt op die onderdelen van de natuur die beschermd worden door de VHR.

In paragraaf 14.6 worden methoden beschreven voor de effectenanalyse, waarvan de resultaten gepresenteerd worden in paragraaf 14.7. In deze hoofdstukken worden alleen effecten, soorten en gebieden beschreven waarvoor een uitgebreide analyse nodig is om te bepalen of significant negatieve effecten uitgesloten kunnen worden. In deze afbakening worden alle effecten, soorten en gebieden, waarvoor na een korte analyse kan worden vastgesteld dat er geen significante effecten optreden, reeds afgebakend.

Uit de Handreiking blijkt dat er op bepaalde soort(groep)en op voorhand geen significante effecten verwacht worden, ongeacht de park- en locatiespecifieke omstandigheden. Deze soorten worden in deze paragraaf afgebakend en dus niet verder meegenomen in de analyse en de toetsing. Voorts zijn er soorten die niet in de Handreiking worden genoemd, maar waar in deze PB toch aandacht aan geschonken wordt. Zo kunnen vleermuizen op de Noordzee voorkomen, terwijl beschermde vogels en zeezoogdieren mogelijk gevoelig zijn voor de doorwerking van de verminderde aanvoer van vislarven en juvenielen in Natura 2000-gebieden.

In de volgende paragrafen wordt in eerste instantie een korte analyse gegeven van de ingreep-effect relaties van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbineparken (par.

14.4.1). Vervolgens wordt een afbakening gemaakt van de relevante soorten die in het kader van deze PB dienen te worden behandeld (par. 14.4.2). Ook de mogelijke effecten van de aanleg en het gebruik van het windturbinepark op Natura 2000 habitats zijn in de Handreiking beperkt behandeld. Hierbij werden vooral de mogelijke relevante effecten opgemerkt van een verminderde aanvoer van vislarven op de kraamkamer- en opgroeifuncties van habitattypen 1110 en 1140. De relevantie van mogelijke effecten van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbineparken op het NCP op habitattypen in Natura 2000-gebieden zal worden behandeld in paragraaf 14.4.3.

14.4.1 Ingreep-effectrelaties

De aanleg, exploitatie en verwijdering van het windturbinepark kunnen op verschillende manieren een mogelijk effect hebben op de instandhoudingsdoelstellingen van soorten en habitats van Natura 2000-gebieden. Tabel 14.2 geeft een overzicht van de kenmerken per fase, de mogelijke effecten en de soortgroepen die hierdoor beïnvloed kunnen worden.

Tabel 14.2 Ecologische lokale effecten als gevolg van de voorgenomen activiteit

Fase	Mogelijke effecten	Soortgroepen					
		Fyto-plankton	Bodem-fauna	Vleer-muizen	Vissen & vislarven	Zeezoog-dieren	Vogels
Aanlegfase							
Aanleg funderingen excl. scheepvaart	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
Aanleg kabels	Ruimtebeslag		X		X		
	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
Scheepvaart	Ge-luid/trillingen		X		X	X	X
Exploitatiefase							
Aanwezigheid	Aanvaringsrisi-co			X			X
Windturbines	Ge-luid/trillingen				X	X	
	Ruimtebeslag					X	X
	Hard substraat		X		X		X
Aanwezigheid ka-bels	EM straling		X		X	X	

Fase	Mogelijke effecten	Soortgroepen					
Onderhoud							
Scheepvaart tbv onderhoud	Ge-luid/trillingen				X	X	
Verbod scheep-vaart	Ge-luid/trillingen				X	X	
	Verbod visserij		X		X	X	
Verwijderingsfase							
Verwijderen	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
Funderingen	Ge-luid/trillingen				X	X	X
Verwijderen kabels	Waterkwaliteit	x	X		X	X	
Scheepvaart	Ge-luid/trillingen				X	X	X

Verwachte effecten op fytoplankton

De met de ingreep gepaard gaande activiteiten en kenmerken hebben geen significante effecten op fytoplankton in de kustzee en "off-shore" (het onderscheid tussen kustwateren en offshore wateren betreft de beïnvloeding door rivieren die in kustwateren groter is). De totale oppervlakte waar verstoring plaatsvindt, is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van het fytoplankton in de Noordzee. Effecten op fytoplankton zijn bovendien van tijdelijke aard. Zeker is dat de effecten op fytoplankton niet zullen leiden tot een effect op een Natura 2000-gebied omdat daarvoor de relatie te indirect is en de afstanden tussen de lokaal optredende effecten en deze gebieden te groot zijn. Er zal in deze PB dan ook niet verder worden ingegaan op fytoplankton.

Verwachte effecten op bodemfauna

Naar verwachting heeft de met de ingreep gepaard gaande bodemberoering geen significante effecten op bodemdieren van de kustzee en "offshore". De totale oppervlakte aan verstoorde bodem is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdiergemeenschappen in de kustzee. De effecten voor de locaties van de windturbines zijn blijvend, maar voor de rest van het parkoppervlak betreft het een tijdelijk effect. Het onderwaterleven zal na de constructieperiode van het windturbinepark snel terugkeren naar het gebied. Door het ontbreken van visserij tijdens de vergunde periode is het waarschijnlijk dat de bodem zich kan herstellen en ontwikkelen, waardoor er een positief effect op de bodemfauna zal optreden. Zeker is dat de effecten op bodemdieren niet zullen leiden tot een effect op een Natura 2000-gebied omdat daarvoor de afstanden tussen de lokaal optre-

dende effecten en deze gebieden te groot zijn. Er zal in deze PB dan ook niet verder worden ingegaan op de bodemfauna.

Verwachte effecten op vleermuizen

In een recent artikel van Boshamer en Bekker (2008) wordt gemeld dat er regelmatig vleermuizen gevonden worden op gas- en olieplatforms op het NCP. De waarnemingen (34 exemplaren) zijn verricht tussen 1988 en 2007. De meest waargenomen soort is de ruige dwergvleermuis (26 exemplaren), daarnaast zijn de rosse vleermuis (2x), de noordse vleermuis (2x), de laatvlieger (1x) en de tweekleurige vleermuis (3x) waargenomen. Voor geen van deze soorten zijn beschermde gebieden aangewezen in het kader van de VHR.

De in Nederland voorkomende soorten ingekorven vleermuis, bechsteins vleermuis, vale vleermuis en meervleermuis zijn opgenomen in bijlage II van de Habitatrichtlijn. Voor soorten van bijlage II die geregeld in ons land voorkomen, moet Nederland beschermde gebieden aanwijzen. In Nederland zijn verschillende mergelgroeves en twee kloosters in Limburg aangewezen voor één of meer van de genoemde soorten. Daarnaast zijn verspreid over het land enkele gebieden aangewezen voor de meervleermuis. Alleen het duingebied Meijendel en Berkheide ligt in de buurt van de Noordzeekust. De instandhoudingsdoelstelling voor de Meervleermuis voor dit gebied omvat "het behoud van de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor het behoud van de populatie". In de toelichting wordt opgemerkt dat de Meervleermuis in dit gebied in bunkers overwintert, het betreft momenteel het belangrijkste overwinteringsgebied voor deze soort in Nederland. Voor de soort zijn ook de aanwezige landgoederen van belang, omdat deze fungeren als zomerverblijven.

Meervleermuizen foerageren tot een maximale afstand van ongeveer 30 km (Limpens *et al.*, 2006) vanaf hun zomerverblijfplaats en bij voorkeur boven (oevers van) sloten, rivieren en meren (Limpens, 2001). De open zee is niet bijzonder geschikt voor meervleermuizen om te foerageren, aangezien de hoge golven de echolocatie van de dieren verstoren. Er zijn echter wel enkele waarnemingen van Meervleermuizen bekend op de Waddenzee bij Friesland en bij Bremerhaven (Dld), maar deze dieren foerageerden dicht langs de kust boven ondiepe delen. Tromp Binnen ligt op tenminste 65 kilometer van de kust en de kans dat meervleermuizen zo ver buiten de kust foerageren is uitgesloten.

De Meervleermuis is een soort die migreert over middellange afstand (tot maximaal +/- 500 km). De winterverblijfplaatsen bevinden zich in Nederland hoofdzakelijk in bunkers op de Veluwe en langs de kust van Zuid-Holland en in mergelgroeves in Zuid-Limburg. Verder zijn geringde dieren in de winter teruggevonden in België, Duitsland en Noord-Frankrijk. Er zijn geen waarnemingen bekend van overwinterende Meervleermuizen in Groot-Brittannië.

Ook zijn er nooit Meervleermuizen gevonden op gas- en olieplatformen op de Noordzee. Migratie van deze soort over de Noordzee lijkt daarmee uitgesloten.

Ten aanzien van de vleermuissoorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn waarvoor in Nederland Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, geldt dat negatieve effecten als gevolg van de aanleg en exploitatie van het windturbinepark Tromp Binnen op voorhand zijn uit te sluiten. De instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden worden door de ingreep niet aangetast. Vleermuizen zullen derhalve niet verder worden meegenomen in de effectbeoordeling.

Verwachte effecten op vissen

In de Noordzee komen enkele diadrome vissoorten voor waarvoor beschermde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen volgens annex II van de Habitatrichtlijn. Het gaat hier om zeeprik, rivierprik, elft, fint en zalm. De zeeprik, rivierprik en de fint zijn onder andere beschermd in Natura 2000-gebied Waddenzee. Volgens de Handreiking worden er geen significante effecten op (voor Natura 2000-gebieden aangewezen) vissoorten verwacht: "De kennis over de effecten van onderwatergeluid op vissen is eveneens zeer beperkt. Op basis van die beperkte kennis wordt vooralsnog ingeschat dat fysieke schade door heien mogelijk tot op een afstand van 14 kilometer kan optreden. Verstoring treedt mogelijk op over een afstand van tientallen kilometers, maar feitelijk is er nauwelijks iets bekend over de reactie van vissen op heigeluid. Een aantal vissen behoort tot beschermde soorten volgens de Habitatrichtlijn. Het gaat om soorten die migreren tussen zoet en zout water. In het algemeen is de kennis over de verspreiding van die soorten in de Noordzee zeer beperkt, maar voor deze beschermde soorten wordt op basis van deskundigenoordeel niet verwacht dat de gebieden met windturbinelocaties van wezenlijk belang zijn. Bovendien zijn de belangrijkste knelpunten voor de huidige instandhouding van deze beschermde soorten de kwaliteit en beschikbaarheid van zoetwaterhabitats. Mede om die reden worden significante effecten van de aanleg van windturbineparken op deze soorten niet verwacht." De Handreiking gaat er van uit dat de grootste verstoring voor vissen optreedt door het heien van monopaalfunderingen, maar dat dit niet tot significante effecten op beschermde vissoorten zal leiden. Aangezien er voor Tromp Binnen Gravity Based funderingen worden gebruikt, waarbij niet geheid zal worden, kunnen deze effecten geheel worden uitgesloten. Directe effecten op die vissen waarvoor Natura 2000 gebieden zijn aangewezen worden dan ook niet meegenomen in deze PB.

Vislarven

Tijdens heiwerkzaamheden ten behoeve van de aanleg van funderingen van windturbines kunnen vislarven binnen een bepaalde straal van de heiwerkzaamheden sterven. Voor vislarven geldt dat zij als juvenielen een belangrijke voedingsbron vormen voor binnen Natura

2000-gebieden beschermde visetende vogels. Een van de kernopgaven voor de Waddenzee is dat deze dient als opgroeigebied voor jonge vis. Een verminderde aanvoer van vislarven naar dit gebied kan geïnterpreteerd worden als een verminderde opgroeifunctie van het gebied voor jonge vis. Aangezien er niet wordt geheid bij de aanleg van Tromp Binnen, worden geen relevante effecten op vislarven verwacht. Een doorwerking van vislarvensterfte naar de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden wordt dan ook uitgesloten.

Verwachte effecten op zeezoogdieren en vogels
In de volgende paragrafen worden per fase de effecten op zeezoogdieren en vogels nader besproken.

14.4.1.1 Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase zijn er drie activiteiten die lokaal tot ecologische effecten kunnen leiden. Het betreft scheepvaart, de aanleg van kabels en de aanleg van de funderingen.

Scheepvaart
Voor de aanlevering van bouwmaterialen en het vervoer van werknemers zal scheepvaart plaatsvinden, wat plaatselijk leidt tot geluid en trillingen. Lokaal kan hierdoor verstoring optreden voor vogels, vis(larv)en en zeezoogdieren. Deze scheepvaart is tijdens de aanlegfase van tijdelijke aard. Het plangebied voor windturbinepark Tromp Binnen bevindt zich in intensief bevaren gebied en nabij drukke scheepvaartroutes. De lokale toename van scheepvaart heeft dan ook een verwaarloosbaar effect ten opzichte van het leefgebied van vogels, vissen en zeezoogdieren. Hoewel lokaal verstoring kan optreden, zal deze niet reiken tot aan een Natura 2000 gebied. Significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden door aan de voorgenomen activiteit gerelateerd scheepvaartverkeer tijdens de aanlegfase worden uitgesloten.

Aanleg kabels
Deze PB is opgesteld in het kader van vergunningverlening op grond van de Wbr. Wat betreft de kabels voor het windturbinepark wordt hierom alleen het gebied buiten de 12-mijls zone in beschouwing genomen. De aanleg van de kabels in dit gebied leidt tot ruimtebeslag en tijdelijk en plaatselijk tot vertroebeling van het zeewater. Deze effecten zijn echter zeer gering. Daarnaast worden er geen kabels aangelegd binnen de begrenzing van een Natura 2000 gebied, zowel in zee als op land. Effecten op de instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden van Natura 2000-gebieden worden dan ook uitgesloten.

Aanleg funderingen

Tijdens de aanlegfase van Tromp Binnen zullen geen heiwerkzaamheden plaatsvinden. Hierdoor zullen effecten hiervan zoals aangepast gedrag, vluchtgedrag en fysieke (weefsel)beschadiging achterwege blijven. Effecten van het "operationele" geluid tijdens de aanleg van de funderingen zullen klein en lokaal zijn, orde grootte enkele kilometers rond een schip of turbine. Dergelijke effecten zullen, vanwege de grote afstand tot de kustzone, niet reiken tot een Natura 2000-gebied. Hooguit kan er verstoring optreden op individuen van soorten die zich binnen de verstoringscontour bevinden en een directe relatie hebben met (instandhoudingsdoelstellingen van) Natura 2000-gebieden. Tijdens de aanleg en verwijdering kan er sprake zijn van een beperkte mate van barrierewerking. Hoewel lokaal verstoring kan optreden, worden significant negatieve effecten op (instandhoudingsdoelstellingen van) Natura 2000-gebieden door de bouw van de funderingen uitgesloten.

14.4.1.2 Exploitatiefase

Tijdens de exploitatiefase zijn er vier kenmerken die lokaal tot ecologische effecten kunnen leiden. Het betreft het de scheepvaart ten behoeve van onderhoud, de aanwezigheid van kabels, het verbod op scheepvaart en de aanwezigheid van de funderingen/turbines.

Scheepvaart ten behoeve van onderhoud

Voor het onderhoud van de windturbines tijdens de exploitatiefase zal scheepvaart plaatsvinden, wat plaatselijk leidt tot geluid en trillingen. Lokaal kan hierdoor verstoring optreden voor vogels, vissen, vislarven en zeezoogdieren. Het plangebied voor windturbinepark Tromp Binnen bevindt zich in intensief bevaren gebied en nabij drukke scheepvaartroutes. De lokale toename van scheepvaart is dan ook verwaarloosbaar ten opzichte van het leefgebied van vogels, vissen en zeezoogdieren. Hoewel lokaal verstoring kan optreden, worden significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden van Natura 2000-gebieden door aan de voorgenomen activiteit gerelateerd scheepvaartverkeer tijdens de exploitatiefase derhalve uitgesloten.

Aanwezigheid kabels

Deze PB is opgesteld in het kader van vergunningverlening op grond van de Wbr. Wat betreft de kabels voor het windturbinepark wordt hierom alleen het gebied buiten de 12-mijls zone in beschouwing genomen. De kabels in dit gebied veroorzaken een elektromagnetisch veld dat tot een afstand van maximaal enkele meters een negatief effect kan hebben op de prooidetectie van bepaalde kraakbeenvissen (Gill, 2005). Tijdens experimenten met kraakbeenvissen werden niet geheel consistente resultaten gevonden; sommige vissen leken aangetrokken te worden, andere werden afgestoten door het elektromagnetische veld. Hierdoor wordt een (verwaarloosbaar klein) deel van het habitat van deze vissen minder ge-

schikt. Deze effecten zijn echter zeer gering en de getroffen vissoorten zijn niet beschermd in Natura 2000-gebieden. Bovendien bevinden de kabels zich niet binnen de begrenzing van een Natura 2000 gebied. Effecten op de instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden van Natura 2000-gebieden worden dan ook uitgesloten.

Verbod op scheepvaart

Windturbineparken op de Noordzee zijn verboden terrein voor schepen, uitgezonderd bestemmingsverkeer. Dit leidt tot een afname van geluid en trillingen van scheepvaart binnen het park die normaliter wel in het gebied voor zou kunnen komen. Aangezien het plangebied in een druk bevaren gebied ligt, is deze afname in verhouding verwaarloosbaar. Het verbod op scheepvaart houdt ook in dat er gedurende 20 jaar geen visserij meer in het gebied mag plaatsvinden. Hierdoor kan de zeebodem in het gebied herstellen wat onder andere positieve effecten kan hebben op de bodemfauna. Samen met het ontbreken van visserij kan dit mogelijk een positief lokaal effect hebben op vissen en zeezoogdieren, maar effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden worden hierdoor niet verwacht.

Aanwezigheid windturbines

Door de aanwezigheid van windturbines is het mogelijk dat vogels in botsing komen met mast of wieken en daardoor komen te overlijden. Dit geldt voor enkele soorten kolonievogels[3] die vanuit Natura 2000-gebieden foerageren en daarbij door het windturbinepark vliegen, maar ook voor trekvogels die jaarlijks vanuit Natura 2000-gebieden naar het zuiden of westen trekken en weer terugkomen. Sommige vogelsoorten hebben een zekere neiging om windturbineparken te ontwijken (Dierschke & Garthe, 2006), waardoor de aanwezigheid van het park kan leiden tot habitatverlies en/of omvlieggedrag (paragraaf 14.4.2).

Tijdens de exploitatie worden er ook geluid en trillingen geproduceerd door de windturbines, wat een verstorend effect kan hebben op zeezoogdieren (Prins *et al.*, 2008). In paragraaf 14.4.3 wordt verder op zeezoogdieren ingegaan.

De windturbines en steenstort rondom de palen zorgen voor hard substraat op de anders zandige bodem van het gebied. Hierop kan zich benthische fauna vestigen, en er worden schuilplaatsen gecreëerd waar bepaalde vissoorten gebruik van kunnen maken. Enkele vogelsoorten, zoals de aalscholver, kunnen vervolgens gericht foerageren op het "bewoonde" harde substraat. Deze effecten zijn echter zeer lokaal en zullen niet doorwerken op Natura 2000-gebieden.

---

[3] Onder kolonievogels wordt verstaan die zeevogels die als broedvogel zijn beschermd in Natura 2000-gebieden en die tijdens het foerageren in aanraking kunnen komen met het windturbinepark.

14.4.1.3 Verwijderingsfase

Voor Tromp Binnen geldt dat verwijdering van de funderingen van de windturbines plaatsvindt door deze leeg te pompen en te lichten. De turbine en het tussenstuk worden ontkoppeld door de bouten te verwijderen. Er hoeft derhalve niet gezaagd, gesneden of met explosies gewerkt te worden. De verwijderingsfase leidt tot dezelfde type verstoring als de aanlegfase; voor effectbeschrijvingen zie paragraaf 14.4.1.1.

14.4.2 **Vogels**

Vogels kunnen op verschillende manieren effecten ondervinden van de voorgenomen activiteit. Tijdens de exploitatiefase kunnen de windturbines leiden tot aanvaringen en daarmee sterfte van vogels. Sommige vogels zullen de parken geheel vermijden, waardoor er habitatverlies en/of barrièrewerking optreedt.

14.4.2.1 Kolonievogels

Deze PB richt zich op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden. Onder kolonievogels worden verstaan die vogels die als broedvogel zijn beschermd in Natura 2000-gebieden en die tijdens het foerageren in aanraking kunnen komen met het windturbinepark. Kolonievogels kunnen negatief beïnvloed worden door middel van aanvaringen met de windturbines, habitatverlies en barrièrewerking tijdens het foerageren. In dat kader heeft de ingreep dus alleen effect op vogels uit kolonies die zich voldoende nabij het plangebied bevinden en tijdens het foerageren in aanraking met het windturbinepark kunnen komen. Hierbij gaat het dan om de indirecte effecten van het windturbinepark op broedende vogels uit de Natura 2000-gebieden.

Tabel 14.3 geeft een overzicht van zeevogels die als broedvogel in Natura 2000-gebieden rondom de Noordzee zijn beschermd en die op de Noordzee foerageren, inclusief de gemiddelde maximale foerageerafstand vanaf de broedlocatie. Alleen voor de kleine mantelmeeuw en de jan-van-gent geldt dat zij tijdens het foerageren in het broedseizoen in aanraking kunnen komen met het windturbinepark. Voor de overige soorten worden significant negatieve effecten tijdens het foerageren uitgesloten, omdat hun foerageerranges hiervoor te klein zijn.

Tabel 14.3 Overzicht van zeevogels die als broedvogel beschermd zijn in Natura 2000-gebieden rondom de Noordzee. Voor alle soorten is de gemiddelde maximale foerageerafstand vanaf de broedlocatie weergegeven (Bronnen: Hamer et al. 2007; Nelson, 1997 (jan-van-gent), Van Dam et al. 1995 (aalscholver), Baptist & Meininger 1984 (grote stern), Suryan et al. 2000 (Drieteenmeeuw), overige Van der Hut et al. 2007, soortendatabase website Min. van LNV;).

Soort	Gemiddelde maximale foerageerafstand vanaf de broedlokatie (km)	Kolonies in Natura 2000 gebieden binnen foerageerafstand van Tromp Binnen
Aalscholver	70	
kleine mantelmeeuw	100	Duinen Vlieland Duinen en Lage Land Texel Zwanenwater & Pettemerduinen
jan-van-gent	500	Bempton Cliffs (Engeland) Helgoland (Duitsland)
grote stern	40	
Dwergstern	3	
Visdief	10	
noordse stern	10	
Drieteenmeeuw	90[1)]	

[1)] de drieteenmeeuw komt slechts in Engelse Natura2000-gebieden voor die op meer dan 90 km afstand van Tromp Binnen zijn gesitueerd.

Omvliegen

Kleine mantelmeeuwen leggen tijdens foerageertrips veel grotere afstanden af dan twee maal de rechte lijn tussen de kolonie en het verste punt (gegevens op www.sovon.nl, informatie voordracht C.J. Camphuysen 28-11-2008 te Nijmegen). Los van de discussie over ontwijken van windturbineparken dan wel individuele windturbines in het windturbineparkgebied, betekent dit dat het eventueel uitwijken voor windturbines, hetgeen een extra te vliegen afstand in de ordegrootte van maximaal kilometers oplevert, niet als effect gezien kan worden dat voor deze soort van betekenis is. Voor de jan-van-gent geldt dat deze honderden kilometers moet vliegen om het park te bereiken. Indien er enkele kilometers omgevlogen wordt om het park te vermijden, wordt dit niet gezien als een significant effect. Er is dan ook niet gepoogd dit te kwantificeren. Voor aalscholvers wordt verwezen naar paragraaf 14.4.2.5.

14.4.2.2 Niet-broedvogels

In sommige Natura 2000-gebieden zijn zowel broedvogels als niet-broedvogels beschermd. Voor de laatste categorie hebben de Natura 2000-gebieden een functie als foerageergebied of slaapgebied c.q. hoogwatervluchtplaats. Deze functies zijn niet afhankelijk van foerageergebieden buiten het Natura 2000-gebied zoals de broedfunctie dat voor de vogels wel is. Met andere woorden, niet-broedvogels behoeven niet verder in de analyse van de PB te worden meegenomen omdat de windturbineparken geen indirecte effecten hebben op de functies van het Natura 2000-gebied als foerageer-, slaap- en hoogwatervluchtplaats.

Daarnaast zijn er, met uitzondering van de aalscholver, geen soorten die als niet-broedvogel in Natura 2000-gebieden beschermd zijn en die in substantiële aantallen in de *offshore* gebieden, buiten de 12-mijlszone, foerageren.

14.4.2.3 Trekvogels

Onder trekvogels worden in deze PB die vogels verstaan, die in één of meer Natura 2000-gebieden, hetzij in Nederland hetzij in het Verenigd Koninkrijk, zijn opgenomen als beschermde soort, en die één of meerdere malen per jaar tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland de Noordzee over trekken. Trekvogels foerageren niet op de Noordzee, er treedt dus geen habitatverlies op. Tijdens de trek kunnen de trekvogels wel windturbineparken tegenkomen, waardoor er een risico op aanvaringen bestaat. Ook treedt mogelijk vermijding op van windturbineparken, waardoor barrièrewerking optreedt: de vogels vliegen om de parken heen en dat kost meer energie.

Oost-west migratie

In appendix C van de Handreiking wordt een uitgebreide lijst gepresenteerd van vogelsoorten die volgens de gebruikte bronnen al of niet de zuidelijke Noordzee oversteken naar het Verenigd Koninkrijk en vice versa. In deze appendix zijn de vogels gesorteerd in vier groepen. De belangrijkste groep (a) bestaat uit vogelsoorten die in substantiële aantallen oost-west migreren over de zuidelijke Noordzee. Groep b bevat vogels waarvan bekend is dat ze de zuidelijke Noordzee oversteken, maar waarvan de gegevens niet voldoende zijn om ze in de eerste groep in te delen. In groep c staan vogels waarvoor additionele informatie uitsluitsel kan geven of ze wel of niet de zuidelijke Noordzee oversteken. De laatste groep (d) bevat vogels waarvan hoogstwaarschijnlijk geen of maximaal een klein deel van de populatie de

zuidelijke Noordzee oversteekt. Op basis van deskundigenoordeel[4] is de appendix C nagelopen op compleetheid en zijn de soorten uit groep c ingedeeld in groep a, b en d.

In tabel 14.4 staan de vogelsoorten waarvan aannemelijk is dat ze de zuidelijke Noordzee oversteken en daarbij in aanraking kunnen komen met het windturbinepark. Deze soorten worden in de analyse van deze PB meegenomen.

Tabel 14.4 Vogelsoorten die geacht worden zeker of mogelijk de zuidelijke Noordzee oversteken

Migratievogels			
dodaars	zomertaling	zilverplevier	dwergmeeuw
fuut	slobeend	kievit	kokmeeuw
kuifduiker	tafeleend	kanoetstrandloper	stormmeeuw
noordse stormvogel	kuifeend	drieteenstrandloper	kleine mantelmeeuw
jan-van-gent	zwarte zee-eend	krombekstrandloper	zilvermeeuw
aalscholver	brilduiker	bonte strandloper	grote mantelmeeuw
roerdomp	nonnetje	kemphaan	drieteenmeeuw
kleine zwaan	middelste zaagbek	ijslandse grutto	visdief
taigarietgans	grote zaagbek	rosse grutto	noordse stern
kolgans	blauwe kiekendief	regenwulp	dwergstern
rotgans	slechtvalk	wulp	zeekoet
bergeend	waterral	tureluur	alk
smient	meerkoet	groenpootruiter	velduil
krakeend	kraanvogel	steenloper	frater
wintertaling	scholekster	kleine jager	
wilde eend	bontbekplevier	grote jager	
pijlstaart	goudplevier		

[4] Om tot een beoordeling te komen van de compleetheid van de betreffende appendix C en een verdere onderverdeling van de categorie c in deze PB te komen, is een workshop georganiseerd waarin deskundigen van Bureau Waardenburg, Altenburg en Wymenga en Imares op basis van hun deskundigheid de lijst van mogelijke oost-west migrerende soorten hebben nagelopen en waar nodig hebben aangepast:soorten in categorie d zijn gecheckt; dit leverde enkele verplaatsingen naar categorie b op soorten in categorie c zijn verdeeld over b en d

Noord-zuid migratie

Vogeltrek vindt langs de kust overwegend gestuwd plaats. De meerderheid van de trekvogels over de Noordzee gaat noord-zuid, een minderheid oost-west (van en naar de Britse eilanden). Gemiddeld nemen de aantallen vogels per km² (trekdichtheid) af naarmate de afstand tot de kust groter is (Van Gasteren et al., 2002; Krijgsveld et al., 2005). De aantallen vogels die langstrekken zijn op grotere afstand van de kust dus lager dan vlak bij de kust. Soorten als zwarte zee-eenden en wellicht ook door andere soorten, zoals duikers, dwergmeeuw en grote stern, snijden de landinwaartse bocht in de Hollandse kust af en trekken hierdoor, met name in het voorjaar, op grotere afstand van de kust door (o.a. Den Ouden & Camphuysen, 1983; Platteeuw, 1990). De as van de trekstroom van dergelijke soorten ligt naar verwachting bij Zuid-Holland op meer dan tien kilometer uit de kust en bij Noord-Holland op minder dan tien km.

Ook op grond van observaties vanuit vliegtuigen en vanaf boten is het aannemelijk dat de trek op open zee minder geconcentreerd is dan in de kustzone (Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994). Op grond van de waarnemingen op Meetpost Noordwijk is zeker dat de overgang naar minder geconcentreerde trek verder dan vijftien km uit de kust ligt. Leopold et al. (2004) constateerden vooral een afname na de 20 meter dieptelijn van de Noordzee, op circa 20 km uit de kust.

De afstand van het plangebied tot de kust is dermate groot dat tijdens de noord-zuid migratie geen relevante aantallen vogels in aanraking met het windturbinepark zullen komen. Een negatief effect op deze groep vogels kan worden uitgesloten. De noord-zuid migratie van vogelsoorten langs de Nederlandse kust wordt in deze PB dan ook niet meegenomen.

Omvliegen

De meeste trekvogels die over zee vliegen leggen dermate grote afstanden af, dat omvliegen om een windturbinepark slechts een geringe toename van de lengte van de trekweg kan betekenen. Een vogel, die recht op het centrum van een windturbinepark aanvliegt en eromheen wil vliegen, zal maximaal enkele kilometers extra vliegen. Voor vogels die bijvoorbeeld vanuit Noorwegen, via de centrale Noordzee, naar Nederland vliegen is dit een verwaarloosbare toename. Als aangenomen wordt dat een toename van de trekweg met 1% van de lengte een significante toename zou betekenen van het energieverbruik op de betreffende trekweg, dan komen alleen oost-west lopende trekbanen tussen Nederland en Engeland in aanmerking. De vogels die van deze (korte) trekbaan gebruik maken, spenderen echter slechts relatief weinig energie en kunnen bovendien hun (korte) trek afstemmen op de heersende weersomstandigheden. Het lijkt uitermate onwaarschijnlijk dat deze korte-afstandtrekkers in de problemen zouden kunnen komen doordat ze enkele kilometers moe-

ten omvliegen. Significante effecten door omvliegen op populatieniveau worden dan ook uitgesloten en in deze PB zal niet verder worden ingegaan op het effect van omvliegen door trekvogels (zie ook paragraaf 7.4.5 MER).

14.4.2.4 Zeevogels

Onder zeevogels wordt in deze PB die soorten verstaan, die – buiten het broedseizoen[5] – de zuidelijke Noordzee als leefgebied hebben.

Tabel 14.5 geeft een overzicht van zeevogels, die in belangrijke aantallen in de zuidelijke Noordzee voorkomen (Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994; Stone *et al.*, 1995; Bijlsma *et al.*, 2001). Het betreft hier soorten die in zodanige aantallen voorkomen, dat deze op grond van gegevens van de vliegtuigtellingen van Rijkswaterstaat in een ruimtelijk statistisch model kunnen worden gemodelleerd.

Tabel 14.5 Zeevogelsoorten die in belangrijke aantallen in de zuidelijke Noordzee voorkomen

Zeevogels ter hoogte van het plangebied	
duikers	zilvermeeuw
noordse stormvogel	grote mantelmeeuw
jan-van-gent	drieteenmeeuw
kokmeeuw	grote stern
stormmeeuw	noordse stern/visdief
kleine mantelmeeuw	alk/zeekoet

Op grond van tellingen vanaf de kust en vanaf schepen kunnen fuut, eidereend, zwarte zee-eend en dwergmeeuw hier nog aan worden toegevoegd. Van deze soorten komen fuut, eidereend en zwarte zee-eend slechts dichtbij de kust voor en niet verder offshore ter hoogte van windturbinepark Tromp Binnen; ze zijn derhalve hier niet relevant en zullen in deze PB niet verder als zeevogel worden opgenomen. Dwergmeeuwen komen tijdens de voorjaarstrek mogelijk wel voor ter hoogte van windturbinepark Tromp Binnen (Leopold *et al.*, 2004).

---

[5] De effecten op broedende zeevogels worden behandeld onder de term "kolonievogels"

Voor voorgenoemde soorten is geen eenduidige relatie te leggen met Natura 2000-gebieden. Deels betreft het individuen uit die gebieden, deels ook individuen van verder weg gelegen broedkolonies, en kolonies buiten de Natura 2000-gebieden. Effecten op deze soorten zijn dan ook niet door te vertalen naar effecten op instandhoudingsdoelstellingen voor specifieke Natura 2000-gebieden. In paragraaf 7.4.4 van het MER voor het windturbinepark Tromp Binnen is aandacht besteed aan effecten op de biogeografische populaties van deze soorten. Daaruit blijkt dat er geen belangrijke effecten op populatieniveau te verwachten zijn.

Buiten het broedseizoen, als de vogels geen binding meer hebben met hun kolonie, kunnen zeevogels in feite gaan en staan waar ze willen, binnen hun normale overwinteringsrange. Deze arealen zijn aanzienlijk groter dan de foerageerranges in het broedseizoen. Alleen al het Nederlandse deel van de Zuidelijke Bocht van de Noordzee is circa 25.000 km^2 groot. Het aandeel van het windturbinepark Tromp Binnen (ca. 33 km^2) in dit gebied is 0,13%.

Aangezien er geen belangrijke effecten op populatieniveau worden verwacht en het beïnvloedingsgebied minimaal is ten opzichte van het leefgebied, worden significant negatieve effecten op zeevogels uitgesloten. In de hoedanigheid van "zeevogel" (dus op zee rondtrekkende vogels buiten de broedcyclus) worden deze soorten dan ook niet verder in beschouwing genomen in deze PB.

14.4.2.5 Aalscholver

Eerder bleek dat de oostpunt van het plangebied voor Tromp Binnen zich net binnen de gemiddelde maximale foerageerafstand van aalscholverkolonies bevindt. Ook vanuit bestaande windturbineparken (OWEZ en Prinses Amalia Windpark), die zij als rustplaats gebruiken, is het (in theorie) wel mogelijk dat zij ook dit windturbinepark bezoeken. De aalscholver verdient speciale aandacht, omdat deze soort op geheel eigen wijze reageert op windturbineparken op zee.

In Zwanenwater & Pettemerduinen bevindt zich de aalscholverkolonie die momenteel het meeste effect ondervindt van windturbineparken op zee (OWEZ en Prinses Amalia Windpark). De vogels in deze kolonie halen ca. driekwart van hun voedsel (tijdens het broedseizoen; data IMARES) uit zee. Waarnemingen op zee hebben laten zien (Leopold *et al.*, 2004 en vervolgwaarnemingen) dat deze aalscholvers over een groot gebied verspreid op zee foerageren, met een aantal duidelijke hotspots: de omgeving van de Razende Bol bij Den Helder waar hun foerageergedrag suggereert dat ze op scholende vissen jagen; achter viskotters en in en rond de windturbineparken OWEZ en Prinses Amalia Windpark en een belendend gasproductieplatform. Relatief grote aantallen vogels vliegen 's morgens en in de

loop van de dag, gericht vanuit de kolonie naar deze windturbineparken, waar ze (een deel van) de dag rustend en foeragerend doorbrengen. Grote aantallen (in de zomer van 2008 oplopend tot ruim 200) rusten op de meteo-mast van OWEZ, het transformatorplatform in Prinses Amalia Windpark en op de terrassen van de turbinepalen (figuur 14.4).

Figuur 14.4 Rustende aalscholvers op het transformatorplatform van windturbinepark Prinses Amalia (links, met linksonder een detail) en op de meteo-mast van windturbinepark OWEZ (rechts, met rechtsonder een detail) op 25 juni 2008. Foto's Hans Verdaat

Waarnemingen in OWEZ suggereren dat aalscholvers zonder zichtbare problemen tussen de molens doorlaveren en zowel binnen als buiten het park foerageren (M. Leopold). 's Nachts vertonen ze geen vliegactiviteit en bij harde wind (waarnemingen tot windkracht 8) vliegen de vogels gewoonlijk op lage hoogte, onder de rotorhoogte van windturbines (M. Leopold). Aanvaringskansen in deze situatie zijn onbekend, maar zijn gelet op de terreinkennis van de vogels, hun dagactieve gedrag en hun laagvliegen bij harde wind, vermoedelijk zeer laag. Sinds ongeveer 2001 zijn de aantallen aalscholvers in het Zwanenwa-

ter & Pettemerduinen min of meer stabiel, met fluctuaties tussen 740 en 900 paren. De bouw en ingebruikname van OWEZ en Prinses Amalia Windpark heeft hieraan niets veranderd, sinds 2005 lijkt de koloniegrootte zelfs toegenomen van 740 tot 1000 paar in 2008 (pers. comm. Marcel Haas, Beheerder Zwanenwater & Pettemerduinen), en zit daarmee ruim boven het gekwantificeerde instandhoudingsdoel van (behoud van) 300 paar.

Veerkracht van de aalscholverpopulatie
In het verleden heeft een rigoureuze onttrekking van ca. 13.400 vogels (ruim 3.000 vogels per jaar, zowel kuikens als subadulten en adulten) in de kolonie van Wanneperveen tussen 1941 en 1944 geen effect gehad op het aantal broedparen, dat zowel voor deze jacht in 1940 als enkele jaren erna in 1950 ca. 2.000 paren bedroeg (Veldkamp, 1986). Bregneballe *et al. (*1997) heeft de veerkracht van de aalscholverpopulatie uitgerekend met behulp van een modelstudie. Zij berekenden dat, om de min of meer stabiele Europese populatie op termijn met 15% te reduceren, een jaarlijkse onttrekking van circa 60.000 vogels nodig is. Momenteel wordt het jaarlijkse Europese afschot geschat op ca. 50.000 aalscholvers (ruim 10% van de populatie van circa 450.000 vogels), zonder duidelijk effect op de populatieomvang (Gerdeaux, 2005).

Gezien het gerichte gebruik van windturbineparken op zee, de veerkracht van de aalscholverpopulatie en de stabilisatie van de grootte van de meest beïnvloede aalscholverkolonie, worden significante negatieve effecten op de aalscholver uitgesloten. In deze PB zal de aalscholver dan ook niet verder worden behandeld.

14.4.3 **Zeezoogdieren**

Zeezoogdieren kunnen tijdens de aanleg, de exploitatie- en de verwijderingsfase effecten ondervinden van het windturbinepark. Onderwatergeluid kan leiden tot verstoring, habitatverlies en barrièrewerking. Tijdens de exploitatiefase is het onderwatergeluid beperkt, maar wel van langdurige aard. De zeezoogdieren waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd in omliggende Natura 2000-gebieden en die in het plangebied voorkomen zijn bruinvis, grijze zeehond en gewone zeehond. In deze PB wordt dan ook uitsluitend met deze zeezoogdieren rekening gehouden.

14.4.4 **Natura 2000-gebieden**

Deze PB richt zich op mogelijke effecten van aanleg van Tromp Binnen op Natura 2000-gebieden langs de Nederlandse kust (figuur 14.5 en figuur 14.6) en in het buitenland. Er kan onderscheid gemaakt worden in directe effecten en indirecte effecten (externe werking).

14.4.4.1 Directe effecten op habitattypen

De meeste Natura 2000-gebieden in deze PB bevatten uitsluitend habitattypen die op het land voorkomen. Deze habitattypen zijn in het kader van de PB niet van belang, omdat ze niet worden aangetast door plaatsing van een windturbinepark op zee. Sommige gebieden bevatten echter habitattypen op zee of in getijdengebied, waar het onderwatergeluid mogelijk tot verstoring en dus een afname van de kwaliteit van het habitat kan leiden. Omdat er voor Tromp Binnen geen heiwerkzaamheden plaatsvinden en het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied (Noordzeekustzone) zich op meer dan 45 km van de voorgenomen activiteit bevindt, worden directe effecten op habitattypen uitgesloten.

14.4.4.2 Indirecte effecten op Nederlandse Natura 2000-gebieden

Naast verstoring van habitattypen, kan de voorgenomen activiteit effect hebben op soorten die een directe relatie hebben met de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden, zoals kolonievogels uit Zwanenwater die mogelijk door het windturbinepark vliegen tijdens het foerageren. In tabel 14.6 staat een overzicht van de Natura 2000-gebieden die mogelijk een negatief effect ondervinden door de externe werking van de voorgenomen activiteit (zie ook de paragraaf 14.5 voor een nadere beschrijving van onder andere de voorkomende relevante soorten per gebied).

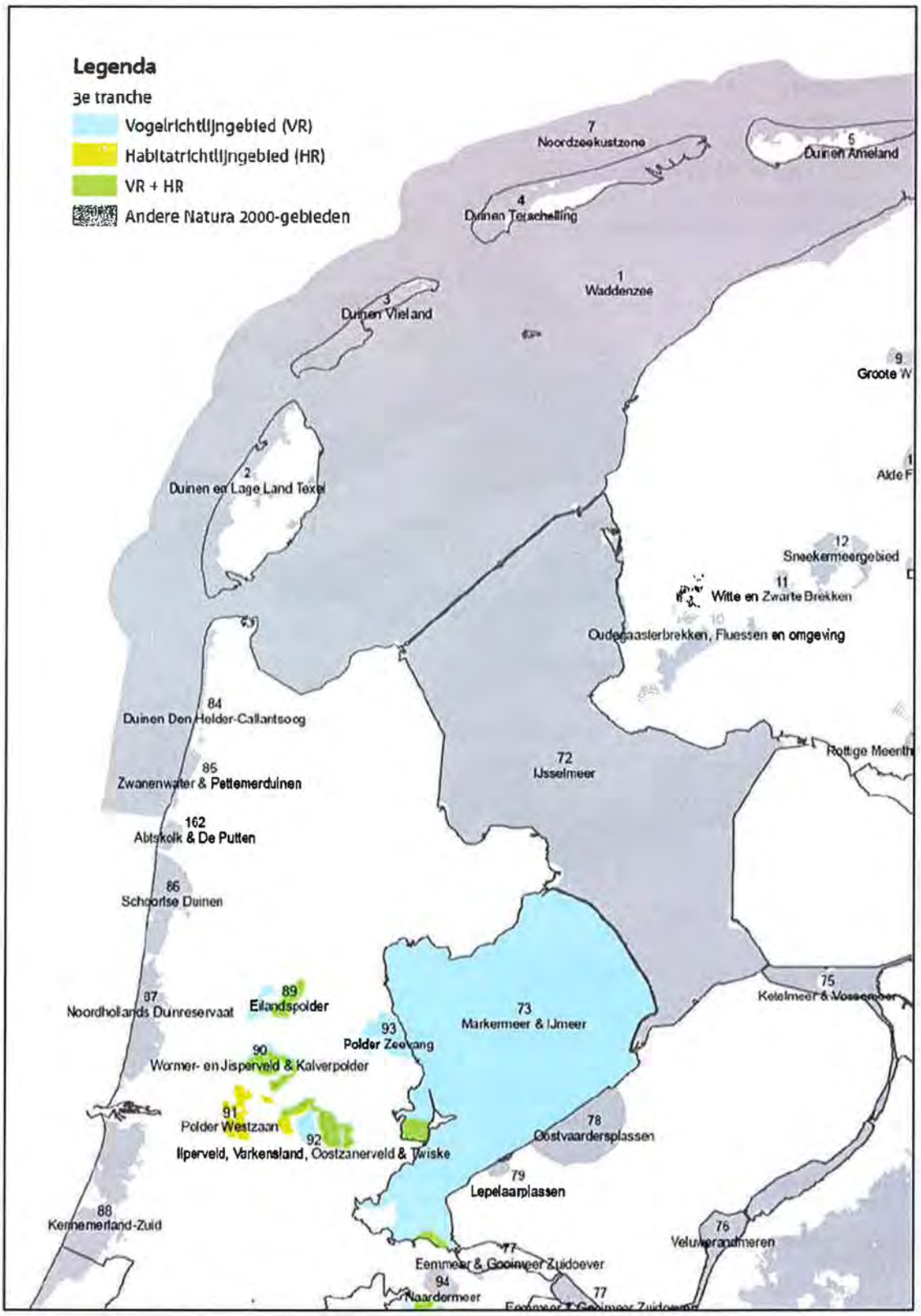
Tabel 14.6 Natura 2000-gebieden met risico op negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen door externe werking van de voorgenomen activiteit

Natura 2000-gebied	Soort	Mogelijke effecten
Duinen en Lage Land Texel	kleine mantelmeeuw	Aanvaringsrisico windturbines tijdens foerageren
Zwanenwater & Pettemerduinen	kleine mantelmeeuw	Aanvaringsrisico windturbines tijdens foerageren
Duinen Vlieland	kleine mantelmeeuw	Aanvaringsrisico windturbines tijdens foerageren
Noordzeekustzone	bruinvis grijze zeehond gewone zeehond	Risico op verstoring tijdens exploitatie en verwijdering
Waddenzee	grijze zeehond gewone zeehond	Risico op verstoring tijdens exploitatie en verwijdering
Voordelta	grijze zeehond gewone zeehond	Risico op verstoring tijdens exploitatie en verwijdering
Oosterschelde	gewone zeehond	Risico op verstoring tijdens exploitatie en verwijdering
Westerschelde & Saeftinghe	gewone zeehond	Risico op verstoring tijdens exploitatie en verwijdering

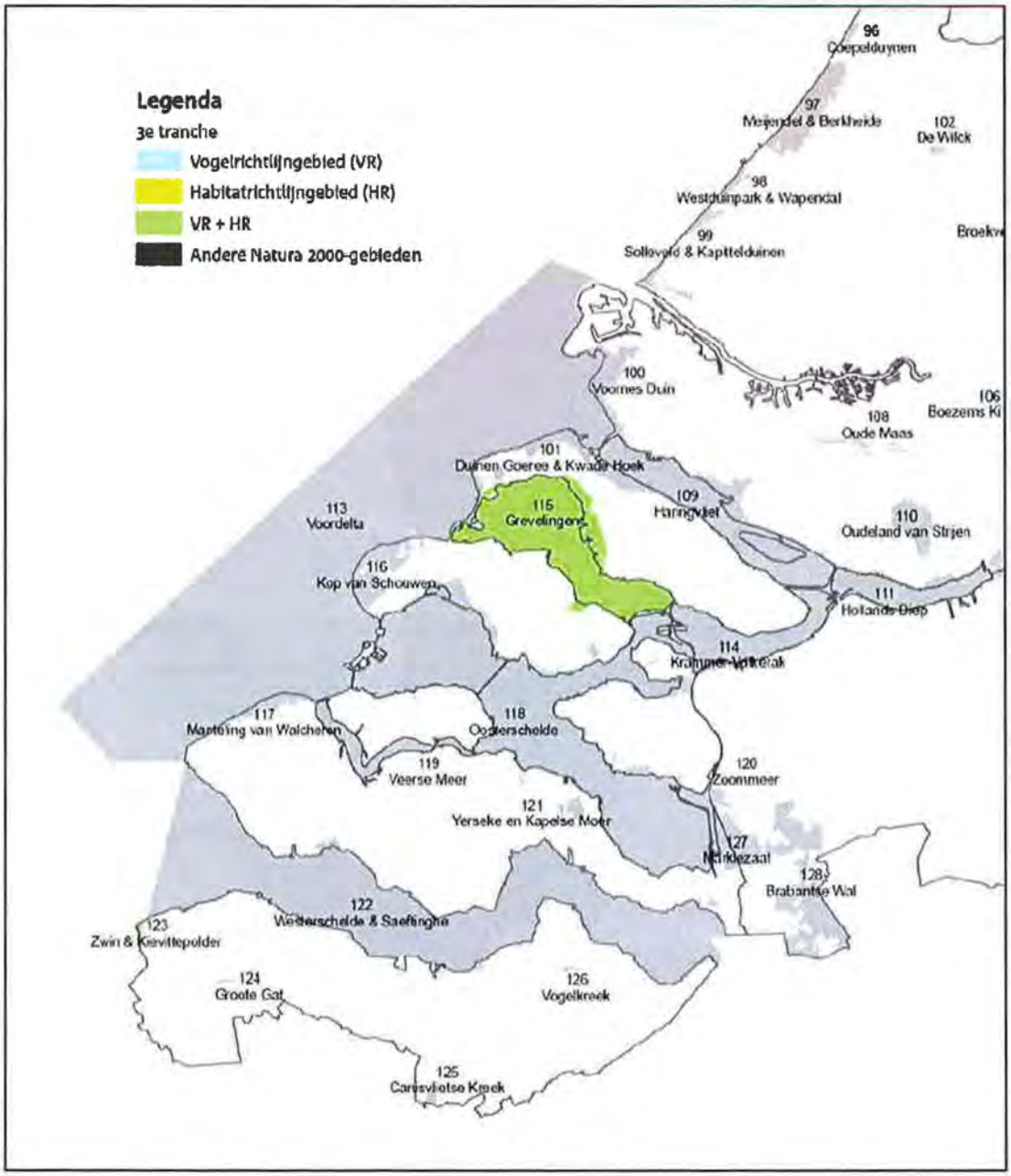
14.4.4.3 Buitenlandse Natura 2000-gebieden

Op buitenlandse Natura 2000-gebieden zijn geen directe effecten te verwachten. Zowel de Duitse, Britse, Franse als Belgische Natura 2000-gebieden bevinden zich op te grote afstand van het windturbinepark om een direct effect te ondervinden.

