

MER WINDPARKEN GEMINI

DEEL B

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN, LANDBOUW EN
INNOVATIE
TYPHOON OFFSHORE

19 oktober 2012
076707818:A - Definitief
B02024.000089.0100



Inhoud

Deel B Effectbeoordeling windparken.....	5
1 Methode voor effectbeoordeling.....	7
1.1 Inleiding.....	7
1.2 Beoordelingskader.....	7
1.3 Methode beoordeling effecten	12
1.4 Vergelijking van de alternatieven.....	14
2 Energieopbrengst, emissies en rentabiliteit.....	17
2.1 Inleiding.....	17
2.2 Energieopbrengst en vermeden emissies	17
2.2.1 Op welke manier is de opbrengst berekend.....	18
2.2.2 Opbrengsten en verminderingspotentieel voor CO ₂	26
2.2.2.1 Buitengaats.....	26
2.2.2.2 ZeeEnergie	26
2.2.3 Wisselvalligheid van de electriciteitsproductie in verband met extra reservercapaciteit	27
2.2.4 Energiebalans en duurzaamheid	27
2.2.4.1 Rentabiliteitsberekeningen voor de verschillende windparkconfiguraties voor Buitengaats	29
2.2.4.2 Rentabiliteitsberekeningen voor de verschillende windparkconfiguraties voor ZeeEnergie	30
2.3 Effectbeschrijving.....	31
3 Natuur.....	33
3.1 Inleiding.....	33
3.2 Ingrepen en invloeden	33
3.3 Te beschouwen effecten	34
3.4 Beschrijving referentiesituatie (HS/AO)	37
3.4.1 Natura 2000-gebieden	37
3.4.2 Vogels	39
3.4.2.1 Inleiding	39
3.4.2.2 Onderzoeksgebied en gegevensbronnen	39
3.4.2.3 Huidige situatie	39
3.4.2.4 Autonome ontwikkeling	47
3.4.3 Zeezoogdieren.....	47
3.4.3.1 Inleiding	47
3.4.3.2 Onderzoeksgebied en gegevensbronnen	47
3.4.3.3 Huidige situatie	48
3.4.3.4 Autonome ontwikkeling	54
3.4.4 Vissen	55
3.4.4.1 Onderzoeksgebied en gegevensbronnen	55
3.4.4.2 Huidige situatie	56
3.4.4.3 Autonome ontwikkeling	56

3.4.5	Benthos	57
3.4.5.1	Onderzoeksgebied en gegevensbronnen	57
3.4.5.2	Huidige situatie	57
3.4.5.3	Autonome ontwikkeling	58
3.5	Effectbeschrijving en –beoordeling	59
3.5.1	Vogels	60
3.5.1.1	Gegevensbasis en stand van de kennis	60
3.5.1.2	Beschrijving aanvaringsrisico	60
3.5.1.3	Beschrijving geluid en trillingen	73
3.5.1.4	Beschrijving visuele onrust en licht	76
3.5.1.5	Beschrijving habitatverlies	81
3.5.1.6	Beschrijving vertroebeling en verontreiniging	84
3.5.1.7	Beschrijving habitatverbetering	85
3.5.1.8	Beschrijving externe werking	86
3.5.1.9	Effectbeoordeling van windpark Buitengaats en ZeeEnergie	87
3.5.1.10	Cumulatieve effecten Buitengaats, ZeeEnergie en Clearcamp	100
3.5.2	Zeezoogdieren	101
3.5.2.1	Gegevensbasis en stand van de kennis	101
3.5.2.2	Beschrijving geluid en trillingen	101
3.5.2.3	Beschrijving visuele onrust / licht	114
3.5.2.4	Beschrijving habitatverlies	116
3.5.2.5	Beschrijving vertroebeling en verontreiniging	118
3.5.2.6	Beschrijving opwarming bodem en elektro-magnetische velden	119
3.5.2.7	Beschrijving habitatverbetering	120
3.5.2.8	Beschrijving externe werking	122
3.5.2.9	Effectbeoordeling windparken Buitengaats en ZeeEnergie	124
3.5.2.10	Cumulatieve effecten Buitengaats, ZeeEnergie en Clearcamp	131
3.5.3	Vissen	132
3.5.3.10	Cumulatieve effecten Buitengaats, ZeeEnergie en Clearcamp	168
3.5.4	Benthos	169
3.5.4.1	Gegevensbasis en stand van de kennis	169
3.5.4.2	Beschrijving habitatverlies	169
3.5.4.9	Cumulatieve effecten Buitengaats, ZeeEnergie en Clearcamp	208
4	Sedimenten, geomorfologie en hydrologie	209
4.1	Inleiding	209
4.2	Algemeen / methodiek	209
4.3	Beschrijving referentiesituatie (HS/AO)	213
4.3.1	Huidige situatie / bestandsbeschrijving Buitengaats	213
4.3.2	Huidige situatie / bestandsbeschrijving ZeeEnergie	213
4.3.3	Autonome ontwikkeling Buitengaats en ZeeEnergie	214
4.4	Effectbeschrijving	215
4.4.1	Storende werkingen door aanleg/verwijderen	215
4.4.2	Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten	215
4.4.2.1	Verstoring van zeebodem en waterkolom – indirecte effecten	223
4.4.2.2	Overige	226
4.4.2.3	Externe werking	227
4.4.3	Storende werkingen door gebruik	227
4.4.3.1	Directe effecten	227

4.4.3.2	Wegvallen verstoringen	228
4.4.3.3	Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen.....	229
4.4.3.4	Verstoring van de zeebodem – opwarming	235
4.4.3.5	Overige.....	236
4.4.3.6	Externe werking	237
4.4.4	Inschatting van de betrouwbaarheid van gegevens voor het kwantificeren van de effecten	237
4.4.5	Samenvattend overzicht van de effectvoorspellingen	237
4.4.6	Cumulatieve effecten.....	245
4.5	Effectbeoordeling.....	246
5	Scheepvaart en veiligheid	249
5.1	Inleiding.....	249
5.2	Werkwijze.....	250
5.2.1	Effect van het windpark.....	252
5.2.2	Model invoer en uitgangspunten	253
5.2.2.1	Verkeer	253
5.2.2.2	Gebruikte modellen	254
5.2.3	Gevolgschade	255
5.2.3.1	Schade aan windturbine en schip	255
5.2.3.2	Bepalen van persoonlijk letsel	257
5.2.4	Effecten voor de scheepvaart	258
5.2.5	Kruisende scheepvaart.....	259
5.2.6	Tijdelijk onmanoeuvrerebare schepen	266
5.3	Resultaten	268
5.3.1	Buitengaats: locatie en inrichtingsvarianten	269
5.3.1.1	Aanvaar/Aandrijf frequenties	271
5.3.2	Gevolgschade	273
5.3.2.1	Schade aan het schip.....	273
5.3.2.2	Schade aan de windturbines.....	273
5.3.2.3	Milieuschade.....	273
5.3.2.4	Persoonlijk letsel	275
5.3.2.5	Beoordeling van het risico	275
5.3.3	Buitengaats: effecten voor de scheepvaart.....	275
5.3.4	Het effect van het werkverkeer op het risico: Buitengaats	276
5.3.5	Radardekking naar de Nederlandse havens	277
5.3.6	Kruisend scheepvaartverkeer.....	277
5.3.7	Vergelijkingen opstellingen voor de varianten.....	277
5.3.8	Extra aanvaringen door zicht belemmering	279
5.3.8.1	Conclusie.....	280
5.3.9	ZeeEnergie: locatie en inrichtingsvarianten	280
5.3.9.1	Aanvaar/ Aandrijf frequenties	283
5.3.10	Gevolgschade	284
5.3.10.1	Schade aan het schip.....	284
5.3.10.2	Schade aan de windturbines.....	285
5.3.10.3	Milieuschade.....	285
5.3.10.4	Persoonlijk letsel	287
5.3.11	ZeeEnergie: effecten voor de scheepvaart	287
5.3.12	Het effect van het werkverkeer op het risico.....	288

5.3.13	Radardekking naar de nederlandse havens	289
5.3.14	Kruisende scheepvaart	289
5.3.14.1	Vergelijking opstellingen voor de varianten	289
5.3.14.2	Extra aanvaringen door zichtbelemmering	291
5.4	Effectbeschrijving en –beoordeling	292
5.4.1	Buitengaats	292
5.4.2	ZeeEnergie	293
5.4.3	Cumulatieve effecten	294
5.4.3.1	Buitengaats	297
5.4.3.2	ZeeEnergie	298
5.4.4	Conclusies	300
6	Overige aspecten	301
6.1	Inleiding	301
6.2	Landschap/zichtbaarheid	301
6.3	Ruimtegebruik	303
6.4	Gebruiksfuncties en overige activiteiten	305
6.4.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	305
6.4.1.1	Huidige situatie	306
6.4.1.2	Autonome ontwikkeling	318
6.5	Cultuurhistorie en archeologie	318
6.6	Kustveiligheid	320
6.7	Effectbeschrijving en –beoordeling	320
6.7.1	Landschap en zichtbaarheid	320
6.7.2	Ruimtegebruik en gebruiksfuncties	320
6.7.3	Cultuurhistorie en Archeologie	324
6.7.4	Conclusies	324
	Colofon	325

Deel B Effectbeoordeling windparken

1

Methode voor effectbeoordeling

1.1 INLEIDING

In voorliggend deel B zijn de effecten beschreven van de verschillende inrichtingsalternatieven van de twee windparken. De effectbeschrijvingen van de inrichtingsalternatieven die in de bestaande MER'en voor de afzonderlijke windparken uit 2009 zijn opgenomen, zijn overgenomen. Voor het aspect natuur is tevens een actualisatie uitgevoerd. Per aspect zijn vervolgens de effecten van het (nieuwe) voorkeursalternatief toegevoegd.

In deel B is voor elk (milieu)aspect een hoofdstuk opgesteld, waarbij de paragrafen in ieder hoofdstuk zo zijn opgebouwd dat een goed leesbare en navolgbare effectbeschrijving is gepresenteerd. Hiermee fungeren zij als hulpmiddel bij de besluitvorming voor belanghebbenden en bevoegd gezag.

Achtereenvolgens zijn de volgende aspecten zijn beschouwd:

- Energieopbrengst, emissies en rentabiliteit.
- Natuur.
- Sedimenten/geomorfologie/hydrologie.
- Scheepvaart en veiligheid.
- Overige effecten (landschap/zichtbaarheid, ruimtegebruik, gebruiksfuncties en overige activiteiten, cultuurhistorie en archeologie).

Per aspect wordt ingegaan op:

- De referentiesituatie.
- Mogelijke effecten.

Eventuele benodigde mitigerende en compenserende maatregelen en geconstateerde leemten in kennis en informatie zijn gebundeld en weergegeven in hoofdstuk 7 van deel A.

In deel B van het MER wordt op enkele plaatsen verwezen naar bijlagen uit deze bestaande MER'en. Deze zijn desgewenst opvraagbaar.

1.2 BEOORDELINGSKADER

Mogelijke effecten windparken

In onderstaande tabellen is een overzicht opgenomen van de mogelijke effecten van de geplande offshore windparken inclusief infield kabels (Tabel 1). Hierbij is met een 'X' aangegeven of een effect mogelijk is en met een '–' als er geen effecten te verwachten zijn. Een gedetailleerde beschrijving en kwantificering van de genoemde effecten en de daarop gebaseerde waardering per aspect is te vinden in de hoofdstukken 11 tot en met 14.

Storende factor	Broedvogels	Pleisterende	Trekvogels	Zeezoogdiere	Vissen	Bodemfauna	Sediment/	Landschap	Landgebruik	Kustveiligheid	Cultuur
Storende factoren door aanleg											
1. Bouwactiviteiten algemeen											
a) Schade als gevolg van de activiteit	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
b) Extra scheepsverkeer en bouwactiviteit met als gevolg:											
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
Uitstoot van schadelijke stoffen en CO ₂	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
c) Veiligheidszone met											
Vaarverbod	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
Gebruiksverbod	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
Lichtemissie (bebakening, verlichting)	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
d) Bouwplaatsverlichting	-	X	X	X	X	-	-	X	-	-	-
e) Ruimtebeslag door bouwplaats en bouwactiviteit	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
2. Bouw fundering en erosiebescherming											
a) Ruimtebeslag door bouwplaats en bouwactiviteit	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	X
b) Heien met als gevolg:											
Geluidsemissies	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
Verstoring van het sediment	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X
Trillingen	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Resuspensie van sediment:											
Ontstaan van vertroebelingspluimen	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
Verhoging van de sedimentatie	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
Verandering van de morfologie/sedimenten	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
3. Leggen van kabels binnen het OWP											
a) Ruimtebeslag door bouwplaats en bouwactiviteiten	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X
b) Trenchen van de kabels met als gevolg:											
Verstoring van het sediment	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X
Resuspensie van sediment:											
Ontstaan van vertroebelingspluimen	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
Verhoging van de sedimentatie	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-

Storende factor	Broedvogels	Pleisterende	Trekvogels	Zeezoogdiere	Vissen	Bodemfauna	Sediment/	Landschap	Landgebruik	Kustveiligheid	Cultuur
Verandering van de morfologie/sedimenten	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
4. Externe effecten	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-
Storende factoren door aanleg/gebruik											
1. Windpark algemeen, veiligheidszone:											
a) Veiligheidszone met:											
Gebruiksverbod	-	X	-	X	X	{X	{X	-	X	-	-
Vaarverbod	-	X	-	X	X	X	-	-	X	-	-
Bebakening van de perifere installaties	-	X	X	X	-	-	-	X	X	-	-
2. Tonboeien/zeebakens											
a) Markeringen (verlichting en kleurstelling)	-		-	X	-	-	-	X	X	-	-
b) Creëren van oppervlakken van hard substraat onder en boven water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Fundaties, erosiebescherming, windturbines en transformatorstation (tot wateroppervlak)											
a) Bodemafdekking en ruimtegebruik	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	X
b) Hard substraat onder water (fundament en erosiebescherming)											
Toename van de organische substantie	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
Nieuwe habitats	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
c) Obstakel in het waterlichaam met als gevolg:											
Verandering van het stromingsregime	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
Verandering van het golvenveld	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Uitschuring/sedimentverschuivingen/vertr oebelingspluimen	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
Verandering van de morfologie/sedimenten	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
Verandering van transportprocessen en dynamiek	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
d) Overige											
Corrosiebescherming	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-
4. Windturbine - mast en gondel											
a) Obstakel in het luchtruim	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-
b) Verlichting en kleurstelling	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-
c) Zichtbaarheid in het luchtruim	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-
d) Geluidsemisatie	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
e) Trillingen	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-
f) Defecten aan mast of gondel	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
g) Morsingen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Windturbine – rotor											
a) Obstakel in het luchtruim	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-

Storende factor	Broedvogels	Pleisterende	Trekvogels	Zeezoogdiere	Vissen	Bodemfauna	Sediment/	Landschap	Landgebruik	Kustveiligheid	Cultuur
b) Verandering in het windveld	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
c) Visuele onrust door:											
Schaduwslag	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
Lichtreflectie	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
Draaibeweging	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
d) Geluidsemissie											
Water (via de mast)	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Lucht	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-
e) Trillingen in het waterlichaam (via de mast)	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
f) Defecten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
g) Morsingen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Platformcomplex (transformatorstation en woongedeelte, boven het wateroppervlak)											
Zie punt 4) a-e											
g) Defecten											
Aan het gebouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aan de schakelpanelen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aan de bekabeling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Infield kabels											
a) Verandering van de morfologie	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X
b) Productie van warmte	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-
c) Productie van elektrische en magnetische velden	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
d) Defecten											
Blootspoelen van kabels	-	-	-	X	X	X	X	-	X	-	-
Uit kabels vrijkomende schadelijke stoffen (bij kabelbreuk)	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
8. Onderhoud en reparatie	Zie storende factoren door aanleg, punt 1 (bouwactiviteiten algemeen)										
9. Externe oorzaken – ongeluk	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
10. Externe effecten	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-
Storende factoren door verwijdering											
Zie storende factoren door aanleg (m.u.v. heien)	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Opheffen van de veiligheidszone met gebruiksverbod	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-

Tabel 1 Mogelijke gevolgen van de geplande windparken en de parkinfield kabels

X' = effect mogelijk, - = geen effecten te verwachten

Beoordelingskader

Voor de beoordeling van de windparken is onderstaand beoordelingskader gehanteerd.

Aspect	Deelaspect	Criteria
Energieopbrengst, emissies en rentabiliteit	Energieopbrengst en vermeden emissies	Energieopbrengst en vermeden emissies
	Rentabiliteit	Rentabiliteit
Natuur	Vogels	Aanvaringsrisico
		Visuele rust en licht
		Habitatverlies
		Vertroebeling en verontreiniging
		Habitatverbetering
		Externe werking
	Zeezoogdieren	Visuele rust en licht
		Habitatverlies
		Vertroebeling en verontreiniging
		Opwarming bodem en elektro-magnetische velden
		Habitatverbetering
		Externe werking
	Vissen	Visuele rust en licht
		Habitatverlies
		Vertroebeling en verontreiniging
		Elektro-magnetische straling
		Habitatverbetering
		Externe werking
	Benthos	Habitatverlies
		Vertroebeling en verontreiniging
		Opwarming bodem en elektro-magnetische velden
		Verandering substraat en stroming
		Habitatverbetering
		Externe werking
Sedimenten/geomorfologie/hydrologie	Aanleg en verwijderen	Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten
		Verstoring van zeebodem en waterkolom – indirecte effecten
		Externe effecten
	Gebruik	Wegvallen verstoringen
		Directe effecten
		Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen
		Verstoring van de zeebodem – opwarming
		Externe werking

Aspect	Deelaspect	Criteria
Scheepvaart en veiligheid	Scheepvaart en veiligheid	Aanvaar/aandrijffrequentie
		Aanvaar/aandrijffrequentie per MWh
Overige effecten	Landschap/zichtbaarheid	Effect op landschap/zichtbaarheid
	Ruimtegebruik	Ruimtegebruik
	Gebruiksfuncties en overige activiteiten	Beïnvloeding gebruiksfuncties en overige activiteiten
	Cultuurhistorie en archeologie	Effect op cultuurhistorie en archeologie

Tabel 2 Beoordelingskader

1.3 METHODE BEOORDELING EFFECTEN

Door de geplande offshore windparken, inclusief de infield kabels kunnen veranderingen in de milieusituatie optreden, veroorzaakt door bouw, aanleg, bedrijf en gedeeltelijk ook door verwijdering ervan. In deel B is per aspect ingegaan op de effecten van de windparken inclusief infield kabels. Daarbij is op de volgende punten gelet:

- Bepaling van de aard, omvang, reikwijdte, eventuele beperkende maatregelen, duur en duurzaamheid van de gevolgen van bouw, aanleg, bedrijf en verwijdering (zowel positief als negatief, bij onzekerheden uitgaande van een 'worst-case-scenario').
- Bepaling van de cumulatieve effecten van de twee geplande windparken met het al vergunde derde windpark Clearcamp.
- Bepaling van cumulatie van effecten voor het aspect natuur van de Geminiparken met relevante autonome ontwikkelingen in het studiegebied. Deze analyse is in het kader van de Passende Beoordeling uitgevoerd. De resultaten zijn opgenomen in de Passende Beoordeling (Bijlage 10) en in hoofdstuk 5 van deel A van dit MER.
- Bij de effectbeoordelingen zijn, voor zover beschikbaar, gestandaardiseerde en bewezen methodes, maar ook up-to-date kennis uit andere windparkprojecten voor een prognose en evaluatie van de gevolgen gebruikt. Deze methodes zijn in de volgende hoofdstukken toegelicht.
- Indien mogelijk, zijn de effecten gekwantificeerd. Mochten de beschikbare informatie, onderzoeksrapporten etc. niet voldoende zijn om de effecten te kwantificeren, dan is een kwalitatieve expert judgement gegeven.

Significantiebeoordeling effecten

Bij het beoordelen van de effecten op de aspecten natuur en sedimenten/geomorfologie/hydrologie is steeds ook op de mogelijke significantie van de effecten van het de geplande windparken ingegaan. In tegenstelling tot effecten op de volgens Natuurbeschermingswet, Flora en faunawet of Vogel en Habitatrichtlijn beschermde gebieden en soorten (zie Passende Beoordeling, Bijlage 10) zijn ten aanzien van de effecten op de niet nationaal of internationaal beschermde milieubestanddelen geen wettelijke bases voor een significantietaxatie beschikbaar. Een dergelijke inschatting vindt in het onderhavige document daarom plaats op basis van ecologische criteria zoals ruimte, tijd en intensiteit van de effecten. Een taxatie van de significantie van de effecten van de geplande windparken wordt in de hoofdstukken 12 en 13 evenals in de Passende Beoordeling uitvoerig beschreven en onderbouwd. In deze hoofdstukken wordt ook telkens de mate van prognosezekerheid voor de desbetreffende significantiebeoordeling aangeven. Dit is op basis van de volgende indeling gedaan:

Betekenis NL	Gekwantificeerd	Definitie
Zeker	100%	Prognose is definitief veilig gesteld.
zeer waarschijnlijk	75% - <100%	Prognose zal afhankelijk van gegevens en praktische redenen uitkomen.
Waarschijnlijk	50% - < 75%	Prognose zal in meer dan de helft van de gevallen uitkomen.
Mogelijk	25% - <50%	Prognose kan in minder dan de helft van de gevallen uitkomen, maar is niet uitgesloten.
Onwaarschijnlijk	< 25%	Prognose zal afhankelijk van gegevens en praktische redenen niet uitkomen.
prognose niet mogelijk	-	Een prognose is vanwege gebrek aan kennis niet uitvoerbaar.

Tabel 3 Indeling voor de opgave van prognosezekerheden (in aansluiting op Scholles 1997)

Criteriagroepen

Voor de aspecten natuur en sedimenten/geomorfologie/hydrologie geldt dat sommige criteria een gelijksoortig effect hebben. Om deze reden zijn deze in criteriagroepen samengevat. Dit resulteert bijvoorbeeld voor de beschermde waarde 'niet-broedvogels' in de volgende tabel:

Criteria niet-broedvogels	Gevolgen	Criteriagroep
1. Bouwactiviteiten algemeen		
a) Morsingen	●	Overige
b) Extra scheepsverkeer en bouwactiviteit met als gevolg:		
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	●	Habitatverlies
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	●	Barrière
Uitstoot van schadelijke stoffen en CO ₂	●	Overige
c) Veiligheidszone met		
Veiligheidszone met vaarverbod	●	Overige
Gebruiksverbod	●	Overige
Lichtemissie (bebakening, verlichting)	●	Habitatverlies, barrière
d) Bouwplaatsverlichting	●	Barrière
e) Oppervlakte- en ruimtebeslag door bouwplaats	●	Habitatverlies

Tabel 4 Handelwijze samenvatting criteriagroepen

Reikwijdte en duur van de effecten

Bij de reikwijdte van de effecten worden de volgende vier categorieën gehanteerd:

OWP		
Punctueel	p	Veranderingen bij een enkele windturbine (bijv. rotor valt in het water)
Delen van het windpark	d	Veranderingen in delen van het windpark (<50%, bijv. fundamentoppervlaktes van 80 turbines)
Windpark plus veiligheidszone	w	Veranderingen in het bereik van het windpark (>50%; plus de beveiligingszone)
Grote ruimte	g	Veranderingen die het oppervlak van het windpark plus beveiligingszone overstijgen

Tabel 5 Categorieën reikwijdte van de gevolgen

Gemeten wordt de duur van de verandering van een milieuaspect als gevolg van het effect van een storende factor. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende categorieën:

Duur van de gevolgen		
Tijdelijk (van korte duur)	K	Veranderingen duren minder dan 6 maanden
Tijdelijk (van middellange duur)	M	Veranderingen duren tussen 6 maanden en 3 jaar
Permanent (permanent/van lange duur)	L	Veranderingen duren langer dan 3 jaar

Tabel 6 Categorieën duur van de gevolgen

Met de verwijderbaarheid wordt aangegeven of het gebied weer in de oorspronkelijke staat van vóór aanvang van de maatregelen gebracht kan worden (categorieën: ja/nee, zie Tabel 6).

1.4 VERGELIJKING VAN DE ALTERNATIEVEN

Voor de aspecten natuur en sedimenten/geomorfologie/hydrologie geldt dat de vergelijking van de alternatieven is uitgewerkt zoals aangeduid in tabel 49. De beoordeling zal, waar mogelijk, kwantitatief zijn. Als een kwantitatieve beoordeling niet mogelijk is, wordt een kwalitatieve rangvolgorde van de varianten opgesteld (categorieën: x (gunstig) - xxxxx (ongunstig)). Deze categorieën vormen echter alleen een vergelijking en impliceren geen directe uitspraak over de omvang van de effecten. Voor de bewerking worden de relevante criteria volgens criteriagroepen gesorteerd en in deze volgorde geëvalueerd (zie de volgende voorbeeldtabel). Niet-relevante gevolgen ('Overige') worden niet meer verwerkt.

Niet-broedvogels										
	Duur	Omvang	Waardeverandering	Regenererend vermogen	Eenheid(km ² , %,...)	Voorkeurs-alternatief	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Weging
Habitatverlies										
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	K	P	-		km ²	4	5	4	2	1
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)					%	2	1	2	3	1
Lichtemissie (bebakening, verlichting)					ha	4	5	4	3	1
Bouwplaatsverlichting					km ²	5	5	5	5	1
Overige										
Veiligheidszone met vaarverbod					ha	+100	+50	+100	+200	1
Gebruiksverbod					km ²		50	55	60	2

Tabel 7 Voorbeelduitwerking vergelijking van alternatieven

Voor de aspecten natuur en sedimenten/geomorfologie/hydrologie is een weging van criteria toegepast, omdat de effecten van de criteria en ook de criteriagroepen de betreffende bestanden in verschillende mate beïnvloeden (zie Tabel 8). Hoe sterker de invloed van een criterium, hoe hoger de weging. In het algemeen geldt dat criteria die geen of een zeer geringe verandering van het bestand tot gevolg hebben het gewicht 0 krijgen, verder krijgen de veranderingen een hoger cijfer naarmate hun gewicht stijgt, met 5 als maximale waarde.

Criterion	Deelwaarde																							
Duur	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Omvang	p	p	P	d	d	d	w	w	w	g	g	g	p	p	p	d	d	d	w	w	w	g	g	g
Waarde- verandering	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-
Verwijder- baarheid	ja												ja											
Weging	1	1/0	1	1	1/0	1	1	1/0	2	1	1/0	2	1	1/0	2	1	1/0	2	2	1/0	2	2	1/0	3
Vervolg:																								
Duur	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Omvang	p	p	p	d	d	d	w	w	w	g	g	g	p	p	p	d	d	d	w	w	w	g	g	g
Waarde- verandering	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-
Verwijder- baarheid	ja												nee											
Weging	2	2/0	3	3	3/0	3	3	3/0	4	4	4/0	4	3	3/1	4	4	4/1	4	4	1	5	5	5/1	5

Tabel 8 Weging van de criteria

Vervolgens is voor deze aspecten een rangorde van de alternatieven bepaald (zie onderstaande voorbeeldtabel). De weging is opgenomen door een vermenigvuldiging van de rang met de wegingsfactor. De waardering van de alternatieven geschiedt aan de hand van Arabische cijfers voor de criteria en Romeinse cijfers voor de criteriagroepen, van 1 / I (meest gunstig alternatief) tot 5 / V (minst gunstig alternatief).

Criteriagroep	Voorkeurs- alternatief	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische	Weging
Habitatverlies							
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	2*2 4	1*2 2	2*2 4	3*2 6	4*2 8	5*2 10	2
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	1	1	1	1	1	1	1
Lichtemissie (bebakening, verlichting)	1	1	2	3	4	5	1
Bouwplaatsverlichting	2	1	1	1	1	1	1
Totaal:	8	5	8	11	14	17	
Waardering habitatverlies	II	I	II	III	IV	V	
Overige							
Veiligheidszone met vaarverbod	1	1	1	1	1	1	1
Gebruiksverbod	4	2	4	6	8	10	2

Tabel 9

Voor de overige aspecten geldt dat de effecten op basis van expert judgement ingedeeld zijn in een zevenpuntsschaal zoals weergegeven in Tabel 10.

Score	Omschrijving
+++	Zeer positief ten opzichte van de referentiesituatie
++	Positief ten opzichte van de referentiesituatie
+	Licht positief ten opzichte van de referentiesituatie
0	Neutraal
-	Licht negatief ten opzichte van de referentiesituatie
--	Negatief ten opzichte van de referentiesituatie
---	Zeer negatief ten opzichte van de referentiesituatie

Tabel 10 Zevenpuntsschaal en de beoordeling van effecten

De referentiesituatie is de zogeheten nul-situatie en wordt als neutraal gesteld. Indien het alternatief ten opzichte van de referentiesituatie licht positief, positief of zeer positief scoort, dan zijn deze effecten aangeduid met respectievelijk +, ++ en +++. Indien het alternatief tot negatieve effecten leidt, dan zijn deze effecten aangeduid met -, -- en ---, afhankelijk van de ernst en omvang van het betreffende effect.

2

Energieopbrengst, emissies en rentabiliteit

2.1 INLEIDING

De energieopbrengst en de vermeden CO₂-emissies vormen de belangrijkste redenen waarom de overheid windenergie tot een speerpunt heeft gemaakt in haar milieu-, klimaat- en energiebeleid. In 2020 moet 10% van de totale Nederlandse energieproductie duurzaam worden opgewekt. De tussendoelstelling voor 2010 voor de totale energieproductie is 5% (EZ 1999). Volgens de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (Min I&M et al. 2012) wordt er gestreefd naar een opwekkingsvermogen van 6.000 MW in 2020 in windturbineparken op de Noordzee in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ). De realisatie van deze windturbineparken tot een totaal vermogen van 6.000 MW in de EEZ geschiedt om dwingende redenen van openbaar belang.

Dit hoofdstuk omvat een beschouwing van de energieopbrengsten van de geplande windparken Buitengaats en ZeeEnergie voor de verschillende alternatieven, een schatting van de vermeden emissies van klimaatgassen en een koppeling van deze informatie met internationale en nationale klimaatdoelen. Verder wordt een beoordeling gemaakt van de emissiebalans van het windpark. Dat betekent dat er wordt ingegaan op de energie die benodigd is voor het maken, plaatsen en onderhouden van de windturbines, het transformatorstation en de kabels én op de duurzaamheid van de windturbines.

2.2 ENERGIEOPBRENGST EN VERMEDEN EMISSIES

Het is duidelijk dat met dit initiatief beoogd wordt om windenergie te produceren op een zo kosteneffectief mogelijke wijze. Dit betekent dat in principe getracht wordt de energieopbrengst binnen de contouren van het projectgebied (rekening houdend met veiligheidszones) te maximaliseren, waarbij vanzelfsprekend milieu- en andere belangen meegewogen worden. De alternatieven weerspiegelen deze afweging, de energieopbrengst verschilt hier per alternatief. In het algemeen geldt: hoe groter de opbrengst, des te groter de hoeveelheid vermeden emissies. De energieopbrengst wordt (in onderlinge samenhang) beïnvloed door:

- de windsnelheid: hoe hoger de windsnelheden, hoe hoger de opbrengst;
- de omvang van het windpark: de voorkeur gaat uit naar een zo groot mogelijke omvang;
- het vermogen van de turbines: hoe groter het vermogen, des te groter de opbrengst;
- de afstand tussen de turbines in relatie tot onderlinge beïnvloeding en oriëntatie van het windpark op de overheersende windrichting.

2.2.1 OP WELKE MANIER IS DE OPBRENGST BEREKEND

In deze paragraaf staan de gegevens die zijn gebruikt voor de verschillende invloedfactoren en de manier waarop de opbrengst is berekend.

Windgegevens Buitengaats en ZeeEnergie

De locatie Buitengaats ligt direct bij de Duits-Nederlandse grens en op slechts ca. 40 km afstand van het reeds goedgekeurde Duitse windpark BARD Offshore 1. Voor het windpark BARD Offshore 1 werden voor de financieringscontracten diverse gedetailleerde windrapporten opgesteld door gerenommeerde experts (Anemos Jacob 2004 en 2006, Eurowind 2004, 2006 en 2007, DEWI 2007). Omdat de twee bovengenoemde windparken en de gebruikte windmeetstations zo dichtbij elkaar liggen (Figuur 1), zijn de statistische analyses van de windmeetgegevens voor BARD Offshore 1 ook gebruikt voor de berekeningen en planningen van de windparkconfiguratie en de rentabiliteit etc. van dit project.

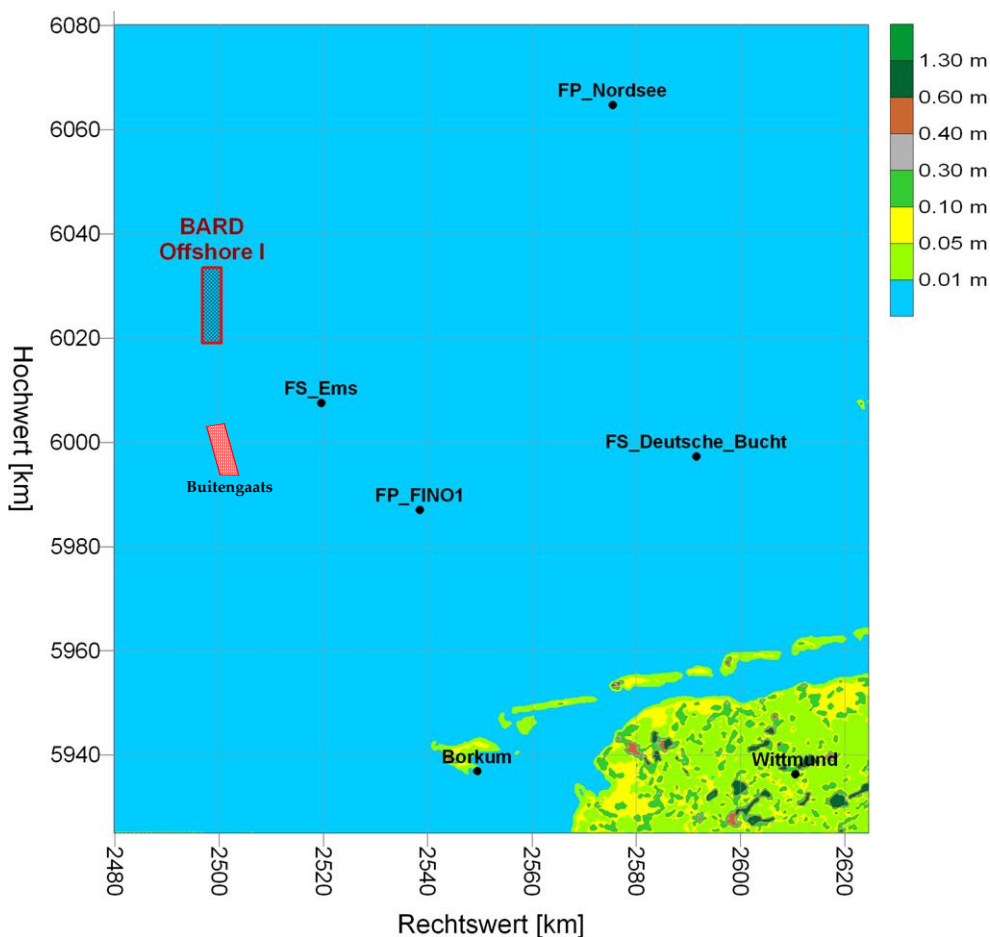
Voor het beoordelen van de klimatologische windverhoudingen is een onderzoeksgebied gekozen met een oppervlakte van 120 km x 150 km in de Duitse Bocht dat beide geplande offshore windparkprojecten Buitengaats en ZeeEnergie omvat. Hierdoor is gegarandeerd dat bij het berekenen van de lokale windverhoudingen laag bij de grond ook rekening wordt gehouden met de regionale windverhoudingen die door hoger gelegen weersituaties worden beïnvloed. Het onderzoeksgebied strekt zich naar het zuiden uit tot aan Oost-Friesland en naar het noorden tot 54° 50' N. In west-oostrichting loopt het onderzoeksgebied van 5° 42' E tot 7° 54' E.



Figuur 1 Geografische ligging van het onderzoeksgebied (binnen het blauwe kader) en ter indicatie de positie van het windpark Buitengaats

Dankzij de ligging en omvang van het onderzoeksgebied en dankzij het gebruik van de gemeten windstatistieken is gegarandeerd dat de invloed van de grootschalige stromingssituatie op de plaatselijke windverhoudingen zo goed mogelijk berekend kan worden voor de geplande offshore windparken.

Er zijn klimatologisch representatieve windstatistieken beschikbaar van diverse meteorologische diensten (DWD, DOD, VEBA, UBA) voor verschillende locaties in het deel van de Noordzee ten noorden van de Oost-Friese eilanden en in de Duitse Bocht. Aangezien de kwaliteit van de berekende wind klimatologische parameters in belangrijke mate afhangt van de kwaliteit van de in de berekeningsmethode gebruikte gemeten windstatistieken, werden de beschikbare windmeetgegevens aan een gedetailleerde statistische analyse onderworpen.



Figuur 2 Ruimtelijke verspreiding van de ruwheidslengten die zijn berekend aan de hand van de landgebruikscategorieën en gebruikt voor de modelsimulaties Toelichting: De posities van de offshore windparken zijn rood gemarkeerd. Voor de duidelijkheid zijn de nabijgelegen windmeetstations ook aangegeven.

Meetlocatie	Exploitant	Meet-periode	Oostcoördi-naat [m]	Noordcoördi-naat [m]	Meethoogte [m]	Eigenschappen van de locatie
Borkum	DWD	1987-1994	2.549.505	5.936.895	13,7	Open terrein op een landtong in het zuiden van het eiland
FINO1-meetplatform	Germanischer Lloyd	Jan. 2004 – dec. 2006	2.538.519	5.987.053	30 – 100	Meetplatform
Onderzoekspl atform Noordzee	FWG	1982–1992	2.575.512	6.064.759	48	Meetplatform
Lichtschip Duitse Bocht	DWD	1990-2003	2.591.503	5.997.333	10	Meetmast met vrije toestroom
Lichtschip Eems	DWD	1988-1999	2.519.576	6.007.598	13	Meetmast met vrije toestroom

Tabel 11 Informatie over de locatie van de meetstations. Afkortingen: DWD = Deutscher Wetterdienst; UBA = Umweltbundesamt; FWG = Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik.

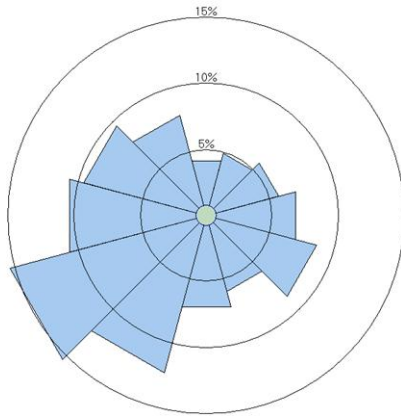
Meetlocatie	Gemiddelde windsnelheid [m/s]	Weibull-parameter		Meethoogte [m]
		A [m/s]	k	
Borkum	7,9	9,07	2,24	13,7
Lichtschip Duitse Bocht	8,1	9,38	2,33	10,0
Lichtschip Eems	8,4	9,56	2,41	13,0
FINO - 30m	8,6	9,68	2,28	30,0
FINO - 100m	9,9	11,14	2,29	100,0
Onderzoekspl atform Noordzee	10,1	11,06	2,12	48,0

Tabel 12 Wind klimatologische parameters bij de beschikbare meetlocaties

Het is moeilijk om de windsnelheden te vergelijken vanwege de verschillende meetperioden en meethoogten, maar toch is te zien dat de windsnelheden naar het noorden toenemen, als we alle meethoogten naar een referentiehoogte omrekenen.

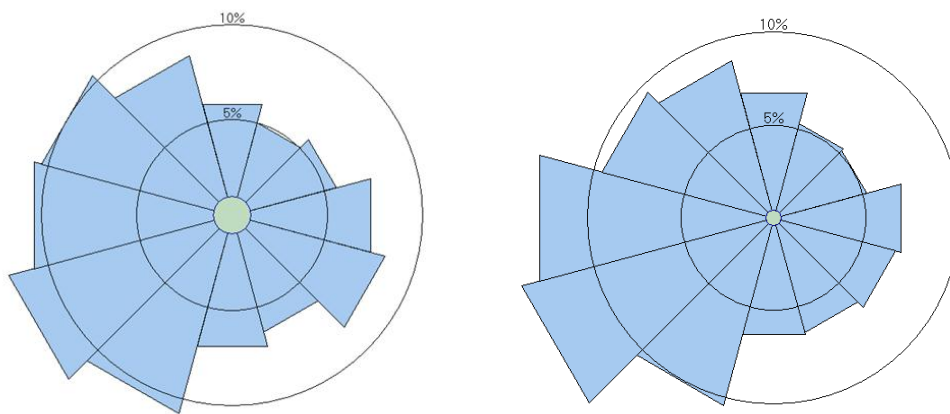
Windrichtingen

De richtingsverdeling bij de locatie Borkum (Figuur 3) laat een duidelijke hoofdwindrichting vanuit west-zuidwest zien en een secundair maximum vanuit oost-zuidoostelijke richting. Zowel de gemiddelde windsnelheid als de richtingsverdeling laten zien dat de windstatistieken regionaal representatief zijn voor het gebied van de Oost-Friese eilanden.



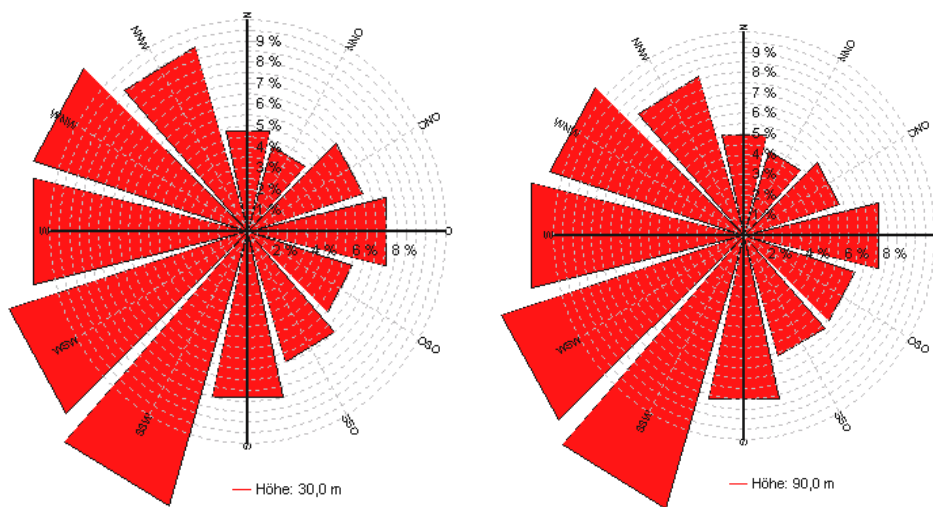
Figuur 3 Windroos met gemeten gegevens van de locatie Borkum op 13,7 m hoogte

De windrozen van de lichtschepen Duitse Bocht en Eems (Figuur 4) laten iets minder vaak wind uit west-zuidwestelijke richting zien en een lichte toename uit westelijke tot noordelijke richtingen, omdat ze noordelijker gelegen zijn dan de locatie Borkum. De windstatistieken zijn regionaal representatief voor de zuidelijke Noordzee en het westelijke deel van de Duitse Bocht.



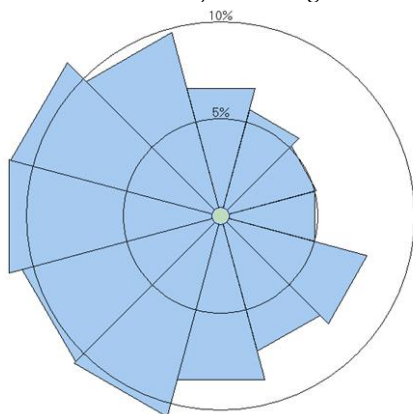
Figuur 4 Links: Windroos met gemeten gegevens van de locatie Borkum op 13,7 m hoogte Rechts: Windroos met gemeten gegevens van het lichtschip Eems op 13 m hoogte

Deze meetlocatie ligt ongeveer op dezelfde breedte als het FINO-meetplatform en heeft een iets andere richtingsverdeling met een duidelijk maximum vanuit het zuidwesten en een secundair maximum vanuit het oosten (Figuur 5).



Figuur 5 Windroos met gemeten gegevens van het FINO-platform op 30 m hoogte (links) en 90 m hoogte (rechts)

In tegenstelling tot deze locaties is bij het onderzoeksplatform Noordzee een voor deze Noordzeeregio kenmerkende homogenere verdeling te zien van de westelijke windrichtingen (Figuur 6). Omdat het Nauw van Calais hier geen invloed meer heeft op de gemiddelde richtingsverdeling, komt er minder vaak wind uit zuidwestelijke richtingen, maar juist vaker uit noordelijke richtingen.



Figuur 6 Windroos met gemeten gegevens van het onderzoeksplatform Noordzee op 48 m hoogte

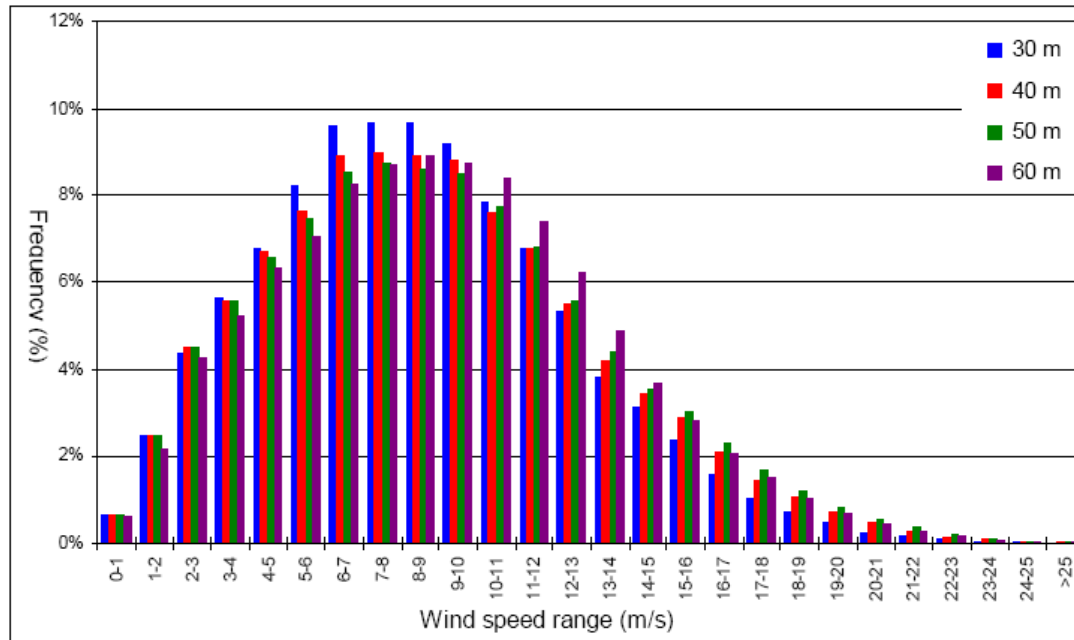
Door de keuze van de meetlocaties is gegarandeerd dat bij het berekenen van de opbrengst rekening wordt gehouden met de klimatologische windverhoudingen in de zuidelijke Noordzee.

De windstatistieken van de lichtschepen Duitse Bocht en Eems en die van het onderzoeksplatform Noordzee kunnen als regionaal representatief worden beschouwd en worden niet beïnvloed door locatie specifieke hindernissen. Daarom zijn deze locaties als referentiestatistieken meegenomen in de berekeningen van de opbrengst. De windmetingen van het FINO-meetplatform worden gebruikt voor het beoordelen van de verticale windcomponent.

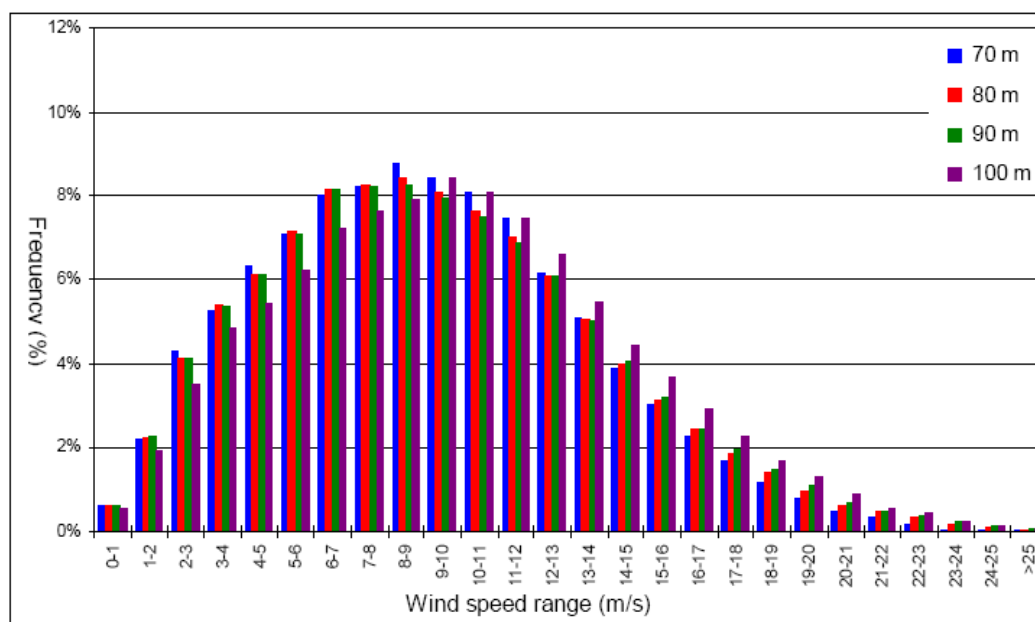
Voor de periode januari 2004 tot en met december 2006 zijn gemiddelde waarden per 10 minuten beschikbaar van de volgende parameters.

- Windsnelheid (anemometer type Vector A 100X) op 33,5 m, 41 m, 51 m, 61 m, 71 m, 81 m, 91 m en 102,5 m.
- Windrichting (windwijzer Thies Wind Vane Classic) op 33,5 m, 51 m, 71 m en 91 m.
- Luchttemperatuur op 42 m, 52 m en 72 m.
- Luchtdruk op 92,5 m.

In Figuur 7 en Figuur 8 staan de windkrachtverdelingen voor de verschillende meethoogten op basis van de meetgegevens van het FINO-meetplatform. Hoe hoger de meethoogte, hoe minder vaak lagere windsnelheden voorkomen. Het frequentiemaximum verschuift naar hogere windsnelheden en de aanstroombrequentie van de hoge windsnelheden neemt toe.



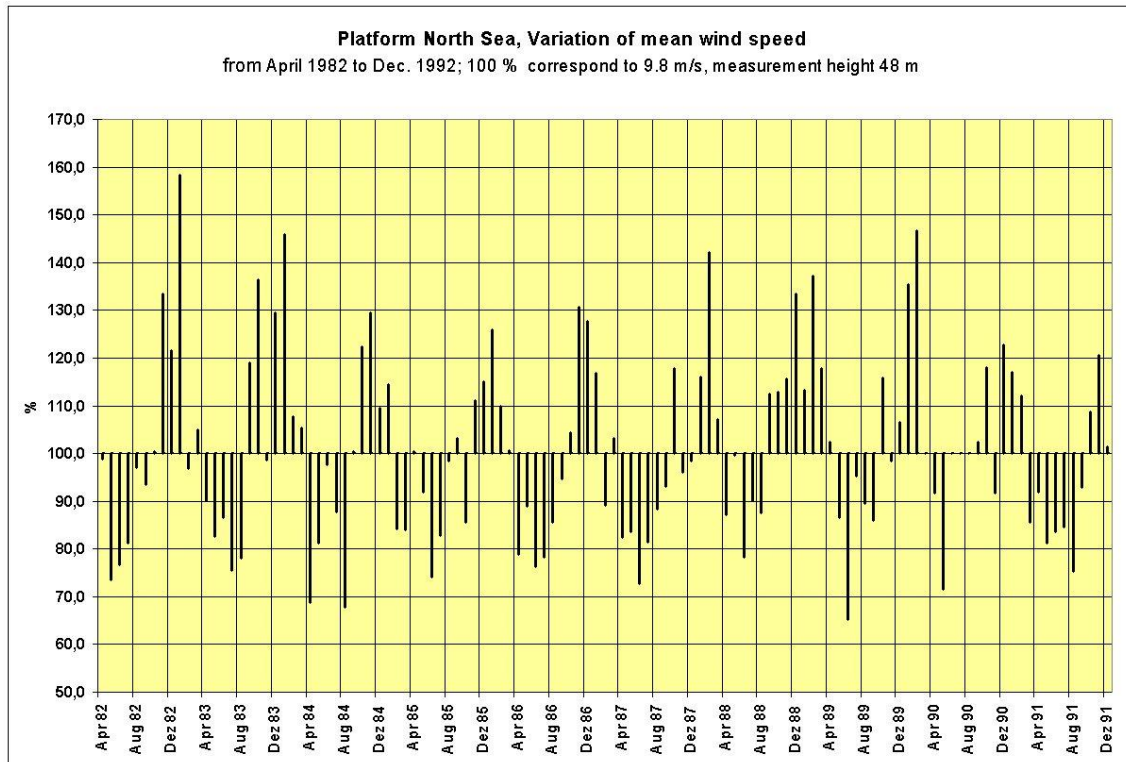
Figuur 7 Gemeten windsnelheidsverdeling van het FINO-platform tussen 30 m en 60 m hoogte



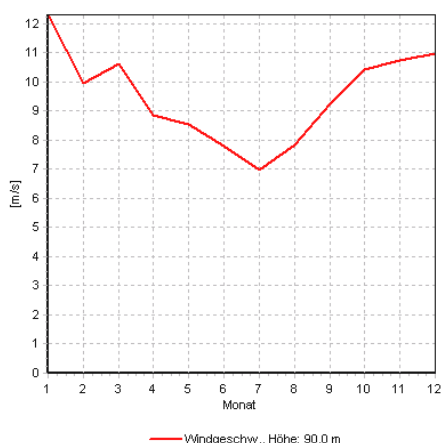
Figuur 8 Gemeten windsnelheidsverdeling van het FINO-platform tussen 70 m en 100 m hoogte

De te verwachten gemiddelde bruto-energieopbrengst per jaar is berekend voor de turbintypen VM (5 MW en de geplande 7 MW) en Vestas V 90 (3 MW) met 90 m ashoogte en voor alle windparkconfiguraties 5D, 7D en 12D. De bruto-energieproductie per jaar in het windpark en het hieruit resulterende rendement van het park is berekend met het programma WindPro. Bij de berekeningen voor het windpark is

gebruikgemaakt van de door de turbinefabrikanten berekende vermogenskarakteristiek. Voor het bepalen van de energieopbrengst is een hoogteafhankelijke correctie op de luchtdichtheid van de vermogenskarakteristiek uitgevoerd. Na statistische analyse van de beschikbare meetresultaten zijn gemiddelde jaarwaarden opgesteld waarop de verdere berekeningen zijn gebaseerd. Bij het onderzoeken van de windmeetgegevens is gekeken naar het jaarverloop met gemiddelde windsnelheden en maandelijkse variaties van de gemiddelde windsnelheid.



Figuur 9 Maandelijkse verandering van de gemiddelde windsnelheid aan de hand van het onderzoeksplatform Noordzee



Figuur 10 Jaarverloop van de gemiddelde windsnelheid op het platform FINO op 90 m hoogte

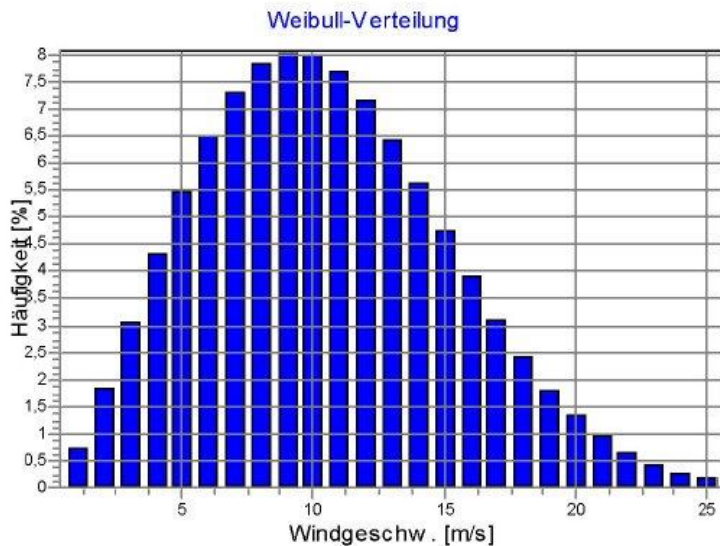
Beide figuren (Figuur 9 en Figuur 10) laten zien dat de windsnelheden gemiddeld hoger liggen in de wintermaanden (oktober tot en met maart) dan in de zomermaanden (april tot en met september).

Totstandkoming

De windverhoudingen zijn door de opsteller van het rapport geanalyseerd op basis van de metingen van het lichtschip Eems, het lichtschip Duitse Bocht, boei II in de Noordzee en het onderzoeksplatform FINO1. Gezien de homogeniteit van het windklimaat boven de Duitse Bocht en de grote afstand tot de kust (minstens ca. 50 km), is het gerechtvaardigd om over een lange termijn berekende windverhoudingen voor het geplande windparken te vertalen. Volgens het genoemde rapport bedraagt de gemiddelde windsnelheid per jaar op 80 m hoogte 9,78 m/s en 10,02 m/s op 100 m hoogte. Aan de hand van de FINO1-metingen kunnen we ervan uitgaan dat de gemiddelde luchtdichtheid ter hoogte van de as ca. 1,243 kg/m³ bedraagt.