Zoals in paragraaf 14.4.2.1 staat beschreven, kunnen Bempton Cliffs (Engeland) en Helgoland (Duitsland) indirecte effecten ondervinden doordat de jan-van-gent vanuit deze gebieden in aanraking kan komen met het windturbinepark. Beïnvloeding van de instandhoudingsdoelstellingen van buitenlandse Natura 2000-gebieden kan verder uitsluitend plaatsvinden via sterfte van trekkende vogels. In paragraaf 14.4.2.1 is reeds vermeld dat in deze PB trekkende vogels worden meegenomen. Het betreft hier ook trekkende vogels uit buitenlandse Natura 2000-gebieden.



Figuur 14.5 Natura 2000-gebieden in de Nederlandse kustzone. Deel 1: Noord Nederland



Opdrachtgever:

Landbouw, natuur en voedselkwaliteit

Ministerie van LNV, Directie Natuur en Directie Regionale Zaken

Kaartproductie: Directie Kennis
Datum kaart: 11-jul-2008

Overzichtskaart ligging Natura 2000-gebieden

De begrenzing van de gebieden waarvan de ontwerpbesluiten in de eerdere tranches ter inzage zijn gelegd, is conform die van de ontwerpkaarten van de betreffende gebieden of van de definitieve besluiten (100, 101, 113). De overige gebieden zijn aangeduid volgens de aanwijzing (VR, 1986-2005) of de aanmelding (HR,2003).

Figuur 14.6 Natura 2000-gebieden in de Nederlandse kustzone. Deel 2: Zuidwest Nederland

14.5 Huidige situatie

In deze paragraaf wordt het voorkomen en gebruik beschreven van de in paragraaf 14.4 geselecteerde habitats en soorten, en de daaraan gerelateerde gebieden.

14.5.1 Vogels

In paragraaf 4.2.1 zijn de relevante soorten kolonievogels en trekvogels afgebakend. In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de huidige situatie van deze soorten.

14.5.1.1 Kolonievogels

Tabel 14.7 geeft een overzicht van de broedkolonies die binnen het bereik van deze PB vallen, inclusief de bijbehorende instandhoudingsdoelen en de huidige populatiegrootte. De instandhoudingsdoelen zijn afkomstig uit de (ontwerp-)aanwijzingsbesluiten zoals die zijn gepresenteerd op de website van Ministerie van LNV (www.minlnv.nl, oktober 2008) en behelzen behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van genoemd aantal broedparen. De trend volgt uit onderstaande soortbespreking.

Tabel 14.7 Huidige situatie kolonievogels in Natura 2000-gebieden binnen het invloedsgebied van Tromp Binnen

soort	Natura 2000-gebied	instandhoudingsdoel (aantal broedparen)	huidige populatie (aantal broedparen)	Trend
kleine mantelmeeuw	Duinen van Vlieland	2.500	2.500*	=
	Duinen en Lage Land Texel	14.000	14.000*	=
	Zwanenwater & Pettemerduinen	100	21**	-
jan-van-gent	Bempton Cliffs (UK)	n.b.	2.552***	+
	Helgoland (Duitsland)	n.b.	222****	+

*) gebasseerd op gemiddelde van 1999 – 2004 (SOVON/CBS 2005) en Van Dijk et al., 2008

**) Bergkamp (2005)

***) tellingen Seabird 1998 – 2002, www.jncc.gov.uk

****) in 2007; mond. med. M. Leopold, 2008

In figuur 14.7 zijn de locaties van deze kolonies van kleine mantelmeeuwen langs de Nederlandse kust weergegeven, inclusief een aanduiding voor de gemiddelde maximale foerageerafstand.

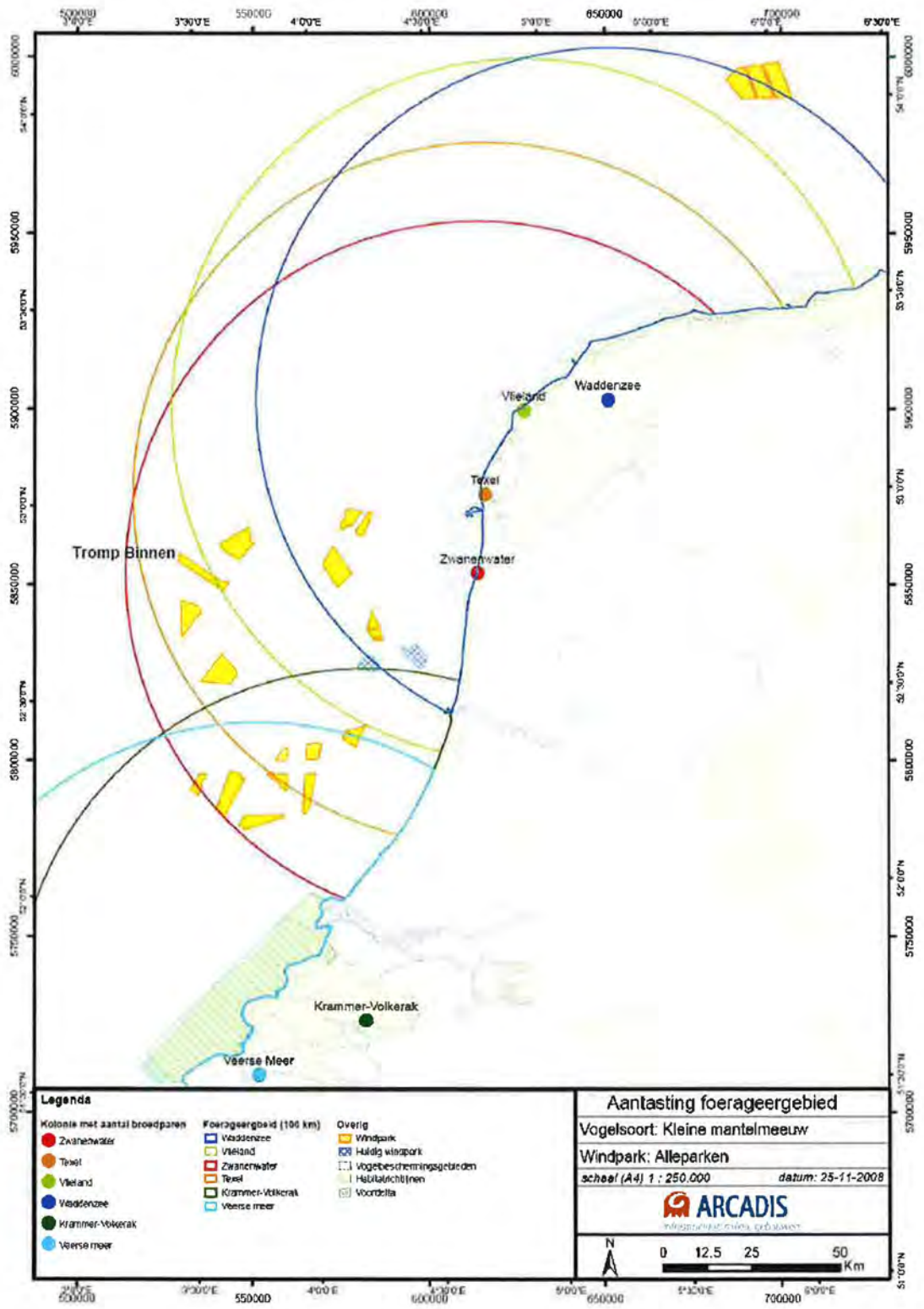
Kleine mantelmeeuw

De trend van de broedende kleine mantelmeeuwen in Nederland is sinds 1990 sterk toenemend (SOVON & CBS, 2005; SOVON, 2007; Van Dijk et al., 2008). Vanaf 2001 lijkt de stand van de kleine mantelmeeuw, na een gestage toename vanaf de jaren zeventig, gestabiliseerd op een hoog niveau met kleine jaarlijkse schommelingen. In 2006 kwam de schatting voor de totale Nederlandse populatie voor het tweede jaar op rij op 92.000 paren, waarmee de soort zijn top lijkt te hebben bereikt en de populatie stabiliseert (Van Dijk et al., 2008; Van Bruggen & van Dijk, 2008). De populatie van Duinen & Lage Land Texel volgt de landelijke trend nauwgezet (SOVON & CBS, 2005). Deze kolonie is sinds 1990 zeer sterk toegenomen, topte rond 2004 af (14.445 paar) en blijft de laatste jaren aantalmatig min of meer op peil (Bergkamp, 2005, Van Bruggen & van Dijk, 2008a). De kolonie groeit niet verder en lijkt dus om de een of andere reden beperkt. De beperking kan gelegen zijn in de hoeveelheid ruimte in de kolonies (nestgelegenheid) of de hoeveelheid beschikbaar voedsel. Het eerste houdt in, dat als een in de kolonie broedende kleine mantelmeeuw mocht komen te overlijden door een botsing met een turbine, dit een open plaats oplevert voor een rekruut zodat de omvang van het totale broedbestand niet zal dalen.

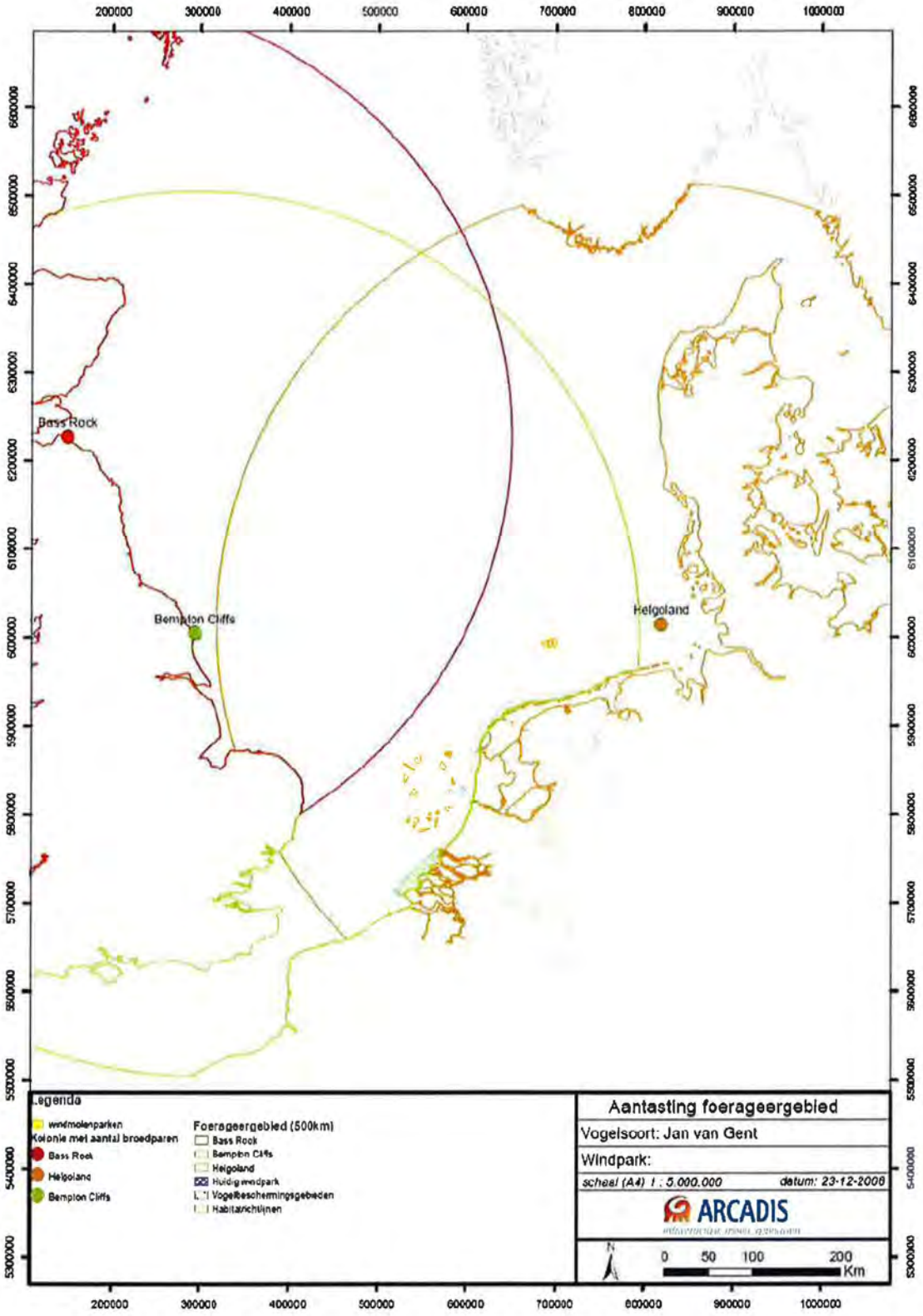
De populatie van Zwanenwater & Pettemerduinen volgt een andere trend; na de vestiging van de kleine mantelmeeuwen in open duin in 1980 is het aantal paren gestaag toegenomen met een maximum in 1995 (500 paren). Het laatste decennium is de stand gedecimeerd door vossen (Bron: Aanwijsbesluit). Nog steeds bleven tientallen paren in het duin broeden: gemiddeld aantal paren in de periode 1999-2003 111 paren (maximaal 125 paren in 1999). Op dit seizoensgemiddelde is het instandhoudingsdoel, zoals vermeld in tabel 14.7, gebaseerd. In 2005 zijn er echter slechts 21 paar vastgesteld (Bergkamp, 2005). De sterk afnemende trend in dit gebied heeft, gezien de predatiedruk van vossen, voornamelijk een interne oorzaak en houdt geen verband met en heeft ook geen gevolgen voor de landelijke trend, die gunstig genoemd kan worden. Voor Zwanenwater & Pettemerduinen zal, conform Nederlandse Natura 2000 voorschriften, op termijn een beheersplan opgesteld moeten worden, waarin bepaald wordt welke maatregelen noodzakelijk zijn om de instandhoudingsdoelen te behalen en/of te bestendigen. Interne problemen als predatie door vossen dienen in dit kader opgelost te worden. Er mag vanuit gegaan worden dat er op termijn dusdanige maatregelen genomen worden dat het instandhoudingsdoel van ten minste 100 paar kleine mantelmeeuwen in dit gebied gehaald en bestendigd wordt.

Jan-van-gent

Vanuit buitenlandse Natura 2000-gebieden kunnen jan-van-genten het plangebied bereiken. Er zijn twee kolonies binnen bereik van Tromp Binnen: Helgoland in Duitsland, en Bempton Cliffs in het Verenigd Koninkrijk. Voor de kolonie van Bass Rock in het Verenigd Koninkrijk ligt het windturbinepark buiten de maximale gemiddelde foerageerafstand. In figuur 14.8 zijn de locaties van deze kolonies van jan-van-genten weergegeven, eveneens voorzien van een aanduiding voor de gemiddelde maximale foerageerafstand. De trend van de soort in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk is een stijgende (bron: website Birdlife). Dit geldt overigens ook voor overige Europese kolonies (o.a. in Noorwegen en IJsland).



Figuur 14.7 Verspreiding van kolonies van kleine mantelmeeuwen langs de Nederlandse kust



Figuur 14.8 Verspreiding van kolonies van jan-van-genten langs de Noordzeekust

14.5.1.2 Trekvogels

In paragraaf 14.4.2.3 is een selectie gemaakt van soorten van appendix II van de Vogelrichtlijn, die beschermd zijn in Natura 2000-gebieden en waarvan het zeker of mogelijk is dat ze de zuidelijke Noordzee oversteken (van Nederland naar het Verenigd Koninkrijk en vice versa). Een aantal zeevogels voldoet ook aan deze criteria: dit zijn onder meer soorten die in Schotland broeden en ten zuiden van de Noordzee overwinteren. Na het broedseizoen zijn dit trekvogels, die (deels) over de Noordzee naar het zuiden trekken. Andere zeevogels trekken in oost-westelijke richting tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk heen en weer en voldoen ook aan deze criteria. Deze soorten komen in Nederlandse en/of Britse Natura 2000-gebieden voor, deels als broedvogel, deels als niet-broedvogel. Beide categorieën trekvogels komen echter ook in andere buitenlandse Natura 2000-gebieden voor, zoals in Duitsland en Denemarken.

In bijlage 14.2 is voor alle soorten trekvogels, die in de effectbeoordeling worden meegenomen, een overzicht opgenomen van de huidige populatieomvang in de Nederlandse en Britse Natura 2000-gebieden en de jaarlijkse achtergrondsterfte voor adulte vogels. Hierin wordt ook meer informatie over trekroutes over zee en de variatie in trekbewegingen per seizoen gegeven.

14.5.2 **Zeezoogdieren**

Zeezoogdieren die voorkomen binnen Natura 2000-gebieden (soorten van appendix I van de Habitatrichtlijn) en die kunnen voorkomen binnen de invloedssfeer van het windturbinepark Tromp Binnen zijn bruinvis, gewone en grijze zeehond (zie paragraaf 14.4.3). Tabel 14.8 geeft een overzicht van de Natura 2000-gebieden waar deze soorten voorkomen, inclusief de instandhoudingsdoelen per soort per gebied.

Tabel 14.8 Zeezoogdieren en Natura 2000-gebieden met bijbehorende instandhoudingsdoelen waar in het kader van deze PB rekening mee gehouden wordt. De genoemde zeezoogdieren komen in alle genoemde wateren voor, maar zijn niet overal als instandhoudingsdoel opgenomen

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
bruinvis	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	zeer ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald
gewone zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie	gunstig
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gunstig
	Voordelta	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
	Oosterschelde	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden met een te laag geboortecijfer
	Westerschelde & Saeftinghe	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden met een te laag geboortecijfe
grijze zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Voordelta	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied

In bijlage 14.3 is achtergrondinformatie opgenomen over verspreiding van en aantallen bruinvissen en zeehonden. De nu volgende paragrafen behandelen de hoofdlijnen uit dat rapport, voor zover die van belang zijn voor begrip van effecten op populaties van deze soorten.

14.5.2.1 Bruinvis

De bruinvis komt voor in de Atlantische kustzones van Europa, Noordwest-Afrika en Canada, de Pacifische kusten van Canada en Siberië en in de Zwarte Zee. De bruinvis verblijft in zee en in ondiepe kustwateren. Recent zijn waarnemingen gedaan in de Oosterschelde (Camphuysen, 1994, 2004). In de Noordzee komen momenteel tussen de 267.000 en 465.000 bruinvissen voor (Hammond *et al.*, 1995; Hammond *et al.*, 2002). Op Europees niveau zijn twee tellingen internationaal gecoördineerd en uitgevoerd, de zogenaamde SCANS-surveys (Small Cetaceans Abundance in the North Sea). SCANS-II komt uit op circa 250.000 exemplaren voor de Noordzee. Berekeningen op basis van ongecorrigeerde vliegtuigtellingen op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (Arts & Berrevoets, 2005) komen uit op een dichtheid van 0,2 exemplaren per km^2, Osinga *et al.* (2007) komen uit op een dichtheid van 0,39 exemplaren per km^2 op het NCP. In de laatste SCANS survey kwamen de zomertellingen uit op 38.000 exemplaren voor de noordelijke Noordzee, 59.000 exemplaren voor de centrale Noordzee en 134.000 stuks voor de zuidelijke Noordzee en het Kanaal. Sinds 1986 wordt de bruinvis weer regelmatig langs de Nederlandse kust waargenomen, waarbij het er op lijkt dat de zuidgrens van de zuidelijke Noordzeepopulatie zich naar het zuiden verplaatst. In het voorjaar van 2007 waren de aantallen op het NCP laag ten opzichte van de voorgaande jaren; de reden hiervoor is vooralsnog onduidelijk. De hoogste aantallen langs de Nederlandse kust worden waargenomen van december tot en met april.

De laatste SCANS survey laat zien dat er een groot verschil is in bruinvisverspreiding door de Noordzee tussen 1994 en 2004 (Hammond *et al.*, 2002; Hammond & MacLeod, 2008), het betreft hier zomer-verspreidingspatronen.

Tijdens recente tellingen (MWTL 2004-2006, ESAS, Courtens en Stienen, 2007) werden geen bruinvissen waargenomen op de planlocatie, maar wel in de ruimere omgeving van het plangebied. Als dichtheid van bruinvissen in de zuidelijke Noordzee wordt 0,4 per km^2 aangehouden, wat overeenkomt met de gecorrigeerde waarden uit het SCANS II programma en het dubbele van ongecorrigeerde vliegtuigwaarnemingen (Arts & Berrevoets, 2005).

Vooralsnog zijn er geen publicaties over bruinvismigratie door de Noordzee bekend. Er zijn (in Nederland) inshore/offshore bewegingen, zowel op lange termijn (seizoenen) als op de korte termijn (weken), de achterliggende oorzaken zijn echter onbekend. De meest recente samenvatting van vergaarde data staat in Leopold & Camphuysen (2006, zie figuur 14.9).

Figuur 14.9 Meldingen van in Nederland waargenomen bruinvissen per 10-daagse periode, 1970-2006. Alle meldingen van bruinvissen (tot en met juni 2006) zijn in deze figuur opgenomen. De verschillende kleuren geven een snelle indruk van het aantal dieren (zie legenda) en het blijkt dat na een voorzichtige terugkeer in de winter (december-maart) de bruinvis geleidelijk aan gedurende een steeds groter deel van het jaar langs de kust te zien is. De maand juni levert tegenwoordig nog het kleinste aantal meldingen op

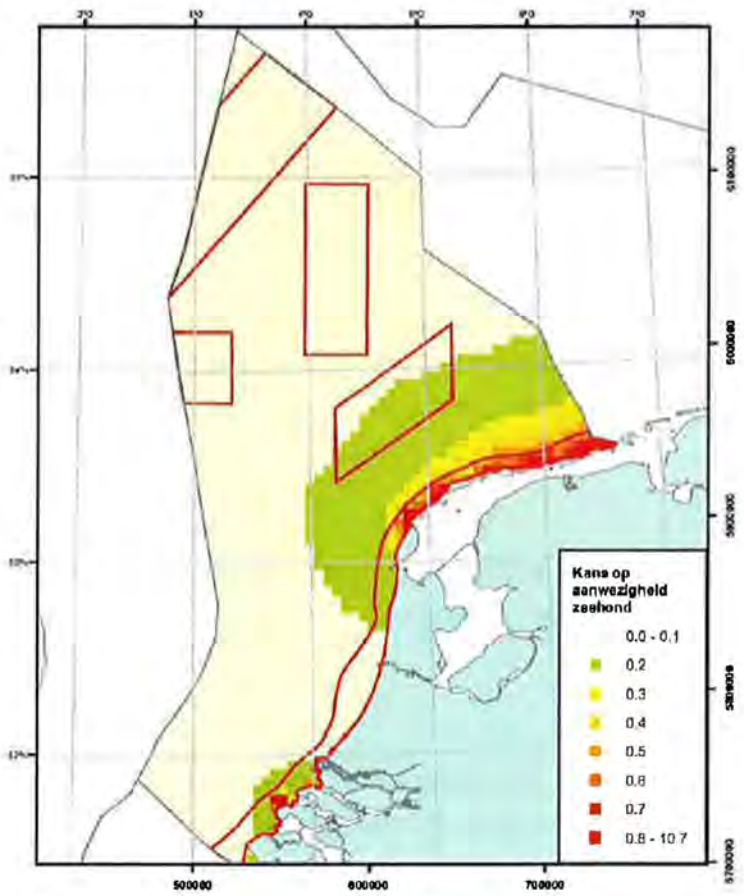
In de jaren 70 werden nauwelijks bruinvissen in Nederland gezien. Er werden toen uitsluitend min of meer volgroeide bruinvissen gezien, maar de laatste paar jaar komen ook weer moeder-kalf stelletjes voor. In de jaren 80 begon een toename van het aantal waarnemingen en aanvankelijk werden vooral van oktober tot april veel bruinvissen gezien. Er is sprake geweest van een geleidelijke seizoensverbreding; de laatste jaren worden ook in de nazomer en de vroege herfst kleine aantallen bruinvissen opgemerkt. Het dieptepunt in het voorkomen voor de kust is nu in juni (figuur 14.9). Kennelijk verlaten de dieren kort voordat de wijfjes moeten werpen onze kustwateren, om daar pas weer in de loop van de herfst te verschijnen. Ze trekken zich in ieder geval terug tot voorbij OWEZ, zoals blijkt uit continue metingen aan bruinvisgeluid in dat windturbinepark (Brasseur *et al.*, 2008).

14.5.2.2 Gewone zeehond

De gewone zeehond komt voor in de Noord-Atlantische en –Pacifische kustwateren. De zeehonden komen vooral voor dicht langs de kust en in delta's, waar zij bij eb op zandbanken of rotsen rusten en bij vloed foerageren in zee. Van circa 17.000 individuen in de Nederlandse kustwateren in 1900, is een daling opgetreden tot circa 1.000 in de jaren 80, waarna weer een toename optrad tot circa 4.500 in de Nederlandse Waddenzee in 2002. Door een infectieziekte daalde het aantal zeehonden daarna tot circa 3.200 in 2002. Momenteel komen ca. 4500 gewone zeehonden voor in de Nederlandse Waddenzee en in de Deltawateren bevinden zich momenteel ongeveer 150 gewone zeehonden (Brasseur *et al.*, 2008).

Op open zee is de concentratie van zeehonden zeer laag, al kunnen de dieren wel tot op 200 km van de kust worden aangetroffen. De dichtheden van zeehonden zijn hoog langs de kust (Waddenzee en Voordelta). Ter plaatse van de locaties voor de windturbineparken, die relatief ver op zee liggen, zijn de kansen om gewone zeehonden waar te nemen relatief klein. Figuur 14.10 geeft een beeld van de kansen om zeehonden aan te treffen op het NCP.

De Noord-Hollandse kust wordt door zeehonden uit de Waddenzee vermoedelijk gebruikt als uitwijkgebied in geval van koude winters. Hier worden vooral in de periode december-maart zeehonden gezien (Platteeuw *et al.*, 1994). Tussen de Waddenzee en de Noordzeekustzone enerzijds en de Voordelta, Oosterschelde en Westerschelde anderzijds is sprake van migratie van zeehonden, waarbij de populatie in de Delta wordt gevoed met dieren uit de Waddenzee en de Noordzeekustzone. Voor de populatie in de Delta is dit van essentieel belang, daar in de Delta (tot op heden) geen voortplanting plaatsvindt (Brasseur *et al.*, 2008). In mindere mate vindt uitwisseling plaats met populaties aan de Britse kust (Theems).



Figuur 14.10 Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom *et al.*, 2005)

14.5.2.3 Grijze zeehond

De grijze zeehond komt sinds kort (circa 1980) weer voor in de Nederlandse kustwateren. Waarschijnlijk zijn zij in de Middeleeuwen door jacht uitgeroeid. In 2003 werden 1.100 grijze zeehonden geteld in de Waddenzee. In de Delta zijn de aantallen lager, maar ze worden hier in toenemende aantallen waargenomen. De Nederlandse Waddenpopulatie bestaat op dit moment uit circa 1500 exemplaren (Brasseur *et al.*, 2008). In de Deltawateren zijn recentelijk zo'n 200 dieren waargenomen.

Grijze zeehonden kunnen om te foerageren grotere afstanden overbruggen dan de gewone zeehond: afstanden boven de 200 kilometer zijn geen uitzondering. De Hollandse kustzone is van belang als migratieroute tussen Waddenzee en Delta. Ook is er uitwisseling tussen

Nederland en de Engelse oostkust, maar het is onbekend of er sprake is van specifieke migratieroutes (Brasseur, 2000, 2008).

14.6 Methodologie, effectenanalyse

In deze paragraaf worden de methoden beschreven die gehanteerd worden bij de bepaling van de effecten op soorten en Natura 2000-gebieden die in paragraaf 14.4 zijn afgebakend. Achtereenvolgens wordt ingegaan op vogels en zeezoogdieren.

14.6.1 Aanvaringsrisico's vogels

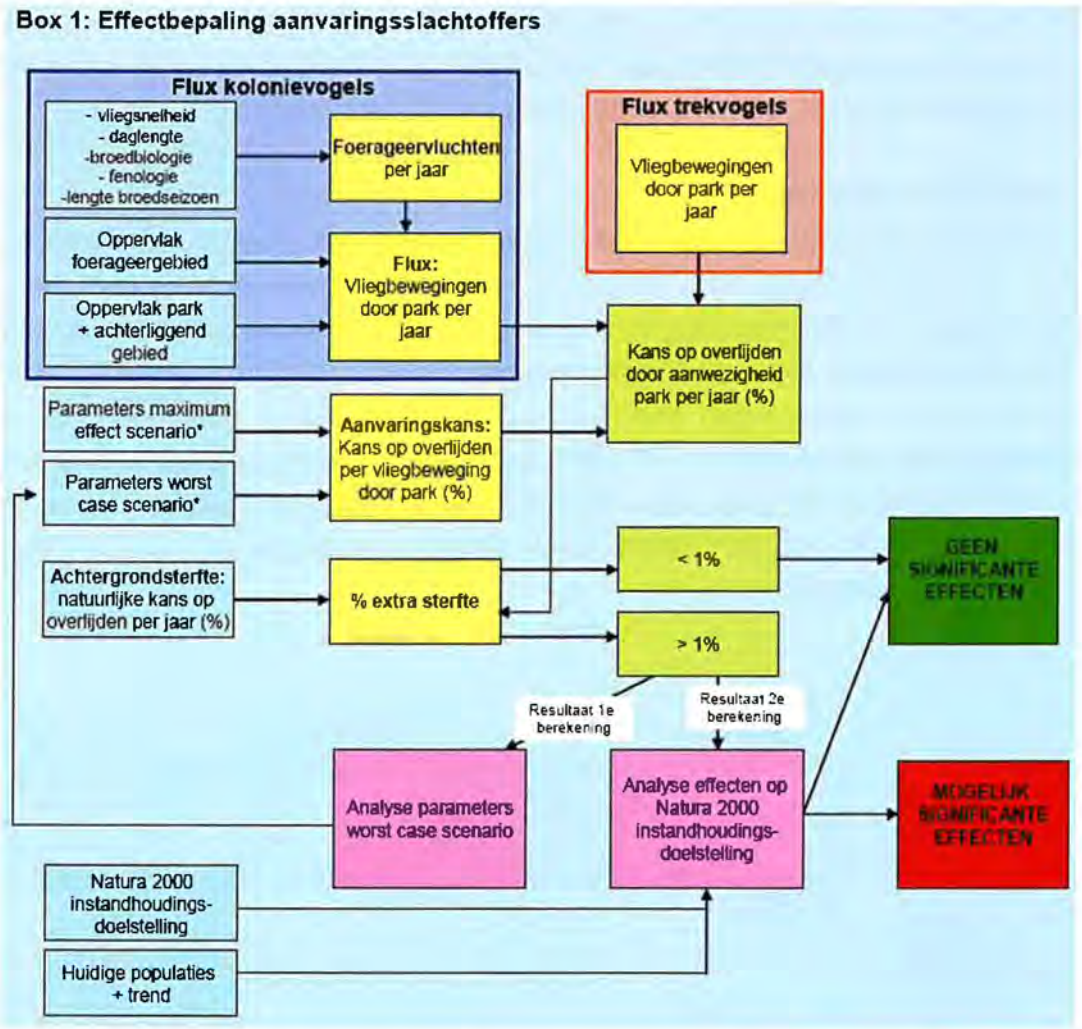
In paragraaf 14.4 is aangegeven dat er effectenanalyses uitgevoerd moeten worden voor de aanvaringsrisico's voor broedende kolonievogels en trekvogels.

14.6.1.1 Berekening aanvaringsslachtoffers

Vogels die in het windturbinepark vliegen, raken (zwaar) gewond of gaan direct dood wanneer zij met een turbine in aanraking komen. De kans op een aanvaring met een turbine wordt bepaald door:

1. Het aantal vogels (uit een populatie) dat door het plangebied van het windturbinepark vliegt (*flux*);
2. de mate waarin vogels het gehele windturbinepark of de individuele turbines vermijden (*avoidance* i.e. uitwijking) en de *fractie* die *op turbinehoogte* vliegt;
3. de kans, per vliegbeweging door het windturbinepark, dat een vogel sterft door aanraking met een windturbine (*collision risk*, i.e. aanvaringskans).

De fluxberekeningen worden in paragraaf 14.6.3.2 (voor kolonievogels) en 14.6.3.3 (voor trekvogels) toegelicht. Box 1 (Figuur 14.11) geeft een schematisch overzicht van de effectbepaling van aanvaringsslachtoffers.



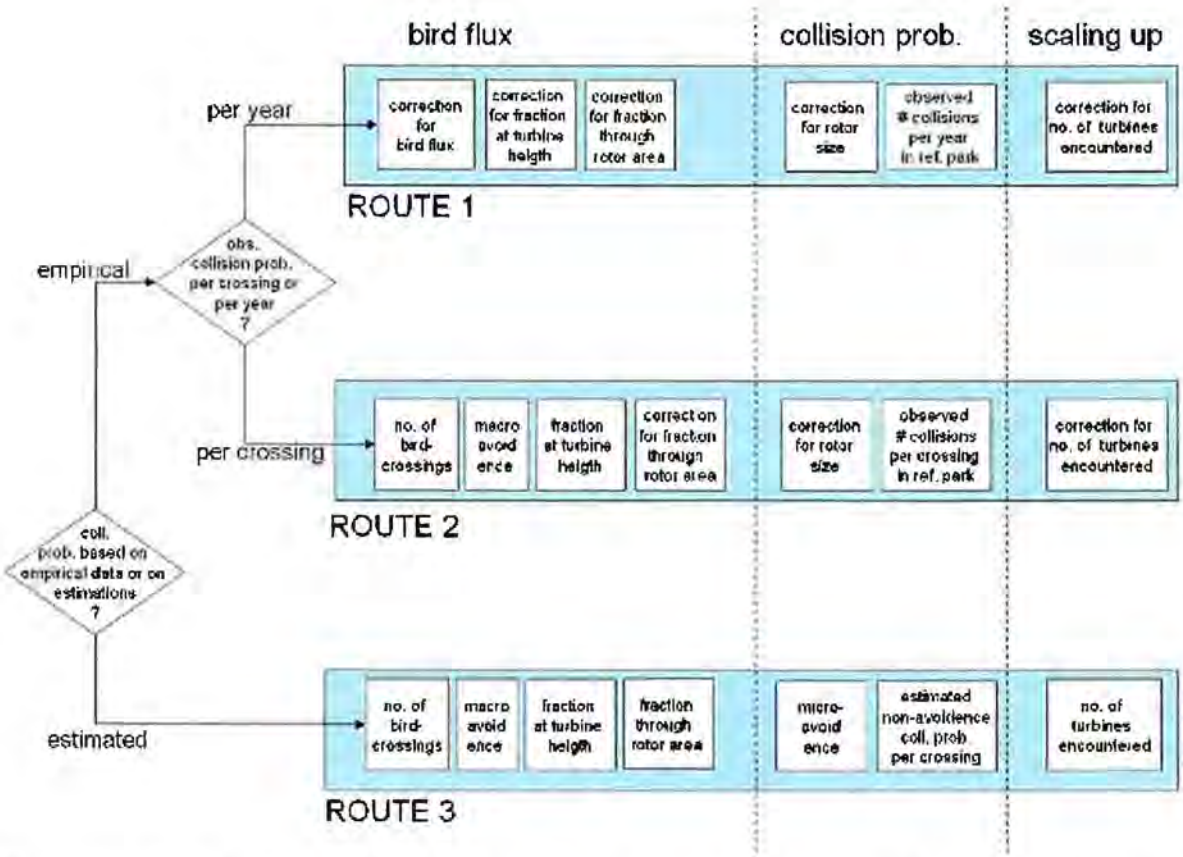
* Bij de slachtofferberekening wordt vanwege het voorzorgsprincipe uitgegaan van een *worst case* scenario, door de te schatten parameters steeds met een voorzichtige marge te schatten. In het geval van de trekvogels is een eerste selectie gedaan met behulp van een maximum effect scenario, waarbij verondersteld is dat alle vogels tijdens de trek door een fictief park van 450 MW vliegen. Indien in dat geval aanvaringen bij een soort leiden tot een schatting van de sterfte onder 1% van de achtergrondsterfte, worden significant negatieve effecten uitgesloten geacht. Wanneer de effectgerelateerde sterfte groter is dan 1% van de achtergrondsterfte, vindt een schatting plaats van de parameters die in eerste instantie buiten beschouwing zijn gelaten. Vervolgens vindt een tweede berekening plaats met meer realistische, maar nog steeds conservatieve, parameters. Indien dit wederom tot meer dan 1% van de achtergrondsterfte leidt, dan kan dit leiden tot significante effecten op de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen. Als laatste stap wordt dan ook gekeken naar de stand van de huidige populatie ten opzichte van de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen en de populatietrend. Indien de huidige populatie en populatietrend ver boven de instandhoudingsdoelstellingen ligt, kunnen significante effecten mogelijk alsnog worden uitgesloten.

Figuur 14.11 Schema voor effectbepaling aanvaringen vogels

Dit schema wordt doorlopen voor iedere vogelsoort die behoort tot de kolonievogels en/of trekvogels, die zijn afgebakend in paragraaf 14.4. Indien een soort zowel tot de kolonievogels als de trekvogels behoort, zal hiervoor de sterfte gecumuleerd worden.

Modellen aanvaringsslachtoffers

In Troost (2008) worden drie mogelijkheden beschreven om aanvaringen van vogels met windturbines te berekenen (figuur 14.12). Deze drie "routes" zijn overgenomen in de Handreiking LPB en liggen ook ten grondslag aan de berekeningen die in het kader van de voorliggende PB zijn uitgevoerd. De berekeningen volgens "Route 1 en 2" borduren voort op de berekeningen met deze zelfde naam zoals oorspronkelijk beschreven door Bureau Waardenburg (aanzet in Van der Winden *et al.*, 1999, later geformaliseerd uitgewerkt in berekeningswijze die is opgenomen in vele rapporten, als voorbeelden Lensink, 2004; Poot *et al.*, 2004; Prinsen *et al.*, 2006; Van der Winden *et al.*, 2005 en ook is gebruikt voor meerdere MER-en voor offshore windturbineparken).



Figuur 14.12 Schematisch overzicht van de drie berekeningsroutes voor aanvaringen van vogels met turbines (Troost, 2008)

- **Route 1** is gebaseerd op het gemiddelde aantal slachtoffers per jaar in een referentiepark, waarbij vervolgens een correctie wordt uitgevoerd voor eigenschappen van het park Tromp Binnen. Er wordt in deze methode geen relatie gelegd met de configuratie van een windturbinepark op zee, terwijl deze wezenlijk verschilt van de configuratie van het referentiepark (Oosterbierum), dat zich op land bevindt.
- Bij **route 2** worden wel parameters gebruikt die rekening houden met andere eigenschappen van Tromp Binnen ten opzichte van het referentiepark. Voor deze parameters kunnen onderbouwde aannames gedaan worden. Route 2 is een empirisch model dat uitgaat van de kans op een aanvaring met een windturbine per vliegbeweging door het windturbinepark. Ook hier worden getallen gebruikt uit referentieparken. Voor het referentiepark is het bij deze route nodig te weten welke fractie van de vogels een aanvaring hebben met een turbine. Invoerparameters zijn bij deze route het aantal vogelpassages, de mate waarin zij het park mijden, het deel dat passeert op turbinehoogte en het deel dat door het rotoroppervlak vliegt. Ten opzichte van het referentiepark zijn verschillen in rotorgrootte en aantal turbines van belang.
- **Route 3** is het model dat door W. Band is ontwikkeld[6] (Band *et al.*, 2007) en berekent, op basis van theoretische aannames, de kans dat een vogel door een turbine wordt geraakt. Deze kans wordt vooral bepaald door de vliegsnelheid van de vogel en de grootte en draaisnelheid van de rotor. Ook andere factoren spelen een rol, maar in veel mindere mate (Chamberlain *et al.*, 2005). Om het aantal slachtoffers te berekenen zijn gegevens of schattingen nodig van: de flux, de vermijding van het park als geheel en van de individuele turbines, de fractie die op turbinehoogte vliegt en het aantal turbines dat vogels op een passage door het windturbinepark tegenkomen.

Keuze gebruik modellen("routes")
De berekeningen met Route 1 hebben twee belangrijke nadelen. Er zijn per soort of soortgroep niet of nauwelijks getallen beschikbaar voor het aantal vogelslachtoffers per turbine per jaar. Wel is de ordegrootte van het totaal aantal vogels per jaar bij verschillende typen turbines ongeveer bekend. Deze route kan dus niet worden gebruikt voor soortspecifieke schattingen, zoals noodzakelijk voor een PB. Bovendien wordt in de berekeningen geen relatie gelegd met omvang en lay-out van het park, hetgeen in de offshore windturbineparken wezenlijk verschilt van de landlocaties waar dit type onderzoek is verricht. Route 1 wordt dan ook ongeschikt geacht voor deze PB en zal niet gebruikt worden.

Voor berekeningen met Route 3 is onder andere kennis nodig over de mate waarin vogels de rotorbladen van de turbines ontwijken ("micro-avoidance"). Het berekeningsmodel blijkt, ook

---

[6] zie www.snh.org.uk/strategy/renewable/COLLIS.XLS

uit berekeningen uitgevoerd in het kader van deze PB, zeer gevoelig te zijn voor verschillen in de micro-avoidance. Er zijn echter geen (goed gedocumenteerde) gegevens bekend over micro-avoidance door vogels in (offshore) windturbineparken. Omdat berekeningen met behulp van Route 3 hierdoor onnauwkeurig en slecht te onderbouwen zijn, worden de resultaten hiervan in deze PB niet gebruikt voor toetsing van aanvaringskansen van vogels met turbines. Voor de trekvogels zijn de resultaten wel gepresenteerd in bijlage 14.7.

In deze PB zijn berekeningen daarom conform Route 2 uitgevoerd. Bijlage 14.5 geeft een kort overzicht van deze route met de gebruikte rekenformules en definities van de in het model gebruikte parameters.

Worst-case scenario
Zowel voor Route 2 als voor Route 3 moet een groot aantal parameters per soort geschat worden. Hierbij zijn steeds, uitgaande van het vanuit het voorzorgprincipe benodigde "*worst-case* scenario", reële, maar conservatieve waarden gekozen. Dit leidt uiteindelijk tot een "veilige" overschatting voor uitkomsten van de berekeningen. De vogelsoortgerelateerde parameters zijn terug te vinden in bijlage 14.5, gegevens over het park en de turbines staan in bijlage 14.1.

Wanneer dit reële, *worst-case* scenario nog steeds leidt tot een potentieel significante additionele sterfte van een populatie van een soort, wordt de situatie voor de betreffende soort nader beschreven. Voor de gebruikte – geschatte – parameters wordt onderzocht of de schattingen reëel zijn, dan wel beter onderbouwd kunnen worden.

Additionele sterfte
De berekende sterfte onder vogels van een populatie als gevolg van aanvaringen met turbines van een windturbinepark wordt vergeleken met de bestaande sterfte ("natuurlijke mortaliteit") van die vogelsoort (bijlage 14.2). Wanneer de additionele sterfte door een windturbinepark kleiner of gelijk is aan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de onderzochte soort, kan verwacht worden dat dit geen invloed heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van een windturbinepark als verwaarloosbaar ofwel "niet significant" geclassificeerd.

14.6.1.2 Flux kolonievogels

Onder de flux van kolonievogels wordt verstaan de kans dat een vogel uit een broedkolonie door het plangebied van het windturbinepark vliegt. Bij de berekening van deze flux zijn de volgende aannames als uitgangspunt genomen:

- het aantal vliegbewegingen dat een individu jaarlijks door het park maakt.
  Dit is een afgeleide van het aantal foerageervluchten per jaar en de kans dat tijdens een foerageervlucht door het park wordt gevlogen. Deze kans wordt berekend door het oppervlak van het park + het achterliggende gebied tot aan de gemiddelde maximale foerageerafstand te delen door het totale oppervlak van het foerageergebied. Hierbij wordt er van uitgegaan dat alle vogels op zee foerageren, waarbij de vogels homogeen over het totale foerageeroppervlak verdeeld zijn. Hierbij spelen de volgende aannames een rol:
  1. Van elk broedpaar kunnen beide vogels foerageren, of zal een van de vogels foerageren, terwijl de andere op het nest zit. Dit is afhankelijk van de fase waarin het legsel zich bevindt.
  2. De uiterste afstand die wordt gevlogen verschilt per soort.
  3. Het foerageergebied is alleen op de Noordzee gelegen en is, afhankelijk van de kolonie een halve cirkel (langs de Zuid-Hollandse kust) tot een driekwart cirkel (langs de Noord-Hollandse kust of de Waddeneilanden). Foerageergebieden buiten de zee (Waddenzee, eilanden, binnenland) worden buiten beschouwing gelaten.
  4. Het aantal foeragerende vogels is homogeen verdeeld over het foerageergebied (dit leidt tot een afname van het aantal vliegende vogels vanaf de kust)[7].
  5. De flux door het plangebied is afgeleid van het aantal vogels dat hun foerageergebied in en achter het plangebied voor het windturbinepark heeft liggen.
  6. De foerageerfrequentie wordt bepaald door de afstand tussen het plangebied voor het windturbinepark en de broedkolonie.

ad 3 Voor de Mantelmeeuwenkolonies van Duinen Vlieland, Duinen en Lage Land Texel en Zwanenwater & Pettemerduinen wordt aangenomen dat 95% op zee foerageert.

ad 4 Uit onderzoek van Camphuysen (1994) is bekend dat de dichtheid aan kleine mantelmeeuwen op zee logaritmisch afneemt met de afstand tot de kust. Dit wordt veroorzaakt doordat dichtbij de kolonie relatief veel vogels terugkeren van foerageervluchten op zee en is dus niet in tegenspraak met de hier veronderstelde, homogene, verdeling van foeragerende kleine mantelmeeuwen.

---

[7] Lokaal hogere dichtheden worden in praktijk vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van vissersschepen. De aanwezigheid van vissersschepen is echter sterk variabel, waardoor over een periode van meerdere jaren toch sprake is van een homogene verdeling

14.6.1.3 Trekvogels

In paragraaf 14.4, de afbakening, is een aantal vogelsoorten geselecteerd waarvan te verwachten is dat deze tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk migreren van broedgebied naar rui- en/of overwinteringsgebied en *vice versa*. Deze soorten kunnen het windturbinepark tegenkomen tijdens hun vluchten.

Voor migrerende vogels is de uitwerking van de effecten per Natura 2000-gebied voor afzonderlijke soorten praktisch niet uitvoerbaar omdat de vliegroutes van vogels per soort in de meeste gevallen intrinsiek onvoorspelbaar zijn. Hooguit kan globaal aangegeven worden in welke richting de vogels vliegen. Daarom is gekozen voor een benadering waarbij de gecumuleerde effecten (alle soorten van alle gebieden samen) beoordeeld worden.

Maximum effect scenario: eerste selectie
Voor de vogels die op basis van de eerste (soorten)selectie in relevante aantal en door de zuidelijke Noordzee vliegen (zie paragraaf 14.4), is een eerste selectie gemaakt van mogelijke effecten door middel van een "maximum effect scenario". Dit scenario houdt in dat van alle geselecteerde soorten:

- de gezamenlijke Nederlandse en Britse populaties in Natura 2000-gebieden;
- tweemaal per jaar (voor- en najaarstrek);
- op turbinehoogte (dus zonder "verticale uitwijking");
- zonder horizontale uitwijking

door een fictief windturbinepark met een totale capaciteit van 450 MW vliegt. Dit scenario is separaat toegepast op zowel het aantal niet-broedvogels (hier: trekvogels) als het aantal broedvogels, zoals deze genoemd zijn in de doelstellingen voor behoud van de Natura 2000-gebieden[8]. Voor wat betreft de turbines is uitgegaan van de meest ongunstige situatie uit de verschillende initiatieven op de Noordzee:

- turbines van 3 MW, dus 150 turbines in 450 MW park;
- een ashoogte van 70 meter;
- een turbinediameter van 90 meter;
- een onderlinge afstand van 450 meter.

De berekeningen zijn uitgevoerd conform Route 2.

---

[8] Soortgegevens zijn onttrokken uit appendix C van Prins *et al.* (2008); instandhoudingsdoelstellingen Britse gebieden komen van Joint Nature Conservation Committee (JNCC), instandhoudingsdoelstellingen Nederlandse gebieden komen van het Ministerie van LNV (www.minlnv.nl)

Indien dit "maximum effect scenario" leidt tot een additionele sterfte van minder dan 1% van de bestaande sterfte in de populaties, staat redelijkerwijs vast dat in de reële voorgenomen situaties (kleinere parken, kleinere flux, wel uitwijking) ook geen additionele sterfte van meer dan 1% plaats zal vinden.

Indien toepassing van het "maximum effect scenario" resulteert in een schatting van meer dan 1% additionele sterfte voor populaties van broed-, trek- en zeevogelsoorten, is op deze soorten vervolgens het eerder genoemde "*worst-case* scenario" toegepast (paragraaf 14.6.3.1).

Fluxberekening

Voor zowel Route 2 als Route 3 is het nodig de flux (aantal vliegbewegingen door het park) voor iedere soort te bepalen. Hieronder wordt kort toegelicht hoe de flux is berekend voor de trekvogels, die over de zuidelijke Noordzee vliegen.

Bij de berekening van de flux zijn per soort een aantal factoren in beschouwing genomen.

1. De fractie van de populatie die van oost naar west (en *vice versa*) over de zuidelijke Noordzee vliegt. Deze fractie is per soort geschat op basis van een combinatie van de volgende gegevensbronnen:
   a. terugmeldingen van geringde vogels (Speek & Speek, 1974; Wernham *et al.*, 2002);
   b. het maximale aantal vogels in Nederland en/of Groot Brittannië ten opzichte van de gehele populatie en
   c. een combinatie van literatuur en *expert judgement* over dispersie en migratie-routes.
2. Een windturbineparklocatie-gebonden correctiefactor op bovenstaande fractie, rekening houdend met vertreklocatie (verspreid langs de hele kust, of geconcentreerd vanuit één deelgebied).
3. De fractie van de vogels die door het gebied van het windturbinepark vliegt. Deze fractie is benaderd door de maximale noord-zuid lengte van het wind park te delen op de maximale noord-zuid lengte van de Nederlandse kust.
4. De vlieghoogte: welk aandeel van de vogels vliegt op windturbinehoogte?
5. Horizontale uitwijking: welk aandeel van de vogels vliegt niet door het park maar om het park heen?

De waarden en een korte toelichting voor deze factoren zijn per soort opgenomen in bijlage 14.7.

14.6.1.4 Effectbeoordeling

Effecten worden beoordeeld aan de hand van de toename van de jaarlijkse sterfte door aanleg en gebruik van het windturbinepark. De eerste berekening is bedoeld als schifting; blijft de toename van de sterfte minder dan 1%, dan kan verwacht worden dat dit geen invloed heeft op de instandhoudingsdoelstellingen. Mede vanwege de conservatieve aannames (*worst-case* scenario's) die gehanteerd worden om de effecten te bepalen. Is de toename groter dan 1%, dan wordt gekeken of de aannames reëel zijn, en of met meer realistische aannames, specifiek voor de soort en de omstandigheden van de kolonie, nog steeds een belangrijk effect verwacht wordt.
Voor kolonievogels worden effecten berekend gedurende de broedperiode. Deze soorten kunnen mogelijk echter ook effecten ondervinden door trek. In dat geval zijn ze ook als trekvogel in deze PB meegenomen.

14.6.2 **Habitatverlies kolonievogels**

Voor het verlies aan foerageerhabitat voor kolonievogels wordt een eenvoudige berekening uitgevoerd: wat is het oppervlak van het foerageergebied van een soort, bijvoorbeeld de kleine mantelmeeuw, en welk deel beslaat het windturbinepark.

Voor het verlies van foerageerhabitat wordt een grens aangehouden van 1% oppervlakteverlies, waarbij mogelijk sprake is van een wezenlijk verlies van foerageerhabitat, dat kan leiden tot significante effecten op de populatie in de Natura 2000 kolonie. Een dergelijk effect dient dan door te werken op de mogelijkheid om te foerageren of een verlaagd voedselaanbod. Indien de ruimtelijke competitie bij foerage een probleem is, dan leidt verlies van foerageerhabitat tot verlies van foerageersucces. Als dat niet het geval is, dient te worden bekeken of er een lagere voedselbeschikbaarheid optreedt. Bij voldoende voedsel en geen competitie om ruimte kan een eventueel optredende reductie van foerageerhabitat geen effect hebben op de fitness van de soort.

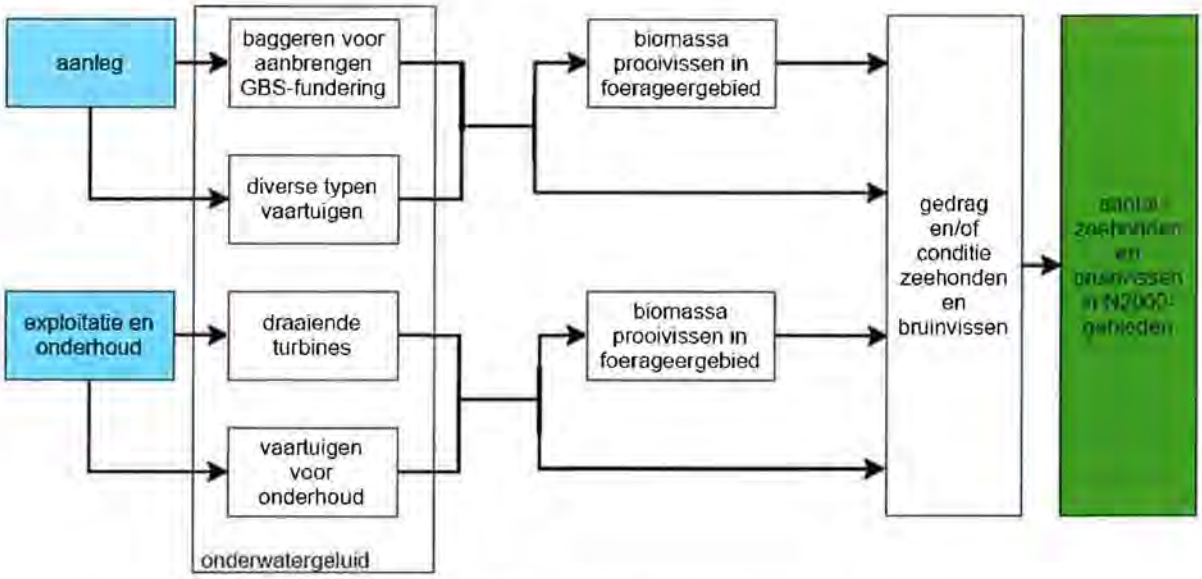
14.6.3 **Zeezoogdieren**

14.6.3.1 Relaties tussen activiteiten en effecten op zeezoogdieren

Als gevolg van de aanleg en de daarop volgende exploitatie en het onderhoud van het windturbinepark treden mogelijk effecten op het gedrag en/of de conditie van zeehonden en bruinvissen in de Noordzee op. Hierdoor kunnen de instandhoudingsdoelen in Natura 2000-

gebieden direct (doordat de kwaliteit van het leef- of foerageergebied afneemt) dan wel via externe werking negatief worden beïnvloed.

De relaties tussen de aanleg, de exploitatie en het onderhoud van het windturbinepark en effecten op zeehonden en bruinvissen, waarvan op voorhand niet kan worden uitgesloten dat ze zullen doorwerken naar instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden, zijn weergegeven in figuur 14.13 (zie ook paragraaf 14.4: Afbakening effecten, soorten en gebieden).



Figuur 14.13 Relaties tussen aanleg, exploitatie en onderhoud van het windturbinepark en zeezoogdieren met een instandhoudingsdoel

Zoals uit het schema van figuur 14.13 is op te maken, zijn alle te verwachten tijdelijke (door aanleg) dan wel semi-permanente effecten (door exploitatie en onderhoud) een direct of indirect gevolg van het onderwatergeluid dat door de verschillende activiteiten wordt gegenereerd. De aard en het niveau van het onderwatergeluid verschilt per activiteit en is variabel binnen de activiteiten. Hierna volgt een algemene beschrijving van de (mogelijke) invloed van onderwatergeluid op zeehonden en bruinvissen (par. 14.6.5.2). In paragraaf 14.7.3 volgt een bespreking van de tijdelijke effecten van baggeren en de diverse andere installatievaartuigen tijdens de aanleg (par. 14.7.3.1) en de semi-permanente effecten van draaiende windturbines en onderhoudsvaartuigen tijdens de exploitatiefase (par. 14.7.3.2 en 14.7.3.3). Voor wat betreft de verwijdering van Gravity Based funderingen kan aangenomen worden dat de effecten volledig vergelijkbaar zijn met de aanlegfase (zie ook MER Tromp Binnen).

14.6.3.2 Beïnvloeding van zeezoogdieren door onderwatergeluid

De effecten van onderwatergeluid kunnen naar gelang het geluidsdrukniveau en de frequentie in verschillende invloedszones worden ingedeeld (naar Richardson *et al.*, 1995; Kastelein *et al.*, 2008). De indeling van de zones is voor alle dieren hetzelfde, maar de ligging van de grenzen verschilt van soort tot soort, en van situatie tot situatie:

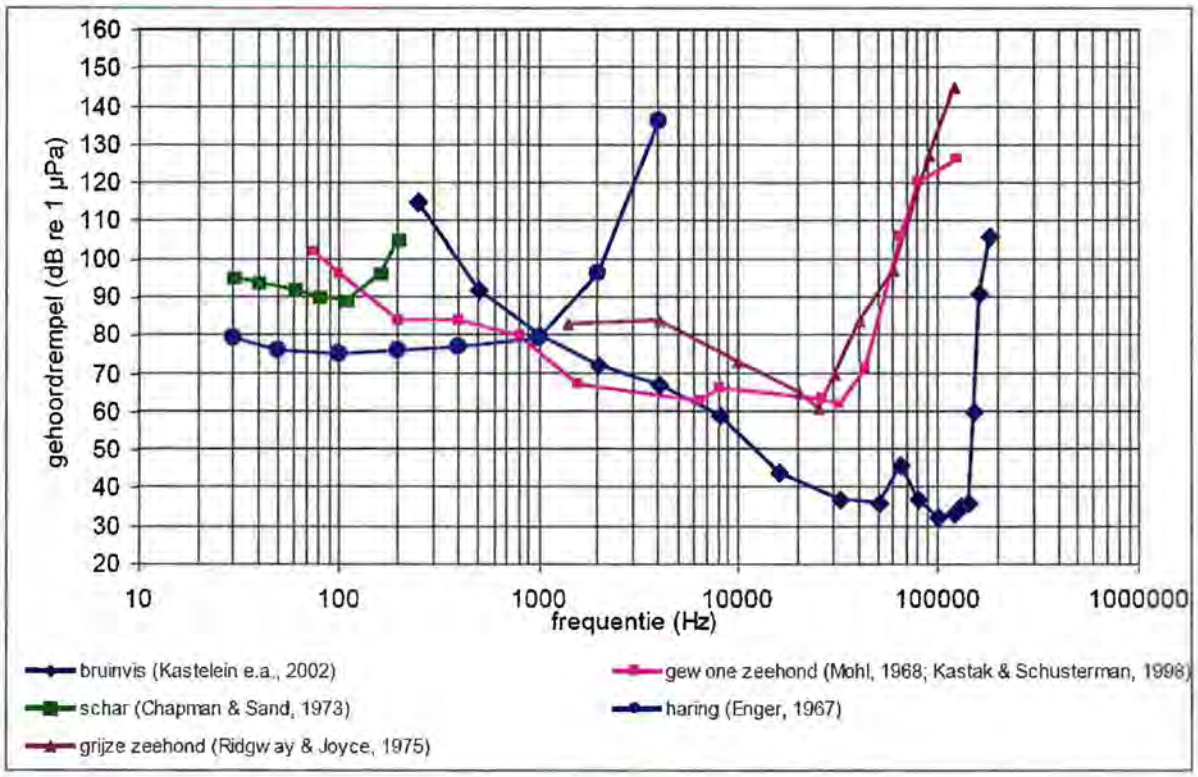
- *hoorbaarheidszone* – alle geluiden die hoorbaar zijn voor organismen. Hierbij spelen de gevoeligheid van het gehoorapparaat en achtergrondgeluiden een rol. Tot de hoorbaarheidszone behoren ook geluiden die de dieren wel kunnen horen, maar waar ze verder niet op reageren
- *reactiezone* – tot deze zone behoren de geluiden waarop dieren een reactie vertonen in gedrag of fysiologie. Deze zone is variabel, omdat de akoestische eigenschappen van het milieu ter plaatse en het al dan niet aanwezig zijn van achtergrondgeluid een grote rol spelen. Op een plek waar veel achtergrondgeluid is door scheepvaart of andere bronnen kan de reactie van dieren heel anders zijn dan op een locatie waar alleen natuurlijke (kleine) geluidsbronnen aanwezig zijn. Reacties kunnen heel gering zijn en bestaan uit een kleine afwijking van het natuurlijke gedrag (distraction) of (nieuwsgierige) dieren kunnen juist worden aangetrokken door het geluid. De sterkste reactie is het mijden van de bron door weg te zwemmen. Ook de „(severe) discomfort zone waarover later in deze tekst wordt gesproken, ligt in dit gebied
- *maskeringszone* – dit is het gebied waar geluiden interfereren met de geluiden die dieren produceren of die hun prooi produceert. Als het niet-natuurlijke geluid een vergelijkbaar frequentiebereik en een vergelijkbare geluidssterkte heeft als de door de dieren of hun prooien geproduceerde echolocatiegeluiden, is er sprake van maskering. Dit hindert dieren die hun prooi opsporen met echolocatie. In het geval van de aanleg en aanwezigheid van windturbineparken speelt maskering geen rol aangezien de frequentie van het machinale geluid (zwaartepunt onder 1 kHz) ver onder dat van de echolocatie geluiden ligt (tientallen kHz en hoger, zie figuur 14.14)
- *zone van gehoorschade* – dit zijn de geluiden waarvan de sterkte zo groot is dat er tijdelijke ("temporary threshold shift") of permanente ("permanent threshold shift") schade aan de gehoor- of andere organen van zeedieren optreedt. Voor gehoorschade is vooral het "breedband" geluidsniveau van belang
- *zones van andere fysieke of fysiologische schade en dood* – dit zijn geluiden die zo sterk zijn dat onherstelbare schade aan andere, niet tot het gehoor behorende, organen optreedt en/of functies worden verstoord of die tot de dood kunnen leiden.

Ook vissen, de prooidieren van zeezoogdieren, zijn gevoelig voor onderwatergeluid. In tegenstelling tot zoogdieren hebben vissen echter geen extern gehoororgaan. Geluid – in de vorm van drukverschillen onder water – kan door vissen op verschillende manieren worden waargenomen (Thomsen *et al.*, 2006):

- het zijlijnsysteem, waarmee dichtbij de geluidsbron laag frequente geluiden (als langzame waterstromen langs het lichaam) worden gedetecteerd. In relatie tot het geluid van windturbines is deze vorm van „horen" echter niet belangrijk; het akoestische veld kan namelijk alleen maar zeer dicht bij de geluidsbron worden waargenomen
- het binnenoor (met de zogenaamde gehoorsteentjes), dat in essentie op beweging reageert. Een vis neemt geluiden waar via het lichaam, dat beweegt door kleine veranderingen in de geluidsdruk en/of via drukveranderingen in de zwemblaas die al dan niet via speciale structuren worden doorgegeven aan het gehoororgaan.

Bij vissen (als voedsel voor zeezoogdieren) wordt onderscheid gemaakt in *gehoorspecialisten*, waartoe soorten behoren met een relatief lage gehoordrempel en hoge gevoeligheid voor geluid, en *gehoorgeneralisten*: soorten die geen zwemblaas hebben of waarbij speciale structuren voor een efficiënte geluidsoverdracht ontbreken. De meeste platvissen, waaronder de schar (*Limanda limanda*), zijn gehoorgeneralisten terwijl haring (*Clupea harengus*) een vertegenwoordiger van de gehoorspecialisten is.

In figuur 14.14 is voor de drie relevante soorten zeezoogdieren én voor een tweetal representatieve vissoorten de gehoordrempel als functie van de frequentie weergegeven (audiogram). De figuur laat zien dat voor zeezoogdieren de grootste gevoeligheid in het gebied met de hogere frequenties ligt: gewone zeehonden horen het best bij frequenties tussen ca. 1.000 en 30.000 Hz en bruinvissen, die in hun optimale hoorbaarheidsgebied gevoeliger dan zeehonden zijn, tussen ca. 10.000 en 150.000 Hz. Vissen horen het best bij veel lagere frequenties die liggen tussen ca. 50 en 1.000 Hz. In dit deel van het geluid(sdruk)spectrum zijn sommige vissoorten, zoals haring en kabeljauw gevoeliger dan het in dit deel van het geluid(sdruk)spectrum gevoeligste zeezoogdier, de gewone zeehond.



Figuur 14.14 Audiogrammen voor bruinvis, gewone zeehond, grijze zeehond en twee maatgevende vissoorten (een gehoorspecialist en een gehoorgeneralist)

14.6.4 **Accumulatie effecten**

Ingrepen op vogels en zeezoogdieren die door verschillende oorzaken optreden, maar allebei doorwerken op de *fitness* van de populatie, dienen voor een correcte interpretatie van de effecten van de aanleg en aanwezigheid vanwege het initiatief te worden geaccumuleerd. Deze term wordt hier gehanteerd om verwarring met het begrip cumulatie te voorkomen.

Door het ontbreken van heiwerkzaamheden vindt er bij de aanleg van het windturbinepark geen relevante vislarvensterfte plaats (zie ook H8 van het MER), waardoor hieraan gerelateerd voedseltekort (reductie van juveniele vis) voor kolonievogels achterwege blijft. In de afbakening is tevens aangegeven dat de effecten van omvliegen niet worden meegenomen in deze PB. Accumulatie betreft in deze PB daarom de optelling van de effecten van vogelsterfte door aanvaringen en de effecten van habitatverlies, omdat een verminderd foerageeroppervlak kan leiden tot een verminderd foerageersucces indien dit afhankelijk is van ruimtelijke competitie met andere vogels.
De resultaten van deze accumulatie worden gepresenteerd in paragraaf 14.7.

14.7 Effectenanalyse

14.7.1 Aanvaringsrisico's vogels

14.7.1.1 Kolonievogels

Koloniebroedvogels die tijdens foerageertochten in het windturbinepark terecht kunnen komen, zijn kleine mantelmeeuw en jan-van-gent. Voor deze soorten is afzonderlijk eerst de flux bepaald. Vervolgens zijn berekeningen uitgevoerd voor aanvaringsrisico's in het windturbinepark en de verhouding hiervan tot de reeds aanwezige sterfte.

Flux kleine mantelmeeuw

De flux wordt bepaald door onder andere de verhouding tussen het effectgebied en het totale foerageergebied, de populatiegrootte (zie paragraaf 14.5), de duur van het broedseizoen en het aantal foerageervluchten per dag. De duur van de broedperiode en het aantal foerageervluchten per dag is gemotiveerd in tabel 14.9.

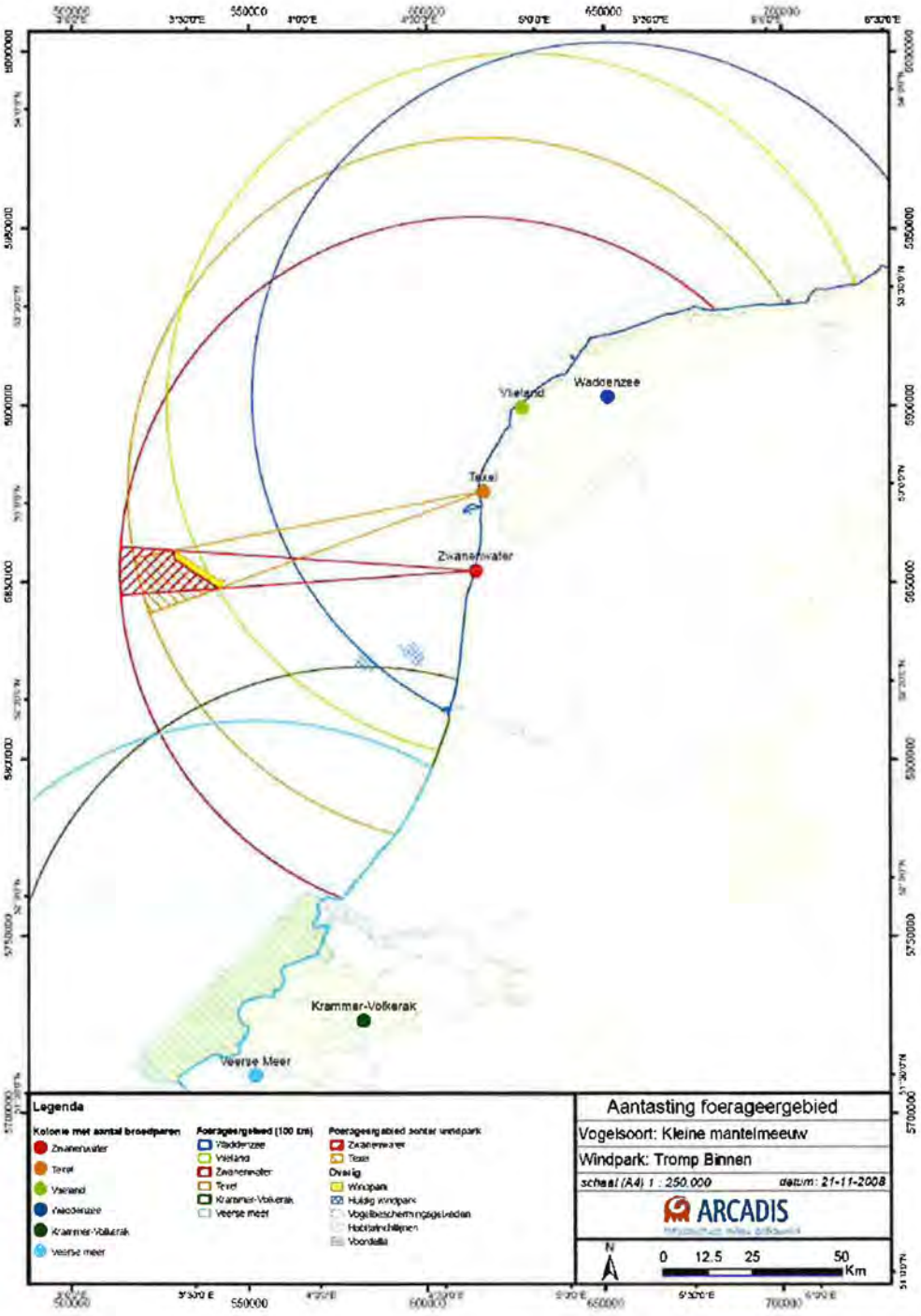
Tabel 14.9 Overzicht van het gemiddeld aantal foerageervluchten van kleine mantelmeeuw per dag per paar op basis van de vliegsnelheid, daglengte, broedbiologie en fenologie (gebaseerd op: Spaans *et al.*, 1994 & med. A. Brenninkmeijer)

	nestelfase	eifase	kuikenfase	nazorgfase	Totaal
Periode	april/mei	(april)mei-juni(juli)	mei(juni)-aug(sept)	juli-sep	april-sept
Duur periode	circa 4 wk	circa 12 wk	circa 12 wk	circa 10 wk	24-26 wk
Duur per paar	circa 2-4 wk	24-27 dg; 4 wk	30-40 dg; 4-6 wk	circa 2-4 wk:	12-18 wk
Aantal vogels per paar aan het vliegen	1	1	1-2	2	1-2
Gem. aantal foerageervluchten per dag per paar	3	3,5	4,5	5	4,0

In de berekeningen wordt dus uitgegaan van vier foerageervluchten per paar per dag.

Effectgebied

Figuur 14.15 geeft een beeld van de gebieden waar kleine mantelmeeuwen op zee beïnvloed worden.



Figuur 14.15 Effectgebied kleine mantelmeeuw vanuit Nederlandse (Natura 2000) broedkolonies, voor het windturbinepark Tromp Binnen. Weergegeven is de gemiddelde maximale foerageerafstand van kleine mantelmeeuwen vanuit verschillende kolonies in de Nederlandse kustzone. Aangezien de vogels die achter het windturbinepark foerageren een verhoogd aanvaringsrisico hebben behoren deze (gearceerde) gebieden net als het windturbinepark tot het “effectgebied”

Tromp Binnen ligt binnen het bereik van de beschermde kleine mantelmeeuwkolonies in de Natura 2000-gebieden Duinen Vlieland, Duinen en Lage Land Texel en Zwanenwater & Pettemerduinen. Het oppervlak van het foerageergebied met verhoogd aanvaringsrisico (het effectgebied) voor deze drie kolonies, alsmede het totale foerageergebied van de kolonies, is weergegeven in tabel 14.10.

Tabel 14.10 Overzicht van de oppervlakte van Tromp Binnen en het bijbehorende effectgebied voor kleine mantelmeeuwen vanuit verschillende kolonies, behorende bij Natura 2000-gebieden, en de totale oppervlakten foerageergebied op zee, per kolonie

Natura 2000-gebied	Oppervlak park (km^2)	Oppervlak achter park (km^2)	Oppervlak effectgebied (km^2)	Oppervlak foerageergebied (km^2)	Relatief aandeel effectgebied
Duinen Vlieland	7	0	7	19.768	0,035%
Duinen en Lage Land Texel	33	231	264	18.625	1,417%
Zwanenwater & Pettemerduinen	33	250	283	16.549	1,710%

Tabel 14.11 Berekening totale flux kleine mantelmeeuwen vanuit Natura 2000-gebieden door Tromp Binnen

Natura 2000-gebied	totaal aantal foerageervluchten (heen en terug) op zee, per dag	totaal aantal windturbineparkpassages per dag	totaal aantal windturbineparkpassages per jaar
Duinen Vlieland	9.500	6,8	714
Duinen en Lage Land Texel	53.200	1.508,0	158.352
Zwanenwater & Pettemerduinen	418	14,3	1.499

Voor de kolonies van Duinen Vlieland, Duinen en Lage Land Texel en Zwanenwater & Pettemerduinen is aangenomen dat 95% van de vogels op zee foerageert (zie paragraaf 14.6.3.2).

De flux door het windturbinepark is berekend in tabel 14.11. Het aantal foerageervluchten op zee is het aantal broedparen x 4 (aantal vluchten heen en terug per broedpaar) x het aandeel van de kolonie dat op zee foerageert. Het totaal aantal windturbineparkpassages per dag is berekend door het relatieve aandeel van het effectgebied te vermenigvuldigen met het aantal foerageervluchten per dag en dit vervolgens met twee te vermenigvuldigen (twee passages per foerageervlucht, heen en terug). Het aantal windturbineparkpassages per jaar is berekend door de duur van het broedseizoen (105 dagen) te vermenigvuldigen met het aantal passages per dag.

Aanvaringsslachtoffers kleine mantelmeeuw – route 2

De berekeningen van het aantal slachtoffers van de kleine mantelmeeuw zijn uitgevoerd met de route 2 van het "bird collision model" (zie paragraaf 14.6). De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 14.7, de resultaten van de route 2-berekeningen staan vermeld in tabel 14.12.

Tabel 14.12 Berekening aanvaringslachtoffers (aantal en als % van jaarlijkse mortaliteit) voor Natura 2000-gebieden Tromp Binnen (route 2)

Natura 2000-gebied	aantal aanvaringsslachtoffers	% van jaarlijkse sterfte
Duinen Vlieland	0,07	0,02
Duinen en Lage Land Texel	15,63	0,65
Zwanenwater & Pettemerduinen	0,15	0,78

Voor alle kolonies wordt minder dan 1% van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines. In paragraaf 14.7.4 wordt dit resultaat besproken in accumulatie met de effecten van de gereduceerde vislarvenaanvoer.

Flux jan-van-gent

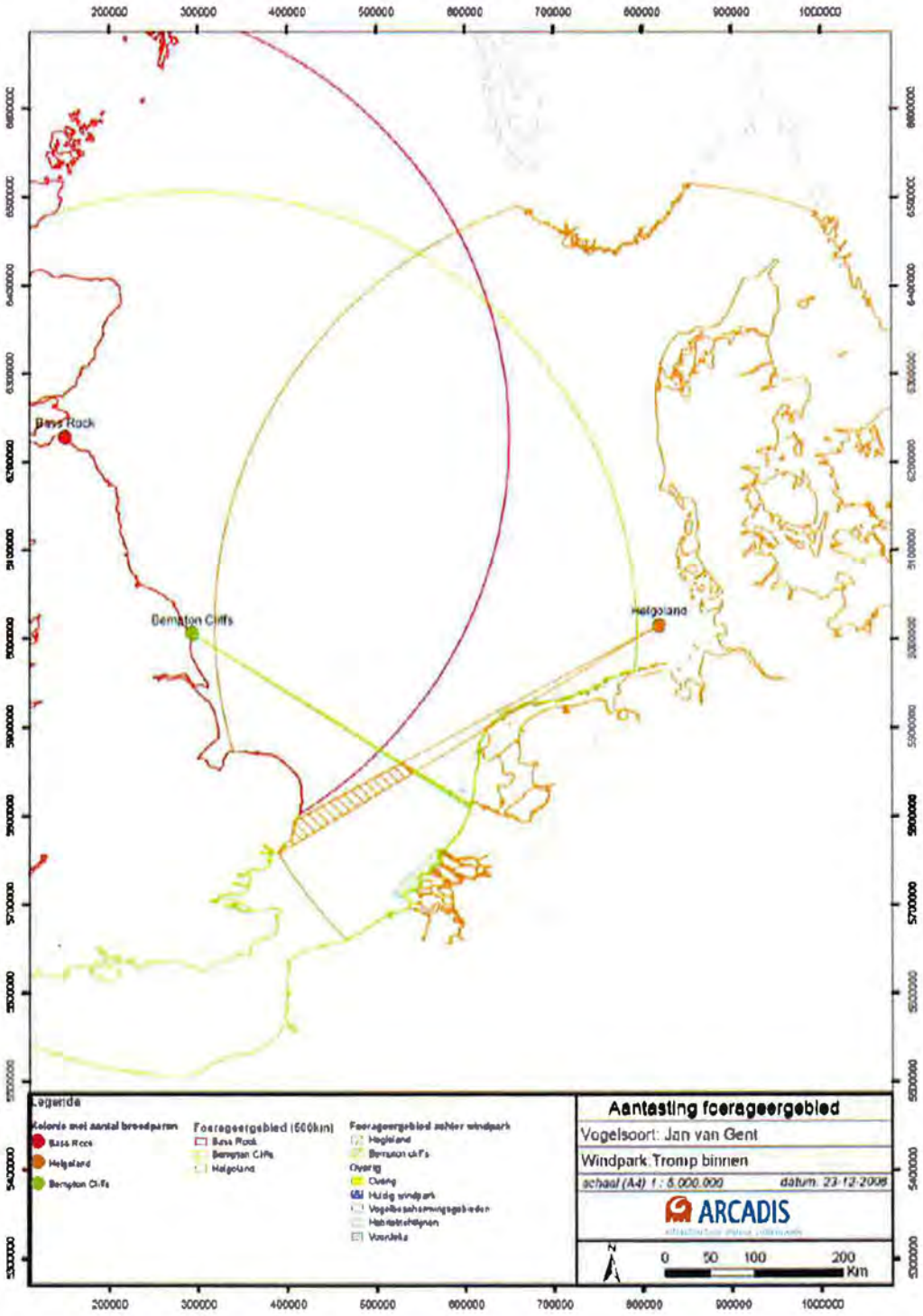
Voor de jan-van-gent zijn de volgende aannames gehanteerd om de flux in het windturbinepark te bepalen:

- de maximale foerageerafstand vanaf de kolonies bedraagt 500 km;
- er wordt uitgegaan van een homogene verdeling van foeragerende vogels over het foerageergebied;
- het gemiddeld aantal foerageervluchten per dag per paar gedurende het broedseizoen bedraagt 1;
- de duur van de broedperiode bedraagt maximaal 20 weken (gemiddeld 15 weken).

Deze aannames zijn bepaald op basis van Nelson (1997), Garthe (1999) en BTO (2008).

De flux wordt bepaald door onder andere de foerageerafstand (zie paragraaf 14.4), de populatiegrootte (zie paragraaf 14.5), de duur van het broedseizoen en het aantal foerageervluchten per dag.

Figuur 14.16 geeft een beeld van de gebieden waar jan-van-genten op zee beïnvloed worden.



Figuur 14.16 Effectgebied jan-van-gent vanuit (Natura 2000) broedkolonies, voor het windturbinepark Tromp Binnen. Weergegeven is de maximale actieradius van jan-van-genten vanuit verschillende kolonies langs de Noordzee. Aangezien de vogels die achter het windturbinepark foerageren een verhoogd aanvaringsrisico hebben behoren deze (gearceerde) gebieden net als het windturbinepark tot het "effectgebied"

Tromp Binnen ligt binnen het bereik van broedende jan-van-genten in de Natura 2000-gebieden Bempton Cliffs en Helgoland. Het relatieve aandeel van het effectgebied (deel van het foerageergebied met verhoogd aanvaringsrisico) voor deze twee kolonies is weergegeven in tabel 14.13. Tabel 14.14 laat de berekening van de flux zien.

Tabel 14.13 Overzicht van de oppervlakte van Tromp Binnen en het bijbehorende effectgebied voor jan-van-genten vanuit verschillende kolonies, behorende bij Natura 2000-gebieden, en de totale oppervlakten foerageergebied op zee, per kolonie

Natura 2000-gebied	oppervlak park (km^2)	oppervlak achter park (km^2)	oppervlak effectgebied (km^2)	oppervlak foerageergebied (km^2)	relatief aandeel effectgebied
Bempton Cliffs	33	247	280	471.805	0,08%
Helogland	33	2941	2974	330.429	0,90%

Tabel 14.14 Berekening totale flux jan-van-genten vanuit Natura 2000-gebieden door Tromp Binnen

Natura 2000-gebied	totaal aantal foerageervluchten (heen en terug) op zee, per dag	totaal aantal windturbineparkpassages per dag	totaal aantal windturbineparkpassages per jaar
Bempton Cliffs	2.552	3	424
Helgoland	222	3	560

Aanvaringsslachtoffers jan-van-gent – route 2

De berekeningen van het aantal slachtoffers van de jan-van-gent zijn uitgevoerd met route 2 van het "bird collision model". Deze berekeningen zijn opgenomen in bijlage 14.7. De resultaten van de route 2-berekeningen staan vermeld in tabel 14.15.

Tabel 14.15 Berekening aanvaringslachtoffers (aantal en als % van jaarlijkse sterfte) voor Natura 2000-gebieden door Tromp Binnen (route 2)

Natura 2000-gebied	aantal aanvaringsslachtoffers	% van jaarlijkse sterfte
Bempton Cliffs	0,02	0,01
Helgoland	0,03	0,08

Voor alle kolonies wordt minder dan 1% van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines.

14.7.1.2 Trekvogels

Maximum effect scenario

In het maximum effect scenario zijn berekeningen uitgevoerd waarbij aangenomen is dat alle individuen van alle relevante vogelsoorten tweemaal per jaar, op turbinehoogte en zonder ontwijkgedrag, door een fictief windturbinepark met een gecumuleerde capaciteit van 450 MW vliegen. Voor een aantal vogelsoorten bleef bij deze berekening de toename van de achtergrondsterfte onder de 1 procent: dodaars, fuut, kuifduiker, roerdomp, taigarietgans, kolgans, bergeend, smient, krakeend, wintertaling, wilde eend, zomertaling, slobeend, tafeleend, kuifeend, waterral, meerkoet en watersnip.

Worst-case scenario

Voor de resterende soorten trekvogels zijn de berekeningsgegevens (invoerparameters, resultaten) conform het *worst-case* scenario opgenomen in bijlage 14.7. Voor alle soorten is de toename van de jaarlijkse sterfte minder dan 0,01% (route 2 berekeningen).

14.7.2 Habitatverlies kolonievogels

Onderzoeksgegevens in offshore windturbineparken zijn nog schaars, maar reeds gepubliceerd werk voor het park Horns Rev, gesitueerd in de Deense sector van de Noordzee ten westen van ZW Jutland (Blåvandshuk). Deze gegevens laten zien dat een aantal soorten het windturbinepark geheel of gedeeltelijk mijdt (Elsam Engineering, 2005; Elsam Enginering & ENERGI E2, 2005). Een aantal meeuwensoorten leek juist te worden aangetrokken door het park, of door de werkschepen in het park. Voor deze soorten lijkt habitatverlies dus niet op te treden, maar niet alle soorten meeuwen die voor park Tromp Binnen relevant zijn konden in de Deense situatie worden onderzocht (alleen voor zilver- en dwergmeeuw zijn gegevens

beschikbaar). Het is mogelijk dat het habitatverlies tijdelijk is omdat vogels wennen aan de aanwezigheid van een windturbinepark en leren om te gaan met de turbines. Zo werden in park Horns Rev in de winter van 2006/2007 plotseling grote aantallen zwarte zee-eenden gezien, een soort die tot dan toe het park stelselmatig had gemeden (Petersen & Fox, 2007). Gegevens voor het eerste Nederlandse offshore park (OWEZ) zijn nog niet gepubliceerd, maar in een lezing tijdens de Noordzeedagen (Scheveningen, oktober 2008) liet M. Leopold zien dat aalscholvers sterk door dit park worden aangetrokken en dat meeuwen zich niets van het park leken aan te trekken.

Tabel 14.16 laat zien dat het oppervlak van het plangebied voor Tromp Binnen verwaarloosbaar klein is ten opzichte van het totale foerageergebied van de jan-van-gentkolonies die tijdens het foerageren het gebied kunnen bereiken. Voor de kleine mantelmeeuwkolonies geldt dat er minder dan een kwart procent van het foerageergebied verloren gaat uitgaande van het oppervlakteverlies. Echter, een aantal factoren speelt een rol in de doorvertaling naar populatie-effecten. In de eerste plaats dient te worden bekeken of er een verlaagd foerageersucces optreedt door verlies van dit oppervlak. Dit kan worden veroorzaakt door competitie om ruimte, en door een lagere beschikbaarheid van voedsel. Geen van beide is echter het geval. Meeuwen hebben geen competitie om ruimte op zee (pers. med. A. Brenninkmeijer), en het voedsel blijft beschikbaar, want wordt getransporteerd door het stromende water. Daarnaast zal slechts een klein deel het park vermijden. Deze factoren overwegende kan een negatief effect van verlies van habitat op de fitness van de kleine mantelmeeuw worden uitgesloten. Dit habitatverlies zal dan verder ook niet worden meegenomen in de accumulatie van effecten.

Tabel 14.16 Habitatverlies voor kolonievogels. In deze berekeningen wordt uitgegaan van een *worst-case* scenario, waarin de broedvogels alleen op de Noordzee foerageren en niet op land of in het Deltagebied en de Waddenzee

Soort	Kolonie	Oppervlak foerageergebied (km^2)	Oppervlak park (km^2)	Habitatverlies (%)
kleine mantelmeeuw	Duinen Vlieland	19.768	7*	0,04%
	Duinen en Lage Land Texel	18.265	33	0,18%
	Zwanenwater & Pettemerduinen	16.550	33	0,20%
jan-van-gent	Bempton Cliffs	471.805	33	0,01%
	Helgoland	330.428	33	0,01%

*) slechts 7 km^2 van het park bevindt zich binnen de 100 km contour van de kleine mantelmeeuw kolonie van Duinen Vlieland

14.7.3 **Zeezoogdieren**

14.7.3.1 Tijdelijke effecten van aanleg en verwijdering

Het geluid dat de bij de werkzaamheden betrokken schepen voor de installatie van de "Gravity Based" funderingen en het transport van de diverse onderdelen produceren, is maatgevend voor de effecten op zeezoogdieren en hun voedsel (vissen). Op basis van Richardson et al. (1995, tabel 6.9) kan worden aangenomen dat het bronniveau voor de gebruikte schepen in het frequentiebereik 45-890 Hz tussen 140 en 185 dB re 1 μPa^2m^2 zal liggen. Aangenomen kan worden dat het bronniveau van het baggerschip (sleephopperzuiger) maatgevend is voor het totale effect. Het maximale breedband bronniveau dat door een baggerschip wordt geproduceerd ligt volgens Richardson et al. (1995) tussen 172 en 185 dB re 1 μPa^2m^2.

Moderne (grotere) koopvaardijschepen maken wat meer geluid: Arveson en Vendittis (2000) maten een maximaal bronniveau van ongeveer 186 dB re 1 μPa^2m^2 bij (tertsband)frequenties tussen 50 en 100 Hz en een breedbandniveau van 184 en 190 dB re 1 μPa^2m^2 bij snelheden van respectievelijk 12 en 14 knopen.

Uit een overzicht van Verboom (zie bijlage 14.8) blijkt dat het breedband bronniveau voor schepen van ca. 100 m lang bij een snelheid tussen 13 en 16 knopen 182 tot 195 dB re 1 μPa^2m^2 kan bedragen. Uitgaande van de door Verboom afgeleide, maximale waarden is door hem berekend dat zeehonden en bruinvissen hier tot op afstanden van respectievelijk 1,7 tot 4,8 km en 0,8 en 2,8 km op kunnen reageren[9]. Voor een "worst case" schatting van de effecten van de onderwater geluidsproductie van de tijdens de aanleg ingezette schepen op het onderwaterleven is uitgegaan van de waarden van Verboom en op basis hiervan berekende effectafstanden.

Er zijn weinig tot geen monitoringgegevens beschikbaar van de effecten van de aanleg van windturbineparken op zee waarbij niet is geheid voor het verankeren van de fundering in de zeebodem. De enige studie waarin specifiek onderzoek is gedaan naar de invloed van de aanleg van een windturbinepark op zee met "Gravity Based" funderingen op zeezoogdieren betreft het onderzoek tijdens de aanleg van het Deense windturbinepark Nysted. Tijdens de constructie van het Nysted windturbinepark zijn metingen verricht aan de akoestische activiteit van **bruinvissen** (Henriksen e.a., 2003): in de directe omgeving van de bouwlocaties

---

[9] Voor vissen zijn geen effectafstanden berekend. Aangezien de effectafstanden als gevolg van andere laag frequentiegeluiden, zoals heien, voor vissen geringer zijn dan die voor bruinvissen en zeehonden (zie Prins et al.,2008), kan er van worden uitgegaan dat dit voor de effecten van scheepgeluid ook het geval is.

was de activiteit beduidend minder dan op de referentielocaties, die ongeveer 10 km van de bouwlocaties lagen[10]. De gehanteerde onderzoeksmethode liet het niet toe uitspraken te doen over verstoringsafstanden. In de studie naar het gedrag van **gewone zeehonden** bleek dat er geen direct effect van de constructiewerkzaamheden was vast te stellen op een nabijgelegen rustplek, 3-4 km verwijderd van het windturbinepark in aanbouw (Edrén *et al.*, 2004).

Tijdens hei-werkzaamheden voor het slaan van een damwand op een plek ongeveer 10 km verwijderd van de rustplek werd in de betreffende studie (Edrén et.al., 2004) echter wel een significante afname van de aantallen zeehonden op de rustplek vastgesteld. In hoeverre de afname te wijten valt aan de hei-activiteiten zelf dan wel aan de daarmee gepaard gaande geluiden bleek niet vast te stellen. In hetzelfde onderzoek werd de rol van extra scheepvaartbewegingen in het gebied uitgesloten als een belangrijke verklarende factor voor de geconstateerde afname.

De resultaten van de hiervoor genoemde studies laten het niet toe kwantitatieve uitspraken te doen over effecten op zeezoogdieren als gevolg van de met de aanleg van een windturbinepark met "Gravity Based" funderingen gepaard gaande toename van het onderwatergeluid. Voor een inschatting van de effecten is daarom uitgegaan van de door Verboom bepaalde theoretische effectafstanden (zie hiervoor).