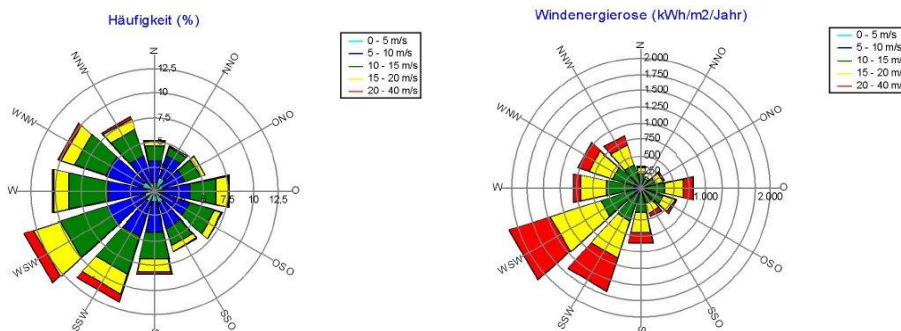
De windparkeffecten zijn berekend met WindPro 2.5 van EMD. Als parkmodel is het uitgangspunt van N.O. Jensen (Risø/EMD) gebruikt met een 'wake-decay-constante' van 0,040. Wanneer we rekening houden met de voor de BARD VM berekende krachtcoëfficiënten ligt het rendement van het park ongeveer bij 90,6 procent.

In de onderstaande Figuur 11 staat de met behulp van WindPro opgestelde Weibull-verdeling die is gebaseerd op de in het rapport genoemde windverhoudingen:



Figuur 11 Weibull-verdeling van de windverhoudingen

De gebruikte windrichtingverdelingen, als frequentieverdeling en als energiedichtheidsverdeling, staan in Figuur 12



Figuur 12 Windrichtingverdelingen (Links: frequentie; Rechts: energiedichtheid)

De afstand tussen de turbines en de oriëntatie van het park zijn bepalende factoren voor het zogenaamde zogeffect of 'wake-effect'. Dit is het effect waarbij het windveld van een turbine wordt verstoord door de aanwezigheid van andere turbines. Door zogeffecten (verminderende luchtwerveling) neemt de opbrengst van een park af. Interacties tussen turbines worden kleiner naarmate de afstand tussen windturbines groter wordt. Om de effecten zo klein mogelijk te maken zou de vorm van het park zoveel mogelijk een lijnopstelling moeten benaderen, waarbij de oriëntatie noordnoordwest-zuidzuidoost is. De te verwachten energieopbrengst is tevens afhankelijk van de bedrijfszekerheid van de windturbines en hangt mede af van weersomstandigheden en seizoenen. Als er windgegevens beschikbaar zijn kunnen energieopbrengsten modelmatig berekend worden, rekening houdend met genoemde zogeffecten en andere factoren. Hierna volgt een berekening van gemiddelde jaaropbrengsten op basis van gemiddelde windverhoudingen per jaar.

2.2.2 OPBRENGSTEN EN VERMINDERINGSPOTENTIEEL VOOR CO₂

2.2.2.1 BUITENGAATS

Uit Tabel 13 blijkt dat, voor beide windparken, een hoger aantal windturbines bij een gelijke turbinecapaciteit een hogere energieopbrengst oplevert, terwijl hetzelfde aantal turbines op een kleiner oppervlak vanwege het bovengenoemde zog- of 'wake-effect', zoals bij alternatief 5D, minder energie opwekt.

Alternatieven	Turbine- capaciteit [MW]	aantal turbines [n]	Totaal- capaciteit [MW]	Energie- opbrengst [MWh/a]	vollasturen	aantal huishoudens #
VKA*	4,0	75	300	1.775.967	4.554	443.992
7D	5,0	78	390	1.775.967	4.554	443.992
5D	5,0	78	390	1.646.929	4.223	411.732
12D	5,0	32	160	778.446	4.865	194.614
ecologisch	5,0	60	300	1.355.251	4.518	338.813
economisch	5,0	105	525	2.247.134	4.280	561.783
7D/3MW	3,0	78	234	1.032.736	4.413	258.184
7D/7MW	7,0	78	546	2.027.781	3.714	506.945

Tabel 13 Energieopbrengst (zonder veiligheidsmarges) per alternatief voor Buitengaats

**De Gemini windparken hebben samen (Buitengaats + Zeeenergie) bij realisatie op zijn minst dezelfde energieopbrengst als het alternatief 7D. Waarschijnlijk is de energieopbrengst iets hoger. Het opgestelde productievermogen van de beide parken gezamenlijk is 600 MW. De verwachte jaarlijkse elektriciteitsproductie is 2,4 TWh, wat neerkomt op ruim 2% van het huidige Nederlandse elektriciteitsverbruik, ofwel ruim 0,7% van het energieverbruik in Nederland waarop de doelstelling van 14% duurzame energie in 2020 betrekking heeft.*

2.2.2.2 ZEEENERGIE

Uit Tabel 14 blijkt dat een hoger aantal windturbines bij een gelijke turbinecapaciteit een hogere energieopbrengst oplevert, terwijl hetzelfde aantal turbines op een kleiner oppervlak vanwege het bovengenoemde zog- of 'wake-effect', zoals bij alternatief 5D, minder energie opwekt.

alternatieven	Turbine- capaciteit [MW]	aantal turbines [n]	totaalcapaciteit [MW]	Energie- opbrengst [MWh/a]	vollasturen	aantal huishoudens#
VKA*	4,0	75	300	1.774.838	4.437	443.710
7D	5,0	80	400	1.774.838	4.437	443.710
5D	5,0	78	390	1.641.731	4.210	410.433
12D	5,0	28	140	662.770	4.734	165.692
ecologisch	5,0	65	325	1.463.519	4.503	365.880
economisch	5,0	105	525	2.245.484	4.277	561.371
7D/3MW	3,0	80	240	1.041.507	4.340	260.377
7D/7MW	7,0	80	560	1.959.356	3.499	489.839

Tabel 14 Energieopbrengst (zonder veiligheidsmarges) per alternatief voor ZeeEnergie

*De Gemini windparken hebben samen (Buitengaats + Zeeenergie) bij realisatie op zijn minst dezelfde output, maar waarschijnlijk beter. Het opgestelde productievermogen van de beide parken gezamenlijk is 600 MW. De verwachte jaarlijkse elektriciteitsproductie is 2,4 TWh, wat neerkomt op ruim 2% van het huidige Nederlandse elektriciteitsverbruik, ofwel ruim 0,7% van het energieverbruik in Nederland waarop de doelstelling van 14% duurzame energie in 2020 betrekking heeft.

2.2.3 WISSELVALLIGHEID VAN DE ELECTRICITEITSPRODUKTIE IN VERBAND MET EXTRA RESERVECAPACITEIT

De elektriciteitsproductie van een windpark is afhankelijk van het windaanbod. Om te kunnen voldoen aan de vraag moet regelbaar reservevermogen in hetzelfde elektriciteitsnet beschikbaar zijn. De benodigde hoeveelheid reservevermogen is onder meer afhankelijk van het totaal opgestelde windvermogen, de geografische spreiding en de verhouding tussen windenergie op land en windenergie op zee. In een ECN (zie www.ecn.nl) studie (DE VRIES et al. 2005) wordt voor de Nederlandse situatie uitgegaan van 1.450 MW windvermogen op land en 480 MW windvermogen op zee. Bij deze waarden is 98 MW aan reservevermogen nodig (ongeveer 5%). Deze verhouding kan ook worden toegepast op de bijdrage van de windparken (300 MW x 2). De effectieve (netto) energiebesparing en CO₂-reductie zijn dus 95% van de bruto besparingen.

2.2.4 ENERGIEBALANS EN DUURZAAMHEID

Een maat voor duurzaamheid van windenergie is enerzijds de hoeveelheid energie die nodig is voor de productie, de installatie, het onderhoud en uiteindelijk de verwijdering van een windpark, en anderzijds de tijd die verstrijkt voor de input (benodigde energie) is terugverdiend (energieopbrengsten). Door middel van een zogeheten Life Cycle Analysis (LCA) kan dit worden nagegaan. De terugverdiëntijd is afhankelijk van het turbintype en het heersende windklimaat. Elsam Engineering A/S en Vestas Wind Systems A/S hebben in 2004 een LCA uitgevoerd voor een offshore windpark bestaande uit honderd Vestas V90-3.0 MW-windturbines (ELSAM 2006). In de door Elsam Engineering A/S en Vestas Wind Systems A/S uitgevoerde LCA is rekening gehouden met de turbines, de parkbekabeling, de offshore transformator, de kabels naar de kust en de aansluiting op het elektriciteitsnet. In de LCA is onderscheid gemaakt tussen vier fasen:

- De productiefase: dit betreft de periode van het winnen van grondstoffen tot en met de productie van de windturbine.
- De transport- en bouwphase: dit omvat het transport van alle turbineonderdelen naar de locatie en de bouw van de windturbine.
- De gebruiksfase: dit betreft het gebruik en het onderhoud van de windturbine gedurende twintig jaar.

- De ontmantelingsfase: dit betreft de ontmanteling van de windturbine.

De energieconsumptie per windturbine tijdens de bovengenoemde fasen is weergegeven in Tabel 15.

Fase	Energieconsumptie [MWh]
Productie	12.255
Transport en bouw	477
Gebruik	117
Ontmanteling	-4.751
Totaal	8.098

Tabel 15 Energieconsumptie tijdens de gehele levenscyclus van de V90-3.0 MW-windturbine (ELSAM 2004b)

Uit Tabel 15 blijkt dat de productiefase de grootste invloed heeft op het milieu. Dit wordt veroorzaakt door het energieverbruik tijdens de winning van ijzer voor de productie van stalen onderdelen. Bij de productie van kunststof onderdelen (zoals rotorbladen) wordt gebruik gemaakt van ruwe olie; ook dat heeft invloed op het milieu. De invloed van transport en bouw is beperkt, de enige invloed komt van het energieverbruik tijdens het transport en de bouw. Tijdens de gebruiksfase is het energieverbruik minimaal, het energieverbruik is dan beperkt tot het gebruik van onderhoudsvoertuigen. De ontmantelingsfase heeft een positieve invloed omdat circa 80% van het turbinemateriaal kan worden hergebruikt. De winning van nieuwe grondstoffen wordt hierdoor beperkt.

Als de netto-energieopbrengst van de 3 MW-windturbine gedurende haar levensduur wordt afgewogen tegen het energieverbruik tijdens de gehele levensduur, dan blijkt dat de Vestas-windturbine circa (284.600 MWh/8.098 MWh) 35,1 keer haar eigen energie-input kan opleveren. De energierugverdiëntijd bedraagt dus circa zeven maanden. Dit betekent dat de CO₂-, NO_x-, en SO₂-uitstoot als gevolg van productie, transport & bouw, onderhoud en ontmanteling van een windturbine verwaarloosbaar is ten opzichte van de vermeden emissies gedurende haar levensduur. Omdat in de geciteerde studie van andere uitgangsondities wordt uitgegaan dan voor het onderhavige initiatief gelden, moeten de genoemde resultaten met het oog op het geplande project worden geïnterpreteerd. Tussen de in de studie beschreven omstandigheden en de omstandigheden van het project bestaan vooral op de volgende punten verschillen:

- afstand tot de kust,
- waterdiepte in het projectgebied en
- turbinecapaciteit van de geplande windturbines.

De grotere afstand van het geplande Gemini-windpark tot de kust (66 km i.p.v. 14 km) betekent langere aanvaarroutes voor de schepen tijdens aanleg en onderhoud van het windpark en langere kabeltrajecten. Door de grotere waterdiepte in het aanvraaggebied (32-35 meter i.p.v. 10 m) moet van een grotere hoeveelheid materiaal voor de fundaties van de windturbines worden uitgegaan. De capaciteit van de hier geplande turbines is met 4 MW echter 1 MW hoger dan die van de Vestas-turbines. Uitgaande van een totale turbinelevensduur van twintig jaar produceert elke windturbine in het geplande windpark ca. 443.710 MWh tijdens haar levensduur. Als met een energiebehoefte wordt gerekend die ongeveer 50% hoger is dan bij Vestas (dus ca. 12.000 MWh i.p.v. 8.098 MWh), is de conclusie dat een windturbine ongeveer 38 keer zoveel energie produceert als voor bouw en onderhoud ervan is verbruikt en dat de energierugverdiëntijd dus circa zes maanden bedraagt.

Nagenoeg alle onderdelen van een windturbine zijn recyclebaar. Dit geldt ook voor het ruimtebeslag: wanneer een windpark na zijn levensduur wordt ontmanteld, kan het landschap weer volledig in oude staat worden teruggebracht. De funderingspalen worden verwijderd onder de zeebodem of in hun geheel

verwijderd. Een uitzondering vormen de rotorbladen, meestal gemaakt van glasvezel. Deze worden momenteel slechts voor laagwaardige toepassingen opnieuw gebruikt, bijvoorbeeld als grondstof voor verkeerspalen of als hulpstof in beton. Naar meer hoogwaardige vormen van hergebruik en het gebruik van natuurlijke vezels, zoals hout, wordt onderzoek uitgevoerd (BEURSKENS & VAN KUIK 2004).

2.2.4.1 RENTABILITEITSBEREKENINGEN VOOR DE VERSCHILLENDE WINDPARKCONFIGURATIES VOOR BUITENGAATS

In Tabel 16 staat een grove inschatting van de rentabiliteit voor de voorkeursvariant en de alternatieve varianten. Er is in de tabel geen rekening gehouden met fiscale voordelen, maar niet met belasting op winst. Wanneer de subsidie met 1% wordt verhoogd, neemt het rendement met 0,3% toe. De rendementen in Duitsland en Groot-Brittannië liggen ongeveer twee keer zo hoog als het rendement waarvan in Nederland wordt uitgegaan. Een verbetering van stimulerende maatregelen en investeringsprikkels is raadzaam, om te voorkomen dat de Nederlandse projecten, nu de tekorten op de energiemarkt zo groot zijn, vertraging oplopen.

Buitengaats	VKA/4MW	7D/5 MW (voorkeur)	5D/5 MW	12D/5 MW	ecologisch/5 MW	economisch/5 MW
Technische gegevens						
Aantal turbines	75	78	78	32	60	105
Ashoogte [m]	90					
Rotordoorsnede [m]	130	122	122	122	122	122
Oppervlakte park [km²]	32,7	44,6	ca. 25	44,6	44,6	44,6
Lengte kabels in het park [km]	58	80	45	56	105	184
Vollasturen (incl. 6,2% veiligheidsmarge)	4271	4271	3961	4566	4237	4015
Opbrengst [Mwh/a] (incl. 6,2% veiligheidsmarge)	1.665.857	1.665.857	1.544.820	730.182	1.271.225	2.107.811
Kosten en rentabiliteit						
Opstellingskosten (incl. nevenkosten en kosten voor vergunning)	3,2 miljoen EUR /MW					
Percentage van 180 miljoen netkosten (binnen en buiten het park)	100%	100%	100%	78%	95%	111%
Offshore vergoeding	Uitgangspunt 9,7 cent gedurende 15 jaar vast, daarna marktprijs					
Rendement voor belasting	8%	8%	5,6%	4,6%	6,9%	7,1%*
Resultaat op basis van de gestelde uitgangspunten	matig rendabel	matig rendabel	niet rendabel	niet rendabel	economisch niet rendabel	economisch niet rendabel

Tabel 16 Berekening van de rentabiliteit voor de verschillende windparkconfiguraties van Buitengaats

2.2.4.2 RENTABILITEITSBEREKENINGEN VOOR DE VERSCHILLENDE WINDPARKCONFIGURATIES VOOR ZEEENERGIE

In Tabel 17 staat een grove inschatting van de rentabiliteit voor de voorkeursvariant en de alternatieve varianten. Er is geen rekening gehouden met fiscale voordelen, maar ook niet met belasting op winst. Wanneer de subsidie met 1% wordt verhoogd, neemt het rendement met 0,3% toe. De rendementen in Duitsland en Groot-Brittannië liggen ongeveer twee keer zo hoog dan het rendement waarvan in Nederland wordt uitgegaan. Een verbetering van stimulerende maatregelen en investeringsprikkels is raadzaam, om te voorkomen dat de Nederlandse projecten, nu de tekorten op de energiemarkt zo groot zijn, vertraging oplopen.

ZeeEnergie	VKA/4 MW	7D/5 MW	5D/5 MW	12D/5 MW	ecologisch/5 MW	economisch/5 MW
Technische gegevens						
Aantal turbines	75	80	78	28	65	105
Ashoogte [m]	90					
Rotordoorsnede [m]	130	122	122	122	122	122
Oppervlakte park [km ²]	31,8	43	ca. 23	43	43	43
Lengte kabels in het park [km]	58	80	42	59	113,75	183,75
Vollasturen (incl. 6,2% veiligheidsmarge)	4.162	4.162	3.949	4.441	4.224	4.012
Opbrengst [Mwh/a] (incl. 6,2% veiligheidsmarge)	1.664.798	1.664.798	1.539.944	621.678	1.372.781	2.106.264
Kosten en rentabiliteit						
Opstellingskosten (incl. nevenkosten en kosten voor vergunning)	3,2 miljoen EUR /MW					
Percentage van 180 miljoen netkosten (binnen en buiten het park)	100%	100%	98%	78%	95%	111%
Offshore vergoeding	Uitgangspunt 9,7 cent gedurende 15 jaar vast, daarna marktprijs					
Rendement voor belasting	8,2%	8,2%	5,6%	4,7%	6,9%	7,1%*
Resultaat op basis van de gestelde uitgangspunten	matig rendabel	matig rendabel	niet rendabel	niet rendabel	economisch niet rendabel	economisch niet rendabel

Tabel 17 Berekening van de rentabiliteit voor de verschillende windparkconfiguraties van ZeeEnergie

2.3 EFFECTBESCHRIJVING

In Tabel 18 staan de effectscores gegeven die horen bij de twee criteria. Voor de energieopbrengst en emissies geldt dat de bouw van het geplande offshore windpark een bijdrage zal leveren aan het bereiken van internationale en nationale doelstellingen met betrekking tot productie en gebruik van regeneratieve energieën en met betrekking tot de klimaatbescherming door vermindering van de uitstoot van klimaatgevaarlijke gassen. In de tabel is te zien dat de bijdrage van de parken over het algemeen heel gunstig is (++). Het gunstigst is deze in het economische alternatief (+++) en het minst gunstig in alternatief 12d (+). Wat betreft de rentabiliteit van de windparken zijn maar 2 parken rendabel. Het gaat om het VKA en 7D. Beide parken worden als positief beoordeeld (++). Omdat de overige parken onder de gegeven omstandigheden niet als een rendabel worden beoordeeld scoren deze licht negatief ten opzichte van de huidige situatie (-). Ook de inrichtingsvariant is economisch niet rendabel. Deze variant heeft wel de hoogste opbrengst, maar ook de hoogste kosten.

Beoordelingscriterium	Ref	VKA	7D	5D	12d	Econo- misch	Ecolo- gisch
Energieopbrengst en vermeden emissies	0	++	++	++	+	+++	++
Rentabiliteit	0	++	++	-	-	-	-

Tabel 18 Overzicht van effecten voor energieopbrengst en rentabiliteit

3

Natuur

3.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft de effecten van de windparken Buitengaats en ZeeEnergie op het milieuaspect Natuur. Het wettelijke kader voor de windparken is uitgewerkt in hoofdstuk 5 in deel A. De integrale toetsing van de windparken en de kabels aan de beschermingskaders van de Natuurbeschermingswet, Flora- en faunawet, EHS en IBN2015 is tevens in hoofdstuk 5 te vinden. Hier is ook de beschrijving van de EHS en de Gebieden met Bijzondere Waarden (IBN) te vinden.

3.2 INGEPEN EN INVLOEDEN

In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de ingrepen die plaatsvinden door de activiteiten bij de aanleg, verwijdering en exploitatie van de windparken.

Fase	Ingrepen	Invloeden
Aanleg en verwijdering	Bouwactiviteiten algemeen	Geluidsemissies en visuele onrust (door extra scheepvaart en bouwactiviteit), licht (bouwplaatsverlichting en veiligheidszone), habitatverlies (bouwplaats en -activiteiten), verontreiniging (morsingen, uitstoot schadelijke stoffen en CO ₂)
	Bouw fundering en erosiebescherming	Geluidsemissies (door heiwerkzaamheden) Vertroebeling (door hei/plaatsingswerkzaamheden).
	Aanleg kabels binnen het windpark	Habitatverlies (door bouwplaats en – activiteit), geluid, trillingen, vertroebeling en verontreiniging (door inheien/trenchen kabels), verandering morfologie
	Verwijderen	Idem aanleg, zonder heien
Exploitatie	Windpark algemeen, veiligheidszone	Habitatverbetering (gebruiksverbod)
	Fundaties, erosiebescherming, corrosiebescherming, windturbines en transformatorstation (tot het wateroppervlak)	Habitatverlies (verminderd oppervlak foerageren), toename biodiversiteit/biomassa, veranderde hydromorfologie, vertroebeling en verontreiniging (morsingen en door

Fase	Ingrepen	Invloeden
		obstakels in het waterlichaam → uitschuren/ sedimentverschuivingen), habitatverbetering (extra oppervlakte hard substraat)
	Windturbine, mast en gondel	Geluid en trillingen zowel boven als onderwater (via mast), visuele onrust (door schaduwslag, lichtreflectie, draaibewegingen), aanvaring
	Infield kabels	Opwarming bodem en productie elektromagnetische velden, verontreiniging (vrijkomende schadelijke stoffen bij kabelbreuk)
	Externe oorzaken (ongelukken)	Geluid en trillingen zowel boven als onderwater, visuele onrust, aanvaring, vertroebeling en verontreiniging (morsingen).
	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden	Geluid en trillingen zowel boven als onderwater (via mast), visuele onrust (door schaduwslag, lichtreflectie, draaibewegingen), aanvaring, vertroebeling en verontreiniging (morsingen en door obstakels in het waterlichaam → uitschuren/ sedimentverschuivingen)

Tabel 19 Overzicht ingrepen en invloeden.

Voor een systematische aanpak worden de effecten in criteria ('invloeden') verdeeld. De indeling en benaming van deze criteria volgt de effectenindicator 'Natura 2000 – ecologische randvoorwaarden en storende factoren' (ministerie van EL&I). Aanvullend worden ook alle andere in de richtlijn voor Buitengaats en ZeeEnergie genoemde aspecten meegenomen die op het onderhavige initiatief van toepassing zijn (bijv. antifouling).

3.3 TE BESCHOUWEN EFFECTEN

Uit deze ingrepen vloeien storende factoren uit die ingedeeld zijn in negen 'invloeden'. Deze invloeden hebben een effect op soorten die in de buurt van de windparken hun habitat vinden, foerageren, langs trekken. De invloeden worden hieronder kort beschreven. Hierbij wordt aangegeven welke soortgroepen effect ondervinden.

Invloed	Soortgroep	Effect
Aanvaring	Vogels	Verwondingen of dood
Begraving	Benthos	Dood
Geluid en trillingen	Vogels	Verstoring en vermijding bij foerageren en trekken (barrièrewerking) bij geluid boven water
	Benthos	Verstoring door trillingen
	Zeezoogdieren, vissen	Verstoring en vermijding van het gebied, masking, lichamelijk letsel, barrièrewerking bij trekken
Visuele onrust, licht	Vogels, zeezoogdieren	Verstoring en vermijding algemeen en voor de trek (barrièrewerking)
Habitatverlies	Vogels, zeezoogdieren, vissen, macrobenthos	Verminderd oppervlak voor leefruimte, foerageren en migratie
Vertroebeling en verontreiniging	Vogels	Verminderd zicht in het water, nodig bij foerageren
	Macrobenthos	Begraving, verlaagde primaire productie, lagere filter efficiëntie en verstoppingen
	Vogels, zeezoogdieren, vissen, macrobenthos	Morsingen → opslag van chemische stoffen in weefsel → bioaccumulatie
	Macrobenthos	Anti-fouling
Opwarming van de bodem en elektromagnetische velden	Zeezoogdieren, vissen, benthos	Hogere temperatuur verandert interspecifieke concurrentie vissen en benthos.
	Zeezoogdieren, vissen	Masking door EMvelden voor zeezoogdieren en vissen
Habitatverbetering	Macrobenthos	Meer oppervlakte
	Vogels, zeezoogdieren en vissen	Indirecte aantrekking door grotere voedselbeschikbaarheid
	Vogels, zeezoogdieren, vissen, macrobenthos	Vaar- en gebruiksverbod → meer rust → aantrekking

Tabel 20 Effecten van de werkzaamheden aan de windparken op soortgroepen.

Aanvaringsrisico

Vogels kunnen in aanvaring komen met de verschillende onderdelen van een turbine, daarbij gewond raken of sterven. De luchtwervelingen achter de rotoren kunnen er eveneens voor zorgen dat vogels neervallen. Het aanvaringsrisico is overdag eerder gering. 's Nachts en bij slecht weer is het risico het grootst.

De soortgroep waar een aanvaringsrisico voor geldt is **vogels**.

Geluid en trillingen

Geluidsverstoring kan zowel boven als onder water ontstaan wat een effect heeft op vogels en zeehonden (boven water) en op zeezoogdieren en vissen (onder water). Soorten kunnen verschillende reacties geven indien het geluid gehoord wordt: tolerantie, een gedragsverandering (zoals verhoogd hartritme of mijding van het gebied), gewenning of verstoring, masking (afname van communicatie) en tijdelijke of permanente doofheid.

Mechanische verstoring kan optreden bij heien. Dit heeft mogelijk effect op zeezoogdieren. Ook kan mechanische verstoring optreden als gevolg van de graafwerkzaamheden. Deze verstoring treedt alleen zeer lokaal op en kan tot effecten op bijvoorbeeld macrobenthos leiden. De effecten zijn echter verwaarloosbaar in vergelijking tot effecten van habitatverlies op macrobenthos.

Dit effect treedt op voor de soortgroepen **vogels, zeezoogdieren en vissen en benthos**.

Visuele onrust en licht

Er kan visuele verstoring ontstaan voor vogels, zeehonden die op de platen liggen te rusten en vissen. Visuele verstoring kan plaatsvinden door aanwezigheid van scheepvaartverkeer, door lichtreflectie, draaibewegingen van de molen of door verlichting van de bouwplaats, het transformatorplatform en de

veiligheidszone. Voor vogels wordt de verstoring door de windturbines gezien als barrièrewerking tijdens de vlucht of trek. Op vissen kan licht naast verstoring een aantrekkende werking hebben of de predatiedruk doen toenemen.

Dit effect treedt op voor de soortgroepen **vogels, zeezoogdieren en vissen**.

Habitatverlies

Zeezoogdieren, vogels en vissen verlaten bepaalde gebieden die zij daarvoor als foerageer- of pleisterplaats gebruikten door de aanwezigheid van schepen (bouw en gebruik) of windturbines (gebruik) dan wel door geluids- en lichtemissie. Macrobenthos die in het gebied voorkomen, kunnen begraven worden of bij graafwerkzaamheden hun habitat direct verliezen.

Dit effect treedt op voor alle beschreven soortgroepen: **vogels, zeezoogdieren, vissen en benthos**.

Vertroebeling en verontreiniging

Door bodemberoerende werkzaamheden zoals bagger- en graafwerkzaamheden wordt sediment opgewerveld. Dit sediment komt in de waterkolom terecht en veroorzaakt hierdoor vertroebeling. De vertroebeling zorgt ervoor dat de samenstelling van water veranderd en er minder licht in het water doordringt.

Voor vogels die hun prooi op zicht vangen kan vertroebeling betekenen dat minder voedsel wordt gevangen. Voor vissen kan vertroebeling een afschrikkende werking hebben of leiden tot schade aan kieuwen en eitjes. Een verminderde lichtinval kan leiden tot een afname van de primaire productie in het ecosysteem, een voedselbron voor benthos. Eveneens kunnen filterende benthossoorten effect ondervinden door een verminderde efficiëntie van het filteren en verstoppingen door de verhoogde sedimentconcentratie in de waterkolom.

Er zal verontreiniging zijn door morsingen bij werkzaamheden of door het vrijkomen schadelijke stoffen bij een kabelbreuk. Indien in de bodem verontreinigingen zitten, kunnen deze verontreinigingen vrijkomen bij bodemberoerende werkzaamheden. Tot slot zal er verontreiniging plaatsvinden door antifouling. Bij verontreiniging kunnen stoffen zich in de voedselketen verspreiden en opstapelen; dit wordt bioaccumulatie genoemd.

Effecten van vertroebeling en verontreiniging treden mogelijk op in alle soortgroepen: **vogels, zeezoogdieren, vissen en benthos**.

Opwarming van de bodem

De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De temperatuurtolerantie is per soort verschillend en bepaalt in wezen de geografische verspreidingsgrenzen.

Een effect van temperatuursverhoging kan voorkomen bij **benthos**.

Elektromagnetische velden

Magnetische velden kunnen het oriëntatievermogen en/of het migratiegedrag van sommige zeezoogdieren en vissen negatief beïnvloeden.

Een effect elektromagnetische velden kan voorkomen bij de soortgroepen **zeezoogdieren en vissen**.

Habitatverbetering

Door de bouwactiviteiten, het aanbrengen van harde substraten in het planningsgebied en het instellen van een veiligheidszone rond het windpark met een vaar- en gebruiksverbod kan een habitatverandering ontstaan.

Dit effect treedt op voor alle soortgroepen: **vogels, zeezoogdieren, vissen en benthos**.

Externe werking

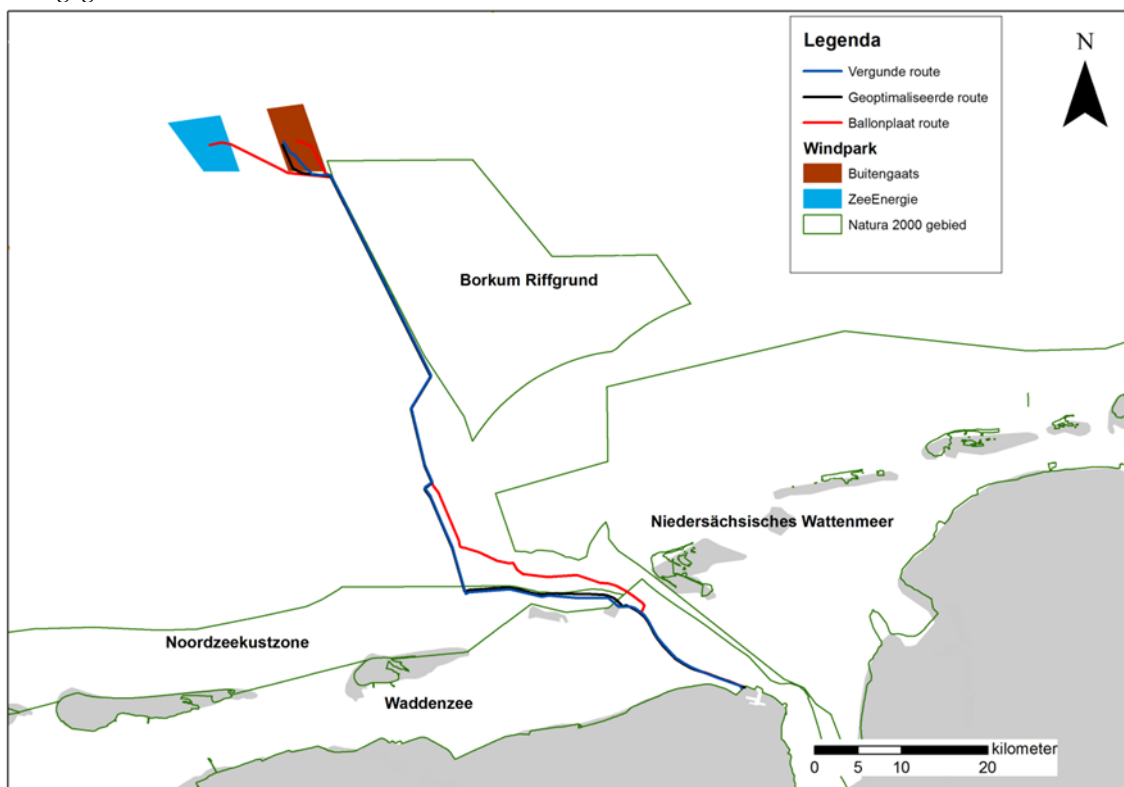
Als een project gevolgen kan hebben voor beschermde gebieden of soorten aan wie deze beschermde gebieden zijn toegewezen die zich buiten het plangebied bevinden, dan wordt dit onder 'Externe effecten' aangegeven.

3.4 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE (HS/AO)

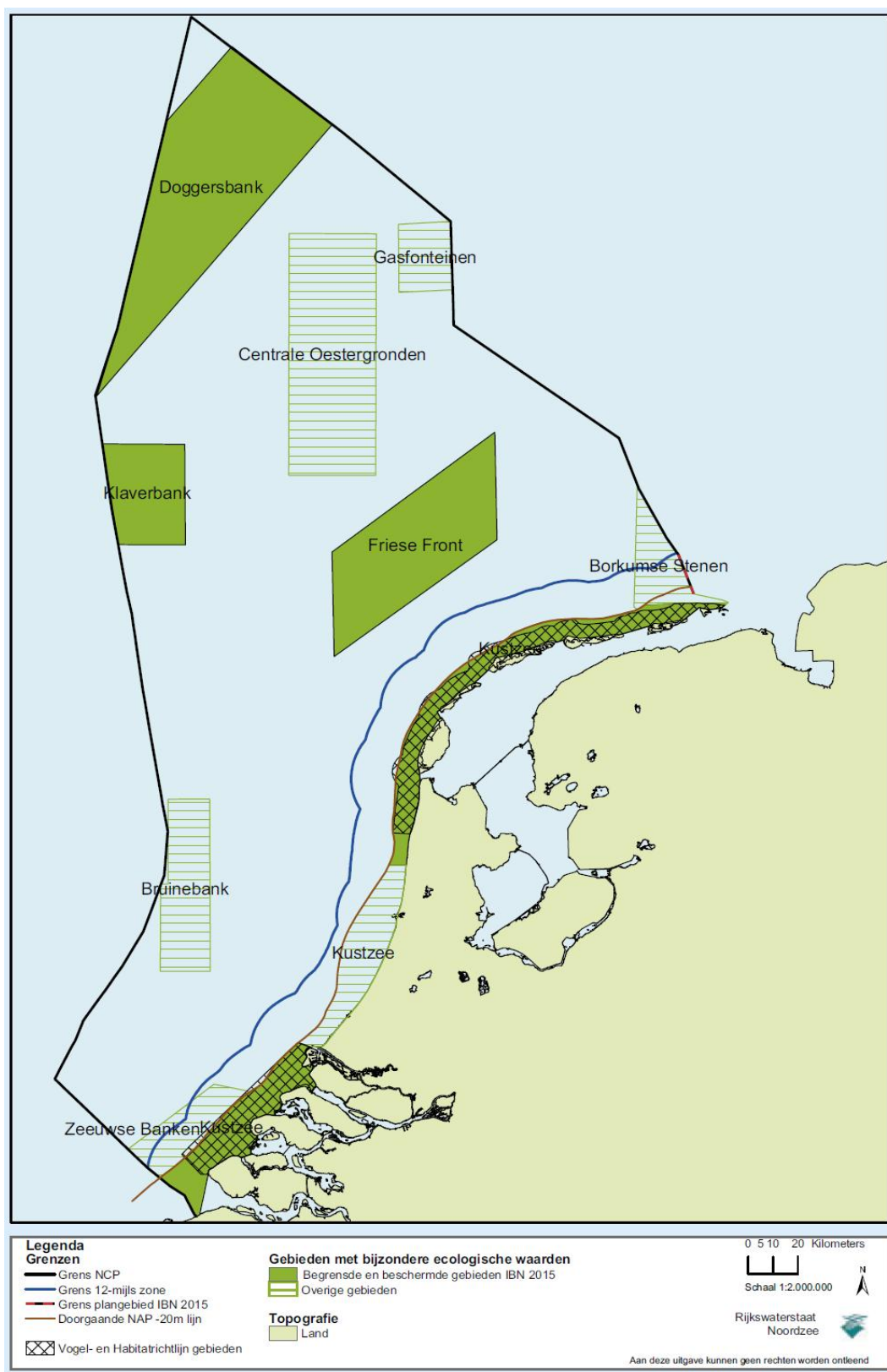
De beschrijving van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling van de natuurwaarden rond de windparken gebeurt voor de soortgroepen vogels, zeezoogdieren, vissen en benthos. Hier onder volgt een overzicht van de Natura 2000-gebieden in het studiegebied. Voor een uitgebreide beschrijving van de Natura 2000-gebieden en afbakening van het studiegebied wordt verwezen naar de Passende Beoordeling (Bijlage 10).

3.4.1 NATURA 2000-GEBIEDEN

Door beide windparken kunnen effecten optreden in Natura 2000-gebieden. Een overzicht hiervan is te vinden in Figuur 13. De instandhoudingsdoelstellingen als trekkende vogels (via sterfte), jan van gent, noordse stormvogel, kleine mantelmeeuw, vislarven, visetende vogels en zeezoogdieren vormen het beoordelingskader voor de gebieden. In de onderstaande figuren is de ligging van de windparken (en kabels) ten opzichte van de Natura 2000-gebieden en de Gebieden met Bijzondere Waarden (IBN) weergegeven.



Figuur 13 Ligging Natura 2000-gebieden.



Figuur 14 Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden binnen het Nederlandse Continentaal Plat (NCP) (Rijkswaterstaat Noordzee, 2009).

3.4.2 VOGELS

3.4.2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk staan samenvattende gegevens over de vogelsoorten die op het NCP voorkomen en die wellicht hinder zouden kunnen ondervinden van de bouw en het gebruik van het geplande windparken 'ZeeEnergie' en 'Buitengaats'. De samenvatting is gebaseerd op de bestandsbeschrijving Vogels (zie bijlage 6 van MER BARD), waarin o.a. de aantallen en trends zijn beschreven.

Vogels die duikend, zwemmend of vliegend in of boven de Noordzee worden aangetroffen, kunnen in verschillende groepen worden ingedeeld. Voor het windturbineproject 'Gemini' wordt het vogelbestand beschreven en weergegeven aan de hand van de volgende groepen: broedvogels, niet-broedende (pleisterende) vogels en trekvogels.

Voor het project 'Gemini' worden deze categorieën als volgt gedefinieerd:

- Broedvogels: alle vogelsoorten die op de eilanden of het vasteland broeden en het planningsgebied gebruiken als foerageergebied of over het planningsgebied heen vliegen als zij op zoek zijn naar voedsel.
- Niet-broedende (pleisterende) vogels: alle vogelsoorten die het projectgebied niet uitsluitend gebruiken als doortrekgebied, maar veeleer als pleisterplaats, overzomerings-, overwinterings- of ruigebied. Dit zijn voornamelijk zeevogelsoorten die grote delen van het jaar op zee doorbrengen.
- Trekvogels: alle zeevogel- en landvogelsoorten die doorgaans non-stop over de zee heen vliegen op hun trektocht van het broed- naar het overwinteringsgebied. Dit zijn voornamelijk zangvogels, steltlopers, ganzen, zwanen en eenden alsmede roofvogels en duiven. Ook doortrekkende zeevogelsoorten (vgl. DANKERS et al. 2003) vallen in deze categorie.

Om de soorten die in het projectgebied voorkomen in te kunnen delen in deze groepen, moet de functie van het projectgebied voor deze soorten worden gewaardeerd. Deze waardering is uitgevoerd in de bestandsbeschrijving (bijlage 6 van MER BARD).

3.4.2.2 ONDERZOEKSGBIED EN GEGEVENSBRONNEN

Om de zeevogelbestanden en in het gebied foeragerende broedvogels te tellen, stonden waarnemingsgegevens van vliegtellingen uit de databank van het Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), evenals van scheepstellingen uit het 'European-Seabirds-at-Sea-Program' (ESAS) ter beschikking. Het geanalyseerde onderzoeksgebied dekt het zeegebied voor de eilanden Ameland tot Borkum vanaf de kust tot ongeveer de 40 m-dieptelijn af (zie bijlage 6 van MER BARD, figuur 1).

Aanvullend worden er resultaten van eigen onderzoeken bij betrokken, die zijn uitgevoerd bij het ca. 40 km noordelijk gelegen Duitse windparkproject 'BARD Offshore 1' (zie bijlage 6 van MER BARD). Voor de beschrijving van de trekvogelbestanden is eveneens gebruik gemaakt van de 'BARD Offshore 1'-gegevens. Voorts zijn de bestandsbeschrijvingen van talrijke literatuurbronnen (o.a. ARTS & BERREVOETS 2005a, BAPTIST & WOLF 1993, BAPTIST 2000, BERREVOETS & ARTS 2001, 2002, 2003, CAMPHUYSEN & LEOPOLD 1994, LWVT/SOVON 2002, OREJAS et al. 2005 alsmede gegevens uit vergunningen voor Duitse windparken (BSH 2001, 2004a, b, c, f, 2005a, b, e, 2006a, c, d, 2007c) geanalyseerd. Een uitvoerige opsomming is te vinden in de bestandsbeschrijving Vogels (bijlage 6 van MER BARD).

3.4.2.3 HUIDIGE SITUATIE

Broedvogels

Het plangebied heeft geen habitatstructuren die broedvogels de mogelijkheid bieden om te broeden. De dichtstbijzijnde plaats bevindt zich op ca. 56 km op de West-Friese eilanden. Door deze grote afstand kan een directe verstoring van de broedgebieden door het windpark worden uitgesloten. Broedvogels kunnen

echter wel door het project worden beïnvloed als ze op open zee naar voedsel zoeken en daarbij het plangebied gebruiken als foerageerplaats of er overheen vliegen op hun foerageertochten. Op grond van de afstand van het plangebied zou dit uitsluitend van toepassing kunnen zijn op de kleine mantelmeeuw, de jan van gent en de noordse stormvogel. Voor de aalscholver ligt de geplande ingreep in het buitenste gebied van de mogelijke actieradius in de broedtijd (zie bijlage 6 van MER BARD).

In een onderzoekprogramma zijn in 2007 op Vlieland kleine mantelmeeuwen van een satellietzender voorzien (ENS 2007, EXO et al. 2008). Eerste resultaten laten zien dat er regelmatig foerageertochten plaatsvinden waarbij tot 90 km ver boven de Noordzee wordt gevlogen. Bij het uitlezen van vier GPS-dataloggers van op Helgoland broedende vogels bleek echter dat de vogels maximaal ca. 50 km van de kolonie wegvlogen en vooral in de directe omgeving van Helgoland naar voedsel zochten (MENDEL & GARTHE 2008). Uit beide studies blijkt dat vogels tijdens het foerageren steeds weer langere tijd op het water uitrusten of zeer laag vliegen. In het plangebied worden over het hele jaar gezien de grootste dichtheden bereikt in het broedseizoen. De aantallen zijn hier echter duidelijk kleiner dan in de kustgebieden (zie bijlage 6 van MER BARD).

Jan van genten vliegen tijdens het broedseizoen tot honderden kilometers bij de kolonie weg. HAMER et al. (2000, 2007) berekenden voor foerageervluchten van de Bass Rock-populatie een gemiddelde afstand van 232 km (maximale afstanden tot 540 km). Het plangebied ligt dus binnen de mogelijke actieradius van de broedvogels van Helgoland (D) en Bempton Cliffs (VK). Uit de studies bleek echter dat alleen in juni incidenteel adulte Jan van genten rond het plangebied werden geregistreerd. Van juli tot september ging het bij 82% van de waarnemingen om jonge en subadulte dieren.

Tijdens de broedperiode zoeken Noordse stormvogels vaak op grote afstand van hun broedkolonies naar voedsel. HAMER et al. (1997) berekenden een maximale actieradius van 245 km. Het plangebied ligt dus binnen de mogelijke actieradius van de broedvogels van Helgoland (D). Uit de tellingen in het onderzoeksgebied bleek dat de noordse stormvogel het hele jaar door in het plangebied kan worden gevonden, waarbij de aantallen vanaf mei stijgen en maximale aantallen worden bereikt tegen het einde van de broedperiode.

De waarnemingen die zijn gedaan tijdens vliegtuigtellingen (POOT *et al.*, 2011) en tellingen per schip (VAN BEMMELEN *et al.*, 2011) onderschrijven deze redenatie. Tijdens het broedseizoen werden enkel jan van gent, noordse stormvogel en kleine mantelmeeuw in kleine aantallen waargenomen op de windparklocatie.

Aalscholver, grote stern, visdief, noordse stern, zeekoet en alk geraken in de broedperiode niet tot de locatie van de windparken (POOT *et al.*, 2011 en VAN BEMMELEN *et al.*, 2011).

Tijdens de vliegtuigtellingen van POOT *et al.* (2011) zijn enkele drieteenmeeuwen waargenomen op de locatie van de windparken. Deze zijn mogelijk afkomstig van boorplatforms op de Noordzee alwaar zich maximaal enkele tientallen nesten bevinden (HOOGENSTEIN & MEESTERS, 2009).

Vanwege de afstand tot de broedkolonies, de grootte van de gehele foerageergebied en de voorkomende aantallen kan niet worden geconstateerd dat het plangebied een bijzondere betekenis heeft als foerageergebied voor de broedvogels van de eilanden/het vasteland of van het eiland Helgoland (zie ook bijlage 6 van MER BARD, Vogels en bijlage 12 van MER BARD, Passende Beoordeling (Bijlage 10)).

Niet-broedende Vogels (pleisterende vogels)

De Noordzee vormt een leefgebied dat in de loop van een jaar door miljoenen zeevogels wordt gebruikt.

De Noordzee kan verschillende functies hebben voor deze vogelsoorten. Hij kan dienen als foerageergebied, pleisterplaats, overzomeringsgebied, overwinteringsgebied, ruigebied, slaapplek of doortrekgebied. In welke periode en in welke aantallen de verschillende soorten hier pleisteren is evenwel afhankelijk van veel factoren, onder andere van het seizoen en het voedselaanbod.

In het plangebied zijn door verschillende tellingen totaal 27 soorten zee- en watervogels vastgesteld, die hier als potentiële pleisterende vogels (niet-broedende vogels) kunnen voorkomen (zie bijlage 6 van MER BARD). Tabel 21 geeft een overzicht van de onderzochte soorten zeevogels, de functies van het plangebied

voor de verschillende soorten en de maximale maandelijkse dichtheden, alsmede het aandeel in de biogeografische populatie. Totaal gezien kan in het plangebied van een verregaand natuurlijke zeevogelleefgemeenschap worden uitgegaan. Typische hoogzeevogels zoals de noordse stormvogel, jan van gent, drieteenmeeuw, zeekoet en de alk komen in verschillende seizoenen in middelhoge tot hoge dichtheden voor. Daarenboven maken doortrekkende en pleisterende kleine mantelmeeuwen deel uit van deze gemeenschap; hun aantal kan lokaal hoger liggen door visserijactiviteiten. Dit geldt eveneens voor doortrekkende en overwinterende stormmeeuwen, zilverbmeeuwen en grote mantelmeeuwen. Onder de vastgestelde zeevogels bevinden zich zeven soorten, die in artikel 4 (1) bijlage I van de EU-Vogelbeschermingsrichtlijn zijn opgenomen. Roodkeelduikers, parelduikers en dwergmeeuwen overwinteren in het gebied van de Nederlandse Noordzeekust en komen in het plangebied vooral tussen oktober en april in geringe aantallen als doortrekkers voor. Ook de grote stern, visdief, noordse stern en zwarte stern kunnen hier bijna uitsluitend in de trekperiodes in geringe dichtheden worden vastgesteld. Potentieel kunnen alle zeevogelsoorten als trekvogel in het plangebied voorkomen (DANKERS et al.). De aalscholver, ijseend, zwarte zeeëend, jager, dwergmeeuw, kokmeeuw en de sterns moeten als echte doortrekkers in het plangebied worden beschouwd. De zeeduiker, grauwe pijlstormvogel, grote burgemeester, kleine alk en papegaaiduiker gebruiken het gebied voornamelijk als doortrekgebied en in zeer geringe mate als pleister- of overwinteringsgebied. Voor de hoogzeesoorten noordse stormvogel, jan van gent en drieteenmeeuw dient het plangebied vooral als pleistergebied. Broedvogels van de kleine mantelmeeuw zouden het in de broedtijd aanvullend als foerageergebied kunnen gebruiken, maar vanwege de afstand tot het vasteland wordt hun aantal gering geacht. Om te overwinteren verblijven hier stormmeeuwen, zilverbmeeuwen, grote mantelmeeuwen en drieteenmeeuwen, evenals zeekoeten en alken. Laatstgenoemde gebruiken het plangebied ook als ruigebied.

Bij geen van de vastgestelde soorten zee- en pleisterende vogels bereikten de dichtheden echter 1% van de biogeografische populatie (zie Tabel 21), nog 1%-mortaliteitsnorm of 1% van de NCP-populatie (Tabel 22). Eveneens onder de 1% blijven de aandelen die betrekking hebben op de biogeografische populatie, als er voor de verschillende vogelsoorten additioneel vermijdingsafstanden van 2 of 4 km om het windpark heen worden aangehouden (zie Tabel 22). Als de waarden worden afgezet tegen de populatie op het NCP, dan bereiken hier de grote stern (vanaf 2 km), de noordse stern/visdief (vanaf 4 km), de kleine mantelmeeuw (vanaf 4 km) en de dwergmeeuw (vanaf 4 km) waarden boven de 1%. Van de sterns en de kleine mantelmeeuw is echter bekend dat windparken niet of nauwelijks ontweken worden (PETERSEN et al. 2006b, EVERAERT & STIENEN 2007, MENDEL et al. 2008). En ook voor de dwergmeeuw stelden PETERSEN et al. (2006b) slechts een significante vermijding tot 2 km vast.

Het plangebied betekent voor geen van de vastgestelde soorten een belangrijk pleister- en foerageergebied.

Nederlandse soortnaam	Wetenschappelijke soortnaam	Functies van het plangebied voor zeevogels					dichtheden per seizoen (n/km²)				maximale aantal gestoorde individuen in een seizoen in het	aandeel (%) van de max. aantallen aan de biogeografische
		doortrekgebied	pleistergebied	overwinterings-	ruiggebied	foerageergebied	Voorjaar/	zomer/broedtijd	herfst/vertrek	winter		
Roodkeelduiker	<i>Gavia stellata</i>	X	X				0,0	0,0	0,0	0,0	3	0,001
Parelduiker	<i>Gavia arctica</i>	X	X				6 ²			1 ²		
Noordse Stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>	X	X				0,2 8 ²	1,4 5 ¹	0,6 7 ¹	0,7 1 ²	65	0,002
Grauwe Pijlstormvogel	<i>Puffinus griseus</i>	X	X				~3	~3	~3	~3	1	<0,00 1
Jan van Gent	<i>Morus bassanus</i>	X	X				0,1 7 ¹	0,2 2 ¹	0,2 2	0,1 5 ¹	10	0,003
Aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i>	X					~3	~3	~3	~3	1	<0,00 1
IJseend	<i>Clangula hyemalis</i>	X					~3	~3	~3	~3	1	<0,00 1
Zwarte Zeeëend	<i>Melanitta nigra</i>	X					0,0	0,0	0,0 2 ²	0,0	1	0,001
Middelste Jager	<i>Stercorarius pomarinus</i>	X					0,0	0,0	0,0	0,0	1	0,003
Kleine Jager	<i>Stercorarius parasiticus</i>	X					0,0	0,0	0,0	0,0	1	0,001
Grote Jager	<i>Stercorarius skua</i>	X					0,0	0,0 1 ¹	0,0 4 ¹	0,0	2	0,013
Dwergmeeuw	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	X					0,5 1 ¹	0,0	0,0 1	0,0 3 ¹	23	0,056
Kokmeeuw	<i>Larus ridibundus</i>	X					0,0 2 ²	0,0	0,0 4 ²	0,0 1 ¹	2	<0,00 1
Stormmeeuw	<i>Larus canus</i>	X		X			0,0 2 ²	0,0	0,0 3 ²	0,1 1 ¹	5	<0,00 1
Kleine Mantelmeeuw	<i>Larus fuscus</i>	X	X			(X)	1,4 8 ¹	2,9 9 ¹	1,0 8 ²	0,0 8 ¹	135	0,042
Zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	X	X	X			0,1 4	0,0 7 ¹	0,0 9 ²	0,2 8 ¹	13	0,001
Grote Burgemeester	<i>Larus hyperboreus</i>	X		X			~3	~3	~3	~3	1	<0,00 1
Grote Mantelmeeuw	<i>Larus marinus</i>	X	X	X			0,1 3 ¹	0,0 1	0,1 9 ¹	0,3 5 ¹	16	0,011
Drieteenmeeuw	<i>Rissa tridactyla</i>	X	X	X			1,6 7 ¹	0,6 5 ²	1,0 6 ¹	2,0 3 ¹	91	0,004
Grote Stern	<i>Sterna sandvicensis</i>	X					0,0 7 ²	0,0 1 ²	0,0 9 ¹	0,0 0	4	0,004
Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	X					0,0	0,0	0,5	0,0	26	0,002

Noordse Stern	<i>Sterna paradisaea</i>					7 ²		7 ¹			
Zwarte Stern	<i>Chlidonias niger</i>	X				3	3	3	3	1	0,001
Zeekoet	<i>Uria aalge</i>	X	X	X	X	1,8 2 ²	0,0	0,2 7 ¹	0,5 0 ¹	82	0,003
Alk	<i>Alca torda</i>	X	X	X	X	0,0 1 ²	0,0 2 ²	0,0 2	0,2 8 ²	13	0,002
Zeekoet/Alk	<i>Uria aalge/Alca torda</i>					1,8 3 ²	1,4 0 ¹	0,8 1	3,0 7 ¹	139	0,005
Kleine Alk	<i>Alle alle</i>	X		X		0,0	0,0	0,1 0 ¹	0,0 8 ¹	5	<0,00 1
Papegaaiduiker	<i>Fratercula arctica</i>	X		X		3	3	3	3	1	<0,00 1

Tabel 21 Functie van het plangebied voor zeevogelsoorten en maximale dichtheden per seizoen en aandelen aan de biogeografische populatie

Toelichting:

Het uitgangspunt is dat alle soorten zeevogels potentieel in de gelegenheid moeten zijn, in het plangebied naar voedsel te zoeken; de hoofdfunctie is vet weergegeven.

¹ = maximale dichtheid per seizoen waargenomen door het RIKZ

² = maximum dichtheid per seizoen waargenomen door het ESAS

³ = gezien het geringe aantal is de dichtheid niet berekend

⁴ = bron: BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004)

geen aanduiding = maximum per maand is bij beide onderzoeken gelijk

vet = seizoen met de hoogste dichtheid

Tabel 22 Overzicht van getroffen vogels in verschillende afstandsklassen tot het windpark met aandelen aan de biogeografische populatie en de NCP-populatie.

oppervlakte windpark inkl. verstoring- safstand	max. aantal gestoorde individuen in een seizoen in het plangebied (n/45 km ²) aandeel (%) in de biogeografische populatie aandeel (%) van de NCP-populatie			max. aantal gestoorde individuen in een aandeel (%) aan de biogeografische populatie aandeel (%) aan de NCP-populatie			max. aantal gestoorde individuen in een aandeel (%) aan de biogeografische populatie aandeel (%) van de NCP-populatie			biogeografische populatie, gemiddelde aantallen (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004)	1%-criterium naar Ramsar *	NCP-populatie ¹ (CAMPHUYSEN & LEOPOLD 1994)
	zonder een verstoring-safstand - 45 km ² -			met een verstoring-safstand van 2 km - 115 km ² -			met een verstoring- afstand van 4 km - 210 km ² -					
Roodkeelduiker	3	0,001	0,04	7	0,002	0,09	13	0,004	0,18	317.500	3.175	7.400
Parelduiker												
Noordse Stormvogel	65	0,002	0,06	167	0,005	0,15	305	0,008	0,27	3.600.000	36.000	114.100
Noordse Stormvogel	65	0,002	0,06	167	0,005	0,15	305	0,008	0,27	3.600.000	36.000	114.100
Grauwe Pijlstormvogel	1	<0,001	-	1	<0,001	-	1	<0,001	-	g.g.	g.g.	g.g.
Jan van Gent	10	0,003	0,05	25	0,008	0,13	46	0,015	0,23	305.000	3.050	19.900
Aalscholver	1	<0,001	-	1	<0,001	-	1	<0,001	-	340.000	3.400	g.g.
Ijseend	1	<0,001	-	1	<0,001	-	1	<0,001	-	720.000	7.200	g.g.
Zwarte Zeeëend	1	0,001	0,00	2	0,002	<0,001	4	0,003	0,01	115.000	1.150	50.000
Middelste Jager	1	0,003	-	1	0,003		1	0,003	-	35.000	350	g.g.
Kleine Jager	1	0,001	0,17	1	0,001	0,17	1	0,001	0,17	90.000	900	600
Grote Jager	2	0,013	0,10	5	0,031	0,25	8	0,050	0,40	16.000	160	2.000
Dwergmeeuw	23	0,056	0,21	59	0,144	0,55	107	0,261	1,00	41.000	410	10.700

¹ De populatiegrootte (niet-broedvogels) van het NCP hebben voornamelijk betrekking op de waarden die door Camphuysen & Leopold (1994) zijn vermeld en ook door Bijlsma (2001) geciteerd worden. Camphuysen & Leopold (1994) bakenen een ruimte af die „Southern North Sea, Dutch Sector“ heet en vermoedelijk identiek is met het NCP. Verder worden er vermeldingen van winterpopulaties van Nederland uit BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004) bijgehaald. Deze zijn echter voor weinig soorten beschikbaar.