"Worst-case" is aangenomen dat gedurende de gehele bouwfase van het windturbinepark de hiervoor vermelde, maximale geluidsniveaus met de op grond daarvan berekende effecten optreden. Dit betekent dat zeehonden en bruinvissen op een afstand van respectievelijk 4,8 en 2,8 km van de aanleglocatie zullen blijven.

In tabel 14.17 zijn de oppervlakten beïnvloed gebied voor zeehonden en bruinvissen opgenomen en de duur van de effecten. Uit het overzicht blijkt dat tijdens de aanlegfase maar een zeer gering deel van het Nederlands Continentaal Plat binnen de mogelijke beïnvloedingszone valt; ongeveer 0,04% van de totale oppervlakte zal mogelijk door bruinvissen worden gemeden en voor zeehonden zal dit maximaal 0,13% bedragen.

---

[10] Hoewel de windturbines in Nysetd op een "Gravity Based" fundering staan, zijn de tijdens de aanleg verrichte heiwerkzaamheden voor het slaan van een damwand waarschijnlijk maatgevend geweest voor de effecten op de zeezoogdieren

Tabel 14.17 Schatting van maximale geluidseffecten van de aanleg van windturbinepark Tromp Binnen op zeezoogdieren (uitgedrukt in oppervlakte beïnvloed gebied in km^2 en de effectperiode)

	opp. Beïnvloedingszone%	NCP	doorlooptijd aanlegfase
Bruinvis	25 km^2	0,04	2 bouwseizoenen van 5-7 maanden
Gewone + grijze zeehond	72 km^2	0,13	2 bouwseizoenen van 5-7 maanden

Als worst case wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden de beïnvloedingszone tijdens de twee bouwseizoenen waarin de aanlegwerkzaamheden plaatshebben zullen mijden. Voor gewone zeehonden, die in dit gedeelte van de Noordzee incidenteel voorkomen, is dit tijdelijke gebiedsverlies niet van betekenis. Omdat het beïnvloedingsgebied zich ver op zee, buiten de kustzone bevindt, betekent het ook dat zeehonden niet worden gehinderd in hun migratie van de Waddenzee naar de Voordelta en vice versa.

Het deel van de Noordzee dat tijdens de bouwfase door bruinvissen mogelijk zal worden gemeden vormt normaliter in april/mei, als de dichtheden het hoogst zijn, het leefgebied voor ongeveer 25 bruinvissen (op basis van maximale dichtheid van 1 bruinvis per km^2). Dit betreft ongeveer 0,02% van het maximale aantal, in het zuidelijk deel van de Noordzee voorkomende bruinvissen en minder dan 0,01% van het aantal in de hele Noordzee.

14.7.3.2 Semi-permanente effecten van exploitatie – draaiende windturbines

Onderwatergeluid door draaiende windturbines

Draaiende windturbines veroorzaken een toename in het onderwatergeluid, wat mogelijk tot effecten op vissen en zeezoogdieren kan leiden. Het inzicht in de mogelijke omvang van dit effect neemt snel toe naarmate meer ervaring met windturbineparken in het mariene milieu wordt opgedaan (met de daarbij behorende monitoringprogramma's). De beschikbare metingen van het door het gebruik van windturbines veroorzaakte geluid onder water hebben overwegend betrekking op windturbines met een relatief gering vermogen (< 2,3 MW). Het betreft metingen aan offshore windturbineparken in de relatief ondiepe Deense en Zweedse wateren (Lindell, 2003; ISD, 2007). Uit de resultaten van diverse uitgevoerde geluidsmetingen is af te leiden dat door draaiende offshore windturbines de geluidsdruk onder water overwegend in de lagere frequenties tot ongeveer 800 Hz toeneemt (Degn, 2000; Lindel, 2003; ISD, 2007). Bij hogere frequenties is het achtergrondgeluid bepalend voor het totale geluidsdrukniveau. De door de draaiende turbines veroorzaakte laagfrequente trillingen hangen samen met de passage van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor en

de eigen trilling van de mast en golven die tegen de mast slaan. Er worden in de mast ook geluiden met hogere frequenties geproduceerd, maar die dringen slechts gedeeltelijk door onder het wateroppervlak en doven vervolgens relatief snel uit als gevolg van absorptie en verstrooiing (o.a. Richardson *et al.*, 1995). Van alle mogelijke vormen van geluidsoverdracht zijn het vooral de in de gondel optredende trillingen die via de mast naar het water afstralen die verantwoordelijk zijn voor de toename van de geluidsdruk onder water (o.a. Lindell, 2003).

Bij de voorspellingen van effecten van het door de draaiende windturbines veroorzaakte geluid op vissen en zeezoogdieren zijn de volgende fysische en biologische uitgangspunten gehanteerd:

- voor de bepaling van de bronsterkte is gebruik gemaakt van referentiegetallen voor windturbines van 2 en 2,3 MW op stalen monopalen (Horns Rev en Paludans Flak), zoals weergegeven in ISD (2007)[11]. Het is niet bekend in hoeverre draaiende windturbines met een hoger vermogen (5 MW) ook tot grotere geluidsdrukniveaus onderwater zullen leiden. Uit een vergelijking van metingen aan de trillingen in palen van 550 kW en 2 MW kan worden afgeleid dat een toename is te verwachten bij frequenties lager dan ongeveer 125 Hz (figuur 7 in Degn, 2000). Aan de andere kant is het zo dat de tandwielfrequenties in grotere turbines lager zijn, als gevolg waarvan de geluidsoverdracht minder efficiënt verloopt (Betke *et al.*, 2004). Om, ondanks de hiervoor geconstateerde leemte in kennis, toch een inschatting van de effecten te kunnen maken van draaiende windturbines met hogere vermogens is hier (worstcase) aangenomen dat het onderwatergeluid door draaiende turbines van 5 MW ten opzichte van dat van gemeten waarden van 2 MW en 2,3 MW turbines evenredig toeneemt met het vermogen[12]. Verder is aangenomen dat de geluidsspectra vergelijkbaar zijn met die van windturbines met lagere vermogens
- de getallen voor de verspreiding van geluid zijn afkomstig van windturbines op relatief ondiep water, waar de voortplanting van het geluid in principe anders verloopt dan op dieper water (Richardson *et al.*, 1995, hoofdstuk 4). Aangezien de geproduceerde geluiden relatief lage frequenties hebben (met relatief grote golflengtes), kunnen de diepere wateren van de Noordzee waar de windturbines worden geplaatst ook nog als "ondiep" worden gekarakteriseerd. Verwacht kan worden dat geluidsdrukniveaus in de iets diepere

---

[11] Van het windturbinepark Nysted zijn ook meetgegevens beschikbaar, maar deze zijn voor de Noordzee minder relevant vanwege de geringe waterdiepte (6 m) en de relatief grote afstand waarop de metingen zijn verricht (175 m)

[12] De relatieve toename wordt berekend door het nemen van de logaritme van het verhoudingsgetal en deze te vermenigvuldigen met 10 (vanwege de logaritmische schaal van de eenheid voor geluid). De relatieve toename van een 5 MW t.o.v. een 2 MW turbine is dus: 10*log(5/2) = 4,0 dB

wateren van de Noordzee bij de allerlaagste frequenties wat hoger zullen zijn (vanwege de "low frequency cut off" bij geringere waterdiepten)

- geluid dat zich onder water voortplant, dooft op den duur uit. De afstand waarover geluid zich kan voortplanten hangt o.a. af van de frequentie van het geluid, de waterdiepte en de eigenschappen van de bodem. Hoe het geluid op de locatie van het windturbinepark zal uitdoven, is niet bekend. Beschikbare meetgegevens hebben betrekking op de resultaten van metingen op een enkele afstand (ISD, 2007), zijn te weinig representatief voor windturbineparken op de Noordzee (Lindel, 2003) of geven geen goed beeld van maximale geluidsniveaus omdat de metingen bij relatief lage windsnelheden zijn uitgevoerd (Nedwell *et al.,* 2007). Effecten op vissen en zeezoogdieren zijn daarom alleen gekwantificeerd voor een afstand van 100 m van maximaal belaste windturbines, omdat hiervoor betrouwbare meetgegevens beschikbaar zijn. Voor effecten dichterbij en verder weg van de turbines zijn kwalitatieve inschattingen gemaakt
- voor het bepalen van effecten op vissen en zeezoogdieren zijn de in ISD (2007) weergegeven gegevens van het offshore windturbinepark Paludans Flak gebruikt. Hiervoor zijn de gemeten geluidsspectra bewerkt tot zogenaamde gewogen geluidsspectra, wat betekent dat de spectra zijn gecorrigeerd voor het gehoorfilter van bruinvissen, zeehonden en vissen. Hierbij is uitgegaan van de in figuur 14.14 weergegeven audiogrammen. Voor de "0-waarde" is uitgegaan van de gehoordrempel bij de frequentie van de hoogste gevoeligheid (i.e. voor bruinvis bij 100 kHz en voor zeehond tussen 5 en 31 kHz).

In ISD (2007) worden de geluidsniveaus gegeven voor windturbines van verschillend vermogens en op verschillende locaties voor de Deense en Zweedse kust. Voor alle windturbineparken betreft het resultaten van metingen bij verschillende windsterkten (en dus door de turbine geleverde vermogens) op een afstand van ongeveer 100 m van de turbine. In tabel 14.18 zijn beschrijvingen van de meetomstandigheden en enkele kenmerken van de gemeten geluidsspectra in twee windturbineparken opgenomen.

Tabel 14.18 Karakteristieken van het onderwatergeluid in de bedrijfsfase van twee windturbineparken (naar ISD, 2007)

Windturbinepark	Horns Rev	Paludans Flak
Type windturbine	Vestas V80, 2 MV	Bonus, 2,3 MW
Fundering	monopaal	monopaal
Waterdiepte (m)	7 – 8	12
Aantal gemeten spectra	5	5
Gemeten range in belasting van windturbine (%)	11 – 100	0 – 100
Max. gemeten geluidsdrukniveau op 100 m (dB re 1 µPa per tertsband)	118	122
(Tertsband)frequentie met max. geluidsniveau (Hz)	160	125
Geschat maximaal bronniveau op 1 m (dB re 1µPa)[13]	147 ± 5	153 ± 5

De resultaten van de metingen waarin per windturbinepark het maximale geluidsdrukniveau is waargenomen, zijn weergegeven in figuur 14.17. In de figuur zijn voor een van de windturbineparken ook de resultaten van metingen van het achtergrondgeluid zonder draaiende windturbines gegeven. In de figuur is te zien dat voor beide windturbineparken geldt dat op 100 m afstand van de turbine de toename van het onderwatergeluid bij relatief lage frequenties plaatsvindt. De gemeten geluidsdrukniveaus liggen bovendien in dezelfde orde van grootte. Vergelijking van de geluidsdrukniveaus met en zonder draaiende windturbines laat voor Paludans Flak zien dat de draaiende windturbines alleen bijdragen aan het geluid in frequenties lager dan circa 200 Hz.

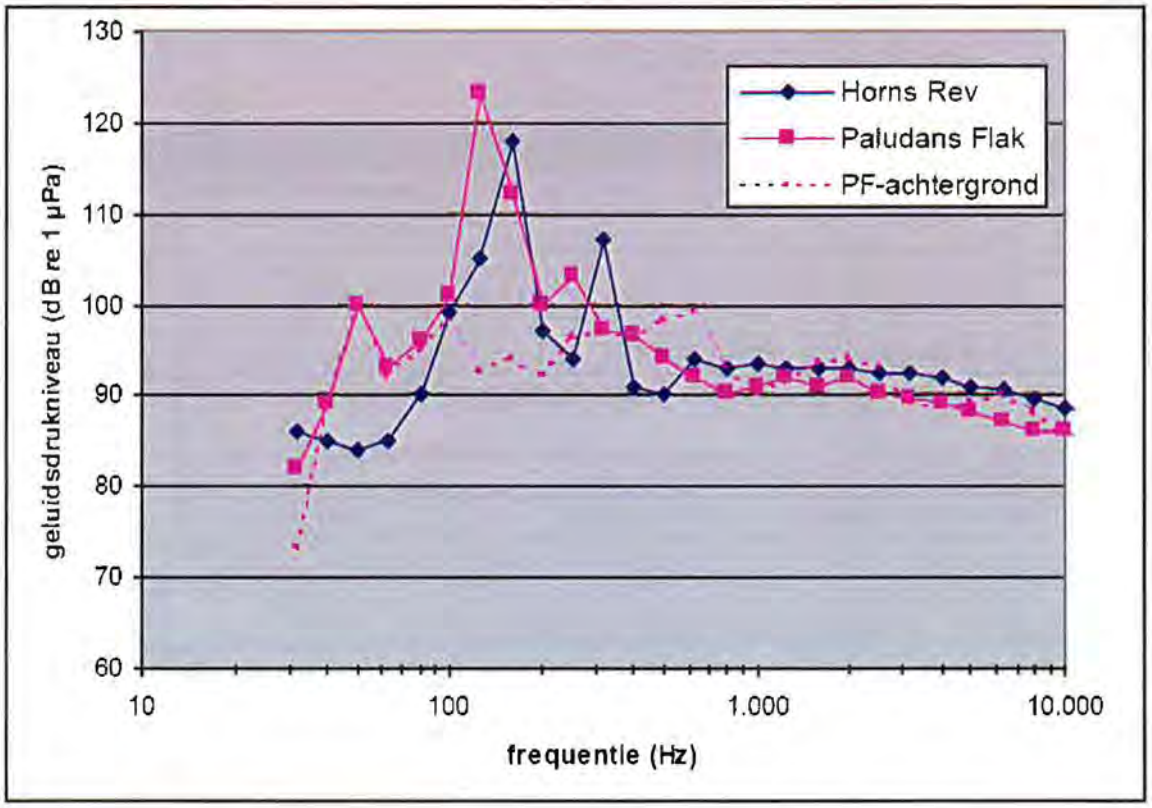
Voor het windturbinepark Horns Rev is dit circa 400 Hz (niet in de figuur weergegeven, zie ISD, 2007).

---

[13] Voor afstanden van 3 tot ongeveer 10 maal de gemiddelde waterdiepte vanaf de bron kan voor een zandbodem en laagfrequent geluid (boven de cut-off frequentie) met een onzekerheid van +/- 5 dB uitgegaan worden van (Marsh & Schulkin, 1962; Ainslie, pers. med.):

$PL = 10 * \log(H) + 10*\log(r)$,
waarbij PL = propagatieverlies (dB re 1 m^2), H = waterdiepte (m) en r = afstand (m).

Deze relatie is gebruikt om het bronniveau voor de parken Paludans Flak en Horns Rev te schatten (laatste regel in tabel 14.13 zelfde pagina)

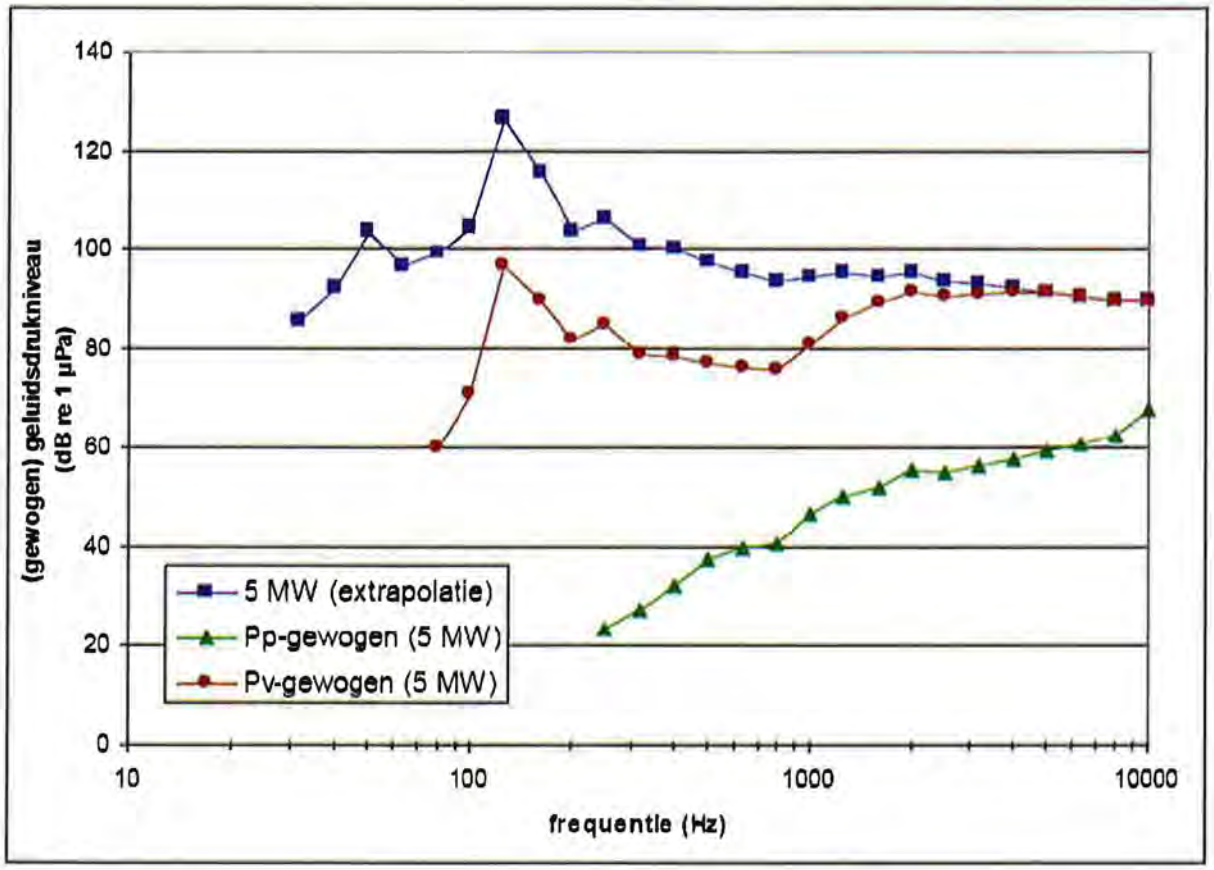


Figuur 14.17 In twee windturbineparken gemeten, in tertsbanden weergegeven geluidsspectra; metingen op ca. 100 m van de windturbine (naar ISD, 2007); zie ook tabel 14.18; de gestippelde curve (PF-achtergrond) geeft het spectrum in Paludans Flak weer bij een windsnelheid van minder dan 2 m/s terwijl alle windturbines zijn uitgeschakeld

Zeezoogdieren zijn gevoelig voor verstoring als gevolg van onderwatergeluid. De mate van verstoring is soortspecifiek en hangt onder andere af van geluidssterkte, frequenties en de wijze waarop een gebied door een soort gebruikt wordt. Van de voor deze PB relevante soorten zeezoogdieren zijn alleen voor de bruinvis en de gewone zeehond gegevens bekend over de mate waarin ze gevoelig zijn voor verstoring door onderwatergeluid. In de effectstudie is aangenomen dat de gevoeligheid van de grijze zeehond voor verstoring door onderwatergeluid vergelijkbaar is met die van de gewone zeehond.

Figuur 14.18 geeft de op de hiervoor beschreven wijze naar turbines van 5 MW geëxtrapoleerde geluidsspectra in tertsbanden weer, uitgaande van de op 100 m van een 2,3 MW turbine uitgevoerde metingen in windturbinepark Paludans Flak. Daarnaast zijn in deze figuur de naar de audiogrammen van bruinvis en gewone zeehond gewogen geluidsspectra in

tertsbanden voor het geluid van 5 MW turbines weergegeven. In de figuur is duidelijk te zien dat bruinvissen in het frequentiebereik waarbinnen de geluidsdrukniveaus als gevolg van draaiende windturbines zijn verhoogd aanzienlijk minder gevoelig zijn dan zeehonden (de groene lijn ligt veel lager dan de bruine).



Figuur 14.18 Op metingen in het windturbinepark Paludans Flak gebaseerde ongewogen en audiogram gewogen geluidsspectra op 100 m van de windturbine; frequentie in tertsbanden; Pp = bruinvis (*Phocoena phocoena*); Pv = gewone zeehond (*Phoca vitulina*)

Eventuele effecten als gevolg van het door draaiende windturbines veroorzaakte onderwatergeluid op het gedrag van bruinvissen en zeehonden zijn ingeschat door de gewogen tertsband spectra tussen de (tertsband)frequenties van 31,5 en 10.000 Hz te integreren en te vergelijken met door Kastelein *et al.* (2008) voorgestelde gewogen grenswaarden (tabel

14.19)[14]. Zowel voor bruinvissen als voor zeehonden ligt het niveau onder het niveau waarbij vermijdingsgedrag kan worden verwacht. Dit betekent dat bruinvissen en zeehonden windturbines tot op een afstand van 100 m zullen naderen zonder een gedragsverandering te vertonen. Op grond van de beschikbare gegevens kan niet worden bepaald welke afstand de twee soorten minimaal tot draaiende windturbines zullen bewaren, omdat meetgegevens van 100 m niet zonder meer te extrapoleren zijn naar bronniveaus.

Tabel 14.19 Geschatte, naar audiogram gewogen breedband geluidsniveaus (31,5 – 10.000 Hz) op een afstand van 100 m van een draaiende, maximaal belaste windturbine (5 MW) in vergelijking met grenswaarden voor tijdelijke gehoorbeschadiging (TTS) en mijdingsgedrag bij bruinvis en gewone zeehond; geluidsniveau in dB re 1 µPa^2

	Breedband gewogen geluidsniveau op 100 m van een draaiende windturbine	Temporary Threshold Shift[1]	Reactiegrens ("avoidance")[1]
bruinvis	70	135	97[2]
gewone zeehond	102	145	105

1 grenswaarden overgenomen uit Kastelein *et al.*, 2008; waarden zijn gewogen naar een, niet in de publicatie weergegeven audiogram

2 er is gekozen voor de laagste van de twee door Kastelein *et al.* (2008) gegeven waarden (worst-case)

Effecten op vissen (prooidieren voor zeezoogdieren)

Hoewel vissen minder gevoelig voor onderwatergeluid zijn dan zeezoogdieren, is hun gevoeligheid het grootst bij relatief lage frequenties van 30 Hz tot ongeveer 1 kHz. Dit betekent dat de meeste vissen de geluiden die door draaiende windturbines worden gegenereerd relatief goed kunnen horen. Op vergelijkbare wijze als hiervoor voor bruinvissen en zeehonden is gedaan, is in figuur 14.19 de gevoeligheid van haring (gehoorspecialist) en schar (gehoorgeneralist) voor het geluid van draaiende, maximaal belaste windturbines (5 MW) weergegeven. Uit de figuur is af te leiden dat de maximale gevoeligheid van deze twee voorbeeldsoorten in hetzelfde frequentiebereik ligt als het van de windturbines afkomstige geluid. De soorten verschillen in het frequentiebereik van hun gehoor (haring heeft een groter bereik) en de hoogte van de gehoordrempel, die bij schar hoger is (zie audiogrammen in figuur 14.14).

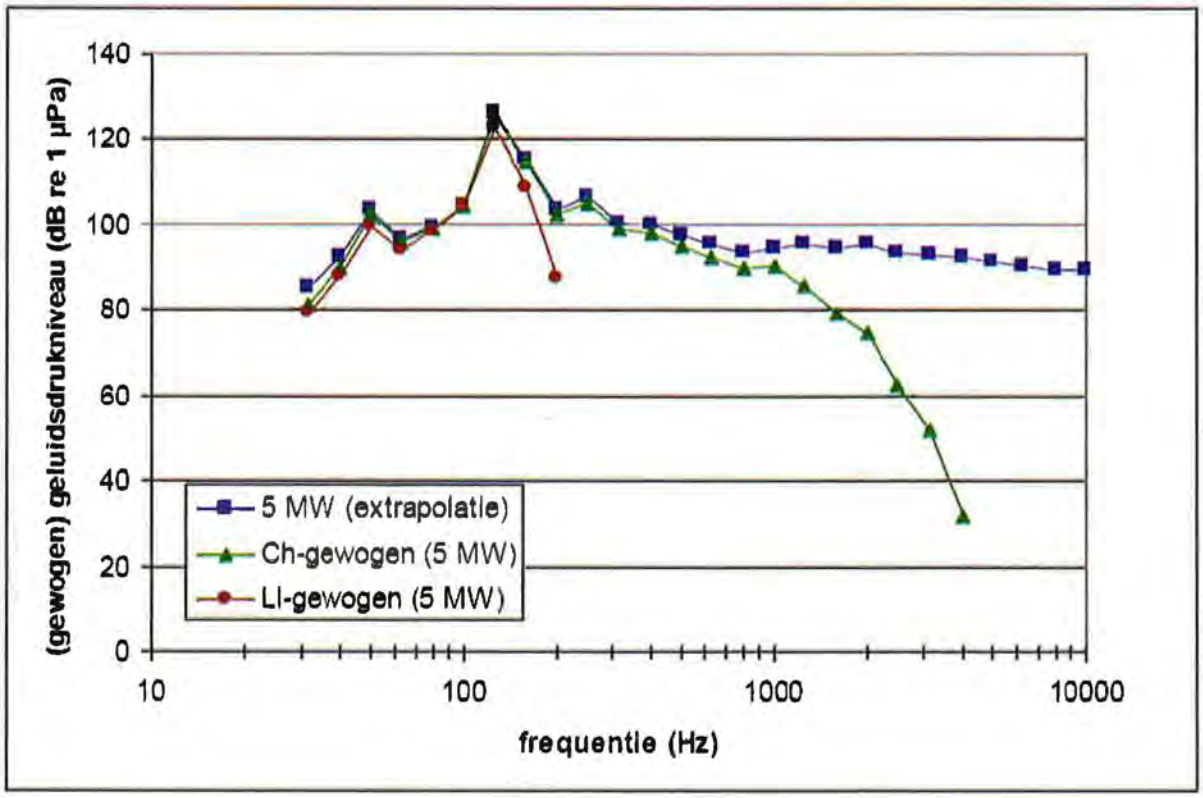
---

[14] Omdat is geïntegreerd tot 10.000 Hz wordt een aanzienlijk deel van het achtergrondgeluid meegeteld in het berekende breedband geluiddrukniveau

Voor een inschatting van het effect van draaiende windturbines op vissen is het ongewogen[15] spectrum tussen de (tertsband)frequenties van 31,5 en 10.000 Hz geïntegreerd en vergeleken met de door Kastelein *et al.* (2008) afgeleide waarden voor een theoretische vissoort in de Noordzee (tabel 14.20). Op 100 m van een maximaal belaste turbine ligt het breedbandgeluidsniveau boven het geluidsniveau waarbij volgens Kastelein *et al.* (2008) een schrikreactie optreedt. Het ligt echter ruim onder het niveau waarbij tijdelijke doofheid optreedt (TTS). Dit betekent dat relatief goed horende vissen als de haring het geluid van de turbine op deze afstand zeker zullen horen en het gebied mogelijk zelfs zullen mijden. Ook Thomsen *et al.* (2006) komen tot de conclusie dat gehoorgeneralisten als schar en zalm het geluid tot op 1 kilometer van de draaiende turbines kunnen horen (i.e. het komt boven de achtergrond uit) en dat dat voor kabeljauw en haring zo'n 4-5 kilometer is. Zij geven daarbij echter aan dat dit voor de Oostzee geldt waar het achtergrond geluidsniveau waarschijnlijk een stuk lager ligt dan in de Noordzee. In de Noordzee ligt de gehoorsafstand dus mogelijk dichterbij de turbines.

---

[15] Voor de haring, de gevoeligste Noordzee soort waarvan gegevens beschikbaar zijn, maakt het niet uit omdat bij deze soort over de hele breedte van het windturbinegeluid het gehoor op zijn gevoeligst is. Kastelein *et al.* (2008) geven uitsluitend ongewogen geluidsniveaus



Figuur 14.19 Op metingen in het windturbinepark Paludans Flak gebaseerde ongewogen en audiogram gewogen geluidsdrukniveaus in tertsbanden op 100 m van de windturbine; Ch = haring (*Clupea harengus*); Ll = schar (*Limanda limanda*)

Tabel 14.20 Geschat breedband geluidsniveaus (31,5 – 10.000 Hz) op een afstand van 100 m van een draaiende, maximaal belaste windturbine (5 MW) in vergelijking met grenswaarden voor tijdelijke doofheid (TTS) en het optreden van een schrikreactie bij vissen; geluidsniveau in dB re 1 μPa^2

	Breedband (ongewogen) geluidsniveau op 100 m van een draaiende windturbine	Temporary Threshold Shift*	Schrikreactie*
Gehoorspecialist (bijv. haring)	127	155	120

* grenswaarden voor series van laag frequente geluidspulsen, overgenomen uit Kastelein *et al.*, 2008; grenswaarden voor continu geluid liggen mogelijk iets lager.

De gehoorsafstand zegt echter nog niets over een eventuele gedragsrespons bij vissen. Wahlberg & Westenberg (2005) schatten dat vissen pas op een afstand van 4 m van draaiende windturbines worden afgeschrikt. Dit zou betekenen dat een relatief gering deel van het windturbinepark door vissen zal worden gemeden. Daarnaast is in de Bio-wind studie gevonden dat sommige vissoorten juist worden aangetrokken door de beschikbaarheid van prooi op en rondom de funderingen van de windturbines (Judd *et al.*, 2003). Het door de betreffende windturbines geproduceerde geluid wordt dus blijkbaar niet als hinderlijk ervaren. Uit de resultaten van monitoring in de Deense windturbineparken Horns Rev en Nysted zijn geen verschillen gebleken tussen de samenstelling van de visgemeenschappen binnen en buiten de windturbineparken. Dit zou betekenen dat de in deze wateren voorkomende vissoorten de windturbineparken blijkbaar niet mijden (DONG Energy, 2006). Tot de aangetroffen soorten behoorde ook de relatief gevoelige haring.

14.7.3.3 Semi-permanente effecten van exploitatie-onderwatergeluid als gevolg van vaartuigen

In de bedrijfsfase zal het windturbinepark regelmatig worden bezocht door werkschepen die worden ingezet voor onderhoud- en reparatiewerkzaamheden. Deze schepen produceren onderwatergeluid dat door zeezoogdieren en vissen zeker zal worden gehoord. Het is niet uit te sluiten dat zij tot op enkele honderden meters worden gemeden (m.n. door zeezoogdieren). Gelet op het incidentele karakter van de inzet van deze schepen in vergelijking met de vele andere schepen die zich in dit drukbevaren deel van de Noordzee bevinden, worden de effecten van het onderwatergeluid als gevolg van de aanwezigheid van werkschepen in het windturbinepark op vissen en zeezoogdieren als verwaarloosbaar beoordeeld.

14.7.3.4 Conclusies

Tijdelijke effecten

Voor de tijdelijke effecten van de aanleg van het windturbinepark zijn de effecten van het onderwatergeluid als gevolg van de baggerwerkzaamheden op zeezoogdieren en hun voedsel (vissen) maatgevend. De geschatte afstanden ten opzichte van de aanleglocatie waarop een reactie kan optreden bedragen naar schatting maximaal 2,8 en 4,8 km voor respectievelijk bruinvissen en zeehonden. Deze effecten zijn tijdelijk en zeer lokaal en zullen niet tot effecten op populateniveau leiden, laat staan tot effecten op de staat van instandhouding van Natura 2000-gebieden.

Semi-permanente effecten
Zeehonden en bruinvissen zullen het geluid van de draaiende turbines tot op een afstand van 100 m niet mijden. De beschikbare gegevens laten het niet toe uitspraken te doen over de afstand tot waar zij de turbines zullen naderen. Zowel voor bruinvissen als voor zeehonden geldt dat als zij de turbines al mijden, dit op zeer korte afstand zal zijn. Het biotoopverlies dat hierdoor optreedt, is daarom verwaarloosbaar klein.

Ook voor de vissoorten die gevoelig zijn voor het door de draaiende turbines gegenereerde onderwatergeluid geldt dat een eventueel biotoopverlies verwaarloosbaar klein is ten opzichte van het totale leefgebied.

Dit geldt ook voor de als mobiele geluidsbron te karakteriseren werkschepen voor onderhoud en reparatiewerkzaamheden; eventuele effecten van het door deze schepen geproduceerde onderwatergeluid zijn incidenteel en zeer lokaal en leiden niet tot een extra biotoopverlies voor zeezoogdieren en hun voedsel (vissen).

14.7.4 Interne accumulatie

Uit paragraaf 14.7.2 blijkt dat een negatief effect door habitatverlies op de kleine mantelmeeuw kolonies wordt uitgesloten. Omdat er ook geen verminderd voedselaanbod door vislarvensterfte optreedt, zijn er daarom geen effecten die in accumulatie doorwerken op de fitness van een populatie.

14.8 Effecten op Natura 2000-gebieden

In paragraaf 14.7 zijn de effecten op de afzonderlijke soortgroepen beschreven. In deze paragraaf vindt een doorvertaling plaats naar de afzonderlijke Natura 2000-gebieden, waar mogelijk beïnvloede soorten (zie paragraaf 14.4) voorkomen. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de toetsingsresultaten van de effecten, zoals bepaald in deze PB, aan de instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden. Hierbij worden alleen die effecten in beschouwing genomen die niet verwaarloosbaar zijn. Voor de migrerende vogels zijn verwaarloosbaar kleine effecten berekend, zodat deze effecten in de toetsing op de instandhoudingsdoelstellingen van de verschillende Natura 2000-gebieden niet verder zijn meegenomen.

Tabel 14.21 Overzichtstabel van de resultaten van de toetsing van de effecten van de aanleg en aanwezigheid van windturbinepark Tromp Binnen aan de instandhoudingsdoelstellingen van de genoemde Natura 2000-gebieden. Groen gekleurde cellen geven aan dat significante effecten op de Natura 2000-gebieden kunnen worden uitgesloten

Natura 2000-gebied	Aanvaringen vogels	Vislarven	Zeezoogdieren	Accumulatie
Duinen en Lage Land Texel				
Duinen Vlieland				
Zwanenwater & Pettemerduinen				
Noordzeekustzone				
Waddenzee				
Voordelta				
Oosterschelde				
Westerschelde & Saeftinghe				
Bempton Cliffs, UK				
Helgoland, D				
Bass Rock, UK				

14.8.1 Duinen en Lage Land Texel

Voor het gebied Duinen en Lage Land Texel zijn er geen effecten op vogels die foerageren op vis in de Waddenzee of de Noordzeekustzone. Door aanvaringen met windmolens kan sterfte optreden; de maximaal verwachte additionele sterfte voor de kleine mantelmeeuw is 0,65%. De aanleg van Tromp Binnen doet geen afbreuk aan de instandhoudingsdoelen voor de Duinen en Lage Land Texel.

14.8.2 Waddenzee

De voorgenomen activiteit leidt niet tot negatieve effecten op beschermde vogels die foerageren op vis in de Waddenzee of de Noordzeekustzone. Overige effecten, bijvoorbeeld als gevolg van scheepvaart, reiken niet tot dit Natura 2000 gebied. Aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen doet geen afbreuk aan de instandhoudingsdoelen voor de Waddenzee.

14.8.3 Duinen Vlieland

Voor het gebied Duinen Vlieland zijn geen negatieve effecten voor vogels die foerageren op vis in de Waddenzee of de Noordzeekustzone. Door aanvaring kan additionele sterfte optreden op de kleine mantelmeeuw tot 0,02%. Aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen doet geen afbreuk aan de instandhoudingsdoelen voor Duinen Vlieland.

14.8.4 Noordzeekustzone

Voor de Noordzeekustzone worden geen aangewezen broedvogels negatief beïnvloed. Bruinvissen en zeehonden krijgen niet te maken met een verminderd voedselaanbod door vislarvensterfte. Overige effecten, bijvoorbeeld als gevolg van scheepvaart, reiken niet tot dit Natura 2000 gebied. Aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen doet geen afbreuk aan de instandhoudingsdoelen voor de Noordzeekustzone.

14.8.5 Zwanenwater en Pettemerduinen

Voor het gebied Zwanenwater en Pettemerduinen zijn voor de meeste soorten geen effecten voor vogels die foerageren op vis. Door aanvaringen met windmolens kan sterfte optreden; de maximaal verwachte additionele sterfte is 0,78% voor de kleine mantelmeeuw. De aanleg en aanwezigheid van Tromp Binnen doet geen afbreuk aan de instandhoudingsdoelen voor Zwanenwater en Pettemerduinen.

14.8.6 Voordelta

In de Voordelta bevinden zich geen broedkolonies van mogelijk beïnvloede broedvogelsoorten. Overige effecten, bijvoorbeeld als gevolg van scheepvaart, reiken niet tot dit Natura 2000 gebied. Aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen doet daarom geen afbreuk aan instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied Voordelta.

14.8.7 Oosterschelde

Voor de Oosterschelde zijn geen effecten mogelijk voor soorten die foerageren op vis. Overige effecten, bijvoorbeeld als gevolg van scheepvaart, reiken niet tot dit Natura 2000 gebied. Aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen doet daarom geen afbreuk aan instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied Oosterschelde.

14.8.8 Westerschelde en Saeftinghe

Voor de Westerschelde en Saeftinghe zijn geen effecten mogelijk op soorten die foerageren op vis. Overige effecten, bijvoorbeeld als gevolg van scheepvaart, reiken niet tot dit Natura 2000 gebied. Aanleg en aanwezigheid van het windturbinepark Tromp Binnen doet daarom geen afbreuk aan instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied Westerschelde en Saeftinghe.

14.8.9 Bempton Cliffs

Het gebied Bempton Cliffs in het Verenigd Koninkrijk wordt niet direct beïnvloed, er zijn uitsluitend effecten mogelijk voor vogels die foerageren op vis in de Noordzee. Jan-van-genten van Bempton Cliffs kunnen Tromp Binnen bereiken tijdens het foerageren, zij het in zeer beperkte aantallen. Door aanvaringen met windmolens kan sterfte optreden; de verwachte additionele sterfte is minder dan 0,01% en dusdanig klein dat dit niet leidt tot afbreuk aan de instandhoudingsdoelstelligen voor het gebied.

14.8.10 Bass Rock

Tromp Binnen ligt buiten de gemiddelde maximale foerageerafstand van jan-van-genten van Bass Rock. Hele verre vliegers van deze kolonie kunnen het park net bereiken; dit is echter een verwaarloosbaar percentage ten opzichte van de zeer grote aantallen in die kolonie (Hamer *et al.*, 2007) en het windturbinepark zal derhalve geen invloed op de kolonie hebben.

14.8.11 Helgoland

Het gebied Helgoland in Duitsland wordt niet direct beïnvloed, er zijn uitsluitend effecten mogelijk voor vogels die foerageren op vis in de Noordzee. Jan-van-genten van Helgoland kunnen Tromp Binnen bereiken tijdens het foerageren, zij het in zeer beperkte aantallen. Door aanvaringen met windturbines kan sterfte optreden; de verwachte additionele sterfte is met 0,08% dusdanig klein dat dit niet leidt tot afbreuk aan de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied.

14.9 Cumulatie

14.9.1 Achtergrond cumulatie

14.9.1.1 Wettelijk kader

In deze paragraaf worden de effecten besproken van het initiatief in samenhang met andere projecten of plannen, cf. Habitatrichtlijn artikel 6, lid 3 (zie ook het schema van toetsing aan de HR in paragraaf 14.2). Het voornoemde artikel geeft aan dat in de cumulatie projecten of plannen dienen mee te worden genomen. T.a.v. de definitie van projecten of plannen wordt in het kader van deze PB gebruik gemaakt van de handreiking van Alterra: "Wat telt mee voor cumulatie". Ten aanzien van de cumulatie in deze PB wordt gekeken naar vergunde gebruiken (projecten) en concrete (te vergunnen) plannen voor andere initiatieven. Dit wordt hierna toegelicht.

De handreiking van Alterra, het werkdocument "Wat telt mee voor Cumulatie" (Alterra, 2007) bevat een voorlopige handreiking voor de inventarisatie van relevante projecten of plannen.

Wat volgens deze handreiking in ieder geval in de beoordeling van cumulatieve effecten moet worden meegenomen zijn:

1. Alle geplande of reeds in uitvoering zijnde activiteiten waarover (op het moment dat over de vergunningsverlening voor de eigen activiteit beslist moet worden) reeds een definitief bestuurlijk besluit is genomen en waarvoor de kans bestaat dat *ze een negatief gevolg hebben voor dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als waarop de eigen activiteit invloed zou kunnen hebben.*
2. Bestaande negatieve effecten die samen met de effecten van de eigen activiteit een mogelijke interactief gevolg voor de instandhoudingsdoelstellingen hebben (bijvoorbeeld wanneer in combinatie met een bestaande belasting een grenswaarde overschreden kan worden). Denk bijvoorbeeld aan verontreinigingen, geluid en ammoniak. Dit wordt aangeduid als "bestaand gebruik" en wordt in de toekomst per Natura 2000-gebied vastgelegd in het beheersplan.
3. Activiteiten conform het beheerplan van het Natura-2000 gebied waarvan de effecten mogelijk cumuleren met die van de eigen activiteit.

De hierboven onder 1. genoemde geplande en reeds in uitvoering zijnde activiteiten worden nader gespecificeerd in 14.9.1.2. Daarna wordt daarna ingegaan op de gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van relevant soorten in specifieke Natura 2000 gebieden.

Voor wat betreft de effecten die hierboven genoemd worden onder 2. en de activiteiten die hierboven genoemd worden onder 3, kan op voorhand worden verondersteld dat cumulatie van het windturbinepark Tromp Binnen hierop kan worden uitgesloten. In deze PB wordt daarom daar niet verder op ingegaan. Er wordt namelijk geen grenswaarde overschreden voor een bepaalde parameter waardoor een interactief gevolg ontstaat. Activiteiten conform beheerplannen voor Natura 2000 gebieden zijn nog niet vastgesteld.

Wat volgens de handreiking van Alterra verstandig is om ook mee te nemen bij cumulatie:

4. Activiteiten waarvan effecten met de eigen activiteit zouden kunnen cumuleren en die reeds in een zo vergevorderd stadium zijn dat het bestuursorgaan redelijkerwijszou kunnen stellen dat ze meegenomen moeten worden.
5. Activiteiten waarvoor de kans bestaat dat er eerder een definitief besluit over genomen wordt dan over de eigen activiteit vallen hier zeker onder, maar dit zou bijvoorbeeld ook kunnen gelden voor activiteiten waarvan op voorhand al redelijkerwijs vaststaat dat ze doorgang zullen vinden.

De activiteiten die verstandig zijn om mee te nemen zijn bijvoorbeeld de windturbineparken waarvoor het waarschijnlijk is dat er een vergunning zal worden verleend. Hierop wordt ingegaan in 14.9.1.2.

Wat volgens de handreiking (formeel) buiten beschouwing kan blijven zijn:

6. Alle activiteiten die nog niet ver genoeg gevorderd zijn. Die moeten in hun eigen beoordelingstraject namelijk rekening houden met alle activiteiten die alwel ver genoeg gevorderd zijn. Op dit moment biedt de bestaande jurisprudentie nog onvoldoende houvast om te bepalen wanneer een activiteit zeker niet meegenomen hoeft te worden. Aangeraden wordt om activiteiten waarover twijfel kan bestaan in ieder geval mee te nemen
7. Activiteiten waarvoor reeds in een effectbeoordeling is vastgesteld dat ze met zekerheid geen negatief gevolg zullen hebben voor de instandhoudingsdoelstellingen waarop de eigen activiteit mogelijk effect heeft.

14.9.1.2 Afbakening van de te beoordelen projecten en plannen

Projecten of plannen die op basis van de aannames in punt 1 in 14.9.1.1 moeten worden meegenomen bij het beoordelen van cumulatie zijn de reeds vergunde actitiveiten of wettelijk toegestane acitiviteiten zoals:

- Vergunde windturbineparken.
- Tweede Maasvlakte.

- Mosselzaadvanginstallaties.
- Offshore mijnbouw (olie- en gaswinning)
- Zand- en grindwinning.
- Baggerstort.
- Militaire activiteiten en oefeningen.
- Scheepvaart.
- Beroeps- en sportvisserij.
- Luchtverkeer
- Schelpenwinning

Aanbevolen wordt om ook activiteiten mee te nemen (op basis van punt 4 en 5 in 14.9.1.1) waarvan effecten met de eigen activiteit zouden kunnen cumuleren en die reeds in een zo vergevorderd stadium zijn dat het bestuursorgaan redelijkerwijs zou kunnen stellen dat ze meegenomen moeten worden. Dit zijn bijvoorbeeld windturbineparken waarvan Rijkswaterstaat reeds de ontwerpbeschikking heeft gepubliceerd.

De effecten vanuit de aanwezigheid van de twee reeds gerealiseerde windturbineparken in de Noordzee, OWEZ en Prinses Amalia Windpark (Q7), worden niet onder cumulatieve effecten geschaard in deze PB. Het betreft hier immers (Nbwet) vergunde projecten, die reeds zijn uitgevoerd en waarvan de effecten als niet significant negatief zijn beoordeeld in de betreffende MER-en; deze worden derhalve niet meegenomen in deze cumulatie.

14.9.1.3 Beoordelingskader

Voor de lijst met projecten en plannen in 14.9.1.2 geldt dat beoordeeld moet worden of dat *ze een negatief gevolg hebben voor dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als waarop de eigen activiteit invloed zou kunnen hebben.* Uit de voorgaande hoofdstukken in dit PB is duidelijk geworden dat de eigen activiteit, Tromp Binnen, alleen een negatief gevolg heeft op instandhoudingsdoelstellingen voor vogels in een aantal specifieke Natura 2000 gebieden. In het bijzonder gaat het dan om negatieve gevolgen op de populaties van de kleine mantelmeeuw en de jan-van-gent in de Natura 2000 gebieden Duinen en Lage Land Texel en Zwanenwater en Pettemerduinen (voor de kleine mantelmeeuw) en Bempton Cliffs en Helgoland (voor de jan-van-gent). Daarnaast heeft Tromp Binnen een verwaarloosbaar negatief effect op een aantal andere vogelsoorten en zeezoogdieren.

Van de volgende projecten en plannen kan worden gesteld dat deze niet cumuleren met de negatieve invloed op de instandhoudingsdoelstelling op vogels en zeezoogdieren:
- Mosselzaadvanginstallaties.
- Offshore mijnbouw (olie- en gaswinning)
- Baggerstort.
- Militaire activiteiten en oefeningen.
- Scheepvaart.
- Beroeps- en sportvisserij.
- Luchtverkeer
- Schelpenwinning

Op basis van het wettelijk kader en de hiervoor beschreven afbakening kan worden geconcludeerd dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Duinen en Lage Land Texel en Zwanenwater en Pettemerduinen niet kunnen worden uitgesloten voor de volgende plannen en projecten:
- Vergunde windturbineparken.
- Windturbineparken waarvoor een ontwerpbeschikking is verleend en die waarschijnlijk gerealiseerd kunnen gaan worden.
- Tweede Maasvlakte.
- Zand- en grindwinning

Het cumulatieve effect van deze activiteiten worden hierna verder beschreven.

14.9.2 Resultaten cumulatie met andere projecten of plannen

14.9.2.1 Vergunde en parken waarvoor een ontwerpbeschikking is afgegeven en die waarschijnlijk gerealiseerd kunnen gaan worden

De ambitie van de overheid is om in 2020 6000 MW capaciteit aan windparken op het Nederlands deel van de Noordzee te hebben gerealiseerd. Voor de eerste tranche van deze windparken waarvoor subsidie vanuit het Ministerie van Economische Zaken beschikbaar is gemaakt, omvat dit een capaciteit van 450 MW. Dit is een capaciteit waarover een concreet besluit is genomen en waarvoor geld voor is vrijgemaakt, en is dus een in de nabije toekomst reëel scenario. In deze PB wordt dan ook ten minste met de 450 MW als cumulatief scenario rekening gehouden.

In theorie is het mogelijk dat er de komende jaren voor meer dan de gesubsidieerde 450 MW aan capaciteit wordt gerealiseerd, omdat er voor meer dan de 450 MW aan capaciteit vergunning zal worden verleend, alhoewel het niet waarschijnlijk is dat een vergund windturbi-

nepark zonder subsidie zal worden gerealiseerd. Dit betekent derhalve dat voor het geplande windpark Tromp Binnen een of meerdere extra windpark(en) in cumulatie dient te worden meegenomen, tot aan een minimale totale capaciteit van 450 MW.

In deze PB is een mogelijk cumulatiescenario uitgewerkt met windturbinepark West Rijn. Dit is op moment van schrijven het enige, nog niet bestaande windturbinepark met een ontwerpbeschikking voor bouw op de Noordzee. De capaciteit van West Rijn samen met Tromp Binnen komen in totaal boven de 450 MW.

Tabel 14.33 Eigenschappen cumulatief te behandelen windturbineparken (Arends et al; 2008)

Eigenschap windturbinepark	Tromp Binnen	West Rijn
Aantal turbines	59	79
Totaal vermogen (MW)	295	284
Oppervlakte (km^2)	33	47
Afstand tot kust (km)	75	37

Er zijn echter ook andere mogelijke cumulatiescenario's denkbaar, afhankelijk van toekomstige (ontwerp)besluiten ten aanzien van andere windturbineparken door Rijkswaterstaat.

De effecten van West Rijn zijn gedeeltelijk vergelijkbaar met de effecten zoals die voor het in deze PB beschreven windpark Tromp Binnen. De mogelijkheid bestaat echter dat er, in tegenstelling tot Tromp Binnen, voor andere windparken wel geheid zal worden. In dat geval zal het effect van vislarvensterfte op kolonievogels ook moeten worden meegenomen.

In deze paragraaf zal een zo nauwkeurig mogelijke kwantitatieve uitwerking worden gegeven van de verschillende relevante cumulatieve effecten met West Rijn.

Indien het *"worst-case"* uitgangspunt dient te worden gehanteerd is het afhankelijk van het type effect met welk potentieel windpark de effecten zouden dienen te worden beschreven. Daarnaast moeten de onderzoeksresultaten van de windparken waarmee vergeleken dient te worden bekend en beschikbaar zijn. In het geval van Tromp Binnen kan een beschouwing van cumulatieve effecten plaatsvinden met de windturbineparken van West Rijn. Voor cumulatie met overige in voorbereiding zijnde parken geldt dat er geen gegevens over effecten beschikbaar zijn. Een deel van deze parken bevindt zich daarnaast dusdanig dicht op de kustzone of in de Noordzee ten noorden van de Nederlands Waddeneilanden dat de effecten van deze parken niet vergelijkbaar zijn met die van Tromp Binnen. Zo zullen de noordelijk gelegen parken langs de Hollandse kust zullen relatief meer effect hebben op de trekvogels

vanuit de Waddenzee. Voor de parken boven de Waddeneilanden geldt dat cumulatie niet of alleen in zeer beperkte mate optreedt. De vogels die hier de Duitse Bocht oversteken komen niet of nauwelijks overeen met de vogels die ook de Zuidelijke Bocht tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland oversteken.

Op de volgende pagina's wordt ingegaan op cumulatieve aspecten, en wordt cumulatie met West Rijn als een specifiek cumulatiescenario uitgewerkt.

Aanvaringsslachtoffers migrerende vogels
Indien parken langs de Hollandse kust worden gebouwd, kunnen de effecten op migrerende vogels tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland (en het achterland) cumuleren. Deze cumulatie vindt plaats zonder interactie; de effecten van de andere windparken zullen die van Tromp Binnen niet beïnvloeden en de effecten kunnen dus direct worden opgeteld.

Indien de berekende effecten van windturbinepark Tromp Binnen op de additionele sterfte van de migrerende vogels bezien worden (zie bijlage 14.7), blijkt dat deze zo gering zijn (ten hoogste enkele honderdsten van procenten ten opzichte van de jaarlijkse natuurlijke sterfte), dat bij cumulatie met bijvoorbeeld het windturbinepark West Rijn, waar vergelijkbare percentages worden gehaald (Arends et al; 2008), met zekerheid significante effecten op specifieke Natura 2000 gebieden kunnen worden uitgesloten.

Aanvaringsslachtoffers kolonievogels
De vogels die als broedvogel in de Natura 2000-gebieden beschermd zijn kunnen ook cumulatieve effecten ondervinden van bovengenoemde windturbineparken. Ook hiervoor geldt dat de effecten optreden zonder interactie van windparken en dat het aantal slachtoffers lineair kan worden opgeteld.

Feitelijk gaat het in het geval van cumulatie voor Tromp Binnen om twee soorten vogels: de kleine mantelmeeuw en de jan-van-gent. Gezien de grote afstand van de mogelijke windparken op het NCP tot de broedkolonies van de jan-van-gent kan worden uitgesloten dat er na cumulatie met Tromp Binnen significante effecten optreden; Tromp Binnen geeft immers een additionele sterfte voor deze soort voor de kolonies in Bempton Cliffs en Helgoland van 0,01 tot 0,08%. Voor West Rijn zijn deze percentages 0,01 en 0,05 (Arends et al; 2008). Gezamenlijk wordt onder de 1% ten opzichte van de natuurlijke sterfte gebleven en leveren de windturbineparken derhalve geen noemenswaardige bijdrage aan de additionele sterfte.

Voor de kleine mantelmeeuw ligt dit anders. De cumulatie met West Rijn wordt in bijlage 14.9 weergegeven. Hierin worden de voor deze windturbineparken relevante kolonies, voorzover

cumulerend, beschouwd. Uit deze berekening blijkt dat bij cumulatie van Tromp Binnen met West Rijn voor het Natura 2000 gebied Zwanewater en Pettemerduinen een additionele sterfte van 1,08% oplevert, hetgeen mogelijk tot significantie kan leiden. Voor overige Natura 2000 gebieden hebben de windparken geen overlappende effecten.

Er is een aantal argumenten aan te dragen waardoor significante effecten wel degelijk uitgesloten zijn.

1. De aannames voor de effecten van de sterfte door aanvaringen zijn gebaseerd op worst case benaderingen (zie paragraaf 14.6.1). Dat betekent dat het effect zoals berekend en gepresenteerd in bovenstaande tabel een zeer geringe kans heeft van voorkomen. Een dergelijke benadering is gekozen om er zeker van te zijn dat bij een uitkomst van de modelberekeningen van een percentage < 1% geen significante effecten aan de orde zijn Een uitkomst > 1% betekent echter niet direct wel significante effecten, maar slechts dat er een noodzaak is de situatie nader te onderzoeken/beschrijven.
2. Bij een cumulatieve sterfte in het geval van realisatie van bovengenoemde parken van 1,08% voor de kolonie van Zwanenwater en Pettemerduinen gaat het om in totaal 0,21 meeuwen die zich elk jaar dood vliegen tegen een turbine, ofwel één meeuw per 5 jaar. In verhouding tot de totale populatie betreft het zeer lage absolute aantallen. Voor de totale levensduur van de parken betekent dat in totaal dat 4 meeuwen slachtoffer kunnen worden in een *worst case* situatie.
3. Deze soort had in de kolonie van Zwanenwater en Pettemerduinen tot enkele jaren geleden meer dan 500 broedparen, maar is aanzienlijk uitgedund door vossen. De meeuwen broeden nu nog alleen op die plekken die slecht bereikbaar zijn voor de vossen. Het aantal broedparen wordt derhalve niet beperkt door voedsel, en een voedselreductie zal, uitgaande van een verwaarloosbare verandering van het foerageersucces op zee, geen enkel effect hebben op het aantal broedparen. De predatie door vossen is een bekend fenomeen in de duinen van het vasteland, en heeft al meer kolonies doen verdwijnen. Wordt het vossenprobleem in het Zwanenwater niet opgelost, dan is het mogelijk dat de kolonie kleine mantelmeeuwen in dit Natura 2000-gebied geheel verdwijnt, en zich verplaatst naar het binnenland, de eilanden of op daken gaat broeden (Bouman et al. 1991, Bijlsma et al. 2001). Een oplossing van het vossenprobleem zal gepresenteerd moeten worden in het voor dit gebied op te stellen Beheerplan inzake Natura 2000.
4. Bij iedere kolonie kleine mantelmeeuwen is een aantal individuen aanwezig dat niet aan broeden toekomt om verschillende redenen, de zogenaamde floaters. Deze floaters kunnen de vrijgekomen plekken innemen, waarbij in goede jaren (veel voedsel)

dat hetzelfde jaar al gebeurt, en bij slechte jaren (weinig voedsel) dat pas het jaar erop plaatsvindt. Dit is een algemeen verschijnsel in de vogelwereld (o.a. Newton & Marquiss 1991, Newton 1998, Bruinzeel 2004, Pontier et al. 2008). De omvang van deze groep floaters fluctueert sterk, maar beschikbare gegevens komen uit op ongeveer een derde van de vogels in de kolonie, in het geval van Zwanenwater & Pettemerduinen ca. 75 individuen (Newton 1998). Er kan dus worden aangenomen dat de verloren meeuwen (de aanvaringsslachtoffers) grotendeels worden vervangen door de floaters (o.a. Newton 1998, Pontier et al. 2008). Een dergelijk scenario is aannemelijk aangezien in 2006 de schatting voor de totale Nederlandse populatie voor het tweede jaar op rij op 92.000 paren kwam. Hiermee lijkt de soort zijn top te hebben bereikt waardoor de populatie stabiliseert (Van Dijk et al., 2008; Van Bruggen & van Dijk, 2008). De beperking kan gelegen zijn in de hoeveelheid ruimte in de kolonies (nestgelegenheid) of de hoeveelheid beschikbaar voedsel. Het eerste houdt in, dat als een in de kolonie broedende kleine mantelmeeuw mocht komen te overlijden door een botsing met een turbine, dit een open plaats oplevert voor een floater, zoals hierboven is beschreven, zodat de omvang van het totale broedbestand niet zal dalen. Het effect op de kolonie zal dus veel beperkter zijn dan het sterftepercentage door aanvaringen aangeeft, maar de vervanging is niet direct zodat een klein effect overblijft.

5. Ten aanzien van het voedseleffect wordt uitgegaan van een effect dat optreedt als er in de gehele periode dat er larven aanwezig zijn in het water, ook voor het windturbinepark West Rijn waar geheid wordt. Of dit ook het geval zal zijn tijdens de aanleg is niet bekend. Andere parken, OWEZ en Prinses Amaliapark, zijn respectievelijk aangelegd in de zomer- en in de winterperiode. Hierbij kan worden opgemerkt dat een aanleg in de zomerperiode minder effect heeft op soorten zoals haring maar weer meer effecten heeft op andere stapelvoedselsoorten. Of dit netto gunstig uitpakt voor de betreffende vogelsoorten en zeezoogdieren kan op basis van de uitgevoerde modelberekeningen niet worden bepaald.

Om bovenstaande redenen worden bij dit gecumuleerde effect op de kleine mantelmeeuw significante effecten op de instandhoudingsdoelstelling van Natura 2000-gebied Zwanenwater en Pettemerduinen uitgesloten.

Doorwerking vislarvensterfte op vogels
Naast de effecten van aanvaring kunnen windparken ook leiden tot vislarvensterfte (bij heien in het geval van West Rijn) en daardoor een verminderde vislarvenaanvoer op visetende vogels. Het gaat in deze cumulatieve beschouwing om de kleine mantelmeeuw.

Voor Tromp Binnen wordt niet geheid en is er dus geen effect op visetende vogelpopulaties. Voor cumulatie met andere parken dient er wel gekeken te worden of een verminderde vislarvenaanvoer in combinatie met aanvaringsslachtoffers kan leiden tot significant negatieve effecten. Immers, de effecten van additionele vissterfte betreft ook soorten die door aanvaring effecten ondervinden, zoals de kleine mantelmeeuw. In de PBen van het windturbinepark West Rijn wordt een populatie-effect (op basis van verminderd broedsucces) van 0,4% gegeven (Arends et al., 2008). Het betreft het effect op alle populaties in de Noordzeekustzone en de Waddenzee en in een worst-case benadering, ofwel een optelling van maximale effecten. Een specifiek percentage voor het Natura 2000 gebied Zwanenwater en Pettemerduinen is niet te geven maar zal, gezien de geringe omvang van deze kolonie, naar verwachting een minieme fractie zijn van het bovengenoemde totale effect voor alle kolonies in de Noordzeekustzone en de Waddenzee. Significante effecten als gevolg van cumulatie met aanvaringsslachtoffers van kleine mantelmeeuwen zijn hierdoor uitgesloten.

Doorwerking vislarvensterfte op zeezoogdieren
Voor zeezoogdieren zijn effecten als gevolg van onderwatergeluid of van vislarvensterfte door aanleg, exploitatie en verwijdering van Tromp Binnen uitgesloten. Cumulatie treedt derhalve niet op.

Onderwatergeluid en zeezoogdieren
Het effect van de aanwezigheid van parken op het onderwatergeluid en de doorwerking ervan op zeezoogdieren kan niet cumuleren, omdat de effecten van onderwatergeluid tijdens de exploitatiefase van Tromp Binnen verwaarloosbaar klein zijn en geen negatieve invloed hebben op de instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren van de specifieke Natura 2000 gebieden.

14.9.2.2 Tweede Maasvlakte[16]

De effecten van de Tweede Maasvlakte op de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden staan beschreven in Heinis *et al.* (2007). In paragraaf 14.15 van dat rapport staat aangegeven dat er alleen significante effecten worden verwacht in de Voordelta en Voornes

[16] Over de Tweede Maasvlakte en de zandwinningen zoals hierboven beschreven kan worden gesteld dat deze ook als Autonome Ontwikkeling worden meegenomen in de cumulatie

Duin, waarbij de effecten in de Voordelta van belang kunnen zijn voor cumulatie in deze PB. Er worden hier effecten verwacht op habitattype 1110 (onder water staande zandbanken), grote stern, visdief en zwarte zee-eend. Niet significante negatieve effecten worden ook verwacht, zowel op habitattypen als op vogels. Het gaat hierbij vooral om verlies van foerageerruimte voor overwinterende schelpdieretende eenden, en verlies van kwaliteit van de Voordelta als foerageergebied voor visetende vogels (sterns en aalscholver) die vanuit hun broedkolonies ter plaatse foerageren. Vanwege de beperkte foerageerrange van deze vogels overlappen de negatieve effecten in de Voordelta niet met die in deze PB worden verwacht voor deze vogels. Directe effecten op habitats in de Voordelta zijn afwezig in deze PB en kunnen dus ook niet cumuleren met negatieve effecten van de Tweede Maasvlakte. Ten aanzien van de Waddenzee zullen de effecten van de Tweede Maasvlakte ook niet cumuleren met die van de aanleg van Tromp Binnen. Tromp Binnen heeft geen effect op de aanvoer van vislarven in de Waddenzee. Voor vogelsoorten wordt een mogelijk negatief effect verwacht voor schelpdier- en wormenetende soorten in de Waddenzee door de Tweede Maasvlakte. Dergelijke effecten worden in het geheel niet verwacht voor het in deze PB beschreven initiatief, en cumulatie van effecten met die van de Tweede Maasvlakte op de Waddenzee kan derhalve ook niet optreden. Voor de Noordzeekustzone worden in het geheel geen negatieve effecten van de Tweede Maasvlakte verwacht. Cumulatie met de effecten van de Tweede Maasvlakte is derhalve ook uitgesloten. Natuurlijke kenmerken in andere Natura 2000-gebieden, die aangetast kunnen worden als gevolg van de aanleg, aanwezigheid en gebruik van de Tweede Maasvlakte hebben alle betrekking op droge habitats of op soorten die geheel buiten de invloedssfeer liggen van het windturbinepark Tromp Binnen.

Ten aanzien van de effecten op zeezoogdieren is in de PB voor de Tweede Maasvlakte aangegeven dat van het toegenomen onderwatergeluid tijdens aanleg geen negatieve effecten worden verwacht op de gewone en grijze zeehond. Effecten op de bruinvis zijn niet genoemd. Cumulatieve effecten met de aanleg en aanwezigheid van windturbinepark Tromp Binnen zijn derhalve dan ook niet te verwachten.

14.9.2.3 Toekomstige zandwinningen Noordzee

De zandwinningen langs de Nederlandse kust bestaan uit twee verschillende typen winning. Enerzijds wordt er zand gewonnen ten behoeve van de (vooroever) suppletie voor de kustverdediging, anderzijds is er zand nodig voor gebruik op land. De eerste categorie wordt weer gesuppleerd, vrijwel direct na winning. Voor zandwinning ten behoeve van de Tweede Maasvlakte, zie voorgaande paragraaf.

Op de Noordzee wordt geen zand meer gewonnen binnen de 20 m dieptelijn, suppletie vindt wel plaats binnen de 20 m, vaak op de nabije vooroever binnen enkele kilometers vanaf de laagwaterlijn.

Ten behoeve van de zandwinningen zijn verschillende MER-en geschreven voor het komende decennium. Een MER is geschreven voor de periode 2008 tot 2017 voor de winning van ophoogzand (Grontmij, 2008), en een dito MER voor de winning van suppletiezand 2008-2012 (Grontmij, 2007). In het MER voor de grootschalige winning van ophoogzand zullen geen effecten optreden als gevolg van het ontgraven van de zeebodem, verandering van het slibgehalte of verstoring, ook niet in cumulatie met de effecten van de Tweede Maasvlakte en de zandwinning voor suppletiezand.

De sterkste effecten van de zandwinningen (inclusief die voor de Tweede Maasvlakte) zijn het verlies van bodemleven en verhoging van het slibgehalte in het water. De doorwerking hiervan op de voedselsituatie voor visetende vogels wordt in het algemeen als verwaarloosbaar klein geacht. De andere belangrijke effectfactor is het onderwatergeluid en de mogelijke verstorende effecten op zeezoogdieren. Deze is echter in beide MER-en voor zandwinning alleen als kennisleemte opgenomen.

Ten aanzien van de effecten zoals die in deze PB worden beschreven is het niet waarschijnlijk dat cumulatie optreedt met de effecten op vogels door de zandwinningen. De effecten van onderwatergeluid door zandwinningen voor de kust (samen met suppleties juist in het seizoen als bruinvissen langs de kust worden waargenomen) zijn in de MER-en niet onderzocht. Het geluidsniveau van een sleephopperzuiger is niet veel groter dan van andere schepen, en alhoewel een toename aan scheepvaartverkeer wel extra hinder zal opleveren voor zeezoogdieren, kan er van worden uitgegaan dat de effecten zeer beperkt en lokaal zijn. Cumulatieve effecten op de zeezoogdieren kunnen derhalve uitgesloten worden.

14.9.2.4 Conclusies

Concluderend worden er geen cumulatieve effecten verwacht van toekomstige zandwinningen voor suppletie en ophoogzand of van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. op de migratiemogelijkheden en de kwaliteit van het leefgebied van de gewone zeehond in de Voordelta en op de situatie voor onderwatergeluid en voedsel voor zeezoogdieren. Ook zijn cumulatieve effecten als gevolg van aanvaringen van kleine mantelmeeuwen uit de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel en Zwanenwater en Pettemerduinen en jan-van-genten uit de kolonies van Bempton Cliffs en Helgoland als gevolg van de aanleg, aanwe-

zigheid en verwijdering van de beschouwde windturbineparken Tromp Binnen in combinatie met West Rijn uitgesloten.

Het is mogelijk dat er op korte termijn windturbineparken worden vergund die (net zoals West Rijn) vergelijkbare effecten hebben als Tromp Binnen. In dat geval dient cumulatie wellicht nader te worden onderzocht.

14.10 Literatuur

Arbouw, G.J. & C. Swennen, 1985. Het voedsel van de Stormmeeuw *Larus canus* op Texel. Limosa 58: 7-15.

Arcos, J.M. & D. Oro, 2002. Significance of fishieries for a threatened Mediterranean seabird, the Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 239: 209-220.

Arends, E., R. Groen, Th. Jager & A. Boon (red.), 2008. PB Windpark Breeveertien II. In opdracht van Airtricity Offshore Ltd.

Arends, E., R. Groen, Th. Jager & A. Boon (red.), 2008. PB Windpark West Rijn. In opdracht van Airtricity Offshore Ltd.

Arts, F.A. & C.M. Berrevoets, 2005. Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991-2005 – Verspreiding, seizoenspatroon en trend van zeven soorten zeevogels en de bruinvis. Rapport RIKZ/2005.032, Middelburg.

Arveson, P.T. & D.J. Vendittis, 2000. Radiated noise characteristics of a modern cargo ship. J. Acoust. Soc. Am. 107: 118-129.

Bailey, R.S., 1991. The interaction between sandeel and seabirds – a case history at Shetland. International Council fot the Exploration of the Sea ICES 165: 1-12.

Balmer, D.E. & W.J. Peach, 1993. Review of Natural Avian Mortality Rates. BTO, Thetford.

Band, W, M. Madders & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In De Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M., eds. Birds and Wind Power. Barcelona., Spain: Lynx Edicions.

Baptist, H.J.M., P.L. Meininger. 1984. Ornithologische verkenningen van de Voordelta van Zuidwest-Nederland 1975-1983. Nota DDMI-83.19. Rijksinstituut voor Kust- en Zee, Middelburg.

Baptist, H.J.M. & P.A. Wolf, 1993. Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat. Rapport Rijkswaterstaat, Dienst Getijdenwateren, DGW-93.013, Middelburg.

Bell, M.C., A.D. Fox, M. Owen, J.M. Black & A.J. Walsh, 1993. Approaches to estimation of survival of two arctic-nesting goose species. In: Marked Individuals in the Study of Bird Population, J.-D. Lebreton & P.M. North (eds). Birkhauser Verlag, Basel.

Bergh, L.M.J., A.L. Spaans & N.D. van Swelm, 2002. Lijnopstellingen van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in broedtijd. Limosa 75: 25-32.

Betke, K., M. Schultz-von Glahn & R. Matuschek, 2004. Underwater noise emissions from offshore wind turbines. CFA/DAGA 2004.

Bergkamp, P.Y. 2005. Landelijk soortenonderzoek broedvogels (kolonievogels). In SOVON-nieuws uit de provincie Noord Holland 2005/1

Bijlsma, R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen, 2001. Algemene en schaarse vogels van Nederland (Avifauna van Nederland 2). GMB Uitgeverij, Haarlem/ Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging KNNV, Utrecht.

Blums, P., J.D. Nichols, J.E. Hines, M.S Lindberg & A. Mednis, 2005. Individual quality, survival variation and patterns of phenotypic selection on body condition and timing of nesting in birds.

Boecker, M., 1967. Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungs- und Nistökologie der Flusszeeschwalbe (*Sterna hirundo L.*) und der Küstenseeschwalbe (*S. paradisaea* Pont.). Bonner zoologische Beitrage 18: 15-126.

Bolle, L.J., M. Dickey-Col as, P.L.A. Erftemeijer, J.K.L. van Beek, H.M. Jansen, J. Asjes, A.D. Rijnsdorp & H.J. Los, 2005.Transport of Fish Larvae in the Southern North Sea. Impacts of Maasvlakte 2 on the Wadden Sea and North Sea coastal zone. Track 1: Detailed modelling research. Part IV: Fish Larvae. Netherlands Institute for Fisheries research, RIVO Report no C072/05.

Bos OG, Leopold, MF, Bol e LJ (2008). Passende Beoordeling windturbineparken:Onderdeel vislarven. Concept-rapport d.d. 10 december 2008, Imares IJmuiden, Texel.

Boshamer, P.C. en J.P. Bekker, 2008. Nathusius' pipistrelles (*Pipistrel us nathusii*) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. Lutra 51 (1): 17-36.

Bouman, A.E., G.J. de Bruin, A. van Hinsberg, P. Sevenster, E.A.J. Wanders R.M. Wanders, 1991. Meeuwen: Opkomst en ondergang van een meeuwenkolonie. Een studie in Meijendel. Wetenschappelijke Mededeling nr. 204. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.

Brasseur S.M.J.M. & Reijnders P.J.H., 2001. Zeehonden in de Oosterschelde, fase 2. Alterra-rapport 353; 58 pp.

Brasseur, S., I. Tulp, P. Reijnders, C. Smit, E. Dijkman, J. Cremer, M. Kotterman & E. Meesters, 2004. Voedselecologie van de gewone en grijze zeehond in de Nederlandse kustwateren. Alterra Wageningen, rapport 905.

Brasseur, S., M. Gerondeau, E. Meesters, O. Jansen, M. Leopold & P. Reijnders (in prep.). Preliminary results on the diet of harbor (*Phoca vitulina*) and grey (*Halichoerus grypus*) seals in the Netherlands during their molting period.

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.

Bregnbal e, T., 2005. Shooting of Great Cormorants as a management tool in two Danish fjords. Abstract from the 7th International conference on Cormorants. 4th Meeting of Wetlands International Cormorant Research Group. Villeneuve, Switzerland.

Bregnbal e, T., J.D. Goss-Custard & S.E.A.l.v.d. Durel, 1997. Management of Cormorant numbers in Europe: a second step towards a European conservation and management plan. In: Dam, C. van & S. Asbirk (eds.). Cormorants and human interests. Proceedings of the Workshop towards an International Conservation and Management Plan for the Great Cormorant Phalacrocorax carbo, 3 and 4 oktober 1996, Lelystad, The Netherlands. Report National Reference Centre for Nature Management, Wageningen: 62-122.

Brenninkmeijer, A., G. Doeglas & J. de Fouw, 2002. Foerageergedrag van sterns in de westelijke Westerschelde in 2002. Altenburg & Wymenga Rapport 346, Veenwouden, 55 pp plus Bijlagen.

Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen, 1992. Ecologisch profiel van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*). Rin-rapport 92/17.

Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen 1994. Pilot study on the influence of feeding conditions at the North Sea on the breeding results of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. IBN Research Report 94/10. Institute for Forestry and Nature Research, Wageningen.

Brooke, M., 1990. The Manx Shearwater. T. & A.D. Poyser, Academic Press Limited, London.

Brockie, K., 1988. The Silvery Tay. Paintings ad Sketches from a Scottish River. J.M. Dent & Sons Ltd., London.

Bruggen, J. van & A. van Dijk, 2008. Van aalscholver tot Zwarte stern, kolonievogels in 2007. SOVON-Nieuws 21 (1):6.

Bruggen, J. van & A.J. van Dijk. 2008a. Zwaluwen en meeste meeuwen licht in mineur. SOVON nieuwsbrief 21/2

Bruinzeel, L.W., 2004. Search, settle, reside & resign. Territory acquisition in the Oystercatcher. Thesis, Rijksuniversiteit Groningen. Van Denderen bv, Groningen.

BTO, 2008. http://www.bto.org.uk > birdfacts.

Bugter R, M-J. Bogaardt M-J & F. Kistenkas, 2007. Wat telt mee in de cumulatie? Werkdocument met een voorlopige handreiking voor de inventarisatie van relevante activiteiten. Alterra werkdocument 2007.

Bukacinska M., D. Bukacinski & A.L. Spaans, 1996. Attendance and diet in relation to breeding success in Herring Gulls (*Larus argentatus*). Auk 113: 300-309.

Bukacinski D., M. Bukacinska & A.L. Spaans, 1998. Experimental evidence for the relationship between food supply, parental effort and chick survival in the Lesser Black-backed Gull *Larus fuscus*. Ibis 140: 422-430.

Bukacinski, D. & M. Bukacinksa, 2003. *Larus canus* common gul . BWP Update 5: 13-39. Caltrans, 2004. Fisheries and Hydroacoustic Monitoring Program Compliance Report for the San Francisco-Oakland Bay Bridge East Span Seismic Safety Project. Prepared by Strategic Environmental Consulting, Inc. and Illingworth & Rodkin, Inc. June.

Camphuysen C.J. (editor), 2005. Understanding marine foodweb processes: an ecosystem approach to sustainable sandeel fisheries in the North Sea. IMPRESS Final Report, Project #Q5RS-2000-30864. Interactions between the Marine environment, PREdators, and prey; implications for Sustainable Sandeel fisheries. NIOZ-Report 2005-5, 240pp. Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Texel.

Camphuysen, C.J. & F. de Freeze, 2005. De Drieteenmeeuw als broedvogel in Nederland. Limosa 78: 65-74.

Camphuysen, C.J., A.D. Fox, M.F. Leopold & I.K. Petersen, 2004. Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. Report COWRIE-BAM-02-2002, Royal Netherland Institute for Sea Research, Den Burg.

Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold, 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research Report 94/6, NIOZ Report 1994-8, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.

Camphuysen, C.J. & G. Peet, 2006. Walvissen en dolfijnen in de Noordzee. Fontaine Uitgevers BV, 's Graveland / Stichting De Noordzee, Utrecht.

Camphuysen C.J., 1995. Herring gull *Larus argenatus* and Lesser black-backed gul *L. fuscus* feeding at fishing vessels in the breeding season: competitive scavenging versus efficient flying. Ardea 83: 365-380.

Carss, D.N. & M. Marquiss, 1996. The influence of a fish farm on grey heron *Ardea cinerea* breeding performance. In: Greenstreet S.P.R. & Tasker M.L. (eds). Aquatic predators and their prey: 133-141. Fishing News Books, University Press, Cambridge.

Chamberlain, D., S. Freeman, M. Rehfisch, T. Fox & M. Desholm, 2005. Appraisal of Scottish
Natural Heritage's Wind Farm Collision Risk Model and its Application. BTO research Report No. 401, Norfolk UK, pp. 53.

Chapman, C.J. & O. Sand, 1974. Field studies of hearing in two species of flatfish Pleuronectes platessa L. and Limanda limanda L. (family Pleuronectidae). Comp. Biochem. Physiol. 47A: 371-385.

Conway, C.J., W.R. Eddleman & S.H. Anderson, 1994. Nesting success and survival of Virginia rails and soras. Wilson Bulletin 106: 466-473.

Courtens, W., E.W.M. Stienen & M. van de Walle, 2007. Het broedseizoen 2007 te Zeebrugge: een eerste impressie. In: G. Vermeersch *et al.* (eds). Vogelnieuws. Ornithologische nieuwsbrief van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 8: pp 16-18. www.inbo.be.

Cramp, S. & K.E.L. Simmons (eds.), 1977. The Birds of the Western Palearctic, Vol. I. Oxford University Press, Oxford, London, New York.

Daan, N.,1990. Ecology of North Sea fish. Neth. J. Sea Res. 26: 343-386.

Dam, C. van & S. Asbirk (eds.). Cormorants and human interests. Proceedings of the Workshop towards an International Conservation and Management Plan for the Great Cormorant Phalacrocorax carbo, 3 and 4 oktober 1996, Lelystad, The Netherlands. Report National Reference Centre for Nature Management, Wageningen: 62-122.

Dam, C. van, A.D. Buijse, W.Dekker, , M.R. van Eerden, J.G.P Klein Breteler & R. Veldkamp, 1995. Aalscholvers en Beroepsvisserij in het IJsselmeer, het Markermeer en Noordwest-Overijssel. IKC-NBLF Rapportnr. 19, IKC-NBLF, Wageningen.

Danchin, É., 1992. Food shortage as a factor in the 1988 Kittiwake *Rissa tridactyla* breeding failure in Shetland. Ardea 80: 93-98.

Degn, U., 2000. Offshore Wind Turbinens – VVM. Underwater Noise Measuremnets, Analysis and Predictions. SEAS Distribution, Haslev. (English translation of Baggrundsrapport nr. 14 Offshore windturbinepark Nysted/Rodsand).

D'Elbé, J. & G. Hémery, 1998. Diet and foraging behaviour of the British Storm Petrel *Hydrobates pelagicus* in the Bay of Biscay during summer. Ardea 86: 1-10.

Den Ouden, J.E. & C.J. Camphuysen. 1983. Meetpost Noordwijk 1978-1981, verslag nr. 2, Anatidae-Scolopacidae, CvZ-verslag, Amsterdam.

Dernedde, T., 1994. Foraging overlap of three gull species (*Larus spp.*) on tidal flats in the Wadden Sea. Ophelia Suppl. 6: 225-238.

Dierschke, V. & S. Garthe, 2006. Literature Review of Offshore Wind Farms with Regard 131 to Seabirds. In: Zucco C., Wende W., Merck T., Köchling I., Köppel J. (eds). Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences PART B: Literature Review of Ecological Impacts. BfN-Skripten 186, Berlin.

Dijk, A.J. van, L. Dijksen, F. Hustings, K. Koffijberg, J. Schoppens, W. Teunissen, C. van Turnhout, M.J.T. van der Weide, D. Zoetebier & C.L. Plate, 2005. Broedvogels in Nederland in 2003. SOVON-monitoringrapport 2005-01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Dijk, A.J. van, L. Dijksen, F. Hustings, K. Koffijberg, R. Oosterhuis, C. van Turnhout, M.J.T. van der Weide, D. Zoetebier & C.L. Plate, 2006. Broedvogels in Nederland in 2004. SOVON-monitoringrapport 2006-01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Dijk A.J. van , Boele A., Hustings F., Koffijberg K. & Plate C.L. 2008. Broedvogels in Nederland in 2006. SOVON-monitoringrapport 2008/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

DONG Eenergy, 2006. Review Report 2005. The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farm. Environmental impact assessment and monitoring. Commissioned by The Environmental Group of the Danish Offshore Wind Farm Demonstration Projects.

Doornbos, G., 1984. Piscivorous birds on the saline lake Grevelingen, The Netherlands: abundance, prey selection and annual food consumption. Neth. J. Sea Res. 18: 457-497.

Edrén, S.M.C., J. Teilmann, R. Dietz & J. Carstensen, 2004. Effect from the construction of Nysted offshore windfarm on seal in Rødsand seal sanctuary based on remote video monitoring. Ministry of the Environment, Denmark.

Eerden, M.R. van & B. Voslamber, 1995. Mass fishing by Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* lake IJsselmeer, The Netherlands: a recent and successful adaptation to a turbid environment. Ardea 83-1: 199-212.

Eerden, M.R. van & J. Gregersen, 1995. Long-term changes in the northwest European population of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. Ardea 83-1: 61-80.

Elsam Engineering, 2005. Elsam offshore wind turbines – Annual status report for the environmental monitoring programme. 1 January 2004 – 31 December 2004. Report available from: www.hornsrev.dk.

Elsam Engineering & Energi E2, 2005. Review Report 2004. The Danish offshore windfarm demonstration project: Horns Rev and Nysted offshore windfarms environmental impact assessment and monitoring. Report for the Environmental Group. Report available from: www.hornsrev.dk.

Enger, P., 1967. Hearing in herring. Comp. Biocehm. Physiol. 22: 527-538.

Enger, P.S., 1981. Frequency discrimination in teleosts – central or peripheral? In: Hearing and Sound Communication in Fish, edited by W. N. Tavolga, A. N. Popper & R. R. Fay. Springer-Verlag, New York, p. 243-255.

Ewins, P.J., 1985. Growth, diet and mortality of Arctic Tern *Sterna paradisaea* chicks in Shetland. Seabirds 8: 59-68.

Fleskes, J.P., J.L. Yee, G.S. Yarris, M.R. Mil er & M.L. Casazza, 2007. Pintail and Mallard Survival in California Relative to Habitat, Abundance, and Hunting. Journal of Wildlife Management 71: 2238-2248.

Fonds, M., 1973. Sand gobies in the Dutch Wadden Sea (Pomatoschistus, Gobiidae, Pisces). Neth. J. Sea Res. 6: 417-478.

Fox, A.D., A. Petersen & M. Frederiksen, 2003. Annual survival and sitefidelity of breeding female Common Scoter Melanitta nigra at Myvatn, Iceland, 1925–58. Ibis 145: E94-E96.

Frank, D., 1992. The influence of feeding conditions on food provisioning of chicks in common tern Sterna hirundo nesting in the German Wadden Sea. Ardea 80: 45-55.

Frederiksen, M., M. Edwards, A.J. Richardson, N.C. Halliday & S. Wanless, 2006. From plankton to top predators: bottom-up control of a marine food web across four trophic levels. J. Anim. Ecol. 75: 1259-1268.

Fredriksen, M. & T. Bregnballe, T., 2000. Evidence for density-dependent survival in adult cormorants from a combined analysis of recoveries and resightings. Journal of Animal Ecology 69: 737-752.

Frengen, O. & P.G. Thingstad, 2002. Mass occurrence of sandeels (*Ammodytes spp.*) causing aggregations of diving ducks. Fauna norvegica 22: 32-36.

Fuchs, E., 1982. Bestand, Zugverhalten, Bruterfolg und Mortalität des Haubentauchers Podiceps cristatus auf dem Sempachersee. Ornithologischer Beobachter, 79, 255–264.

Furness, R.W., 1982. Competition between fisheries and seabird communities. Advanced marine Biology 20: 225-307.

Furness, R.W., 1989. Declining seabird populations. Journal of Zoology: 177-180.

Furness, R.W., 1994. An estimate of the quantity of squid consumed by seabirds in the eastern North Atlantic and adjoining seas. Fish. Res. 21: 165-177.

Furness, R.W. & P. Monaghan, 1987. Seabird Ecology. Blackie, Glasgow and London.

Garthe, S. & U. Kubetzki, 1998. Diet of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* on Juist (Germany). Sula 12: 13-19.

Garthe, S., C.J. Camphuysen & R.W. Furness, 1996. Amounts of discards by commercial fishereries and their significance as food for seabirds in the North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 136: 1-11.

Garthe, S. & U. Kubetzki, O. Hüppop & T. Freyer, 1999. Zur Ernährungsökologie von Herings-, Silber- und Sturmmöwe (*Larus fuscus, L. argentatus* und *L. canus*) auf der Nordseeinsel Amrum während der Brutzeit. Seevögel 20: 52-58.

Garthe, S. & O. Hüppop, 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: suggestion for a vulnerability index and application to the southeastern North Sea. J. Appl. Ecol. 41: 724-734.

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

Geertsma, M., 1992. Dieet van de Zeekoet Uria aalge op het Friese Front in het najaar van 1989; een vergelijkend voedselonderzoek. Doctor. onderz., NIOZ-Texel / Dieroecol. R.U. Groningen, 44pp.

Gilbert, G., G.A. Tyler, & K.W. Smith, 2002. Local annual survival of booming male Great Bittern *Botaurus stellaris* in Britain, in the period 1990-1999. Ibis 144:51-61.

Gill, A.B., 2005. Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. Journal of Applied Ecology 42: 605-615.

Gill, A.B., 2008. Presentation at Maree 2008, Royal Institution of Great Britain, London, VK.

Grave, C., 2006. Brutpaaraufstell ing aus unseren Schutz- und Zählbebieten im Jahr 2006. Seevögel 25: 4-8.

Greenpeace, 2005. Offshore Wind Implementing A New Powerhouse For Europe.

Grunsky, B., 1994. Trottel ummen (*Uria aalge*) in der Brutkolonie auf Helgoland: Anwesenheitmuster der Altvögel, Bestand un Nahrungsökologie der Jungen. Acta ornithoecol. 3: 33-45.

Guse, N., 2005. Diet of a piscivorous top predator in the Baltic Sea - the Red-throated Diver (*Gavia stellata*) in the Pomeranian Bight. Diplomarbeit Mathematisch-Naturwissenschaftliche Facultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 107p.

Hachler, E.M., 1959. Von Zug der Wildganse im Teichgebiet von Lednice. Sylvia 16: 113–27.

Hamer, K.C., R.W. Furness & R.W.G. Caldow, 1991. The effects of changes in food availability on the breeding ecology of Great Skuas *Catharacta skua* in Shetland. Journal of Zoology 223: 175-188.

Hamer, K.C., P. Monaghan, J.D. Uttley, P. Walton & M.D. Burns, 1993. The influence of food supply on the breeding ecology of Kittiwakes *Rissa tridactyla* in Shetland. Ibis 135: 255-263.

Hamer, K.C., E.M. Humphreys, S. Garthe, J. Hennicke, G. Peters, D. Grémil et, R.A. Phillips, M.P. Harris & S. Wanless, 2007. Annual variation in diets, feeding locations and foraging behaviour of Gannets in the North Sea: flexibility, consistency and constraints. Mar. Ecol. Prog. Ser. 338: 295-305.

Hammond P.S., H. Benke, P. Berggren, D.L. Borchers, S.T. Buckland, A. Collet, M.P. Heide-Jørgensen, S. Heimlich-Boran, A.R. Hiby, M.F. Leopold & N. Øien, 1995. Distribution and

abundance of the harbour porpoise and other small cetaceans in the North Sea and adjacent waters. Life 92-2/UK/027, final report, Sea Mammal Research Unit, National Environment Research Council, Cambridge.

Hammond P.S., P. Berggren, H. Benke, D.L. Borchers, A. Collet, M.P. Heide-Jørgensen, S. Heimlich, A.R. Hiby, M.F. Leopold & N. Øien, 2002. Abundance of harbour porpoise and other small cetaceans in the North Sea and adjacent waters. J. Appl. Ecol. 39: 361-376.

Hammond P.S., Mcleod K, 2006. Progress Report on the SCANS II project. Paper prepared for ASCOBANS Advisory Committee. Finland, april 2006.

Hamre, J., 1988. Some aspects of the interrelation between the herring in the Norwegian Sea and the stocks of capelin and cod in the Barents Sea. ICES C.M. 1988/H-42: 1-15 (Mimeo).

Harris, M.P. & N.J. Ruddiford, 1989. The food of some young seabirds on Fair Isle in 1986-88. Scottish Birds 15: 119-125.

Harris, M.P. & S. Wanless, 1990. Breeding success of British Kittiwakes *Rissa tridactyla* in 1986-1988: evidence for changing conditions in the northern North Sea. Journal of applied Eclogy 27: 172-187.

Hastings, M.C. & A.N. Popper, 2005. Effects of sound in fish. Commissioned by: California Department of Transportation Contract No. 43A0139, Task Order 1.

Hastings M.C., A.N. Poppe, J.J. Finneran & P.J. Lanford, 1996. Effects of low-frequency underwater sound on hair cells of the inner ear and lateral line of the teleost fish *Astronotus ocellatus*. Journal of the Acoustical Society of America, vol. 99 (3), 1759-1766.

Havinga, B., 1933. Der Seehund (*Phoca vitulina L.*) in den Holländischen Gewässern. Tijdschr. Ned. Dierk. Ver. 79: 79-111.

Heer, K. de, 2008. Interview met zeevogelexpert Kees Camphuijsen. De vrije val van kleine mantelmeeuwen. Natura 105(6): 177-179.

Heinis, F.E., C.T.M. Vertegaal, C.R.J. Goderie & P.C Van Veen, 2007. Habitattoets, PB en uitwerking ADC-criteria ten behoeve van vervolgbesluiten van Maasvlakte 2, rapport Royal Haskoning, referentie 9S0134.A0/Nb-wet/R0019/PVV/Rott1.

Henriksen, O.D., J. Teilmann & J. Carstensen, 2003. Effects of the Nysted Offshore Wind Farm construction on harbour porpoises - the 2002 annual status report for the acoustic T-POD monitoring programme. Technical Report.

Hoekstein, M., 1997. Broedbiologie en voedsel van de Dwergstern. Graspieper 16: 106-111.

Hofstede, R.H. ter, H.V. Winter & O.G. Bos, 2008. Distribution of fish species for the generic Appropriate Assessment for the construction of offshore wind farms. Report C050/08. Wageningen Imares, Wageningen.

Holthuijzen, Y.A., 1975. Het voedsel van de Zwarte Ruiter *Tringa erythropus* in de Dollard. Limosa 52: 22-33.

Hoyo, J. del, A. Elliott, & J. Sargatal, 1996. Handbook of the Birds of the World. Volume 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Hut, R.M.G. Van der, Kersten M., Hoekema, F. , Brenninkmeijer, A. 2007. Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied: Verspreidingskaarten van kustvogels ten behoeve van het calamiteitensysteem CALAMARIS. A&W rapport 907, Veenwouden.

ISD, ITAP & DEWI, 2007. Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schal immission von Offshore-Windenergieanlagen. Abschlussbericht zum BMU-Forschungsvorhaben 0329947. Institut für Statik und Dynamik (ISD), Institut für technische und angewandte Physik GmbH (ITAP), Deutsches Windenergie-Institut GmbH (DEWI).

Jakobsson, J., 1985. Monitoring and management of the Northeast Atlantic herring stocks. Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science 42: 207-221.

Jong, C.A.F de & M.A. Ainslie, 2008a. Underwater radiated noise due to the piling for the Q7 Off-shore wind park. TNO report MON-RPT-033-DTS-2007-03388, March 2008.

Jong, C.A.F de & M.A. Ainslie, 2008b. Underwater radiated noise due to the piling for the Q7 Offshore Wind Park. Proc. Acoustics 2008.

Jonker, K., 1987. Foerageerplaatsen van Lepelaars op Texel in 1985. Graspieper 7: 44-48.

Jonker, J., 1993. Voedselgebieden van de Lepelaar in Noord-Holland: actuele situatie, knelpunten en verbeteringen. Technisch Rapport Nr 8, Vogelbescherming Zeist.

Judd, A., F. Franklin & S. Faire, 2003. OSPAR Workshop on Environmental Assessment of Renewable Energy in the Marine Environment, 17 – 18 September 2003; CEFAS.

Kastak, D. & R.J. Schusterman, 1998. Low frequency amphibious hearing in pinnipeds: methods, measurements, noise and ecology. JASA 103: 2216-2228.

Kastelein, R.A., P. Bunskoek, M. Hagedoorn, W.L.W. Au & D. de Haan, 2002. Audiogram of harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) measured with narrow-band frequency-modulated signals. JASA 112: 334-344.

Kastelein, R.A., W.C. Verboom, J.M. Terhune, N. Jennings & A. Scholik, 2008. Towards a generic evaluation method for wind turbine park permis requests: assessing the effects of construction, operation and decommissioning noise on marine mammals in the Dutch North Sea. SEAMARCO report no. 1-2008. Commissioned by Deltares.

Kastelein, R.A., S. van der Heul, J.M. Terhune, W.C. Verboom & R.J.V. Triesscheijn, 2006. Deterring effects of 8-45 kHz tone pulses on harbour seals (*Phoca vitulina*) in a large pool. Marine Environmental Research 62, 356-373.

Kear, J., 2005. Ducks, geese, swans. Oxford University Press, Oxford.

Kemper J. & G. Wintermans, 1996. Vispassage moet voedsel Lepelaars verbeteren. Graspieper 16: 66-69.

Keijl G., M. van Roomen & H. Veldhuijzen van Zanten, 1986. Voedselecologie van de Stormmeeuw (*Larus canus*) te Schoorl 1986: Voedselkeuze en fourageerritme in de periode dat de jongen worden grootgebracht. Inst. lerarenopl., Hogeschool Holland, sektie biologie, Diemen 64 pp.