Afhankelijk van de auteur lopen de waarden sterk uiteen (bijv. bij de Stormmeeuw). De aantallen zijn aan veel onzekerheden onderhevig en geven daarom maar een globale benadering van de populatiegrootte van trekvogels en overwinterende zeevogels in Nederland / in het NCP.

oppervlakte windpark inkl. verstoring- safstand	max. aantal gestoorde individuen in een seizoen in het plangebied (n/45 km²)			max. aantal gestoorde individuen in een aandeel (%) in de biogeografische populatie aandeel (%) van de NCP-populatie			max. aantal gestoorde individuen in een aandeel (%) aan de biogeografische populatie aandeel (%) aan de NCP-populatie			max. aantal gestoorde individuen in een aandeel (%) aan de biogeografische populatie aandeel (%) van de NCP-populatie			biogeografische populatie, gemiddelde aantalen (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004)	1%-criterium naar Ramsar *	NCP-populatie ¹ (CAMPHUYSEN & LEOPOLD 1994)
	zonder een verstoring-safstand - 45 km² -			met een verstoring-safstand van 2 km - 115 km² -			met een verstoring-s- afstand van 4 km - 210 km² -								
Kokmeeuw	2	<0,00 1	0,01	5	0,000	0,02	8	<0,00 1	0,04	1.850. 000	18.500	21.9 00			
Stormmeeuw	5	<0,00 1	0,01	13	0,001	0,02	23	0,002	0,04	1.045. 000	10.450	60.8 00			
Kleine Mantelmeeuw	13 5	0,042	0,23	34 4	0,106	0,59	62 8	0,193	1,08	325.00 0	3.250	57.9 00			
Zilvermeeuw	13	0,001	0,01	32	0,003	0,03	59	0,005	0,05	1.080. 000	10.800	117. 700			
Grote Burgemeester	1	<0,00 1	<0,0 1	1	<0,00 1	-	1	<0,00 1	-	93.500	935	g.g.			
Grote Mantelmeeuw	16	0,011	0,02	40	0,028	0,06	74	0,051	0,10	145.00 0	1.450	71.5 00			
Drieteenmeeuw	91	0,004	0,12	23 3	0,009	0,31	42 6	0,017	0,57	2.550. 000	25.500	74.6 00			
Grote Stern	4	0,004	0,44	10	0,009	1,11	19	0,018	2,11	106.00 0	1.060	900			
Visdief	26	0,002	0,26	66	0,006	0,65	12 0	0,011	1,19	1.120. 000	11.200	10.1 00			
Noordse Stern															
Zwarte Stern	1	0,001	-	1	0,001	-	1	0,001	-	126.50 0	1.265	g.g.			
Zeekoet	82	0,003	0,06	20 9	0,009	0,16	38 2	0,016	0,29	2.350. 000	23.500	133. 800			
Alk	13	0,002	0,06	32	0,005	0,15	59	0,010	0,27	600.00 0	6.000	21.9 00			
Zeekoet/Alk	13 9	0,005	0,09	35 3	0,012	0,24	64 5	0,022	0,44	2.950. 000	29.500	147. 300			
Kleine Alk	5	<0,00 1	0,13	12	<0,00 1	0,30	21	<0,00 1	0,53	27.500 .000	275.00 0	4.00 0			
Papegaaiduiker	1	<0,00 1	0,03	1	<0,00 1	0,03	1	<0,00 1	0,03	6.500. 000	65.000	3.50 0			

Verklaring: g.g. = geen gegevens

vet : verwachte mijdingsafstand van de desbetreffende vogelsoort (bijv. volgens PETERSEN et al. 2006, MENDEL et al. 2008, EVERAERT & STIENEN 2007)

* WETLANDS INTERNATIONAL (2006): een effect wordt als significant beschouwd als meer dan 1% van de individuen van een populatie door het voornemen worden getroffen (RAMSAR CONVENTION 1971)

Trekvogels

Wat betreft het verloop van de vogeltrek op open zee zijn alleen de hoofdlijnen bekend. Een van de hoofdtrekrichtingen van broedvogels vanuit Noorwegen, Zweden en Denemarken loopt in noordoost-zuidwestelijke richting over de Noordzee. Ook zijn er enkele soorten van IJsland, Groenland en Siberië die in westelijke richting over de zuidelijke Noordzee trekken. Andere soorten trekken bij voorkeur in de buurt van de kust (zie Bijlage 6 van BARD MER, figuur 69-71).

Weersomstandigheden hebben een grote invloed op het begin van de vogeltrek (trekdrang), de trekrichting, -duur en -hoogte. Windrichting en windkracht houden immers verband met de ligging van hoge- en lagedrukgebieden of de luchtdrukverdeling. Voor de vogeltrek zijn vooral de wind- en luchtdrukverhoudingen van belang. Over het algemeen vermijden trekvogels sterke tegenwind, maar ze trekken niet alleen bij gunstige wind in de rug, maar ook bij zwakke tegen- of zijwind.

De vogeltrek over de Noordzee verloopt ten aanzien van periode en omvang min of meer volgens een bepaald patroon. Verschillen in de omvang, in de benutting van tijd en ruimte worden vooral bepaald door weersfactoren of schommelingen in de populatie. In dit onderzochte deel van de Noordzee konden ook in de typische trekmaanden maart tot mei en september tot november hogere trekintensiteiten worden vastgesteld. Hierbij laten de radargegevens met name in de nacht hogere trekintensiteiten zien in de maanden maart, april en oktober. Hier worden gemiddelden van maximaal ongeveer 700 echo's per uur bereikt.

Bij het merendeel van de vogels die over de Noordzee trekken gaat het om nachtelijke trekkers. Het begin van de trek wordt bepaald door de tijd van zonsopgang. De resultaten van de automatische trekroepregistratie op het onderzoeksplatform 'FINO 1' bevestigen de dominantie van nachtelijke trekkers, want 75,6% van de trekroepen werd 's nachts vastgesteld (OREJAS et al. 2005). Algemeen moet worden vastgesteld, dat binnen de afzonderlijke trekperiodes de vogeltrek zich in enkele nachten concentreert. Dit is ook aangetoond op het onderzoeksplatform 'FINO 1', waar in het voorjaar 2004 meer dan 50% van alle echo's in slechts 8 nachten zijn geregistreerd, in de herfst in slechts zes nachten. Voor het gebied 'BARD (Duitsland)' zijn in de onderzoeksperiode (twee jaar) 30 nachten met gemiddeld meer dan 100 echo's per uur geregistreerd, in slechts 6-10 nachten bedroeg het >600 echo's per uur (zie bijlage 6 van BARD MER, figuur 78). Zichtwaarnemingen overdag wezen uit dat rond 48% van alle vogels vlogen op een hoogte tot vijf meter. Totaal vloog rond 93% van de vogels op een hoogte van tot 20 m (zie bijlage 6 van BARD MER, Tabel 15). Radarwaarnemingen in de deelgebieden van het Duitse voorraangsgebied lieten in de activiteitenhoogteklasse 40-200 m van windturbines, gerekend overdag en 's nachts, aandelen van circa 23% tot 33% zien. In het gebied 'BARD (Duitsland)' bevonden zich in deze hoogteklasse overdag rond 26,3% van alle vogelecho's en 's nachts rond 22,6%. Totaal lagen de waarden in beide onderzoeksjaren tussen 24% en 28% (zie bijlage 6 van BARD MER, figuur 80 en 81).

In het onderzoeksgebied zijn in totaal 134 soorten en 22 soortgroepen vastgesteld, waaronder 22 soorten van bijlage 1 volgens art. 4 alinea 1 EU-VRL. Uit andere, in de Duitse Bocht uitgevoerde milieuverdraagzaamheidsstudies zijn op grotere afstanden van de kust tot 136 soorten per jaar aangetoond. Bij de decennialange, vrijwel dagelijks uitgevoerde waarnemingen op Helgoland zijn tot dusverre meer dan vierhonderd soorten aangetoond. Gemiddeld 242 soorten per jaar. De verwachting is dat door meerjarige monitoring ook in het onderzoeksgebied een groter soortenspectrum zou kunnen worden aangetoond.

Beschouwt men het totale vogelbestand dan vormen de zangvogels met 45% de meest voorkomende soortgroep, de alken met 25% en de meeuwen met 17% volgen daarna. De stormvogelachtigen, steltlopers, Jan van genten en de sterns liggen daar met dominantiewaarden van elk <10% duidelijk onder. Alle andere soortgroepen zijn slechts in geringere aantallen aangetoond. Vergelijkingsgegevens uit het Duitse voorraangsgebied bevestigen vooral dat de meeuwen overdag in aantal sterk overheersen; ze maken daar

in de regel 50-70% van het bestand uit. 's Nachts kunnen vooral zangvogels en waddenvogels waargenomen worden. Tot de talrijkste trekvogels in de nacht behoren met name de lijsterachtigen zoals koperwiek, merel, kramsvogel en zanglijster, evenals spreeuw en roodborst. Bij de steltlopers zijn de tureluur en de kanoetstrandloper de meest talrijke soorten, maar hun dominantiewaarde is <1%. Zij worden gevolgd door de oeverloper, de groenpootruiter en de bonte strandloper.

3.4.2.4 AUTONOME ONTWIKKELING

Als de omstandigheden niet wijzigen, behoudt dit gebied op open zee zijn functies van doortrek-, pleister-, overwinterings, rui- en foerageergebied voor verschillende zeevogels.

De grootte van het bestand pleisterende (niet-broed)vogels in de zuidelijke Noordzee hangt sterk af van de ontwikkeling van de betreffende broedpopulaties in het noorden van de Atlantische oceaan. Deze populaties lijken de laatste jaren weer toe te nemen (BURFIELD & VAN BOMMEL 2004) wat o.a. komt door het visverbod op zandspiering in veel regio's. Ook op Helgoland is het broedbestand van een aantal zeevogels zoals Jan van gent, Noordse stormvogel of drieteenmeeuw de afgelopen decennia sterk toegenomen (HÜPPOP 1997, HARTWIG 2001). De daar aanwezige broedpopulaties zullen zolang toenemen tot er een verzadiging optreedt vanwege het tekort aan broedplaatsen. Dit begint bij een aantal soorten al zichtbaar te worden (bijv. zeekoet). Bij de in het plangebied aangetoonde zeevogelsoorten wordt een ongunstige behoudstoestand alleen verwacht voor de in zeer kleine aantallen doortrekkende roodkeelduikers, grote sterns, visdiefjes en dwergmeeuwen (MINISTERIE van LNV 2006). Er wordt in de prognoseperiode geen verandering verwacht in het bestand van de verschillende zeevogelsoorten als het project niet wordt uitgevoerd.

De algemene vermindering van schadelijke stoffen in de Noordzee zal een positief effect hebben op de gezondheid van de vogels. Er zullen zich veranderingen in de bestanden voordoen wanneer het actuele gebruik (met name de visserij) wordt veranderd en de randvoorwaarden buiten het onderzochte gebied gewijzigd worden. De EU streeft reductie van de vissersvloten na, en als dit streven succes heeft, zal dat een aanzienlijke uitwerking hebben op de vogelsoorten die vis en visafval eten. Ook het instellen van beschermde gebieden met een visserijverbod zal door de verplaatsing van de vissersvloten een verandering teweegbrengen in het verspreidingspatroon zeevogels die schepen volgen, met name van verschillende meeuwensoorten. Mosseletende soorten als eidereenden of zwarte zeeëenden zijn extreem afhankelijk van het voorhanden zijn van mosselbanken en de succesvolle voortplanting van mosselen. Een verbod op of beperking van de mosselvisserij in de Waddenzee zou hier een positief effect hebben. Het windpark ligt evenwel buiten dit gebied.

3.4.3 ZEEZOOGDIEREN

3.4.3.1 INLEIDING

Hierna wordt het bestand zeezoogdieren in het plangebied in beknopte vorm beschreven. Een uitvoerige beschrijving is opgenomen in de Bestandsbeschrijving (zie Passende Beoordeling, zie bijlage 12 van BARD MER).

3.4.3.2 ONDERZOEKSGEBIED EN GEGEVENSBRONNEN

Voor een schatting van het bestand zeezoogdieren in de plangebieden Buitengaats en ZeeEnergie zijn data geanalyseerd die in het omgevende zeegebied door vliegtuigtellingen van het "Rijksinstituut voor Kust en

Zee” (RIKZ) alsmede in het kader van scheepstellingen van het ESAS²-programma (CAMPHUYSEN 2000) zijn verzameld. Het geanalyseerde 'onderzoeksgebied' beslaat het zeegebied voor de eilanden Ameland tot Borkum tot de kust tot op een dieptelijn van 40 m. Aanvullend worden ook de resultaten meegenomen van eigen onderzoek in het noordelijk aangrenzende onderzoeksgebied “BARD Offshore 1”, Duitsland. (Voor de ligging van de gebieden zie de bestandsbeschrijving, bijlage 7 van BARD MER)

Actuele waarnemingen van zeezoogdieren in het Nederlandse Noordzeegebied (NCP) worden doorlopend door CAMPHUYSEN (2007) samengesteld en regelmatig in de 'Marine Mammal Database' (home.planet.nl/~camphuys/Cetacea.html) gepubliceerd. De bestandsontwikkeling en de situatie van de bruinvis in de Nederlandse wateren is de afgelopen jaren door verschillende auteurs behandeld (bijv. ADDINK & SMEENK 1999, VAN DER MEIJ & CAMPHUYSEN 2006, CAMPHUYSEN & SIEMENSMA 2011).

De resultaten van systematische vliegtuig- en scheepstellingen van zoogdieren in de gehele Noordzee werden vooral door het project SCANS³ gepubliceerd (o.a. HAMMOND & HEINRICH 2006, Geelhoed et al. 2012). In het Duitse Noordzeegebied vinden regelmatig vliegtuigtellingen plaats in het kader van het MINOS⁴-project (o.a. MINOS⁺ 2006).

De ontwikkeling van het zeehondenbestand in de Waddenzee wordt elk jaar d.m.v. tellingen vanuit de lucht bij de rust- en werpplaatsen gemeten en door de Trilateral Seal Expert Group (TSEG 2006b) gepubliceerd. Verder worden ook inzichten verkregen door satelliettelemetrie (IMARES 2007) en experimenten met tachografen (ADELUNG et al. 2004).

Veel gegevens over zeezoogdieren werden de afgelopen jaren in het kader van begeleidend onderzoek bij geplande en al gerealiseerde offshore windparken (OWP) verzameld, vooral in Duitsland en Denemarken (bijv. BSH 2005, 2006, TOUGAARD et al. 2005, BLEW et al. 2006). In deze samenhang is ook meer basisonderzoek gedaan naar de aanwezigheid en het gedrag van inheemse zeehonden en walvissen (bijv. MINOS⁺ 2006), vooral omdat de zeezoogdieren bijzondere bescherming genieten volgens de Europese Flora- en FaunaHabitatrichtlijn (“Richtlijn 92/43/EWG van de Raad van 21 mei 1992 tot behoud van de natuurlijke leefomgeving alsmede van de in het wild levende dieren en planten”). Alle walvissoorten gelden volgens Bijlage IV van de richtlijn als bijzonder streng beschermd.

3.4.3.3 HUIDIGE SITUATIE

In het projectgebied komen drie soorten zeezoogdieren frequent voor: de bruinvis (*Phocoena phocoena*), de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) en de grijze zeehond (*Halichoerus grypus*).

Bruinvis (*Phocoena phocoena*)

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. Ook zijn er 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 (SCANS, 2008).

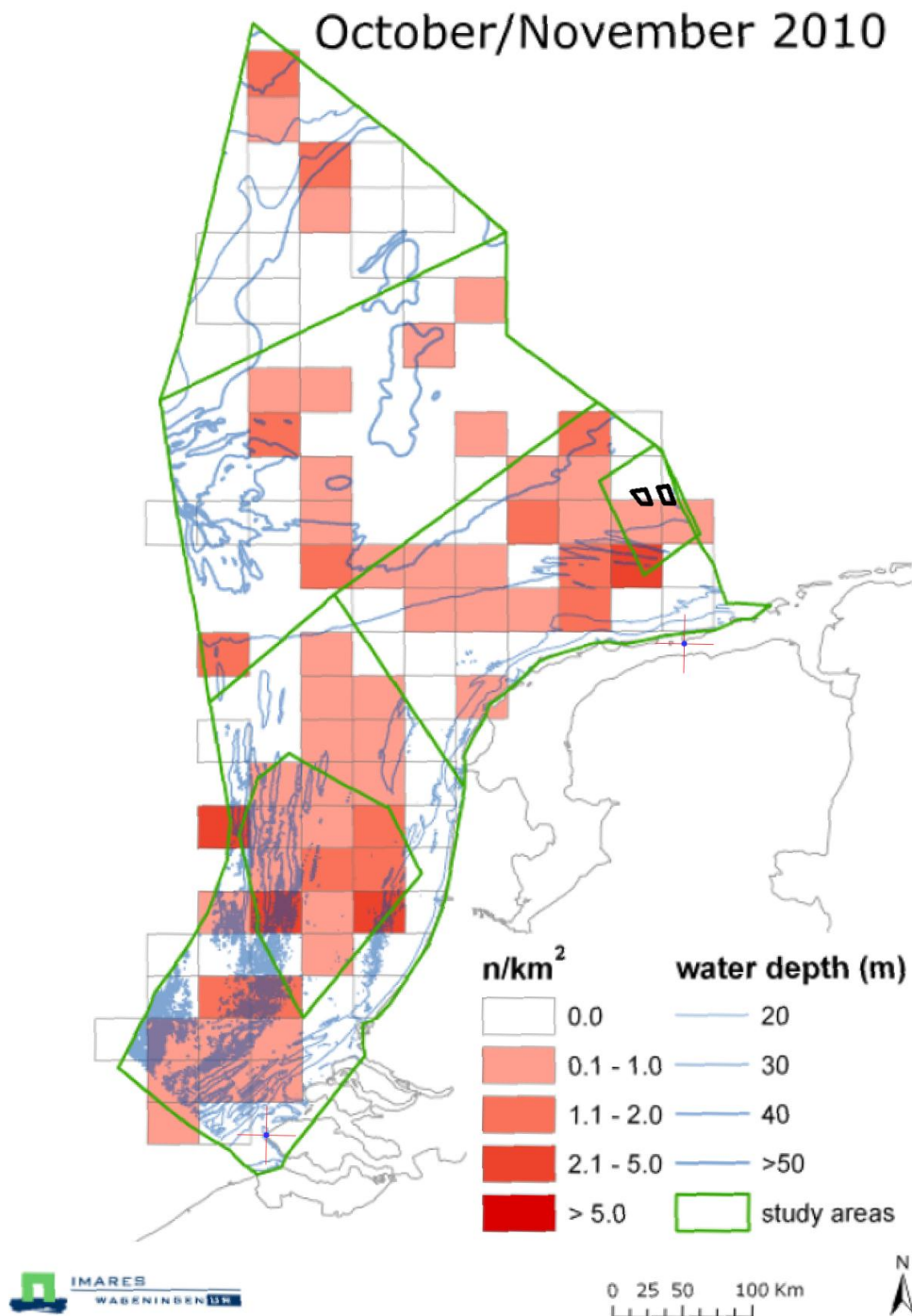
² European Seabirds-at-Sea

³ Small Cetaceans Abundance in the North Sea and adjacent waters

⁴ Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee

Recente berekeningen op basis van gecorrigeerde vliegtuigtellingen voor het NCP komen uit op circa 0.44 dieren/km² in juli, 0.51 in oktober/november en 1.44 in maart. Deze dichtheden komen overeen met totale aantallen bruinvissen van ca 26000 in juli (95%- betrouwbaarheidsinterval: 14,000-54000), ca 30000 in oktober/november (16000-59000) en ca 86000 in maart (49000-165000) in het gehele NCP (Geelhoed ea, 2011). 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.

Figuur 15 geeft de verdeling van bruinvissen op het NCP op basis van vliegtuigtellingen in oktober/november, waarin de werkzaamheden deels worden uitgevoerd.



Figuur 15 Bruinvis-dichtheid op het NCP in oktober/november 2010 op basis van vliegtuigtellingen (Bron: Geelhoed et al. 2011).

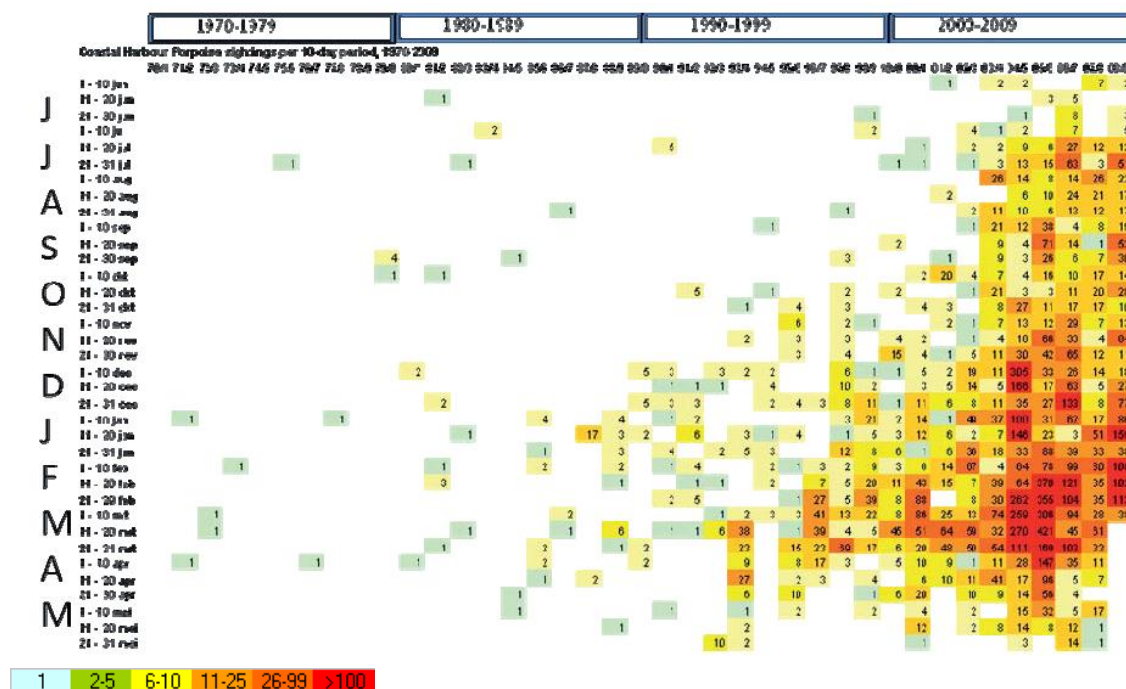
De laatste SCANS survey laat zien dat er een groot verschil is in bruinvisverspreiding door de Noordzee tussen 1994 en 2004 (Hammond *et al* 2002, Hammond & MacLeod 2008), het betreft hier zomer-verspreidingspatronen. Uit een vergelijking van de resultaten van SCANS in 1994 (Hammond et al., 1998, 2002) en SCANS II in 2005 (SCANS, 2008) laat voor de gehele Noordzee en het Kanaal een stabiele populatie zien.

In het gebied van het plangebied in het zuidoosten van het NCP kunnen de bruinvissen vooral in de late winter en het voorjaar worden verwacht. In de zomer en het najaar kan gemiddeld resp. een dichtheid van circa 0.44 – 0.51 bruinvis per km² worden gevonden, in het voorjaar (maart) een dichtheid van 1.44 bruinvissen per km² (Geelhoed et al. 2011). Latere studie door Geelhoed et al (2012) geeft dat in de periode van uitvoering (zomer en najaar) de dichtheid in en rondom het uitvoeringsgebied 1,02 bruinvis per km² is. In Boon et al (2012) wordt aangegeven dat er voor het inschatten van de bruinvisdichtheid gebruik gemaakt moet worden van meerdere studies en van de hoogst gevonden dichtheid (worst-case benadering). Als worst-case benadering wordt voor de uitvoeringsperiode een dichtheid van bruinvissen in het plangebied van 1,02 per km² aangehouden.

Overigens zijn er geen aanwijzingen voor een verband tussen de teruggang van bruinvissen en de aanleg van het OWEZ park voor de kust van Egmond. Ten tijde van het heien waren er in Noord-Holland niet meer strandingen dan elders (Leopold & Camphuysen, 2007). De bouw van Q7 vond plaats in de winter van 2006/2007, en deze periode viel deels samen met de periode waarin het aantal waarnemingen van bruinvis achteruit ging. Een effect van de bouw van deze windparken kan niet worden uitgesloten, maar is op basis van deze waarnemingen evenmin vast te stellen.

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 in het voorjaar optredende concentratie van bruinvissen ten noorden van de eilanden Schiermonnikoog en Borkum (Arts & Berrevoets 2005, Minos+ 2006) en het steeds in de zesmaandelijks zomerperiode sterk gebruikte gebied voor de Noord-Friese eilanden (opgroei gebied) veronderstelt weliswaar bepaalde seizoensgebonden migratiebewegingen, maar migratieroutes zijn niet bekend.

De meest recente samenvatting van vergaarde data staat in Camphuysen & Siemensma (2011).



Tabel 23: Meldingen van in Nederland waargenomen bruinvissen per 10-daagse periode, 1970-2009. Alle meldingen van bruinvissen (1970 tot en met maart 2009) zijn in deze figuur opgenomen. De figuur laat een verandering zien van enkele bezoeken per jaar naar een bijna jaarronde aanwezigheid de laatste jaren.

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 (Tabel 23). 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 windpark (Brasseur *et al*, 2008).

Functie van het planningsgebied

Er zijn in het projectgebied en in de verdere omgeving daarvan maar heel weinig bruinviskalveren waargenomen. Het areaal heeft kennelijk geen functie voor de voortplanting van de soort. Het hoge aandeel kalveren in het nabijgelegen Habitatrichtlijngebied Borkum-Riffgrund volgens het BfN (Bundesamt für Naturschutz) (BFN 2004) is gebaseerd op vijf waarnemingen in de ruimere omgeving van het gebied in de zomer van 2002. Tellingen in de daaropvolgende jaren leverden echter ook hier slechts kleine percentages kalveren op (bijv. MINOS+ 2006).

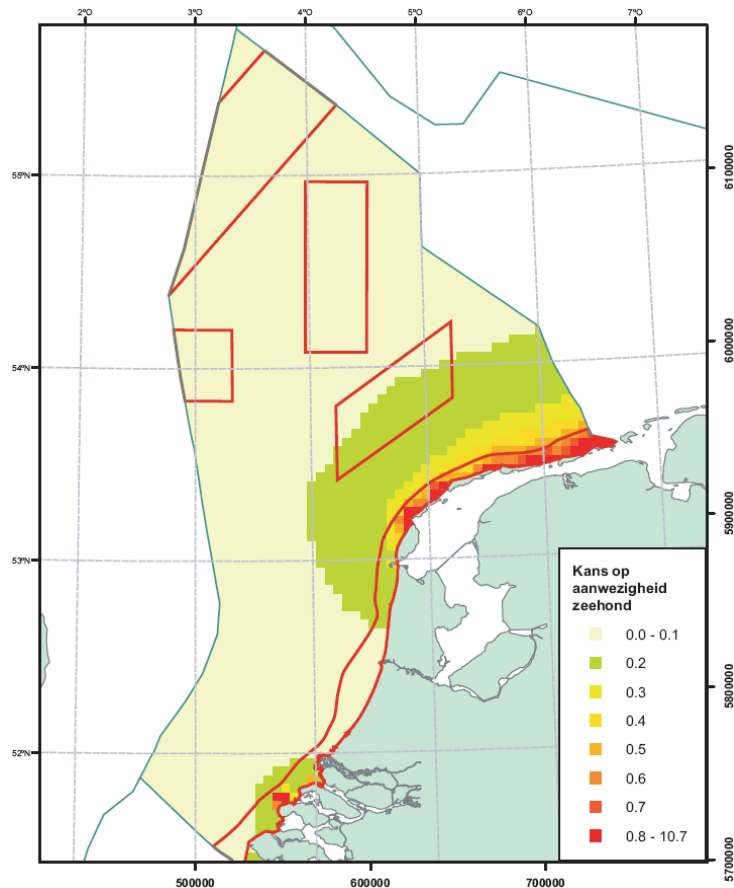
Het gebied wordt ook gebruikt door dieren op zoek naar voedsel, waarbij mijding of voorkeur voor het gebied in vergelijking met andere gebieden niet waar te nemen is. Het projectgebied ligt in het voorjaar in het gebied van een waarschijnlijk naar het oosten en een van de kust wegtrekkende migratiebeweging, waardoor zich hier een tijdelijk concentratiegebied kan vormen.

Gewone zeehond (Phoca vitulina)

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. 8000 gewone zeehonden voor in de Nederlandse Waddenzee (TSEG, 2011).

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 windparken, die relatief ver op zee liggen, zijn de kansen om Gewone zeehonden waar te nemen relatief klein. In het gebied van de planlocatie van de windparken Buitengaats en ZeeEnergie bedraagt de kans 0,1-0,2% (op een 4 km²-kwadrant; willekeurig tijdstip). Figuur 16 geeft een beeld van de kansen om zeehonden aan te treffen op het NCP. In

Voor zeehonden hebben Brasseur *et al* (2012) de dichtheid gemodelleerd voor het NCP. Deze modelstudie is echter nog te experimenteel om te gebruiken voor het maken van schattingen van het aantal dieren dat als gevolg van hei-activiteiten effecten zouden ondervinden (Boon *et al.*, 2012). Er is echter geen betrouwbare data van zeehondendichtheid in de Nederlandse kustwateren beschikbaar. Er wordt daarom op basis van de studie van Brasseur uitgegaan van een indicatieve gemiddelde dichtheid tussen de 0.0126 en 0.1 individuen/km².



Figuur 16: Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom et al, 2005)

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).

Functie van het planningsgebied

De voortplanting van zeehonden is gebonden aan de werp- en ligplaatsen bij de kust. Het planningsgebied zal vooral een functie als foerageergebied hebben.

Grijze zeehond (*Halichoerus grypus*)

De Grijze zeehond komt sinds kort (circa 1980) weer voor in de Nederlandse kustwateren. Waarschijnlijk zijn zij in de Middeleeuwen door jacht uitgeroeid. Sinds ongeveer tien jaar is er sprake van een populatietoename. De Nederlandse Waddenpopulatie bestaat op dit moment uit circa 2.400 exemplaren (TSEG, 2011), waarbij meer dan 90% van de Grijze Zeehonden voorkomen in het westelijke deel van de Nederlandse Waddenzee tussen Texel en Terschelling (BRASSEUR *et al*. 2008). Daarom is de Grijze Zeehond in de omgeving van het veel oostelijker gelegen plangebied nog zeldener te verwachten dan de Gewone Zeehond.

Grijze zeehonden kunnen om te foerageren grotere afstanden overbruggen dan de Gewone zeehond, afstanden boven de 200 kilometer zijn geen uitzondering. Uitwisseling tussen Nederland en de Engelse oostkust vindt plaats, maar het is onbekend of er sprake is van specifieke migratieroutes (Brasseur 2000, 2008).

Functie van het planningsgebied

De voortplanting van zeehonden is gebonden aan de werp- en ligplaatsen bij de kust. Het planningsgebied zal vooral een functie als foerageergebied hebben.

Andere soorten zeezoogdieren (exceptionele gasten)

Andere soorten zeezoogdieren trekken zelden en onregelmatig door de Nederlandse wateren. Dit geldt bijv. voor de Witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*). Deze soorten worden in verband met hun zeldzaamheid niet verder behandeld.

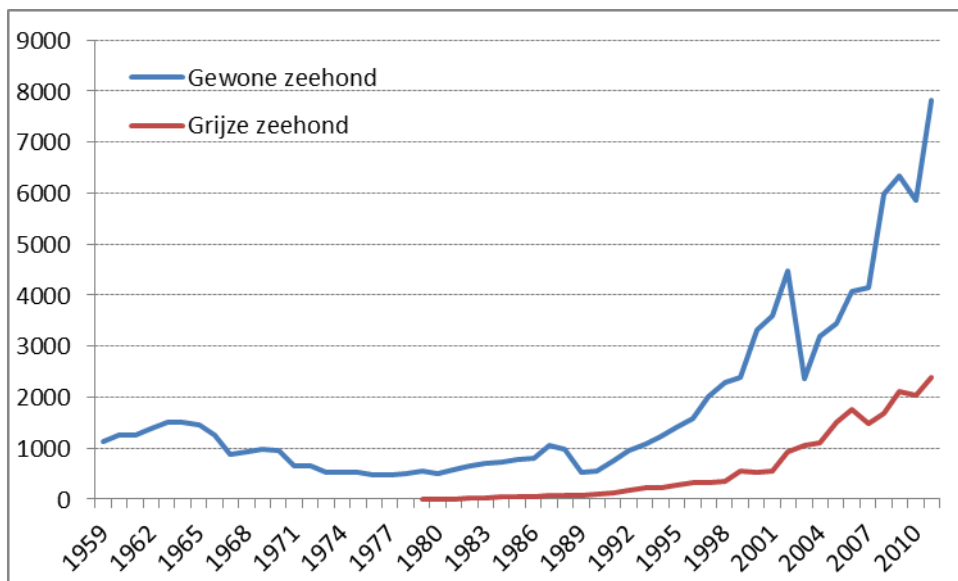
3.4.3.4 AUTONOME ONTWIKKELING

De trend van de afgelopen jaren die een sterke toename te zien gaf in het aantal **bruinvissen** in het NCP schijnt nu tot stilstand te komen. Het bestand van deze soort kan op dit niveau stabiliseren of weer kleiner worden. Vanwege het open karakter en de gelijkvormigheid van de leefomgeving alsmede de grote mobiliteit van de bruinvis en zijn prooi, zijn regionale bestandswisselingen ook in de toekomst te verwachten. Indien de overige factoren die op het bestand van invloed zijn stabiel blijven, moet ten minste worden uitgegaan van een principiële wijziging in het regionale voorkomen (over de hele Noordzee 250.000 exemplaren) en de seizoensgebonden aanwezigheid in het planningsgebied.

De momenteel positieve bestandstrend van de **gewone zeehond** in de Waddenzee kan nog een bepaalde tijd aanhouden, mogelijk onderbroken door epidemieën. Als de zeehondenziekte zich niet voordoet kan de bestandstoename binnen een decennium de capaciteitsgrens bereiken.

De **grijze zeehond** is na z'n verdwijning in de middeleeuwen pas sinds de jaren 1980 in Nederland weer inheems en is vooral de laatste 10 jaar sterk in aantal toegenomen. De huidige ontwikkeling hangt ook af van de bestandsontwikkeling van de moederpopulatie op de Britse Eilanden. De toename kan zich voortzetten, epidemieën zijn voor de grijze zeehond tot nu toe geen belangrijke invloedsfactor. De capaciteitsgrens van de leefomgeving, die afhangt van de beschikbaarheid van voedsel en van een mogelijke concurrentiesituatie met de gewone zeehond, wordt in Nederland waarschijnlijk in de komende tien jaar bereikt.

Uit gegevens van IMARES (2011) blijkt dat de populatie van zowel gewone - als grijze zeehonden momenteel nog steeds toeneemt (zie Figuur 17).



Figuur 17 Zeehondenpopulatie in het Waddengebied (Bron: IMARES 2011).

Soort	Bestand (2006)			Functie van het plangebied			Autonome bestands-ontwikke-ling (trend)
	Noordzee (walvissen)	NCP (walvissen)	Plangebied (jaarge-middelde)	Voort-planting (paren, geboorte, groot-brengen)	Foerage-ring (jacht-/ trekgebied)	Migratie (seizoens-voorkomen)	
	Waddenzee (zeehonden)	Waddenzee NL (zeehonden)					
Bruinvis	Ca 250.000	30.000*	13	Nee	Ja	Ja	0
Gewone zeehond	Ca 21.000	8.000	<2 (1,6)	Nee	Ja	Nee	+
Grijze zeehond	Ca 3.000	2.000	?	Nee	Ja	Nee	+

Tabel 24 Bestand van zeezoogdieren en functie van het plangebied. *Zomerbestand, wisselend per seizoen.

3.4.4 VISSSEN

3.4.4.1 ONDERZOEKSGBIED EN GEGEVENSBRONNEN

Omdat over de visfauna geen gegevens uit het plangebied zelf beschikbaar zijn, zijn de openbare Duitse en Nederlandse visserijdata van de vier omringende ICES-kwadranten en verder beschikbare literatuurbronnen geanalyseerd (zie bijlage 8 van BARD MER uit 2009). De vier ICES-kwadranten beschrijven ook het studiegebied. De huidige situatie geeft met name de situatie van de veel voorkomende commerciële vissoorten voor. Ook is informatie uit het vislarvenonderzoek dat is uitgevoerd in het kader van het programma Shortlist Ecologische Monitoring Wind op Zee (van Damme et al, 2011) gebruikt.

3.4.4.2 HUIDIGE SITUATIE

Het blijkt dat de visfauna van het plangebied in samenstelling, dichtheden en seizoenale variabiliteit overeenkomt met de veel voorkomende visfauna van de relatief dicht bij de kust gelegen gebieden van de zuidelijke Noordzee. Dit zijn over het algemeen de commerciële soorten waar veel op gevestigd wordt. De bodemvisfauna wordt gedomineerd door platvissoorten (vooral schar (*Limanda limanda*), schol (*Pleuronectes platessa*) en dwergtong (*Buglossidium luteum*), veelvoorkomende pelagische soorten zijn bijv. haring (*Clupea harengus*) en sprot (*Sprattus sprattus*). De soortengemeenschap van demersale vissen in de zuidelijke Noordzee wordt in wezen niet zozeer bepaald door de bodemgesteldheid, maar meer door de afstand tot de kust en de waterdiepte. Kleinschalige verschillen spelen daarom in het plangebied nauwelijks een rol bij de samenstelling van de visfauna. Er bestaan echter wel seizoenale verschillen. Deze zijn afhankelijk van de migraties van de vissoorten en van de toestroom van Noord-Atlantisch water vanuit Het Kanaal. Vooral de zomer- en herfstmanden worden gekenmerkt door de instroom van zuidelijke vissoorten, die door de aanvoer van warm en zoutrijk water uit het zuiden wordt bevorderd. Deze soorten horen echter niet bij de soorten met de hoogste abundanties. De opvallende verschillen in abundantie en biomassa tussen de kwartalen, met een abundantiemaximum in het derde kwartaal, worden veroorzaakt door een gegroeid aantal schar en dwergtong. Deze twee soorten verblijven tijdens de overige kwartalen vooral verder zuidelijk, zodat de abundanties in het derde kwartaal bijzonder hoog lijken.

Het plangebied ligt in het hoofdverspreidingsgebied van schar en schol, terwijl dit voor tong duidelijk zuidelijker is. Het hoofdpaaigebied van schol ligt weliswaar verder zuidelijk, maar ook in het plangebied zijn hogere concentraties viseieren aangetroffen (van Damme et al, 2011). Ook het hoofdpaaigebied van schar zou met het plangebied kunnen overlappen, zodat de ei- en larvenconcentraties in het plangebied ook hoger kunnen zijn. Grote delen van het hoofdpaaigebied liggen echter buiten het plangebied. Uit van Damme et al (2011) blijkt dat eieren van deze soorten met name in de periode maart – juni hoger in de Noordzee en daarmee ook in het plangebied kunnen voorkomen.

Anders dan bij schol verplaatsen de larven van schar zich niet naar de Waddenzee, maar brengen ze hun jeugd door in dieper gelegen gebieden. Op basis van de resultaten van het ICES onderzoek kan worden aangenomen dat het plangebied geen speciaal kraamgebied voor de schar is. De seizoenale verschillen in de lengteverdelingen die voor het plangebied werden geconstateerd, zijn het gevolg van het migratiegedrag van schar. Veranderingen in de lengteverdeling als gevolg van migratiebewegingen en/of het opgroeien werden ook bij andere soorten vastgesteld. Op basis van de hier gevonden lengteverdelingen kan men ervan uitgaan dat het grootste gedeelte van de in het bereik van het plangebied voorkomende platvissen uit juveniele dieren bestaat. Alleen bij dwergtong werden in het ICES onderzoek overwegend geslachtsrijpe dieren gevonden.

Als soorten van bijlage II of V van de Habitatrichtlijn zijn in het ICES onderzoek individuele exemplaren van rivierprik in het vierde kwartaal en fint in grotere aantallen in alle kwartalen aangetoond.

3.4.4.3 AUTONOME ONTWIKKELING

Het beschrijven van de autonome ontwikkeling geschiedt volgens de eisen van de richtlijn voor de scenario's, die ook ten grondslag liggen aan het vaststellen van de cumulatieve effecten (zie hoofdstuk, echter onder de aanname dat de windparken Buitengaats en ZeeEnergie niet worden gebouwd. Als de windparken Buitengaats en ZeeEnergie niet wordt gebouwd zijn geen wezenlijke verandering in de visfauna in het plangebied te verwachten. Eventuele veranderingen zijn voornamelijk het gevolg van natuurlijke bestandschommelingen en vooral door gewijzigde visserijdruk.

Visbestanden en vooral de rekrutering zijn onderhevig aan sterke interjaarlijkse fluctuaties (PHILIPPART et al. 1996, RIJNSDORP et al. 1996). Deze fluctuaties worden bepaald door biotische factoren, bijv. door de bestandssituatie van de adulte dieren, de predatiedruk en het voedselaanbod (CUSHING 1975, BAILEY & HOUDE 1989, VAN DER VEER et al. 2000) en door abiotische parameters, bijv. het zoutgehalte en de temperatuur (BUISE & HOUTHUIJZEN 1992, PHILIPPART et al. 1996, SINCLAIR 1988). In de laatste jaren wordt ook de invloed van het klimaat op de visbestanden in toenemende mate zichtbaar (FAO 1997). Deze natuurlijke bestandsfluctuaties kunnen ook in het plangebied leiden tot een verandering van de dichtheden van de visfauna.

Niet alleen de dichtheid maar ook de verdeling van de vissoorten varieert met abiotische of biotische factoren. In de Noordzee bijv. wordt sinds de laatste twee decennia een toename van de zuidelijke vissoorten geobserveerd, veroorzaakt door de stijgende watertemperatuur (EHRICH & STRANSKY 2001, STEBBING et al. 2002). Er wordt ervan uitgegaan dat de verschuiving van de verspreidingsgrenzen van de vissoorten zal doorzetten (STEBBING et al. 2002), waardoor ook het plangebied beïnvloed zou kunnen worden. De veranderingen door klimaatinvloeden kunnen bovendien tot verschuivingen in de biocoenose van het macrozoöbenthos leiden (KRÖNCKE et al. 2001). Dit zou weer invloed hebben op de verdeling van de epibenthische predatoren in de visfauna.

Ook veranderingen in de visserijdruk kunnen in het plangebied tot een verandering van de samenstelling en dichtheden van de visfauna leiden. Met de hervorming van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid die 2003 is ingegaan, wordt in de toekomst meer belang toegekend aan een duurzame exploitatie van de visbestanden. Dit zal mogelijk in de komende jaren leiden tot een verandering van de visserijdruk en daarmee ook tot een verandering van de visbestanden. Dit aspect kan echter op dit moment niet worden beoordeeld.

De in cumulatie te beschouwen offshore windparken zullen geen invloed hebben op de visfauna in het plangebied.

3.4.5 BENTHOS

3.4.5.1 ONDERZOEKSGBIED EN GEGEVENSBRONNEN

Hierna wordt het benthos in het gebied van het geplande windpark (plangebied) en in de omgeving beschreven. Omdat er geen gegevens over het macrozoöbenthos uit het plangebied zelf beschikbaar zijn, zijn de gegevens van de omringende monitoring-stations evenals literatuurbronnen geanalyseerd (zie bijlage 9 van BARD MER uit 2009).

3.4.5.2 HUIDIGE SITUATIE

Het macrozoöbenthos vormt voor de habitatomstandigheden typische gemeenschappen, die in de Noordzee ondanks de sterke seizoenale en interjaarlijkse schommelingen (zie hierna) relatief stabiel zijn. De samenstelling van de gemeenschappen hangt af van de sedimenten, waterdieptes, afstand tot de kust enz. Voor het gebied van het NCP hebben HOLTSMANN et al. (1996) een analyse van de macrozoöbenthos-gemeenschappen uitgevoerd. Daarbij bakenden ze in totaal zeven gemeenschappen ("assemblages") af, die elk gekenmerkt werden door bepaalde karakteristieke soorten resp. samenstellingen van soorten, abundanties en biomassa's.

Het macrozoöbenthos van het plangebied wordt volgens HOLTSMANN et al. (1996) ingedeeld bij "assemblage 4" en/of "assemblage 5". Het bevindt zich in een overgangsgebied tussen deze

gemeenschappen, die bij de 'Oyster Ground' (4) of de 'Offshore Area' of de 'Southern Bight' (5) worden ingedeeld. De kleinschalige aanwezigheid van grind en een aan dit substraat aangepaste populatie, die bij geen van beide gemeenschappen kan worden geteld, kan niet worden uitgesloten, maar vanwege ontbrekend bewijs ook niet als zeker worden verondersteld. Over het algemeen bestaan de sedimenten echter uit fijn zand. Dominante soorten zijn voor "assemblage 4" o.a. de borstelworm *Magelona* spp. en voor "assemblage 5" o.a. de borstelworm *Spiophanes bombyx*.

Abundantie, biomassa en diversiteit (Hill) van "assemblage 4" worden volgens HOLTSMANN et al. (1996) als 'gemiddeld' beoordeeld (gemiddeld 3079 ind./m², 23,6 g AFDW/m² (asvrij drooggewicht), 25,5), terwijl abundantie, biomassa en diversiteit van "assemblage 5" als 'gering' worden beoordeeld (gemiddeld 1965 ind./m², 13,6 g AFDW/m², 16,2). Mochten er 'grindgemeenschappen' voorkomen, dan moet in dit geval van een grote diversiteit worden uitgegaan, terwijl abundantie en biomassa van zeer verschillende grootte kunnen zijn.

Zoals typerend voor het macrozoöbenthos is de populatie onderhevig aan sterke seizoenale en interjaarlijkse fluctuaties. Dit uit zich in geringe abundanties, biomassa's en soortenaantallen in de winter, die dan vanaf het voorjaar toenemen om doorgaans in de herfst hun maximum te bereiken. De benthische kenmerken bij de verschillende monitoring-stations blijven overwegend behouden, ondanks sterke interjaarlijkse fluctuaties in de abundantie van de diverse soorten. De variatiebreedte van de gemeenschapsparementers is voor het macrozoöbenthos in de Noordzee normaal te noemen.

De epifauna in de Nederlandse EEZ is volgens DUINEVELD et al. (1991) in vier gemeenschappen verdeeld die voor een groot gedeelte met de infauna-gemeenschappen overeenkomen. Ook wat betreft de epifauna ligt het plangebied volgens de auteurs in een overgangsgebied tussen de zuidelijke Noordzee en de Oestergronden. De dominante soort wat de abundantie betreft is hier de Noordzeegarnaal *Crangon crangon*. Bij de biomassa zijn de als 'scavenger' (aaseters) of 'predator' (roofdieren) levende echinodermaten (asteroidea en ophiuroidea) de bepalende soorten. Volgens DUINEVELD et al. (1991) lag de biomassa van de epifauna in het plangebied in het onderzoeksjaar 1986 in de orde van grootte van 500-1.000 g AFDW/ha².

Bij de onderzoeken in het offshore windpark Borkum Riffgrund West waren de gewone garnaal (*Crangon crangon*) en de kleine slangster (*Ophiura albida*) de dominante soorten van de epifauna (vissen uitgezonderd). Het totale soortenaantal van de boomkorvangsten lag per gebied tussen 41 en 55. Het soortenaantal in het naastgelegen referentiegebied Borkum Riffgrund West varieerde afhankelijk van het seizoen tussen 22 en 29. Gegevens over de abundantie (het aantal individuen per oppervlakte-eenheid) waren niet aanwezig. Het aantal dieren per vangst lag tussen 16 en 203.

Het macrozoöbenthos in het plangebied dient waarschijnlijk vanwege de grote waterdiepte nauwelijks direct als voedsel voor vogels en zeezoogdieren, maar indirect is het via de visfauna in ieder geval van betekenis voor deze soortengroepen.

3.4.5.3 AUTONOME ONTWIKKELING

Voor beschrijving van de autonome ontwikkeling worden de voorschriften van de richtlijn voor de scenario's gevolgd, die ook worden gebruikt voor de bepaling van de cumulatieve effecten (zie hoofdstuk 5 in deel A), echter vanuit het uitgangspunt dat de windparken Buitengaats en ZeeEnergie niet worden gebouwd.

Ten noorden van het plangebied loopt een hoofdscheepvaartroute; in het zuiden grenst het aan een militair gebied. Verder loopt een kabel dwars door het gebied (LINDEBOOM et al. 2005). Deze soorten

gebruik zijn permanent en zullen ook in de toekomst in dezelfde mate (kabel, militair gebruik) of in stijgende mate (scheepsverkeer) plaatsvinden.

Algemeen kan voor het macrozoöbenthos in het plangebied worden aangenomen dat het in relevante mate beïnvloed wordt door effecten van eutrofiëring en visserij. Bovendien kon de afgelopen jaren worden aangetoond dat het klimaat van invloed is op de langetermijnontwikkeling van de macrozoöbenthosbestanden in de Noordzee (KRÖNCKE et al. 1998, 2001, SCHRÖDER 2005 en TULP et al. 2006).

Ondanks de reductie van antropogene aanvoer van voedingsstoffen door rivieren, vooral van fosfaten, kan ervan worden uitgegaan dat de effecten door eutrofiëring op het macrozoöbenthos in de nabije toekomst duidelijk zullen afnemen. De oorzaak hiervan is dat de beschikbaarheid van stikstof in de Noordzee onverminderd hoog is (ICES 2003).

Een snelle verandering van de situatie rond de visserij in het plangebied kan net zo min verwacht worden. Over het algemeen is het wel de bedoeling dat door de hervorming van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid een duurzamer gebruik van de visbestanden wordt bereikt (EUROPESE COMMISSIE 2004). Maar wanneer en hoe dit tot een verminderde bevissingsintensiteit in het plangebied zal leiden, is niet duidelijk. Momenteel worden de visserijactiviteiten voor schepen met >300 PS motorvermogen op gemiddeld 12-16/16-24 vangsten per jaar geschat (LINDEBOOM et al. 2005). Op lange termijn kan echter op een daling van de belasting door de visserij worden gerekend.

De invloed van uitzonderlijke weersomstandigheden of een correlatie tussen de klimaatontwikkeling en de dynamiek van de bodemfauna werd onder andere door KRÖNCKE et al. (1998, 2001) en SCHRÖDER (2005) aangetoond. Ook de klimaatverandering zal dus naar verwachting in de toekomst worden gereflecteerd in de structuur van de macrozoöbenthos-gemeenschappen.

Samenvattend kan worden geconstateerd dat als het windpark niet wordt gebouwd de macrofauna van het plangebied een structuur zal behouden die wordt beïnvloed door klimaatveranderingen, eutrofiëring, visserij en ander antropogeen gebruik. Dit houdt in: een hoge ruimtelijke variabiliteit van de gemeenschap (deels versterkt door visserijactiviteiten), een grote interjaarlijkse variatiebreedte van soortenaantal, abundantie en biomassa (visserij, eutrofiering, klimaat) en op lange termijn de verandering van de gemeenschapsstructuur (die uitgaand van de huidige toestand overwegend wordt veroorzaakt door het klimaat).

De in cumulatie te beschouwen offshore windparken liggen zo ver weg van dit park dat zij vermoedelijk geen invloed zullen hebben op het macrozoöbenthos in het plangebied, omdat de effecten van een windpark op dit soort dieren in principe is beperkt tot het windparkgebied en zijn directe omgeving.

3.5 EFFECTBESCHRIJVING EN –BEOORDELING

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke effecten de geplande windparken kunnen hebben op de soortgroepen vogels, zeezoogdieren, vissen en benthos. Verschillende typen effecten worden beschreven (zie paragraaf 3.3). Bij de beschrijving wordt onderscheid gemaakt tussen de fase van het aanleggen en verwijderen van de windparken en de fase van exploitatie.

Na de beschrijving van effecten wordt een vergelijking gemaakt tussen de effecten die voor een soortgroep zullen optreden in windpark Buitengaats enerzijds en windpark ZeeEnergie anderzijds. Tot slot worden de effecten beoordeeld voor beide parken, waar indien nodig in de tabellen onderscheid is gemaakt tussen de parken Buitengaats en ZeeEnergie.

De toetsing van de effecten aan Artikel 6 van de Habitatrichtlijn (rechtstreekse toetsing in verband met ligging buiten 12-mijlszone) is te vinden in hoofdstuk 5 in deel A.

3.5.1 VOGELS

3.5.1.1 GEGEVENSBASIS EN STAND VAN DE KENNIS

De effecten van windparken op land zijn uitvoerig beschreven in de literatuur. Naast het diepgaande werk van WINKELMAN (1989, 1992a-d, 1994) zijn er ook actuele onderzoeken over dit onderwerp, bijv. SCHEKKERMAN et al. (2005), AKERSHOEK et al. (2005). Uitgebreide overzichten worden gegeven door bijv. WITTE & VAN LIESHOUT (2003), PERCIVAL (2003), LANGSTON & PULLAN (2004), HÖTKER et al. (2006) of SMALES (2006).

Voor een inschatting van de effecten kunnen de eerste resultaten worden bekeken van twee offshore windparken in Denemarken die een vergelijkbaar aantal turbines hebben als het geplande OWP alsmede die van een kleiner OWP in Zweden (PETERSEN & CLAUSAGER 2000, STALIN & PETTERSSON 2002, CHRISTENSEN et al. 2003, KAHLERT et al. 2004, ELSAM ENGINEERING A/S 2004, CHRISTENSEN & HOUNISEN 2004b, 2005, CHRISTENSEN et al. 2004, DESHOLM 2004, DESHOLM & KAHLERT 2005, PETERSEN 2005A, B). Meer recente resultaten over 'Horns Rev' zijn te vinden bij bijv. BLEW et al. (2006), DESHOLM et al. (2006), PETERSEN ET AL. (2006B) en DESHOLM (2006). De onderzoeken gaan vooral over het aspect in hoeverre zee- en watervogels het park ervaren als een barrière en hoe hun reactie daarop is. EVERAERT (2003) en EVERAERT & STIENEN (2007) hebben in windparken aan de Belgische kust onderzoek gedaan naar het aanvaringsrisico. Er zijn ook gegevens over vogelaanvaringen beschikbaar uit 'Utgrunden' (PETTERSON 2005) en van het windpark 'Blyth Harbour' (PAINTER et al. 1999) dat bestaat uit negen turbines van 42,5 m op een havendam in Noordoost-Engeland en dat drie jaar lang werd onderzocht. Gegevens van waarnemingen met een warmtebeeldcamera zijn er tot dusverre alleen van 'Nysted' (DESHOLM 2004, DESHOLM et al. 2006, DESHOLM & KAHLERT 2006, DESHOLM 2006). Bureau Waardenburg heeft in de periode april 2007 tot en met mei 2010 onderzoek gedaan naar de effecten van het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) op vliegpatronen van vogels in en rond het windpark. Effecten zijn onderzocht voor lokale zeevogels (zoals meeuwen, duikers, jan-van-genten, zee-eenden, alken en zeekoeten), op trekkende zeevogels (zoals duikers en zee-eenden) en op trekkende landvogels (zoals lijsterachtigen en ganzen). Het doel van het onderzoek was om vast te stellen wat de aanvaringsrisico's waren voor vogels, en of er barrièrewerking optrad (Krijgsveld *et al.*, 2011). De resultaten van deze onderzoeken worden in aanmerking genomen bij de poging de vogelaanvaring te kwantificeren. Zouden bij een bepaalde stand van zaken de voorliggende onderzoekberichten bijvoorbeeld van andere windparken of literatuurstudies voor een classificatie van de effecten niet toereikend zijn, dan vindt een experttaxatie door de auteurs plaats.

3.5.1.2 BESCHRIJVING AANVARINGSRISICO

Exploitatie

Tijdens de gebruiksfase van het windpark ontstaat er een aanvaringsrisico voor vogels die van het luchtruim op deze locatie gebruik maken. De verschillende aspecten die het aanvaringsrisico bepalen is hieronder beschreven.

1. Obstakel in het luchtruim (mast en gondel, rotorbereik)

Er zijn geen gegevens beschikbaar over de omvang van vogelaanvaringen bij offshore windturbines van deze grootte en bij deze afstand tot de kust.

Volgens literatuuronderzoek van EXO et al. (2002) en HÖTKER et al. (2004) worden er in onderzoeken die tot dusverre vooral op het land werden uitgevoerd, aantallen genoemd van 0-50 vogels per windturbine per jaar (zie ook WITTE & VAN LIESHOUT 2003).

Bij draaiende turbines op het land werden 30 vogelaanvaringen per turbine per jaar vastgesteld (WINKELMAN 1992a-d). Ook uit actueler onderzoek bij grotere turbines komen met ongeveer 21 vogels/turbine/jaar vergelijkbare resultaten naar voren (AKERSHOEK et al. 2005). Bij deze turbines aan de Nederlandse kust waren vooral plaatselijk voorkomende vogels zoals meeuwen, eenden en duiven het slachtoffer. In 25% van de gevallen ging het om trekvogels. Er konden geen grote verschillen binnen een etmaal worden aangetoond: 42% van de vogels werd 's nachts en in de schemering gevonden, 50% overdag en voor 8% kon geen tijdstip worden vastgesteld.

PETTERSON (2005) vermeldt voor 'Utgrunden', een gebied waarin een grote ganzen- en eendentrek plaatsvindt, verliezen van één vogel per turbine per jaar voor deze soortengroepen⁵.

Er zijn ook gegevens beschikbaar uit het windpark 'Blyth Harbour' (PAINTER et al. 1999) dat bestaat uit negen turbines van 42,5 m op een havendam in Noordoost-Engeland en dat drie jaar lang werd onderzocht. Het gemiddelde verlies wordt hier geschat op zeven vogels per turbine per jaar waarbij het hoofdzakelijk gaat om steltlopers en watervogels (met name ganzen, eenden en meeuwen), vogelgroepen die daar voorkomen.

In individuele gevallen zijn ook hogere aantallen van vogelaanvaringen waargenomen. EVERAERT & STIENEN (2007) noemen voor een kolonie met visdiefjes, noordse stern en grote stern, die op een kunstmatig schiereiland direct naast een rij kleine windturbines lag, tussen 7 en 11 stern per turbine en tussen 20 en 35 vogels per turbine. De vliegtochten naar de foerageergebieden voerden regelmatig door de rijen turbines. Deze situatie is niet vergelijkbaar met de situatie offshore. Er dient niet te worden uitgegaan van zulke grote aantallen vogelaanvaringen.

In het park 'Nysted' werd een warmtebeeldcamera geïnstalleerd aan de mast van een turbine. Op basis van meer dan 2.400 observatie-uren bevestigen de beelden dat watervogels (meestal eidereenden) binnen het windpark lager gaan vliegen en vaker onder het niveau van de rotor blijven dan buiten het windpark (ontwijkgedrag door verandering van vlieghoogte). In deze periode zijn 16 vliegbewegingen (waarvan 12 vogels) waargenomen in het bereik van de rotor waarbij één aanvaring van een kleine vogel (of vleermuis) is geregistreerd. Op basis van een berekening aan de hand van een voorspellingsmodel werd een aanvaringspercentage vastgesteld van maximaal 0,02% oftewel 48 gedode vogels in het najaar in het windpark 'Nysted' bij 235.000 langstrekkende vogels (KAHLERT et al. 2004, DESHOLM 2004, DESHOLM & KAHLERT 2006, FOX et al. 2006a, b, CHRISTENSEN & KAHLERT 2006). Voor verdergaande kwantitatieve uitspraken over bijv. de trek van zangvogels en steltlopers lijken de resultaten nog onvoldoende gezien de beperkte reikwijdte van de camera en het feit dat er slechts één in gebruik is. De radaronderzoeken bij 'Horns Rev' en 'Nysted' bevestigen bovendien dat vogels die het windpark binnenvliegen, zich heroriënteren en laag gaan vliegen, op gelijke afstand tussen de turbinerijen, zodat we ervan kunnen uitgaan dat het aanvaringsrisico ook minimaal zal zijn door het vlieggedrag van de vogels (PETERSEN et al. 2006b, S. 6).

Inloed van de vlieghoogte en het tijdstip van de dag

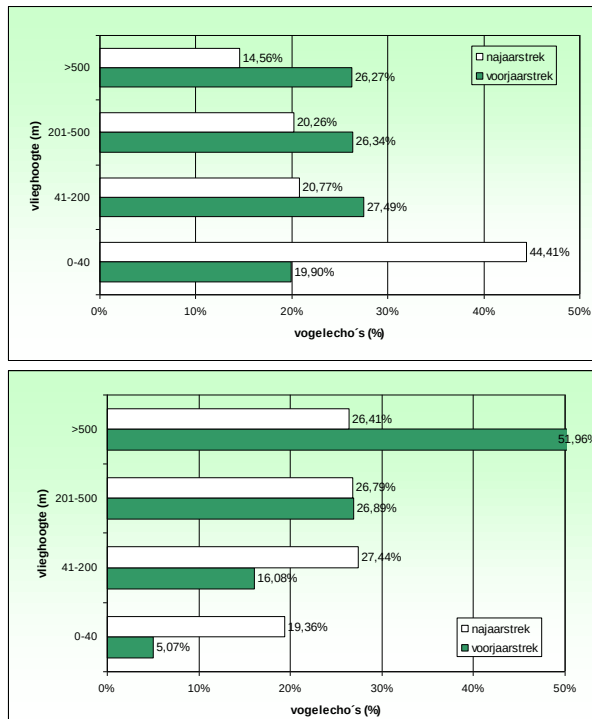
De gevarenzone is het gebied tussen 25 en 155 m hoogte. Hier bevinden zich bij de voorkeursvariant de draaiende rotoren. Vogels die hoger vliegen dan 155 m lopen geen aanvaringsrisico, vogels die lager vliegen dan 25 m lopen een gering aanvaringsrisico.

Bij eigen onderzoeken in het gebied 'BARD Offshore 1' (Duitsland) zijn radargegevens verzameld en geanalyseerd. Deze analyses gelden voor een turbine met een gevarenzone van ca. 37-163 m, maar de resultaten kunnen worden vertaald naar het geplande project en staan hieronder vermeld.

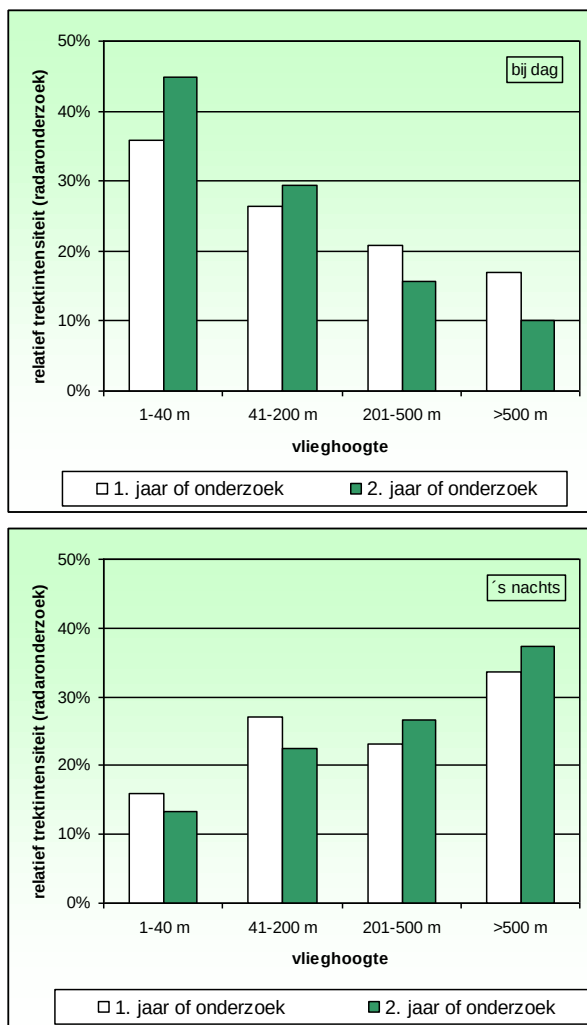
⁵ Zangvogels werden niet onderzocht.

Uit de radargegevens van het gebied 'BARD Offshore 1' (Duitsland) blijkt dat tijdens de najaarstrek (Tabel 25) overdag ca. 35% en 's nachts ca. 53% van de vogels hoger vliegt dan 200 m (uit voorzorg werd de hoogtegrens hier gezet bij 200 m). In het voorjaar lagen de percentages voor deze vlieghoogte aanzienlijk hoger, zowel overdag (ongeveer 53%) als 's nachts (ongeveer 79%). In totaal (voor alle seizoenen) kwamen de vogelecho's overdag in 38% van de gevallen en 's nachts in 64% van de gevallen van meer dan 200 m hoogte.

Wanneer we de twee onderzoeksjaren in het gebied 'BARD (Duitsland)' met elkaar vergelijken, valt op dat de resultaten veel op elkaar lijken.



Tabel 25 Vlieghoogte in voor- en najaar 2005 in het gebied 'BARD (Duitsland)' bij dag (links) en 's nachts (rechts).



Tabel 26 Procentuele verdeling van echo's op belangrijke hoogteklassen – vergelijking van onderzoekjaren in het gebied 'BARD (Duitsland)'.

Soorten die vooral vliegen op een hoogte onder de 40 m, zijn zeevogels die in het gebied pleisteren, foerageren of erdoor trekken. Ook echte trekvogels (bijv. zangvogels) vliegen laag over de Noordzee. Uit de radaronderzoeken in het gebied 'BARD (Duitsland)' is gebleken dat van de vogels die op najaarstrek zijn, 21% overdag en 27% 's nachts op een hoogte vliegt waarop ze in aanvaring zouden kunnen komen met draaiende rotoren (41-200 m hoogte). Voor de voorjaars trek bedragen deze gegevens 27% overdag en 16% 's nachts. Voor de twee onderzoeksjaren samen betekent dit dat in totaal 26% van de vogelecho's (overdag en 's nachts) op een hoogte ligt van 41-200 m.

Weinig gevaar lopen vogels die overdag of in de schemering op rotorhoogte vliegen, aangezien zij het gevaar zien en kunnen uitwijken. 's Nachts lopen de trekkende vogels gevaar door de draaiende rotoren als zij op een hoogte vliegen tussen ca. 41 m en 160 m. Maar ook 's nachts en bij weinig of geen bewolking zijn de turbines vaak nog goed te herkennen als de vogels komen aanvliegen. Uit onderzoek van MARTIN (1990) blijkt dat het licht van de sterren voor waarschijnlijk de meeste soorten voldoende is om zich te oriënteren, ook als de waarneming van details eronder lijdt. *'The sky, and therefore the horizon will always be visible except on moonless nights with overcast'* (MARTIN 1990).

Uit recente radaronderzoeken in het windpark 'Horns Rev' kwam naar voren dat vogels die in het park vliegen, hun vliegrichting aanpasten aan de turbinerijen. Het leek erop dat ze het kruisen van meerdere rijen vermeden. Dit begon al op een afstand van 400-500 m van het windpark (CHRISTENSEN et al. 2004, CHRISTENSEN & HOUNISEN 2004b). Overdag gebeurde dit nauwkeuriger dan 's nachts.

Uit de radaronderzoeken (in combinatie met panoramascans en maanobservaties) voor de Nederlandse kust is gebleken dat het grootste gedeelte van de nachtelijke trek (zonder meeuwen en andere zeevogels) plaatsvond op meer dan 150 m hoogte, terwijl de lokale vliegbewegingen en de trek van zeevogels plaatsvond in de onderste hoogteklassen en wel meestal onder het niveau van de rotor. Ongeveer drie vierde van alle pelagische soorten vloog in de laagste hoogteklaas (gemiddelde hoogte 11,3 m). 's Nachts vond de trek voornamelijk plaats op meer dan 200 m hoogte (HARTE ET AL. 2006), waarbij er nog altijd niet genoeg gegevens voor de nacht zijn.

Invloed van de windkracht

Er is een minder grote aanvaringsrisico wanneer vogels trekken bij windsnelheden van minder dan 2 beaufort (1,6 tot 3,3 m/s), omdat de turbines pas gaan draaien bij 3 tot 3,5 m/s. Tot 2 beaufort staan de rotoren stil of ze draaien langzaam en kunnen door vogels, in elk geval overdag, goed als obstakel worden herkend. Volgens metingen bij het onderzoeksplatform 'FINO 1' geldt dit voor ongeveer 5% van de jaaruren (NEUMANN et al. 2004).

Het aanvaringsrisico voor pleisterende vogels in het gebied zal nauwelijks worden beïnvloed door de windkracht. Van een verhoogd aanvaringsrisico is met name voor trekvogels sprake bij plotselinge mist of zeer sterke wind of windvlagen, maar vaak vliegen zij over mist heen en wijken zij uit voor lokale regengebieden. Mist komt bovendien vaak voor in combinatie met lage windsnelheden waarbij de rotoren stil staan of langzaam draaien zodat het risico op vogelaanvaringen afneemt. Sterke wind en windvlagen brengen alleen een groter risico met zich mee als ze zich plotseling voordoen, want doorgaans vermijden de trekvogels dergelijke weersomstandigheden (vgl. hoofdstuk 2.3.2.2 van bijlage 6 van MER BARD). Uit resultaten van het onderzoeksplatform 'FINO 1' (HILL et al. 2006; Figuur 38) blijkt dat hoge windkrachten in combinatie met motregen en gering zicht het aanvaringsrisico vergroten. Daarbij zijn zangvogels nog steeds de groep met het grootste aanvaringsrisico. In het eerste onderzoeksjaar gebeurde meer dan 50% van de aanvaringen in slechts twee nachten.

10 treknachten met hoge roepectiviteit van koperwiek (>1000 roepen)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gering zicht			X	X						
Bewolking >6/8	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Laag wolkendeck	X			X	X	X	X			
Tegenwind	X				X		X			
Hoge windsnelheid (>7 bft)		X	X							
Motregen en regen	X		X	X		X	X			
Nevel				X						
[laat in het trekseizoen]			X	X			X	X	X	X

Tabel 27 Aanvaringsrisico bij het onderzoeksplatform „FINO 1' afhankelijk van weersomstandigheden (gewijzigd volgens HILL et al. 2006); Toelichting: rood gemarkeerd = nacht met vogelaanvaring.

Invloed van de windrichting

De omvang van het aanvaringsrisico hangt voor trekvogels ook af van de windrichting. Het grootste gevaar is aanwezig als de rotoren dwars op de trekrichting draaien. Dit is het geval bij noordoosten- of zuidwestenwind. Bij de andere windrichtingen neemt het gevaar af, en het gevaar is minimaal als de rotoren parallel aan de vogeltrek draaien, dus als de vogels met de wind van opzij vliegen. In het najaar is de hoofdwindrichting, op lange termijn bezien, ZW-W (BSH 2000). In het voorjaar komt de wind in het algemeen van opzij (W-NW) (BSH 2000). Gezien de stand van de rotoren is het aanvaringsrisico in het voorjaar lager dan in de herfst. Voor pleisterende zeevogels in het gebied speelt de windrichting geen rol bij een toename van het aanvaringsrisico.

De gevolgen van de turbines en platforms als obstakel in het luchtruim blijven beperkt tot de directe omgeving van de betreffende turbines/platforms en tot het windpark zelf. Ze zijn permanent en hebben een geringe tot gemiddelde intensiteit.

2. *Verandering van het windveld*

Verliezen bij vogels kunnen zich voordoen als ze in het turbulente zog (wake) van de turbines terechtkomen (zie Figuur 18) en op het water worden gedrukt.

Het zog van een turbine wordt bepaald door een groot aantal factoren (bladvorm, bladhoek, toerental etc.). Volgens HAHM & KRÖNING (2001) kan een vermindering van de windsnelheid worden verwacht van 30% alsmede wisselende snelheden in een denkbeeldige cilinder tot acht rotordiameters lang en een rotordiameter breed. Het staat niet vast dat vogels die in het zog terechtkomen, door de luchtwervelingen in het water worden gedrukt. Aangezien de invloed van het zog vermoedelijk een paar meter boven het wateroppervlak eindigt, kan ervan worden uitgegaan dat de vogels erin zullen slagen om hun normale vliegpatroon weer op te pikken en contact met het water te voorkomen. Er zijn tot dusverre echter nog weinig gegevens over dit fenomeen. Uit onze eigen waarnemingen blijkt dat zangvogels probleemloos weer konden wegvliegen, ook als ze in het water waren neergestort, bijv. door aanvallen van meeuwen. De omvang van de gevolgen hangt ook af van het feit of de vogels door de rotor vliegen en dan plotseling in het zog terechtkomen of dat ze bij tegenwind geleidelijk bij het zog komen en het kunnen uitwijken. In de berekeningen van de vogelaanvaringen (WINKELMAN 1992a, STILL et al. 1996, PAINTER et al. 1999) zijn deze slachtoffers al opgenomen.

Omdat vogels proberen om in zo rustig mogelijke luchtlagen te vliegen, zullen ze – als ze in contact komen met het zog – vermoedelijk uitwijken naar hogere luchtlagen of corridors met weinig zogeffect, zodat ze hierin door het windpark kunnen vliegen. CHRISTENSEN et al. (2004) en CHRISTENSEN & HOUNISEN (2004) hebben in het windpark 'Horns Rev' voor zeevogels al aangetoond dat ze uitwijken naar corridors tussen de turbinerijen.

De veranderingen van het windveld blijven beperkt tot het windpark zelf. Ze zijn permanent en hebben een geringe tot gemiddelde intensiteit.



Figuur 18 Windturbines in de mist (windpark Altenbruch, Cuxhaven, Duitsland)

3. Markering met verlichting en kleurstelling, bebakening van de turbines aan de rand van het park

Aantrekking van vogels en in verband daarmee een groter aantal vogelaanvaringen is vooral te verwachten bij vogelgroepen die niet op het water kunnen pleisteren. In het planningsgebied gaat het hierbij voornamelijk om steltlopers en zangvogels, omdat het gebied slechts in zeer geringe mate wordt bezocht door reigers, roofvogels, gierzwaluwen, uilen en duiven. Bij slechte weersomstandigheden zoals mist en regen proberen steltlopers en zangvogels die over de zee trekken, hun trek te onderbreken en pleisterplaatsen te zoeken. Dit geldt vermoedelijk ook voor een aantal meeuwensoorten. Op zoek naar landingsplaatsen worden ze aangetrokken door bouwwerken en lichtbronnen. Bij felle lampen kan er oriëntatieverlies ontstaan zodat vogels, na lang rond het object te hebben gevlogen, uitgeput in zee vallen en sterven. Dit fenomeen is herhaaldelijk geconstateerd bij vuurtorens, maar de lichtintensiteit daarvan kan niet worden vergeleken met de bebakening van de geplande windturbines. Ook bij het onderzoeksplatform 'FINO 1' (OREJAS et al. 2005) zijn aanvaringsslachtoffers vastgesteld. In de periode oktober 2003 tot juli 2006 zijn daar 586 dode vogels geregistreerd, waarbij het bij 98% van de slachtoffers ging om zangvogels, met name lijsterachtigen (HILL et al. 2006). Vogels lijken de hoge, vrijwel onverlichte vakwerkmast niet waar te nemen, in tegenstelling tot het fel verlichte platform (zie Figuur 19). Bovendien zijn ze uitgevoerd met verankeringkabels en -draden die – zoals is aangetoond – ook nog eens hogere aanvaringspercentages veroorzaken (HAVEKA & GÖRZE 1997, GEHRING et al. 2004, HÖTKER et al. 2004). Sinds 2007 wordt een transportplatform van de NAM in de Noordzee bij wijze van proef met 'groen licht' verlicht. De eerste resultaten geven de aanwijzing dat vogels hierdoor minder sterk worden aangetrokken. In het kader van de wijziging van de IALA (2004) moest een toepassing mogelijk worden gemaakt. Voor de geplande platforms (transformatorstation, woongedeelte) wordt gezien de afwijkende bouwwijze (geen mast, verankeringkabels etc.) uitgegaan van een gering aanvaringsrisico.



Figuur 19 Verlichting van het onderzoeksplatform 'FINO 1' bij nacht

Anderzijds draagt de verlichting, bebakening en kleurstelling van de turbines er zowel 's nachts als overdag toe bij dat het windpark en de turbines worden waargenomen als obstakel in het luchtruim. In 'Horns Rev' vertoonden watervogels 's nachts eerder vermijdingsreacties dan overdag (PETERSEN et al. 2006b); een van de oorzaken hiervan is vermoedelijk de zichtbaarheid van de turbines door de verlichting. Deze zichtbaarheid kan het aanvaringsrisico verminderen doordat de vogels de obstakels op tijd herkennen en er omheen vliegen.

De gevolgen betreffen onderdelen van het windpark dan wel het hele park en zijn permanent. Volgens de huidige kennis op dit gebied zal de intensiteit gering zijn.

4. Toelichting bij aanvaringsrisico

In de bestandsbeschrijving (bijlage 6 van MER BARD, hoofdstuk 2.3.2.9) staat een analyse van het aanvaringsrisico voor de waargenomen soorten. Volgens deze analyse zijn met name de vogelsoorten bedreigd die talrijk tot gemiddeld talrijk in het onderzoeksgebied voorkomen en die vooral 's nachts vliegen. In totaal 37 soorten zijn daarom als bedreigd geclassificeerd.

Bij het beoordelen van de bedreigdheid van een populatie speelt de omvang van de totale populaties een belangrijke rol. Bij alle soorten met Europese populaties van meer dan 5.000.000 broedparen gaan wij – zelfs bij het hypothetisch zeer onwaarschijnlijke getal van 50 vogelaanvaringen per turbine per jaar (vgl. PETERSEN et al. 2006, DESHOLM 2006) – er vanuit dat in totaal zo weinig exemplaren van een soort worden gedood dat de populatie niet bedreigd wordt. Uitgaande van een theoretische populatie van 5.000.000 broedparen en 75 turbines zou minder dan 0,04 procent van een soort worden gedood. Er blijven dan dertien steltlopersoorten en zes zangvogelsoorten over waarvan de biogeografische broedpopulaties minder dan 5.000.000 broedparen bevatten (Tabel 28).

Euring	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Bedreigdheid*	maximale aantal studiegebied (n) [*]	aandeel (%) gehele voorkomen	aandeel b.g.g. populatie (%)***	biogeograf. populatie (min.) (bp)**	Art. 4 lid 1 EU-VRL	Art. 4 lid 2 EU-VRL
4500	<i>Haematopus ostralegus</i>	Scholekster	hoog	65	0	0,01	300.000		x
4700	<i>Charadrius hiaticula</i>	Bontbekplevier	hoog	13	0	0,01	120.000		x
4850	<i>Pluvialis apricaria</i>	Goudplevier	hoog	197	1	0,02	460.000	x	
4860	<i>Pluvialis squatarola</i>	Zilverplevier	hoog	4	0	0.10	2.100		x
4960	<i>Calidris canutus</i>	Kanoetstrandloper	hoog	302	0	1,01	15.000		
5380	<i>Numenius phaeopus</i>	Regenwulp	hoog	35	0	0,01	160.000		x
5450	<i>Tringa erythropus</i>	Zwarte Ruiter	hoog	2	0	0,01	19.000		x
5480	<i>Tringa nebularia</i>	Groenpootruiter	hoog	117	0	0.08	75.000		x
5530	<i>Tringa ochropus</i>	Witgatje	hoog	50	1	0,01	330.000		
5540	<i>Tringa glareola</i>	Bosruiter	hoog	2	0	0.00	350.000	x	
5560	<i>Actitis hypoleucos</i>	Oeverloper	hoog	121	0	0,01	720.000		
5610	<i>Arenaria interpres</i>	Steenloper	hoog	83	0	0.12	34.000		x
5640	<i>Phalaropus lobatus</i>	Grauwe Franjepoot	hoog	1	0	0.00	85.000	x	
10480	<i>Bombycilla garrulus</i>	Pestvogel	hoog	10	0	0,02	130.000		
11060	<i>Luscinia svecica</i>	Blauwborst	hoog	2	0	0.00	4.500.000	x	
11210	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Zwarte Roodstaart	hoog	1	0	0,04	4.000.000		
11860	<i>Turdus torquatus</i>	Beflijster	hoog	4	0	0,02	310.000		
12020	<i>Turdus viscivorus</i>	Grote Lijster	hoog	6	0	0.00	3.000.000		
12510	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Kleine Karekiet	hoog	1	0	0.00	2.700.000		
13150	<i>Regulus ignicapillus</i>	Vuurgoudhaantje	hoog	8	0	0.00	3.300.000		

* Zie bestandsbeschrijving vogels, bijlage 6 van MER BARD

** Voor de zangvogelsoorten werden de gegevens van de Noord-Europese (Fennoscandinavische) populaties opgeteld en voor de berekening gebruikt (zie BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004).

*** Het aandeel van de biogeografische populatie moet niet als drempelwaarde voor de beoordeling van effecten begrepen worden.

Tabel 28 Door vogelaanvaringen bedreigde soorten met biogeografische populaties <5.000.000 broedparen.

Voor een verdere analyse van de bedreigdheid van deze soorten hebben wij onze eigen gegevens over de vlieghoogte en andere gegevens uit de literatuur nader onderzocht. Meer dan 95% van de vogels die bij visuele waarnemingen werden vastgesteld (overdag), vloog op een hoogte van <40 m. Hetzelfde kan opgaan voor de waargenomen steltlopers. Vergelijkbare gegevens voor de vogeltrek bij dag vermelden KRIJGSVELD et al. (2005). DIERSCHKE & DANIELS (2003) constateerden bij Helgoland echter een iets andere hoogteverdeling van vliegende steltlopers. Bij hen vloog 'slechts' 63,1% van vogels lager dan 50 m.

Zeer uitvoerige gegevens over de vlieghoogte van steltlopers op trek zijn te vinden bij GREEN (2003). Onderzocht is de voorjaartrek in Zuid-Zweden van 1998 tot 2001. Er zijn hoofdzakelijk gegevens

verzameld van de nachtelijke trek. De gemiddelde vlieghoogte lag tussen ongeveer 1.700 en 1.900 m, de maximale vlieghoogte tussen 3.500 en 3.700 m. De observaties van 'Horns Rev' bevestigen dat de steltlopers op grote hoogte over het windpark vliegen, ook overdag (PETERSEN et al. 2006b). Gezien de grote hoogten waarop de vogels – in elk geval 's nachts – vliegen, is de verwachting dat het percentage steltlopers onder de aanvaringsslachtoffers gering is. En inderdaad is 2% van de dode vogels op het onderzoeksplatform 'FINO 1' een steltloper (HILL et al. 2006). Bij de overige 98% gaat het om zangvogels en dan met name om de talrijke lijstersoorten. De effecten van het onderzoeksplatform kunnen echter niet volledig naar het windpark worden vertaald, omdat het een afwijkende constructie heeft (bijv. verankeringsdraden, vakwerkmast). De analyse van gevonden dode vogels bij windparken in Europa laat een vergelijkbare verdeling zien (HÖTTGER et al. 2004). Ook hier was maximaal 2% van de dode vogels een steltloper.

Varianten

Kwantificering van de vogelaanvaring volgens literatuuropgaven

Studies die het risico van vogelaanvaring analyseren hebben vooral betrekking op windparken die te land zijn opgesteld. Deze onderscheiden zich ten aanzien van de windparkkenmerken duidelijk van het hier geplande windpark. Als relevante parameters voor het risico van vogelaanvaring zijn bijv. de afstand tot de kust, soort en grootte van de turbine, onderlinge afstand en plaatsingsrichting van de afzonderlijke turbines (configuratie), het voorkomende soortenspectrum en de functie (pleister-, broedhabitat-, doortrek-) van het planningsgebied te noemen. Er bestaan tot nu toe geen direct vergelijkbare onderzoeken aan offshore windparken die gebruikt kunnen worden om het risico van vogelaanvaring voor het hier geplande windpark te kwantificeren. De Deense Noordzeelocatie 'Horns Rev' bevindt zich, in vergelijking met 'ZeeEnergie' en 'Buitengaats' zeer dicht bij de kust. Het aantal, de soort en de configuratie van de windturbines zijn verschillend en het gebied laat een duidelijk ander soortenspectrum zien. Bij deze habitatspecifieke componenten komen nog de soortspecifieke verschillen zoals voorkeurvlieghoogte, vliegvermogen, dag- en nachtactiviteit. Op grond van de huidige stand der wetenschap vindt hier een theoretische benadering plaats met een globale aanname van 50 vogelslachtoffers/jaar/turbine. Dergelijke hoge aantallen aanvarings-slachtoffers zijn in het ergste geval alleen denkbaar bij plotseling intredende slechte weersomstandigheden (zie Tabel 28) en deze hebben zich tot nu toe niet voorgedaan bij offshore windparken. Te land zijn massale aanvaringen, zoals die bekend zijn van lichttorens en dergelijke objecten, aan afzonderlijke windturbines eveneens niet vastgesteld (HÖTTGER et al. 2006). Omdat een groot deel van de nachtelijke trek over de Noordzee zich in de regel in enkele dagen concentreert en op grote hoogte plaatsvindt, is de aanname van 50 vogels/turbine/jaar zeer veilig gekozen.

Plaatsingsvarianten

In Tabel 29 en Tabel 30 zijn de resultaten van een kwantificerende beschouwing van de effecten van de windparkvarianten weergegeven. De verschillen tussen de varianten met betrekking tot de vogelaanvaring volgens theoretische berekening zijn daar weergegeven. Omgerekend naar energie eenheden zijn de getalsmatige verschillen tussen de varianten gering.

Om de mogelijke gevolgen van het VKA te kunnen beoordelen, wordt voor het windpark uitgegaan van een maximaal hindernisvlak van ca. 1,04 km². Dit vlak bestaat uit 41.250 m² voor de masten (max. 100 m*5,5 m per mast, max. *75 turbines) en 994.988 m² cirkeloppervlak van de rotores (13.266 m²*75 turbines). Omdat de andere varianten kleinere rotores hebben, zijn de totale hindernisvlakken van deze varianten ook kleiner. Het aantal turbines van het VKA is kleiner dan de 5D- en 7D-varianten. Ook de Economisch-variant heeft meer turbines dan het VKA. Het VKA heeft kleinere corridors tussen de turbines (5 maal de rotordiameter). Te smalle corridors heffen mogelijk het positieve effect op het aanvaringsrisico van het geringere aantal turbines weer op, waarbij het nog steeds onduidelijk is vanaf welke omvang een corridor voor vogels 'te smal' is. De dichte opstelling van de turbines kan ervoor zorgen dat de barrièrewerking

toeneemt, waardoor het aanvaringsrisico misschien daalt omdat meer vogels het gebied zullen mijden. Het parkoppervlak van het VKA is een stuk kleiner dan de andere alternatieven, met uitzondering van de 5D-variant.

Omdat variant 12D minder turbines heeft, is het totale hindernisvlak veel kleiner. Uitgaande van dezelfde basisgegevens ontstaat er een vlak van 0,34 om 0,39 km². Dit heeft een positief effect op het aanvaringsrisico. Maar door de zeer grote afstanden tussen de rijen is het schaduweffect in het windpark vermoedelijk veel lager. Welke aanvaringsrisico's hierdoor ontstaan, hangt in grote mate af van het vlieggedrag van de vogels en kan niet generiek worden bepaald.

De ecologische variant met 60 om 65 turbines ligt met een totale aanvaringsoppervlakte van rond 0,73 om 0,79 km² tussen de 7D resp. 5D- en de 12D-variant. Op grond van het kleinere aantal turbines moet deze variant met betrekking tot het aanvaringsrisico positiever worden beoordeeld dan de varianten 7D en 5D. De economische variant vertegenwoordigt met 105 turbines een groter aanvaringsoppervlak (per park rond 1,3 km²) dan alle andere tot nu toe bekeken varianten. Door het grote aantal turbines ontstaat er een heel dichte configuratie van de turbines met geringe tussenruimtes.

Op grond van het grotere rotoroppervlak is er bij het VKA met 4 MW vermogen een groter aanvaringsoppervlak dan bij de windparkvarianten met 78 om 80 turbines. Er is echter een geringer aantal turbines.

De variant 7D met 7 MW vermogen is ten aanzien van het totale aanvaringsoppervlak vergelijkbaar met de varianten 7D en 5D, omdat het aantal en de soort turbines hetzelfde zijn.

Buitengaats	Varianten							
	VKA / 4 MW	5D / 5 MW	7D / 3 MW	7D / 5 MW	7D / 7 MW	12D	Eco- logisch	Eco- nomisch
Aantal turbines	75	78	78	78	78	32	60	105
Rotoroppervlak windpark m2	994.988	911.810	496.215	911.810	911.810	374.076	701.392	1.227.436
oppervlak mast (100m*5,5m = 550m2)	41.250	42.900	42.900	42.900	42.900	17.600	33.000	57.750
Totaal aanvaringsoppervlak	1.036.238	954.710	539.115	954.710	954.710	391.676	734.392	1.285.186
Aantal mogelijke vogelslachtoffers / jaar	3.750	3.900	3900	3.900	3900	1.600	3000	5250
Energieopbrengst (GWh/jaar)	1.776	1.647	1.033	1.776	2.028	778	1.355	2.247
Aantal vogelslachtoffers/ GWh/jaar	2,1	2,4	3,8	2,2	1,9	2,1	2,2	2,3
Aandeel in trekvogelpopulatie Noordzee (%)*	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002
Aandeel in trekvogels in NL (%)*	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001	0,002	0,004

Tabel 29 Kwantificering van het aanvaringsrisico Buitengaats. Het aantal mogelijke vogelslachtoffers is op basis van de huidige kennisstand met 50 vogels per turbine per jaar als worst case vastgesteld (zie tekst). *Het aandeel moet niet als drempelwaarde voor de beoordeling van de effecten gezien worden.

ZeeEnergie	Varianten							
	VKA / 4 MW	5D / 5 MW	7D / 3 MW	7D / 5 MW	7D / 7 MW	12D	Eco- logisch	Eco- nomisch
Aantal turbines	75	78	80	80	80	28	65	105
Rotoroppervlak windpark m2	994.988	911.810	508.938	935.189	935.189	327.316	759.841	1.227.436
oppervlak mast (100m*5,5m = 550m2)	41.250	42.900	44.000	44.000	44.000	15.400	35.750	57.750
Totaal aanvaringsoppervlak	1.036.238	954.710	552.938	979.189	979.189	342.716	795.591	1.285.186
Aantal mogelijke vogelslachtoffers / jaar	3.750	3.900	4.000	4.000	4.000	1.400	3.250	5.250
Energieopbrengst (GWh/jaar)	1.744	1.641	1.041	1.744	1.959	662	1.463	2.245
Aantal vogelslachtoffers/GWh/ jaar	2,2	2,4	3,8	2,3	2,0	2,1	2,2	2,3
Aandeel in trekvogelpopulatie Noordzee (%)*	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002
Aandeel in trekvogels in NL (%)*	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001	0,003	0,004

Technische varianten

Tabel 30 Kwantificering van het aanvaringsrisico ZeeEnergie. Het aantal mogelijke vogelslachtoffers is op basis van de huidige kennisstand met 50 vogels per turbine per jaar als worst case vastgesteld (zie tekst). *Het aandeel moet niet als drempelwaarde voor de beoordeling van de effecten gezien worden.

Onder bepaalde omstandigheden (bijv. slecht zicht) hangt het aanvaringsrisico sterk af van de verlichting en bebakening van de turbines. Omdat er geen technische varianten zijn op dit onderdeel, komt dit hier niet aan de orde.

Er kunnen geen betrouwbare uitspraken worden gedaan over de effecten van het gebruik van reflecterend materiaal op de turbine, omdat daar geen onderzoek naar is gedaan resp. omdat tot nu toe geen meetbare resultaten zijn behaald (STRICKLAND et al. 2001; YOUNG et al. 2003, citaat in HÖTKER et al. 2006).

De grootte van de turbine (ashoogte, rotordiameter) is van ondergeschikt belang voor het aanvaringsrisico, omdat de waarschijnlijkheid van een aanvaring volgens diverse auteurs (FIEßER 2005, EVERAERT 2003) niet-lineair correleert met de grootte van de turbine. Ook ECOLAS N.V. (MER Thorntonbank 2005) sluit zich hierbij aan mits er een minimumafstand van 25 m wordt aangehouden tussen de punt van de rotor en het wateroppervlak (favoriete vlieghoogteklasse bij zeevogels). Bij het geplande project bedraagt de afstand van de punt van de rotor tot het wateroppervlak altijd minstens 25 m.

De berekende theoretische vogelslachtoffers zijn als significantiebeschouwing in relatie gebracht met de Noordzee-trekvogelpopulatie en met de trekvogelpopulatie van Nederland (Tabel 29 en Tabel 30). Als basis voor de beschouwing dient in de eerste plaats de som van de aantallen Noord-Europese biogeografische broedparen (volgens BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004) van alle in het onderzoeksgebied vastgestelde soorten. Dat levert een som op van ca. 113.450.000 broedparen (ca. 226.900.000 individuen). Ten tweede zijn de geschatte populatiegroottes van de zichtbare vogeltrek (minimum) over Nederland

(volgens LWVT & SOVON 2002) erbij betrokken en voor de in het onderzoeksgebied aangetoonde soorten opgeteld. Daaruit ontstaat een totaal van rond 130.000.000 exemplaren.

Bij de verdere beschouwing wordt ervan afgezien de aantallen van de biogeografische populatie (voorjaars- en herfsttrek) te verdubbelen, aangezien er nauwelijks betrouwbare gegevens zijn over de sterftcijfers tijdens de trek of de overwintering. Daardoor kan niet worden vastgesteld welk deel van de vogels terugkeert. Voorts is het aantal niet-broedende vogels niet in aanmerking genomen. Voor de 'Nederlandse trekvogelpopulatie' was niet voor alle soorten een dergelijke geschatte populatiegrootte beschikbaar. Bovendien gaat het ook alleen maar om de geschatte zichtbare trek. Het grote deel nachttrekkers blijft buiten beschouwing. Zowel bij de 'Noordzee-trekvogelpopulatie' als bij de Nederlandse trekvogelpopulatie gaat het daarom om minimaal aantallen. Een 'lokale' trekvogelpopulatie voor het windparkgebied wordt hier niet gedefinieerd.

De berekende aandelen vogelslachtoffers onder de 'Noordzee-trekvogelpopulatie' liggen afhankelijk van de variant tussen 0,001 en 0,002%, de aandelen onder de Nederlandse trekvogelpopulatie liggen afhankelijk van variant tussen 0,001 en 0,004%. Soortspecifieke drempelwaarden zijn op grond van onbekende soortspecifieke aanvaringswaarschijnlijkheden binnen dit kader niet te definiëren.

Omdat er op voorhand significante effecten niet uitgesloten kunnen worden, is er een controle in het kader van de Passende Beoordeling (Bijlage 10) uitgevoerd. Deze heeft tot de volgende resultaten geleid:

Soortspecifiek berekening aanvaringen

Voor een schatting van de mogelijke aanvaringsslachtoffers voor de geplande windparken 'Buitengaats' en 'ZeeEnergie' wordt een werkblad gebruikt, dat door het Bureau Waardenburg bv (NL) is opgesteld (zie Passende Beoordeling, Bijlage 10), op basis van het werkblad 'Bird collisions Deltares v1-0.xls' van PRINS et al. (2008).

De methode voor het berekenen van de effecten die gepaard gaan met een aanvaring met een turbine door trekvogels is nader beschreven. Drie factoren zijn van belang voor de kans op een aanvaring:

1. het aantal vogels uit een populatie dat door het plangebied van het windpark vliegt (flux);
2. de mate waarin vogels het gehele windpark of de individuele turbines vermijden (avoidance i.e. uitwijking) en de fractie die op turbinehoogte vliegt;
3. de kans, per vliegbeweging door het windpark, 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 ('routes') is geconcludeerd dat model 2 de meest betrouwbare resultaten levert; hiermee zijn berekeningen uitgevoerd. De berekeningen hebben een sterk worst case gehalte zodat zeker is dat geen effecten 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 windpark kleiner of gelijk is aan 1% van deze natuurlijke mortaliteit, kan verwacht worden dat dit geen invloed heeft op de beschouwde populatie en wordt het effect van het windpark als verwaarloosbaar geclassificeerd.

De keuze van de soorten heeft in meerdere stappen plaatsgevonden: Allereerst zijn alle niet-broedvogels beschouwd die zich in Nederlandse en Duitse Natura 2000-gebieden dicht voor de kust en in het binnenland bevinden (straal van de kust ca. 150 km). De door een vooranalyse (aan de hand van het 'maximum effect scenario', zie bijlage 10) geselecteerde soorten zijn erop gecontroleerd of ze a) als trekvogel de centrale/zuidelijke Noordzee kruisen of/en b) en met welke frequentie ze in het gebied van het geplande windpark al aangetoond zijn. (PGU 2006). In een tweede stap zijn alle soorten meegeteld die in het geplande gebied met meer dan tien zichtwaarnemingen per jaar aangetoond zijn (PGU 2006), uitzondering grauwe pijlstormvogel). Daardoor is in het bijzonder het aantal zangvogels toegenomen. In totaal werden 81 soorten geanalyseerd.

Als 'flux' zijn aan de berekeningen verschillende aantallen ten grondslag gelegd. Voor soorten die in Nederlandse en Duitse Natura 2000-gebieden voorkomen, is het totaal van de niet-broedvogels genomen. Voor soorten die niet in dergelijke gebieden voorkomen, is de broedpopulatie van Noord-Europa (maximale aantallen uit Noorwegen, Finland, Denemarken, Zweden, volgens BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004) beschouwd. Bij enkele soorten (bijv. smient, grote zaagbek, nonnetje, brilduiker) is een extra controle aan de hand van de Nederlandse en Duitse winterpopulatie (volgens BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004) uitgevoerd. Verder is er aanvullend bij alle soorten die niet in Natura 2000-gebieden voorkwamen, de Nederlandse vogeltrekgegevens (maxima) uit LWVT & SOVON (2002) geraadpleegd. De berekeningen zijn met de van tevoren vastgelegde parameters volgens Bureau Waardenburg ('Bird collisions Route 2 62 BARD offshore NL1.xls', zie bijlage 12 van BARD MER) uitgevoerd resp. juist aangepast. Van de drie mogelijke correctiefactoren is slechts een factor (lengte van de geplande windpark tot de lengte van de treksector) ingezet, wat een versterking van het worstcasescenario betekent. Alle uitvoeringsvarianten zijn berekend.

Bij alle ten grondslag gelegde 'fluxes' kon voor geen enkele soort een toename van de jaarlijkse sterfte van meer dan een procent worden geconstateerd. De sterkste toename van de natuurlijke sterfte bleek 0,03% bij het VKA en de varianten '5D/5 MW' en 'economisch/5 MW' te zijn.

Voor de zeevogelsoorten geldt dat bij geen enkele soort een toename van de natuurlijke sterfte van meer dan 1% geconstateerd is. De maximale toename was 0,018%.

De effecten op de trekvogelpopulatie zijn negatief. Die zijn beperkt tot het gebied van het windpark, maar wel duurzaam. De effectbeschrijving is gebaseerd op worst-caseaannames. Aangezien de geschatte verliezen in het promillengebied liggen en het windpark slechts een gering deel van de breedfronttrek over de Noordzee beïnvloedt, wordt er niet van een significantie uitgegaan.

Ook voor de broedvogels waarvan de koloniën zich in een foerageerafstand tot het geplande 'Buitengaats' en 'ZeeEnergie' bevinden, zijn berekeningen van het aantal slachtoffers uitgevoerd met de routes 2 van het 'bird collision model'. De flux wordt bepaald door onder andere de verhouding tussen het effectgebied (windpark + oppervlakte achter het park) en het totale foerageergebied, de populatiegrootte, de duur van het broedseizoen en het aantal foerageervluchten per dag.

Voor de verschillende koloniën van de kleine mantelmeeuw in het gebied van de Waddenzee wordt een toename van de natuurlijke sterfte van 0,2% tot 0,8% door 'Buitengaats' en 'ZeeEnergie' samen verwacht. Voor de jan van genten van Helgoland is een additionele sterfte van 0,5% berekend. Voor de noordse stormvogel op Helgoland is een extra jaarlijkse sterfte van 0,11% vastgesteld.

Voor de broedvogelsoorten geldt dat bij geen enkele soort een toename van de natuurlijke sterfte van meer dan 1% geconstateerd is. Dit betekent dat er geen effecten zullen zijn op de omvang van de populaties.

3.5.1.3 *BESCHRIJVING GELUID EN TRILLINGEN*

Aanleg en verwijdering

Geluiden kunnen een natuurlijke of antropogene oorsprong hebben. Natuurlijke achtergrondgeluiden op de Noordzee ontstaan bijvoorbeeld door wind, golven, stroming, neerslag of dieren, antropogene geluiden bijvoorbeeld door schepen, vliegtuigen of industriële installaties.

Er kunnen geen concrete uitspraken worden gedaan over het geluidsniveau in het planningsgebied, omdat hiernaar geen metingen zijn gedaan. Het geluidsniveau in het planningsgebied hangt echter in eerste instantie af van de windkracht. Bij windstilte en een gladde zeespiegel zullen alleen vogels zijn te horen, maar als de windkracht toeneemt, komt daar het geluid van de golven bij. Bij storm kan het achtergrondgeluid stijgen tot meer dan 60 db(A). Een sterke achtergrondgeluid is daarom vooral te verwachten in het najaar, als de waarschijnlijkheid van stormen het grootst is. In de zomer worden de laagste geluidsniveaus verwacht. Aangezien er bij het planningsgebied geen industriële installaties zijn,

vormen schepen de belangrijkste antropogene geluidsbron. Het windpark ligt op 500 m ten zuiden van de scheepvaartroute 'German Bight Western Approach'.

Effecten op het vogelbestand en de vogeltrek door bouwactiviteit treden op in de onmiddellijke omgeving van de bouwplaats waarbij de effecten vooral worden veroorzaakt door de aanwezigheid van schepen en apparatuur en slechts voor een zeer klein deel door geluidsemissies. Er bestaat geen algemeen antwoord op de vraag, welk effect geluidsemissies op vogels hebben. Gedragsreacties of fysiologische schade zijn van vele factoren afhankelijk. Behalve door soort en intensiteit van de geluidsemissies wordt de reactie ook bepaald door soortspecifieke en zelfs individuele eigenschappen, net als door de mate van gewenning. Over dit aspect bestaat veelsoortige literatuur die elkaar soms ook tegenspreekt. Geluidsemissies vormen bovendien slechts een (zeer) klein deel van de parameters die de habitat van een vogel beïnvloeden. Voor enkele soorten broedvogels is een correlatie tussen geluidsemissies en de verdeling van broedterritoria in de studie van GARNIEL et al. (2007) met betrekking tot straatverkeer (in de betekenis van langdurige geluidsemissies) aangetoond. Maar de studie bevestigt ook dat een samenhang niet voor alle soorten aangetoond kan worden. De gevoeligheid van overige soorten wordt daarom aan de hand van effectdistanties gedefinieerd. KEMPF & HÜPPOP (1996, blz. 107) zeggen hierover: 'In het algemeen lijken zoogdieren en vogels tamelijk ongevoelig te zijn voor geluid, voor zover het geen 'gevaarindicator' voor hen is [...].' Op lange termijn laten vogels zich niet verjagen door akoestische prikkels.

Geluidsemissies tijdens de bouw worden met name verwacht bij het heien van de funderingen. Aangezien er telkens op één plek tegelijk in het windpark wordt gebouwd, zal de geluidsemissie slechts op kleine schaal effect hebben. Bij bouwgeluid kunnen zowel discontinue alsook continue aspecten een rol spelen. Vaststellen van de gemiddelde waarden van geluidsniveau volgens GARNIEL et al. (2007) is alleen een geschikt beoordelingscriterium, als de geluidsbron als voortdurend geluid geclassificeerd kan worden. De verwachting is dat vogels op hun trek tot een hoogte van maximaal 500 m een klein beetje zullen uitwijken, vooral door de visuele onrust. De bouwactiviteiten in het windpark 'Nysted' (KAHLERT et al. 2004) leken in de bouwfase (veel schepen, opbouw van turbines, bouwlawaaï) geen invloed te hebben op de vliegroutes van de watervogels. Gebaseerd op meest aannemelijke schattingen constateerden PETERSEN et al. (2006b) in Nysted tijdens de bouwfase overdag lichte en 's nachts duidelijke veranderingen in de vliegroutes (algemeen vanwege de verdeling van radarecho's aan de zijkant wat op een veranderd habitatgebruik liet sluiten). Waarnemingen tijdens de bouwfase in 'OWEZ' konden geen samenhang tussen de heiwerkzaamheden en uitwijkingsgedrag vaststellen. De waarnemingen vonden plaats vanaf midden april, toen er voornamelijk alleen meeuwen en sterns in het gebied voorkwamen (LEOPOLD & CAMPHUYSEN 2007).

Bij de effecten van geluidsemissies door bouwactiviteiten gaat het om kleinschalige effecten (direct bij het werkgebied). Ze blijven beperkt tot de bouwfase en zijn daarom tijdelijk. Om de bouwplaatsen heen vliegen kost trekvogels en pleisterende vogels extra energie, maar deze is gering. Vanwege geluid kunnen zeevogels mogelijk het gebied vermijden tijdens heiwerkzaamheden, waardoor in het ergste geval slechts tijdelijk een zeer beperkt habitatverlies optreedt. Het habitatverlies voor zeevogels dat wordt veroorzaakt door geluidsemissies van de verschillende bouwactiviteiten, is dan ook gering en verwaarloosbaar.

Varianten

Onderstaande variantenbeschrijving geldt voor de soortgroep vogels voor de effecten door geluid en trillingen die door de aanleg of verwijdering van de windparken plaatsvinden.

Plaatsingsvarianten

De verschillen tussen de geplande varianten zijn enerzijds gebaseerd op het aantal turbines en anderzijds op de oppervlakte die het windpark in beslag zal nemen. Aangezien slechts met een bouwschip (Jackup-Barge) alsmede enkele kleine veiligheids- en verzorgingsschepen aan het bouwen van de fundering en het plaatsen van de turbines wordt gewerkt, is er in het planningsgebied telkens maar één plek waar wordt gebouwd. Neemt het aantal turbines echter toe, dan wordt de veiligheidszone groter en dus ook de

invloeden, zoals hier geluid. Over de hele bouwperiode van april tot oktober bezien, zullen deze verschillen in de uitvoering vermoedelijk gering zijn. Onderzoeken met betrekking tot aanvaringsrisico's en barrièrewerking van dergelijke offshore bouwplaatsen zijn niet voorhanden. Het is derhalve niet mogelijk de genoemde effecten te kwantificeren. Er wordt een kwalitatieve beoordeling gegeven. Het aantal turbines van het VKA van Buitengaats en ZeeEnergie is kleiner dan de 5D- en 7D-varianten. Ook de Economisch-variant heeft meer turbines dan het VKA. De varianten 12D en ecologisch hebben minder turbines. Verder heeft het VKA van Buitengaats en ZeeEnergie een kleiner oppervlak dan de varianten 7D, 12D, ecologisch en economisch. Variant 5D is met ongeveer hetzelfde aantal turbines (78) als het VKA en 7D op een kleinere oppervlakte (42,2 km²) gepland. Bij het kleinere aantal turbines dient van een kortere bouwtijd te worden uitgegaan. De kortere bouwfase zorgt bovendien voor een geringere verstoring door geluid en trillingen.

De economische variant is de ongunstigste, vanwege het grootste aantal turbines. De bouwfase en daardoor de verstoring door geluid en trillingen is langer dan bij alle andere varianten.

Technische varianten

De grootte van de turbines (ashoogte, rotordiameter) heeft geen invloed op geluidsniveaus tijdens de bouwphase. Er zijn dan ook geen verschillen in effecten van verstoring door geluid en trillingen.

Buitengaats	Varianten							
	VKA	7D (5 MW)	5D	12D	ecolog.	econ.	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Aantal turbines	75	78	78	32	60	105	78	78
Windparkoppervlak [km ²]	33	44,6	25	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6

ZeeEnergie	Varianten							
	VKA	7D (5 MW)	5D	12D	ecolog.	econ.	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Aantal turbines	75	78	78	28	65	105	78	78
Windparkoppervlak [km ²]	32	43	21,1	43	43	43	43	43

Tabel 31 Overzicht van de diverse opstellingsvarianten.

Conclusie

De effecten door bouw en demontage zijn in geringe mate negatief. Op grond van de kleinschaligheid en korte duur van de door bouw en demontage veroorzaakte effecten wordt niet uitgegaan van een significantie van de effecten voor pleisterende - en trekvogels.

Exploitatie

Geluidsemissie van de turbines in het luchtruim

Afhankelijk van de weersomstandigheden kunnen de geluidsemissies van de draaiende turbines boven het natuurlijke geluidsniveau liggen. Maar als ze al uitwijkbewegingen veroorzaken, dan alleen lokaal. De inschatting is dat de hoeveelheid energie die hiervoor wordt verbruikt, irrelevant is. Aangezien de geluidsemissies de vogels attenderen op een obstakel op hun trekroute, neemt het aanvaringsrisico hierdoor af. In het algemeen kan er echter van worden uitgegaan dat vogels weinig gevoelig zijn voor geluid (KEMPF & HÜPPPOP 1996). Ook STÜBING (2001, geciteerd in FIEßER 2005) heeft geen akoestische invloed van windturbines op uitwijkbewegingen van langstreckende vogels kunnen vaststellen.

De gevolgen van de geluidsemissies zijn voor het merendeel positief, blijven beperkt tot de turbines of delen van het windpark, zijn permanent en hebben een geringe intensiteit.

Geluidsemissie van de turbines in de waterkolom

In de gebruiksfase zal het geluid van de rotor en andere onderdelen alleen via de lucht en in beperkte mate doordringen tot in de waterkolom. Het grootste gedeelte wordt gereflecteerd door het zeeoppervlak (RICHARDSON et al. 1995). Trillingen en geluiden van de generatoren in de turbine worden direct in de waterkolom overgedragen door het deel van de mast of fundering dat zich onder water bevindt.

In hoeverre onderwatergeluid/-trillingen effecten hebben op pleisterende en foeragerende zeevogels is nog onvoldoende bekend.

Uit de resultaten van het windpark 'Horns Rev' (PETERSEN et al. 2004) blijkt dat vooral soorten die op grote diepte naar voedsel zoeken, hier zeeduikers en alken, het gebied mijden.

Waarnemingen in 2008 in 'OWEZ' tonen aan, dat een relatief grote aantallen aalscholvers (tot ca. 200 individuen) gericht vanuit de kolonie naar 'OWEZ' en 'Q-7' vliegen. Hier brengen ze (een deel van) de dag rustend en foeragerend, zowel binnen als buiten het park, door (zie Passende Beoordeling (Bijlage 10)).

De gevolgen van de geluidsemissies in de waterkolom blijven vermoedelijk beperkt tot het windpark, zijn permanent en leiden niet tot negatieve effecten op de vogelpopulaties.

3.5.1.4 *BESCHRIJVING VISUELE ONRUST EN LICHT*

Aanleg en verwijdering

De bebakening van de veiligheidszone en de verlichting van de bouwplaats kunnen ertoe leiden dat trekvogels gaan uitwijken, anderzijds vliegen vogels vooral 's nachts en bij slecht zicht en mist gericht naar verlichte objecten waardoor aanvaringen kunnen plaatsvinden. Sommige zeevogelsoorten, zoals meeuwen, zullen er juist door worden aangetrokken.

De bebakening van de veiligheidszone en de verlichting van de bouwplaatsen hebben effect op kleine schaal (direct bij het werkgebied of in een deel van het OWP). De effecten blijven beperkt tot de bouwfase (jaarrond) en zijn daarom tijdelijk. Hoewel de maanden april en oktober waarin de meeste trek plaatsvindt, in de bouwfase liggen, gaat het op grond van de kleinschaligheid van de bouwplaats ingeval van eventuele aanvaringen maar om weinig vogels.

De bebakening van de veiligheidszones en de verlichting van de bouwplaats kunnen met name storingsgevoelige soorten afschrikken, zoals zeeduikers of zeeëenden. Sommige soorten, zoals meeuwen, zullen er juist door worden aangetrokken.

Vogels op trek kunnen uitwijken voor de bebakening en de verlichting. Tijdens de bouwfase in het windpark 'Nysted' (KAHLERT et al. 2004) konden 's nachts evenwel geen significante verschillen worden vastgesteld in het relatieve aantal groepen vogels.

De bebakening van de veiligheidszone en de verlichting van de bouwplaatsen hebben effect op kleine schaal (direct bij het werkgebied of in een deel van het OWP). De effecten blijven beperkt tot de bouwfase en zijn daarom tijdelijk. Om de bouwplaatsen heen vliegen kost trekvogels en zeevogels extra energie, maar deze is gering.

Tijdens de bouwfase is er meer scheepvaart, vooral door het leveren van materiaal en het vervoer van personen. Dit veroorzaakt visuele onrust waardoor pleisterende zeevogels zouden kunnen worden verdreven.

Anderzijds kan het vaar- en gebruiksverbod voor andere schepen in dit gebied ervoor zorgen dat het aantal schepen hier afneemt. Van bijkomende nadelige gevolgen voor storingsgevoelige vogelsoorten door meer scheepvaart is alleen sprake buiten het planningsgebied. Maar het geringe aantal extra schepen zal daar vermoedelijk nauwelijks tot een verdrijving van vogels leiden.

Volgens CHRISTENSEN et al. (2003) vertonen de soorten zeekoet, alk en jan van gent vermijdingsgedrag ten opzichte van het windpark 'Horns Rev'. Van deze soorten komt de zeekoet 's zomers het meest voor in het planningsgebied. Zeekoet en alk zoeken weliswaar niet actief antropogene structuren op, maar behoren tot de taxa die zich – volgens onze waarnemingen – het minst laten verstoren door onderzoeksschepen. Jan van genten jagen vaak in de directe nabijheid van gasplatforms en vliegen ook mee met vissersboten. De verwachting is dat pleisterende zeevogels door de visuele onrust op kleine schaal zullen uitwijken.

Bij de visuele onrust door bouwactiviteiten gaat het om kleinschalige effecten (direct bij het werkgebied). Ze blijven beperkt tot de bouwfase en zijn daarom van korte duur. Om de bouwplaatsen heen vliegen kost trekvogels en pleisterende vogels extra energie, maar deze is gering.