Kinze, C.C., M. Addink, C. Smeenk, M. Garcia-Hartmann, H.W. Richards, R.P. Sonntag & H. Benke, 1997. The white-beaked dolphin (*Lagenorhynchus albirostris*) and the white-sided dolphin (*Lagenorhynchus acutus*) in the North and Baltic Seas: review of available information. Rep. Int. Whal. Comm. 47: 675-681.

Klaassen, M., 1989. Voedselbehoefte van sterns in het Waddengebied. Limosa 62: 97-99.

Klinken, A. van, 1992. The impact of additional food provisioning on chick growth and breeding output in the Herring Gull *Larus argentatus*: a pilot experiment. In: Spaans A.L. (ed.). Population dynamics of Lari in relation to food resources. Ardea 80: 151-155.

Knijn R.J., Boon T.W., Heessen H.J.L., Hislop J.R.G. 1993. Atlas of North Sea Fishes. ICES Cooperative Research Report No. 194.

Kraker, K. de, 1996. Over Lepelaars. Sterna 41: 19-22.

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. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Kubetzki, U. & S. Garthe, 2003. Distribution, diet and habitatselection by four sympatrically breeding gull species in the south-eastern North Sea. Mar. Biol. 143: 199-207.

Kubetzki, U., S. Garthe & O. Hüppop, 1999. The diet of Common Gulls *Larus canus* breeding on the German North Sea coast. Atlantic Seabirds 1: 57-70.

Lekuona, J.M., 1999. Food and foraging activity of Grey Herons, *Ardea cinerea*, in a coastal area during the breeding season. Folia Zoologica 48: 123-130.

Lensink, R., 2004. Windturbines in de Eendrachtspolder (Goeree)? Bespiegelingen over de meest haalbare variant in relatie tot vogels. Rapport 04-003. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Leopold, M.F. & C.J. Camphuysen, 1992. Olievogels op het Texelse strand, februari 1992. Oiled seabirds on Texel, February 1992. Nioz-rapport 1992-5: 29 pp.

Leopold, M.F. & C.J. Camphuysen, 2006. Bruinvisstrandingen in Nederland in 2006. Achtergronden, leeftijdsverdeling, sexratio, voedselkeuze en mogelijke oorzaken. Rapport Wageningen IMARES nummer C083/06; NIOZ rapport 2006-5.

Leopold, M.F., C.J. Camphuysen, S.M.J. van Lieshout, C.J.F. ter Braak & E.M. Dijkman, 2004. Baseline studies North Sea Wind Farms: Lot 5 Marine Birds in and around the future site Nearshore Windfarm (NSW). Alterra-rapport 1047, Alterra, Wageningen.

Leopold, M.F. & M. Platteeuw, 1987. Talrijk voorkomen van Jan van Genten *Sula bassana* bij Texel in de herfst: reactie op lokale voedselsituatie. Limosa 60: 105-110.

Leopold, M.F., C.J. Camphuysen, C.J.F. ter Braak, E.M. Dijkman, K. Kersting & S.M.J. van Lieshout, 2004. Baseline studies North Sea wind farms: Lot 5 marine birds in and around the future sites Nearshore Windfarm (NSW) and Q7. Alterra-rapport 1048.

Leopold, M.F., C.J. Smit, P.W. Goedhart, M.W.J. van Roomen, A.J. van Winden & C. van Turnhout, 2004. Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. Eindverslag EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase), Deelproject C2. Alterra-rapport 954.

Leopold, M.F., P.A. Wolf & O. Hüppop, 1992. Food of young and colony-attendance of adult Guillemots *Uria aalge* on Helgoland. Helg. Meeresunters. 46: 237-249.

Leopold M.F., A. Krauthoff & M.M.H. Roos (in prep.). Still a sea of plenty? Seals and soles in the southeastern North Sea.

Lick, R., 1993. Nahrungsanalysen von Kleinwalen deutscher Küstengewässer. In: H. Bohlken, H. Benke & J. Wulf (eds). Untersuchungen über Bestand, Gesundheitszustand und Wanderungen der Kleinwalpopulationen (*Cetacea*) in deutschen Gewässern. Endbericht zum FE-Vorhaben des BMU, Institüt für Haustierkunde und und FTZ Westküste, Univ. Kiel, Nr 10805017/11.

Link, J.A., J.A. Royle & J.S. Hatfield, 2003. Demographic Analysis from Summaries of an Age-Structured Population. Biometrics 59, 778–785.

Limpens, H.J.G.A. *et al.*, 2006. Vleermuizen in Flevoland: en beschermde diersoort in beeld gebracht - tussentijdse rapportage 2005, rapportage VZZ i.s.m. Provincie Flevoland.

Limpens, H.J.G.A., 2001. Beschermingsplan vleermuizen van moerassen. VZZ rapport 2001.05.

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

Lindell, H., 2003. Utgrunden off-shore windfarm – Measurements of underwater noise. Ingemansson Technology AB, report nr. 11-00329-03012700. Commissioned by Airicole, GE Wind Energy and SEAS/Energi E2.

MacLeod, C.D., C.R. Weir, M.B. Santos & T.E. Dunn, 2008. Temperature-based summer habitat partitioning between white-beaked and common dolphins around the United Kingdom and Republic of Ireland. J. Mar. Biol. Ass. UK 88: 1193-1198.

Madsen, F.J., 1957. On the food habits of some fish-eating birds in Denmark. Dan. Rev. Game Biol. 3: 19-83.

Markones, N., 2007. Habitat selection of seabirds in a highly dynamic coasal sea: temporal variation and influence of hydrographic features. MSc Dissertation Univ. Kiel.

Martin, A.R., 1989. The diet of Atlantic Puffin *Fratercula arctica* and Northern Gannet *Sula bassana* chicks at Shetland colony during a period of changing prey availability. Bird Study 36: 170-180.

Martin, G., 1990. Birds by night. T & A D Poyser, London.

Massias, A., & P. Becker, 1990. Nutritive value of food and growth in Common Tern *Sterna hirundo* chicks. Orn. Scand. 21: 187-194.

Maul, A.M., 1994. Ernährungsweisen und Brutbiologie der Dreizehnmöwe *Rissa tridactyla* (Linnaeus, 1758) auf Helgoland. Diplomarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Karl-Franzens-Universität Graz, 90 pp.

Ministerie van LNV (Poorter *et al.*) 1994. Soortbeschermingsplan Lepelaar. Den Haag.

Mitchell, P.I., S.F. Newton, N. Ratcliffe & T.E. Dunn, 2004. Seabird populations of Britain and Ireland. Results of the Seabird 2000 census (1998-2002). T & AD Poyser, London, 511 p.

Mohl, B., 1968. Hearing in seals. In: Harrison *et al.* (eds). The behaviour and physiology of pinnipeds. pp. 172-195. Appleton-Century-Crofts, NY.

Monaghan, P., J.D. Uttley, M.D. Burns, C. Thaine & J. Blackwood, 1989. The relationship between food supply, reproductive effort and breeding success in Arctic Terns *Sterna paradisaea*. Journal of Animal Ecology 58: 261-274.

Monaghan, P., J.D. Uttley & M.D. Burns, 1992. Effect of changes in food availability on reproductive effort in Arctic Terns *Sterna paradisaea*. Ardea 80: 71-81.

Mous, P.J., 2000. Interactions between fisheries and birds in IJsselmeer, the Netherlands. Proefschrift Wageningen Universiteit, Wageningen.

Munk, P. 1993 Differential growth of larval sprat *Sprattus sprattus* across a tidal front in the eastern North Sea. Mar Ecol. Prog. Ser. 99: 17-27.

Musil, P., J. Janda & H. de Nie, 1995. Changes in abundance and selection of foraging habitat in Cormorants Phalacrocorax carbo in the South Bohemia (Czech republic). Ardea 83-1: 247-254.

Nedwel , J.R, S.J. Parvin, B. Edwards, R. Workman, A.G. Brooker & J.E. Kynoch, 2007. Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters. Subacoustech Report No. 544R0736 to COWRIE Ltd. ISBN: 978-0-9554279-5-4.

Nehls, G., K. Betke, S. Eckelmann & M. Ros, 2007. Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. BioConsult SH report, Husum, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.

Nelson, B., 1980. Seabirds, their biology and ecology. Hamlyn, London.

Nelson, B. 1997. BWP Update 1:131-143

Newton, I. 1998. Population limitation in birds. Academic Press, London.

Newton, I. & M. Marquiss 1991. Removal experiments and the limitation of breeding density in Sparrowhawks. Journal of Animal Ecology (1991), 60, 535-544.

Nie, H.W. de, 1995. Changes in the inland fish populations in Europe and its consequences for the increase in the Cormorant Phalacrocorax carbo. Ardea 83-1: 115-122.

Niedernostheide, N., 1996. Vergleichende nahrungsökologische Untersuchungen an Fluß- und Küstenseeschwalben (*Sterna hirundo* und *St. paradisaea*) auf Nigelhörn und Scharhörn (Elbmündung). Seevögel 17: 40-45.

Noordhuis R. & A.L. Spaans, 1992. Interspecific competition for food between Herring *Larus argentatus* and Lesser Black-backed Gulls *L. fuscus* in the Dutch Wadden Sea area. In: Spaans A.L. (ed.). Population dynamics of Lari in relation to food resources. Ardea 80: 115-132.

Norman, D., 1992. The growth rate of Little Tern *Sterna albifrons* chicks. Ringing & Migration 13: 98-102.

Osinga N., Berends D.J., „t Hart P., Morick D., 2007. Bruinvissen in Nederland – populatie, pathologie en visserij. Pieterburen en Emmeloord, mei 2007, pp. 74.

Paillisson, J.M., A. Carpentier, J. Le Gentil & L. Marion, 2004. Space utilisation by a Cormorant (*Phalacrocorax carbo L.*) colony in a multi-wetland complex in relation to feeding strategies. Comptes Rendus Biologies 327: 493-500.

Parsons, M., I. Mitchell, A. Butler, N. Ratcliffe, M. Frederiksen, S. Foster & J.B. Reid, 2008. Seabird as indicators of the marine environment. ICES J. Mar. Sci. 65: 1520-1526.

Pearce, J.M., J.A. Reed & P.L. Flint, 2005. Geographic variation in survival and migratory tendency among North American Common Mergansers. Journal of Field Ornithology 76: 109-118.

Penteriani, V., Otalora, F., Ferrer, M., 2006. Floater dynamics can explain positive patterns of density-dependent fecundity in animal populations. American Naturalist 168: 697–703.

Petersen, I.K., & A.D. Fox, 2007. Changes in bird habitat utilization around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular reference on Common Scoter. NERI Report.

Piersma, T., D.I. Rogers, P.M. Gonzalez, L. Zwarts, L.J. Niles, S. de Lima, I. do Nascimento, C.D.T. Menton & A.J. Baker, 2005. Fuel storage rates before northward flights in red knots worldwide: facing the severest ecological constraint in tropical intertidal environments? In: Greenberg, R. and P.P. Marra (eds.). Birds of two worlds: ecology and evolution of migration. Baltimore: John Hopkins University Press, pp. 262-273.

Platteeuw, M. 1990. Zwarte zee-eenden Melanitta nigra snijden Nederlandse kust af, Sula 4: 70-74.

Platteeuw, M. & M.R. van Eerden, 1995. Time and energy constraints of fishing behaviour in breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Lake IJsselmeer, The Netherlands. Ardea 83-1: 223-234.

Platteeuw, M,, N.F. van der Ham & J.E. den Ouden, 1994. Zeetrektellingen in Nederland in de jaren tachtig. Sula 8(1/2): 1-206 (special issue).

Pontier, D., D. Foucheta, J. Bried & N. Bahi-Jaber 2008. Limited nest site availability helps seabirds to survive cat predation on islands. Ecological Modelling 214 (2-4): 316-324.

Poot, M.J.M., K.L. Krijgsveld & S.M.J. van Lieshout, 2004. Vier windturbines op het Hellegatsplein en mogelijke effecten op vogels. Een risicoanalyse op basis van bestaande informatie en aanvullend veldonderzoek. Rapport 04-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M., 2005. Large numbers of staging Balearic Shearwaters *Puffinus mauretanicus* along the Lisbon coast, Portugal, during the post-breeding period, June 2004. Airo 15: 43-50.

Poot, M.J.M., K.L. Krijgsveld & S.M.J. van Lieshout, 2004. Vier windturbines op het Hellegatsplein en mogelijke effecten op vogels. Een risicoanalyse op basis van bestaande informatie en aanvullend veldonderzoek. Rapport 04-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.

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, Wageningen.

Prinsen, H.A.M., E. van der Velde & S. Dirksen, 2006. Risicoanalyse van effecten op vogels van windturbines bij Coevorden. Analyse van bestaande gegevens en aanvullend veldonderzoek met radar. Rapport 06-042. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Proctor, R., P.J. Wright & A. Evernitt, 1998. Modelling the transport of larval sandeels on the north-west European shelf. Fish Oceanogr 7:347-354.

Prüter, J., 1986. Untersuchungen zum Bestandsaufbau und zur Ökologie der Möwen (*Laridae*) im Seegebiet der Deutschen Bucht. Unpubl. Ph.D. thesis, 'Vogelwarte Helgoland' & Tierärztl. Hochschule Hannover, 142pp.

Prüter, J. 1989. Phänologie und Ernährungsökologie der Dreizehnmöwen (*Rissa tridactyla*) - Brutpopulation auf Helgoland. Ökol. Vögel 11: 189-200.

Rappoldt C., B.J. Ens, M.A.J.M. Kersten & E.M. Dijkman, 2004. Wader energy balance & tidal cycle simulator WEBTICS. Alterra, rapport 869, Wageningen.

Ratcliffe, N., P. Catry, K.C. Hamer, N.I. Klomp & R.W. Furness, 2002. The effect of age and year on the survival of breeding adult Great Skuas Catharacta skua in Shetland. Ibis 144: 384-392.

Rees, E., 2006. Bewick's swan. Poyser, London.

Reijnders, R. & G.O. Keijl, 1997. Stormmeeuwen *Larus canus* eten kleine Zeenaalden *Syngnathus rostellatus*. Sula 11: 227-229.

Reijnders P.J.H., S.M.J.M. Brasseur & A.G. Brinkman, 2000. Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra-rapport 078: 56 pp.

Reneerkens, J., T. Piersma & B. Spaans, 2005. De Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen. NIOZ-rapport 2005-4. NIOZ, Texel.

Richardson, W.J., C.R. Greene Jr., C.I. Malme & D.H. Thomson, 1995. Marine Mammals ande Noise. Academic Press. San Diego.

Ridgway, S.H. & P.L. Joyce, 1975. Studies on seal brain by radiotelemetry. Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer, 169, 81-91.

Rijn, S.H.M. van & M.R. van Eerden, 2002. Aalscholvers in het IJsselmeergebied: concurrent of graadmeter? Vogels, vissen en visserij in duurzaam evenwicht. RIZA rapport nr. 2001.058. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Sandercock, B.K., 2003. Estimation of survival rates for wader populations: a review of mark-recapture methods Wader Study Group Bulletin 100: 163-174.

Schwemmer, P. & S. Garthe, 2006. Spatial patterns in at-sea behaviour during spring migration by Little Gulls (*Larus minutus*) in the southeastern North Sea. J. Ornithol. 147: 354-366.

Sedinger, J.S., N.D. Chelgren, M.S. Lindberg, T. Obritchkewitch, M.T. Kirk, P. Martin, B.A. Anderson & D.H. Ward, 2002. Life-history implications of large-scale spatial variation in adult survival of black brant (Branta bernicla nigricans). Auk 119: 210-215.

Smeenk, C. & M.J. Addink, 1990. "Massastranding" op de Nederlandse kust: Witsnuitdolfijnen in storm en branding. Zoogdier 1(1): 5-9.

Smeenk, C. & P.A.M. Gaemers, 1987. Fish otoliths in the stomachs of white-beaked dolphins *Lagenorhynchus albirostris*. ECS Newsl. 1: 12-13.

Smit, C.J. & W.J. Wolff (eds), 1981. Birds of the Wadden Sea. Balkema, Rotterdam.

Snow, D.W. & C.M. Perrins, 1998. The birds of the Western Palearctic. Concise Edition. Volume 1. Non-Passerines. Oxford University Press, New York.

SOVON/CBS, 2005. Trends van vogels in Nederlandse Natura 2000 netwerk. SOVON informatierapport 2005/09. SOVON Vogelonderzoek, Nederland, Beek-Ubbergen.

Spaans, A.L., 1971. On the feeding ecology of the Herring Gull *Larus argentatus Pont.* in the northern part of The Netherlands. Ardea 55:73-188.

Spaans, A.L., 1994. The relationship between food supply, reproductive parameters and population dynamics in Dutch Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus*: a pilot study. IBN-rapport, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Spaans, A.L. & R. Noordhuis, 1989. Voedselconcurrentie tussen kleine Mantelmeeuwen en Zilvermeeuwen. In: A.L. Spaans (red.), Wetlands en Watervogels, p. 35-47. Pudoc, Wageningen.

Speek, B.J. & G. Speek, 1984. Thieme□s vogeltrekatlas: terugmeldingen van 181 vogelsoorten, verzameld in 301 geografische kaarten. Thieme, Zutphen.

Springer, A.M., D.G. Roseneau, D.S. Lloyd, C.P. McRoy & E.C. Murphy, 1986. Seabird responses to fluctuating prey availability in the eastern Bering Sea. Marine Ecology-Progress Series 32: 1-12.

Staav R. & T. Fransson, 2008. EURING list of longevity records for European birds (http://www.euring.org/data_and_codes/longevity.htm).

Stienen, E.W.M., 2006. Living with gulls – Trading off food and predation in the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer, 1992. Ecologisch profiel van de Visdief (*Sterna hirundo*). Rin-rapport 92/18: 128 pp.

Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer, 1998. Effects of changing food availability on population dynamics of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. BEON Rapport 98-3, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, 69 pp.

Stienen, E.W.M. & P.G.M. van Tienen, 1991. Prooi- en energie consumptie door kuikens van noordse stern (*Sterna paradisaea*) en visdief (*Sterna hirundo*) in relatie tot enkele abiotische factoren. Rijksinstituut voor Natuurbeheer Arnhem, Intern rapport 91/32: 37 pp.

Stienen, E.W.M., W. Courtens & M. van de Walle, 2007. Population dynamics of gulls and terns. In: M. Vincx, E. Kuijken & F. Volckaert (eds). Higher trophic levels in the Southern North Sea (Trophos). Part 2, Global change, ecosystems and biodiversity. Belgium Science Policy, Brussels, 88 pp.

Stienen, E.W.M., A. Brenninkmeijer & J. van der Winden, 2009 (in prep). De achteruitgang van de Visdief *Sterna hirundo* in de Nederlandse Waddenzee: exodus of langzame teloorgang? Limosa.

Stone, C.J., A. Webb, C. Barton, N. Ratcliffe, T.C. Reed, M.L. Tasker, C.J. Camphuysen & M.W. Pienkowski, 1995. An atlas of seabird distribution in north-west European waters. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.

Suryan, R.M., Irons, D.B., Benson, J. (2000). Prey Switching and Variable Foraging Strategies of Black-Legged Kittiwakes and the Effect on Reproductive Success.Condor 102: 374-384.

Swennen, C., 1971. Het voedsel van de Groenpootruiter *Tringa nebularia* tijdens het verblijf in het Nederlandse Waddengebied. Limosa 44: 71-83.

Tomson, F., K. Lüdemann, R. Kafemann & W. Piper, 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Hamburg, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.

Tougaard, J., J. Carstensen, O.D. Henriksen, H. Skov and J. Teilmann, 2003. Short-term effects of the construction of wind turbines on harbour porpoises at Horns Reef. Technical report to TechWise A/S. HME/362-02662, Hedeselskabet, Roskilde.

Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird col isions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird collisions Deltares v.1-0.xls'. Deltares, 2008.

Vader, W., T. Anker-Nilssen, V. Bakken, R.T. Barrett & K.-B. Strann, 1990. Regional and temporal differences in breeding success and population development of fisheating seabirds in Norway after collapses of herring and capelin stocks. Transactions 19th IUGB Congress (Trondheim 1989): 143-150.

Vauk-Hentzelt, E. & L. Bachmann, 1983. Zur Ernährung nestjungen Dreizehnmöwen (*Rissa tridactyla*) aus der Kolonie des Helgoländer Lummenfelsens. Seevögel 4(3): 42-45.

Veen, J., 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna s. sandvicensis Lath.*). Brill, Leiden.

Veer, H.W van der., R. Berghahn, J.M. Miller & A.D Rijnsdorp, 2000. Recruitment in flatfish, with special emphasis on North Atlantic species: progress made by the Flatfish Symposia. ICES Journal of Marine Science 57:202-215.

Veldkamp, R., 1986. Neergang en herstel van de aalscholver *Phalacrocorax carbo* in Noordwest-Overijssel. Limosa 59: 163-168.

Verwey, J., 1975. The cetaceans *Phocoena phocoena* and *Tursiops truncatus* in the Marsdiep area (Dutch Wadden Sea) in the years 1931-1973. Publ. & Versl. Nederl. Inst. Onderz. Zee, 17a & 17b: 1-98, 99-153.

Wahlberg M. & H. Westerberg, 2005. Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore windfarms, Mar. Ecol. Prog. Ser. 288: 295-309.

Wanless, S., M. Frederiksen, M.P. Harris & S.N. Freeman, 2006. Survival of Gannets Morus bassanus in Britain and Ireland, 1959-2002. Bird study 53: 79-85.

Wernham, C.V., M.P. Toms, J.H. Marchant, J.A. Clark, G.M. Siriwardena & S.R. Baillie (eds.), 2002. The migration atlas: movements of the birds of Britain and Ireland. T & A D Poyser, London.

Wetten, J.C.J. van, & G.J.M. Wintermans, 1986. The foodecology of the Spoonbill. Technical Publ. 48, Inst. Tax. Zool., Univ. Amsterdam.

Wetten, J.C.J. van, & G.J.M. Wintermans, 1987. Het foerageren van Lepelaars op de Waddeneilanden. Limosa 60: 92.

Wetten, J.C.J. van, P.J. de Goeij & G.J.M. Wintermans, 1986. Voedseloecologie en de bedreigingen van de Lepelaars in het Zwanenwater. Contact Milieubescherming Noord-Holland, Zaandam.

Winden, J van der., A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A. Jonkers, R.J.W. van de Haterd & S. Dirksen, 1999. Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windturbinepark Afsluitdijk (samen met IBN-DLO). Rapport 99.03. IBN-DLO/ Bureau Waardenburg bv, Wageningen/Culemborg.

Winden, J. van der, H.A.M. Prinsen, P. van Horssen & M. van der Valk, 2005. Effecten op vogels en overige fauna van het Windturbinepark Wieringermeerdijk. Fase 1: Beoordeling van effecten op natuurwaarden in het kader van Vogelrichtlijn, EHS en Flora- en faunawet. Rapport 05-182. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Winter, C.J.N., 1995. Onverwachte prooien van Stormmeeuw *Larus canus* op volle zee. Sula 9: 123-126.

Yésou, P., 2003. Recent changes in the summer distribution of the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus* off western France. Sci. Mar. 67 (Suppl. 2): 143-148.

Yelverton, J.T., D.R. Richmond, W. Hicks, K. Sanders & E.R. Fletcher, 1972. Safe distances from underwater explosions for mammals and birds. Rep. from Lovelace Foundation for Medical Educ. and Res. for Defense Nuclear Agency.

Zydelis, R. & D. Ruskyte, 2005. Wintering foraging of Long-tailed Ducks (*Clangula hyemalis*) exploiting different benthic communities in the Baltic Sea. Wilson Bull. 117: 133-141.

15 Vergelijking van de alternatieven 15.1
15.1 Inleiding 15.1
15.2 Geomorfologie en hydraulica 15.3
15.3 Effecten op vogels en vleermuizen 15.5
15.4 Onderwaterleven 15.8
15.5 Scheepvaartveiligheid 15.11
15.5.1 Absolute vergelijking effecten en per km^2 ..... 15.11
15.5.2 Relatieve vergelijking op basis van energieopbrengst 15.14
15.5.3 Overige veiligheidsaspecten 15.15
15.6 Overige gebruiksfuncties 15.16
15.7 Conclusies effectvergelijking 15.16

15 VERGELIJKING VAN DE ALTERNATIEVEN

15.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de in dit MER onderzochte milieueffecten van de alternatieven voor het voorgenomen windturbinepark Tromp Binnen met elkaar, met het nulalternatief en met het MMA (inclusief mitigerende maatregelen) vergeleken. Door deze vergelijking wordt inzicht gegeven in de mate waarin de effecten van de alternatieven verschillen. De basis voor de vergelijking in dit hoofdstuk wordt gevormd door de afzonderlijke effectbeschrijvingen in de voorgaande hoofdstukken. Uit deze hoofdstukken blijkt dat het voorgenomen windturbinepark enkele negatieve effecten heeft, met name voor vogels, zeezoogdieren en scheepvaartveiligheid. Daar staat tegenover dat het voorgenomen windturbinepark op een duurzame wijze elektriciteit produceert. Tevens levert de begroeiing van funderingen een toename van biomassa aan bodemdieren binnen het windturbinepark op. Een ander positief effect is dat een gebied ontstaat waarin onderwaterleven niet verstoord wordt door visserij en reguliere scheepvaart.

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de effecten op geomorfologie en hydraulica, vogels, onderwaterleven, scheepvaartveiligheid en de overige effecten van het windturbinepark van de verschillende alternatieven samengevat en vergeleken in overzichtelijke tabellen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in de effecten van aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark. Voor zover de effecten gekwantificeerd zijn, worden de effecten in absolute zin maar ook in relatieve zin met elkaar vergeleken. De vergelijking in relatieve zin gebeurt zowel per eenheid opgewekte energie (GWh elektriciteit) als per oppervlakte-eenheid (km^2 ingenomen door het windturbinepark). De voorgeschreven vergelijkingstabel uit de richtlijnen is opgenomen als bijlage 15.2. In dit hoofdstuk is gekozen voor vergelijkende tabellen in een andere vorm omdat die beter aansluit bij de wijze van effectbeschrijving in dit MER.

Tabel 15.1 geeft nogmaals de in het MER onderzochte alternatieven weer met de belangrijkste kenmerken.

Tabel 15.1 Overzicht van de alternatieven

	Nul-alternatief (NA)	Voorgenomen activiteit (VA: 5,0 HD)	Alternatief 1 (A1: 3,6 HD)	Alternatief 2 (A2: 5,0 LD)	Alternatief 3 (A3: 3,6 LD)	MMA
turbinetype	Nvt	REpower 5M	Siemens 3.6-107	REpower 5M	Siemens 3.6-107	REpower 5M
aantal turbines	0	59	89	48	56	59
configuratie	Nvt	hoge dichtheid	hoge dicht-heid	lage dicht-heid	lage dicht-heid	hoge dicht-heid
energie-opbrengst (GWh/jaar)	0	1.032	1.078	851	701	1.032
ingenomen oppervlak (km^2)	0	33	33	33	33	33

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 van dit MER zijn de voorgenomen activiteit en de alternatieven opgebouwd uit verschillende uitvoerings- en/of inrichtingsvarianten. Inrichtingsvarianten zijn varianten in de configuratie van de windturbines of in de elektrische infrastructuur binnen het park. Uitvoeringsvarianten zijn varianten in onder andere type windturbine, fundering, transformatorstation en de elektrische infrastructuur buiten het park. In de vergelijkende tabellen in dit hoofdstuk zijn alleen onderscheidende alternatieven opgenomen. De inrichtingsvarianten worden afgedekt in de alternatieven. Dit geldt ook voor de uitvoeringsvarianten in type turbine, corrosiebescherming, verlichting, onshore aansluiting, planning, aanleg en verwijdering. Van de overige aanvullende uitvoeringsvarianten geeft tabel 15.2 een overzicht van die elementen welke onderscheidend zijn voor milieueffecten. De onderscheidende varianten komen deels terug in de vergelijkingstabellen, maar worden in de volgende paragrafen voornamelijk tekstueel behandeld. Varianten die niet onderscheidend zijn komen niet terug in de vergelijking. Alle alternatieven worden vergeleken ten opzichte van het nulalternatief (NA). Het NA betreft de situatie waarin er geen windturbinepark wordt gerealiseerd, inclusief de autonome ontwikkelingen.

In hoofdstuk 3 zijn ook een aantal typen varianten aangeduid. Van de inrichtingsvarianten (zie tabel 3.7) zijn alleen het aantal turbines en de dichtheid (gekoppeld aan de onderlinge afstand) onderscheidend. Van de uitvoeringsvarianten (zie tabel 3.11) zijn alleen de funderingsvarianten en de aanlegmethoden van kabels onderscheidend. De relevante aspecten zijn in navolgende tabel aangeduid.

Tabel 15.2 Overzicht van onderscheidende uitvoeringsvarianten per milieuthema. De aangekruiste cellen markeren op welk thema de varianten wezenlijk onderscheidend zijn, en voor welke milieueffecten

uitvoerings-variant	geomorfo-logie en hydraulica	vogels	onderwater-leven	scheep-vaartveilig-heid	overige gebruiks-functies
fundering		V	V	V	
aanleg kabels	V				

15.2 Geomorfologie en hydraulica

Absolute vergelijking effecten

De hydraulische en geomorfologische veranderingen die optreden door aanleg, gebruik (onderhoud) en verwijdering van het windturbinepark en bijbehorende kabelroutes zijn gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied op een tijdschaal van decennia (de levensduur van het park). De meeste invloed wordt ondervonden in de nabije omgeving van de turbinefunderingen en de kabels.

De samenstelling van het zeebodemsediment verandert niet als gevolg van de geplande ingrepen. Kortstondige slibaccumulatie van enkele mm is lokaal mogelijk, maar herverdeling door natuurlijke processen zorgt al snel voor een nieuw dynamisch evenwicht. Er wordt geen extra sediment afgevoerd of aangevoerd. Er is geen tot nauwelijks onderscheid in de effecten van de verschillende alternatieven. De effecten troebeling en bodemverstoring tijdens aanleg en verwijdering van de Gravity Based Structure fundering zijn relatief groter dan van de andere funderingsvarianten, maar blijven gering en lokaal van aard.
Ook voor de varianten in kabeltracé en wijze van aanleg geldt dat er geen onderscheidende effecten optreden. Tabel 15.3 geeft de kwalitatieve en kwantitatieve beoordeling weer. De kabelaanleg variant trench jetting heeft het minste (tijdelijke) effect op bodemberoering. Relatief is het verschil tussen alle drie varianten trench jetting, baggeren en ploegen klein.

Tabel 15.3 Effectbeoordeling geomorfologie en hydraulica
Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
aanleg, gebruik en verwijdering windturbinepark (inclusief elektrische bekabeling)						
Geomorfologie						
bodemreliëf	0	0	0	0	0	0
bodemsamenstelling	0	0	0	0	0	0
geomorfologische waarde	0	0	0	0	0	0
Hydraulica						
getijbeweging	0	0	0	0	0	0
golfklimaat	0	0	0	0	0	0
sedimenttransport	0	0	0	0	0	0
verstoring tijdens aanleg						
verstoring in km^2	0	1,2	1,1	1,1	1,0	1,2
verstoring per GWh	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
verstoring per km^2 park	0	0,036	0,033	0,033	0,030	0,036
verstoring tijdens gebruik						
verstoring in km^2	0	0,095	0,027	0,078	0,017	0,095
verstoring per GWh	0	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
verstoring per km^2 park	0	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003

Relatieve vergelijking op basis van energieopbrengst

Aangezien uit de effectbeoordeling in tabel 15.3 blijkt dat er geen negatieve effecten van aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark zijn te verwachten, heeft een vergelijking op basis van energieopbrengst tussen alternatieven voor bovengenoemde criteria geen toegevoegde waarde.

Relatieve vergelijking op basis van ingenomen oppervlak

Een relatieve vergelijking van de alternatieven op basis van ingenomen oppervlak heeft geen toegevoegde waarde aangezien er geen negatieve effecten op geomorfologie en hydraulica te verwachten is, en alle alternatieven voor het windturbinepark een oppervlak van circa 33 km^2 innemen. Ook zijn de alternatieven niet onderscheidend t.a.v. de route van de kabel naar het vasteland.

15.3 Effecten op vogels en vleermuizen

Absolute vergelijking effecten

Effecten op vogels kunnen worden verwacht door:

- verstoring, waardoor voor verstoringsgevoelige soorten (tijdelijk of meer permanent) verlies of achteruitgang (als de verstoring niet tot 100% vermijding leidt) van een oppervlakte van hun habitat optreedt
- sterfte door aanvaringen.

Daarnaast is in dit MER ook de barrièrewerking van een windturbinepark punt van aandacht geweest. Gebleken is echter dat dit voor Tromp Binnen, mede door de ligging van het park geen of vrijwel geen rol speelt en zeker niet onderscheidend is voor alternatieven of varianten.

Het windturbinepark kan - door toename van de hoeveelheid bodemfauna (onder meer op de poten van de windturbines) een licht positief effect hebben op bepaalde vogelsoorten, dit positieve effect is echter verhoudingsgewijs (ten opzichte van het totale NCP) gering.

Verstoring

De werkzaamheden tijdens de aanlegfase en de verwijderingsfase kunnen een verstorend effect hebben door de invloed van geluid en beweging. Uitgaande van aanleg en verwijdering in de periode mei t/m september (exclusief uitloop naar november), is het effect het grootst in de maand mei. In de andere maanden zijn de verstoringsgevoelige vogelsoorten niet in hoge dichtheid aanwezig op de locatie Tromp Binnen. Er is qua verstoring verwaarloosbaar verschil tussen de verschillende alternatieven, hoewel bij heien er wel meer geluidseffect kan worden verwacht.

In het MER is op diverse wijzen getracht de mate van verstoring tijdens de gebruiksfase in beeld te brengen. Uit een vergelijking van de verstoringsgevoeligheid van de locatie Tromp Binnen met andere gebieden in het NCP komt naar voren dat de locatie Tromp Binnen in een relatief weinig "verstoringsgevoelig" gebied ligt. Op basis van de aanwezigheid van verstoringsgevoelige soorten (dit zijn soorten die vermijdingsgedrag zullen vertonen) is ook de maximale omvang van de mogelijke verstoring ingeschat. Dit is uitgedrukt in het berekende aantal vogels dat verstoord kan worden, uitgaande van de perioden waarin van de verstoringsgevoelige soorten de grootste aantallen aanwezig zijn. In tabel 15.4 zijn de geschatte aantallen opgenomen. De aantallen geven vooral een verwachte orde van grootte aan, en moeten niet als exacte waarden worden gezien. Het aantal verstoorde vogels is alleen afhankelijk van de oppervlakte van het windturbinepark, en niet van de opstelling daarbinnen. Omdat deze oppervlakte bij alle alternatieven gelijk is, is ook de mate van verstoring

gelijk. De meest relevante soorten zijn de alk/zeekoet en jan van gent. Hiervan worden maximaal ca. 1.600 verstoord. Uitgedrukt per km^2 is er dus eveneens geen verschil. Uitgedrukt per GWh (laatste rij van tabel 15.4) zijn de scores voor VA en A1 relatief gunstig en voor A2 en A3 relatief ongunstig.

Het verstorende effect van de kabel naar de kust is zeer gering en bij de vergelijking in tabel 15.4 niet meegenomen.

Aanvaringsrisico (sterfte door botsingen)
De kwantificering van het aanvaringsrisico is op verschillende wijzen benaderd. De uitkomsten laten een grote bandbreedte zien en illustreren dat getallen alleen als orde van grootte en niet als exacte waarden kunnen worden gehanteerd. In tabel 15.4 zijn de uitkomsten opgenomen van de benaderingswijze per soortgroepen. Gegevens per vogelsoort staan in tabel 7.8.

Tabel 15.4 Effectbeoordeling vogels (aantallen per jaar, per GWh en per km^2)
Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
aanleg en verwijdering windturbinepark						
*Verstoring**	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
gebruik windturbinepark						
Aanvaringsrisico						
trekvogels, aantallen op basis van route 2 **)	0	311	393	253	248	< 311
kustbroedvogels	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
pleisterende niet-broedvogels, aantallen op basis van route 2 **)	0	1.784	2.258	1.452	1.421	< 1.784
totaal	0	2.095	2.651	1.705	1.669	< 2.095
totaal / GWh	0	2,0	2,5	2,0	2,4	< 2,0
totaal / km ^{2}	0	63	80	52	51	< 63
eindoordeel (vergelijking alternatieven onderling)	0	0/-	-	0/-	-	> 0/-
Barrièrewerking						
trekvogels	0	0	0	0	0	0
kustbroedvogels	0	0	0	0	0	0
pleisterende niet-	0	0	0	0	0	0

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
broedvogels						
Verstoring						
Trekvogels	0	0	0	0	0	0
kustbroedvogels	0	0	0	0	0	0
pleisterende niet-broedvogels ***)	0	-	-	-	-	-
verstoord aantal	0	1.634	1.634	1.634	1.634	1.634
verstoord aantal per GWh	0	1,6	1,5	1,9	2,5	1,6
verstoord aantal per km^2	0	50	50	50	50	50
Eindoordeel verstoring*	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

*): geen verschil tussen alternatieven, hoewel bij heien er wel meer geluidseffect kan worden verwacht

**): totalen op basis van benadering per soort / soortgroep. Deze schatting levert de hoogste totaalaantallen per alternatief. Een andere schatting conform "route 2" levert totalen in de orde-grootte van 1/2 - 1/3 van het eindtotaal van de hier gepresenteerde cijfers

***): maximale aantallen verstoorde vogels in het park 246, park + zone van 2 km: 926; park + zone van 4 km: 1.634. Geen verschil tussen de alternatieven

Met andere benaderingen worden waarden berekend die aanmerkelijk lager kunnen liggen, bijvoorbeeld ruwweg half zo hoog of zelfs eenderde. Dit illustreert de bandbreedte in de effectvoorspelling. In paragraaf 7.4.4 zijn de effecten ook gerelateerd aan de populatie. Daaruit blijkt dat effecten op de totale populaties in alle gevallen kleiner zijn dan 0,1%.

Relatieve vergelijking op basis van energieopbrengst

In het algemeen geldt dat turbines met een groter rotoroppervlak (en navenant grotere energieopbrengst) in verhouding gunstiger zijn dan kleinere turbines.

Relatieve vergelijking op basis van ingenomen oppervlak

Het oppervlak van het windturbinepark is bij alle alternatieven gelijk. Daarom levert dit dan geen andere beoordeling dan de eerder vermelde absolute waarden.

15.4 Onderwaterleven

Absolute vergelijking effecten

De effecten van de verschillende alternatieven op onderwaterleven zijn samenvattend beoordeeld op basis van de hoofdcriteria "diversiteit ecosystemen" en "diversiteit soorten". Het gaat hierbij primair om het behoud van het ecosysteem als zodanig. De samenvattende beoordeling is weergegeven in tabel 15.5a en 15.5b.

Er worden tijdelijke negatieve effecten verwacht op diversiteit van soorten als gevolg van toename van het onderwatergeluid gedurende de aanleg, voor de alternatieven waarbij geheid moet worden voor de fundering (alternatief 1 en 3 met monopaal en VA en A2 met varianten jacket en tripod). Aangezien de palen voor jacket en tripod aanmerkelijk dunner zijn, kan worden aangenomen dat het geluidsdrukniveau van het heien voor een tripod- of jacketfundering lager zal zijn. Het heien duurt echter langer door het grotere aantal palen (3 palen per turbine voor tripod en 4 per turbine voor jacket) dat geplaatst moet worden. Tijdens de aanleg van GBS-funderingen treden deze effecten niet op (VA, alternatief 2 en MMA) aangezien daarbij niet geheid wordt. Wel treedt enigszins langere verstoring op als gevolg van de aanwezigheid en onderwatergeluid van meer vaartuigen, maar de reikwijdte daarvan is veel minder dan van heien. De overige effecten van de installatie, het gebruik en de verwijdering van GBS-funderingen zijn beperkt en lokaal.

De effecten van aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark op diversiteit van ecosystemen zijn in alle alternatieven als neutraal beoordeeld. Een positief effect is de begroeiing van de funderingen met mosselen, hetgeen binnen het windturbinepark een toename van biomassa aan bodemdieren betekent. Het windturbinepark zelf en zone van 500 m daaromheen zal worden gesloten voor visserij. Dit betekent dat in dit "mini zeereservaat" een ongestoord bodemleven kan ontstaan over een oppervlakte van ongeveer 52,5 km^2. Door deze refugiumfunctie neemt de kwaliteit van het habitat/natuurtype toe; deze toename is echter verwaarloosbaar klein ten opzichte van totale NCP. De effecten van aanleg en gebruik van de kabeltracés worden neutraal beoordeeld. Dat betekent dat er geen relevante verschillen zijn tussen de tracévarianten.

Tabel 15.5a Effectbeoordeling onderwaterleven, kwalitatief
Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
aanleg windturbinepark						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
bodemdieren	0	0	0	0	0	0
vissen	0	0	-	0	-	0
zeezoogdieren	0	0	--	0	--	0
vislarven en doorwerking	0	0	-	0	-	0
gebruik windturbinepark						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
bodemdieren	0	0	0	0	0	0
vissen	0	0	0	0	0	0
zeezoogdieren	0	0	0	0	0	0
verwijdering windturbine-park						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
bodemdieren	0	0	0	0	0	0
vissen	0	0	0/-	0	0/-	0
zeezoogdieren	0	0	-	0	-	0
effecten kabeltracé						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
bodemdieren	0	0	0	0	0	0
vissen	0	0	0	0	0	0
zeezoogdieren	0	0	0	0	0	0

In tabel 15.5b wordt specifiek voor zeezoogdieren het effect van de aanleg, de verwijdering en het operationeel gebruik gekwantificeerd en uitgedrukt per GWh en per km^2.

Tabel 15.5b Effectbeoordeling onderwaterleven, kwantitatief

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD	A3: 3,6 LD	MMA
verstoring bij aanleg en verwijdering						
aantal bruinvissen	0	25	450	25	450	25
aantal zeehonden	0	4	1.170	4	1.170	4
totaal zeezoogdieren	0	29	1.620	28	1.620	29
per GWh	0	0,03	1,52	0,03	2,31	0,03
per km^2	0	0,88	49,09	0,85	49,09	0,88
verstoring bij gebruik						
aantal bruinvissen	0	2	3	2	2	2
aantal zeehonden	0	1	1	1	1	1
totaal zeezoogdieren	0	3	4	3	3	3
per GWh	0	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
per km^2	0	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12

Tabel 15.6 geeft de score van de varianten in fundering weer. De effecten van verwijdering van het windturbinepark zijn in grote lijnen gelijk aan die tijdens aanleg, met uitzondering van geluid waar de GBS fundering duidelijk beter scoort. Voor verwijdering zijn de effecten van onderwatergeluid op diversiteit van soorten minder negatief.

Tabel 15.6 Effectbeoordeling onderwaterleven voor varianten in fundering
Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA en A2 5,0 Gravity Based	VA en A2 5,0 Tripod	VA en A2 5,0 Jacket	A1 en A3 3,6 Mono-paal	MMA
aanleg windturbinepark						
diversiteit ecosystemen	0	0	0	0	0	0
diversiteit soorten						
bodemdieren	0	0	0	0	0	0
vissen	0	0	-	-	-	0
zeezoogdieren	0	0	--	--	--	0

Relatieve vergelijking op basis van energieopbrengst
Wanneer effecten gerelateerd worden aan de energieopbrengst scoren de HD alternatieven met 5 MW turbines en Gravity Based fundering (VA en MMA) het best aangezien voor deze alternatieven de effectbeoordeling op alle punten neutraal is en ze een relatief hoge energie-opbrengst hebben.

Relatieve vergelijking op basis van ingenomen oppervlak
Ook bij het relateren van effecten aan ingenomen oppervlak scoren VA en MMA het best omdat de effectbeoordeling op alle punten neutraal is. Het ingenomen oppervlak is voor alle alternatieven 33 km^2.

15.5 Scheepvaartveiligheid

15.5.1 Absolute vergelijking effecten en per km^2

Voor scheepvaartveiligheid worden vooral effecten verwacht gedurende de gebruiksfase van het windturbinepark. De vergelijking van alternatieven is in deze paragraaf daarom gericht op de gebruiksfase.

De aanwezigheid van het windturbinepark heeft diverse gevolgen voor de scheepvaart. Het belangrijkste effect is de kans op een aanvaring of aandrijving van een schip met een windturbine. In de onderstaande tabellen (15.7 t/m 15.9) zijn de belangrijkste resultaten samengevat van het onderzoek naar de scheepvaartveiligheid voor de verschillende varianten. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in routegebonden schepen (R-schepen) en niet-routegebonden schepen (N-schepen). Tabel 15.7 bevat de (absolute) kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over alle windturbines (inclusief windmeetmasten en het transformatorstation) in het windturbinepark[1]. Uit deze tabel blijkt dat het risico grotendeels wordt bepaald door het aantal turbines. De varianten met een hoger aantal turbines hebben een hogere aanvaar-/aandrijfkans. Daarnaast blijkt dat deze kansen verhoogd worden bij het gebruik van de jacketfundering in plaats van de Gravity Based fundering. De reden is dat de doorsnede (diameter) op zeeniveau bepalend is voor het aanvaringsrisico.

---

[1] In de berekeningen wordt voor alle funderingsvarianten aangenomen, dat in geval van knikken de mast met gondel altijd op het schip valt. Voor de GBS is dit vermoedelijk een extra conservatieve aanname omdat de impulsoverdracht bij de GBS doorgaans lager zal zijn dan bij vaste constructies

De tripod heeft een enigszins lagere effectieve diameter dan de jacket. Dit verschil is minimaal en daarom is de tripod niet apart gemodelleerd.

Vervolgens worden in tabel 15.8 de aanvaar/aandrijffrequenties per km^2 gegeven.

Tabel 15.7 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten en MMA (inclusief trafostation)

alter-natief	opper-vlakte [km^2]	energie-opbrengst [GWh/jaar]	aantal turbines	aantal aanvaringen (rammen) per jaar		aantal aandrijvingen (driften) per jaar		totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
NA	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	34,48	701	56	0,004593	0,00584	0,015969	0,001700	0,028102
A1	35,00	1078	89	0,006834	0,008326	0,024886	0,002632	0,042678
A2	34,68	851	48	0,004110	0,005386	0,013915	0,001507	0,024918
A2	34,68	851	48	0,005399	0,012099	0,014360	0,001834	0,033692
VA	34,74	1032	59	0,004931	0,006521	0,016897	0,001832	0,030181
VA	34,74	1032	59	0,006508	0,014795	0,017444	0,002237	0,040984
MMA	34,74	1032	59	0,004931	0,006521	0,005069	0,000550	0,017071

Tabel 15.8 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per km^2 voor de beschouwde inrichtingsvarianten en MMA (inclusief trafostation)

alternatief	oppervlakte [km^2]	aantal turbines	aantal aanvaringen (rammen) per jaar/ km^2		aantal aandrijvingen (driften) per jaar/ km^2		totaal per jaar/ km^2
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
NA	0	0	0	0	0	0	0
A3	34,48	56	0,000133	0,000169	0,000463	0,000049	0,000815
A1	35,00	89	0,000195	0,000238	0,000711	0,000075	0,001219
A2	34,68	48	0,000119	0,000155	0,000401	0,000043	0,000719
A2	34,68	48	0,000156	0,000349	0,000414	0,000053	0,000972
VA	34,74	59	0,000142	0,000188	0,000486	0,000053	0,000869
VA	34,74	59	0,000187	0,000426	0,000502	0,000064	0,001180
MMA	34,74	59	0,000142	0,000188	0,000146	0,000016	0,000492

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. De uitstroom van bunkerolie en ladingolie als percentage van de uitstroom op het EEZ neemt afhankelijk van de variant toe met 0,2-0,3%. De gemodelleerde uitstroom van olie is een worst case benadering. Doordat het percentage tankers met een dubbele huid toeneemt zal de kans op een uitstroom van olie na een aandrijving met een windturbine afnemen.