Varianten

Zie variantenbeschrijving onder de beschrijving van geluid en trillingen bij de aanleg en verwijdering van de windparken (zie paragraaf 3.5.1.3).

Exploitatie

Zichtbaarheid in het luchtruim, markering met verlichting en kleurstelling

Het transformatorstation, de masten en rotoren zijn overdag vooral zichtbaar door de kleurstelling en 's nachts door de verlichting. De zichtbaarheid kan weliswaar het aanvaringsrisico verminderen, maar ook een uitwijkreactie veroorzaken. Deze uitwijkreacties worden gedefinieerd als barrièrewerking.

Als de vogels hoger vliegen dan 500 m gaan wij ervan uit dat er geen effecten zijn. Uit bestaande onderzoeken op de Noordzee blijkt dat 's nachts ongeveer een derde van de vogeltrek >500 m plaatsvindt (PGU 2005, 2006, IBL 2002b, BSH 2005a), in het voorjaar kan dit toenemen tot ca. 60%. Overdag liggen de waarden tussen de 15 en 25% (PGU 2005, 2006).

Door DIERSCHKE et al. (2000a) is de barrièrewerking van de Noordzee voor trekvogels in het algemeen eerder als onbelangrijk geclassificeerd vergeleken bij de totale trekroute. Zij constateerden het volgende: 'Vergeleken bij andere barrières in het treksysteem van zangvogels, bijvoorbeeld de Sahara, is de te overbruggen afstand van maximaal een paar honderd kilometer relatief gering.' Over de omvang van de barrièrewerking van offshore windparken in de Noordzee zijn nu voor het eerst concrete uitspraken gedaan door BALLASUS & HÜPPPOP (2006). Aan de hand van onderzoeken naar de tuinfluiter constateerden zij dat het risico van een hongerdood bij langeafstandtrekkers, ook bij de omwegen door de windparkprojecten op zee, eerder laag is vanwege hun hoge vetreserves. Korteafstandtrekkers hebben doorgaans lagere vetreserves dan langeafstandtrekkers. Met normale vetreserves (vetklasse 1 en hoger) lopen ook zij bij korte omwegen, geen gevaar, maar als hun vetreserves onder het gemiddelde liggen, kan dit in combinatie met omwegen een acuut gevaar betekenen. Over het algemeen is het dan ook voor een deel van de trekvogels een probleem om over de Noordzee te vliegen. Verliezen zullen zich met name voordoen bij zwakke individuen. De extra energie die de vogels nodig hebben om uit te wijken, kan zodoende een hogere sterfte veroorzaken bij de korteafstandtrekkers. Dat afstanden van een paar honderd kilometer over zee in principe geen barrière vormen voor trekvogels, blijkt uit het feit dat zangvogels in een brede front over de Middellandse Zee vliegen en er geen sterk geconcentreerde trek plaatsvindt bij de Bosporus, Gibraltar of Sicilië (BRUDERER & LIECHTI 1983, LÖVEI 1989).

PRINS et al. (2008) gaan ervan uit dat er geen significante effecten optreden als de lengte van de omweg voor trekvogels vanwege het windpark minder dan 1% van de zogenaamde 'populatie-trek lengte' ('populations trek length') bedraagt. Voor de berekening van deze populatie-trek lengte wordt het aantal individuen van een populatie (hier in het bijzonder van Natura 2000-gebieden) vermenigvuldigd met de gemiddelde trek lengte van de vogels in de populatie. Voor de Roodborst is bijvoorbeeld een dergelijke berekening uitgevoerd (trekafstand in de herfst Noorse broedvogels ca. 870 km): een omweg van 18-35 km betekent een aandeel van 0,00000011 tot 0,00000021% van de 'populatie-trek lengte' en is daarmee verwaarloosbaar.

Het windpark kan vooral een barrière vormen voor pleisterende zeevogels die vaker in het gebied komen en het langer gebruiken dan individuen die er 'slechts' langstrekken. De verwachting is echter dat er nauwelijks barrièrewerkingen uitgaan van de kleurstelling en verlichting van de turbines.

De windturbines worden gemarkeerd volgens de aanbevelingen 0-117 van de 'International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities' (IALA 2004). Dit betekent dat de masten geel zijn van de hoogwaterlijn tot de hoogte van het platform. De rest van de turbine zal in de kleur agaatgrijs worden geverfd. De agaatgrijze kleur zorgt ervoor dat de windturbines op grote afstand met de horizon samenvallen. De barrièrewerking neemt hierdoor sterk af en is overdag te verwaarlozen.

De bebakening in de nacht kan uiteenlopende effecten hebben op de verschillende soorten. Meeuwen bijvoorbeeld komen 's avonds graag samen bij schepen en brengen de nacht door in de directe nabijheid daarvan. Ook jan van genten en noordse stormvogels pleisteren graag bij schepen of platforms.

In tegenstelling tot de trekvogels die 'recht door' door het park trekken, is het voor pleisterende zeevogels niet per se nodig om het windpark direct te doorkruisen. Kleinschalig gezien benutten zij de leefruimte relatief gelijkmatig. Grotere concentraties komen voor aan waterfronten of in de nabijheid van viskotters. Een volledige vermijding van het windpark zou tot een omweg van maximaal 15 km kunnen leiden.

De effecten reiken in totaal verder dan het oppervlak van het windpark en zijn permanent. De inschatting is dat de waardeverandering voor de trekvogels gering is gezien het lage aantal getroffen vogels en de – vergeleken bij de totale trekroute – korte omwegen. De verlenging van de trekroute kan bij geen van de in de Passende Beoordeling genoemde soorten een toename van de populatie-trek lengte van meer dan 1% veroorzaken. Ook voor pleisterende vogels zullen de effecten naar schatting gering zijn.

Visuele onrust door lichtreflectie, draaibeweging en schaduw

De barrièrewerking van de windturbines wordt versterkt door de draaibewegingen van de rotoren en de bijbehorende geluidsemissies en wisselende lichtreflecties. Ook de schaduwen van de draaiende rotoren kunnen een verjaag- en barrièrewerking veroorzaken.

Over de barrièrewerking zijn observaties beschikbaar van windparken op het land. Het soort effecten kan worden vertaald naar offshore windparken. Uit onderzoeken bij windparken op het land blijkt dat de reacties van de vogels kunnen worden ingedeeld in drie verschillende categorieën (WINKELMAN 1992a, b, BÖTTGER et al. 1990, CLEMENS & LAMMEN 1995):

- Uitwijkbewegingen om het park of de turbine heen. De vlieghoogte blijft nagenoeg hetzelfde (horizontale uitwijkbewegingen).
- Bij het aanvliegen van het park of een turbine wordt de vlieghoogte veranderd (verticale uitwijkbewegingen).
- Voor het park raken de vogels geïrriteerd. Ze vliegen, eventueel pas na meermaals aanvliegen, door, over of om het park heen.

De reacties komen in verschillende frequenties voor, afhankelijk van de vogelsoort, de weersomstandigheden en het tijdstip van de dag. Volgens onderzoeken van WINKELMAN (1992a, b) lijkt het dat grote vogels (eenden, meeuwen etc.) in principe grotere uitwijkbewegingen maken dan kleine (zangvogels). Ook EVERAERT (2003) constateert bij grote vogels sterkere reacties dan bij kleine vogels. Bij zangvogels wordt er zowel overdag als 's nachts van uitgegaan dat zij vooral lokaal naar de zijkant of omhoog uitwijken.

De visuele onrust kan dus vooral een barrièrewerking veroorzaken voor pleisterende zeevogels.

Uit monitoring in de gebruiksfase van 'Horns Rev' (PETERSEN et al. 2004, PETERSEN et al. 2006b) bleek dat de volgende taxa het windparkgebied mijden: zeeduikers (roodkeelduiker en parelduiker), eidereend, zwarte zeeëend, zeekoet en alk. Bij de genoemde soorten werd vastgesteld dat zij naast het park zelf ook de in de studie onderzochte zones van 2 en 4 km rond de turbines vermijden. Bij zeeduikers werden duidelijke vermijdingseffecten waargenomen in de 2 km-zone en vermijdingstendensen tot een afstand

van 4 km. De onderzoeksperiodes voor en na de bouw kunnen echter niet goed met elkaar worden vergeleken vanwege de zeer verschillende totale aantallen. KAHLERT et al. (2004) vermelden eveneens voor de bouw- en gebruiksfase van het windpark 'Nysted' dat zeeduikers de windturbines mijden. De zwarte zeeëend heeft zijn toevluchtsgebieden in 'Horns Rev' na de bouw van de turbines verplaatst. Terwijl minder vogels van deze soort verbleven in de traditionele gebieden in het zuidoosten, gebruikten ze gebieden in het noorden en westen die daarvoor nauwelijks werden bezocht. In zijn geheel gezien was de soort in 2003 talrijker aanwezig dan in de twee jaar daarvoor wat eventueel ook kan komen doordat een deel van de Oostzee in de winter van 2002/2003 bevroren was. Na het plaatsen van de windturbines deed zich een significante vermijding van het gebied voor (PETERSEN et al. 2006b). Bij de zeekoet en de alk kon eveneens een significante vermijding van het windpark 'Horns Rev' en de 2 en 4 km-zones worden vastgesteld. Jan van genten waren voor en na de bouw van de turbines niet vertegenwoordigd in het directe windparkgebied, maar vermeden wel in toenemende mate de afstandszones. Er kan echter nog geen definitieve inschatting worden gegeven voor deze soort (PETERSEN et al. 2006b).

Het windpark vormt echter niet voor de hele vogeltrek een barrière. Vogels die op grote hoogte (>500 m) langstrekken, zullen er vermoedelijk zonder reactie overheen vliegen.

De gevolgen bij het windparkgebied strekken zich uit over een lengte van ongeveer 10 km en aan de zijanten nog eens over ca. 2 km. Welke soorten op welke manier zullen reageren, begint bij turbines van deze grootte pas nu een beetje bekend te worden. De eerste voorlopige resultaten van de radaronderzoeken in het windpark 'Nysted' in de Oostzee (KAHLERT et al. 2004) laten zien dat er effecten zijn op de vliegrichting en dichtheid van langstrekkende watervogels, 's nachts tot 1.000 m en overdag tot maximaal 3.000 m. In het windpark was de dichtheid van de vogels geringer. Andere onderzoeken bevestigen deze vermijdingsreacties. Bij het windpark 'Nysted' kwam minder dan 1% van de ganzen en eenden zo dicht bij de rotoren dat er een aanvaringsrisico zou kunnen ontstaan. Ook 's nachts vlogen de vogels om de windparken heen of kozen ze een weg door de corridors tussen de turbines (DESHOLM & KAHLERT 2006). Uit het onderzoek naar de effecten van het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) (Krijgsman et al. 2011) op vliegpatronen van vogels in en rond het windpark werd een relatief hoge uitwijking gevonden. Uitwijking was het laagst in de winter (18%) en het hoogst in de herfst (34% minder). In de zomer en de winter waren de vliegrichtingen meer willekeurig, omdat in die periode vooral lokaal foeragerende zeevogels in het gebied aanwezig waren. In de trektijd was de vliegrichting eenduidiger. Zeevogels zoals jan-van-genten, zee-eenden, alkachtigen en duikers weken het meest uit terwijl meeuwen (alle soorten) en aalscholvers in het geheel niet uitweken (en zelfs actief het windpark opzochten). Ganzen en zwanen waren uitermate gevoelig voor de windturbines en weken sterk uit. De helft tot driekwart van de lijsters en kleine zangvogels vloog overdag door het windpark op rotorhoogte, maar vermeden wel actief de turbines. BAPTIST (2001, geciteerd in MARX 2005) heeft in zijn onderzoeken naar uitwijkreacties van verschillende vogelsoorten gegevens opgesteld over de uitwijkradius. Hij stelt een maximale uitwijkradius van 90 m vast (zeekoet). Meer dan de helft van de soorten wijkt op kleine schaal uit (tot 20 m). Hiertoe behoren niet alleen kleine vogels, maar ook grote soorten zoals de buizerd en de kraanvogel.

Aangezien zeevogels bij voorkeur de lagere luchtlagen gebruiken, zullen zij vooral naar de zijkant uitwijken en om het hele windpark heen vliegen. Deze uitwijkbewegingen zullen overdag groter zijn dan 's nachts. De verwachting is dat zij 's nachts eerder om de turbines heen zullen vliegen.

Uit onderzoeken in het kader van het Minos^{plus}-project (Minos^{plus} 2006) blijkt niet dat er sprake is van barrièrewerking door windparken voor de sterns en de visdief. Aan de hand van de grote stern werd aangetoond dat vogels van deze soort windparken niet vermijden, maar erin vliegen of er op lage hoogte doorheen vliegen, zoals ook blijkt uit de resultaten van 'North Hoyle' (NPOWER RENEWEABLE 2005). PETERSEN et al. (2006b) konden voor de visdief en de Noordse stern geen statistisch significante verandering in het habitatgebruik aantonen, er kon echter wel worden geconstateerd dat deze soorten in sommige maanden na de bouw van het windpark helemaal niet meer aanwezig waren in het windparkgebied. In het onderzoeksgebied werden zowel grote sterns als ook de iets vaker voorkomende

visdieven en Noordse sterns langstrekkend in geringe dichtheden waargenomen. Voor deze soorten kunnen negatieve milieueffecten worden uitgesloten. Het is waarschijnlijker dat de windturbines, net als het onderzoeksplatform 'FINO 1', als pleisterplaats worden gebruikt (OREJAS et al. 2005).

In 'Horns Rev' hebben PETERSEN et al. (2004, 2006b) aangetoond dat dwergmeeuwen door het windpark werden aangetrokken: "Little Gull showed a shift from avoidance to preference for the wind farm area" (PETERSEN et al., 2006, S. 77). Deze uitspraak is echter alleen voor een zone van 2 km rond het windpark statistisch significant, niet voor de 4 km-zone. Voor het plaatsen van de turbines waren zij, in vergelijking tot het hele onderzoeksterrein in het windparkgebied, ondervertegenwoordigd, maar na de bouw duidelijk oververtegenwoordigd. In het windpark werden onder andere grote mantelmeeuwen, zilverbmeeuwen en aalscholvers waargenomen, sommige individuen van deze soorten pleisterden op de platforms.

Bij een vermijdingsafstand van 2 km ontstaat voor de geplande ingreep een getroffen oppervlak van 115 km², bij 4 km is het 210 km². Als deze oppervlakken worden afgezet tegen de biogeografische populatie, blijven de aandelen van de verschillende zeevogelsoorten duidelijk onder de 1% (Tabel 22). Als de waarden worden afgezet tegen de populatie op het NCP, dan bereiken hier de grote stern (vanaf 2 km), de Noordse stern/visdief (vanaf 4 km), de kleine mantelmeeuw (vanaf 4 km) en de dwergmeeuw (vanaf 4 km) waarden boven de 1%. Omdat van de sterns en de kleine mantelmeeuw echter bekend is dat windparken niet of nauwelijks ontweken worden (PETERSEN et al. 2006b, EVERAERT & STIENEN 2007, MENDEL et al. 2008) en er zich ook voor de Dwergmeeuw slechts een vermijding tot 2 km voordoet, zijn geen effecten van het windpark door de barrière-effecten op de populatie te verwachten.

De gevolgen reiken verder dan de oppervlakte van het windpark en zijn permanent. De inschatting is dat de intensiteit van de gevolgen voor trekvogels gering is, omdat de omwegen kort zijn in vergelijking tot de totale trekroute. De gevolgen voor pleisterende zeevogels worden negatief ingeschat, omdat sommige soorten het gebied duidelijk mijden, zelfs tot op 4 km. Maar omdat van de storingsgevoelige soorten in het planningsgebied alleen zeekoeten in grote dichtheden voorkomen, kunnen de gevolgen als gering negatief worden beschouwd. Er worden geen negatieve effecten op de populatie verwacht.

Varianten

Een schatting van bestandsaantallen en dichtheden is te vinden in bijlage 6 van MER BARD, Bestandsbeschrijving.

Plaatsingsvarianten

De VKA Buitengaats beslaat een oppervlak van circa 33 km² en de kortste afstand tussen de turbines circa 690 meter en ZeeEnergie circa 32 km² met 620 meter.

Bij de uitgevoerde onderzoeken in OWEZ, 'Nysted' en 'Horns Rev' (Krijgsveld *et al.*, 2011, KAHLERT et al. 2004, DESHOLM & KAHLERT 2005, DESHOLM & KAHLERT 2006, FOX et al. 2006a, CHRISTENSEN & KAHLERT 2006, PETERSEN et al. 2006a, b) is vastgesteld dat de vermijdingsreactie van soort tot soort verschilt (zie hierboven). Er is nog geen vergelijkend onderzoek gedaan naar de barrièrewerking van windparken met verschillende samenstelling.

Variant 5D beslaat met ca. 21,1 en 25 km² een aanzienlijk kleinere oppervlakte. In combinatie met de kleine afstanden tussen de rijen (gemiddeld ongeveer 630 m) ontstaat hierbij een obstakel met een compact karakter. Dit geldt ook voor het VKA. Omwegen naar opzij zijn bij 5D korter dan bij het VKA en de varianten 7D en 12D. De vogels kunnen dus sneller om deze variant heen vliegen en het kost hen bovendien minder extra energie. Het is onwaarschijnlijk dat de vogels door het park heen vliegen.

Variant 12D is gepland op een oppervlakte van 43 en 44,6 km². De gemiddelde afstand tussen de rijen is ongeveer 1.500 m. Wat betreft barrièrewerking kan deze variant worden vergeleken met variant 7D.

Dankzij de bredere corridors is het echter mogelijk dat meer vogels door het windpark vliegen in plaats van erlangs of erover te vliegen en zodoende een omweg te maken.

De ecologische variant verschilt met 43 en 44,6 km² met betrekking tot het totale oppervlak van het windpark en de afstanden tussen de rijen niet van de overige 7D-varianten, maar deze variant vormt door de geplande grote corridor in de hoofdtrekrichting een minder compacte barrière dan de overige varianten. De vogels kunnen via deze corridor door het windpark vliegen. Daarbij zijn er minder omwegen dan bij de andere 7D-varianten en vergelijkbare omwegen als bij de 5D-variant.

De economische variant beslaat eveneens 43 en 44,6 km², maar vormt door het grote aantal turbines (105 turbines) optisch een compactere hindernis dan de windparkvarianten met 75, 78 en 80 turbines. De afstanden tussen de rijen bedragen ongeveer 750 m en bieden daardoor meer tussenruimte dan de variant 5D.

De vermogensvarianten 3 MW en 7 MW bij 7D komen ten aanzien van barrièrewerking overeen met de variant 7D (5MW). Beide varianten zijn met een totaaloppervlak van 43 en 44,6 km² gepland. Maar bij de variant met turbines van 3 MW vermogen kan, vanwege de geringere rotordiameter, worden uitgegaan van betere voorwaarden voor verticaal uitwijken, speciaal voor zeevogels die in het windpark vliegen. De barrièrewerking van het VKA komt overeen met de varianten 5D en 7D. Hoewel het VKA en de varianten 7D een iets mindere compacte barrière vormen (door de grotere afstand tussen de turbines) dan 5D.

Technische varianten

De kleurstelling heeft op vogels het effect dat zij de windturbines waarnemen als een hindernis in het luchtruim. Voor vogels die 's nachts actief zijn (vooral trekvogels) zou het dan ook zinvol zijn om een zo opvallend mogelijke kleurstelling te kiezen die ook nog goed te herkennen is als het schemert, zodat de vogels eromheen vliegen of gericht door het park vliegen. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat er nog maar weinig bekend is over kleurwaarneming bij vogels. Er kunnen geen betrouwbare uitspraken worden gedaan over de effecten van het gebruik van reflecterend materiaal op de mast van de turbine, omdat daar geen onderzoek naar is gedaan.

De grootte van de turbine (ashoogte, rotordiameter) is van ondergeschikt belang voor de barrièrewerking. Wel van belang zijn de totale omvang van het windpark en de afstanden tussen de rijen (breedte van de corridors).

In verhouding tot het beschikbare Noordzeeoppervlak (750.000 km², OSPAR Region II) moeten de oppervlakken die omvlogen moeten worden als zeer klein worden gezien. De barrièrewerkingen van de verschillende varianten zijn vergelijkbaar gering negatief. Bovendien is het aantal betrokken vogels (hier vooral zeevogels) ten aanzien van barrièrewerkingen gering en bereikt in geen geval de 1%-mortaliteitsnorm. Op grond hiervan wordt niet uitgegaan van een significantie van de effecten voor pleisterende vogels en trekvogels.

3.5.1.5 *BESCHRIJVING HABITATVERLIES*

Aanleg en verwijdering

Direct habitatverlies voor pleisterende (niet-broed)vogels ten gevolge van de bouw wordt alleen veroorzaakt door het feit dat de bouwplaats oppervlakte en ruimte in beslag neemt. De ruimte die de bouwplaats in beslag neemt, is relatief gering en geldt alleen voor de bouwfase. Na de bouwfase wordt er alleen nog – permanent, maar weinig – ruimte in beslag genomen door de windturbines. In verhouding tot de totale ruimte waarover de pleisterende vogels beschikken, kan het directe ruimtebeslag door de bouwplaats worden verwaarloosd.

Varianten

Zie variantenbeschrijving onder de beschrijving van geluid en trillingen bij de aanleg en verwijdering van de windparken (zie paragraaf 3.5.1.3).

Exploitatie

Door de bouw van het windpark met de windturbines (de VKA heeft een monopile-fundering en de overige varianten hebben – tripiles – drie funderingspalen), het transformatorstation en het woonplatform (met zes monopiles) wordt de zeebodem bedekt waardoor leefgebied en foerageerhabitat voor zeevogels verloren gaat. Als naderhand blijkt dat ook een bescherming tegen bodemuitspoeling nodig is, zal nog meer ruimte in beslag worden genomen.

Naast het feit dat de zeebodem plaatselijk wordt bedekt door elke windturbine en het platform, kan er ook op grote schaal habitatverlies voor zeevogels ontstaan als het hele windparkgebied wordt gemeden vanwege de barrièrewerking. Dit kan bijvoorbeeld opgaan voor storingsgevoelige soorten zoals jan van genten, zeedukkers, zeeëenden en alken. Onderzoeksgegevens in offshore windparken 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), laat zien dat een aantal soorten het windpark geheel of gedeeltelijk mijdt. 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 'Buitengaats' en 'ZeeEnergie' 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 windpark 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, I.K. (2007). Gegevens voor het eerste Nederlandse offshore park (OWEZ) zijn recent gepubliceerd (Krijgsveld et al., 2011). Hierin is te zien dat aalscholvers sterk door dit park worden aangetrokken en dat meeuwen zich niets van het park lijken aan te trekken. Berekeningen in de Passende Beoordeling (Bijlage 10) laten zien dat het oppervlak van het plangebied voor 'Buitengaats' en 'ZeeEnergie' verwaarloosbaar klein is ten opzichte van het totale foerageergebied van de jan van gent-kolonies en de noordse stormvogel-kolonies die tijdens het foerageren het gebied kunnen bereiken. Voor jan van gent en noordse stormvogel is dit respectievelijk 0,02 en 0,08%. Voor de kleine mantelmeeuw-kolonies geldt dat er maximaal 0,37 procent van het foerageergebied verloren gaat uitgaande van het oppervlakteverlies. 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. Uit recente monitoringsgegevens in het OWEZ-park blijkt dat het vermijden van windparken (macro-avoidance) door kleine mantelmeeuwen vrijwel niet optreedt: zij foerageerden zelfs binnen het park met een hoge mate van micro-avoidance (Krijgsveld et al., 2011). Deze factoren overwegende kan een negatief effect van verlies van habitat op de fitness van de kleine mantelmeeuw worden uitgesloten. De windparken Buitengaats en ZeeEnergie liggen wel binnen de foerageeractieradius van jan van gent op Helgoland, maar alle op zeer grote afstand waardoor een substantiële afname van het foerageerhabitat van de Helgolandkolonie is uitgesloten.

Trekvogels hebben geen foerageergebieden op de Noordzee en er treedt dus voor deze vogels geen habitatverlies op.

Omdat de geplande windparken 'Buitengaats' en 'ZeeEnergie' zich binnen de mogelijke foerageerafstand van de broedkoloniën van de kleine mantelmeeuw, de jan van gent, de noordse stormvogel en de aalscholver bevinden en op voorhand significante effecten niet kunnen worden uitgesloten, is er in het kader van de Passende Beoordeling (zie bijlage 12 van BARD MER) een controle uitgevoerd. De in deze Passende Beoordeling gemaakte berekeningen leveren de volgende resultaten op:

1. Kleine mantelmeeuw: voor de verschillende broedkoloniën in het gebied van de Waddenzee ligt het aandeel van het habitatverlies tussen 0,3 en 0,4% van zijn foerageergebied.

2. Jan van gent: voor de broedvogels van Helgoland bedraagt het habitatverlies maximaal 0,02%.
3. Noordse stormvogel: het habitatverlies voor de Helgolandse broedkolonie bedraagt 0,08%.
4. Aalscholver: omdat aalscholver zelfs gebruik blijkt te maken van onderdelen van het windpark wordt er vanuit gegaan dat zij geen habitatverlies ondervinden van de windparken.

Voor verdere analyses zie Passende Beoordeling (Bijlage 10). Er worden geen negatieve effecten op de genoemde broedpopulatie verwacht door het habitatverlies dat mogelijk optreedt.

Varianten

Bij de voorkeursvarianten van Buitengaats en ZeeEnergie (monopile) gaat per park 2.888 m² van de zeebodem verloren (Tabel 32 en Tabel 33). Bij de overige varianten gaat minder oppervlak verloren. De economische variant is qua oppervlakte verlies vergelijkbaar met het VKA. Dit directe habitatverlies is permanent, maar zeer gering. In verhouding tot de totale beschikbare oppervlakte kan het ruimtebeslag door de turbines worden verwaarloosd. Na afbraak van het windpark kan het gebied in de oorspronkelijke staat worden hersteld.

De VKA's van beide windparken beslaan in totaal een oppervlakte van 65 km², dat als habitat verloren zou kunnen gaan als verschillende soorten pleisterende vogels het windpark volledig mijden.

Omdat het VKA vergelijkbare aantallen turbines heeft als de varianten 5D en 7D, is het directe ruimtebeslag van deze twee varianten gelijk aan elkaar. De totale oppervlakte van variant 5D is kleiner zodat het habitatverlies hier 21,1 en 25 km² is. Deze compacte variant veroorzaakt een geringer habitatverlies dan variant 7D en het VKA.

Bij de variant 12D wordt door het kleinere aantal turbines slechts 866 m² (Buitengaats) en 760 m² (ZeeEnergie) zeebodem bedekt. Maar omdat de oppervlakte van het park even groot is als bij variant 7D is ook het habitatverlies gelijk. Hetzelfde geldt voor de ecologische, de economische en de vermogensvarianten 7D. Het totale habitatverlies komt steeds overeen met de 86 km² van beide windparken. Het oppervlakteverlies wordt bepaald door de verschillende aantallen turbines.

Er wordt alleen nog gekeken naar het eventuele habitatverlies, omdat het verlies aan zeebodem vergeleken hierbij verwaarloosbaar is. Omgerekend naar de energie-eenheden die de windparken zouden opbrengen, is het habitatverlies (uitgaande van een totale vermijding van het windpark) bij het VKA, variant 7D, variant 5D, de economische en de vermogensvariant 7D (7 MW) het kleinst en bij variant 12D het grootst.

Buitengaats								
	VKA	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Opp. windpark (excl. veiligheidszone, km ²)	33	44,6	21,2	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6
Deel van de Noordzee (%)	0,004	0,006	0,003	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Deel van NCP (%)	0,06	0,08	0,04	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Energie-opbrengst (GWh/jaar)	1.776	1.776	1.647	778	1.355	2.247	1.032	2.027
Habitatverlies (km ² /GWh)	0,02	0,03	0,02	0,06	0,03	0,02	0,04	0,02

Tabel 32 Habitatverlies, windpark Buitengaats.

ZeeEnergie								
	VKA	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Opp. windpark (excl. veiligheidszone, km ²)	32	43	21,2	43	43	43	43	43
Deel van de Noordzee (%)	0,004	0,006	0,003	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Deel van NCP (%)	0,06	0,08	0,04	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Energie-opbrengst (GWh/jaar)	1.744	1.775	1.642	663	1.464	2.245	1.042	1.959
Habitatverlies (km ² /GWh)	0,02	0,02	0,01	0,06	0,03	0,02	0,04	0,02

Toelichting: Noordzee: 750.000 km²; NCP= 56.785 km²

Tabel 33 Habitatverlies, windpark ZeeEnergie.

Technische varianten

De technische varianten van de turbines (turbinehoogte, rotordiameter) hebben geen invloed op het ruimtebeslag. Voor de tripile-constructie van de turbinefundering worden geen alternatieven overwogen; monopiles met een vergelijkbare stabiliteit moeten een doorsnede hebben van 7,5 m en zouden dus meer ruimte in beslag nemen.

In verhouding tot het beschikbare Noordzeeoppervlak (750.000 km², OSPAR Region II) moet het mogelijke habitatverlies als zeer klein worden gezien. Het habitatverlies van de verschillende varianten is, met uitzondering van variant 5D vergelijkbaar gering negatief. Op grond hiervan wordt niet uitgegaan van een significantie van de effecten voor pleisterende vogels.

3.5.1.6 BESCHRIJVING VERTROEBELING EN VERONTREINIGING

Aanleg en verwijdering

In het kader van de bouwmaatregelen, bijv. door heien van de fundaties of het plaatsen van de zeekabels, kan er opduwen van sediment optreden en daardoor vertroebeling van het omgevende waterlichaam. Dit veroorzaakt een kleinschalige nadelige invloed op de voedingsbasis en de voedselverwerking.

Bovendien kunnen voedings- en schadelijke stoffen in het water vrijkomen en via de voedselketen ook pleisterende vogels daar last van ondervinden. Daarbij gaat het om visetende soorten zoals bijv.

Jan van genten of alken die het grootste deel van het jaar in het plangebied aangetroffen worden, evenals de in kleine aantallen doortrekkende zeeduikers en sterns. Zeeëenden zoals de zwarte zeeëend die bodemfauna eten komen in het plangebied heel zelden voor en dan alleen op doortrek. Dit hangt samen met de voor voedselopsporing te grote waterdiepte van ca. 30 m. De genoemde soorten geven de voorkeur aan dieptes van 10 - 20 m en hebben derhalve niet te maken met de verstoring door sediment aan het wateroppervlak.

De effecten zijn steeds kleinschalig en kortdurend doordat de desbetreffende voedselbronnen zich snel herstellen. De intensiteit van de effecten op het pleisterende vogelbestand is gering.

Varianten

Zie variantenbeschrijving onder de beschrijving van geluid en trillingen bij de aanleg en verwijdering van de windparken (zie paragraaf 3.5.1.3).

3.5.1.7 *BESCHRIJVING HABITATVERBETERING*

Aanleg en verwijdering

Door het aanbrengen van fundaties ontstaat in een structuurarme leefgebied een nieuwe habitat die uit hardsubstraat bestaat. De effecten van het inbrengen van kunstmatig hardsubstraat in een leefgebied met zachte bodem zijn uitvoerig beschreven in hoofdstuk 3.5.3.7 (effecten vissen) en in hoofdstuk 3.5.4.6 (effecten bodemfauna). De verwachting is dat aan de bouw delen van de constructies aangroeiing van speciaal aan hardsubstraat aangepaste soorten macrophyten en macrozoöbenthos zal plaatsvinden. Via de voedselketen kan dit een positief effect hebben op de pleisterende en foeragerende zeevogels. Het uitgangspunt is echter niet dat de positieve effecten al tijdens de bouw fase zullen optreden.

Varianten

Zie variantenbeschrijving onder de beschrijving van geluid en trillingen bij de aanleg en verwijdering van de windparken (zie paragraaf 3.5.1.3).

Exploitatie

Door het plaatsen van een fundering in een overigens structuurarm leefgebied ontstaat een nieuwe habitatstructuur. De effecten van het inbrengen van kunstmatig hardsubstraat in een leefgebied met een zachte bodem zijn uitvoerig beschreven in hoofdstuk 3.5.3.7 (effecten vissen) en hoofdstuk 3.5.4.6 (effecten bodemfauna). De verwachting is dat aan de bouw delen van de turbines aangroeiing van speciaal aan hardsubstraat aangepaste soorten macrophyten- en macrozoöbenthos plaatsvindt. Via de voedselketen kan dit een positief effect hebben op pleisterende en foeragerende zeevogels.

Voorts is voor het windparkgebied en een 500 m brede veiligheidszone – met uitzondering van schepen die nodig zijn bij de exploitatie van het park – een algemeen vaar- en gebruiksverbod voorzien. Dit zal onder andere tot gevolg hebben dat er niet meer wordt gevestigd in het windparkgebied.

In hoofdstuk 3.5.4.6 staat uitvoerig beschreven dat een gebruiksverbod waarschijnlijk geen fundamentele verandering van de macrozoöbenthos-levensgemeenschappen zal veroorzaken. De verwachting is dat een aantal soorten zal toenemen, de leeftijdsopbouw en groottestructuur zal veranderen en de biomassa zal stijgen.

In de bestandsbeschrijvingen visfauna (bijlage 8) wordt verwezen naar onderzoeken in het windpark 'Horns Rev'. BIO/CONSULT A/S (2004) hebben hier geconstateerd dat het voedselaanbod voor vissen in het windparkgebied met factor 8 toenam na het aanbrengen van de harde substraten. Verder zijn er terugtrekgebieden voor de vissen ontstaan bij de funderingspalen en de bescherming tegen bodemuitspoeling. Deze factoren hebben er volgens BIO/CONSULT A/S (2004) toe geleid dat een toenemend aantal vissoorten is vastgesteld en ook dat de frequenties zijn gestegen. Op basis van hun bevindingen houden de auteurs het voor mogelijk dat de visproductie toeneemt.

Ook de resultaten in PETERSEN et al. (2006a, b) uit het windpark 'Horns Rev' doen vermoeden dat het gebruiksverbod ook in het planningsgebied zal leiden tot een toename van de biomassa. Hiervan kunnen vooral zeevogelsoorten profiteren die weinig gevoelig zijn voor verstoringen en die de turbines slechts in geringe mate mijden.

Varianten

Plaatsingsvarianten

Bij alle varianten kan derhalve habitatverbetering optreden. De verbetering is vooral gebaseerd op een toename van de voedingsbronnen, maar hangt niet alleen af van de oppervlakte, maar ook van de omvang van het aangebrachte harde substraat.

Hier veroorzaken de varianten 12D en de ecologische de minste hoeveelheid hardsubstraat, terwijl de economische varianten de grootste oppervlakten hebben. De andere varianten onderscheiden zich niet.

Technische varianten

Technische varianten van de turbines zoals bijvoorbeeld turbinehoogte of rotordiameter hebben geen invloed op de habitatverandering. De type funderingen verschillen in oppervlak. Hier hebben de varianten 12D en de ecologische de minste ruimtebeslag, terwijl de economische varianten de grootste oppervlakten hebben. De andere varianten onderscheiden zich niet.

Conclusie

In verhouding tot het beschikbare Noordzeepervlak (750.000 km², OSPAR Region II) moeten de mogelijke habitatveranderingen als zeer klein worden gezien. De habitatveranderingen van de verschillende varianten zijn, met uitzondering van variant 5D vergelijkbaar gering positief. Op grond hiervan wordt niet uitgegaan van een significantie van de effecten voor pleisterende vogels.

3.5.1.8 *BESCHRIJVING EXTERNE WERKING*

Aanleg en verwijdering

Externe effecten zijn effecten die verder reiken dan de grenzen van het windpark en die daar negatieve of positieve gevolgen kunnen hebben voor de verschillende vogelsoorten en hun bestanden. Van groot belang zijn daarbij de mogelijke gevolgen voor vogelsoorten en vogelpopulaties die in daartoe aangewezen beschermde natuurgebieden (bijv. volgens de Vogelrichtlijn, de Habitatrichtlijn of de Natuurbeschermingswet) bijzondere bescherming genieten en waarop het plan een indirecte invloed zou kunnen uitoefenen.

Zowel de dichtstbijzijnde, voor vogels belangrijke, offshore beschermingszone 'Friese Front' als de 'Kustzone' en de Natura 2000-gebieden op de Waddeneilanden liggen minimaal 50 km verwijderd van het planningsgebied. De verwachting is dat de externe effecten door de bouw of afbraak zich alleen kunnen voordoen in een beperkte straal rond de bouwlocatie en daarmee zeer gering zijn. Op basis van de onbeduidendheid van de externe effecten van het windpark op trekvogels, pleisterende (niet-broedende) vogels en ook broedvogels (als eventuele foerageerders in het planningsgebied) zijn er geen effecten op de populatie en haar instandhoudingsdoelen in Natura 2000-gebieden te verwachten.

Varianten

Zie variantenbeschrijving onder de beschrijving van geluid en trillingen bij de aanleg en verwijdering van de windparken (zie paragraaf 3.5.1.3).

Exploitatie

Varianten

Plaatsingsvarianten

Bij alle varianten wordt het externe effect van het project op beschermde vogelsoorten of vogelsoorten in beschermde gebieden zeer klein geacht. Op grond van de situering van het project moeten de criteria van de barrièrewerking en van het habitatverlies als van secundair belang worden gezien. Door het aanvaringsrisico kunnen als eerste externe effecten ontstaan, maar ook deze moeten zeer gering worden geacht. De verschillen tussen de varianten zijn heel klein, de varianten met minder oppervlakte (5D) of met minder turbines (12D, ecologische variant) brengen het er gering beter vanaf.

Technische varianten

Bij de mogelijke technische varianten van de turbines zou het kleinere rotoroppervlak van variant 7D / 3 MW een positiever effect op het botsingsrisico en daarmee op het externe effect kunnen hebben.

Op grond van de situering en de afstand van het project tot de beschermde gebieden wordt ervan uitgegaan dat het windpark geen significant extern effect heeft.

3.5.1.9 EFFECTBEOORDELING VAN WINDPARK BUITENGAATS EN ZEEENERGIE

In deze paragraaf zijn twee zaken beschreven: een samenvatting van de bovenstaande effectvoorspellingen (in verschillende tabellen) en de beoordeling voor verschillende beleidskaders binnen de begrenzings van de EEZ en 12-zeemijlszone. De effectbeoordeling wordt gegeven voor zowel het windpark Buitengaats als ZeeEnergie. Waar nodig is in tabellen onderscheid gemaakt tussen beide parken.

Samenvatting voorspelde effecten

De verschillende windparkvarianten met de VKA (4MW), de varianten 7D (3, 5, 7 MW), 5D (5MW) en 12D (5MW), de ecologische (5MW) en de economische variant ((5MW) verschillen van elkaar in de afstand tussen de turbines, het aantal turbines en de totale parkoppervlakte.

Daarbij kunnen de diverse storende factoren, afhankelijk van de betreffende variant, verschillende gevolgen hebben voor vogels, met name voor trekvogels en pleisterende (niet-broed)vogels. De belangrijkste criteria voor trekvogels zijn de barrièrewerking en het aanvaringsrisico. Voor pleisterende en foeragerende vogels zijn deze twee criteria eveneens van cruciaal belang, maar ook eventueel habitatverlies en habitatveranderingen kunnen een belangrijke rol spelen.

Hieronder wordt, overeenkomstig de waarderingsmethode voor afzonderlijke storingsfactoren die in hoofdstuk 5.2 van het MER BARD is beschreven, een beoordeling gegeven van de duur, de omvang en de mogelijke getalsmatige verandering (het effect op de vogelpopulatie) en vervolgens wordt daaruit een waardering afgeleid die tot een rangorde van deze storende factoren leidt met betrekking tot de twee alternatieve tracés en de technische varianten.

Effecten varianten door bouw- en afbraakwerkzaamheden

De beoordeling van de storende factoren door bouw en afbraak van het park is voor trekvogels en voor pleisterende niet-broedvogels/foeragerende broedvogels in de onderstaande tabellen weergegeven.

In het algemeen kan ervan worden uitgegaan dat de gevolgen voor trekvogels en pleisterende vogels door de bouw of afbraak van het windpark gering zijn. Er wordt telkens maar op één plek tegelijk gewerkt. Het gevolg hiervan is geringe wegingen in gelijke mate voor alle storende factoren.

Trekvogels														
	Duur	Omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)	Weging
Aanvaringsrisico														
Lichtemissie veiligheidszone (bebakening, verlichting)	K	d	-	ja*	kwal	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Lichtemissie bouwplaats (verlichting)	K	p	-	ja*	kwal	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Barrièrewerking														
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen, mensen)	K	p	0	ja	kwal	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	K	p	0	ja	kwal	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Geluidsemissies door heien	K	p	0	ja	kwal	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Lichtemissie veiligheidszone (bebakening, verlichting)	K	d	0	ja	kwal	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Lichtemissie bouwplaats (verlichting)	K	p	0	ja	kwal	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Externe effecten	K	p	0	ja	kwal	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1

Tabel 34 Storende factoren voor trekvogels door bouw- en demontagewerkzaamheden.

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

* Met betrekking tot de aanvaringsrisico's moet onder herstelbaarheid verstaan worden dat er weliswaar enkele individuen van een populatie gedood kunnen worden, maar een regeneratie op soort- resp. populatieniveau binnen de generatieduur mogelijk is.

Pleisterende niet-broedvogels/ broedvogels	Duur	Omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)	Weging
Aanvaringsrisico														
Lichtemissie veiligheidszone (bebakening, verlichting)	K	d	-	ja*	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Lichtemissie bouwplaats (verlichting)	K	p	-	ja*	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Barrièrewerking														
Visuele onrust door bouwapparatuur en –activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	K	p	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	K	p	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Geluidsemissies door heien	K	p	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Lichtemissie veiligheidszone (bebakening, verlichting)	K	d	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Lichtemissie bouwplaats (verlichting)	K	p	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Habitatverlies														
Visuele onrust door bouwapparatuur en –activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	K	p	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	K	p	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Ruimtebeslag door bouwplaats en - act.: bouwact. alg., fundering, kabelplaatsing	K	p	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Geluidsemissies door heien	K	p	-	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Habitatverandering														
Veiligheidszone: gebruiksverbod	K	p	0	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Veiligheidszone: vaarverbod	K	p	0	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1
Externe effecten	K	p	0	ja	kw al.	xx x	xx x	xx x	x	xx	xx xx	xx x	xx x	1

Tabel 35 Storende factoren voor pleisterende niet-broedvogels en broedvogels door bouw- en demontagewerkzaamheden.

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

* Met betrekking tot de aanvaringsrisico's moet onder herstelbaarheid verstaan worden dat er weliswaar enkele individuen van een populatie gedood kunnen worden, maar een regeneratie op soort- resp. populatieniveau binnen de generatieduur mogelijk is.

De vaststelling van rangordes met betrekking tot de varianten staat in Tabel 36 (trekvogels) en Tabel 37 (pleisterende vogels). Omdat variant 12D het kleinste aantal turbines heeft, ontstaan hierbij – met betrekking tot alle besproken criteria – ook de minste effecten, zodat deze variant bij beide vogelbestanden de beste rang heeft.

Trekvogels									
	Weging	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Aanvaringsrisico									
Lichtemissie veiligheidszone (bebakening, verlichting)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Lichtemissie bouwplaats (verlichting)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Totaal aanvaringsrisico	2	6	6	6	2	4	8	6	6
Waardering aanvaringsrisico	2	III	III	III	I	II	IV	III	III
Barrièrewerking									
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige vaartuigen, mensen)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Geluidsemissies door heien	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Lichtemissie veiligheidszone (bebakening, verlichting)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Lichtemissie bouwplaats (verlichting)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Externe effecten	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Totaal barrièrewerking	6	18	18	18	6	12	24	18	18
Waardering barrièrewerking	6	III	III	III	I	II	IV	III	III

Tabel 36 Waardering van de storende factoren voor trekvogels door bouw en demontage van het windpark bij de diverse varianten.

Pleisterende niet-broedvogels/ broedvogels	Weging	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Aanvaringsrisico									
Lichtemissie veiligheidszone (bebakening, verlichting)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Lichtemissie bouwplaats (verlichting)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Totaal aanvaringsrisico	2	6	6	6	2	4	8	6	6
Waardering aanvaringsrisico	2	III	III	III	I	II	IV	III	III
Barrièrewerking									
Visuele onrust door bouwapparaten en –act. (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Geluidsemissies door bouwapparaten en -act. (schepen, kranen, overige voertuigen)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Geluidsemissies door heien	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Lichtemissies veiligheidszone (bebakening, verlichting)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Lichtemissies bouwplaats (verlichting)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Totaal barrièrewerking	5	15	15	15	5	10	20	15	15
Waardering barrièrewerking	5	III	III	III	I	II	IV	III	III
Habitatverlies									
Visuele onrust door bouwapparaten en –act. (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Geluidsemissies door bouwapparaten en -act. (schepen, kranen, overige voertuigen)	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Ruimtebeslag door bouwplaats en -act.: bouwactiviteiten algemeen, fundering, kabelplaatsing	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Geluidsemissies door heien	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Totaal habitatverlies	4	12	12	12	4	8	16	12	12
Waardering habitatverlies	4	III	III	III	I	II	IV	III	III
Habitatverandering									
Veiligheidszone met gebruiksverbod	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Veiligheidszone met vaarverbod	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Totaal habitatverandering	2	6	6	6	2	4	8	6	6
Waardering habitatverandering	2	III	III	III	I	II	IV	III	III
Externe effecten	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Totaal externe effecten	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Waardering externe effecten	1	III	III	III	I	II	IV	III	III

Tabel 37 Waardering van de storende factoren voor pleisterende niet-broedvogels en broedvogels van de bouw en demontage van het windpark bij de diverse varianten.

Effecten van de varianten door exploitatie

In Tabel 38 en Tabel 39 wordt een inschatting gegeven van de reikwijdte (in tijd en ruimte) van de storende factoren door exploitatie.

Bij de planning van het windpark en de varianten is al rekening gehouden met een belangrijk element van het aanvaringsrisico, namelijk de richting van de rijen en de corridors. Alle voorgestelde varianten zijn zo gepland dat hun opstelling – volgens berekeningen van FIEßER (2005) – optimaal is voor de vogeltrek

(hoofdtrekdirichting, hier 22,5°), zodat voor de voorgestelde varianten een maximaal schaduweffect wordt bereikt en het aanvaringsrisico tot een minimum wordt beperkt. Volgens de modelberekeningen van FIEßER (2005) is de theoretische waarschijnlijkheid van een aanvaring bij variant 12D het laagst.

Ook van belang is vooral het aantal turbines dan wel de grootte van de mogelijke aanvaringsvlakken. Daarbij lijkt een kleinere turbine of ashoogte volgens ECOLAS N.V. (MER Thorntonbank 2005) niet van groot belang te zijn mits er een minimumafstand van 25 m wordt aangehouden tussen de punt van de rotor en het wateroppervlak (favoriete vlieghoogteklasse bij zeevogels). FIEßER (2005) vermeldt dat de waarschijnlijkheid van een aanvaring niet-lineair correleert met de radius van de rotor. De technische alternatieven van de geplande turbines variëren van minimaal 25 m tot maximaal 155 m hoogte, bij de economische variant worden de meeste turbines opgesteld.

Met betrekking tot het aanvaringsrisico heeft variant 12D de minste gevolgen, gevolgd door de ecologische variant. De varianten 5D, 7D (alsmede de vermogensvarianten met 3 MW en 7 MW) en de voorkeursvariant zijn vergelijkbaar met een gemiddeld aanvaringsrisico. De economische variant heeft het grootste aanvaringsrisico.

De barrièrewerking van een windpark hangt vermoedelijk vooral af van de totale oppervlakte die het park beslaat. Verder kan een barrièrewerking mogelijk worden versterkt door de 'compactheid' van het park ten gevolge van de afstanden tussen de turbinerijen.

Tot op heden is nauwelijks bekend vanaf welke grootte een windpark een obstakel vormt voor vogels of hoe groot afstanden of corridors moeten zijn zodat vogels door het windpark kunnen vliegen. Dit verschilt waarschijnlijk ook per soort. EVERAERT (2003) laat een duidelijk verband zien tussen de vleugelspanning van vogels en hun reactie op windturbines. Ook FIEßER (2005) constateert dat de waarschijnlijkheid van een aanvaring afhangt van de grootte van een vogel, waarbij grotere vogels in het nadeel zijn dan wel eerder op een obstakel reageren dan kleine vogels.

Aangezien variant 5D de minste ruimte in beslag neemt, verwachten wij hierbij de laagste barrièrewerking. De ecologische variant kan gelijkwaardig worden ingeschaald; deze beslaat weliswaar dezelfde oppervlakte en heeft hetzelfde aantal turbines als de varianten 7D, maar reduceert de omweg vanwege de geplande corridors. Daarna volgen het VKA en de varianten 7D en 12D. Van de varianten 7D en 12D, die hetzelfde ruimtebeslag hebben, kan bij variant 12D op grond van het geringere aantal turbines en de grotere afstand tussen de rijen van een geringere barrièrewerking worden uitgegaan. De vermogensvarianten 3 MW en 7 MW bij 7D komen ten aanzien van de barrièrewerking overeen met voorkeursvariant 7D. De economische variant moet als de ongunstigste worden geclassificeerd; deze heeft bij hetzelfde ruimtebeslag het grootste aantal turbines en vormt een 'compactere' hindernis.

Het vaar- en gebruiksverbod voor het windpark en de veiligheidszone kan leiden tot een habitatverbetering. Voor het VKA en variant 7D verwachten wij hierbij de positiefste effecten. Variant 12D neemt weliswaar even veel ruimte in beslag, maar vanwege het kleinere aantal turbines wordt er ook minder hard substraat aangebracht. Variant 5D zal in dit geval de minste positieve effecten hebben.

Wij verwachten nauwelijks externe effecten gezien de ligging van het park en de afstand tot de verschillende beschermingszones. Maar op basis van eventuele gevolgen door vogelaanvaringen worden de externe effecten voor variant 12D het laagst ingeschat.

Trekvogels														
	Duur	Omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)	Weging
Aanvaringsrisico														
Mast/gondel: hindernis in de luchtruimte	L	p	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	1
Rotor: hindernis in de luchtruimte	L	w	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Rotor: verandering van het windveld	L	w	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Veiligheidszone: bebakening van de perifere turbines	L	w	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Mast/gondel: bebakening en kleurstelling	L	d	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Buitengaats														
Aantal mogelijke vogelslachtoffers / jaar	L	w	-		n	3,7 50	3,9 00	3,9 00	1,6 00	3,0 00	5,2 00	3,9 00	3,9 00	
Aantal vogelslachtoffers/GWh/Jaar	L	w	-		n	2,1	2,4	2,2	2,1	2,2	2,3	3,8	1,9	
ZeeEnergie														
Aantal mogelijke vogelslachtoffers / jaar	L	w	-		n	3,7 50	4,0 00	4,0 00	1,4 00	3,2 50	5,2 50	4,0 00	4,0 00	
Aantal vogelslachtoffers/GWh/Jaar	L	w	-		n	2,2	2,4	2,3	2,1	2,2	2,3	3,8	2,0	
Barrièrewerking														
Mast/gondel: zichtbaarheid in het luchtruim	L	g	-	ja	kwal.	xxx	x	xxx	xx	xx	xxx x	xxx	xxx	3
Rotor: visuele onrust door lichtreflectie	L	g	-	ja	kwal.	xxx	x	xxx	xx	xx	xxx x	xxx	xxx	3
Rotor: visuele onrust door draaibeweging	L	g	-	ja	kwal.	xxx	x	xxx	xx	xx	xxx x	xxx	xxx	3
Lichtemissie boeien / zeebakens	L	d	0	ja	kwal.	xxx	xx	xxx	x	xxx x	xxx	xxx	xxx	1
Mast en gondel: verlichting en kleurstelling	L	d	-	ja	kwal.	xxx	xx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Mast/gondel: geluidsemissie	L	p	-	ja	kwal.	xxx	xx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	1
Rotor: geluidsemissie lucht	L	d	-	ja	kwal.	xxx	xx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2

Trekvogels														
	Duur	Omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)	Weging
Omweg horizontaal (max.)					km		8	11	11	8	11	11	11	
Externe effecten	L	g	-	ja	kwa l.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	3

Tabel 38 Storende factoren voor pleisterende niet-broedvogels en broedvogels door de activiteiten van het windpark

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

* Met betrekking tot de aanvaringsrisico's moet onder herstelbaarheid verstaan worden dat er weliswaar enkele individuen van een populatie gedood kunnen worden, maar een regeneratie op soort- resp. populatieniveau binnen de generatieduur mogelijk is.

Trekvogels														
	Duur	Omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)	Weging
Aanvaringsrisico														
Mast/gondel: hindernis in de luchtruimte	L	p	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	1
Rotor: hindernis in de luchtruimte	L	w	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Rotor: verandering van het windveld	L	w	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Veiligheidszone: bebakening van de perifere turbines	L	w	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Mast/gondel: bebakening en kleurstelling	L	d	-	ja*	kwal.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Buitengaats														
Aantal mogelijke vogelslachtoffers / jaar	L	w	-		n	3.7 50	3.9 00	3.9 00	1.6 00	3.0 00	5.2 00	3.9 00	3.9 00	
Aantal vogelslachtoffers/GWh/jaar	L	w	-		n	2,1	2,4	2,2	2,1	2,2	2,3	3,8	1,9	
ZeeEnergie														
Aantal mogelijke vogelslachtoffers / jaar	L	w	-		n	3.7 50	4.0 00	4.0 00	1.4 00	3.2 50	5.2 50	4.0 00	4.0 00	
Aantal vogelslachtoffers/GWh/jaar	L	w	-		n	2,2	2,4	2,3	2,1	2,2	2,3	3,8	2,0	
Barrièrewerking														
Mast/gondel: zichtbaarheid in het luchtruim	L	g	-	ja	kwal.	xxx	x	xxx	xx	xx	xxx x	xxx	xxx	3
Rotor: visuele onrust door lichtreflectie	L	g	-	ja	kwal.	xxx	x	xxx	xx	xx	xxx x	xxx	xxx	3
Rotor: visuele onrust door draaibeweging	L	g	-	ja	kwal.	xxx	x	xxx	xx	xx	xxx x	xxx	xxx	3
Lichtemissie boeien / zeebakens	L	d	0	ja	kwal.	xxx	xx	xxx	x	xxx x	xxx	xxx	xxx	1
Mast en gondel: verlichting en kleurstelling	L	d	-	ja	kwal.	xxx	xx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2
Mast/gondel: geluidsemissie	L	p	-	ja	kwal.	xxx	xx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	1
Rotor: geluidsemissie lucht	L	d	-	ja	kwal.	xxx	xx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	2

Trekvogels														
	Duur	Omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)	Weging
Omweg horizontaal (max.)					km		8	11	11	8	11	11	11	
Externe effecten	L	g	-	ja	kwa l.	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxx x	xxx	xxx	3

Tabel 39 Storende factoren voor trekvogels door de activiteiten van het windpark.

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

* Met betrekking tot de aanvaringsrisico's moet onder herstelbaarheid verstaan worden dat er weliswaar enkele individuen van een populatie gedood kunnen worden, maar een regeneratie op soort- resp. populatieniveau binnen de generatieduur mogelijk is.

De vaststelling van rangordes met betrekking tot de varianten staat in Tabel 40 en Tabel 41. Hier komen verschillen voor in de waardering van de varianten bij de verschillende storende factoren en vogelbestanden.

Pleisterende niet-broedvogels/ Broedvogels	Weging	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Aanvaringsrisico									
Mast/gondel: obstakel in het luchtruim	3	9	9	9	3	6	12	6	9
Rotor: obstakel in het luchtruim	4	12	12	12	4	8	16	8	12
Rotor: verandering van het windveld	4	12	12	12	4	8	16	8	12
Lichtemissie van de perifere turbines	3	9	9	9	3	6	12	6	9
Lichtemissie boeien / zeebakens	3	9	9	9	3	6	12	6	9
Mast en gondel: verlichting en kleurstelling	3	9	9	9	3	6	12	6	9
Totaal aanvaringsrisico	20	60	60	60	20	40	80	40	60
Waardering aanvaringsrisico	20	III	III	III	I	II	IV	II	III
Barrièrewerking									
Mast/gondel: zichtbaarheid in het luchtruim	4	12	4	12	8	4	16	12	12
Rotor: visuele onrust door schaduwen	4	12	4	12	8	4	16	12	12
Rotor: visuele onrust door lichtreflectie	4	12	4	12	8	4	16	12	12
Rotor: visuele onrust door draaibeweging	4	12	4	12	8	4	16	12	12
Lichtemissie van de perifere turbines	3	9	3	9	6	3	12	9	9
Lichtemissie boeien/zeebakens	3	9	3	9	6	3	12	9	9
Mast en gondel: verlichting en kleurstelling	3	9	3	9	6	3	12	9	9
Mast/gondel: geluidsemmissie	2	6	2	6	4	2	8	6	6
Rotor: geluidsemmissie lucht	2	6	2	6	4	2	8	6	6
Windturbine: geluidsemmissie water	2	6	2	6	4	2	8	6	6
Totaal barrièrewerking	33	93	31	93	62	31	124	93	93
Waardering barrièrewerking	33	III	I	III	II	I	IV	III	III
Habitatverlies									
Fundering: Bedekken van zeebodem en ruimtebeslag	3	6	6	6	3	6	9	6	6
door barrièrewerking	4	4	8	4	16	8	4	12	4
Totaal habitatverlies	7	10	14	10	19	14	13	18	10
Waardering habitatverlies	7	I	III	I	VI	IV	III	V	I
Habitatverandering									
Veiligheidszone: gebruiksverbod	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Veiligheidszone: vaarverbod	3	3	6	3	3	3	3	3	3
Fundamering: hardsubstraat toename organische substantie	4	8	8	8	12	12	4	8	8
Totaal habitatverandering	10	14	17	14	18	18	10	14	14
Waardering habitatverandering	10	II	II	II	III	III	I	II	II
Externe effecten	4								
Totaal externe effecten	4	4	8	4	8	4	12	8	8
Waardering externe effecten	4	III	II	III	I				

Tabel 40 Waardering van de storende factoren voor pleisterende niet-broedvogels en broedvogels door de activiteit van het windpark.

Variant 5D valt positief op door het geringe ruimtebeslag en de geringe barrièrewerking die hiermee (vermoedelijk) verband houdt. Dit kan een positief effect hebben, zowel als de vogels om het park heen als erdoor vliegen. Anderzijds kan het aanvaringsrisico toenemen door de geringe breedte van de corridors.

Variant 12D met het kleinste aantal turbines veroorzaakt in theorie de minste vogelaanvaringen. In verband met de grotere afstanden tussen de rijen zijn de schaduweffecten hier echter minder vergeleken bij de andere varianten. Dit kan het aanvaringsrisico juist weer vergroten. De barrièrewerking is vermoedelijk geringer dan bij variant 7D en het VKA vanwege de grotere afstanden tussen de rijen. Bij al deze argumenten neemt variant 7D een middenpositie in. Wat betreft het schaduweffect en dus het aanvaringsrisico ligt deze variant tussen de twee andere varianten vanwege de middelgrote afstand tussen de rijen. De barrièrewerking van het VKA schatten wij zeker hoger in dan bij variant 5D en vermoedelijk ook hoger dan bij variant 12D.

De ecologische variant moet ten aanzien van het aanvaringsrisico op een na de beste variant worden gezien. Betreffende de barrièrewerking is deze variant vanwege de brede corridors gunstiger dan het VKA en de overige 7D-varianten en de economische variant.

De economische variant is op grond van het grote aantal turbines het ongunstigst met betrekking tot het aanvaringsrisico. Vanwege de compactere configuratie van het windpark moet van een iets groter barrière-effect worden uitgegaan.

De vermogensvarianten 3 MW en 7 MW bij 7D zijn wat hun effecten betreft vergelijkbaar met de 7D (5MW).

Over het geheel gezien heeft variant 12D de minste gevolgen voor het milieuaspect vogels, gevolgd door de ecologische variant, variant 5D en de voorkeurvariant 7D met de vermogensvarianten. De economische variant moet ten aanzien van de effecten op vogels als de ongunstigste worden geclassificeerd. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze klassering het aspect energieopbrengst per windturbine buiten beschouwing laat.

Tabel 41 Waardering van de storende factoren voor trekvogels door de activiteit van het windpark

Trekvogels									
	Weging	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Aanvaringsrisico									
Mast/gondel: obstakel in het luchtruim	1	3	3	3	1	2	4	3	3
Rotor: obstakel in het luchtruim	2	6	6	6	2	4	8	6	6
Rotor: verandering van het windveld	2	6	6	6	2	4	8	6	6
Veiligheidszone: bebakening van de perifere turbines	2	6	6	6	2	4	8	6	6
Mast/gondel: verlichting en kleurstelling	2	6	6	6	2	4	8	6	6
Som totale aanvaringsrisico	9	27	27	27	9	18	36	27	27
Waardering van het totale aanvaringsrisico	9	III	III	III	I	II	IV	III	III
Barrièrewerking									
Mast/gondel: zichtbaarheid in het luchtruim	3	9	3	9	6	6	12	9	9
Rotor: visuele onrust door lichtreflectie	3	9	3	9	6	6	12	9	9
Rotor: visuele onrust door draaibeweging	3	9	3	9	6	6	12	9	9
Lichtemissie boeien/zeebakens	1	3	2	3	1	4	3	3	3
Mast/gondel: verlichting en kleurstelling	2	6	4	6	2	4	8	6	6
Mast/gondel: geluidsemisatie	1	3	2	3	1	2	4	3	3
Rotor: geluidsemisatie lucht	2	6	4	6	2	4	8	6	6
Extern effect	3	9	9	9	3	6	12	9	9
Som totale barrièrewerking	18	54	30	54	27	38	71	54	54
Waardering totale barrièrewerking	18	IV	II	IV	I	III	V	IV	IV

In volgende tabellen zijn de in het voorgaande hoofdstuk uitgevoerde evaluaties samengevat.

Tabel 42 Samenvattend overzicht van de relevante criteriumgroepen van de storende factoren (trekvogels).

Trekvogels	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)
BOUW EN DEMONTAGE								
Totaal aanvaringsrisico	6	6	6	2	4	8	6	6
Totaal barrièrewerking	18	18	18	6	12	24	18	18
Waardering aanvaringsrisico	III	III	III	I	II	IV	III	III
Waardering barrièrewerking	III	III	III	I	II	IV	III	III
ACTIVITEIT								
Som totale aanvaringsrisico	27	27	27	9	18	36	27	27
Som totale barrièrewerking	54	30	54	27	38	71	54	54
Waardering totale aanvaringsrisico	III	III	III	I	II	IV	III	III
Waardering totale barrièrewerking	IV	II	IV	I	III	V	IV	IV

Tabel 43 Samenvattend overzicht van de relevante criteriumgroepen van de storende factoren (pleisterende niet-broedvogels/broedvogels).

Pleisterende niet-broedvogels/ broedvogels	VKA	Variant 5D	Variant 7D	Variant 12D	Ecologisch	Economisch	7D (3 MW)	7D (7 MW)
Veroorzaakt door de bouw:								
Totaal aanvaringsrisico	6	6	6	2	4	8	6	6
Waardering aanvaringsrisico	III	III	III	I	II	IV	III	III
Totaal barrièrewerking	15	15	15	5	10	20	15	15
Waardering barrièrewerking	III	III	III	I	II	IV	III	III
Totaal habitatverlies	12	12	12	4	8	16	12	12
Waardering habitatverlies	III	III	III	I	II	IV	III	III
Totaal habitatverandering	6	6	6	2	4	8	6	6
Waardering habitatverandering	III	III	III	I	II	IV	III	III
Totaal externe effecten	3	3	3	1	2	4	3	3
Waardering externe effecten	III	III	III	I	II	IV	III	III
Veroorzaakt door de activiteit								
Totaal aanvaringsrisico	60	60	60	20	40	80	40	60
Waardering aanvaringsrisico	III	III	III	I	II	IV	II	III
Totaal barrièrewerking	93	31	93	62	31	124	93	93
Waardering barrièrewerking	III	I	III	II	I	IV	III	III
Totaal habitatverlies	10	14	10	19	14	13	18	10
Waardering habitatverlies	III	III	I	VI	IV	III	V	I
Totaal habitatverandering	20	14	20	18	18	10	14	14
Waardering habitatverandering	IV	II	IV	III	III	I	II	II
Totaal externe effecten	4	8	4	8	4	12	8	8
Waardering externe effecten	III	II	III	I				

3.5.1.10 CUMULATIEVE EFFECTEN BUITENGAATS, ZEEENERGIE EN CLEARCAMP

Aanleg

De vogels die als broedvogel in de Natura 2000-gebieden beschermd zijn kunnen ook cumulatieve effecten ondervinden van meerdere windparken. Ook hiervoor geldt dat de effecten optreden zonder interactie van windparken en dat het aantal slachtoffers lineair kan worden opgeteld. Omdat de Gemini windparken niet tegelijkertijd met Clearcamp worden aangelegd, treedt er tijdens de aanleg geen cumulatie op tussen de 3 windparken. Alleen tijdens de exploitatie kan cumulatie in aanvaringsslachtoffers ontstaan.

Gebruik

Het windpark Clearcamp komt tussen de windparken Buitengaats en ZeeEnergie te liggen. Dit betekent dat door deze extra turbines cumulatie in aanvaringsslachtoffers op zal treden. Het park Clearcamp is vergelijkbaar in oppervlak en heeft vergelijkbare aantallen turbines en afmetingen als Buitengaats of ZeeEnergie. Het aanvaringsrisico zal dan met 50% toenemen. Dit betekent ook dat de additionele sterfte met 50% zal toenemen. Voor de soorten jan van gent en noordse stormmeeuw wordt voor de 3 windparken samen dan nog steeds minder dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines. Significante effecten worden voor deze soorten uitgesloten. Voor de kleine mantelmeeuw ligt de additionele sterfte iets hoger dan 1%. Als gevolg van de additionele sterfte

van 1,05 % kan een klein effect op de omvang van de populatie van de kleine mantelmeeuw in het Natura 2000-gebied Waddenzee niet worden uitgesloten. De broedpopulatie in de Waddenzee groeit de laatste jaren, en bevindt zich nu met bijna 25.000 broedparen ruim boven de instandhoudingsdoelstelling van 19.000 vogels. Dit betekent dat een eventueel klein effect op de populatieomvang zeker niet zal leiden tot een aantasting van de instandhoudingsdoelstelling voor deze soort.

3.5.2 ZEEZOOGDIEREN

3.5.2.1 GEGEVENSBASIS EN STAND VAN DE KENNIS

Wat de effecten van OWP-projecten op zeezoogdieren, in speciaal bruinvissen en zeehonden, betreft, zijn de inzichten de laatste tijd door het begeleidend onderzoek bij al in bedrijf zijnde windparken duidelijk gegroeid. Dit geldt vooral voor de Deense OWP's 'Horns Rev' en 'Nysted', genoemd worden moeten de stukken van HENRIKSEN et al. (2003), DIETZ et al. (2003), TEILMANN et al. (2003, 2005), EDRÉN et al. (2003, 2005), maar ook van TOUGAARD et al. (2003a, b, 2004a, b, 2005, 2006, 2011) en BLEW et al. (2006). Een samenvatting van de resultaten voor bruinvissen en zeehonden in beide windparken werd na afloop van het onderzoek van TEILMANN et al. (2006a, b) gepubliceerd. Andere studies voor zeehonden zijn uitgevoerd door SUNDBERG & SODERMAN (2001) en E.ON UK Renewables (2005) en Onderzoek naar de effecten bij Nederlandse parken is gepubliceerd in JONG & AINSLIE (2008) en BRASSEUR et al. (2012).

Actuele onderzoeksresultaten en publicaties over het gehoorvermogen van zeezoogdieren en daarop gebaseerde effectvoorspellingen met betrekking tot de geluidsemissies (bijv. KNUST et al. 2003, LUCKE et al. 2004, 2006, MINOS+ 2006, THOMSEN et al. 2006, 2010) kunnen voor een schatting van de effecten worden meegenomen.

Er wordt vooral gekeken naar de zogeheten 'generieke Passende Beoordeling' die door PRINS et al. (2008) als standaard voor het Nederlandse Noordzeegebied is opgesteld en de hierbij horende update door BOON (2012). Deze stukken zijn m.b.t. de zeezoogdieren in essentie gebaseerd op de door KASTELEIN et al. (2008) en Kastelein et al. (2011) samengestelde gegevens over mogelijke effecten van offshore windparken.

3.5.2.2 BESCHRIJVING GELUID EN TRILLINGEN

Aanleg en verwijdering

Algemeen

De geluidsimmissie tijdens de aanleg wordt veroorzaakt door de betrokken schepen en bouwvoertuigen, alsook door lawaai en trillingen die worden geproduceerd door de eigenlijke bouwwerkzaamheden, en dan vooral door het heien van de fundaties. De zeezoogdieren worden door het geluid voornamelijk via het waterlichaam beïnvloed, daarom hebben de onderstaande gegevens (geluidsniveau etc.) uitsluitend betrekking op het onderwatergeluid.

De geluidsemissie door boten of bouwvoertuigen naar het waterlichaam is in principe duidelijk hoger dan de emissie naar de lucht. De geluidsproductie van een groter schip kan een waarde van ca. 170 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ bereiken (RICHARDSON et al. 1995). Vanwege de lagere frequentie is bij scheepsgeluiden echter de straal waarin overlast wordt veroorzaakt veel kleiner en zijn de geluiden niet schadelijk voor de gezondheid van de zeezoogdieren (THOMSEN et al. 2006).

Duidelijk intensiever is de geluidsimmissie door installatie- en bouwwerkzaamheden, vooral door het inheien van funderingspalen met een heihamer. Daarbij worden volgens diverse metingen geluidsdrukniveaus bereikt van 205 tot 240 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ als bronniveau (ØDS–ØDEGAARD & DANNESKIOLD-SAMSØE 2000, KOSCHINSKI & CULIK 2002, THOMSEN et al. 2006, DE HAAN et al. 2007, JONG & AINSLIE 2008, NORRO et al. 2010). De opgegeven waarden zijn piekniveaus (SPL of L_{peak}) die tijdens een heislage een fractie van een seconde lang optreden. Vaak wordt het geluidsniveau ook aangegeven als geluidsenergieniveau (SEL of L_E), waarmee de totale geluidsenergie die tijdens een heislage een punt passeert wordt gegeven.

Geluidsvoortplanting en achtergrondgeluid

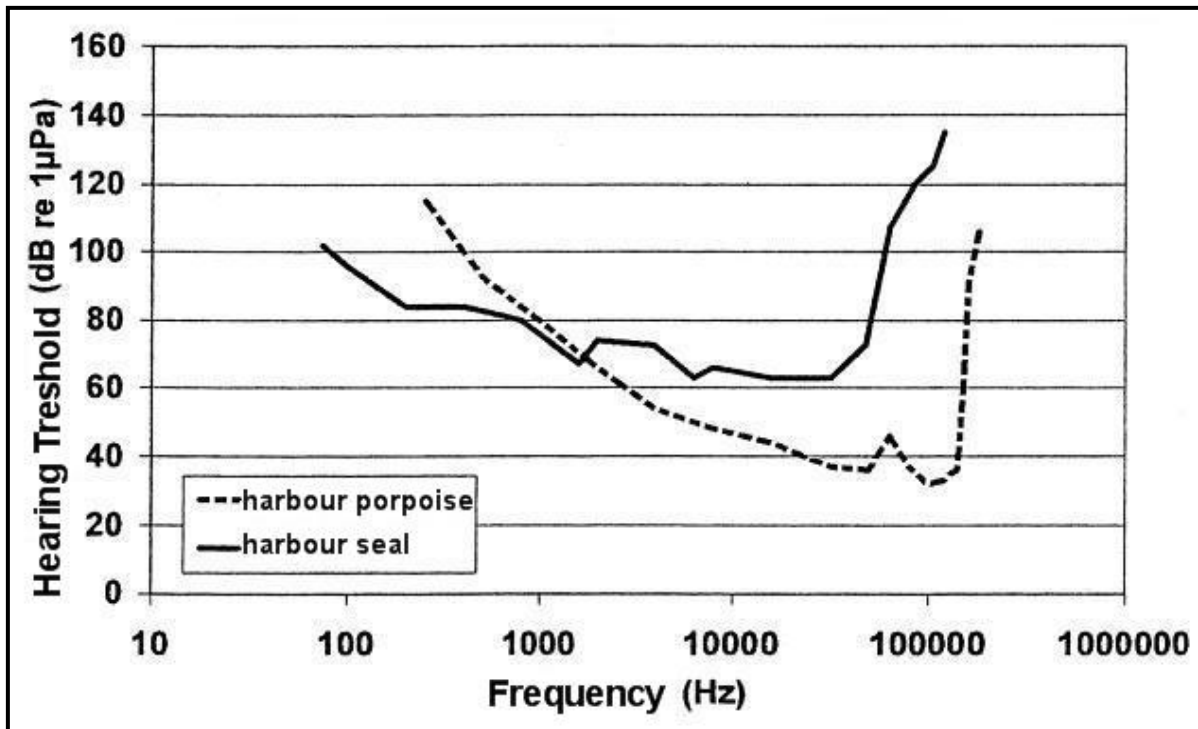
Onder water plant geluid zich aanzienlijk sneller voort en wordt het minder gedempt dan in de lucht. Voor de geluidsvoortplanting onder water geldt bij benadering dat het geluidsniveau met elke verdubbeling van de afstand tot de geluidsbron met ca. 4,5 dB afneemt (THIELE 2002) tot 8,2 resp. 9,0 dB (NORRO 2010 resp. DE JONG&AINSLIE 2008).

Voor zeezoogdieren en andere organismen zijn geluidsemissies die via het waterlichaam worden getransporteerd echter alleen van belang als deze boven het achtergrondgeluid uitkomen. In het waterlichaam van de zee heerst een constant achtergrondgeluidsniveau, waarbij de geluidsterkte afhankelijk is van verschillende, meestal natuurlijke factoren (golfgeluiden) en de aanwezigheid van scheepvaart in de Noordzee. De natuurlijke achtergrondgeluidsterktes die in de omgeving van windturbines werden gemeten, liggen in het algemeen tussen 80 en 110 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ (bij 100 Hz tot 1 kHz; HENRIKSEN ET AL. 2001; Figuur 45, HENRIET 2005).

Gehoorgevermogen van zeezoogdieren

Tandwalvissen communiceren en oriënteren zich onder water door middel van geluidsgolven (EVANS 1990). Ook veel zeehondsoorten, o.a. de gewone zeehond, communiceren onder water door middel van akoestische signalen (RIEDMANN 1990).

Volgens studies van KASTELEIN et al. (2001, 2002) en LUCKE et al. (2004) is de gehoorgevoeligheid van bruinvissen bij frequenties beneden 1 kHz relatief laag, tussen 1 en 8 kHz relatief goed en tussen 16 en 140 kHz uitstekend. De hoogste gevoeligheid ligt in het bereik van de sonargeluiden (110-140 kHz). Bij zeehonden ligt de gehoorgevoeligheid onder water ongeveer tussen 5 en 20 kHz (LUCKE et al. 2004). Boven de 30 kHz neemt de gevoeligheid snel af (Figuur 20).



Figuur 20 Gehoorgevoeligheidscurves van de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) en de bruinvis (*Phocoena phocoena*) (KOSCHINSKI & CULIK 2002)

Vergeleken met dat van de zeehond is het gehoor van de bruinvis over het geheel genomen gevoeliger. Bovendien kan de bruinvis ultrasone geluiden tot 180 kHz horen. De zeehond is t.o.v. de bruinvis echter gevoeliger voor lagere frequenties van minder dan ca. 2 kHz. Dat is het bereik van zijn sociale geluiden (RICHARDSON et al. 1995), maar ook het bereik waarin de meeste van de bij het heien afgegeven geluidsfrequenties liggen.

Effecten van geluid op zeezoogdieren

De effecten van geluid op onderwaterleven kunnen in vier categorieën worden ingedeeld (Van der Graaf et al., 2012)

- Maskering
- Gedragsverandering
- Beschadiging geluidsorganen
- Beschadiging fysiologie anders dan geluidsorganen.

Of, en zo ja, op welke afstand van de bron deze effecten optreden hangt van verschillende parameters af, bijvoorbeeld van de gehooreigenschappen van de onderzochte soort, het geluidsniveau van de geluidsbron, de afstand van de dieren tot de geluidsbron, en het achtergrondgeluid.

Maskeringszone

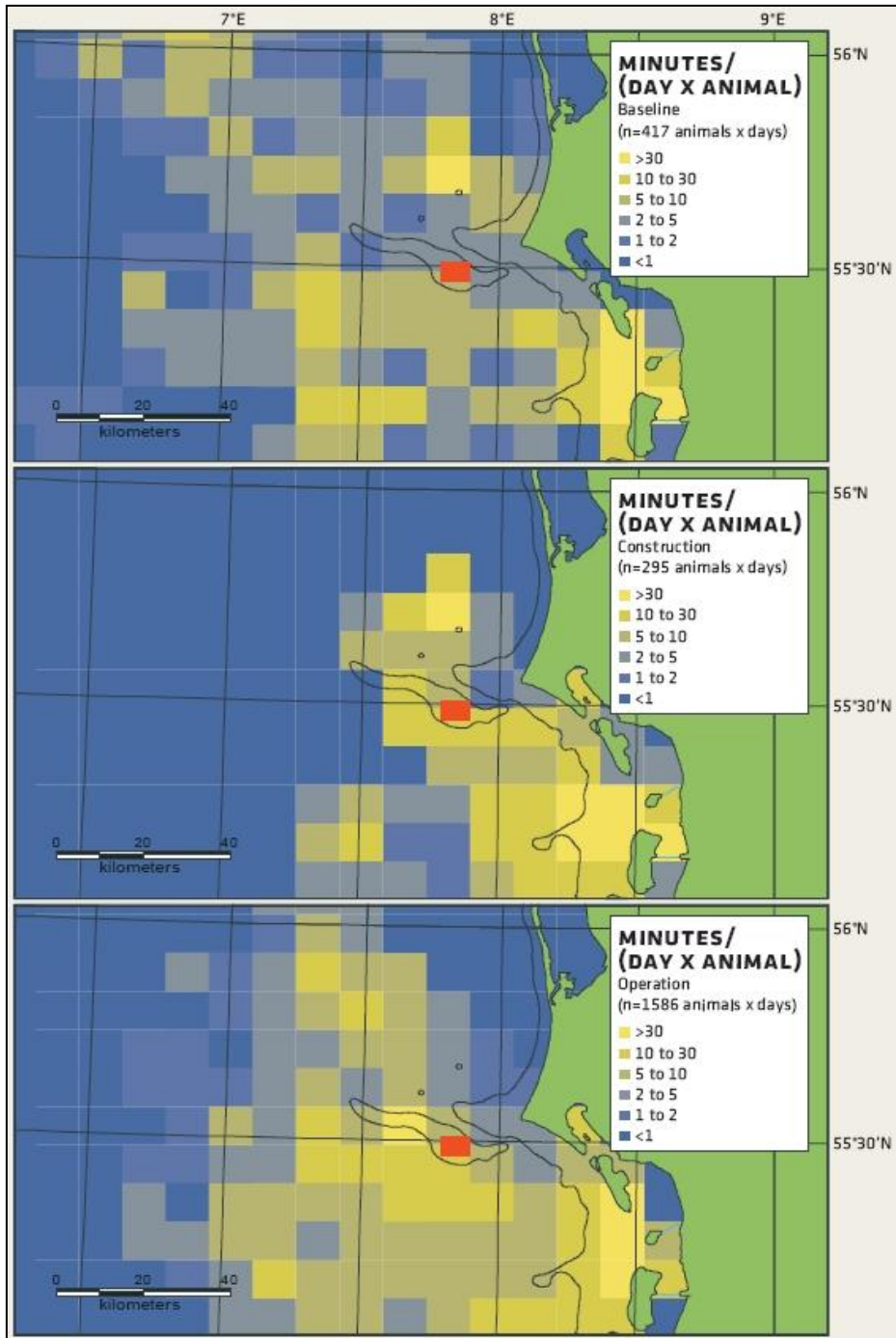
Het geluid is hard genoeg om de communicatie tussen zeezoogdieren te storen. Verder kunnen andere geluiden (voedsel/omgeving) minder goed worden waargenomen. Volgens KOSCHINSKI & CULIK (2002) vindt in het waterlichaam een maskering van de door zoogdieren geproduceerde geluiden plaats bij geluidsdrukkniveaus van >98 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ (bruinvissen) en >87 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ (zeehonden). Deze waarden worden bij heigeluiden gedeeltelijk pas op een afstand van meer dan 80 km (zeehonden) overschreden, maar het natuurlijke achtergrondgeluid kan wel een vergelijkbare sterkte bereiken. Bij het heien duurt de maskering steeds maar zeer kort (tiendes van seconden), zodat de onderlinge communicatie niet blijvend wordt verhinderd. De sonargeluiden van de bruinvissen worden zo goed als

niet gemaskeerd doordat bij heiwerkzaamheden in het betreffende ultrasone bereik (110-140 kHz) maar zeer weinig geluidsenergie vrijkomt (THOMSEN et al. 2006, JONG & AINSLIE 2008).

Reactiezone

Op de akoestische prikkeling volgt een fysiologische of gedragsreactie (bijv. vluchten, vermijden). Tijdens de constructiewerkzaamheden aan Deense windparken vertoonden bruinvissen zowel in 'Horns Rev' als 'Nysted' vermijdingsreacties, waarbij de aantallen in 'Horns Rev' in de loop van resterende bouwphase en tijdens de bedrijfsvoering weer groeiden (HENRIKSEN et al. 2003, TOUGAARD et al. 2003a, 2004a, 2006, CARSTENSEN, 2006). Een duidelijke afgrenzing van gemeden gebieden kon niet worden gemaakt, omdat individuele bruinvissen ook tijdens de constructie dicht bij het windpark kwamen of er soms zelfs binnen zwommen, maar in CARSTENSEN (2006) wordt gewag gemaakt van een afname van de dichtheid aan bruinvissen in een zone van meer dan 15 km rondom 'Nysted'. Dit is van dezelfde orde van grootte als de afstand van 20 km waarbinnen Lucke (2010) vermijdingsreacties waarneemt tijdens de bouw van het Duitse OWT windpark. Door CARSTENSEN ET AL (2006) , LUCKE (2010) , en BRANDT et al. (2011) worden bij bruinvissen tot 20 km gedragsreacties of vermindering van akoestische activiteit waargenomen. Vermoed wordt dat gedragsreacties (zonder schadelijke fysiologische gevolgen) vooral voorkomen bij geluidsniveaus van 70 dB of meer boven de gehoordrempel (THOMSEN et al. 2006), die bij afstanden tot 10 km en meer nog kunnen worden bereikt. Gedragsreacties bestaan niet per se uit vlucht of vermindering. Bepaalde gedragsveranderingen (verhouding tussen gericht en ongericht zwemmen) werden in 'Horns Rev' bij afstanden van maximaal 10-15 km waargenomen (TOUGAARD et al. 2003a). Binnen 12 uur na de heiwerkzaamheden normaliseerde het gedrag zich weer. Ook de productie van akoestische signalen voor plaatsbepaling en onderlinge communicatie, nemen in een straal van 17,8 km rondom de bouwactiviteiten af (BRANDT et al. 2011).

Voor zeehonden is maar weinig en tegenstrijdige informatie over de reacties op heigeluid beschikbaar. Bij het OWP 'Nysted' werden tijdens het heien op de ca. 4 km verderop gelegen zeehondenrustplaats Rødsand significant minder zeehonden geteld (TEILMANN et al. 2006a). De reacties van de dieren waren echter van korte duur, het bestand op Rødsand werd in de loop van de bouwphase zelfs groter. Uit onderzoek tijdens de constructiefase van het OWP Horns Rev bleek niet dat zeehonden het aan geluid blootgestelde gebied vermeden (TEILMANN et al. 2006c). De dieren, die van satellietzenders waren voorzien, gebruikten de omgeving van de bouwlocatie net zo intensief als voor de bouw en deden dit ook tijdens de gebruiksfase van het OWP (Figuur 21). Dezelfde resultaten werden gevonden in een studie van BRASSEUR ET AL. (2012). Ook in studies van LUCKE (2010) en werd geen vermijdingsreactie bij zeehonden waargenomen.



Figuur 21 Ruimtegebruik van gezenderde zeehonden in de omgeving van het offshore windpark Horns Rev voor, tijdens en na de bouwfase (TEILMANN et al. 2006c)

Ook tijdens andere onderzoeken zijn zeehonden tot op korte afstand van een harde geluidsbron worden. LUCKE (2010) neemt tijdens heiwerkzaamheden zeehonden waar in een straal van minder dan 20 km, THOMPSON et al. (1998, in KASTELEIN et al. 2008) registreerden bij één zeehond een vermijdingsafstand van 2,5 km bij geluidsintensief seismisch onderzoek (persluchtkanonnen), terwijl een ander dier tot op 500 m bij de geluidsbron kwam. HARRIS et al. (2001, gecit. in KNUST et al. 2003) berichten dat een seismisch onderzoeksschip door ringelrobben tot op minder dan 250 m werd benaderd, waarna het seismisch onderzoek werd afgebroken. Binnen dit bereik bedroeg het geluidsdruk niveau 180 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$. Bij zeehonden kan een verregaande gewenning aan geluidsemissies voorkomen indien van het geluid geen

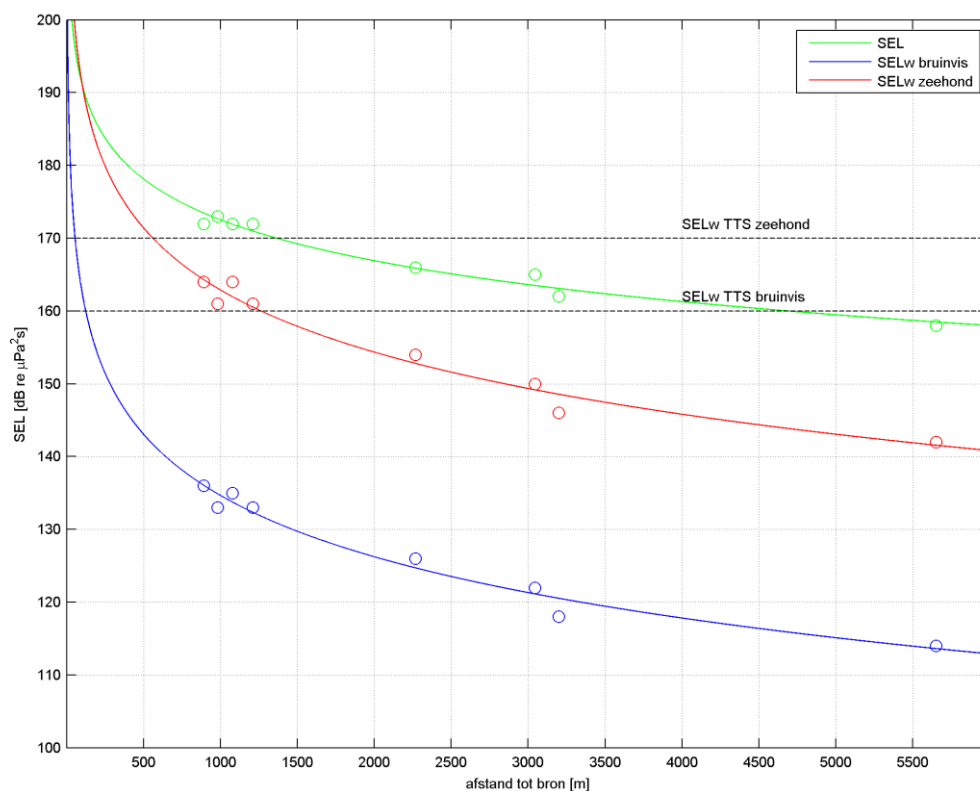
direct gevaar uitgaat. Het komt niet zelden voor dat de dieren zich in de directe omgeving van drukke scheepvaartroutes of in havenbekkens ophouden. Bekend is dat zeehonden door akoestische afschrikmiddelen (pingers) aan visnetten vaak niet worden afgeschrikt, maar er veeleer door worden aangetrokken omdat de pingers voor de zeehonden een voedingsbron betekenen (dinner bell-effect).

THOMSEN et al. (2006) gaan ervan uit dat het heigeluid bij zeehonden gedragsreacties in ongeveer dezelfde omtrek (6-15 km) als bij bruinvissen kan veroorzaken. NEDWELL et al. (2007) noemen een bereik met een radius van 3 km dat door zeehonden volledig wordt vermeden ('strong avoidance'). PRINS et al. (2008) gaan uit van een grotere gemiddelde zone van 80 km (Tabel 44). Deze waarde is gebaseerd op onderzoek aan zeehonden in gevangenschap (KASTELEIN 2006, in KASTELEIN et al. 2008). De condities in de open zee, wat betreft het achtergrondgeluid, de andere abiotische en biotische milieuomstandigheden, het gedrag en de gewinning van de dieren, verschillen echter sterk van de gecontroleerde condities in een zeehondenbad. Conform het advies in BOON (2012) wordt de door PRINS et al. (2008) genoemde storingsradius van 80 km als 'worst case' aangehouden bij de beoordeling. Op geluiden door het scheepsverkeer i.v.m. de aanleg van het park wordt nauwelijks gereageerd, omdat het laagfrequente geluid vooral door bruinvissen alleen relatief zacht en dus alleen van heel dichtbij kan worden waargenomen.

Berekening ongewogen SEL-niveau TTS

In PRINS (2008) zijn de afstanden waar de TTS-niveaun worden bereikt als volgt berekend:

Voor een aantal afstanden zijn in Tabel 7.4 in PRINS (2008) SEL niveaus berekend. Deze zijn in Tabel 7.5 omgerekend naar gewogen SEL-niveaus voor de bruinvis en de zeehond. Vervolgens is aan de gewogen SEL-niveaus een logaritmisch verband gefit en is bepaald op welke afstand dit logaritmisch verband de TTS-niveaus bereikt (de blauwe en rode lijn in onderstaand figuur).

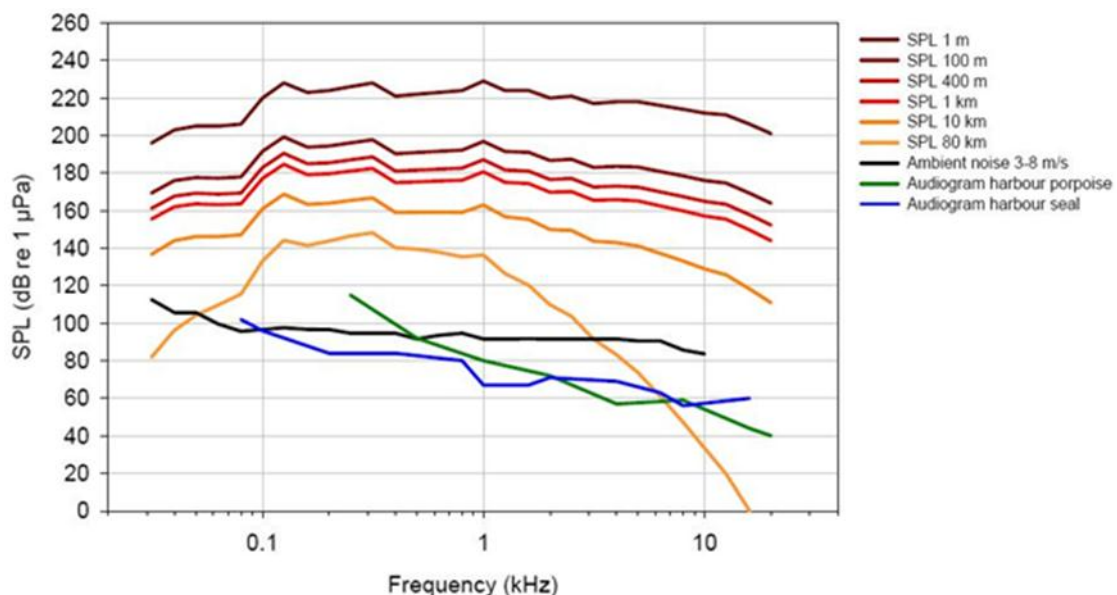


Deze gewogen SEL-niveaus zijn nu omgerekend naar ongewogen energieniveaus door ook aan de ongewogen SEL-waarden een logaritmisches verband te fitten (groen lijn in bovenstaand figuur) en op de afstanden waarop TTS optreedt de fit uitlezen.

Beschadiging geluidsorganen

In de buurt van de geluidsbron kan het geluid zo hard zijn dat het hoorvermogen van het dier tijdelijk, dan wel permanent afneemt en er zelfs scheuring of beschadiging van de gehoororganen kan optreden. De lichtste vorm van gehoorschade is de TTS (temporary threshold shift): de gehoordrempel (het zachste geluid dat een dier op een bepaalde frequentie kan horen) verschuift tijdelijk naar boven. Als het dier dichterbij de geluidsbron komt, kan het blijvende gehoorschade oplopen; er vindt dan een permanente drempelverschuiving (permanent threshold shift, PTS) plaats. Het is gebruikelijk de kritieke grens voor TTS te specificeren als SEL-waarde, omdat de SEL-waarde een betere voorspeller van gehoorbeschadiging is dan SPL-waarden (KASTELEIN, 2005).

Volgens studies van KASTELEIN et al. (2011) kan TTS bij bruinvissen voorkomen vanaf een SEL van 170 dB re $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ gemeten op 4 kHz. Uitgaande dat een heislag 10 ms duurt (JONG & AINSLIE 2008) komt dit overeen met een over de slag gemiddelde SPL van 200 dB re $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$. KNUST et al. (2003) neemt een lagere drempelwaarde van 180 dB re $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ aan. Voor deze waarde zal bij een uitgangsgeluidsdrukkniveau van 205-230 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$, afhankelijk van de frequentie, in een gebied van maximaal 1,8 km rondom de heillocatie worden bereikt (THOMSEN et al. 2006, zie ook Figuur 22). PRINS et al. (2008) gaan in hun Generieke Beoordeling uit van TTS-drempelwaarde voor de bruinvis uit van een voor de geluidsgevoeligheid van de bruinvis gewogen breedband geluidsenergieniveau (SEL_w) van 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, zoals gemeten door KASTELEIN (2008) in laboratorium onderzoek. Omgerekend naar een ongewogen breedband SEL-niveau (zie kader) komt dit neer op 190 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Op basis hiervan verwachten zij dat dit niveau vanaf een afstand van 500 m tot de heilapparatuur wordt onderschreden (Tabel 44). Blijvende gehoorschade (PTS) wordt bij bruinvissen pas verwacht voor een piekgeluidsniveau (SPL) boven 224 dB re μPa^2 (PRINS et al, 2008).



Figuur 22 Gehoordrempel van bruinvis en zeehond samen met de ontvangen geluidsniveau op verschillende afstanden tot de heilapparatuur (THOMSEN et al. 2006).

THOMSEN et al. 2006 neemt als drempelwaarde voor de TTS bij zeehonden een SPL 180 dB re 1 μPa^2 aan, hetgeen voor een 10 ms heislage neerkomt op een SEL van 150 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. PRINS (2008) gaat uit van een gewogen SEL-waarde van 170 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (KASTELEIN et al. 2008). Dit komt overeen met een ongewogen SEL-waarde van 178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Vanwege de gevoeligheid die bij dieren in gevangenschap werd vastgesteld (zie boven, KASTELEIN et al. 2008) wordt in PRINS (2008) en in deze rapportage echter een groter gevaarbereik (4 km) dan volgt uit de SEL-waarde aangehouden.

Een kans op blijvende gehoorschade (PTS) en letsel aan de gehoororganen wordt naar huidige inzichten voor alleen voor een maximale geluidproductie boven de 215 dB re 1 μPa^2 (zeehonden) respectievelijk 224 dB re 1 μPa^2 (bruinvissen) verwacht (PRINS et al. 2008). De genoemde waarde wordt is de zone van 100 m rondom de heilocatie overschreden (Tabel 44). Van de Deense windparken 'Horns Rev' en 'Nysted' is geen informatie bekend over zeezoogdieren met letsel (TEILMANN et al. 2006a, b). Tabel 44 biedt een overzicht van afstanden waarop volgens voor het Q7-windpark de verschillende effecten waarneembaar worden.

	Maskering	Reactie	Gehoorschade (TTS)	Gehoorschade (PTS)
Bruinvis	40 km	20 km	500 m	100 m
Zeehond	> 80 km	80 km	4.000 m	100 m

Tabel 44 Maximale grootte van de invloedzones van het heigeluid. Bron: THOMSEN et al. 2006, PRINS et al. 2008, BOON 2012.

Beschadiging fysiologie anders dan geluidsorganen

Bij zeer hoge geluidsniveaus zouden zich interne bloedingen, gas embolieën, breuken aan de gehoorbeenderen of longbeschadiging kunnen voordoen (Van der Graaf et al., 2012). Zover bekend is er geen onderzoek gedaan over het geluidsniveau waarbij dit type letsel zich bij zeezoogdieren voordoet. Daarom wordt er hier vanuit gegaan dat het geluidsniveau waarop dit type letsel zich voordoet samenvalt met de PTS-grens.

Trillingen

Behalve met de puur akoestische component gaat heien gepaard met bodemtrillingen die worden overgebracht op de waterkolom en door de zeezoogdieren ook op enige afstand nog worden waargenomen. De storende werkingen van trillingen werden onderzocht bij het windpark 'Nysted' (HENRIKSEN et al. 2003). Hier werd een stalen mantel met een lage frequentie in de zeebodem getrild zonder dat dit noemenswaardige geluidsemissies veroorzaakte. Deze trillingen hadden tot gevolg dat de bruinvissen het windparkgebied verlieten en pas na 24 uur weer terugkwamen. Omdat er tegelijkertijd pingers werden gebruikt, is niet duidelijk hoe groot het vermijdingseffect zonder afschrikmiddel geweest zou zijn. Tot nu toe zijn er nog maar weinig ervaringen opgedaan met het intrillen van fundaties in offshore gebieden, omdat deze heimethode enkele technische nadelen heeft (SCHULTZ VON GLAHN et al. 2006).

Varianten

Bruinvissen

Er wordt op basis van Boon et al. (2012) en Geelhoed et al. (2011) uitgegaan van een worst-case dichtheid van bruinvissen in de uitvoeringsperiode van 1,02 bruinvissen/km² in het plangebied. Een gezondheidsrisico bestaat bij de fundering in een gevaarbereik van slechts 500 m (PRINS et al. 2008; oppervlak 0,8 km²), waarin gemiddeld minder dan een bruinvis te verwachten is. In het voorjaar kan het bij een gemiddelde lokale dichtheid van 1,44 dieren/km² het om een of meerdere dieren gaan. Hetzelfde

geldt, indien als worst case de door THOMSEN et al. (2006) aangenomen storingsradius van 1,8 km erbij wordt betrokken (oppervlak 10 km²). Hierin verblijven gemiddeld ongeveer 10 bruinvissen. Ten opzichte van het Nederlandse bestand van circa 30.000 bruinvissen is het aantal gering (0,03%), wat des te meer geldt ten aanzien van de Noordzeepopulatie (0,004%). Zeer onwaarschijnlijk is de aanwezigheid van bruinvissen in de zeer kleine gevarenszone met blijvend letsel (PTS).

Als men kijkt naar de invloedzone waarin reacties en gedragsveranderingen (bijv. vluchten) als gevolg van het heigeluid kunnen voorkomen (radius volgens BOON (2012) 20 km; 1256 km² resp. 2,2% van de NCP-oppervlakte), dan worden er gemiddeld 1281 bruinvissen getroffen (ca. 4,2 % van het Nederlandse bestand / < 0,6% van de Noordzeepopulatie). In het voorjaar, wanneer de dichtheden groter zijn (1,44 dieren/km²), kunnen mogelijk tot 1808 dieren binnen het verstoringsbereik aanwezig zijn (ca. 6% van het Nederlandse bestand en ca. 0,9% van de Noordzeepopulatie; dichtheden van meer dan 1,44 dieren/km² komen slechts plaatselijk voor). Een deel van deze dieren zou het gebied vanwege bouwactiviteiten tijdelijk kunnen vermijden. Een gebied van 5 km rond de heiwerkzaamheden wordt volgens NEDWELL et al. (2007) volledig vermeden door bruinvissen ('total avoidance'; ca. 78,5 km²). Dan zou het gemiddeld om 82 aanwezige dieren per jaar gaan (voorjaar: 113 dieren).

Zeehonden

De zone met mogelijke gehoorschade (TTS) heeft bij zeehonden een radius van maximaal 4 km (PRINS et al. 2008). Het is niet bekend in welke aantallen zeehonden in het plangebied voorkomen. Omdat jagende zeehonden zich slechts een klein deel van de tijd zichtbaar boven water ophouden, is het niet mogelijk om de aanwezige aantallen uit de waarnemingen te berekenen. Bij de geanalyseerde RIKZ-vluchten van 1995 tot 2006, de ESAS-scheepstellingen tussen 1980 en 2004 en de intensieve twee jaar durende vliegtuig- en scheepstellingen in het naastgelegen onderzoeksgebied van het OWP BARD Offshore 1 (2004 tot 2006), werden in totaal twaalf aanwezige dieren in het offshore gebied geregistreerd. De gemiddelde dichtheid van zeehonden in de volle zee is zeker tien keer zo laag als die van bruinvissen, omdat het bestand duidelijk kleiner is en omdat de aanwezigheidskans gestaag afneemt naarmate de afstand tot het land groter wordt. Deze kans bedraagt in de omgeving van het plangebied ongeveer 0,1-0,2% (IMARES 2007). Als een 'worst case' met een dichtheid van 0,1 zeehonden/km² wordt verondersteld (zie ook paragraaf 3.4.3), houden ca. 5 dieren zich op in het maximaal 50 km² grote TTS-gevaarsgebied (0,05% van het Nederlandse bestand in de Waddenzee en 0,02 % van de internationale Waddenzeepopulatie).

Als zeehonden de volledige in PRINS et al. (2008) genoemde gemedene reactiezone van 80 km zouden mijden, zou dit voor de zeehonden een tijdelijk verlies van een leefruimte van ca. 20.000 km² tot gevolg hebben. In het zuiden beslaat dit gebied de Waddeneilanden van Ameland tot Juist, inclusief de omringende Waddenzee. Hiermee zouden ook de Habitatrichtlijngebieden Borkum-Riffgrund, Noordzeekustzone, Waddenzee en Niedersächsisches Wattenmeer, die zijn beschermd als habitat voor zeehonden, geheel of gedeeltelijk worden getroffen. In het gemedene gebied zouden de ligplaatsen van ongeveer de helft van het Nederlandse en ongeveer een derde van het Nedersaksische zeehondbestand liggen. Omdat de Waddenzee en de ligplaatsen echter naar de open zee toe akoestisch worden afgeschermd door de eilanden, zijn hier niet van negatieve effecten te verwachten. In het resterende offshore gebied binnen de 80 km grote gemedene zone (oppervlak ca. 18.500 km²) zouden in het ongunstigste geval ongeveer 1850 zeehonden tijdens de heiwerkzaamheden tijdelijk worden verdreven uit hun jachtgebied (veronderstelde dichtheid 0,1 dieren/km²). Dit komt overeen met 18,5% van het Nederlandse bestand van de Waddenzee ofwel ca. 8% van de internationale Waddenzeepopulatie.

Parkconfiguratie

De beschreven storende werking van de aanleg van een enkel fundament is voor alle opstellingsvarianten dezelfde. Omdat minder turbines ook minder heiwerk en daardoor een in totaal kortere heiduur vergen,

geeft in windpark Buitengaats variant 12D met 32 windturbines in dit opzicht de minste, en de economische variant (105 turbines) de grootste overlast (voorkeurvariant: 75 turbines; zie Tabel 45).

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Oppervlak windpark [km ²]	32,7	44,6	21,2	44,6	44,6	44,6
Aantal turbines	75	78	78	32	60	105
Heitijd (uren)	300	468	468	192	360	630

Tabel 45 Heitijd (totaal, netto) van de funderingen voor de opstellingsvarianten voor windpark Buitengaats, uitgaande van monopile-fundering voor de voorkeursvariant en tripile-fundering voor de andere varianten.

In windpark ZeeEnergie geeft variant 12D met 28 windturbines in dit opzicht de minste, en de economische variant (105 turbines) de grootste overlast (voorkeurvariant: 75 turbines; zie Tabel 46).

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Oppervlak windpark [km ²]	32	43	21	43	43	43
Aantal turbines	75	80	78	28	65	105
Heitijd (uren)	300	480	468	168	390	630

Tabel 46 Heitijd (totaal, netto) van de funderingen voor de opstellingsvarianten voor windpark ZeeEnergie, uitgaande van monopile-fundering voor de voorkeursvariant en tripile-fundering voor de andere varianten.

De fractie van de tijd waarin geheid wordt is voor alle opstellingsvarianten: ca. 9% van de tijd. Voor een monopile wordt ca. 4 uur per 48 uur geheid en voor voor de driepoot/tripile 2x6 uur per 72 uur. Dit betekent dat ook in het ongunstigste geval meer dan 90% van de bouwtijd vrij is van grootschalige verstoring van zeezoogdieren.

Funderingstypen

Bij de hier gegeven geologische en topografische omstandigheden is de mate van geluidsemissie door heien sterk afhankelijk van de doorsnede van de gebruikte paal en het vermogen dat voor het heien nodig is (NEDWELL & HOWELL 2004). De duur van de geluidsemissies is afhankelijk van de doorsnede, lengte en het aantal palen. Uitgaande van de voorkeursvariant ontstaat met betrekking tot de storende werking door heien bij de verschillende funderingstypen de in Tabel 47 aangegeven klassering.

Funderingstype	Geluidssterkte		Duur van heien		
	Paaldoorsnede [m]	Rang	Aantal palen	Lengte [m]	Rang *
Tripile	3,35	3	3	34	3
Monopile	7	4	1	38-41	2
Jacket	2,4	2	4	(30)-37	5
Driepoot	2,3	2	3	36-40	4
Zwaartekracht-fundering	-	1	0	-	1

Tabel 47 Klassering van de geluidsemissies en de duur van de hei-activiteiten voor de voorkeursvariant bij de verschillende funderingsvarianten. *op basis van aantal palen x lengte.

De zwaartekrachtfundering veroorzaakt de minste geluidsemissies omdat bij dit type geen heiwerkzaamheden nodig zijn. Jacket- of driepootfunderingen hebben vanwege de dunnere palen minder heislagen nodig en zijn dus minder geluidsintensief dan de andere te heien varianten. Bij die andere varianten geldt dat bij de monopile-fundering aan de ene kant de grootste geluidsbelasting te verwachten is, maar aan de andere kant de kortste heitijd vanwege het kleinere aantal funderingen.

Omdat de betekenis van een mogelijk gezondheidsrisico van zeezoogdieren groter wordt geacht dan de duur van een verstoring van de dieren, moet in eerste instantie gekeken worden naar de geluidsintensiteit (sterkte van het heigeluid) om de funderingstypen te beoordelen. Op basis daarvan zijn jacket en driepoot na de zwaartekracht-fundering de gunstigste funderingsvarianten (Tabel 47). Het verschil met de 1 m dikkere palen van de tripile zou gering kunnen zijn, omdat volgens THOMSEN et al. 2006 ingeval van een toename van de doorsnede van de fundering van 1,5 naar 3,5 m slechts sprake is van een gemiddelde verhoging van het geluidsniveau van ca. 10 dB. Het verschil tussen driepoot en monopile valt duidelijk groter uit.

Transformatorplatform

Onafhankelijk van de gekozen variant (windparkconfiguratie en fundering) moeten voor het transformatorplatform vier pijlers (doorsnede 2,54 m) in de ondergrond worden ingebracht. De storende werking daarvan komt in een worst case scenario overeen met de storende werking zoals die is beschreven voor de voorziene funderingen van de windturbines (driepoot).

Conclusie

In het geheel genomen geldt voor alle beoordeelde opstellings- en funderingstypen dat er voor zeezoogdieren sprake is van tijdelijke schade aan het gebied die door geluidsfactoren wordt veroorzaakt, die nauwelijks langer zal duren dan de bouwperiode. Het risico voor zeehonden en bruinvissen in de vorm van duurzame gehoorschade is heel gering en kan door mitigatiemaatregelen vrijwel worden uitgesloten.

In het gebied dat in het meest ongunstige geval door bruinvissen wordt gemedend, verblijft gemiddeld minder dan 5% van het Nederlandse bestand bruinvissen. Het storingsgebied van windpark Buitengaats loopt in het noordwestelijke deel van het op nauwelijks 1 km afstand gelegen Habitatrichtlijngebied, Borkum-Riffgrund'. Het betreffende gebied (oppervlak 96,9 km²) maakt circa 15,5% van het FFH-gebied uit. Het storingsgebied bij windpark ZeeEnergie loopt in het noordwestelijke deel van het op nauwelijks 11 km afstand gelegen Habitatrichtlijngebied, Borkum-Riffgrund'. Het betreffende gebied (oppervlak 4,65 km²) maakt circa 0,7% van het FFH-gebied uit. Op bruinvissen in andere Habitatrichtlijngebieden worden van beide windparken geen effecten verwacht.

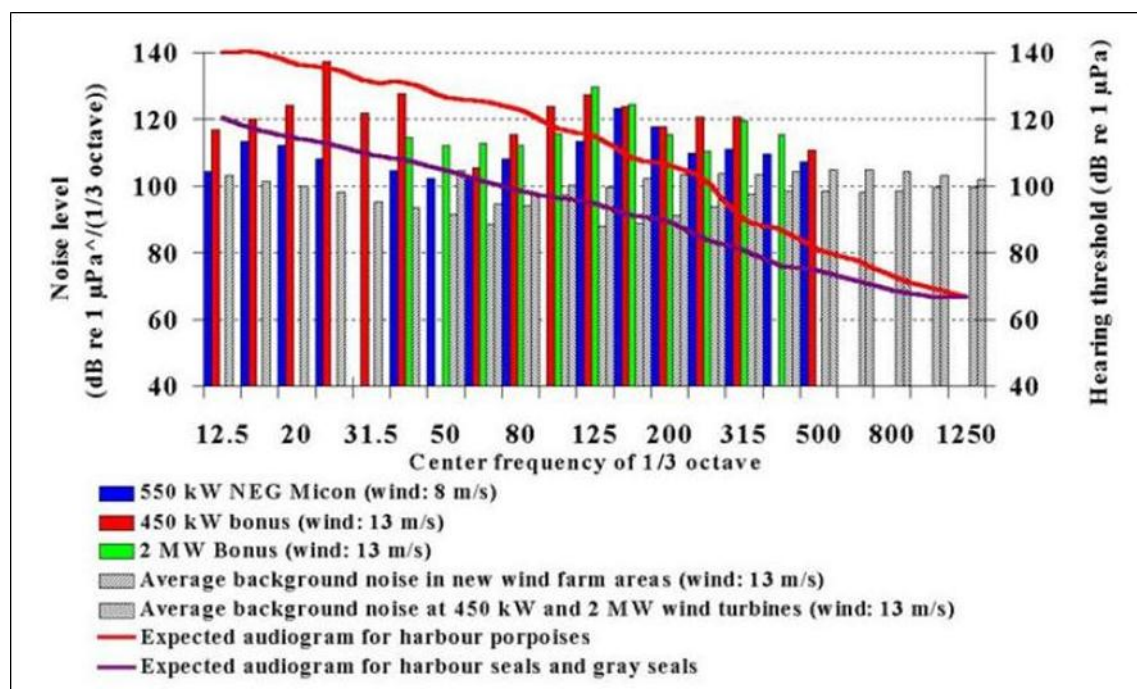
Onder aanname van de door PRINS et al. (2008) genoemde worst case storingsradius van 80 km voor de zeehond, ligt het FFH-gebied 'Borkum-Riffgrund' geheel, het gebied 'Noordzeekustzone' voor 52% (windpark Buitengaats) en 54 % (windpark ZeeEnergie) en het gebied 'Niedersächsisches Wattenmeer' voor 18% binnen het mijdingsgebied. Dit betreft het aan de zeekant voor de eilanden Borkum en Juist gelegen deel van het FFH-gebied 'Niedersächsisches Wattenmeer'. Er wordt vanuit gegaan dat het mijdingsgebied bij de Friese eilandketen eindigt, zodat het FFH-gebied 'Waddenzee' op grond van z'n in hoge mate afgeschermd ligging niet wordt getroffen.

Omdat de gevoeligheid van de dieren individueel verschillend is en de geluidsoverlast in het desbetreffende gebied op afstand van de geluidsbron afneemt, verwachten wij niet dat het storingsgebied volledig zal worden gemedend. Deze verwachting is ook bevestigd door waarnemingen van THOMSON et al. (1998), HARRIS (2001), TEILMANN et al. (2006a, c), LUCKE (2010), BRASSEUR et al. (2012). Hoewel in het ongunstigste geval bij de zeehonden een aanzienlijk deel van de Waddenzeepopulatie en de voor de

soort belangrijke Natura 2000 –gebieden door storingen kan worden getroffen, denken wij niet dat er een significante schade aan zeezoogdieren in het NCP resp. de Noordzee zal optreden door de geluidsontwikkeling bij de bouw van het windpark. Door de afschermende werking van de Waddeneilanden dringt het geluid niet door tot de rustgebieden in de Waddenzee. Daarnaast vallen de heiwerkzaamheden (juli t/m december) goeddeels buiten de periode dat Grijze Zeehonden (december t/m april) en Gewone Zeehonden (mei t/m september) jongen hebben. Ten slotte is de duur van de heiwerkzaamheden van de funderingen relatief kort. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat zeehonden de 80 km-zone rondom de heilocatie niet in zullen gaan of zullen proberen te verlaten als er geheid wordt, blijft er nog altijd meer dan 91% van de tijd over waarin zij wel kunnen jagen. Omdat de afstand die zeehonden tussen de heiperiodes kunnen afleggen beperkt is, komen zij tijdelijk mogelijkerwijs wel minder ver de zee op.

Exploitatie

Voor de zeezoogdieren is in eerste instantie de geluidsimmissie in het waterlichaam relevant. De trillingen en het geluid van een turbine komen hoofdzakelijk via de mast of het fundament in het waterlichaam. Volgens onderzoek bij een 2 MW-windturbine in Zweden (WESTERBERG 1994) liggen deze emissies in het laagfrequente bereik (2-2.000 Hz), waarbij bij frequenties tot 50 Hz geluidsterktes van 20 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ boven het achtergrondgeluid worden bereikt. HENRIKSEN et al. (2001) geven aan dat de gemeten maximale brongeluidsniveaus 17 dB re 1 $\mu\text{Pa}/\text{Hz}$ boven de hoordrempel van de bruinvis liggen (zie ook Figuur 23). Als het geluid zich cilindrisch uitbreidt, kan het geluidssignaal tot een afstand van 50 m door de dieren worden gehoord. Voor zeehonden worden waarden van 30 dB re 1 $\mu\text{Pa}/\text{Hz}$ boven de hoordrempel aangegeven. Dit betekent dat zeehonden het signaal tot een afstand van 1.000 m kunnen horen, omdat zij in de lagere frequenties beter horen dan bruinvissen. Gezien het kleine verschil tussen achtergrondgeluid en bedrijfsgeluid van het windpark kan gehoorschade voor zeezoogdieren worden uitgesloten.