In geval van aanvaring of aandrijving kan persoonlijk letstel worden veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip vallen. De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is echter klein. Er wordt dan ook voldaan aan de hier aangehouden criteria voor externe veiligheid (individueel overlijdensrisico en oriënterende waarde voor het groepsrisico).

Op basis van de hiervoor beschreven resultaten en conclusies, kan de volgende kwalitatieve effectbeoordeling worden gegeven aan de verschillende inrichtingsvarianten.

Uit de effectbeoordeling conform de tabellen 15.7 en 15.8 blijkt dat A1, A3 en VA met jacket-fundering (per km^2) het slechtste scoren. Het gunstigst scoren A2 en VA met GBS en in het bijzonder het MMA.

Tabel 15.9 Kwalitatieve effectbeoordeling scheepvaartveiligheid (absoluut en per km^2)
Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD GBS	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD GBS	A3: 3,6 LD	MMA
risico op aanvaringen en aandrijvingen	0	0/-	-	0/-	-	> 0/-

15.5.2 **Relatieve vergelijking op basis van energieopbrengst**

De vergelijking op basis van geleverde MWh staat in de navolgende tabel 15.10.
Hierbij scoren de alternatieven die worden ingericht met turbines met een hoger vermogen (VA, A2, MMA) relatief beter. Bij toepassing van turbines met een groter vermogen zijn namelijk minder turbines nodig om eenzelfde hoeveelheid energie op te wekken. Bij vergelijking van de effecten per eenheid energieopbrengst zijn er blijkens tabel 15.10 geen wezenlijke verschillen tussen compacte en ruime opstelling (bij eenzelfde type fundering).

Tabel 15.11 geeft de kwalitatieve vergelijking.

Tabel 15.10 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten en MMA (inclusief trafostation)

alter-natief	energie-opbrengst [GWh/jaar]	aantal turbines	aantal aanvaringen (rammen) per MWh		aantal aandrijvingen (driften) per MWh		totaal per MWh
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
NA	0	0	0	0	0	0	0
A3	701	56	6.55E-09	8.33E-09	2.28E-08	2.43E-09	4.01E-08
A1	1078	89	6.34E-09	7.72E-09	2.31E-08	2.44E-09	3.96E-08
A2	851	48	4.83E-09	6.33E-09	1.64E-08	1.77E-09	2.93E-08
A2	851	48	6.34E-09	1.42E-08	1.69E-08	2.16E-09	3.96E-08
VA	1032	59	4.78E-09	6.32E-09	1.64E-08	1.78E-09	2.92E-08
VA	1032	59	6.31E-09	1.43E-08	1.69E-08	2.17E-09	3.97E-08
MMA	1032	59	4.78E-09	6.32E-09	4.92E-09	5.34E-10	1,66E-08

Tabel 15.11 Kwalitatieve effectbeoordeling scheepvaartveiligheid per eenheid energie-opbrengst

Legenda: 0 = (nagenoeg) gelijk aan NA, - = ongunstiger dan NA, + = beter dan NA

toetsingscriterium	NA	VA: 5,0 HD GBS	A1: 3,6 HD	A2: 5,0 LD GBS	A3: 3,6 LD	MMA
risico op aanvaringen en aandrijvingen	0	0/-	-	0/-	-	> 0/-

15.5.3 **Overige veiligheidsaspecten**

Het park en de voorgenomen veiligheidsmaatregelen zijn getoetst aan de toetsingselementen van de Nautische adviesgroep van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Alle elementen blijken te voldoen aan in redelijkheid daaraan te stellen eisen. Er blijken in de nabijheid geen zeevaartfaciliteiten, zoals ankerplaatsen of verkeerbegeleidingssystemen, die

enige belemmering van het park zullen ondervinden. De zeevaart wordt ook in algemene zin slechts in marginale zin gehinderd.

De situering van het park is verder in lijn met een recent verschenen nautische visie (zie paragraaf 9.7), uitgebracht door van de Nautische Initiatiefgroep, een brede vertegenwoordiging van betrokkenen bij de scheepvaart.

15.6 Overige gebruiksfuncties

Effecten op overige gebruiksfuncties hebben vooral betrekking op de gebruiksfase van het voorgenomen windturbinepark. In hoofdstuk 11 is geconcludeerd dat het voorgenomen windturbinepark Tromp Binnen over het algemeen geringe effecten op de overige gebruiksfuncties heeft, uitgezonderd scheepvaart. Aangezien de alternatieven/varianten voor deze effecten niet onderscheidend zijn, is een kwalitatieve of kwantitatieve vergelijking van alternatieven niet zinvol. Wel kan gesteld worden dat de alternatieven met de hoogste energieopbrengst (VA, A1, MMA), per opgewekte GWh elektriciteit de minste effecten op overige gebruiksfuncties opleveren.

15.7 Conclusies effectvergelijking

Uit de vorige paragrafen en het MER kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- de effecten op geomorfologie en hydraulica zijn tijdelijk en zijn verwaarloosbaar ten opzichte van de natuurlijke variaties
- er zijn enige effecten van Tromp Binnen op vogels te verwachten. De effecten in de gebruiksfase blijken de belangrijkste te zijn. Deze zijn te onderscheiden in:
  - aanvaringsrisico's. Dit is het belangrijkste effect. Het overlijdensrisico ligt in het algemeen onder 0,1%. Dit betekent dat effecten op populatieniveau verwaarloosbaar zijn. De meest kritische soorten zijn de pleisterende niet-broedvogels
  - de voorgenomen activiteit heeft het laagste aantal vogelslachtoffers per GWh energieopbrengst
  - er wordt verstoring van zeevogels door het park verwacht. Het gaat met name om verstoringgevoelige soorten zoals roodkeel- en parelduikers, jan-van-genten en alken/zeekoeten. Er zijn geen verschillen tussen de alternatieven.
  - effecten op de fitheid van vogels ten gevolge van de barrièrewerking van het park worden als verwaarloosbaar beschouwd

- de effecten op het onderwaterleven zijn tijdens de gebruiksfase voor alle alternatieven verwaarloosbaar. Tijdens de aanleg- en verwijderingsfase zijn tijdelijk duidelijke effecten op zeezoogdieren en sommige vissen mogelijk voor die alternatieven en varianten waarbij er geheid moet worden of indien er tijdens de verwijdering gesneden moet worden aan de fundaties. De effecten bij de VA en het alternatief met de Gravity Based fundering (GBS) zijn gering
- de aanwezigheid van het park zal risico's met zich meebrengen dat schepen windturbines rammen of er tegenaan drijven. De risico's per MWh zijn voor het voornemen met GBS-fundering laag ten opzichte van die van de andere alternatieven. De gevolgeffecten zoals persoonlijk letsel en lozingen van olie en dergelijke zijn voor het voornemen eveneens relatief gunstig ten opzichte van de andere alternatieven
- Tromp Binnen past binnen de beoordelingcriteria van de Nautische adviesgroep en binnen de visie van de Nautische Initiatiefgroep. Het park kan dan ook een "stepping stone" voor een grootschalige windturbineregio op de Noordzee betekenen
- het park heeft – behoudens op scheepvaart – geen significante gevolgen voor overige gebruikers van de Noordzee
- het MMA onderscheidt zich positief van het voornemen op het gebied van vogelslachtoffers en aandrijvingen. RWE zal het MMA zo veel mogelijk benaderen voor zover dit qua parkverlichting toegelaten wordt door Rijkswaterstaat respectievelijk aansluit bij de visie van de kustwacht op het parkeren van een sleepboot ter plaatse.

16 Leemten in informatie, monitoring en evaluatieprogramma 16.1
16.1 Leemten in informatie 16.1
16.2 Monitoringprogramma 16.5
16.2.1 Kader 16.5
16.2.2 Toelichting op de monitoringselementen 16.6
16.3 Evaluatieprogramma 16.9

16 LEEMTEN IN INFORMATIE, MONITORING EN EVALUATIE-PROGRAMMA

16.1 Leemten in informatie

Bij het nemen van een beslissing zal meestal informatie ontbreken. Ook zal de informatie meestal een zekere onnauwkeurigheid of onbetrouwbaarheid hebben. Dit geldt ook voor de informatie die verzameld wordt voor het nemen van een beslissing over een vergunningaanvraag voor een windturbinepark. De vraag daarbij is dan of de ontbrekende of gebrekkige informatie redelijkerwijs van belang is voor het te nemen besluit. Als mogelijk belangrijke milieugevolgen niet bekend zijn, is dit een belangrijke leemte in kennis. Gaat het om ondergeschikte gevolgen, dan is de leemte in kennis waarschijnlijk niet van belang voor de besluitvorming.

Dit hoofdstuk inventariseert de leemten uit de "effecthoofdstukken" zodat het bevoegd gezag kan bezien of deze van belang zijn voor de besluitvorming. In het algemeen moet nog opgemerkt worden dat biologische gegevens met relatief grote onzekerheden en variaties behept zijn. Voor gebieden als de Noordzee waar moeilijk langdurig onderzoek naar voorkomen en gedrag van vogels en onderwaterdieren mogelijk is, geldt deze beperking in nog sterkere mate.

Uit de vorige hoofdstukken zijn de volgende leemten geïnventariseerd.

Tabel 16.1 Leemten in kennis

onderwerp	leemte in kennis
energieopbrengst en emissies	a onzekerheid in opbrengst ten gevolge van onzekerheden in windaanbod op locatie
effecten op vogels en vleermuizen	b gedetailleerde kennis over vlieggedrag en trekbanen van trekvogels, en de factoren die hiervoor bepalend zijn c dichtheden van vogels offshore d vergelijkbaarheid aanvaringskansen van vogels bij offshore windturbines met die op land e de effecten van onderwatergeluid door heiwerkzaamheden f effecten van off shore windturbines op vleermuizen

onderwerp	leemte in kennis
effecten op onderwaterleven	g geluidsterkte van diverse bronnen voor onderwatergeluid h geluid- en storingsgevoeligheid van vissen en zeezoogdieren
effecten op geomorfologie en hydraulica	n.v.t.
effecten op scheepvaart en veiligheid	n.v.t.
effecten elektriciteitskabel en aanlanding	n.v.t.
overige effecten	n.v.t.
cumulatieve effecten	zie cumulatieve effecten op vogels

Bovenstaande punten worden hieronder nader toegelicht.

a Onzekerheid in opbrengst ten gevolge van onzekerheden in windaanbod op locatie
Deze onzekerheden zijn onvermijdelijk op plaatsen waar niet langdurig windsnelheden gemeten worden op een betrouwbare en representatieve manier. Hierbij is het goed te bedenken dat deze onzekerheid zich bij bijna elk windturbinepark voordoet. Bij windturbineparken op zee is zij extra groot omdat de dichtstbijzijnde windmeetpost veraf gelegen is. Voor het ontwerp van een windturbinepark is deze onzekerheid niet van belang omdat dan vooral verschillen tussen park lay-outs spelen. De absolute nauwkeurigheid van het windaanbod is dan niet van belang.

Voor de opbrengst is het exacte windaanbod wel van belang voor de initiatiefnemer omdat deze van invloed is op het rendement van het project. Dit ondernemersbelang is echter niet de zorg van de overheid in de rol van vergunningverlener. De vergunningverlener zal willen beoordelen of het project in verhouding tot het gebruikte grondoppervlak nuttig is. Omdat steeds van dezelfde windsnelheden en modellen uitgegaan wordt, is de vergelijking van de alternatieven relatief nauwkeurig, zodat de vergunningverlener in dat opzicht een voldoende betrouwbaar beeld heeft om het project en de alternatieven te beoordelen.

b Gedetailleerde kennis over vlieggedrag en trekbanen van trekvogels, en de factoren die hiervoor bepalend zijn

Deze kennis is per soort nodig om nauwkeurig het te verwachten aantal vogelslachtoffers per soort te kunnen berekenen. Thans moet bij gebrek aan kennis volstaan worden met globale aannames. Deze zijn echter zodanig conservatief genomen dat de uitkomsten zeer waarschijnlijk eerder te pessimistisch dan te optimistisch zijn.

c Dichtheden van vogels offshore

Gebruikmakend van extrapolatietechnieken is een redelijk onderbouwde schatting ontstaan, maar toch is er nog informatie nodig om patronen te kunnen verklaren en ontwikkelingen in de tijd (beter) zichtbaar te maken. Ook kennis over vogeldichtheid is wezenlijk voor een nauwkeurige berekening van slachtofferaantallen. Overigens geldt voor de meeste soorten dat de dichtheid op grote afstand van de kust (zoals bij Tromp Binnen) lager is dan dichtbij de kust (zie o.a. tabel 7.1 en figuur 7.2)

d Vergelijkbaarheid aanvaringskansen van vogels bij offshore windturbines met die op land

Aanvaringskansen van vogels bij offshore windturbines zijn zo goed als onbekend. Onzeker is of deze qua ordegrootte vergelijkbaar zijn met gemeten kansen op land, zoals in dit MER is aangenomen. Zolang de onderzoeksgegevens van het OWEZ of vergelijkbare buitenlandse parken niet bekend zijn, is het onmogelijk om uit te gaan van andere gegevens dan die op land zijn verzameld. Op voorhand lijkt het niet waarschijnlijk dat volstrekt andere invloeden spelen dan op land, dat wil zeggen dat ook op zee ongunstige omstandigheden (nacht, slecht zicht en slecht weer) een rol spelen in de aanvaringskansen.

e De effecten van onderwatergeluid door heiwerkzaamheden

Op grond van beschikbare gegevens zijn de afstanden berekend waarop dieren geluiden duidelijk kunnen horen. Of zij hier werkelijk door verstoord worden en er hun trekroutes op aanpassen is onbekend. De gevolgde aanpak gaat van de maximale verstoringsafstanden uit. De werkelijke effecten zullen dus gunstiger zijn dan aangenomen. Deze leemte in kennis is van toepassing op de alternatieven waarbij er wordt geheid. Voor de alternatieven waarbij er niet wordt geheid is er geen leemte in kennis ten aanzien van de effecten van onderwatergeluid.

f Effecten van off shore windturbines op vleermuizen

Vleermuizen komen in het algemeen op grotere afstand van de kust relatief weinig voor (zie paragraaf 7.9). Niettemin is het zinvol onderzoek te doen naar de aanwezigheid en het

vlieggedrag van vleermuizen op grote afstand van de kust, zodat een nauwkeuriger beeld verkregen kan worden van de te verwachten slachtoffers.

g Geluidsterkte van diverse bronnen voor onderwatergeluid

Doordat er weinig gemeten is aan onderwatergeluidbronnen is er relatief weinig bekend. Daarom is er geput uit de schaarse beschikbare bronnen. Deze geven een beeld van de geluidniveaus die op een zekere afstand verwacht kunnen worden, maar de onzekerheid daarin is relatief groot.

h Geluid- en storingsgevoeligheid van vissen en zeezoogdieren

Heiwerkzaamheden kunnen vanwege de zeer hoge geluidniveaus (zie hoofdstuk 8) in grote gebieden vissen en zeezoogdieren belasten. Er is relatief weinig bekend over de gevoeligheid en de effecten van onderwatergeluid op deze dieren. In dit MER is gebruik gemaakt van verstoringsafstanden om de effecten te duiden. De onnauwkeurigheid daarin is groot. Omdat echter van conservatieve aannamen uitgegaan is, worden de effecten zeer waarschijnlijk niet onderschat. In relatie tot Tromp Binnen is de leemte verder niet zo relevant voor de besluitvorming omdat GBS-fundering wordt toegepast in het VA.

Resumé

De belangrijkste leemten in kennis zijn die ten aanzien van vogelslachtoffers en effecten van heien op onderwaterleven. Door een conservatieve benadering zullen de effecten op vogels waarschijnlijk niet worden onderschat. Een nauwkeuriger beeld van het aantal te verwachten slachtoffers is eerst mogelijk na gericht onderzoek op grote afstand van de kust. Dit kan eerst na realisatie van een windturbinepark in de omgeving van de locatie Tromp Binnen. Daarvoor is op dit moment geen duidelijke termijn aan te geven.

De geluidsinvloed van heien op onderwaterleven is zo goed mogelijk in beeld gebracht, waarbij eveneens een conservatieve benadering aangehouden is. Het is voor Tromp Binnen niet relevant in verband met de voorgenomen toepassing van GBS-fundering. Hoewel ingeschat wordt dat deze kennis eenvoudiger uit te breiden is dan die ten aanzien van vogelslachtoffers, is ook voor het opbouwen van die kennis geen termijn aan te geven.

Verder wordt opgemerkt dat het windturbinepark Tromp Binnen op behoorlijk grote afstand van de kust is gepland. De locatie is ten opzichte van menig andere locatie bijzonder gunstig te noemen uit oogpunt van effecten op het milieu. De effecten zijn ook gering, zelfs bij de conservatieve benaderingen die veiligheidshalve zijn aangehouden. De onzekerheden zijn niet belangrijker dan bij andere parken die dichter bij de kust gelegen of gepland zijn.

16.2 Monitoringprogramma

16.2.1 Kader

Conform de Wet milieubeheer dient een evaluatieonderzoek te worden uitgevoerd wanneer een activiteit, waarover een milieueffectrapport is geschreven, wordt uitgevoerd of nadat zij is ondernomen. De initiatiefnemer moet daaraan medewerking verlenen en bijvoorbeeld inlichtingen over meetgegevens verstrekken. Het doel van de evaluatie is de daadwerkelijk optredende milieueffecten te vergelijken met de voorspelde effecten.

Er bestaat een aantal redenen waarom discrepanties tussen voorspelde en werkelijke effecten kunnen ontstaan, zoals:
- tekortkomingen in de voorspellingsmethoden
- het ontbreken van basisgegevens voor de voorspellingsmethoden
- het niet voorzien van bepaalde effecten
- het elders plaatsvinden van onvoorziene maar invloedrijke ontwikkelingen.

Verwacht mag worden dat het bevoegd gezag, in casu Rijkswaterstaat, voorschriften opneemt voor een monitoring- en evaluatieprogramma in de te verlenen Wbr-vergunning. Het navolgende moet daarom beschouwd worden als een eerste aanzet voor een dergelijk programma. Gezien het voorgaande is te verwachten dat in een dergelijke aanzet elementen uit de reeds genoemde leemten in kennis terugkeren. Ook wordt teruggegrepen over wat reeds in de vorige hoofdstukken over monitoring is opgemerkt. Daarbij zijn die aspecten weggelaten waarvan op voorhand zeker is dat die niet zullen optreden.

Tabel 16.2 geeft een overzicht van de monitoringsaspecten. De fase waarvoor het monitoringselement het meeste van belang is, staat in de laatste kolom vermeld. De genoemde punten worden in de navolgende paragraaf nader toegelicht.

Tabel 16.2 Elementen voor aanzet monitoringprogramma

onderwerp		Monitoringsaspecten	belangrijkste fase
energieopbrengst en emissies	a	windsnelheid en -richtingsverdeling	gebruik
	b	energieopbrengsten per turbine en voor het park	gebruik
effecten op vogels en vleermuizen	c	het volgen van de resultaten van het onderzoek bij het OWEZ-park, dat immers ook als doel had om de effecten daarvan te bestuderen	gebruik
	d	het monitoren van vogelslachtoffers, vlieg- en pleistergedrag in perioden dat relatief veel vogels over het gerealiseerde park trekken	gebruik
effecten op onderwaterleven	e	effecten van installatie van GBS-fundering	aanleg
	f	effecten van onderwatergeluid bij normaal bedrijf	gebruik
	g	variatie en dichtheden van het onderwaterleven en het functioneren van het windturbinepark als refugium	gebruik
effecten op geomorfologie en hydraulica	h	bewaken van erosie rond GBS-funderingen	gebruik
effecten op scheepvaart en veiligheid	i	registratie van ongevallen en bijna ongevallen	gebruik
effecten elektriciteitskabel en aanlanding	j	het periodiek monitoren van de kabeldekking	gebruik
overige effecten	k	radarverstoring	gebruik
cumulatieve effecten	l	medewerking verlenen aan een gezamenlijk monitoringprogramma	gebruik

16.2.2 Toelichting op de monitoringselementen

Voorafgaand aan de effectmetingen wordt bij de aspecten vogels en onderwaterleven een nulmeting uitgevoerd om de huidige situatie vast te leggen. Hierbij dienen zoveel mogelijk kwantitatieve gegevens te worden verzameld: bijvoorbeeld voorkomende soorten, aantallen, vlieg- en foerageergedrag, et cetera.

a Windsnelheid en -richtingsverdeling

Dit is van belang om het windturbinepark te besturen en om de opbrengst te optimaliseren. Ook voor de veiligheid is deze monitoring van belang om te beoordelen of de turbines bij te hoge windsnelheid uitschakelen conform de ontwerpspecificaties.

b Energieopbrengsten per turbine en voor het park

Deze informatie is voor allerlei operationele taken van belang, maar ook voor verrekeningsdoeleinden zoals garanties turbinefabrikant, afrekening met afnemers, subsidie et cetera. Bovendien kan deze informatie in combinatie met de meteogegevens dienen om de voorspellingsmodellen voor opbrengst van offshore windturbineparken verder te verbeteren.

c Het volgen van de resultaten van het onderzoek bij het OWEZ-park

Het doel van het OWEZ was mede om de effecten daarvan te bestuderen zodat hier bij de verdere ontwikkeling van windturbineparken op de Noordzee gebruik van gemaakt zou kunnen worden. Aangezien voorkomen beter is dan genezen en deze informatie veel eerder beschikbaar komt dan de monitoring van Tromp Binnen, is het zaak om de vrijkomende informatie actief te volgen zodat zonodig maatregelen genomen kunnen worden die toegespitst zijn op de meest waarschijnlijke knelpunten en niet op veronderstelde knelpunten. Naast het volgen van de resultaten van het monitoringprogramma van OWEZ verdient het aanbeveling om ook de resultaten van buitenlandse monitoring- en evaluatieprogramma's, bijvoorbeeld van Horns Rev en Nysted, mee te nemen.

d Het monitoren van vogelslachtoffers, vlieg- en pleistergedrag in perioden dat relatief veel vogels over het gerealiseerde park trekken

Aangezien monitoring van slachtoffers op zee nog lastiger is dan op land, zal het gericht moeten zijn op die perioden die een hoge "slaagkans" bieden, dat wil zeggen dat zeer waarschijnlijk effecten worden vastgesteld. Ook zal de monitoring zich over een ruime tijd moeten uitstrekken om met enige betrouwbaarheid uitspraken te kunnen doen.

Daarnaast dient te worden vastgesteld wat de directe en indirecte effecten van het windturbinepark zijn op de verschillende soorten lokale vogels en hun gedragingen, zodat bij een evaluatie kan worden vastgesteld of er een verschil in verdeling en/of gedrag is te bepalen in de ruimte (in en rondom het windturbinepark) en in de tijd (voor en na de bouw). Ook dient onderzoek te worden verricht naar de aard en omvang van de barrièrewerking van het windturbinepark.

e Effecten van installatie van GBS-fundering

Het meten van de geluidsbelasting tijdens de bouw van het windturbinepark in relatie tot mogelijke effecten op zeezoogdieren en vissen. Omdat nog weinig GBS-funderingen geplaatst zijn en daarbij niet altijd het onderwatergeluid gemeten is, is het zinvol tijdens de verschillende fasen van de plaatsing van deze funderingen onderwatergeluid-metingen uit te voeren. Deze metingen worden dan ook in het monitoringprogramma opgenomen.

De onderwatergeluidniveaus zijn niet van dien aard dat toepassing van akoestische afschrikapparaten (pingers/sealscarers) tijdens de bouw wordt voorzien.

f Effecten van onderwatergeluid bij normaal bedrijf

Het meten van de geluidsbelasting tijdens het gebruik van het windturbinepark in relatie tot mogelijke effecten op zeezoogdieren en vissen.

g Variatie en dichtheden van het onderwaterleven en het functioneren van het windturbinepark als refugium

Beoordelen of het windturbinepark effect heeft op het voorkomen en de dichtheid van soorten ter plaatse. Verkrijgen van inzicht in het functioneren van het windturbinepark als refugium. Vaststellen van de ontwikkeling van het onderwaterleven op hard substraat.

h Bewaken van erosie rond GBS-funderingen

Hoewel geen ernstige erosie van zand rond de GBS-funderingen verwacht wordt is het verstandig om deze periodiek te monitoren. In geval de erosie ernstiger is dan verondersteld kunnen aanvullende maatregelen (erosiebescherming) ter bescherming tegen erosie worden aangebracht.

i Registratie van ongevallen en bijna-ongevallen scheepvaart

Een dergelijk registratie, waarbij o.a. type schip, type en oorzaak van (bijna) ongevallen en andere omstandigheden worden geregistreerd, is van belang om zo nodig aanvullende veiligheidsmaatregelen te kunnen nemen.

j Het periodiek monitoren van de kabeldekking

Dit is van belang om de duurzaamheid van de kabels te waarborgen en zo reparaties of vernieuwing met alle milieugevolgen (en bedrijfseconomische consequenties) te voorkomen.

k Radarverstoring

Door registratie van ongevallen en bijna-ongevallen kan nagegaan worden welke door radarverstoring zijn veroorzaakt. Zonodig kan een specifiek onderzoek daarnaar worden uitgevoerd. Ten aanzien van verstoring van radar van luchtvaart (burger en militair) zal in eerste instantie op klachten worden afgegaan.

I Medewerking verlenen aan een gezamenlijk monitoringprogramma

De effecten van cumulatie kunnen niet anders dan in gezamenlijkheid vastgesteld worden. Het ligt voor de hand om hier samen met andere initiatiefnemers en de overheid een plan voor op te stellen in die situaties dat cumulatie zeer waarschijnlijk is en er een redelijke kans bestaat om effecten daarvan te kunnen vaststellen.

16.3 Evaluatieprogramma

In dit programma zullen op een systematische wijze de belangrijkste voorspelde milieugevolgen worden afgezet tegen de werkelijk optredende milieugevolgen. Het zal waarschijnlijk niet mogelijk zijn om alle aspecten nauwkeurig te evalueren op basis van metingen ter plekke. Derhalve zal in voorkomende gevallen ook teruggegrepen moeten worden op recente ervaringen met offshore windturbineparken elders.

LITERATUUR

HOOFDSTUK 5 HYDRAULICA EN GEOMORFOLOGIE

BRITNED, 2005. MER, SMB, Habitattoets BritNed-verbinding. Installatie, onderhoud en verwijdering, BritNed Development Limited, augustus 2005.

ROELVINK. J.A., KAAIJ, T. VAN DER, and RUESSINK, B.G., 2001. Calibration and verification of large-scale 2D/3D flow models Phase 1. ONL Coast and Sea studies, Project 2: Hydrodynamics and morphology. WL rapport Z3029.10.

WEERTS, A.H., en DIERMANSE, F.L.M., 2004. Golfstatistiek op relatief diep water 1972-2002. WL rapport Z3770.

BEETS, D.J., VALK, L. VAN DER, and STIVE, M., 1992. Holocene evolution of the coast of Holland. In: Marine Geology 103, 423-443.

CAMERON, T.J., LABAN, C., and SCHÜTTENHELM, R.T.E., 1984. Quaternary Geology, Flemish Bight Sheet 52° N-02° E. 1:250 000 map series. British Geological Survey & Rijks Geologische Dienst, Ordnance Survey, Southampton.

CAMERON, T.J., CROSBY, A., BALSON, P.S., JEFFREY, D.H., LOTT, G.K., BULAT, J., and HARRISON, D.J., 1992. The geology of the southern North Sea. HMSO for the British Geological Survey, London.

CHAKRABARI, S.K., 1987. Hydrodynamics of Offshore Structures, Computational, Mechanics Publications.

COOPER, B., and BEIBOER, F., 2002. Potential effects of offshore wind developments on coastal processes. Report ETSU W/35/00596/00/REP, URN 02/1335. ABP Marine Environmental Research Ltd. & Metoc Plc.

DIJK, T.A.G.P. VAN, and KLEINHANS, M.G., 2005. Processes controlling the dynamics of compound sandwaves in the North Sea, Netherlands. In: Journal of Geophysical Research 110.

DIJK, T.A.G.P. VAN, LINDENBERGH, R.C., and EGBERTS, P.J.P. (in druk). Analyzing bedform dynamics by separating echo sounding data: a geostatistical and analytical method compared. In: Journal of Geophysical Research.

DYER, K.R., and HUNTLEY, D.A., 1999. The origin, classification and modelling of sand banks and ridges. In: Continental Shelf Research 19, 1285-1330.

EISMA, D., 1981. Suspended matter as a carrier for pollutants in estuaries and the Sea. In: R.A. Geyer, Mar. Envir. Pollution 2. Mixing and dumping. Elsevier Science Pub. Comp., Amsterdam.

HOFFMAN, C.J.C.M., and VERHEIJ, H.J., 1997. Scour Manual, A.A. Balkema Publications.

LORENZ, G.K., GROENEWOUD, W., SCHOKKING, F., BERG, M.W. VAN DEN, WIERSMA, J., BROUWER, F.J.J., en JELGERSMA, S., 1991. Heden en verleden – Nederland naar beneden. Interim-rapport over het onderzoek naar bodembeweging in Nederland. RWS/RGD, Delft/Haarlem/Rijswijk, 75 p.

POLET, H., BALL, B., BLOM, W., EHRICH, S., RAMSAY, K., and TUCK, I., 1998. Fishing gears used by different fishing fleets. In "The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems". NIOZ-Rapport 1998-1, RIVO-DLO Rapport C003/98.

RIJN, L.C. VAN, 1994. Principles of fluid flow and surface works in rivers, estuaries, seas and oceans. Aqua publications. Amsterdam.

RIJN, L.C. VAN, 1995. Sandbudget and coastline changes of the central coast of Holland between Den Helder and Hoek van Holland, period 1964-2040. Kustgenese rapport H2129.

RIJSDIJK, K.F., PASSCHIER, S., WEERTS, H.J.T., LABAN, C., LEEUWEN, R.J.W. VAN, and EBBING, J.H.J., 2005. Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach.Netherlands. In: Journal of Geosciences – Geologie en Mijnbouw 84, p. 129-146.

RUDOLPH, D., RAAIJMAKERS, T.M., STAM, C.J.M., and VELDE, W. OP DEN, 2007. Evaluation of scour development around offshore monopiles based on measurements in the Q7 windpark. European Offshore Wind Conference, Berlin 4-6 December 2007.

SUIJLEN, J.M., and DUIN, R.N.M., 2001. Variability of near-surface total suspended matter concentrations in the Dutch coastal zone of the North Sea, report RIKZ/OS/2001.150X.

SVASEK, 2004. BritNed: Vertroebelingsstudie, mei 2004.

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1998. Kustlijnkaarten 1998, rapport RIKZ-98.005.

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 2008. Richtlijnen inzake de inhoud van de milieu-effectrapporten m.b.t. de offshore windturbineparken Schaar, Callantsoog-Oost, Callantsoog-Noord, Callantsoog-West, Callantsoog-Zuid, Q7-West en Q10.

Nederlands Normalisatie Instituut, 1989, Geotechniek: Classificatie van onverharde grondmonsters, NEN 5104. - NNI, Delft, 23 pp.

HOOFDSTUK 6 HUIDIGE STATUS EN AUTONOME ONTWIKKELING

BAL, D., et al., 2001. Handboel Natuurdoeltypen. Expertisecentrum LNV nr. 2001/020, Wageningen.

DELTARES 2008; Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. Report Z4513; Jun 2008.

IMARES, 2007. Perspectieven voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren Een evaluatie van de proefperiode 2006-2007. Rapport C113/07 d.d. december 2007. M.C.Th. Scholten c.s.

INTERDEPARTEMENTAAL DIRECTEURENOVERLEG NOORDZEE, 2005. Integraal Beheerplan Noordzee 2015. Ministeries VenW, LNV, VROM en EZ.

LINDEBOOM, H., et al., 2005. Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. RIKZ en WUR.

LINDEBOOM, H., 2008. De Bruine bank. Hoofdstuk uit concept rapportage deelproject Beschermde gebieden Noordzee.

LEOPOLD, M.F., en DANKERS, N.M.J.A., 1997. Natuur in de zoute wateren. IKC Natuurbeheer. Achtergronddocument 2c van de Natuurverkenning '97.

DANKERS, N.M.J.A., M.F. LEOPOLD & C.J. SMIT 2003. Vogel- en Habitatrichlijn in de Noordzee. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 695.

JANSSEN, J.A.M., & J.H.J. SCHAMINÉE 2003. Europese Natuur in Nederland - Habitattypen. KNNV Uitgeverij. Utrecht.

POST, K., D. MOL, J. REUMER, J. DE VOS en C. LABAN. 2001. Een zoogdierfauna met twee mammoetsoorten uit het Bavelien van de Noordzeebodem tussen Engeland en Nederland. Grondboor & Hamer, 55 (6): 2-22.

WITBAARD, R. O.G. BOS, H.J. LINDEBOOM 2008. Basisinformatie over de Borkumer Stenen, Bruine Bank en Gasfonteinen, potentieel te beschermen gebieden op het NCP. Wageningen IMARES Rapport C026/08.

Website Stichting de Noordzee: http://www.noordzee.nl/actueel_artikel.php?contentID=138

Website Werkgroep Pleistocene Zoogdieren:
http://www.pleistocenemammals.com/nieuwsitems/etruscus/etruscus.htm

Bijdrage van M. Meyer in AD Wetenschap, Algemeen Dagblad 3 mei 2008:
http://www.nmr.nl/nmr/binary/retrieveFile?instanceid=17&itemid=4123&style=default

MARIN, 2008 Veiligheidsstudie offshore windpark "Tromp Binnen" Rapport Nr.: 22569.620/4 d.d. 4 december 2008

MINISTERIE VAN VROM, 2005. Nota Ruimte.

MINISTERIE VAN LNV, 2007. Concept aanwijzingsbesluiten Natura 2000 gebieden.

NOGEPA, 2001. Generiek MER offshore.

ROYAL HASKONING, 2007. MER offshore windturbinepark Breeveertien II. In opdracht van Airtricity.

http://www.natureonthemap.org.uk/map.aspx

http://www.jncc.gov.uk/page-1401

DELTARES, 2008. Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. For Waterdienst, Rijkswaterstaat. June 2008.

HOOFDSTUK 7 EFFECTEN OP VOGELS

AKERSHOEK, K., DIJK, F., en SCHENK, F., 2005. Aanvaringsrisico's van vogels met moderne, grote windturbines, Studentenverslag van slachtofferonderzoek in drie windparken in Nederland, Studentenrapport Van Hall/WUR, Rapport 05-082, Bureau Waardenburg, Culemborg.

ARTS, F.A., en BERREVOETS, C.M., 2005. Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991-2005. Rapport RIKZ/2005.032, Middelburg.

BAPTIST, H.J.M., en WOLF, P.A., 1993. Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat, Rapport DGW-93.013, Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren & Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Middelburg, Yerseke.

BAPTIST, M.J., en LEOPOLD, M.F., 2007. De relatie tussen zichtdiepte en vangstsucces van de Grote Sterns van De Petten, Texel. Wageningen IMARES rapport C097-07.

BERGMAN, G., and DONNER, K.O., 1964. An analysis of the spring migration of the Common Scoter and the Long-tailed Duck in southern Finland. In: Acta Zool. Fenn. 105: 1-59.

BERREVOETS, C.M., en ARTS, F.A., 2001. Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van de Noordse Stormvogel op het Nederlands Continentaal Plat, Rapport RIKZ/2001.024, Middelburg.

BERREVOETS, C.M., en ARTS, F.A., 2002. Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van de Alk/Zeekoet op het Nederlands Continentaal Plat, Rapport RIKZ/2002.039, Middelburg.

BERREVOETS, C.M., en ARTS, F.A., 2003. Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van de Drieteenmeeuw op het Nederlands Continentaal Plat, Rapport RIKZ/2003.033, Middelburg.

BIJLSMA, R.G., HUSTINGS, F., en CAMPHUYSEN, C.J., 2001. Avifauna van Nederland II - Algemene en schaarse vogels van Nederland. GMB Uitgeverij/KNNV, Haarlem/Utrecht.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004. Birds in the European Union: a status assessment, Wageningen, The Netherlands, http://birdsineurope.birdlife.org.

BRENNINKMEIJER A. & STIENEN E.W.M., 1992. Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis). Rin-rapport 92/17: 107 p.

BUURMA, L.S., 1987. Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober, Limosa 60: 63-74.

BUURMA, L.S., en LENSINK, R., 1999. Achtergrondinformatie bij zichtbare vogeltrek, in R. Lensink et al. (red.), Vogeltrek over Nederland 1976-93, KNNV/SOVON, Utrecht.

BUURMA, L.S., en GASTEREN, H. VAN, 1989. Trekvogels en obstakels langs de Zuidhollandse kust. Rapport van de Koninklijke Luchtmacht, Luchtmachtstaf, Afdeling Luchtmacht Bedrijfsveiligheid, sectie Ornithologie, 's Gravenhage.

CAMPHUYSEN, C.J., 1988. Dode zangvogels op de vloedlijn. In: Sula 2: 79-82.

CAMPHUYSEN, C.J., 1991. Baltsvluchten van Noordse Sterns Sterna paradisaea op open zee. In: Sula 5(2): 59-61.

CAMPHUYSEN, C.J., 1995. Herring Gull Larus argentatus and Lesser Black-backed Gulls Larus fuscus feeding at fishing vessels in the breeding season: competitive scavenging versus efficient flying. In: Ardea 83: 365-380.

CAMPHUYSEN, C.J., subm. Het regent soms kleine alken in november. In: Natura.

CAMPHUYSEN, C.J., KEIJL, G.O., en OUDEN, J.E. DEN, 1982. Meetpost Noordwijk 1978-1981, verslag nr. 1, Gaviidae-Ardeidae, CvZ-verslag, Amsterdam.

CAMPHUYSEN, C.J., en DIJK, J. VAN, 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-79. In: Limosa 56: 81-230.

CAMPHUYSEN, C.J., and LEOPOLD, M.F., 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea, IBN Research report 94/6, NIOZ Report 1994-8, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.

CAMPHUYSEN, C.J., en LEOPOLD, M.F., 1996. Invasies van Kleine Alk Alle alle: voorkomen en achtergronden. In: Sula 10: 169-182.

CAMPHUYSEN, C.J., and WINTER, C.J.N., 1996. Arctic Terns Sterna paradisaea in the central northern North Sea in July: offshore staging area for failed breeders In: Seabird 18: 20-25.

CAMPHUYSEN, C.J., and GARTHE, S., 2001. Recording foraging seabirds at sea: standardised recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations, IMPRESS Report 2001-001, Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Texel.

CAMPHUYSEN, C.J., and LEOPOLD, M.F., 2005. The Tricolor oil spill: characteristics of seabirds found oiled in The Netherlands. In: Atlantic Seabirds (special issue) 6: 109-128.

CAMPHUYSEN, C.J., en LEOPOLD, M.F., 2007. Drieteenmeeuw vestigt zich op meerdere platforms in Nederlandse wateren. In: Limosa 80: 153-156.

CAMPHUYSEN C.J., ENSOR, K., FURNESS, R.W., GARTHE, S., HÜPPOP, O., LEAPER, G., OFFRINGA, H., and TASKER, M.L., 1993. Seabirds feeding on discards in winter in the North Sea, Final report to the European Comm., study contr. 92/3505, NIOZ-report no. 8, NIOZ., Texel, 142p.

CARSSON, 1994.

CHRISTENSEN, T.K., and HOUNISEN, J.P., 2004. Investigations of migratory birds during operation of Horns Rev offshore wind farm: preliminary note of analysis of data from spring 2004, NERI note, Kalø.

CHRISTENSEN, T.K., HOUNISEN, J.P., CLAUSAGER, I., and PETERSEN, I.K., 2004. Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev offshore wind farm, NERI Report, Kalø.

COURTENS, W., en STIENEN, E.W.N., 2007. Verspreiding en dichtheid van de mariene avifauna en zeezoogdieren ter hoogte van de geplande windparken 'Den Helder I, II, III en IV'. Studie uitgevoerd in opdracht van de Afdeling Water & Ecologie, Royal Haskoning (Nederland); Rapport INBO.A.2007.214.

CLAUSAGER, I., and NØHR, H., 1996. Impact of wind turbines on birds, an overview of European and American experience, pp. 156-159. In: Proceedings 1996 European Union Wind Energy Conference, Göteborg, Sweden.

DEELDER, C.L., en TINBERGEN, L., 1947. Waarnemingen over de vlieghoogte van trekkende Vinken Fringilla coelebs L. en Spreeuwen Sturnus vulgaris L. In: Ardea 35: 45-78.

OUDEN, J.E. DEN, en CAMPHUYSEN, C.J., 1983. Meetpost Noordwijk 1978-1981, verslag nr. 2, Anatidae-Scolopacidae, CvZ-verslag, Amsterdam.

OUDEN, J.E. DEN, en HAM, N.F. VAN DER, 1988. Meetpost Noordwijk 1978-1981, verslag nr. 3, Stercorariidae - Alcidae, CvZ-verslag, Amsterdam.

DEN OUDEN & STOUGIE, 1990.

DIRKSEN, S., SPAANS, A.L., en WINDEN, J. VAN DER, 1995. Nachtelijke trek en vlieghoogtes van steltlopers over de noordelijke havendam van IJmuiden, voorjaar 1995, Bureau Waardenburg, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Bureau Waardenburg rapport 95.26, Culemborg.

DIRKSEN, S., SPAANS, A.L., en WINDEN, J. VAN DER,. Nachtelijke trek en vlieghoogtes van steltlopers in het voorjaar over de noordelijke havendam van IJmuiden. In: Sula 10:129-142.

DIRKSEN, S., SPAANS, A.L., WINDEN, J. VAN DER, en BERGH, L.M.J. VAN DEN, Vogelhinder door Windturbines, Landelijk onderzoekprogramma, deel 2: nachtelijke vlieghoogtemetingen van duikeenden in het IJsselmeergebied, Bureau Waardenburg rapport 96.18, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Bureau Waardenburg bv; Wageningen, Culemborg.

ELSAM ENGINEERING, ELSAM OFFSHORE WIND TURBINES, 2005. Annual status report for the environmental monitoring programme, 1 January 2004 - 31 December 2004 (report available from: www.hornsrev.dk).

ELSAM ENGINERING A/S & ENERGI E2 A/S, 2005. The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farm, Environmental impact assessment and monitoring, Review Report 2003, September 2004.

ENS, B., 2007. SOVON in de ruimte. SOVON Nieuws 20(3): 6-8.

EVERAERT, J., and STIENEN, E.W.M., 2006. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. In: Biodivers. Conserv., 16: 3345-3359.

EXO, K.M., HÜPPOP, O., und GARTHE, S., 2002. Offshore-Windenergieanlagen und Vogelschutz, Seevögel, Zeitschr, Verein Jordsand, Hamburg. 23: 83-95.

FIJN, R.C., KRIJGSVELD, K.L., PRINSEN, H.A.M., TIJSEN, W., en Dirksen, S., 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer. Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Rapport 07-094. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

GARTHE, S., and HUPPOP, O., 1996. Nocturnal scavenging by gulls in the southern North Sea. In: Colonial waterbirds 19 (2): 232-241.

GARTHE, S., and HÜPPOP, O., 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. In: J. Appl. Ecology 41: 724-734.

GRUBER, S., und NEHLS, G., 2003. Charakterisierung des offshore Vogelzuges vor Sylt mittels schiffsgestützter Radaruntersuchungen, Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 35: 151-156.

GUILLEMETTE, M., LARSEN, J.K., and CLAUSAGER, I., 1998. Impact assessment of an off-shore wind park on sea ducks, NERI Tech. Rep. 227, National Environmental Research Institute, Denmark.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS TO NAVIGATION AND LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2004. IALA Recommendation O-117; The Marking of Offshore Wind Farms. Edition 2, December 2004.

KEIJL, G.O., und MOSTERT, K., 1998. Vorsttrek van Scholeksters Haematopus ostralegus langs de kust in 1987. In: Sula 2: 113-118.

KOFFIJBERG, K., and GÜNTHER, K., 2005. Recent population dynamics and habitat use of Barnacle Geese and Dark-bellied Brent Geese in the Wadden Sea. In: Blew, J., & Südbeck, P., Migratory birds in the Wadden Sea 1980-2000. Wadden Sea Ecosystem 20. CWSS/TMAG/JMMB.

WILHELMSHAVEN-KRIJGSVELD, K.L., LENSINK, R., SCHEKKERMAN, H., WIERSMA, P., POOT, M.J.M., MEESTERS, E.H.W.G., and DIRKSEN, S., 2005. Baseline studies North Sea wind farms: fluxes, flight paths and altitudes of flying birds 2003 - 2004. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

KRIJGSVELD, K.L., PRINSEN, H.A.M., FIJN, R.C., TIJSEN, W., en LENSINK, R., 2007. Aanvaringsrisico's van grote windturbines voor ganzen en zwanen. Rapport. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

LENSINK, R., 1996. 33 Koperwieken ZW 4, vogeltrek in het binnenland, Wetenschappelijke Mededeling KNNV nr. 217, KNNV, Utrecht.

LENSINK, R., CAMPHUYSEN, C.J., JONKERS, D.A., LEOPOLD, M.F., SCHEKKERMAN, H., and DIRKSEN, S., 1999. Falls of migrant birds, an analysis of current knowledge, Rapport 99.55, Bureau Waardenburg bv, Culemborg, 117p.

LENSINK, R., en KWAK, R., 1985. Vogeltrek over Arnhem in 1983 met een samenvatting over 1981-83 en methodieken voor het bewerken van trektelmateriaal, dl. 1 & 2, Rapport, VWG Arnhem e.o., Arnhem.

LENSINK, R., en WINDEN, J. VAN DER, 1997. Trek van niet-zeevogels langs en over de Noordzee: een verkenning, Rapport nr. 97.023, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

LENSINK, R., DIRKSEN, S., en LIESHOUT, S.M.J. VAN, 2005. Effecten op fauna, in het bijzonder vogels, als gevolg van verstoring door vliegtuigen en helikopters. Rapport 05-190. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

LEOPOLD, M.F., 1996. Spisula subtruncata als voedselbron voor zee-eenden in Nederland, BEON rapport 96-2.

LEOPOLD, M.F., 2005. Geringde grote jagers in Nederland. In: Nieuwsbrief NZG 7(1): 6-7.

LEOPOLD, M.F., and DAMME, C.J.G. VAN, 2003. Great Cormorants Phalacrocorax carbo and polychaetes: can worms sometimes be a major prey of a piscivorous seabird In: Marine Ornithology 31: 75-79.

LEOPOLD, M.F., en BAPTIST, M.J., 2007. De effecten van onderwaterzandsuppleties op het habitat van de Kustzee, Spisula en enkele beschermde soorten zeevogels. Wageningen IMARES rapport C014/07, 62p.

LEOPOLD, M.F., and CAMPHUYSEN, C.J., 2007. Did the pile driving during the construction of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee, the Netherlands, impact local seabirds Rapport Wageningen IMARES Nr. C062/07 – NoordzeeWind Rapport OWEZ_R_221_Tc_20070525 aan Nuon Energy Sourcing.