Figuur 23 Brongeluidsniveau van offshore windturbines en achtergrondgeluid ten opzichte van de gehoordrempel van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) en zeehonden (*Phoca vitulina*; HENRIKSEN et al. 2001)

KOSCHINSKI & CULIK (2001) ontdekten dat bruinvissen en zeehonden bij blootstelling aan geluid door een gesimuleerde 2 MW-turbine een mediane afstand van 60 m tot de geluidsbron bewaarden. Echte vluchtreacties werden echter noch bij bruinvissen, noch bij zeehonden vastgesteld. Bovendien constateerden TOUGAARD et al. (2004a, b) dat de aantallen bruinvissen in het windpark 'Horns Rev' een jaar na de aanleg geen statistisch significante verschillen met de vooronderzoeken en controleonderzoeken lieten zien. Ook in meer recent onderzoek door SCHEIDAT et al. (2011) kon geen afname van de bruinvisspopulatie in de nabijheid van een werkend windpark worden vastgesteld. Naast de populatie grootte blijkt ook het gedrag van de bruinvissen niet nadelig beïnvloed te worden door de aanwezigheid van het windpark. Zo hebben BLEW (2006) en TOUGAARD & CARSTENSEN (2011) geen afname van akoestische activiteit door de bruinvissen gevonden in de buurt van een operationeel windpark.

Ook zeehonden lijken niet door het onderwatergeluid van in bedrijf zijnde windparken afgeschrikt te worden, gezien het voorkomen van de dieren in het windpark (LINDEBOOM et al., 2011). Bovendien is er voor de zeehonden in het windpark geen afwijkend gedrag geobserveerd (TEILMANN et al. 2006a, TOUGAARD 2006a).

Varianten

Uitgaande van een maximale reactiezone van 100 m (een ruime afronding van de hierboven genoemde 60m voor bruinvissen) zou binnen het plangebied (75 turbines voor beide windparken) een oppervlak van ca. 2,4 km² door bruinvissen gemeden kunnen worden. Dat betekent dat bij een gemiddelde van ca. 1,02 bruinvissen/km² gemiddeld ca. 3 bruinvissen in de reactiezone aanwezig zouden zijn en op het bedrijfsgeluid in het windpark zouden kunnen reageren, eventueel door het te vermijden. In het voorjaar kan het bij maximale aanwezigheid (1,44 bruinvissen/km) om 4 bruinvissen gaan.

Bij variant 12D met maar 32 turbines in windpark Buitengaats en 28 turbines voor windpark ZeeEnergie zou het betreffende oppervlak in totaal hooguit 1 km² groot zijn, terwijl het oppervlak bij de economische variant ongeveer 3,3 km² zou omvatten.

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Aantal turbines	75	78	78	32	60	105
Reactiezone [km ²]	2,4	2,5	2,55	1,0	1,9	3,3
Geduppeerde bruinvissen bij 1,02 (max. 1,44) ind./km ²	2,4 (3,4)	2,5 (3,5)	2,5 (3,5)	1,0 (1,4)	1,9 (2,7)	3,4 (4,8)
Aandeel bestand in het NCP* [%]	0,080 (0,113)	0,083 (0,118)	0,083 (0,118)	0,034 (0,048)	0,090 (0,112)	0,112 (0,158)
Aandeel bestand in Noordzee** [%]	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabel 48 Door bedrijfsgeluid van de opstellingsvarianten aangetast oppervlak, windpark Buitengaats. * Uitgaande van 30.000 individuen. ** Uitgaande van 250.000 individuen.

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Aantal turbines	75	80	78	28	65	105
Reactiezone [km ²]	2,4	2,5	2,4	0,9	2,0	3,3
Gedupeerde bruinvissen bij 1,02 (max. 1,44) ind./km ²	2,4 (3,4)	2,6 (3,6)	2,5 (3,5)	0,9 (1,3)	2,1 (2,9)	3,4 (4,8)
Aandeel bestand in het NCP* [%]	0,080 (0,113)	0,083 (0,118)	0,083 (0,118)	0,034 (0,048)	0,090 (0,112)	0,112 (0,158)
Aandeel bestand in Noordzee** [%]	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabel 49 Door bedrijfsgeluid van de opstellingsvarianten aangetast oppervlak, windpark ZeeEnergie. * Uitgaande van 30.000 individuen. ** Uitgaande van 250.000 individuen.

Op grond van de geringe intensiteit en het kleine aantal potentieel gedupeerde individuen (maximaal 5, bij de economische variant) heeft bij geen van de opstellingsvarianten te worden uitgegaan van een significant effect op het bestand van zeezoogdieren in het NCP resp. de Noordzee tijdens de gebruiksfase. Deze inschatting geldt onafhankelijk van het toegepaste funderingstype, waarbij tot nu toe niet is onderzocht, welke invloed de verschillende typen hebben op de ontwikkeling en verspreiding van geluid als de turbines in bedrijf zijn.

3.5.2.3 BESCHRIJVING VISUELE ONRUST / LICHT

Aanleg en verwijdering

Lichtemissies in connectie met de aanleg (bouwplaatsverlichting etc.) hebben voornamelijk invloed via het luchtruim; in het water worden kunstmatige lichtbronnen relatief snel geabsorbeerd. Visuele onrust gaat hoofdzakelijk uit van het voor de aanleg benodigde scheepsverkeer.

Bruinvissen nemen scheepsverkeer eerder akoestisch dan visueel waar. Op normaal scheepsverkeer reageren zij doorgaans niet met vluchtgedrag (SCHMIDT & HUSSEL 1995, SCHULZE 1996). Ook tijdens eigen onderzoek (ca. vijfhonderd dagen met observatie vanuit een boot) werd geen vluchtreactie op de observatieboot geregistreerd. TOUGAARD et al. (2004a) constateerden ook bij het Deense windpark 'Horns Rev' geen effecten van het scheepsverkeer op bruinvissen.

De visuele onrust via het luchtruim kan door zeehonden beter worden waargenomen, omdat hun koppen af en toe boven het water uitsteken. Zolang zij zich aan land bevinden zijn zeehonden gevoelig voor storingen, in het water zijn zij veel minder schrikachtig. Aan scheepsbewegingen raken zij snel gewend als daar geen gevaar van uitgaat. Zo zijn tijdens eigen onderzoek nieuwsgierige reacties (toenadering) door gewone zeehonden en grijze zeehonden op het waarnemingsschip geregistreerd toen dit voor anker ging of langzaam voer. Werkingen op zeehonden vonden volgens het onderzoek voor 'Horns Rev' niet plaats of worden althans niet expliciet vermeld (TOUGAARD et al. 2003b). Bij het windpark 'Nysted' werden voor zowel de bruinvissen als de zeehonden geen effecten vastgesteld die aan het extra scheepsverkeer te wijten zouden kunnen zijn (HENRIKSEN et al. 2003, TEILMANN et al. 2003, EDRÉN et al. 2003).

Varianten

Parkconfiguratie

Mogelijke opstellingsvarianten verschillen alleen van elkaar ten aanzien van de duur van de storende factoren. Per windturbine zijn netto twee dagen bouwtijd voor de fundering en nog twee dagen voor het

opbouwen van de turbine nodig. Variant 12D moet vanwege de kortste bouwphase in dit opzicht als gunstigste worden beoordeeld en de economische variant als ongunstigste (Tabel 50 en Tabel 51).

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Aantal turbines	75	78	78	32	60	105
Bouwtijd (dagen netto)	300	312	312	128	240	420

Tabel 50 Bouwtijden (netto) van de opstellingsvarianten voor windpark Buitengaats

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Aantal turbines	75	80	78	28	65	105
Bouwtijd (dagen netto)	300	320	312	112	260	420

Tabel 51 Bouwtijden (netto) van de opstellingsvarianten voor windpark ZeeEnergie

Funderingstypen

Met betrekking tot de duur van de bouwphase geven de mogelijke funderingsvarianten geen wezenlijke afwijkingen te zien. Daarom wordt afgezien van een verdere vergelijking.

Conclusie

Totaal genomen zijn er, als er al sprake van is, alleen gering negatieve effecten door visuele onrust te verwachten, doordat de mogelijke storende werking op bruinvissen en zeehonden slechts van geringe betekenis is en de gevolgen zich beperken tot de bouwtijd. Een significante schade aan zeezoogdieren in het NCP resp. de Noordzee moet derhalve uitgesloten worden.

Exploitatie

Visuele onrust ontstaat door lichtemissies en onrustige bewegingen (draaien van de rotores; eventueel met schaduwwerping) die van het windpark uitgaan. Over grotere afstanden kunnen alleen de zeehonden deze in het luchtruim waarnemen.

Van de in bedrijf zijnde Deense windparken zijn geen effecten op zeezoogdieren door visuele verstoringen bekend. Op de werpplaats Rødsand, die op ca. 5 km afstand van het Oostzee-windpark 'Nysted' ligt, groeide de zeehondenpopulatie na inbedrijfname van de turbines sterker dan op andere werpplaatsen (EDREN et al. 2005).

Uit onderzoek uit het Deense OWP 'Horns Rev' blijkt niet dat bruinvissen het windpark overdag of 's nachts vermijden (BLEW et al. 2006).

Varianten

Parkconfiguratie

Er zijn geen effecten op zeezoogdieren bekend van de storende optische prikkels die van windparken uitgaan. Daarom is het maar de vraag of een klein OWP-oppervlak (variant 5D) of grote onderlinge afstanden tussen de turbines (variant 12D) de versturende werking vergeleken met de voorkeursvariant verder zou kunnen terugbrengen.

Mocht in het meest ongunstige geval het gehele windparkoppervlak vanwege het samenspel tussen visuele en akoestische storende prikkels door gevoelige dieren worden gemeden, dan moet variant 5D vanwege het kleinste habitatverlies (21,2 km² en 21,1 km² respectievelijk voor de windparken Buitengaats en ZeeEnergie) als het meest positief worden beoordeeld. Op dit zeeoppervlak zijn onder normale omstandigheden ongeveer 8 bruinvissen en een zeehond aanwezig (uitgaande van dichtheden van 1,02 en 0,1 individuen/km², op basis van Geelhoed et al (2011) en Brasseur et al (2011), zie Passende Beoordeling voor toelichting dichtheden). De windparken in de voorkeursvariant hebben een oppervlakte van respectievelijk 32,7 en 31,8 km², waar gemiddeld ca 33 bruinvissen en 3 zeehonden voorkomen. De overige varianten omvatten een gebied van respectievelijk 44,6 km² en 43,0 km², dat gemiddeld door ongeveer 45 bruinvissen en 5 zeehonden wordt gebruikt. Dit komt voor de bruinvissen en zeehonden resp. overeen met 0,15% van het aantal op het NCP resp. 0,05% van de Nederlandse Waddenzeeopulatie.

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Oppervlak windpark [km ²]	32,7	44,6	21,2	44,6	44,6	44,6
Aandeel oppervlak in het NCP [%]	0,58	0,78	0,38	0,78	0,78	0,78
Aandeel oppervlak in de Noordzee [%]	0,058	0,06	0,03	0,06	0,06	0,06

Tabel 52 Oppervlaktes van de opstellingsvarianten, windpark Buitengaats. Uitgaande van een oppervlakte van 57.000 km² van het NCP en 572.000 km² van de Noordzee.

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Oppervlak windpark [km ²]	31,8	43,0	21,1	43,0	43,0	43,0
Aandeel oppervlak in het NCP [%]	0,56	0,78	0,38	0,78	0,78	0,78
Aandeel oppervlak in de Noordzee [%]	0,056	0,06	0,03	0,06	0,06	0,06

Tabel 53 Oppervlaktes van de opstellingsvarianten, windpark ZeeEnergie. Uitgaande van een oppervlakte van 57.000 km² van het NCP en 572.000 km² van de Noordzee.

Conclusie

Op grond van de kleinschaligheid en de, als er al sprake van is, slechts geringe intensiteit van de belemmeringen is significante schade aan de zeezoogdieren in het NCP resp. de Noordzee zeer onwaarschijnlijk.

3.5.2.4 BESCHRIJVING HABITATVERLIES

Aanleg en verwijdering

Direct door de aanleg veroorzaakt habitatverlies komt alleen voor als gevolg van het tijdelijke oppervlakte- en ruimtegebruik van de bouwlocatie. De zeezoogdieren verliezen door een enkele bouwlocatie maximaal tijdelijk minder dan 3.000 m² leefgebied, uitgaande van de zeeoppervlakte die door de fundering en het aanwezige constructieschip in beslag wordt genomen.

Varianten

Ten opzichte van de totale ruimte waarover de zoogdieren beschikken, is het tijdelijke oppervlakteverlies door de bouwplaats voor alle varianten verwaarloosbaar.

Exploitatie

Alleen de oppervlaktes en ruimtes die door de bouwconstructies van het windpark direct worden gebruikt, gelden als een onmiddellijk verlies van leefruimte. Dit betreft alleen de monopiles van de windturbines en de vier pijlers van de platforms voor het transformatorstation.

Varianten*Parkconfiguratie*

Voor het windpark Buitengaats geldt dat de paal van een monopile 38,5 m² en de vier pijlers van het platform ca. 20,3 m². Ingeval van 75 windturbines bij de voorkeursvariant gaat in het windpark een oppervlak van in totaal 2.888 m² verloren. Bij variant 12D wordt voor de tripiles van de 32 turbines en de palen van het transformatorplatform in totaal maar 866 m² gebruikt. Het oppervlakteverlies is echter ook bij de ongunstigste variant (de voorkeursvariant) in relatie tot de totale oppervlakte van het park heel gering (zie Tabel 54).

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Aantal turbines	75	78	78	32	60	105
Ruimtebeslag [m ²]	2.888	2.082	2.082	866	1.606	2.795
Aandeel in oppervlak windpark [‰]	0,088	0,047	0,083	0,021	0,036	0,063

Tabel 54 Oppervlakteverbruik van de windturbines – vergelijking van opstellingsvarianten van windpark Buitengaats

Voor het windpark ZeeEnergie geldt ook dat de paal van een monopile 38,5 m² en de vier pijlers van het platform ca. 20,3 m². Ingeval van 75 windturbines bij de voorkeursvariant gaat in het windpark een oppervlak van in totaal 2.888 m² verloren. Bij variant 12D wordt voor de tripiles van de 28 turbines en de palen van het transformatorplatform in totaal maar 760 m² gebruikt. Het oppervlakteverlies is echter ook bij de ongunstigste variant (de voorkeursvariant, 2.888 m²) in relatie tot de totale oppervlakte van het park heel gering (zie Tabel 55).

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Aantal turbines	75	80	78	28	65	105
Ruimtebeslag [m ²]	2.888	2.132	2.082	760	1.736	2.795
Aandeel in oppervlak windpark [‰]	0,090	0,050	0,099	0,018	0,040	0,065

Tabel 55 Oppervlakteverbruik van de windturbines – vergelijking van opstellingsvarianten van windpark ZeeEnergie

Ruimteverlies is voor de zeezoogdieren belangrijker dan oppervlakteverlies omdat ze zich driedimensionaal in het water bewegen. Deze door de pijlers in beslag genomen ruimte wordt op deze plaats niet afzonderlijk berekend, omdat deze in verhouding tot het watervolume van het NCP resp. de Noordzee nog veel geringer is dan het oppervlakteverlies en voor de zeezoogdieren te verwaarlozen is.

Funderingstypen

Dit geldt onafhankelijk van de funderingsvarianten en daarom wordt afgezien van een vergelijking van de voorziene tripiles met monopiles, jackets, driepoots- en zwaartekrachtfunderingen.

3.5.2.5 *BESCHRIJVING VERTROEBELING EN VERONTREINIGING*

Aanleg en verwijdering

De aanleg van de windturbines en het trenchen van de bekabeling in het park veroorzaken sedimentverschuivingen waarbij voedingsstoffen en schadelijke stoffen kunnen vrijkomen. De effecten komen voornamelijk via de voedselketen tot uiting, omdat primair de prooidieren worden getroffen. De zoogdieren staan aan de top van de marine voedselketen en worden als gevolg van bioaccumulatie (het ophopen van toxische stoffen in de voedselketen) bijzonder bedreigd door giftige stoffen in het milieu. Door de opwerveling van het sediment tijdens de aanleg ontstaan vertroebelingspluimen die de oriëntering van jagende, via sonar navigerende bruinvissen kunnen belemmeren. In de zuidelijke Noordzee bestaat echter een aanzienlijke natuurlijke vertroebeling die wordt veroorzaakt door plankton, door de wind en door de getijden.

De werkzaamheden in de windparken zijn van dien aard dat er maar een zeer beperkte hoeveelheid sediment zal worden verplaatst. Er worden geen baggerwerkzaamheden uitgevoerd, de fundering wordt de grond in geheid en de kabels worden met een Remote Operated Vehicle in de bodem gejet.

Het vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen uit het sediment tijdens de aanlegwerkzaamheden treedt maar tijdelijk en lokaal op. De hoeveelheid schadelijke stoffen die mogelijk kan vrijkomen wordt hierdoor voor het plangebied als gering beschouwd.

Ook de vertroebelingspluimen treden maar zeer beperkt en tijdelijk op en worden als verwaarloosbaar beschouwd.

De eventuele negatieve gevolgen van vertroebelingen voor jagende zeezoogdieren worden mogelijk gecompenseerd door betere beschikbaarheid van voedselorganismen. Zo stelden TOUGAARD et al. (2004a) tijdens de bouwfase van het Deense offshore windpark “Horns Rev” vast, dat de bouwkundige ingrepen na de aanvankelijke verstoring blijkbaar een aantrekkingseffect op bruinvissen uitoefenden, terwijl bodembewonende prooivissen opgejaagd werden. Er zijn echter onvoldoende gegevens beschikbaar om significante uitspraken over dit effect te doen.

Varianten

Parkconfiguratie

Wat het vrijkomen van schadelijke stoffen en het ontstaan van vertroebelingspluimen betreft, kunnen variant 12D vanwege het kleine aantal turbines en variant 5D vanwege de kortste interne kabeltrajecten als gunstigst worden beoordeeld (Tabel 56 en Tabel 57); beide vergen minder ingrepen in het sediment.

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Aantal turbines	75	78	78	32	60	105
Parkinfield kabels [km]	58	80	45	56	105	184

Tabel 56 Aantal turbines en parkinfield kabels – een vergelijking van opstellingsvarianten voor windpark Buitengaats

Opstellingsvariant	Voorkeurs -variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologisch variant	Economische variant
Aantal turbines	75	80	78	28	65	105
Parkinfield kabels [km]	58	80	42	49	114	184

Tabel 57 Aantal turbines en parkinfield kabels – een vergelijking van opstellingsvarianten voor windpark ZeeEnergie

Conclusie

Bij geen van de varianten is een significante schade aan de zeezoogdieren in het NCP resp. de Noordzee te verwachten, temeer omdat de belemmeringen een geringe intensiteit hebben en slechts tijdelijk van aard zijn.

3.5.2.6 BESCHRIJVING OPWARMING BODEM EN ELEKTRO-MAGNETISCHE VELDEN

Exploitatie

Elektromagnetische velden

Als mogelijke fysische effecten van de infield kabels komen elektromagnetische velden en warmte in aanmerking. Effecten van magnetische velden worden vaak met oriëntatieproblemen bij walvissen en dolfijnen (strandingsen) in verband gebracht. Er zijn echter geen onderzoeksresultaten die dit kunnen aantonen.

Er is nog maar weinig bekend over de manier waarop walvissen en dolfijnen zich tijdens hun trektochten oriënteren. Vermoed wordt dat zij magnetische receptoren gebruiken om hun positie aan de hand van lokale aardmagneetvelden te bepalen (KLINOWSKA 1986).

Binnen het offshore windpark wordt de gewonnen stroom naar verwachting overgebracht als wisselstroom die magneetvelden met zeer kleine sterktes en geringe afmetingen produceert. Het natuurlijke magneetveld van de aarde heeft een sterkte van ca. 40 μ T. Het door de kabel opgewekte veld heeft een sterkte van 0,5 tot 2,5 μ T op 1 m hoogte (opgave van de projectinitiator).

Een uitgebreidere toelichting wordt gegeven in deel C, waarin elektromagnetische velden in relatie tot de exportkabels worden beschreven. Op basis van deze beschrijving wordt gesteld dat effecten van elektromagnetische velden – bij een plaatsingsdiepte van de kabel van minimaal 1 meter – onwaarschijnlijk zijn.

Opwarming bodem

Een vergelijkbaar feit geldt voor de warmte die door de kabel wordt geproduceerd. Deze veroorzaakt bij het parkintern toegepaste kabelsysteem (33 kV AC, plaatsingsdiepte 1 m) in de bovenste laag van het sediment boven het tracé een temperatuurverhoging van maximaal 3,3°C (op een diepte van 30 cm onder de sedimentbovenkant; opgave van de projectinitiator).

Varianten

Parkconfiguratie

De mogelijke opstellingsvarianten verschillen onderling ten aanzien van de lengte van de parkinfield kabels (zie Tabel 58 en Tabel 59). Zo kan er een geringe warmteontwikkeling of een zwak magnetisch veld bij variant 5D optreden over een lengte van ten hoogste 45 km van de kabellengte bij windpark Buitengaats en 42 km bij windpark ZeeEnergie, terwijl het bij de economische variant een lengte van 184 km is. De effecten zijn echter zo gering, dat ze voor alle varianten als onaanzienlijk worden geacht.

Vrijspoelen kabels

Mochten er kabels vrijgespoeld worden dan is het direct omringende elektromagnetische veld nog steeds duidelijk zwakker dan het natuurlijke, omdat door de constructie de elektrische velden die bij wisselstroom ontstaan elkaar opheffen. De temperatuurverhoging van het waterlichaam direct bij de kabels zou na het vrijspoelen meer dan 5° kunnen bedragen (kabeltemperatuur bij volle belasting max. 66° C). Dit blijft vanwege de zeer geringe uitbreiding van het effect zonder gevolgen voor de zeezoogdieren. Bovendien wordt door regelmatige tracécontrole verzekerd dat eventuele vrijspoelingen snel worden verholpen.

Conclusie

Een significante schade aan de zeezoogdieren van het NCP resp. de Noordzee is door de zeer geringe fysische effecten niet te verwachten.

3.5.2.7 *BESCHRIJVING HABITATVERBETERING**Exploitatie*

Voor het windparkgebied en een omringende veiligheidszone geldt een gebruiks- en vaarverbod. Een ontlasting van het gebied wordt vooral verwacht door het ontbreken van visserij. Aangenomen wordt dat de visbestanden binnen het plangebied zich beter zullen ontwikkelen dan in de omgeving en zo dus een voedselreservoir voor de zeezoogdieren zouden kunnen vormen. Door het ontstaan van 'kunstmatige riffen' bij de turbinefundaties kunnen zich bovendien nieuwe leefgebieden voor macrobenthos en voedselvissen in het windpark ontwikkelen.

*Varianten**Parkconfiguratie*

Het gebruiksverbod geldt voor binnen het windpark en een 500 m brede veiligheidszone, dus voor de voorkeursvariant in totaal een oppervlak van ca. 45,7 km² en 44,5 km². Uitgaande van een gemiddelde dichtheid van 1,02 bruinvissen/km² kunnen op dit oppervlak per jaar gemiddeld ca. 47 bruinvissen worden verwacht die van het gebruiksverbod kunnen profiteren. Dit komt overeen met ca. 0,15% van de populatie in het NCP (of 0,02% van de Noordzeepopulatie). In het voorjaar kunnen bij een hoge seizoensdichtheid meer dan 66 dieren (<0,3% van het NCP-bestand) in het windparkgebied voorkomen.

De klein bemeten variant 5D is minder voordelig, inclusief veiligheidszone zou een gebruiksverbod hier een oppervlak van 33 km² (voor zowel Buitengaats als ZeeEnergie) beslaan. Van dit oppervlak zouden per jaar gemiddeld ca. 34 bruinvissen kunnen profiteren.

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Oppervlak windpark [km ²]	32,7	44,6	21,2	44,6	44,6	44,6
Oppervlak gebruiksverbod [km ²]	45,7	60	33	60	60	60
Aandeel oppervlak in het NCP* [%]	0,80	1,06	0,58	1,06	1,06	1,06
Aandeel oppervlak in de Noordzee** [%]	0,08	0,08	0,04	0,08	0,08	0,08
Aanwezige bruinvissen bij 1,02 (max. 1,44 ind./km ²)	47 (66)	61 (86)	34 (48)	61 (86)	61 (86)	61 (86)
Aandeel bestand in het NCP*** [%]	0,15 (0,2)	0,2(0,3)	0,1 (0,16)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
Aandeel bestand in Noordzee**** [%]	0,02 (0,03)	0,02 (0,03)	0,01 (0,02)	0, 02 (0, 03)	0, 02 (0, 03)	0, 02 (0, 03)

Tabel 58 Oppervlaktes met gebruiksverbod en mogelijke aanwezigheid van bruinvissen – vergelijking tussen de opstellingsvarianten van windpark Buitengaats. * Uitgaande van een oppervlakte van 57.000 km². ** Uitgaande van een oppervlakte van km². *** Uitgaande van 22.000 individuen. **** Uitgaande van 250.000 individuen.

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Oppervlak windpark [km ²]	31,8	43,0	21,1	43,0	43,0	43,0
Oppervlak gebruiksverbod [km ²]	44,5	58	33	58	58	58
Aandeel oppervlak in het NCP [%]	0,78	1,06	0,58	1,06	1,06	1,06
Aandeel oppervlak in de Noordzee [%]	0,8	0,08	0,04	0,08	0,08	0,08
Aanwezige bruinvissen bij 1,02 (max. 1,44 ind./km ²)	47 (66)	61 (86)	34 (48)	61 (86)	61 (86)	61 (86)
Aandeel bestand in het NCP*** [%]	0,15 (0,2)	0,2(0,3)	0,1 (0,16)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
Aandeel bestand in Noordzee**** [%]	0,02 (0,03)	0,02 (0,03)	0,01 (0,02)	0, 02 (0, 03)	0, 02 (0, 03)	0, 02 (0, 03)

Tabel 59 Oppervlaktes met gebruiksverbod en mogelijke aanwezigheid van bruinvissen – vergelijking tussen de opstellingsvarianten van windpark ZeeEnergie. * Uitgaande van een oppervlakte van 57.000 km². ** Uitgaande van een oppervlakte van km². *** Uitgaande van 22.000 individuen. **** Uitgaande van 250.000 individuen.

Conclusie

Een significant negatieve gevolgen voor de zeezoogdieren in het NCP resp. de Noordzee is niet mogelijk doordat de gevolgen van het gebruiksverbod als positief worden beoordeeld.

3.5.2.8 *BESCHRIJVING EXTERNE WERKING*

Aanleg en verwijdering

Vanwege de eerder beschreven akoestische en visuele verstoringen moet worden gekeken naar mogelijke barrièrewerking en habitatversnippering. Dit betekent dat zeezoogdieren door verstoringen grootschalig worden gehinderd om bepaalde gebieden te passeren of op te zoeken. Migratiebewegingen (vooral van bruinvissen in het voorjaar) zouden dus met omwegen zijn verbonden.

Wat de bouwactiviteiten betreft hebben alleen de geluidsemissies van de heimachines een externe werking. Theoretisch kunnen de zeezoogdieren de heimachines in de gehele Noordzee horen, mits het achtergrondgeluid (golfgeluiden etc., zie boven) zacht genoeg is

Een barrièrewerking is echter ten hoogste voor het gebied te verwachten waarin gedragsreacties (bijv. vluchten) kunnen plaatsvinden, dus in een radius van 20 km bij bruinvissen en 80 km bij zeehonden (BOON, 2012). Dit resulteert tijdens de heifases in een maximaal 40 km c.q. 160 km brede barrière. Het eigenlijke heien echter maar een klein deel (<10%) van de tijd in beslag. Er zijn dus tijdvensters waarbinnen de bruinvissen door het plangebied heen kunnen zwemmen.

Varianten

Parkconfiguratie

De mogelijke barrièrewerking door de aanleg van een enkel fundament is voor alle opstellingsvarianten dezelfde. Omdat minder turbines ook minder heiwerk en een kortere bouwphase vergen, moet variant 12D voor windpark Buitengaats en ZeeEnergie met 32 respectievelijk 28 windturbines als de meest voordelige worden beoordeeld en de economische variant als de ongunstigste (zie Tabel 60).

Funderingstypen

Met betrekking tot de funderingstypen ontstaat de in Tabel 60 onder “Geluidssterkte” weergegeven klassering. Bij de als gunstigste optie te beoordelen zwaartekrachtfundering moet een barrièrewerking door geluidsoverlast vanwege het ontbreken van heigeluid worden uitgesloten, terwijl bij het heien van een monopile van 7 m doorsnede een storingsradius van meer dan 20 km (bruinvissen) en 80 km (zeehonden) te verwachten is.

Barrière, omweg

Als totaal genomen geldt voor alle beoordeelde opstellings- en funderingsvarianten, dat er voor de zeezoogdieren hoogstens sprake is van een tijdelijke barrièrewerking door geluidsoverlast, die niet langer zal duren dan de bouwperiode. De barrièrewerking doet zich tijdens de bouwperiode niet continu gelden en betreft waarschijnlijk slechts een deel van de individuen die door het gebied willen zwerven. In het meest ongunstige geval, als dus de reactiezone met een radius van 20 km wordt gemedend, moeten bruinvissen die door het gebied willen zwemmen tijdens de heiwerkzaamheden een omweg van ongeveer 22,9 km maken (een 62,9 km i.p.v. 40 km lange weg).

NEDWELL et al. (2007) gaan bij bruinvissen ervan uit dat er slechts een 5 km grote zone rond de heiwerkzaamheden wordt gemedend (zie boven) en ook waarnemingen door LUCKE (2010) en BRASSEUR et al. (2012) laten zien dat bruinvissen wel degelijk binnen deze straal voorkomen en dat de grootte van de barrièrewerking dus overschat is.

Zeehonden die onderweg zijn naar hun voedselgebieden moeten bij een gemiddelde zone van 80 km (PRINS et al. 2008, BOON 2012) een omweg van maximaal 92 km maken. Ook hier geldt weer dat 80 km een overschatting is van de grootte van het gemiddelde gebied (TOUGAARD 2003a, 2006, LUCKE 2010, BOON 2012, BRASSEUR 2012). Bovendien hebben de dieren volgens de huidige kennisstand echter geen vaste jachtgebieden. Daarom kunnen ze uitwijken naar andere gebieden buiten het mijdingsgebied, waarvoor een belangrijk kortere omweg gemaakt behoeft te worden. De heen- en weerbewegingen van de zeehonden tussen Waddenzee en Voordelta vinden ver ten westen van het maximale mijdingsgebied plaats en worden door het initiatief niet negatief beïnvloed.

Conclusie

Er dient van te worden uitgegaan dat er door de barrièrewerking tijdens de bouw geen significante schade optreedt aan de zeezoogdieren in het NCP resp. de Noordzee.

Exploitatie

Onderzoeken bij in operatie zijnde windparken hebben tot op heden geen populatieafname of verandering in gedrag van bruinvissen (TOUGAARD et al. 2004a, 2004b, BLEW 2006, SCHEIDAT et al. 2011, TOUGAARD & CARSTENSEN 2011) of bij zeehonden (TEILMANN et al. 2006c, TOUGAARD et al., 2006, LINDEBOOM et al. 2011) waargenomen. Weliswaar is de populatie gewone zeehonden na aanleg van het windpark of Scroby Sands, Engeland afgenomen, maar dit viel samen met een toename van de grijze zeehond populatie (Skeate, 2012). Blijkbaar leiden in operatie zijnde windparken niet tot een gedragsverandering bij zeezoogdieren en dus zal er ook geen barrièrewerking van deze parken uitgaan. De heen- en weerbewegingen van de zeehonden tussen Waddenzee en Voordelta kunnen door aanleg van het Gemini-windpark sowieso niet gestoord worden, omdat de afstand tot de Gemini-parken te groot is.

Varianten

Op basis van de literatuur is er geen reden om te veronderstellen dat een park in een operatie een barrière voor zeezoogdieren vormt. Als een 'worst-case' gaan we er toch vanuit dat het park zelf een barrière vormt. De grootte van deze barrière komt dan overeen met de grootte van de windparken Buitengaats en ZeeEnergie, welke maximaal is in noord-zuidrichting. De voorkeursvariant en variant 5D vormen de kleinste barrière, terwijl variant 7D, de ecologische variant en de economische variant een grotere barrière vormen tijdens de exploitatie fase. Omdat het park tijdens de gebruiksfase geen barrière, of, in het slechtste geval, slechts een kleine barrière vormt voor zeezoogdieren, zal voor toetsing van de verschillende varianten op externe werking vooral worden gekeken naar de barrière-werking tijdens de bouwfase.

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologisch e variant	Economische variant
Afstand noord-zuid windpark [km]	6,5	10,4	7,4	10,4	10,4 -3 km corridor	10,4
Min. afstand tussen turbines [km]	0,69	0,85	0,60	1,4	0,85	0,70

Tabel 60 Afmetingen van het offshore windpark Buitengaats en de afstand tussen de turbines bij de verschillende opstellingsvarianten

Opstellingsvariant	Voorkeurs-variant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologisch e variant	Economisc he variant
Afstand noord-zuid windpark [km]	7,5	10,4	7,4	10,4	10,4 -3 km corridor	10,4
Min. afstand tussen turbines [km]	0,62	0,85	0,60	1,4	0,85	0,70

Tabel 61 Afmetingen van het offshore windpark ZeeEnergie en de afstand tussen de turbines bij de verschillende opstellingsvarianten

3.5.2.9 EFFECTBEOORDELING WINDPARKEN BUITENGAATS EN ZEEENERGIE

In deze paragraaf wordt een samenvatting van de bovenstaande effectvoorspellingen (in verschillende tabellen) en de beoordeling voor verschillende beleidskaders binnen de begrenzingen van de EEZ en 12-zeemijlszone beschreven. De beoordeling is voor beide parken gegeven. In de overzichtstabellen is onderscheid tussen de beide windparken gemaakt.

Samenvattend overzicht van de effectvoorspellingen

In Tabel 62 en Tabel 63 worden respectievelijk voor de windparken Buitengaats en ZeeEnergie voor iedere storende factor de duur, ruimtelijke omvang en het voorspelde effect op het zeezoogdierbestand (waardeverandering) voor alle mogelijke alternatieve opstellingsvarianten beoordeeld. De waardeverandering heeft telkens betrekking op de kwetsbaarste soort.

Mogelijke funderingsvarianten worden hier niet beschouwd; deze verschillen in hun effecten op zeezoogdieren alleen ten aanzien van de door de bouw veroorzaakte geluidsbelasting. De desbetreffende klassering van de funderingsvarianten is in Tabel 47 gegeven.

Storende factoren door werkzaamheden voor aanleg en verwijdering

Effecten zijn vooral mogelijk door de geluidsemissies van het bouwen van de funderingen, omdat zowel grootschalige storingen (mijdingsgedrag tot 20 km in de omtrek bij bruinvissen en 80 km bij zeehonden) alsook gezondheidsschade in de directe omgeving (gehoorschade tot 0,6 km in de omtrek bij bruinvissen en 4 km bij zeehonden) niet kan worden uitgesloten. Er wordt een tijdelijk negatief effect op het lokale bestand van de zeezoogdieren verwacht. Een deel van de dieren zal het planningsgebied waarschijnlijk verlaten en andere individuen worden door de externe effecten belemmerd het gebied op te zoeken. De kwaliteit van de leefomgeving kan door oppervlakteverlies evenals door aan de bouw verbonden chemische en mechanische effecten (bijv. vertroebelingspluimen) minder worden. Deze effecten blijven beperkt tot de directe omgeving van de bouwplaats. Men kan ervan uitgaan dat de negatieve effecten slechts tijdelijk van aard zijn en dat de zeezoogdieren al tijdens de heivrije bouwfases of op zijn laatst na het einde van de bouwphase van een half jaar voor elk park in het gebied terugkeren. Hiervoor spreken vooral de ervaringen die met het Deense OWP Horns Rev zijn opgedaan (TEILMANN et al. 2006c, BLEW et al. 2006). Significant negatieve effecten op het zeezoogdierenbestand van het NCP of de Noordzee zijn in de bouwphase niet te verwachten.

Storende factoren in de gebruiksfase van de windparken

Het vaar- en gebruiksverbod dat voor de windparken plus de veiligheidszone geldt, kan door een verbetering van de voedselvoorziening (visserijverbod) en een vermindering van storingen een positieve werking op de kwaliteit van de leefomgeving hebben. De van de windturbines in bedrijf uitgaande visuele en akoestische storende prikkels werken alleen in de directe omgeving van de turbines en een externe

werking op het zoogdierbestand (barrièrewerking, elektromagnetische velden, habitatversnippering) is onwaarschijnlijk. Op lange termijn is een positieve werking van het OWP op het lokale zoogdierbestand mogelijk, omdat aanwezige belastingen worden gereduceerd en de verbetering van de voedselvoorziening een extra aantrekkingsgevoel tot gevolg kan hebben. Significante negatieve effecten op het zeezoogdierenbestand van het NCP en de Noordzee zijn in de bedrijfsfase niet te verwachten.

Effecten op leefomgeving functies

Het windparkgebied kan de volgende ecologische functies voor de zeezoogdieren vervullen:

- Voortplantingsgebied
- Foerageer- resp. verblijfsgebied
- Migratiegebied

Deze functies zouden door een windpark beperkt kunnen worden. Een functie als voortplantingsgebied moet in het voorliggende geval voor de aanwezige soorten echter in hoge mate uitgesloten worden geacht (zie paragraaf 3.4.3 of de Passende Beoordeling in bijlage 10). Het verliezen van de andere functies is niet te verwachten, omdat de gevolgen maar een klein deel van het areaal betreffen (bijv. storing door visuele onrust, vertroebelingspluimen), zich slechts kort voordoen (bijv. mijding van het voedings-/migratiegebied door heigeluiden), van heel geringe intensiteit zijn (bijv. chemische/fysische effecten) of een positief effect hebben (visserijverbod). Indirecte effecten op de functie, bijv. door schadelijke beïnvloeding van de voedselbasis zijn eveneens niet te verwachten. Zo staan er langdurig positieve effecten tegenover de negatieve effecten op het bestand van de visfauna (zie Visserijverbod in hoofdstuk 14), die uiteindelijk ook voor de zeezoogdieren bestandsvergroting kunnen werken.

Windpark Buitengaats												
	Duur	Ruimtelijke verspreiding	Waarde- verandering	Herstelbaarheid	Eenheid	Voorkeursvariant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant	Weging
Storende factoren door bouw en demontage												
Criterium geluid / vibratie												
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten	K	P	0	Ja	kw.	xx	xx	xx	x	xx	xxx	1
Geluidsemissies door heien	K	G	-	Ja	h	300	468	468	192	360	630	3
Vibratie door heien	K	D	-	Ja	h	300	468	468	192	360	630	2
Criterium visuele onrust / licht												
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten	K	D	0	Ja	dagen	300	312	312	128	240	420	1
Veiligheidszone met lichtemissie (bebakening, verlichting)	K	D	0	Ja	kw.	xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Bouwplaatsverlichting	K	P	0	Ja	kw.	x	x	x	x	x	x	0
Criterium barrièrewerking / leefruimteversnippering												
Externe effecten	K	G	-	Ja	kw.	xx	xx	xx	x	xx	xxx	2

Criterium ruimteverlies												
Windturbine: ruimtebeslag door bouwplaats / bouwactiviteiten	K	P	0	Ja	kwat.	xxx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Kabels: ruimtebeslag door bouwplaats / bouwactiviteiten	K	P	0	Ja	km	58	80	45	56	105	184	0
Criterium chemische / mechanische effecten												
Emissie schadelijke stoffen en CO2 door bouwactiviteiten/-voertuigen	K	P	0	Ja	kwat.	Xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Bouw fundering windturbine: vorming van vertroebelingspluimen	K	D	0	Ja	aantal	75	78	78	32	60	105	1
Bouw fundering windturbine: vrijkomen van voedings- en schadelijke stoffen	K	P	0	Ja	kwat.	xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Plaatsing kabels OWP: vorming van vertroebelingspluimen	K	D	0	Ja	km	58	80	45	56	105	184	1
Plaatsing kabels OWP: vrijkomen van voedings- en schadelijke stoffen	K	P	0	Ja	kwat.	x	xx	x	x	xx	xxx	0

Schadelijke factoren door bedrijf windpark												
Criterium geluid / vibratie												
Geluidsemissie in waterlichaam (boven de mast)	L	D	0	Ja	Km ²	2,4	2,4	2,4	1,0	1,9	3,3	1
Vibratie in waterlichaam (boven de mast)	L	D	0	Ja	kwal.	Xxx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Criterium visuele onrust / licht												
Veiligheidszone: bebakening van de perifere turbines	L	D	0	Ja	kwal.	Xx	xx	x	xx	xx	xx	0
Veiligheidszone: boeien / zeebakens (herkenbaarheid)	L	P	0	Ja	kwal.	Xx	xx	x	xx	xx	xx	0
Windturbine – rotor: lichtreflectie, schaduwverping	L	P	0	Ja	aantal	75	78	78	32	60	105	1
Windturbine – rotor: draaibeweging	L	P	0	Ja	kwal.	X	x	x	x	x	x	0
Criterium barrièrewerking / leefruimteversnippering												
Externe effecten	L	W	0	Ja	kwal.	Xx	xx	xx	x	x	xxx	0
Criterium oppervlakteverlies												
Windturbine, funderingen: oppervlakte- en ruimteverbruik	L	D	0	Ja	kwal.	Xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Criterium fysische effecten												
Parkinfield kabels:					km	58	80	45	56	105	184	
Warmteopwekking	L	D	0	Ja	kwal.	X	xx	x	x	xx	xxx	0
Opwekking elektrische en magnetische velden	L	D	0	Ja	kwal.	X	xx	x	x	xx	xxx	0
Criterium gebruiksverbod												
Windpark, veiligheidszone:					km ²	45,7	60	33	60	60	60	
Gebruiksverbod	L	W	+	Ja	kwal.	X	x	xx	x	x	x	2
Vaarverbod	L	W	+	Ja	kwal.	X	x	xx	x	x	x	1

Tabel 62 Vergelijking van de varianten voor het windpark Buitengaats (parkconfiguratie; zeezoogdieren).

Afkortingen in bovenstaande tabel:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: P: plaatselijk; D: delen van windpark; W: windpark plus veiligheidszone; G: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – x / xx / xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

Weging	Economische variant	Ecologische variant	Variant 12D	Variant 5D	Variant 7D	Voorkeurvariant	Eenheid	Haalbaarheid	Waarde verandering	Ruimtelijke verspreiding	Duur	Windpark ZeeEnergie
Storende factoren door bouw en demontage												
Criterium geluid / vibratie												
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten	K	P	0	Ja	kw.	Xx	xx	xx	x	xx	xxx	1
Geluidsemissies door heien	K	G	-	Ja	h	300	480	468	168	390	630	3
Vibratie door heien	K	D	-	Ja	h	300	480	468	168	390	630	2
Criterium visuele onrust / licht												
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten	K	D	0	Ja	dagen	300	320	312	112	260	420	1
Veiligheidszone met lichtemissie (bebakening, verlichting)	K	D	0	Ja	kw.	Xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Bouwplaatsverlichting	K	P	0	Ja	kw.	x	x	x	x	x	x	0
Criterium barrièrewerking / leefruimteversnippering												
Externe effecten	K	G	-	Ja	kw.	xx	xx	xx	x	xx	xxx	2
Criterium ruimteverlies												
Windturbine: ruimtebeslag door bouwplaats / bouwactiviteiten	K	P	0	Ja	kw.	xxx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Kabels: ruimtebeslag door bouwplaats / bouwactiviteiten	K	P	0	Ja	km	58	80	42	49	114	184	0
Criterium chemische / mechanische effecten												
Emissie schadelijke stoffen en CO2 door bouwactiviteiten/-voertuigen	K	P	0	Ja	kw.	xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Bouw fundering windturbine: vorming van vertroebelingspluimen	K	D	0	Ja	aantal	75	80	78	28	65	105	1
Bouw fundering windturbine: vrijkomen van voedings- en schadelijke stoffen	K	P	0	Ja	kw.	xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Plaatsing kabels OWP:	K	D	0	Ja	km	58	80	42	49	114	184	1

vorming van vertroebelingspluimen												
Plaatsing kabels OWP: vrijkomen van voedings- en schadelijke stoffen	K	P	0	Ja	kwal.	x	xx	x	x	xx	xxx	0
Schadelijke factoren door bedrijf windpark												
Criterium geluid / vibratie												
Vibratie in waterlichaam (boven de mast)	L	D	0	Ja	kwal.	Xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Criterium visuele onrust / licht												
Veiligheidszone: bebakening van de perifere turbines	L	D	0	Ja	kwal.	Xx	xx	x	xx	xx	xx	0
Veiligheidszone: boeien / zeebakens (herkenbaarheid)	L	P	0	Ja	kwal.	Xx	xx	x	xx	xx	xx	0
Windturbine – rotor: lichtreflectie, schaduwwerping	L	P	0	Ja	aantal	75	80	78	28	65	105	1
Windturbine – rotor: draaibeweging	L	P	0	Ja	kwal.	x	x	x	x	x	x	0
Criterium barrièrewerking / leefruimteversnippering												
Externe effecten	L	W	0	Ja	kwal.	xx	xx	xx	x	x	xxx	0
Criterium oppervlakteverlies												
Windturbine, funderingen: oppervlakte- en ruimteverbruik	L	D	0	Ja	kwal.	xx	xx	xx	x	xx	xxx	0
Criterium fysische effecten												
Parkinfield kabels:					km	58	80	42	49	114	184	
Warmteopwekking	L	D	0	Ja	kwal.	X	xx	x	x	xx	xxx	0
Opwekking elektrische en magnetische velden	L	D	0	Ja	kwal.	x	xx	x	x	xx	xxx	0
Criterium gebruiksverbod												
Windpark, veiligheidszone:					km ²	45,7	58	32	58	58	58	
Gebruiksverbod	L	W	+	Ja	kwal.	x	x	xx	x	x	x	2
Vaarverbod	L	W	+	Ja	kwal.	x	x	xx	x	x	x	1

Tabel 63 Vergelijking van de varianten voor het windpark ZeeEnergie (parkconfiguratie; zeezoogdieren)

Afkortingen in bovenstaande tabel:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – x / xx / xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

In Tabel 64 worden de storende factoren door aanleg en gebruik ingedeeld in de in Tabel 62 en Tabel 63 genoemde groepen en voor alle opstellingsvarianten geëvalueerd. De factoren die eerder de wegingsfactor 'nul' kregen, worden niet verder meer genoemd. Deze tabel beschrijft de storende factoren van één windpark (bv. qua tijdsduur), maar is representatief voor zowel het windpark Buitengaats als ZeeEnergie.

Zeezoogdieren							
	VKA	Variant 7D (voorkeurvariant)	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant	Weging
Storende factoren door de bouw en demontage van het windpark							
Criteriumgroep gezondheidsrisico							
Geluid / vibratie							
Heien van de funderingen: geluidsemissies	1*4= 4	2*3 = 6	2*3 = 6	1*3 = 3	2*3 = 6	3*3 = 9	3
Heien van de funderingen: vibratie	6	4	4	2	4	6	2
Totaal	10	10	10	5	10	15	
Rang	II	II	II	I	II	III	
Criteriumgroep storing							
Geluid / vibratie							
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -bouwactiviteiten	2	2	2	1	2	3	1
Heien van de funderingen: geluidsemissies	6	6	6	3	6	9	3
Heien van de funderingen: vibratie	4	4	4	2	4	6	2
Visuele onrust / licht							
Visuele onrust door bouwapparatuur en -bouwactiviteiten	2	2	2	1	2	3	1
Totaal	14	14	14	7	14	21	
Rang	II	II	II	I	II	III	
Criteriumgroep habitatverslechtering							
Chemische / mechanische effecten							
Bouw funderingen / erosiebescherming: vorming van vertroebelingspluimen	2	2	2	1	2	3	1
Plaatsen kabels in het OWP: vorming van vertroebelingspluimen	2	2	1	1	2	3	1
Totaal	4	4	3	2	4	6	
Rang	III	III	II	I	III	IV	
Criteriumgroep externe effecten							
Barrièrewerking / leefruimteversnippering							
Externe effecten	3	4	4	2	4	6	2
Totaal	3	4	4	2	4	6	
Rang	I	II	II	I	II	III	
Storende factoren door bedrijf van het windpark							
Criteriumgroep storing							
Geluid / vibratie							
Bedrijfsgeluiden in het waterlichaam (overgedragen via de mast)	2	2	2	1	2	3	1
Visuele onrust / licht							
Rotor: draaibeweging en lichtreflectie	2	2	2	1	2	3	1
Totaal	4	4	4	2	4	6	
Rang	II	II	II	I	II	III	
Criteriumgroep habitatverbetering							
Gebruiksverbod							
Gebruiksverbod	2	2	4	2	2	2	2
Vaarverbod	1	1	2	1	1	1	1
Totaal	4	3	6	3	3	3	
Rang	I	I	II	I	I	I	

Tabel 64 Beoordeling van de varianten (zeezoogdieren).

In Tabel 65 zijn de in het voorgaande hoofdstuk uitgevoerde evaluaties samengevat. De duur, ruimtelijke omvang en het voorspelde effect op het zeezoogdierbestand worden voor elke onderzochte groep samenvattend beoordeeld, waarbij steeds de individuele factor met de maximale werking de doorslag geeft. Het verwachte effect op het zoogdierbestand (waardeverandering) heeft alleen betrekking op de genoemde duur en de genoemde periode. Ook deze tabel is weergegeven voor één windpark, maar is representatief voor zowel het windpark Buitengaats als ZeeEnergie.

Criteriumgroep: Zeezoogdieren	Waardeverandering (effect op het bestand)										
	Duur	Ruimtelijke omvang	Bruinvis	Gewone zeehond	Grijze zeehond	Voorkeurvariant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Bouw en demontage						Rang	Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Gezondheidsbedreiging	K	D	0	0	0	II	II	II	I	II	III
Verstoring	K	G	–	–	–	II	II	II	I	II	III
Verslechtering van het leefgebied	K	D	0	0	0	III	III	II	I	III	IV
Externe werking	K	G	–	–	0	I	II	II	I	II	III
Bedrijf						Rang	Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Verstoring	L	D	0	0	0	II	II	I	II	II	III
Verbetering van de leefruimte	L	W	+	+	+	I	I	II	I	I	I

Tabel 65 Samenvattend overzicht van de relevante criteriumgroepen van de storende factoren

Afkortingen: Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)
Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

3.5.2.10 CUMULATIEVE EFFECTEN BUITENGAATS, ZEEENERGIE EN CLEARCAMP

Aanleg

In de aanlegfase kan cumulatie van effecten op zeezoogdieren optreden in de vorm van verstoring door onderwatergeluid, visuele onrust en licht. Dit kan echter alleen optreden als de werkzaamheden voor aanleg van de parken tegelijkertijd worden uitgevoerd. Het windpark Clearcamp zal niet in dezelfde periode worden gerealiseerd waardoor cumulatie van effecten op zeezoogdieren worden uitgesloten.

Gebruik

In de gebruiksfase kan cumulatie van effecten op zeezoogdieren optreden in de vorm van verstoring door onderwatergeluid van draaiende turbines, visuele onrust en licht. Verstoring van onderwatergeluid door draaiende windturbines beperkt zich tot zeer korte afstand (enkele tot enkele tientallen meters) van de windturbines. De windturbines staan minimaal 500 meter uit elkaar, waardoor er door het onderwatergeluid geen barrière voor zeezoogdieren ontstaat om tussen de windparken door te zwemmen. Daarnaast beslaan het gebied ook met inbegrip van het windpark Clearcamp een verwaarloosbaar percentage van het leefgebied van de zeezoogdieren. Effecten van visuele onrust en verstoring door licht

kunnen alleen optreden bij onderhoudswerkzaamheden en calamiteiten. Het is de verwachting dat de onderhoudswerkzaamheden zeer beperkt zullen zijn en als dit wordt uitgevoerd effecten daarvan lokaal zullen optreden. Er wordt hierbij tijdelijk ook met inbegrip van het windpark Clearcamp een verwaarloosbaar percentage van het leefgebied van de zeezoogdieren verstoord. Effecten van cumulatie met het windpark Clearcamp op zeezoogdieren in de gebruiksfase worden uitgesloten.

3.5.3 VISSEN

Vissen in het plangebied kunnen effecten ondervinden van geluid en trillingen, visuele onrust en licht, habitatverlies, vertroebeling en verontreiniging, elektromagnetische velden en habitatverbetering. Naast effecten in het plangebied kunnen in de omgeving van het plangebied effecten optreden op vissen door externe werking. De beschrijving van deze effecten vindt eerst plaats voor de werkzaamheden die komen bij het aanleggen en verwijderen van de windparken, vervolgens vindt de beschrijving van de effecten van de gebruiksfase plaats. Bij de beschrijvingen wordt steeds eerst een algemeen stuk gevolgd door het vergelijken van de verschillende varianten. De effecten op vissen worden in onderstaande paragrafen beschreven. De effectbeschrijving wordt gegeven voor zowel het windpark Buitengaats als ZeeEnergie. Aan het eind wordt voor beide parken de effectbeoordeling gegeven. Waar nodig wordt hier in tabellen onderscheid tussen de beide parken gemaakt.

3.5.3.1 GEGEVENSBASIS EN STAND VAN DE KENNIS

De huidige inzichten in de door bouw, aanleg en gebruik veroorzaakte effecten van een offshore windpark op de visfauna kunnen met betrekking tot de fundamentele samenhangen voor een groot gedeelte kwalitatief worden afgeleid uit de literatuur en de tot nu toe uitgevoerde studies over offshore bouwinitiatieven (BIO/CONSULT AS 2002, 2004, 2005, BIO/CONSULT AS & CARL BRO (SIMRAD) 2005, EHRICH et al. 2006, KLAUSTRUP 2006). Een overzicht van de potentiële storende factoren en de te verwachten effecten wordt gegeven door bijv. KNUST et al. (2003) en meer recent in Boon et al. (2012). De effecten moeten echter voor de concrete locatie van de ingreep worden gespecificeerd en zijn niet zonder meer generaliseerbaar. Mochten voor een bepaald aspect de voorhanden onderzoeksrapporten e.d. niet toereikend zijn voor een klassering, dan vindt een deskundigenschatting plaats door de auteurs.

3.5.3.2 BESCHRIJVING GELUID EN TRILLINGEN

Aanleg en verwijdering

Tijdens de bouwperiode worden door het inheien van de fundaties, door het extra bouwverkeer en door de bouwactiviteiten in het algemeen geluidsemissies veroorzaakt. De emissies die het achtergrondgeluid overstijgen (tussen ca. 70-110 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ volgens LUCKE et al. 2006, KELLER et al. 2006 en DEGN 2000, HENRIET, 2006) zoals bijv. door golven en scheepsgeluiden wordt veroorzaakt, kunnen effecten op de visfauna hebben.

Gehoorgevoeligheid soorten

Vissen vangen geluiden en drukgolven op via het gehoorsysteem en de zijlijn. Bij vissen met een zwemblaas is het gehoorvermogen over het algemeen beter dan bij soorten zonder zwemblaas (FAY & POPPER 1998, BLAXTER 1981). Ook neemt men aan dat het gehoorvermogen beter wordt naarmate de grootte van de vissen en dus ook de grootte van de zwemblaas toeneemt (ANONYMUS 1995). De reactie van vissen op geluid hangt af van de soortspecifieke gehoorgevoeligheid. Op basis van de gehoorgevoeligheid kan het visbestand ruwweg in twee klassen worden verdeeld: gehoorgeneralisten en gehoorspecialisten. Specialisten hebben een lagere gehoorgrens en zijn in staat geluiden met een frequentie van meer dan 3 kHz te horen. Generalisten zijn alleen gevoeligheid voor lage tonen. Bij de generalisten

horen bijv. schol, schaar, bot, tarbot en enkele andere platvissoorten, die allemaal na de larvale fase een degeneratie van de zwemblaas ervaren. Ook de puitaal, grondels en zandspieringen horen net als paling en kabeljauw bij de gehoorgeneralisten (MARX 2005). Tot de gehoorspecialisten wordt bijv. de haring gerekend (KNUST et al. 2003). Ook de sprat en andere haringachtigen zoals de fint (*Alosa fallax*) horen bij deze groep. De laatste heeft een bijzonder goed gehoorvermogen (GREGORY & CLABBURN 2003). Door GREGORY & CLABBURN (2003) is bijvoorbeeld aangetoond dat de fint zelfs nog reageert op hoge geluidsfrequenties van 200 kHz, wat bij vissen heel ongewoon is. Ook de mijdingsreacties op geluid zijn bij de fint heel duidelijk GREGORY & CLABBURN (2003). De door de heiwerkzaamheden veroorzaakte lawaai en trillingen zullen daarom een afschrikkende werking hebben. Volgens FRICKE (2003) wijken finten enkele kilometers uit van de bron van het lawaai. Voor andere vissen dan de Fint is het bereik waarin reacties op geluid waargenomen aanmerkelijk kleiner: uit onderzoek naar zeebaars, makreel en Atlantische kabeljauw moet worden geconstateerd dat vissen slechts reageren op geluiden met een frequentie die tussen de 60 Hz tot 4 kHz liggen (KASTELEIN 2007).