LEOPOLD, M.F., WERF, B. VAN DER, RIES, E.H., and REIJNDERS, P.J.H., 1997. The importance of the North Sea for winter dispersal of harbour seals Phoca vitulina from the Wadden Sea. In: Biol. Conserv. 81: 97-102.

LEOPOLD, M.F., CAMPHUYSEN, C.J., LIESHOUT, S.M.J. VAN, BRAAK, C.J.F. TER, and DIJKMAN, E.M., 2004. Baseline studies North Sea Wind Farms: Lot 5 Marine Birds in and around the future site Nearshore Windfarm (NSW) and Q7, Wageningen, Alterra, Alterra Report 1048.

LEOPOLD, M.F., DIJKMAN, E.M., GONZALEZ-MIRELIS, G., and BERREVOETS, C., 2006. Marine protected areas in the Dutch sector of the North, Sea: a bird's eye view. Rapport aan LNN, in druk.

LINDEBOOM, H., GEURTS VAN KESSEL, J., en BERKENBOSCH, L., 2005. Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat, RIKZ-rapport 2005.008; Alterra-rapport nr. 1109, april 2005.

LWVT (Landelijke Werkgroep Vogeltrektellen) en SOVON, 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993, Schuyt & Co, Haarlem.

Nedwell, 2001. Nedwell, J., et al., "Noise measurements during pipeline laying operations around the Shetland Islands for the Magnus EOR project.", Subacoustech Ltd.,Hampshire, UK, Tech. Rep. 473R0112, 2001.

OUWEHAND, J., LEOPOLD, M.F., and CAMPHUYSEN, C.J., A comparative study of the diet of Guillemots Uria aalge and Razorbills Alca torda killed during the Tricolor oil incident in the south-eastern North Sea in January 2003. In: Atlantic Seabirds (special issue) 6: 147-166.

PERROW, M., SKEATE, E.R., LINES, P., BROWN, D., and TOMLINSON, M.L., 2006. Radio telemetry as a tool for impact assessment of wind farms: the case of Little Terns Sterna albifrons at Scroby Sands, Norfolk, UK. In: Ibis 148: 57-75.

PETERSEN, I.K., CHRISTENSEN, T.K., KAHLERT, J., DESHOLM, M., and FOX, A.D., 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report, commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S, 161p.

PETERSEN, I.K., and FOX, A.D., 2007. Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular reference on Common Scoter. NERI Report, 36p.

PLATTEEUW, M., 1990. Zwarte zee-eenden Melanitta nigra snijden Nederlandse kust af. In: Sula 4: 70-74.

PLATTEEUW, M., HAM, N.F. VAN DER, en OUDEN, J.E. DEN, 1994. Zeetrektellingen in Nederland in de jaren tachtig. In: Sula 8 (1/2, special issue): 1-203.

PRINS, T.C., TWISK, F., HEUVEL-GREVE, M.J. VAN DEN, TROOST, T.A., BEEK, J.K.L. VAN, 2008. Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. Report. Deltares, Delft.

RICHARDSON, W.J., 1978. Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review. In: Oikos 30: 224-272.

SCHWEMMER, P., and GARTHE, S., 2006. Sea ducks and impacts of ship traffic in the Baltic Sea. In: J. Ornithol. 147 suppl.: 249.

SKOV, H., DURINCK, J., LEOPOLD, M.F., and TASKER, M.L., 2007. A quantitative method for evaluating the importance of marine areas for conservation of birds. In: Biological Conservation 136: 362-371.

SKOV, H., DURINCK, J., LEOPOLD, M.F., and TASKER, M.L., 2007. A quantitative method for evaluating the importance of marine areas for conservation of birds. In: Biological Conservation 136: 362-371.

SPAANS, A.L., WINDEN, J. VAN DER, LENSINK, R., BERGH, L.M.J. VAN DEN, en DIRKSEN, S., 1998. Vogelhinder door windturbines, Landelijk onderzoekprogramma, deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en vlieghoogtes langs de Afsluitdijk, Bureau Waardenburg rapport 98.015, Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

STIENEN E.W.M., COURTENS W. & VAN DE WALLE M., 2007. Population dynamics of gulls and terns. In: M. Vincx, E. Kuijken & F. Volckaert (eds). Higher trophic levels in the Southern North Sea (Trophos). Part 2, Global change, ecosystems and biodiversity. Belgium Science Policy, Brussels, 88p.

STIENEN, E.W.M., COURTENS, W., EVERAERT, J., and WALLE, M. VAN DE, 2008. Sex-biased mortality of Common Terns in wind farm collisions. In: Condor 110: 154-157.

TULP, I., SCHEKKERMAN, H., LARSEN, J.K., WINDEN, J. VAN DER, HATERD, R.J.W. VAN DE, HORSSEN, P. VAN, DIRKSEN, S., and SPAANS, A.L.,. Nocturnal flight activity of sea ducks near the windfarm Tunø Knob in the Kattegat, Bureau Waardenburg bv, Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO) and National Environmental Research Institute (NERI), Bureau Waardenburg report 99.64, Culemborg.

LAAR, F.J.T. VAN DE, 2001. Desoriëntatie van vogels door gaswinlokaties op de Noordzee. Rapport NAM en SBNO, Assen/Amsterdam.

BERG, A.B. VAN DEN, en Bosman, C.A.W., 1999. Avifauna van Nederland I - Zeldzame vogels van Nederland, met vermelding van alle soorten. KNNV, Utrecht, 397p.

MEIJ, S.E.T. VAN DER, and CAMPHUYSEN, C.J., 2006. Distribution and diversity of whales and dolphins (Cetacea) in the Southern North Sea: 1970-2005. In: Lutra 49: 3-28.

WINDEN, J. VAN DER, DIRKSEN, S., BERGH, L.M.J. VAN DEN, en SPAANS, A.L., 1996. Nachtelijke vliegbewegingen van duikeenden bij het Windpark Lely in het IJsselmeer, Bureau Waardenburg rapport 95.052, Bureau Waardenburg, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Culemborg, Wageningen.

WINDEN, J. VAN DER, MOORSEL, G.W.N.M. van, en DIRKSEN, S., 1997. Bureau Waardenburg, Near shore windenergie, voorstudie locatieselectie, deelstudie ecologie (rapport nr. 97.015), Culemborg/Wageningen.

DOBBEN, W.H. VAN, 1953. Migration in the Netherlands. In: Ibis 95: 214-234.

GASTEREN, H. VAN, BELLE, J. VAN, en BUURMA, L.S.,. Kwantificering van vogelbewegingen langs de kust bij IJmuiden: een radarstudie, Rapport Koninklijke Luchtmacht, Den Haag.

WINKELMAN, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen, RIN-rapport 89/15, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

WOLF, 2004.

LAAR, F.J.T. VAN DE, 2007. Groen licht voor vogels. Onderzoek naar het effect van een vogelvriendelijke lichtkleur. NAM, Assen, 22p.

Bijlsma et al. 2001: Bijlsma, R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen, 2001. Algemene en schaarse vogels van Nederland met vermelding van alle soorten. Avifauna van Nederland 2. Rapport 5517. GMB / KNNV, Haarlem / Utrecht.

Delany, S. & D. Scott, 2006. Waterbird Population Estimates. Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen

Koffijberg K. & Dijksen L. 2008. Monitoring Waddenzee. pp. 31-34 In: van Dijk A.J., Boele A., Hustings F., Koffijberg K. & Plate C.L. 2008. Broedvogels in Nederland in 2006. SOVONmonitoringrapport 2008/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, L. van den Bremer, B. Ens, R. Kleefstra, J. Schoppers, J Vergeer, W. & L. Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & Soldaat, 2007.

Watervogels in Nederland 2005/2006. SOVON-Monitoringsrapport 2007/03. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Vleermuizen

LIMPENS, H.J.G.A., HUITEMA, H., en DEKKER, J.J.A., 2007. Vleermuizen en windenergie, Analyse van effecten en verplichtingen in het spanningsveld tussen vleermuizen en windenergie, vanuit de ecologische en wettelijke invalshoek. VZZ rapport 2006.50. Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem.

BOSHAMER, J.P.C., en BEKKER, J.P., 2008. Nathusius' pipistrelles (Pipistrellus nathusii) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. In: Lutra 2008 nr. 51 (1): 17-36.

DIETZ, C., HELVERSEN, O. VON, und NILL, D., 2007. Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas, Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. Kosmos Naturführer, Stuttgart.

KNNV. 1997; Atlas van de Nederlandse vleermuizen. Utrecht. Lange, R. P. Twisk, A. van Winden & A. van Diepenbeek. 1994. Zoogdieren van West-Europa. KNNV Uitgeverij Utrecht Website British Bat Group:

HOOFDSTUK 8 EFFECTEN OP ONDERWATERLEVEN

AARTS, G., MacKENZIE, M., McCONNELL, B., FEDAK, M., and MATTHIOPOULOS, J., 2008. Estimating space-use and habitat preference from wildlife telemetry data. Ecography, online publication. doi: 10.1111/j.2007.0906-7590.05236.x.

AIRTRICITY, 2008. Passende Beoordeling Windpark Breeveertien II. 11 December 2008

ARTS, F.A., en BERREVOETS, C.M., 2005. Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991-2005. Verspreiding, seizoenspatroon en trend van zeven soorten zeevogels en de Bruinvis. Rapport RIKZ/2005.032.

ARVESON, P.T., and VENDITTIS, D.J., 2000. Radiated noise characteristics of a modern cargo ship. In: J. Acoust. Soc. Am. 107: 118-129.

ASJES, J., TULP, I.Y.M., DEKKER, W.,. HEESSEN, H.J.L, DAAN, N., en GRIFT, R.E., 2004. Kwaliteitsparameters en meetmethoden voor de monitoring en evaluatie van effecten de Maasvlakte 2 op vis. RIVO rapportnr. C036/04.

BAL, D., BEIJE, H.M., FELLINGER, M., HAVEMAN, R., OPSTAL, A.J.F.M. VAN, en ZADELHOFF, F.J. VAN, 2001. Handboek natuurdoeltypen. 2e geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV, Wageningen.

BETKE, K., SCHULTZ-VON GLAHN, M., and MATUSCHEK, R., 2004. Underwater noise emissions from offshore wind turbines. CFA/DAGA 2004.

BISSELING, C.M., DAM, C.J.F.M. VAN, SCHIPPERS, A.C., WIELEN, P. VAN DER, en WIERSINGA, W., 2001. Met de natuur in zee. Rapportage project 'Ecosysteemdoelen Noordzee', kennisfase. Expertisecentrum LNV, Wageningen.

BRASSEUR, S., REIJNDERS, P., HENRIKSEN, O.D., CARSTENSEN, J., TOUGAARD, J., TEILMANN, J., LEOPOLD, M., CAMPHUYSEN, K., and GORDON, J., 2004. Baseline data on the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, in relation to the intended wind farm site NSW, in the Netherlands. Alterra-rapport 1043, 80p.

BRASSEUR, S.M.J.M., en REIJNDERS, P.J.H., 2001. Zeehonden in de Oosterschelde, fase 2. Alterra-rapport 353: 58 pp.

BRASSEUR, S.M.J.M., SCHEIDAT, M., AARTS, G.M., CREMER, J.S.M., and BOS, O.G., 2008. Distribution of marine mammals in the North Sea for the generic appropriate assessment of future offshore wind parks. IMARES Report to Deltares, in print.

Caltrans, 2004. Fisheries and Hydroacoustic Monitoring Program Compliance Report for the San Francisco-Oakland Bay Bridge East Span Seismic Safety Project. Prepared by Strategic Environmental Consulting, Inc. and Illingworth & Rodkin, Inc. June.

CAMPHUYSEN, C.J., en PEET, G., 2006. Walvissen en dolfijnen in de Noordzee. Fontaine Uitgevers / Stichting De Noordzee.

CHAPMAN, C.J., and HAWKINS, A.D., 1973. A field study of hearing in the Cod, *Gadus morhua* L. In: J. Comp. Physiol. 85: 147-167.

CHAPMAN, C.J., and SAND, O., 1974. Field studies of hearing in two species of flatfish Pleuronectes platessa L. and Limanda limanda L. (family Pleuronectidae). In: Comp. Biochem. Physiol. 47A: 371-385.

CONSORTIUM Arcadis-Technum, 2007. Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde – hoofdrapport Passende Beoordeling. In opdracht van Technische Scheldecommissie.

CRAEYMEERSCH, J.A., en PERDON, J., 2006. De halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata*, in de Nederlandse kustwateren in 2005. RIVO rapport C036/06.

CRAEYMEERSCH, J.A., DIMMERS, W., en SISTERMANS, W., 1998. Het macrobenthos in het mondingsgebied van de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet. Een voorstudie in het kader van Maasvlakte 2. NIOO-CEMO rapportnr. 1998-5.

DAAN, N., 2000. De Noordzee-visfauna en criteria voor het vaststellen van doelsoorten voor het natuurbeleid. RIVO Rapport C031/00.

DAAN, R., and MULDER, M., 2000. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1999 and a comparison with previous data. NIOZ-Rapport 2000-7.

DAAN, R., and MULDER, M., 2003. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 2002 and a comparison with previous data. NIOZ-Rapport 2003-5.

DAAN, R., BERGMAN, M.J.N., en DUINEVELD, G.C.A., 1999. Macrobenthos op Loswal Noord en Noordwest in 1998, 2 jaar na verplaatsing van het stortingsgebied. NIOZ-rapport 1999-1.

DAAN, R., BERGMAN, M.J.N., en DUINEVELD, G.C.A., 2000. Macrobenthos op Loswal Noord en Noordwest in 1998, 3 jaar na verplaatsing van het stortingsgebied. NIOZ-rapport 2000-2.

DAAN, R., BERGMAN, M.J.N., en SANTBRINK, J.W., 1998. Macrobenthos op Loswal Noord en Noordwest in 1997, 1 jaar na verplaatsing van het stortingsgebied. NIOZ-rapport 1998-2.

ECOFYS, 2006. MER Offshore windturbinepark Scheveningen Buiten (hoofdrapport, achtergronddocument en 3 addenda).

HAAN, D. DE, BURGGRAAF, D., YBEMA, S., and HILLE LAMBERS, R., 2007. Underwater noise emissions and effects of the pile driving of the OWEZ windfarm facility near Egmond aan Zee (Tconstruct). Commissioned by Noordzeewind. Report nr. OWEZ_R_251_Tc20071029. IMARES number: C106/07.

Hastings, M.C. & A.N. Popper, 2005. Effects of sound in fish. Commissioned by: California Department of Transportation Contract No. 43A0139, Task Order 1

HEINIS, F., C.T.M. VERTEGAAL, C.R.J. GODERIE & P.C. VAN VEEN, 2007. Habitattoets, Passende Beoordeling en uitwerking ADC-criteria ten behoeve van de vervolgbesluiten van Maasvlakte 2. Havenbedrijf Rotterdam NV, Projectorganisatie Maasvlakte 2.

JONG, C.A.F. DE, and AINSLIE, M.A., 2008a. Underwater radiated noise due to the piling for the Q7 Off-shore wind park. TNO report MON-RPT-033-DTS-2007-03388, March 2008.

JONG, C.A.F. DE, and AINSLIE, M.A., 2008b. Underwater radiated noise due to the piling for the Q7 Offshore Wind Park. Proc. Acoustics 2008.

DEGN, U., 2000. Offshore Wind Turbines – VVM. Underwater Noise Measurements, Analysis and Predictions. SEAS Distribution, Haslev (English translation of Baggrundsrapport nr. 14 Offshore windpark Nysted/Rodsand).

DONG EENERGY, 2006. Review Report 2005. The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farm. Environmental impact assessment and monitoring. Commissioned by The Environmental Group of the Danish Offshore Wind Farm Demonstration Projects.

EDRÉN, S.M.C., TEILMANN, J., DIETZ, R., and CARSTENSEN, J., 2004. Effect from the construction of Nysted offshore windfarm on seal in Rødsand seal sanctuary based on remote video monitoring. Ministry of the Environment, Denmark.

ENGER, P., 1967. Hearing in herring. In: Comp. Biocehm. Physiol. 22: 527-538.

ENGER, P.S., 1981. Frequency discrimination in teleosts – central or peripheral In: Hearing and Sound Communication in Fish, edited by W.N. Tavolga, A.N. Popper & R.R. Fay. Springer-Verlag, New York, p. 243-255.

GILL, A.B., and TAYLOR, H., 2001. The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon elasmobranch fishes. CCW Science report No. 448.

GERASCH, Dipl.-Ing. Wolf-Jürgen, et al.. Schallimmissionen während des Bauens und des Betriebes von Offshore-Windenergieanlagen . Universität Hannover.

GODERIE, C.R.J., HEINIS, F., en VERTEGAAL, C.T.M., 1999. Beoordelingskader en afbakening (effecten, studiegebied en aspecten). SM2V, Rotterdam.

GREENPEACE, 2005. Offshore Wind Implementing A New Powerhouse For Europe.

GRIFT, R.E., WELLEMAN, H.C., RIJNSDORP, A.D., en VEER, H.W. VAN DER, 2001. De visgemeenschap en de visserij in het Nederlandse kustgebied en de Westelijke Waddenzee. In opdracht van Programmabureau Flyland. RIVO rapportnr. C047/01.

GRIFT, R.E., TULP, I., YBEMA, M.S., and COUPERUS, A.S., 2004. Baseline studies North Sea wind farms: final report pelagic fish. RIVO report nr. C047/04.

GRONTMIJ ADVIES & TECHNIEK, 2003. In opdracht van NoordzeeWind bv, Inrichtings-milieueffectrapport, Near Shore Windpark, 3 juni 2003.

HAMMOND, P.S., BERGGREN, P., BENKEL, H., BORCHERS, D.L., COLLET, A., HEIDE-JØRGENSEN, M.P., HEIMLICH, S., HIBY, A.R., LEOPOLD, M.F., and ØIEN, N., 2002. Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. In: J. Appl. Ecology 39: 361-376.

HÄRKÖNEN, T., BRASSEUR, S., TEILMANN, J., VINCENT, J., DIETZ, R., and REIJNDERS. P., 2007. Status of grey seals along mainland Europe from the Southwestern Baltic to France. In: NAMMCO Scientific Publications 6: 57-68.

HASTINGS, M.C., POPPE, A.N., FINNERAN, J.J., and LANFORD, P.J., 1996. Effects of low-frequency underwater sound on hair cells of the inner ear and lateral line of the teleost fish *Astronotus ocellatus*. In: Journal of the Acoustical Society of America, vol. 99 (3), 1759-1766.

HATTUM, B. VAN, BAART, A.C., and BOON, J.G., 2002. Computer model to generate predicted environmental concentrations (PEC's) for antifouling in the marine environment,

2nd edition accompanying the release of Mam-Pec version 1.4. Rapportnummer E-02-04 / Z3117.IVM, Amsterdam en WL, Delft.

HAWKINS, A.D., and JOHNSTONE, A.D.F., 1978. The hearing of the Atlantic salmon, *Salmo salar*. In: J. Fish. Biol. 13: 655-673.

HEINIS, F., en SPAAN, K., 2003. Realisatie van een zeereservaat in de Voordelta. Expertisecentrum PMR, Rotterdam.

HENRIKSEN, O.D., TEILMANN, J., and CARSTENSEN, J., 2003. Effects of the Nysted Offshore Wind Farm construction on harbour porpoises - the 2002 annual status report for the acoustic T-POD monitoring programme. Technical Report.

HOLTMANN, S.E., GROENEWOLD, A., SCHRADER, K.H.M., ASJES, J., CRAEYMEERSCH, J.A., DUINEVELD, G.C.A., BOSTELEN, A.J. VAN, en MEER, J. VAN DER, 1996. Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk.

HOLTMANN, S.E., DUINEVELD, C.C.A., and MULDER, M., 1999. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1998 and a comparison with previous data. NIOZ-Rapport 1999-5.

HUYS, R., HEIP, C.H.R., HERMAN, P.M.J., and SOETAERT, K., 1992. The meiobenthos of the North Sea: density, biomass trends and distribution of copepod communities. In: ICES J. Mar. Sci. 49: 23-44.

IDON, 2004. Noordzee-atlas. Ministerie van Verkeer en Waterstaat/directie Noordzee. ISBN 90-369-3468-0.

IIAS, 2001. Basslink project: Draft Integrated Impact Assessment Statement.

ISD, ITAP, und DEWI, 2007. Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore-Windenergieanlagen. Abschlussbericht zum BMU-Forschungsvorhaben 0329947. Institut für Statik und Dynamik (ISD), Institut für technische und angewandte Physik GmbH (ITAP), Deutsches Windenergie-Institut GmbH (DEWI).

JANSSEN, J.A.M., en SCHAMINÉE, J.H.J., 2003. De Europese Natuur in Nederland – habitattypen. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

JARVIS, S., ALLEN, J., PROCTOR, N., CROSSFIELD, A., DAWES, O., LEIGHTON, A., McNEILL, L., and MUSK, W., 2004. North Sea Wind Farms: NSW Lot 1Benthic Fauna. Final Report. IECS Report ZBB607.2-F-2004 to: Directorate General of Public Works and Water Management. National Institute for Coastal and marine management/RIKZ.

JUDD, A., FRANKLIN, F., and FAIRE, S., 2003. OSPAR Workshop on Environmental Assessment of Renewable Energy in the Marine Environment, 17 – 18 September 2003; CEFAS.

KAHLERT, J., DESHOLM, M., CLAUSAGER, I., KRAG PETERSEN, I., and KRAG PETERSEN, Ib., 2000. Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Rødsand: results and conclusions, 2000.

KALMIJN, A.J., 1982. Electric and magnetic field detection in elasmobranch fishes. In: Science, 218: 916-918.

KASTAK, D., and SCHUSTERMAN, R.J., 1998. Low frequency amphibious hearing in pinnipeds: methods, measurements, noise and ecology. In: JASA 103: 2216-2228.

KASTELEIN, R.A., BUNSKOEK, P., HAGEDOORN, M., AU, W.L.W., and HAAN, D. DE, 2002. Audiogram of harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) measured with narrow-band frequency-modulated signals. In: JASA 112: 334-344.

KASTELEIN, R.A., VERBOOM, W.C., TERHUNE, J.M., JENNINGS, N., and SCHOLIK, A., 2008. Towards a generic evaluation method for wind turbine park permits requests: assessing the effects of construction, operation and decommissioning noise on marine mammals in the Dutch North Sea. SEAMARCO report no. 1-2008. Commissioned by Deltares.

KNIJN, R.J., BOON, T.W., HEESSEN, H.J.L., and HISLOP, J.R.G., 1993. Atlas of North Sea Fishes. Based on bottom-trawl survey data for the years 1985-1987. ICES Co-operative research report. No 194.

LAVALEYE, M.S.S., LINDEBOOM, H.J., en BERGMAN, M.J., 2000. Macrobenthos van het NCP. NIOZ-rapport 2000-4.

LEOPOLD, M.F., en BAPTIST, M.J., 2007. De effecten van onderwaterzandsuppleties op het habitat van de Kustzee, Spisula en enkele beschermde soorten zeevogels. Wageningen IMARES rapport C014/07, 62p.

LINDEBOOM, H., GEURTS VAN KESSEL, J., en BERKENBOSCH, L., 2005. Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ/2005.008, Alterra Rapport nr. 1109, 104p.

LINDELL, H., 2003. Utgrunden off-shore windfarm – Measurements of underwater noise. Ingemansson Technology AB, report nr. 11-00329-03012700. Commissioned by Airicole, GE Wind Energy and SEAS/Energi E2.

MANN, D.A., LU, Z., and POPPER, A.N., 1997. A clupeid fish can detect ultrasound. In: Nature 48: 341.

MARSH, H.W., and SCHULKIN, M., 1962. Shallow-Water transmission. In: J. Acoust. Soc. Am. 34, 863-864.

MATTHIOPOULOS, J., McCONNELL, B., DUCK, C., and FEDAK, M., 2004. Using satellite telemetry and aerial counts to estimate space use by grey seals around the British Isles. In: J. Appl. Ecol. 41: 476-491.

McCONNELL, B.J., FEDAK, M.A., LOVELL, P., and HAMMOND, P.S., 1994. The movements and foraging behaviour of grey seals in the North Sea. In: P.S. Hammond & M.A. Fedak (eds). Final Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, contract MF0503, SMRU & NERC, Cambridge: 88-148.

McCONNELL, B.J., FEDAK, M.A., LOVELL, P., and HAMMOND, P.S., 1999. Movements and foraging areas of Grey seals in the North Sea. In: J. Appl. Ecol. 36: 573-590.

MINISTERIES VROM, LNV, VenW en EZ, 2006. Nota Ruimte – Ruimte voor ontwikkeling. Deel 4 – tekst na parlementaire instemming.

MOHL, B., 1968. Hearing in seals. In: Harrison et al. (eds). The behaviour and physiology of pinnipeds. pp. 172-195. Appleton-Century-Crofts, NY.

MUUS, B.J., NIELSEN, J.G., DAHLSTRØM, P., en NYSTRÖM, B.O., 1999. Zeevissen van Noord- en West-Europa. Schuyt en Co.

NEDWELL, J.R., PARVIN, S.J., EDWARDS, B., WORKMAN, R., BROOKER, A.G., and KYNOCH, J.E., 2007. Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters. Subacoustech Report No. 544R0736 to COWRIE Ltd. ISBN: 978-0-9554279-5-4.

NEHLS, G., BETKE, K., ECKELMANN, S., and ROS, M., 2007. Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. BioConsult SH report, Husum, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.

OSPAR COMMISSION, 2004. Case reports for the initial list of threatened and/or declining species and habitats in the OSPAR maritime area.

OSPAR COMMISSION, 2006. Review of the Current State of Knowledge on the Environmental Impacts of the Location, Operation and Removal/Disposal of Offshore Wind-Farms . Status Report April 2006.

PERIPLUS, 2008. Geluidsspecificaties surveyapparatuur. Achtergrondnotitie bij MER Tromp-Binnen.

PRINS, T.C., TWISK, F., HEUVEL-GREVE, M.J. VAN DEN, TROOST, T.A., and BEEK, J.K.L. VAN, 2008. Development of a framework for Appropriate Assessment of Dutch offshore windfarms. Deltares report, project number Z4513. Commissioned by Waterdienst, Rijkswaterstaat.

REID, J.B., EVANS, P.G.H., and NORTHRIDGE, S.P., 2003. Atlas of Cetacean distribution in north-west European waters. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.

REIJNDERS, P.J.H., BRASSEUR, S.M.J.M., en BRINKMAN, A.G., 2000. Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra-rapport 078: 56 pp.

RICHARDSON, W.J., GREENE Jr., C.R., MALME, C.I., and THOMSON, D.H., 1995. Marine Mammals and Noise. Academic Press. San Diego.

RIVM, CBS, DLO, 2003. Natuurcompendium 2003 – Natuur in Cijfers. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

ROBINSON, S.P., LEPPER, P.A., and ABLITT, J., 2007. The measurement of the underwater radiated noise from marine piling including of a "soft start" period. In: Proc. IEEE Oceans 2007 – Europe.

ROGERS, S., and STOCKS, R., 2001. North Sea Fish and Fisheries. Strategic Environmental Assessment – SEA2. Technical report TR_003. CEFAS & FRS.

CALTRANS, 2001. Fisheries Impact Assessment. - San Francisco - Oakland Bay Bridge East Span Seismic Safety Project. PIPD EA 012081, Caltrans Contract 04A0148, Task Order 205.10.90, PIPD 04-ALA-80- 0.0/0.5: 57 pp.

SCANS, 2006. Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea. Final report. LIFE04NAT/GB/000245.

SCHMIDT-NIELSEN, K., 1979. Animal physiology: Adaptation and environment. Cambridge University Press.

STOWA, 2007. Referenties en maatlatten voor overgangs- en kustwateren ten behoeve van de kaderrichtlijn water. Update februari 2007. Stowa rapport 2004-44B.

STRUCKER, R.C.W., ARTS, F.A., LILIPALY, S., BERREVOETS, C.M., en MEININGER, P.L., 2006. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2004/2005. Rapport RIKZ/2006.003, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg, 102pp.

STRUCKER, R.C.W., ARTS, F.A., LILIPALY, S., BERREVOETS, C.M., en MEININGER, P.L., 2007. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2005/2006. Rapport RIKZ/2007.005, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg, 106pp.

TIEN, N., TULP, I., and GRIFT, R., 2004. Baseline studies wind farm for demersal fish. Commissioned by Ministry of Transport, Public Works and Water Management, National Institute for Coastal and Marine Management/ RIKZ. TNO/RIVO/Royal Haskoning. Reference 9M9237/R00009/THIE/Gro.

TOMSON, F., LÜDEMANN, K., KAFEMANN, R., and PIPER, W., 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Hamburg, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.

TOUGAARD, J., CARSTENSEN, J., WISZ, M.S., TEILMANN, J., and BECH, N.I., 2005. Harbour Porpoises on Horns Reef - Effects of the Horns Reef Wind Farm. Annual Status Report 2004 to Elsam Engineering A/S. NERI Technical Report July 2005.

TOUGAARD, J., CARSTENSEN, J., HENRIKSEN, O.D., SKOV, H., and TEILMANN, J., 2003. Short-term effects of the construction of wind turbines on harbour porpoises at Horns Reef. Technical report to TechWise A/S. HME/362-02662, Hedeselskabet, Roskilde.

TSEG TRILATERAL SEAL EXPERT GROUP, 2006. Aerial Surveys of Harbour and Grey Seal in the Wadden Sea in 2006. Wadden Sea Newsletter 2006 – No. 1. www.waddensea-secretariat.com

UHLMANN, E., 1975. Power transmission by direct current. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg and New York.

MEIJ, S.E.T. VAN DER, and CAMPHUYSEN, C.J., 2006. The distribution and diversity of whales and dolphins (Cetacea) in de the southern North Sea: 1970-2005. In: Lutra 49: 3-28.

WINDEN, J. VAN DER, MOORSEL, G.W.N.M. VAN, and DIRKSEN, S., 1997. Near shore windenergie, voorstudie locatieselectie, deelstudie ecologie Rapport nr. 97.015, Bureau Waardenburg, Culemborg.

VERTEGAAL, C.T.M., HEINIS, F., en GODERIE, C.R.J., 2007. MER Aanleg Maasvlakte 2 – Bijlage Natuur. Havenbedrijf Rotterdam, Royal Haskoning & Vertegaal-Heinis-Goderie. Rapport nr. 9P7008.A5/Natuur.

WAARDENBURG, H., 1987. De fauna op een aantal scheepswrakken in de Noordzee. Bureau Waardenburg, Culemborg.

WAHLBERG, M., and WESTERBERG, H., 2005. Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore windfarms, In: Mar. Ecol. Prog. Ser. 288: 295-309.

WELLEMAN, H.C., 1999. Vangstgegevens van vis, garnaal en schelpdieren in het Nederlandse kustwater. RIVO rapportnr. C017/99.

WESTERBERG, H., and BEGOUT-ANRAS, M.L., 2000. Orientation of silver eel (Anguilla anguilla) in a disturbed geomagnetic field. Advances in Fish Telemetry.

WÜRSIG, B., GREENE, C.R., and JEFFERSON, T.A., 2000. Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. In: Mar. Environ. Res. 49, 79-93.

YELVERTON, J.T., RICHMOND, D.R., HICKS, W., SANDERS, K., and FLETCHER, E.R., 1972. Safe distances from underwater explosions for mammals and birds. Rep. from Lovelace Foundation for Medical Educ. and Res. for Defense Nuclear Agency.

HOOFDSTUK 9 EFFECTEN SCHEEPVAARTVEILIGHEID

N.B. zie ook literatuur in rapport Marin

Adviesrapport Nautische Adviesgroep Scheveningen Buiten

LINDEBOOM, H., GEURTS VAN KESSEL, J., en BERKENBOSCH, L., 2005. Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Report No. RIKZ/2005.008, RIKZ, Alterra, Den Haag, Wageningen.

NAUTISCHE VISIE, 2008[1]. "Nautische visie windturbineparken op zee", versie 1.3 d.d. september 2008.

BARENTSE, J., 2000. Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000.

HOOFDSTUK 10 EFFECTEN KABELS

KALMIJN, A.J., 1971. The electric sense of sharks and rays. In: J. Exp. Biol., 55, pp. 371-383.

---

[1] De Nederlandse Vereniging van Kapiteins ter Koopvaardij, Dirkzwager's Coastal & Deep Sea Pilotage B.V., de Kustwacht, het Nederlands Loodswezen B.V. Regio Rotterdam-Rijnmond, Haven Amsterdam, Productschap Visserij, de Koninklijke Vereniging van Nederlandse Reders en het Havenbedrijf Rotterdam N.V.

KALMIJN, A.J., 1974. The detection of electric fields from inanimate and animate sources other than electricorgans. In: Handbook of Sensory Physiology (Vol. 3) (uitg. door A. Fessard), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 147–200.hy.

KEMA, 2002 (Koops, F.B.J.). Possible effects of static magnetic fields on marine organisms, report no. 40210086-TDC 02-29931A.

OSPAR, 1996. PARCOM Decision 96/3 on a Harmonized Mandatory Control System for the Use and Reduction of the Discharge of Offshore Chemicals. Oslo, 1996.

PALS et al., 1982. Local geo-electric fields at the bottom of the sea and their relevance for electro-sensitive fish. In: Neth. J. Zool. 32 (4) pp. 479-494.

SEV III, 2007. Passende Beoordeling, Bijlagenrapport, Ministerie van Economische Zaken.

SWEDPOWER, 2003. Electrotechnical studies and affects on the marine ecosystem for BritNed Interconnector, SwedPower, May 2003.

HOOFDSTUK 11 OVERIGE EFFECTEN

SCHOLTEN, dr. M.C.Th., et al., 2007. Perspectieven voor mosselzaadinvang (MZI) in de Nederlandse kustwateren. Een evaluatie van de proefperiode 2006-2007. TNO Imares Den Helder, in opdracht van Ministerie van LNV.

AIP, 2008. Aeronautical Information Publication, www.ais-netherlands.nl

KEMA, 2008a. Veiligheidsanalyse helicopterverkeer windturbinepark Tromp Binnen, KEMA 08-2834, December 2008

LUCHTMACHT, 2008. www.luchtmacht.nl

LVNL, 2008. Zienswijze LVNL windparken Noordzee, Notitie Luchtverkeersleiding Nederland, 2008.

KUSTWACHT, 2007. Jaarverslag Kustwacht 2007.

TNO, 2007 (Theil, A., Ewijk, L.J. van). Risk analysis of wind turbine farms on a North Sea based wide area multiletration system and on VHF/UHF radiocommunication, TNO Defence, security and safety.

TNO, 2008. Persoonlijke communicatie met de heer Theil van TNO, 10 juni 2008.

HOOFDSTUK 13 MITIGATIE, COMPENSATIE EN MEEST MILIEUVRIENDELIJK ALTERNATIEF

Gerasch et al., 2005. Dipl.-Ing. Wolf-Jürgen Gerasch, Dr. Karl-Heinz Elmer, Curt-Risch-Institut, Universität Hannover Dr. Thomas Neumann, Dipl.-Ing. J. Gabriel, Deutsches Windenergie-Institut (DEWI), Wilhelmshaven Dr. Schultz- v. Glahn, Dr. K. Betke, Institut für technische und angewandte Physik (itap), Oldenburg. Schallimmissionen während des Bauens und des Betriebes von Offshore-Windenergieanlagen

Robinson et al., 2007. ROBINSON, S.P., LEPPER, P.A., and ABLITT, J., 2007. The measurement of the underwater radiated noise from marine piling including of a "soft start" period. In: Proc. IEEE Oceans 2007 – Europe.

NEHLS, 2007. NEHLS, G., BETKE, K., ECKELMANN, S., and ROS, M., 2007. Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. BioConsult SH report, Husum, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.

WÜRSIG e.a., 2000. WÜRSIG, B., GREENE, C.R., and JEFFERSON, T.A., 2000. Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. In: Mar. Environ. Res. 49, 79-93.

VERKLARENDE LIJST VAN BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

Abiotisch	Behorend tot de levenloze natuur
Abundantie	Maat voor de frequentie van het voorkomen van een soort op een bepaalde oppervlakte
Achtergrondgeluid-niveau	Indicatie voor de sterkte van achtergrondgeluid
ACMI	Air Combat Manoeuvring Installation
AIS-transponder	Automatic Identification System transponder, die de positie van het schip continu uitzendt
Alternatief	Een alternatief op de Voorgenomen Activiteit en daarmee één van een aantal mogelijke (hoofd)oplossingsrichtingen
Alternatief 1 (A1)	Alternatief met 3,6 MW turbines in hoge dichtheid
Alternatief 2 (A2)	Alternatief met 5 MW turbines in lage dichtheid
Alternatief 3 (A3)	Alternatief met 3,6 MW turbines in lage dichtheid
Antifouling	Methode om ongewenste aangroei van microscopisch kleine organismen te voorkomen
Ashoogte	De hoogte van de as van de turbine boven gemiddeld zeeniveau
Bathymetrische grid	Schematische aanduiding van de voorkomende bodem-structuren
Benthos	Verzamelnaam voor alle in, op of bij de bodem levende organismen
Biogeografisch	De verspreiding van planten en dieren die kenmerkend zijn voor een gebied
Bioturbatie	Het door elkaar werken en verplaatsen van sediment door organismen
Bladverstelmechanisme	Mechanisme om de bladen van de windturbine te draaien
Brandingsbanken	Een door de branding opgeworpen zandbank
Brandingsruggen	Een door de branding opgeworpen zandrug
Bubble curtains	Bellengordijnen onder water
Candela.	Standaardeenheid van lichtsterkte
Chlorofyl-a	Groene bladkleurstof van planten
Clearways	Obstakelvrije scheepvaartverbindingen tussen de internationaal vastgestelde verkeersscheidingsstelsels
CNS	Communicatie, Navigatie en Surveillance Systeem
Committering	Aangegane verplichting tot bijdrage aan een bepaalde activiteit

Compenserende maatregelen	Fysieke maatregelen ter vergoeding van negatieve effecten op habitats en/of soorten die het gevolg zijn van een project, ingreep
Conusvormige	Bezit de vorm van een kegel
Coriolis-versnelling	Verschijnsel dat water en lucht een afwijking naar links of naar rechts krijgen ten gevolge van de draaiing van de aarde
Crossing agreements	Afspraken tussen eigenaren van kabels en leidingen die elkaar kruisen
Defensierestrictiegebieden	Gebied voorbehouden aan defensie. Deze gebieden zijn uitgesloten voor windparken
Deltaisch milieu	Gebied met vertakkende riviermonding
DGTL	Directoraat-Generaal Transport en Luchtvaart. Organisatie die toezicht uitoefent ten aanzien van luchtverkeersbeveiliging. Sinds 1 juli 2008 hernoemd tot Directoraat-Generaal Luchtvaart en Maritieme Zaken (DGLM)
Discordant	Hoekverschil tussen twee sedimentaire gesteentelagen
Doelsoort	Biologische soort, die beschermingsmaatregel bepaalt en waarmee ook de werking van een maatregel getoetst kan worden
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland. Centrum voor onderzoek naar energie
EEZ	Exclusieve Economische Zone
EHS	Ecologische Hoofdstructuur
Eiders	Vogel uit de familie Merginae
Elektro-sensorisch	Omzetting elektrisch of niet-elektrisch signaal in elektrisch signaal voor verdere bewerking
Ensis directus	Een in zee levend tweekleppig weekdier
Epifauna	Waterdieren die geassocieerd zijn met een harde ondergrond
Estuariene	Een natuurlijke overgangszone van rivier- naar zeewater dat onder invloed van het getij voortdurend verandert
EZ	Ministerie van Economische Zaken
Faeces	Uitwerpselen
Ffw	Flora- en faunawet
Floodlights	Verlichting van masten van windmolens
Fluxen	De vliegactiviteit van vogels in vogels per uur per kilometer

Flyland	Onderzoeksprogramma naar een luchthaven in zee
GBEW (-gebieden)	Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden
GBS-fundering	Fundering met Gravity Based Structure
Gehydrolyseerd	Chemische reactie waarbij een chemische verbinding reageert met een watermolecuul en daarbij in tweeën gesplitst wordt
Geomorfologie	Beschrijving en verklaring van de vormen aan het aard-oppervlak
Geostatistisch	Ruimtelijke verdeling van meetwaarden
Gestratificeerd	Gelaagdheid
Getijbanken	Bepaald type zandrug
Getijcomponenten	Zaken die het getij beïnvloeden
Getijdestromen	Stromen veroorzaakt door de werking van getijden
Getijde-zogs	Stromingsveld veroorzaakt door getijden
Getijfase	Stadium waarin het getij verkeert
GLLWS	Gemiddeld laagste waterstand tijdens springtij
Gravity based structure	Fundering van beton of van een staalconstructie die met stenen, zand of water wordt gevuld
GVB	Gemeenschappelijk Visserijbeleid
GWh	Gigawattuur, eenheid van energie
Habitat	Leefomgeving
Habitatrichtlijngebieden	Natuurgebieden die onder de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn vallen
HD	Hoge Dichtheid (van de windturbines in het park)
HMR	Helicopter main route; route waar helikopters regelmatig vliegen
Holocene afzettingen	Afzettingen tijdens het geologische tijdvak Holoceen: van 11.000 jaar geleden tot nu
HPZ	Helicopter protected zone; gebied ingesteld ter bescher-ming van het helikopterverkeer
Hydrodynamica	Stromingsleer van water
Hydromorfologie	De leer van de vormen in het landschap ontstaan door water
IALA-richtlijnen	Internationale richtlijnen voor verlichting
IBN 2015	Integraal Beheerplan Noordzee 2015
IDON	Interdepartementaal Directeuren Overleg Noordzee
Infauna	Alle in water levende dieren, die geassocieerd zijn aan een los sediment

Inrichtingsvariant	Variant in de configuratie van de windturbines of de elektrische infrastructuur in het park
Iso-M-veld-contouren	Lijnen in een plat vlak getekend met gelijke veldsterkte
IVW	Inspectie Verkeer en Waterstaat
Jacket	Vierpoot (-fundering)
Jack-up platform	Drijfplatform
J-tubes	Buizen waardoor de kabels van/naar de turbines lopen
Juvenielen	Niet geslachtsrijp organisme
Kabelcrossings	Kruisen van kabels
Kathodische bescherming	Methode van corrosiebestrijding die berust op het principe van potentiaalverlaging van het te beschermen object
Kleptoparasitair gedrag	Het stelen van voedsel (bij dieren)
Kustzee	Zee nabij de kust
KWC	Kustwachtcentrum
Laminaties	Laagjes op elkaar van een bepaald materiaal
LAT-zeeniveau	Laagste Astronomische Getij
LD	Lage Dichtheid (van de windturbines in het park)
Lithologie	Gesteente
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
m.e.r.	Milieueffectrapportage
Macrozoöbenthos	Dierlijke organismen die op of in de bodem van een zoet, brak of zout water leven
Maricultuur	Maricultuur omvat de teelt van mariene organismen voor consumptie
Marine Protected Area	Beschermd natuurgebied op zee
Meiofauna	In het zand levende organismen
MER	Milieueffectrapport
Metaal-ion	Deeltje van metaal
Meteomasten	Mast om meteorologische data te ontvangen
Mitigerende maatregelen	Maatregelen om negatieve effecten op habitats en/of soorten te voorkomen of te verzachten
MMA	Meest milieuvriendelijk alternatief
Monopaal	Een enkele paal
MSL	Mean Sea Level
Mton	Mega ton = 1 miljard kg
Munitiestortgebied	Gebied waar militaire middelen worden getest of bewaard
MW	Megawatt

MZI-potentie	Mogelijkheden van MosselZaadInvang
NA	Nulalternatief
NAP	Normaal Amsterdams Peil
Natura 2000-gebieden	Europees netwerk van beschermde natuurgebieden
Natuurdoeltype	Kwaliteitsdoel in de Ecologische Hoofdstructuur
Nb-wet	Natuurbeschermingswet
NCP	Nederlands Continentaal Plat
Near Shore Windpark	Windpark in zee nabij de kust
NOGEPA	Nederlandse Olie en Gas Exploratie en Productie Associatie
Noordzeeloket	Centraal punt dat informatie geeft aan organisaties die activiteiten ontplooien op de Noordzee
Nucella lapillus	Purperslak
NWEA	Nederlandse Wind Energie Associatie
Offshore	Gepositioneerd in zee, op afstand van de kust
Onderwateroever	De laatste paar kilometer naar de kustlijn waar de waterdiepte afneemt
Ontgrondingsdiepte	Diepte van afgraving
Ontgrondingskuil	Kuil die ontstaat na afgraving
OSPAR verdrag	Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic
OWEZ	Offshore Windpark Egmond aan Zee
Paleolandschap	Landschap uit het Paleozoïcum tijdperk
Pelagisch	In open zee (niet op de bodem)
Phaeocystis	Schuimalg
Pleistoceen	Geologisch tijdvak
Pre-lay survey	Onderzoek dat voor het leggen van kabels wordt uitgevoerd
RACM	Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten
Ramsar-conventie	Verdrag ter bescherming van natte natuurgebieden ("wetlands")
Refugium functie	Toevlucht, vluchtplaats
Rijksdriehoekstelsel	Nederlands nationale coördinatennetwerk
RMTR	Reference Maritime Transmitter
Root-mean-square	Kwadratisch gemiddelde
RWS	Rijkswaterstaat

SAMSON-model	Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea
SAR	Search and Rescue
SDE	Stimuleringsregeling Duurzame energieproductie
SEV	Structuurschema elektriciteitsvoorziening
Slakdolf	Straalvinnige vis
Special Protected Area	Speciaal beschermd gebied
Spisula subtruncata	Halfgeknotte strandschelp
Stratigrafische eenheid	Eenheid om de volgorde van opeenvolgende aardlagen (stratificatie) aan te geven
Tesla	Standaardeenheid van magnetische fluxdichtheid en magnetische polarisatie
Toppredatoren	Laatste schakel in het mariene voedselweb
TOW	Transitie Offshore Wind
TRA	Temporary Reserved Airspaces
Traffic lanes	Verkeersstelsels
Transponeringstabel	Tabel waarbij wordt aangegeven welk oude wetsartikel correspondeert met welk nieuw wetsartikel
Trenchen, trench jetting	Spuittechniek voor sleuven ten behoeve van kabelaanleg
Tripod	Driepoot (-fundering)
Uitvoeringsvariant	Variant in onder andere type windturbine, fundering, transformatorstation en de elektrische infrastructuur buiten het park
V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
VA	Voorgenomen activiteit. 5 MW turbines in hoge dichtheid
Variant	Alle verdere onderverdelingen op de alternatieven worden aangeduid als varianten
Veendetritus	Stukgeslagen veenresten die ergens anders weer zijn afgezet
Voorgenomen Activiteit	Beschrijving van de activiteiten waarvoor vergunning wordt aangevraagd (hier: aanleg, gebruik en verwijdering van windturbinepark en kabel)
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu
WAM (Wide Area Multilataration)	Radar-plaatsbepalingssysteem
Wbr	Wet beheer rijkswaterstaatswerken
Weibull-verdeling	Type kansverdeling
Weichselien	Laatste ijstijd

Zandgolfkammen	Gedeelte van zandgolf
Zandgolfmigratie	Verplaatsing van zandgolf
Zogverlies	Energieverlies veroorzaakt door wervelingen in de wind achter de rotor van de windturbine