Effecten in de directe omgeving

In de directe omgeving van heiwerkzaamheden kunnen drukgolven eventueel zware beschadigingen aan het weefsel van vissen veroorzaken. In door KNUST et al. (2003) beschreven onderzoek zijn in de directe omgeving en kort na het begin van heiwerkzaamheden dode vissen gevonden die inwendige bloedingen, open wonden, geplette zwemblazen en sterk beschadigde inwendige organen vertonen. Ook in MARX (2005) worden dergelijke effecten beschreven. Volgens de in HASTINGS & POPPER (2005) geciteerde onderzoeken bestaat een lineair verband tussen mortaliteit en lichaamsmassa; hoe hoger het gewicht, hoe lager de mortaliteit. Over de langetermijneffecten van verwondingen die niet direct dodelijk zijn voor een populatie is de kennis nog gebrekkig. Volgens de literatuurstudies van o.a. THOMSEN et al. (2006) en HASTINGS & POPPER (2005) bestaan nog grote onzekerheden over de bepaling van de grenzen waar een gehoorschade bij vissen begint. Afhankelijk van de vissoort, de frequentie en duur van het geluid worden waarden vanaf 153 dB tot meer dan 180 dB als grens (Permanent Threshold Shift, PTS) aangegeven. In deze bereiken liggen ook de oorspronkelijk voor zeezoogdieren ontwikkelde grenswaarden van het "National Marine Fisheries Service" (NMFS, USA) die op 160 dB re 1 μPa^2 voor gedragsveranderingen en 180 dB voor tijdelijke gehoordrempelverschuivingen (Temporary Threshold Shift, TTS) liggen. Deze cijfers hebben betrekking op het over de heislagen gemiddelde geluidsniveau. Op 12-06-2008 werden door meerdere Amerikaanse gouvernementele organisaties, onder andere NOAA en NMFS, in een overeenkomst nieuwe grenswaarden vastgelegd. Deze liggen bij 206 dB (maximaal geluidsniveau, SPL_{peak}) en 183 dB (over alle heislagen gecumuleerde geluidsenergieniveau, SEL cumulative). Er wordt vanuit gegaan dat vissen met een gewicht van meer dan 2 gram vanaf deze waarden schade oplopen. PRINS (2008) gaat op basis van POPPER et al. (2006) en AMOSER & LADICH (2003) uit van de in weergegeven cumulatieve SEL waarde en piekgeluidsniveaus waarop fysieke beschadiging en temporary threshold shift (TTS) optreedt. Met betrekking tot gehoorschade door drukgolven wordt vermoed dat deze herstelbaar is (KNUST et al. 2003).

Effect	Grootheid	Waarde	Eenheid	Afstand
Fysiek letsel	Cumulatieve geluidsenergieniveau (SEL cumulative)	187	dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$	14 km ⁶
Fysiek letsel	Piekgeluidsniveau (SPLpiek)	208	dB re μPa^2	150 m ⁷
TTS	Over de heislage gemiddeld geluidsniveau (Leq)	155	dB re μPa^2	6 km

Tabel 66: grenswaarde geluid waarop fysieke veranderingen bij vissen optreden. Overgenomen uit PRINS (2008), tabel 8.1.

Ook weergegeven Tabel 66 is de maximale afstand tot de heillocatie tot waar bepaalde effecten optreden. Bij berekening van deze afstand is PRINS et al. (2008) uitgegaan van gemeten geluids(energie)niveaus bij het Q7-windpark (JONG & AINSLIE 2008). De gevonden waarden stemmen overeen met de waarden in andere literatuur. Zo treedt volgens ELMER & ROLFES (2006) letsel op bij een afstand tot 6,5-10,5 km. Bij de minder gevoelige platvissen, die een zeer groot gedeelte van de visfauna uitmaken, is aan te nemen dat zij het gebied niet zo ruim zullen mijden. Zware verwondingen zijn volgens THOMSEN et al. (2006) bij afstanden tot ongeveer 100 m te verwachten. Als 'worst-case' zullen in het vervolg voor directe sterft door verwonding en fysiek letsel de waarde van PRINS et al. (2008) van respectievelijk 150 m en 14 km worden aangehouden. Daarnaast wordt er geen rekening mee gehouden tot vissen vanwege het steeds terugkerende lawaai tijdens de bouw het gebied zullen gaan mijden en het aantal visslachtoffers door het heien van de laatste funderingen lager zal liggen dan het aantal slachtoffers door de eerste funderingen.

Indien als 'worst case' wordt aangenomen dat geen enkele vis bij aanvang van de werkzaamheden vlucht en dat het mortaliteitspercentage op 100% in een cirkel van 14 km rond de fundering ligt, gaat het om een oppervlak van 196 km² (<0,4% van het NCP) rondom het GEMINI-park waarin vissen sterven. Voor de vaker voorkomende (= niet beschermde) soorten laat zich daaruit geen belasting of zelfs bedreiging van de populatie afleiden. De tot nu toe in het windparkgebied belangrijkste beschermde soort volgens de Habitatrichtlijn, de fint (*Alosa fallax*), komt in dichtheden van <2 dieren/ha voor, zodat uitgaande van een 'worst case' maximaal 123.150 finten tijdens de gehele bouwperiode zouden sterven. Omdat er geen gegevens over de totale populatie beschikbaar zijn, kan dit cijfer niet kwantitatief aan de totale populatie worden gerelateerd. De fint heeft volgens de onderzoeken van KLOPPMANN et al. (2003) en STELZENMÜLLER & ZAUKE (2003) haar hoofdverspreidingsgebied in de buurt van de kust heeft en gebruikt de estuaria als paai- en kraamgebied. Het belang van de open zee, waar het GEMINI-park wordt aangelegd, is dus nihil voor de flintpopulatie. Daarom mag verwacht worden dat de sterfte van flint door heigeluid geen bedreiging voor de instandhouding van de totale Noordzeepopulatie vormt.

Effecten in de wijdere omgeving

Als reactie op dit bouwlawaai is ervan uit te gaan dat de vissen vluchtgedrag gaan vertonen in de wijde omgeving van het windpark. Hoe dit vluchtgedrag zich uit, is afhankelijk van de vissoort, de fysieke gesteldheid van de vis, de heersende omgevingscondities en de frequentie en amplitude van het geluid. Pelagische soorten duiken bij lawaai naar dieper water, weg van de geluidsbron. Demersale soorten, zoals kabeljauw, die bij het begin van het lawaai in de waterkolom verblijven, reageren ook door naar de bodem te duiken (SHEVLEV et al. 1989). Bij geringe waterdieptes treden eerder horizontaal gerichte vluchtreacties op (ANONYMUS 1995, KNUDSEN et al. 1992). Op scheepsgeluid reageren kabeljauw, haring, sprong en makreel met een verhoogde zwemactiviteit in horizontale richting. De afstanden

⁶ Afstand waarbinnen tijdens het heien van 1 monopile fysiek letsel optreedt.

⁷ Afstand waarbinnen tijdens 1 heislage fysiek letsel optreedt.

waarbinnen vluchtgedrag voorkomt zijn ook soortafhankelijk. Op basis van de in OSPAR (2006b) verzamelde gegevens werd voor zalm en schaar een grens van 1.400 m respectievelijk 1.600 m voor het ontstaan van vluchtreacties bij het heien van palen berekend, en voor kabeljauw zelfs een grens van 5.500 m. Volgens combinatie van laboratorium resultaten van KASTELEIN (2008) met geluidsniveaus rondom het Q7-windpark (JONG & AINSLIE 2008) door PRINS et al. (2008) zouden vissen tot een afstand van 50 km rondom de heillocatie nog schrikken van het geluid. Deze schrikreactie hoeft echter niet altijd tot een vluchtreactie te leiden. Op basis van deze gegevens is te verwachten dat de door scheepsgeluid verstoorde gebieden en de wijdere omgeving van de turbines tijdens de heiwerkzaamheden door de visfauna gemeden zullen worden. Het is echter ook aannemelijk dat de betreffende gebieden na afloop van de werkzaamheden snel weer door de visfauna zullen worden gepopuleerd. Deze aanname wordt door onderzoek bij het Deense windpark Horns-Rev bevestigd. Reeds enkele maanden na afloop van de bouwwerkzaamheden werden weer vissen, deels met hoge dichtheden, in het windpark aangetoond (BIO/CONSULT A/S 2004).

Verder kunnen geluidsemissies de lokalisering van andere objecten in de waterkolom bemoeilijken. Deze lokalisering is van bijzondere betekenis, omdat het hierbij om vijanden maar ook om voedselorganismen kan gaan (KNUST et al. 2003). De frequentie van normaal zwemmende dieren ligt onder 40-50 Hz, bij plotselinge reacties worden waarden van maximaal 200-300 Hz bereikt. De verstoring van de lokaliseringsfunctie verschilt per soort en is afhankelijk van zowel de aard als de intensiteit van de geluidsemissie. Sommige vissoorten, zoals de grauwe poon en de zeedonderpad, communiceren d.m.v. zelf geproduceerde geluiden die voor bijv. het territoriumgedrag van belang zijn. Een verhoogd geluidsniveau verstoort deze communicatie doordat de door de vissen zelf geproduceerde geluiden overstemd kunnen worden.

De beschreven effecten komen overeen met de in OSPAR (2006c) én KELLER et al. (2006) geciteerde onderzoeken. In deze publicaties wordt echter net als in THOMSEN et al. (2006) ingegaan op de onzekerheden bij de effectvoorspellingen en op de gedeeltelijk niet-eenduidige resultaten van het veldonderzoek. Daarom wordt bij de effectvoorspelling voor de afzonderlijke varianten steeds van het 'worst-case-scenario' uitgegaan. Simpel gezegd: in de directe omgeving van de heiwerkzaamheden moet met een sterke negatieve invloed op de visfauna worden gerekend. De negatieve effecten nemen af naarmate de afstand groter is en beperken zich tot de bouwperiode. De geluidsemissies die door scheepsverkeer worden veroorzaakt zijn weinig intensief en blijven beperkt tot de bouwperiode en de directe omgeving van de betreffende geluidsbron.

Er wordt niet verwacht dat het voorkomen van een schrikreactie in een straal van 50 km rondom het park nadelige invloed heeft op de vispopulatie. Er treedt in dit gebied geen blijvende fysieke schade op, hoogstens zal het gebied tijdens de bouwperiode ongeschikt zijn voor verblijf. Dit heeft geen negatief effect op vissen, omdat het gebied geen unieke functie heeft. Voor voedsel kunnen de vissen uitwijken naar andere delen van de Noordzee en de kraamkamerfunctie die dit deel van de zee heeft voor o.a. schol (TER HOFSTEDE 2008) wordt niet bedreigd. De kraamkamer is vooral gelegen in de ondiepere delen van de Waddenzee. Door de ondiepte en de schaduwwerking van de Waddeneilanden zal het heigeluid hier sterk uitgedoofd worden. Bovendien is er van permante ontoegankelijkheid van het gebied tijdens de bouw geen sprake: slechts 9% van de bouwtijd wordt er actief geheid.

Vislarven

Door het inheien van de fundaties kunnen ook vislarven negatief worden beïnvloed. Doordat vislarven passief worden meegevoerd met de stroming kunnen zij geen actief vermijdingsgedrag vertonen. Gegevens over de effecten van geluid op eitjes en larven zijn nog maar zeer beperkt beschikbaar

(HASTINGS & POPPER 2005, BOON 2012), zodat over de omvang van de negatieve gevolgen slechts weinig kan worden gezegd.

BANNER & HYATT (1973) hebben in laboratoriumexperimenten aangetoond dat het mortaliteitscijfer van viseitjes bij een geluidsdrukkniveau van 20 dB boven het achtergrondgeluidsdrukkniveau (significant) stijgt, terwijl ook het aantal uitgekomen larven afneemt. Bovendien was de groei in zowel lengte als biomassa bij vislarven die aan geluid werden blootgesteld aanzienlijk lager dan bij vislarven die onder rustigere omstandigheden opgroeiden. Een verminderde groei heeft bij vissen effect op de door predatoren veroorzaakte mortaliteit; hoe sneller een vis groeit, hoe sneller het aantal vissen afneemt dat hem kan opeten (MILLER et al. 1998). Een verhoogde mortaliteit onder vislarven heeft bovendien niet alleen een negatief effect op de rekrutering maar eventueel ook op andere soorten die zich met vissen voeden. Bovendien kunnen de negatieve effecten van een verhoogde sterfte zich manifesteren in een verminderde aanvoer van larven in de verder weg gelegen kraamkamers en foerageergebieden. Er moet echter nog worden gecontroleerd in hoeverre de resultaten van BANNER & HYATT (1973) van toepassing zijn op de situatie in open zee. In PRINS et al. (2008) werd aangenomen dat onderwatergeluid tijdens aanleg tot volledige mortaliteit van de larven in een omtrek van 1 km rondom het windpark zou leiden. Recent onderzoek door BOLLE et al. (2011) heeft laten zien dat dit een overschatting is en dat buiten een straal van 0,4 km geen significante toename van de vislarvensterfte is te verwachten. Als 'worst-case' benadering is in het deze rapportage volledige mortaliteit binnen een straal van 1 km aangehouden.

Vislarvenmodel

Vanwege een nog compleet gebrek aan ervaring is met behulp van een model een schatting gemaakt van de effecten van een verhoogde sterfte van de larven bij schol, tong en haring door het inheien van fundaties op de Natura 2000-gebieden Voordelta, Waddenzee en Noordzeekustzone (PRINS et al. 2008). Dit onderzoek omvatte vijf windparklocaties aan de westkust. Als 'worst-case' werd daarbij uitgegaan van een mortaliteit van 100% tot een afstand van 1.000 m van een heillocatie. Omdat metingen slechts hoge concentraties schol, tong en haringlarven hebben waargenomen in respectievelijk januari-maart, april-juni en februari-april (Van Damme et al. 2011) en dus ook in deze periode de grootste absolute sterfte door onderwatergeluid wordt verwacht, loopt de in het model gebruikte tijdsperiode van respectievelijk 15 december-1 juni, 1 maart-1 juli en 1 januari-1 juni. Uit de modelresultaten blijkt een vermindering van het larventransport van alle drie de met ca. 3-10%. Hierbij waren grote verschillen tussen de soorten, gebieden, stromings- en heiduursscenario's te zien. Het oorspronkelijk voor de Tweede Maasvlakte door WL|Delft Hydraulics (nu: Deltares) en RIVO (nu: Wageningen IMARES) ontwikkelde vislarvenmodel, dat nu zoals in Prins et al. (2008) beschreven, toegepast moet worden voor alle momenteel geplande Nederlandse offshorewindparken, kan om verschillende redenen niet toegepast worden op de gebieden van windparken Buitengaats en ZeeEnergie. Zo maken bijvoorbeeld de voor locatie GEMINI-windpark belangrijke paaipplaatsen van de Doggersbank geen deel uit van het huidige vislarvenmodel. Bovendien is de hydrodynamische modellering voor het noordoostelijke NCP en de daaraan aansluitende Duitse EEZ tot nu toe niet voldoende nauwkeurig. Daarom is in overleg met RWS besloten de effecten die het heien op vislarven heeft voor Buitengaats en ZeeEnergie via een "expert-judgement" te schatten. In opdracht van BioConsult heeft Z. Jager (ZiltWater Advies) hierover een advies uitgebracht (zie bijlage 6 van de Passende Beoordeling). Bij de "expert-judgement" waren ook A. Boon (Royal Haskoning), T. Prins (Deltares), J. van Beek (Deltares), O. Bos en L. Bolle (beide Wageningen IMARES) betrokken. De aanpak bij de doorvertaling van berekende of geschatte effecten (op het transportsucces van vislarven) naar de situatie voor de windparken Buitengaats en ZeeEnergie wordt in bijlage 10 nader beschreven.

Het resultaat is, dat afhankelijk van de vissoort, voor het GEMINI-windpark moet worden uitgegaan van een reductie van het larventransport in de kinderkamers (vooral de Nederlandse, Duitse en Deense Waddenzee met Kustzee) van ca. 1-5% (zie bijlage 10). De reductie van het larventransport betekent een verhoging van de vanzelfsprekend hoge mortaliteit bij vislarven. Het aantal juveniele vissen in de

kinderkamers daalt volgens de informatie in bijlage 10 bij zeven van de in totaal tien betreffende soorten minder sterk dan het aantal larven. Een uitzondering hierop vormen schol, bot en schor omdat hun larven vooral het wad opzoeken. Daarom wordt aangenomen dat de verliezen aan juvenielen bij deze drie soorten gelijk zijn aan de verliezen bij de larven. Op grond van de relatief geringe verliezen aan larven door hei-activiteiten voor het GEMINI-windpark is er geen sprake van een verandering in de natuurlijke mortaliteit boven de natuurlijke variabiliteit. Bovendien doen de verliezen zich tijdelijk voor. Schade aan bestanden is daarom uitgesloten. Door de voorziene vermijdingsmaatregelen is bovendien een vermindering van de geluidsemissie te verwachten, wat de effecten op larven verder verkleint.

In het model is geen onderscheid gemaakt naar parkvarianten. Voor kwalitatieve bepaling van de grootte van de effecten van heigeluid op vislarven zijn dan ook dezelfde aanname gebruikt als voor het bepalen van de effecten van heigeluid op adulte vissen. Deze aanname is dat de nadelige effecten van onderwatergeluid groter wordt naarmate de heiduur of geluidssterkte toenemen.

Varianten

Scheepvaart

Gezien het geluid van de heiwerkzaamheden zijn de effecten van het extra scheepsverkeer verwaarloosbaar. De omgeving van schepen wordt door gevoelige vissen wel tot een afstand van maximaal enkele honderden meters vermeden, maar dit zijn slechts tijdelijke effecten die geen schade bij de vissen veroorzaken.

Parkconfiguratie

Alle beschreven effecten gelden bij toepassing van monopilefunderingen. Er zal slechts een tijdelijke verstoring van de functie van het gebied voor de visfauna optreden, die nauwelijks langer zal duren dan de bouwperiode. Omdat de funderingen na elkaar worden gebouwd, stijgt de duur de bouwtijd en dus van de effecten proportioneel met het aantal windturbines. Bij variant 12D (32 windturbines in windpark Buitengaats en 28 in ZeeEnergie) is de duur van totale geluidsbelasting dus het kortst, bij de economische variant (105 windturbines voor beide windparken) het langst. Alle andere varianten liggen daartussen, waarbij de ecologische variant met 60 en 65 turbines (respectievelijk voor windpark Buitengaats en ZeeEnergie) zich iets gunstiger klasseert dan de varianten 7D, 5D en de voorkeursvariant met 78, 78 en 75 turbines (Buitengaats) en 80, 78 en 75 turbines (ZeeEnergie).

Funderingstypen

Een vergelijking van de verschillende funderingstypen en daarmee de verschillende bouwmethodes is wegens ontbrekende gegevens moeilijk. Een analyse van beschikbare onderzoeken van NEDWELL & HOWELL (2004) laat zien, dat de sterkte van de bij heien ontstane geluidsgolven afhankelijk is van het toegepaste vermogen, van de diameter van de pijler, de geologische omstandigheden en de bathymetrie. Omdat in dit geval de geologische omstandigheden en de bathymetrie bij de funderingsvarianten identiek zijn, is er alleen sprake van verschillen door de diameter van de pijler, die in feite ook het nodige vermogen bepaalt. De duur van de geluidsemissies is afhankelijk van de lengte van en het aantal pijlers. Voor de voorkeurvariant ontstaat met betrekking tot de geluidsbelasting door de verschillende funderingstypen de volgende volgorde:

Funderingstype	Geluidssterkte		Duur		
	Diameter pijler [m]	Rang	Aantal pijlers	Lengte pijlers [m]	Rang *
Tripile	3,35	3	3	34	3
Monopile	7	4	1	38-41	2
Jacket	2,4	2	4	(30)-37	5
Driepoot	2,3	2	3	36-40	4
Zwaartekrachtfundering	-	1	0	-	1
* resulteert vereenvoudigend uit aantal pijlers x lengte pijlers					

Tabel 67 Geluidssterkte en duur werkzaamheden bij aanleg van verschillende funderingstypen

Deze tabel is alleen een poging een eerste indeling te maken, omdat vergelijkende onderzoeken met verschillende funderingen bij vergelijkbare randvoorwaarden tot nu toe ontbreken.

De verwachting is dus, dat bij de funderingen waarbij heien nodig is, de geluidssterkte bij toepassing van jacket- of driepootsfunderingen het geringst is, terwijl de duur van de heiwerkzaamheden bij de monopile het kortst is. De geringste geluidsemissies ontstaan echter bij de zwaartekrachtfundering, waarbij geen heiwerkzaamheden nodig zijn.

Aangezien de geluidssterkte de omvang van de beschadigingen bepaalt, wordt in dit deel van de beoordeling alleen gekeken naar de diameter van de pijlers om de funderingstypen te beoordelen. Bij dat uitgangspunt zijn jacket en driepoot de gunstigste funderingsvarianten, terwijl monopile als meest ongunstig voor de visfauna beoordeeld wordt. Het verschil tussen tripile en jacket en driepoot is aanmerkelijk kleiner dan het verschil tussen tripile en monopile.

Transformatorplatform

Onafhankelijk van de gekozen variant (parkconfiguratie resp. fundering) moeten via vibratieheien vier pijlers voor het transformatorplatform in de ondergrond worden ingebracht. De effecten hiervan op de visfauna komen in hoge mate overeen met de hiervoor bij de bouw van de turbinefunderingen beschreven effecten.

Conclusie

Bij de heiwerkzaamheden voor de funderingen worden onafhankelijk van parkconfiguratie en funderingstype slechts relatief zee klein deel van de vissenpopulatie op het NCP gedood of gewond. Omdat de totaalpopulatie van de afzonderlijke vissoorten in de totale Noordzee niet ter beschikking staat, is een raming aan de hand van de betrokken oppervlaktes uitgevoerd. Daaruit bleek dat er slechts op minder dan 0,4% van de oppervlakte van het NCP sprake is van doding van individuen. De omgeving van de bouwplaats wordt door vissen weliswaar wegens het lawaai gemeden, maar direct na beëindiging van de werkzaamheden zijn de betrokken oppervlaktes weer onbeperkt als leefomgeving beschikbaar. Men kan ervan uitgaan dat er geen significante schade aan de visfauna van het NCP resp. de Noordzee door het lawaai bij de bouw wordt aangericht.

Exploitatie

Geluidsfrequenties van de turbines

Tijdens het bedrijf van de turbines ontstaan trillingen. De door de draaiende rotor geproduceerde trillingen komen op twee manieren in het water terecht en veroorzaken daar op twee manieren geluidsgolven : via de lucht en doordat de trillingen van de rotor via de mast en het fundament in het water en de ondergrond over worden gebracht. De overdracht via de eerste manier blijkt te verwaarlozen

te zijn (ÖDEGAARD & DANESKJOLD SAMSOE A/S 2000). Het frequentiespectrum en de intensiteit hangen af van de windsnelheid en een groot aantal constructieve factoren, maar in alle gevallen is gaat het om geluid met een lage frequentie van minder dan 2 kHz (WESTERBERG 1994, KLUG & GABRIEL 2003). Tevens is de geluidsintensiteit laag: vanaf ca. 1 km is het door de turbines geproduceerde breedband onderwatergeluid van dezelfde grootte-orde als het achtergrondgeluid, al kan op specifieke frequenties het turbinegeluid nog wel boven het achtergrond geluid liggen (THOMAS, 2006).

Gehoorbereik van vissoorten

De algemene aspecten van het per soort verschillend ontwikkelde gehoorvermogen van vissen werden al in hoofdstuk 3.5.3.2 behandeld. Hierin werd gevonden dat de meeste commercieel beviste vissoorten, met uitzondering van de haring, reageren gevoelig op frequenties in een bereik tot 4 kHz (EHRICH 2000, KNUDSEN et al. 1992).

THOMSEN et al. (2006) heeft voor een viertal vissoorten gekeken tot welke afstand zij het geluid van de turbines boven het achtergrond kunnen horen uitkomen. Hij vond dat voor schaar en zalm op zijn hoogst tot 1 km van de turbine het turbinegeluid kunnen waarnemen en dat haring en kabeljauw dit tot een afstand van maximaal 4,6 km zouden kunnen waarnemen. Net als zalm en schaar zijn schol (CHAPMAN & SAND 1974) en paling (*Anguilla anguilla*) het gevoeligst voor zeer laagfrequentie geluiden (<0,3 kHz) en zij zullen waarschijnlijk dus ook niet in staat zijn de turbines buiten een straal van 1 km te horen.

Vluchtreacties en maskering

Soortspecifieke vluchtreacties en/of afschrikkende effecten, die in hoofdstuk 3.5.3.2 al als effecten tijdens de bouwfase zijn behandeld, zijn dus op basis van de huidige stand van kennis niet uit te sluiten. Volgens waarnemingen van WESTERBERG (1994, 2000) neemt wanneer de windturbine in bedrijf is de vangst van kabeljauw in een straal van 100 meter af. Daar staat tegenover dat als de turbine niet in bedrijf is, de vangst toenam. Volgens WAHLBERG & WESTERBERG (2005) in KELLER et al. (2006) treedt een afschrikkend effect alleen in de directe omgeving (< 4 meter) van een windturbine op. Volgens dit onderzoek moet bij een afstand van 0,4-25 km tot een turbine met een maskering van communicatie tussen de vissen (belemmering van de onderlinge communicatie tussen de vissen) worden gerekend. Er is geen nieuw onderzoek beschikbaar (zie ook de literatuurstudies van THOMSEN et al. 2006 en KELLER et al. 2006).

Gewinning

Omdat het bij de geluiden die door de windturbines worden veroorzaakt om geluidsemissies met een relatief continu karakter gaat, kan er ook een gewinningseffect optreden. Ook KNUST et al. (2003) houden dit voor mogelijk. Het is te verwachten dat een gewinningseffect bij locatievaste soorten sneller optreedt dan bij zeer mobiele soorten. Bovendien is door onderzoek bij het Deense offshore windpark Horns-Rev aangetoond dat tijdens het gebruik van het windpark de aanwezigheid van vissen met gedeeltelijk zeer hoge dichtheden in het park kan worden aangetoond (BIO/CONSULT A/S 2004). Het is dus mogelijk dat een visserijverbod en rifeffecten als aantrekkingskrachtverhogende aspecten zwaarder wegen dan de negatieve aspecten van de geluidsproductie.

Varianten

Op basis van de beschrijvingen in het voorgaande kan men ervan uitgaan dat het bedrijf van de windturbines in het gehele windparkgebied en de nadere omgeving een voor een aantal soorten vissen waarneembare verhoging van het geluidsniveau zal veroorzaken. In hoeverre dit tot een gedragsverandering en/of vermijding van het gebied zal leiden, kan op basis van de voorliggende onderzoeken niet met zekerheid worden beoordeeld. Er kan dan ook niet worden uitgesloten dat gevoeligere soorten de directe omgeving van de turbines zullen vermijden. Het vermeden gebied zal zich in ieder geval niet meer dan een paar kilometer rondom het windpark uitstrekken. Het kan echter ook tot

een gewinning aan de geluiden/trillingen komen en dat er geen vermindering van de vispopulatie optreedt, zoals de initiële resultaten van het Deense windpark Horns Rev duidelijk maken. De effecten van de geluidsimmissie zouden dan na verloop van tijd afnemen. Door de rifwerking en het visserijverbod zou er zelfs sprake kunnen zijn van een positief effect op de vispopulatie. Voor de zekerheid (rekening houdend met de 'worst case') wordt echter aangenomen dat er geen gewinnings- en rifeffect zullen optreden.

Deze effecten kunnen vanwege de grote onzekerheid van de prognoses het beste worden gedocumenteerd d.m.v. een het initiatief begeleidend monitoring (zie hoofdstuk 8 in deel A).

Parkconfiguratie en funderingstypen

In het slechtste geval zal het hele park door enkele soorten vermeden worden. Daarom schalen de negatieve effecten door onderwatergeluid tijdens de exploitatie met de oppervlakte van het park. Daarnaast speelt het vermogen van de molens nog een rol, omdat aangenomen mag worden dat grotere molens meer geluid produceren. Hieruit volgt dat voor de variant 5D de effecten op de vispopulatie het kleinst zijn en voor variant 7D het grootst.

De verschillende typen fundering leiden tot verschillende effecten in de aanlegfase. De mate van verstoring hangt af van de benodigde hei-intensiteit (afhankelijk van de paaldiameter) om de fundaties in de zeebodem te plaatsen en de veroorzaakte verstoringduur als gevolg van de heiwerkzaamheden. Voor het plaatsen van een monopilefundering is de hoogte hei-intensiteit benodigd en voor het plaatsen van een zwaartekrachtfundering zijn geen werkzaamheden nodig. Voor het plaatsen van tripile funderingen is de benodigde hei-intensiteit minder, maar het aantal palen dat geheid moet worden groter waardoor de verstoringduur langer wordt. Op basis van intensiteit worden de fundatiealternatieven van gunstig naar ongunstig als volgt beoordeeld: zwaartekrachtfundering (I), jacket & driepoot (II), tripile (III) en monopile (IV).

In overstemming met de conclusie van PRINS et al. (2008) wordt geen significante schade aan de visfauna in de Noordzee resp. NCP verwacht door verhoging van het geluidsniveau in het windpark wanneer het in bedrijf is. Allereerst omdat de betrokken oppervlakte relatief klein is in verhouding tot de oppervlakte van het leefgebied van de vissen (oppervlakte van het mogelijke vermijdingsgebied <0,1% van het NCP). Ten tweede is de geluidsintensiteit te laag om tot fysieke trauma's bij de vissen te leiden.

3.5.3.3 *BESCHRIJVING VISUELE ONRUST / LICHT*

Aanleg en verwijdering

Voor de bouwwerkzaamheden, die ook 's nachts plaatsvinden, is als het donker is maar ook bij slecht zicht, verlichting nodig, wat een verandering van de lichtcondities in de waterkolom tot gevolg heeft. Men kan ervan uitgaan dat een verandering van de lichtcondities tot het bovenste gedeelte van het waterlichaam beperkt zal blijven en dat het geproduceerde licht niet intensief genoeg is om de zeebodem te bereiken. De effecten van de lichtemissie beperken zich dus voornamelijk tot de pelagische vissoorten en betreffen maar in zeer geringe mate de demersale visfauna. In dit verband kan van een aantrekkende werking van het licht op vissen worden uitgegaan, waarbij vanwege de penetratiediepte van het licht de pelagische soorten eerder worden aangetrokken dan de bentische vissen. De verhoogde lichtemissie kan eventueel tot een hogere predatiedruk door visuele predatoren leiden.

Daarnaast kan de visuele onrust die door de overdag plaatsvindende scheepsbewegingen en onderwaterwerkzaamheden ontstaat de vissen verstoren en/of weggagen.

Varianten

De effecten van de bouwplaatsverlichting beperken zich tot de bouwperiode (vooral 's nachts) en de locatie waar op dat moment wordt gewerkt. De intensiteit van de aantrekkende werking kan niet met

zekerheid worden beoordeeld: het lijkt mogelijk dat de aantrekkingskracht in het begin van de bouwphase groter is omdat na verloop van tijd een gewenningseffect optreedt en de aantrekkende werking afneemt. Omdat zoals eerder gesteld met name pelagische soorten door het licht zouden worden aangetrokken, is het gewenningsaspect vermoedelijk beperkt omdat deze vissen zich over het algemeen niet op een vaste locatie bevinden.

De effecten van de visuele onrust door scheepsbewegingen worden als marginaal ingeschat, aangezien veel vissen al aan schepen gewend zijn en de schaduwslag alleen het bovenste gedeelte van het waterlichaam betreft. Een afschrikkende werking is eerder mogelijk als gevolg van onderwaterwerkzaamheden bij het heien en het leggen van de kabels. De effecten blijven beperkt tot de bouwperiode en de locatie van de betreffende bouwactiviteit. Na beëindiging van de bouwactiviteit keren de vissen weer terug.

Parkconfiguratie

Zoals hierna uiteen wordt gezet, zijn de effecten van variant 12D vanwege het geringe aantal windturbines en daardoor de kortste bouwtijd het geringst. Variant 5D heeft echter de kleinste oppervlakte. De effecten zijn het grootst bij de economische variant. Gegevens over de verschillen in bouwtijd tussen de funderingsvarianten zijn niet voorhanden.

	Voorkeurs-variant	Variant 7D:	Variant 5D:	Variant 12D:	Ecologische variant:	Economische variant:
Aantal turbines	75	78	78	32	60	105
Oppervlakte windpark [km ²]	32,7	44,6	21,2	44,6	44,6	44,6

Tabel 68 Aantal turbines en oppervlakte van het windpark bij verschillende varianten voor windpark Buitengaats

	Voorkeurs-variant	Variant 7D:	Variant 5D:	Variant 12D:	Ecologische variant:	Economische variant:
Aantal turbines	75	80	78	28	65	105
Oppervlakte windpark [km ²]	31,8	43,0	21,1	43,0	43,0	43,0

Tabel 69 Aantal turbines en oppervlakte van het windpark bij verschillende varianten voor windpark ZeeEnergie

Conclusie

In totaal zijn, als er al sprake van is, alleen heel gering negatieve effecten te verwachten, omdat er geen schade aan vissen wordt toegebracht en de effecten alleen beperkt zijn tot de bouwtijd. Alleen de verdeling van enkele gevoelige vissoorten wordt veranderd door het aantrekkings- resp. het verschrikkingseffect. Daarom kan een significante schade aan de visfauna van het NCP resp. de Noordzee worden uitgesloten.

3.5.3.4 *BESCHRIJVING HABITATVERLIES*

Aanleg en verwijdering

De verstoring van de bovenste sedimentlaag en daarmee ook van de in het sediment levende fauna zal in de gebieden waarin direct wordt ingegrepen worden veroorzaakt door de funderingswerkzaamheden en het trenchen van de kabels binnen het park. Als achteraf een erosiebescherming wordt aangelegd, veroorzaakt ook dit een verstoring van de sedimenten en de visfauna in het betroffen gebied. Ook het

verwijderen van de betonblokken als onderdeel van de erosiebescherming leidt tot directe schade, de betrokken oppervlaktes zijn echter heel klein.

Bovendien worden tijdens het opstellen van de windturbines in de zee ook tijdelijk oppervlaktes in beslag genomen, bijv. op de zeebodem voor ankers, funderingspalen etc. en de ruimte die de voor het trenchen van de kabels gebruikte machines wordt benodigd. Een kwantificering van de beïnvloede oppervlaktes is maar gedeeltelijk mogelijk. Hoe groot de oppervlaktes zijn die door ankers, funderingspalen etc. worden beïnvloed is afhankelijk van het aantal schepen, de bewegingen van deze schepen, het aantal malen dat voor anker wordt gegaan etc. en is dus niet precies voorspelbaar. De negatieve gevolgen zijn kleinschalig, zodat het voor de getroffen individuen mogelijk is om uit te wijken en er naar verwachting geen beschadigingen zullen plaatsvinden. Daarom worden deze oppervlaktes verder buiten beschouwing gelaten.

Varianten

Welke oppervlaktes door het trenchen van de kabels en rond de funderingen worden beïnvloed, kan redelijk accuraat worden voorspeld. Ook hier kan men er echter van uitgaan dat de in het ingreepgebied aanwezige vissen voldoende tijd hebben om te vluchten. Een directe doding van individuele dieren moet alleen uit preventief oogpunt niet worden uitgesloten.

Voor de aan zacht substraat aangepaste visfauna gaan de oppervlaktes die door fundamenteleden en een eventuele erosiebescherming in beslag worden genomen voor de bestaansduur van het windpark als leefgebied verloren. Het is mogelijk dat de erosiebescherming na de sloop van het park achterblijft. Tevens wordt de voedselvoorziening voor deze soorten gereduceerd doordat ook de aan zacht substraat aangepaste macrozoöbenthos-soorten aan leefgebied moeten inboeten. Op de plaats van een vlakke zandbodem ontstaat een onregelmatig oppervlak die geen mogelijkheid tot ingraving in het sediment biedt. De volgende tabel biedt een overzicht van de grootte van de betrokken oppervlaktes. Deze tabel geeft de in beslag genomen oppervlakte weer per parkconfiguratie (bij toepassing van tripilefunderingen voor de alle varianten) evenals de in beslag genomen oppervlakte per funderingstype (bij toepassing van parkconfiguratie van de voorkeursvariant):

Variant parkconfiguratie	In beslag genomen oppervlakte [m ²]	Variant fundering	In beslag genomen oppervlakte [m ²]
Voorkeursvariant	20.000	Tripile	20.000
7D	21.000	Monopile	15.000
5D	21.000	Jacket	16.500
12D	9.000	Driepoot	31.000
Ecologische	16.000	Zwaartekrachtfundering	132.000
Economische	28.000		

Tabel 70 In beslag genomen oppervlakte per parkconfiguratie voor windpark Buitengaats

Variant parkconfiguratie	In beslag genomen oppervlakte [m ²]	Variant fundering	In beslag genomen oppervlakte [m ²]
Voorkeursvariant	20.000	Tripile	20.000
7D	21.000	Monopile	15.000
5D	21.000	Jacket	16.500
12D	8.000	Driepoot	31.000
Ecologische	17.000	Zwaartekrachtfundering	132.000
Economische	28.000		

Tabel 71 In beslag genomen oppervlakte per parkconfiguratie voor windpark ZeeEnergie

Indien de erosiebescherming bij de monopilefundering uit “big packs” bestaat, zijn de effecten niet zo sterk als bij het gebruik van stenen.

Conclusie

Het totaalbeeld is dat de verschillen tussen de varianten bij de parkconfiguratie relatief gering zijn als wordt gekeken naar het aandeel in het totale NCP resp. de Noordzee. Hetzelfde geldt ook voor de verschillende funderingstypes, met uitzondering van de zwaartekrachtfundering. In verhouding tot het totale NCP en daarmee zeker tot de totale Noordzee is het verlies resp. de tijdelijke schade aan de leefgebieden voor de visfauna door het windpark extreem gering. Ingeval van de voorkeurvariant met monopilefunderingen gaan door fundering, kolk- en erosiebescherming 0,00006% van de oppervlakte van het NCP resp. 0,000004% van de oppervlakte van de Noordzee als leefomgeving voor de visfauna verloren; nog eens 0,00034% resp. 0,00003% ondervindt tijdelijk overlast door het plaatsen van de kabels. Een significante overlast van de zachtsubstraatfauna van het NCP resp. van de Noordzee is daarom ondanks het gedeeltelijk duurzame verlies van leefomgeving niet te verwachten.

De kans dat de prognose voor de significantie van de effecten van de verliezen van leefomgeving / directe overlast aan de visfauna wordt vervuld, moet als “zeker” worden geclassificeerd. In de Passende Beoordeling wordt verder aandacht besteed aan de beschermde soorten.

Exploitatie

De aanleg van de fundaties en de eventuele erosiebescherming heeft een bodemafdekking tot gevolg, waardoor leefruimtes die door zacht substraat worden gekenmerkt verloren gaan.

Varianten

Een gedetailleerde opsomming van de oppervlaktes die onderhevig zijn aan verandering door de varianten, evenals een vergelijking en een beoordeling van de varianten zijn opgenomen in hoofdstuk 3.5.3.9. Als de windturbines worden verwijderd, stoppen de effecten.

3.5.3.5 BESCHRIJVING VERTROEBELING EN VERONTREINIGING

Aanleg en verwijdering

Door het inheien van de fundaties, de eventueel noodzakelijke latere aanleg van een erosiebescherming en door het trenchen van de interne parkbekabeling wordt sediment opgewerveld, gesuspenderd en later op een andere locatie weer gedeponneerd. In mindere mate gebeurt dit ook door de bouwactiviteiten en de daarmee verbonden scheepsbewegingen. DANKERS (2002) en VAN RIJN (1985) geven een overzicht van het suspensie- en sedimentatiegedrag van sediment.

Samenvattend gezegd kan dit behalve met de verplaatsing van sediment door resuspensie gepaard gaan met de volgende storende factoren die de vissen beïnvloeden:

- Ontstaan van vertroebelingspluimen

- Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen
- Verhoging van de sedimentatie
- Verandering van het sediment

De totale omvang van de resuspensie en daarmee ook van de resulterende gevolgen, hangt in wezen af van de samenstelling van het sediment op de locatie, de toegepaste bouwmethodes, het aantal windturbines en de kabellengte. Het zanderige gedeelte van het opgewerkte materiaal zakt over het algemeen in de directe omgeving weer naar de bodem. Klei en sloef blijven echter enige tijd in suspensie, worden door de stroming meegenomen en afhankelijk van wind, waterdiepte, stroming etc. gesedimenteerd op een andere locatie, waar het sedimentatiepercentage gedurende de bouwperiode toeneemt.

Voor de hoeveelheid geresuspendeerd materiaal bij de bouw van de fundaties bestaan alleen maar incidentele schattingen. Hetzelfde geldt voor de gegevens met betrekking tot het trenchen van de kabels. Voor het windpark Nystedt bijv. werd voor de bouw van 72 windturbines bij het inheien van de monopiles een resuspensie/afstand van 16.000 m³ materiaal aangenomen, waarvan 1.000 m³ in suspensie gaat (KELLER et al. 2006). Bij toepassing van deze data op de bij de windparken Buitengaats en ZeeEnergie bij voorkeur toe te passen monopiles zou, afhankelijk van de grootte van het sedimentatiegebied, moeten worden uitgegaan van een sedimentatie in de directe omgeving van de turbines in de orde van grootte van enkele centimeters. Dit is het resultaat van de in hoofdstuk 4 (subpunt morfologie) uitgevoerde raming. Ook indien tripiles, driepoten of jackets zouden worden toegepast, moet worden aangenomen dat de sedimentverschuivingen een dergelijke orde van grootte zullen hebben. Gedetailleerdere informatie is echter niet beschikbaar. Bij toepassing van zwaartekrachtfunderingen, die voor Nystedt als alternatief zijn onderzocht, trad er een wezenlijk grotere sedimentverschuiving op. Afhankelijk van het type zwaartekrachtfundering geven KELLER et al, (2006) een sedimentverschuiving aan van tot 106.000 m³ per fundering, waarvan tot 4.000 m³ geresuspendeerd wordt. De sedimentatieconcentratie in de waterkolom wordt hoger dan 10-15 mg/l maar alleen als van dit ongunstige fundament in de directe omgeving van de bouwplaats wordt uitgegaan, en ook dan alleen maar voor 10% van de bouwduur.

Voor het trenchen van de kabels wordt ervan uitgegaan dat de sleuf voor 30 tot 90% weer wordt opgevuld (mondelinge informatie SUBMARINE CABLE & PIPE GmbH, Dr. Meffert / T. Roggenbert). Zoals beschreven in het hoofdstuk 4 resulteert een grove schatting onder worst-case-voorwaarden (opvullingspercentage slechts 30%) erin dat bij het trenchen van de kabels meer materiaal verschoven wordt dan bij de bouw van tripile- of monopilefunderingen. Het verplaatste sediment zal waarschijnlijk voor het grootste gedeelte in de nabije omgeving weer sedimenteren. Zo werd bijv. ook voor een windpark in Groot-Brittannië voorspeld dat 90% van het bij het leggen van de kabels geresuspendeerde materiaal binnen een afstand van maximaal 1 km zou worden gesedimenteerd (zie ook MEISSNER & SORDYL 2006).

Resuspensie van sediment / verhoging van de sedimentatie

Voor het trenchen van de bekabeling binnen het park leidt op kleine schaal in de omgeving van de kabeltracés tot een verstoring van de visfauna (vgl. MARX 2005). Daarbij worden alleen de bij de bodem levende vissen (bijv. platvissen en grondels) getroffen die niet al voor het lawaai zijn gevlucht en nu worden blootgespoeld. Deze raken in de regel niet gewond en kunnen naar andere delen van het windpark uitwijken totdat het trenchen is beëindigd.

Ontstaan van vertroebelingspluimen

Door de resuspensie van sediment neemt de vertroebeling in het water tijdelijk toe. Afhankelijk van het percentage slib in het sediment, de stroming en andere factoren, kunnen volgens NEWELL et al. (1998) vertroebelingspluimen van meerdere honderden meters groot ontstaan. Een hogere vertroebeling kan aan de ene kant leiden tot schade bij vissen, aan de andere kant hebben vertroebelingspluimen een per soort verschillende afschrikkende werking. Soortspecifieke reacties worden ook waargenomen na gebeurtenissen waarbij sediment wordt opgewerveld, zoals een storm of sterke stroming. Naast natuurlijke gebeurtenissen zijn er ook antropogene invloeden, vooral de visserij met het gebruik van boomkorren en bodemsleepnetten, die dichte sedimentwolken veroorzaken (LINDEBOOM & DE GROOT 1998).

Bij pelagische vissoorten bestaat door de opwerveling van sediment een risico op beschadiging van het kieuwapparaat, waardoor de efficiëntie van de ademhaling wordt verminderd. De gevolgen daarvan lopen uiteen van fysiologische stress tot mortaliteit van enkele individuen. Als indicatie voor dergelijke schade werden 'hoestreflexen' en schudden van de kieuwen geobserveerd (WILBER & CLARKE 2001). Bovendien kan een verhoogd gehalte aan zwevende deeltjes de slijmhuid van de vissen (mucus) door 'afschuren' beschadigen. De mucus dient ter bescherming van de vissen tegen parasitaire en andere infecties. Afhankelijk van hoever de slijmhuid is afgeschuurd, kan dit negatieve effecten op de gezondheid van de vissen tot gevolg hebben. Daarom worden vertroebelde waterlichamen in de regel door deze soorten verlaten (EHRICH & STRANSKY 1999). Verder zijn pelagische soorten, bijv. de haring, sterk afhankelijk van een visuele waarneming van hun prooidieren, zodat dit waarschijnlijk nog een reden voor deze dieren is om gebieden met opgewerveld sediment te mijden. Benthische soorten, bijv. de kabeljauw in de Noordzee, zijn meer gewend aan troebel water en vertonen dus maar weinig tekenen van een vermindering van gebieden met opgewerveld sediment (EHRICH & STRANSKY 1999). Demersale soorten, bijv. platvissen zoals bot en schol, verblijven van nature op of in de bovenste lagen van het sediment. Daarom wordt aangenomen dat zij zich hebben aangepast aan hoge gehalten zwevende deeltjes in het water, zodat eventuele vertroebelingspluimen en verhoogde sedimentatiepercentages minder invloed op deze soorten hebben (EHRICH & STRANSKY 1999). Bij de platvissen wordt na door stormen veroorzaakte opwervelingen van het sediment weliswaar een verhoogde zwemactiviteit waargenomen, maar dit wordt niet geïnterpreteerd als een stressreactie maar als zoeken naar voedsel vanwege een verminderde predatiedruk door visetende predatoren (EHRICH & STRANSKY 1999). De hevigheid van de vluchtreactie is afhankelijk van de intensiteit van de vertroebelingspluim, de soortspecifieke gevoeligheid van de vissen, de duur van de belasting en de in het betreffende water toch al aanwezige concentratie van zwevende deeltjes.

Een ander gevolg kan schade aan de viseitjes zijn (vgl. MARX 2005). Dit betreft potentieel zowel soorten met benthische eitjes (bijv. haring, grondels, zandspiering en zeedonderpad), die directe schade door sedimentatieprocessen oplopen (zie onder), als soorten met pelagische eitjes (bijv. schol, bot en kabeljauw), die bij hogere dichtheden van zwevende deeltjes gevoeliger kunnen zijn voor schimmels of beschadiging. Volgens de in KELLER et al. (2006) geciteerde onderzoeken worden eitjes en larven door een verhoogde vertroebeling significant sterker getroffen dan juveniele of adulte individuen. Pelagische eitjes worden alleen in het bereik van vertroebelingspluimen getroffen; zij kunnen door ophopingen van deeltjes zinken en afsterven. Demersale eitjes worden volgens KELLER et al. (2006) alleen in de directe omgeving van de fundaties getroffen. Zij hebben een hogere tolerantie voor vertroebelingen dan pelagische eitjes. Daaruit volgt dat vislarven potentieel evenzeer getroffen worden als eitjes, terwijl voor juveniele of adulte vissen geen dodelijke effecten te verwachten zijn. Als mogelijke gevolgen worden hier slechts de vermindering van de betreffende gebieden en/of gedragsveranderingen aangenomen (KELLER et al. 2006).

Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen

Tijdens de bouwwerkzaamheden vrijkomende voedingsstoffen en schadelijke stoffen en/of situaties met zuurstoftekorten, kunnen vooral op viseitjes en vislarven een negatief effect hebben. Van sommige soorten, bijv. de fint (*Alosa fallax*), is bekend dat ook adulte dieren gevoeliger zijn voor slechte waterkwaliteit en duidelijke zuurstoftekorten (FRICKE 2003). De mate waarin voedingsstoffen en schadelijke stoffen vrijkomen, hangt aan de ene kant nauw samen met de plaatselijke sedimentsamenstelling omdat schadelijke stoffen zich in principe op de sedimenten met hogere gehalten aan organische substantie accumuleren (ACKERMANN et al. 1982). Aan de andere kant moet rekening gehouden worden met de omvang van de sedimentverschuivingen.

Verhoging van de sedimentatie

Het door het inheien van de fundaties en het trenchen van de kabels geresuspendeerde sediment sedimenteert elders weer en kan daar tot afdekking van het benthos en benthische viseitjes leiden. Omdat benthische eitjes op algen, mosselschelpen en stenen plakken of liggen, kunnen bij een verhoogde sedimentatie de eitjes met de zanddeeltjes samenklonteren, wat zuurstofgebrek en het afsterven van de eitjes tot gevolg heeft.

Verandering van de sedimenten

Tijdens het heien en het trenchen van de kabels binnen het park wordt de sedimentstructuur door resuspensie van sediment in het direct beïnvloede gebied gewijzigd doordat vooral het klei- en sloefaandeel versterkt resuspendeert en wegdrijft. Omdat de versturende invloeden zich vooral tot het direct beïnvloede gebied zullen beperken, kan ervan worden uitgegaan dat de effecten kleinschalig zullen zijn. Waarschijnlijk zal de vermijdingsreactie beperkt blijven tot enkele soorten. Zandspieringen reageren bijv. gevoelig op sedimentveranderingen. Als gevolg daarvan is waar te nemen dat hun abundantie terugloopt omdat zij het beïnvloede gebied vermijden. Onderzoek bij het Deense offshore windpark Horns-Rev heeft echter aangetoond dat de totale abundantie van de zandspieringen in het plangebied minder dan een jaar na beëindiging van de bouwactiviteiten hoger was dan voor begin van de bouwactiviteiten (JENSEN et al. 2004). Hier is echter ook een overlapping mogelijk met sedimentveranderingen die als gevolg van de veranderde stromingscondities door de aanleg van het park worden veroorzaakt. In de regel worden bij dergelijke kleinschalige invloeden de sedimentologische condities van voor de ingreep echter snel weer hersteld (zie ook bijv. RUNTE 1991).

Overige verontreiniging

Naast verontreiniging die vrijkomt door opwoeling van sediment kunnen door morsingen, het extra scheepsverkeer en de bouwactiviteiten ook schadelijke stoffen in het water terechtkomen die daardoor direct en indirect (via de voeding) door vissen worden geabsorbeerd.

Varianten

Omdat het sediment in het plangebied vooral uit zanden en nauwelijks uit slib bestaat, zal het grootste gedeelte van het materiaal dat bij het trenchen van kabels en inheien van fundaties is geresuspendeerd (de zandfracties) direct na de resuspensie in de buurt van de bouwactiviteiten weer sedimenteren. De ontstaande vertroebelingspluimen manifesteren zich evenmin erg sterk, want alleen de slibaandelen veroorzaken een toename van de vertroebeling buiten het gebied waarin direct wordt ingegrepen. Vanwege de continue stroming vindt een snelle verdunning plaats. Verhoogde vertroebelingswaarden zijn dus alleen tijdens de bouwperiode en in de directe omgeving te verwachten. Bovendien wordt voor het aanleggen van de fundaties een proces toegepast dat volgens de in KELLER et al. (2006) beschreven berekening de minste sedimentverschuiving kent. Omdat men ervan kan uitgaan dat aan maar weinig turbines tegelijk wordt gewerkt, wordt in totaal maar een zeer klein gedeelte van het windparkoppervlak beïnvloed.

Omdat de toename van de vertroebeling vanwege het hoge zandgehalte dus niet extreem zal zijn en omdat de vissoorten die gevoelig op vertroebelingspluimen reageren goed kunnen uitwijken, is er nauwelijks fysiologische schade te verwachten. Na beëindiging van de bouwactiviteit keren de vissen meteen weer terug. Schade kan bij pelagische viseitjes optreden. Volgens MARX (2005) moet minstens in het gebied waarin direct wordt ingegrepen met een verlies worden gerekend. De ruimtelijke grenzen van de paaigebieden van de soorten met pelagische eitjes zijn niet precies vast te stellen. Deze gebieden zijn over uitgestrekte delen van de Noordzee verspreid. Wat dat betreft wijkt het plangebied niet echt af van de andere delen van de Noordzee. Ook zijn oppervlakteaandeel is extreem klein. Voorbeelden van vissoorten met pelagische eitjes die onder andere in het plangebied paaïen, zijn schaar, schol en wijting. Vanwege de hoge natuurlijke mortaliteit van viseitjes en -larven zijn in het plangebied geen meetbare effecten op de rekruteringspercentages te verwachten.

Tijdens de aanleg van de windparken zullen voedingsstoffen en schadelijke stoffen naar verwachting slechts in zeer geringe mate vrijkomen, omdat de omvang van de sedimentverschuivingen uitgaande van de momenteel geplande methodes (inheien van de fundaties, trenchen van de infield kabels) gering is en het sediment maar geringe hoeveelheden voedingsstoffen en schadelijke stoffen bevat. Vanwege deze randvoorwaarden zijn de effecten door een mogelijk vrijkomen van dergelijke stoffen verwaarloosbaar. Een toename van ziekten of vergiftigingsverschijnselen kan bijna zeker worden uitgesloten. Hetzelfde geldt voor de aanname dat er mogelijk zuurstoftekorten zullen optreden als gevolg van consumptieprocessen door de afbraak van vrijgekomen organisch materiaal. Dit betreft maar een extreem klein gedeelte van het sediment.

Het door het inheien van de fundaties en het trenchen van de kabels geresuspendeerde materiaal zal vanwege het hoge zandaandeel voornamelijk in de buurt van de turbines weer sedimenteren en daar tot afdekking van het benthos en benthische viseitjes leiden. Maar omdat in totaal maar kleine hoeveelheden sediment worden verschoven (zie boven), zijn de effecten zeer kleinschalig. Na afsluiting van de bouwwerkzaamheden zijn de betreffende oppervlaktes weer beschikbaar als paaisubstraat. De paaigebieden van de soorten met benthische eitjes liggen buiten het windparkoppervlak; in principe kan men er dus van uitgaan dat de viseitjes geen schade zullen oplopen. Uitzonderingen zijn mogelijk indien er paaisubstraat voorkomt dat op grotere schaal geschikt is, bijv. grind. Deze substraten kunnen voorkomen in de Borkum Riffgrund, op de westelijke uitlopers waarvan het windpark ligt; binnen het windparkoppervlak werden zij echter nog niet aangetoond.

Bij de parkconfiguratie moet vanwege het grootste aantal turbines en de grootste kabellengte bij de economisch geoptimaliseerde variant met de grootste effecten rekening worden gehouden, gevolgd door de ecologisch geoptimaliseerde variant, variant 7D, de voorkeursvariant, de variant 5D en tenslotte variant 12D. Deze verschillen tussen de varianten zijn echter heel gering als wordt gekeken grootte van het getroffen oppervlak in verhouding tot het gehele NCP (zie hiervoor). De funderingsvarianten met uitzondering van de zwaartekrachtfundering die ook grotere effecten op de bodemfauna heeft, onderscheiden zich nauwelijks van elkaar. Bij de zwaartekrachtfunderingen is het eventueel nodig de bouwgrond te egaliseren resp. het sediment te vervangen; dit betekent dat de effecten door verhoogde vertroebeling dan wezenlijk groter zouden zijn dan bij alle andere funderingstypes. Een significante schade aan de visfauna van het NCP resp. de Noordzee is vanwege de geringe grote van de betrokken oppervlakte bij geen van de varianten te verwachten, vooral omdat de schade een relatief geringe intensiteit heeft en slechts tijdelijk van aard is.

Overige verontreiniging

De omvang van de immissie van schadelijke stoffen is niet voorspelbaar en sterk afhankelijk van het toeval (morsingen), maar zal vanwege de getroffen voorzorgsmaatregelen (v.g. gebruik van afgesloten containers) in totaal niet buitensporig groot zijn.

3.5.3.6 *BESCHRIJVING ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN*

Exploitatie

Over het algemeen hangt de reikwijdte van elektromagnetische velden af van het gebruik en de constructie van de kabel en van de stroomsterkte (POLLEHNE et al. 2002). Daarom wordt in de hoofdstukken met betrekking tot de vergelijking van de varianten op de technische specificaties ingegaan. In verband met kunstmatige magneetvelden wordt met betrekking tot de visfauna voornamelijk over afschrikkende werkingen en barrièrewerkingen gediscussieerd (voor een compilatie van de actuele literatuur zie KELLER et al. 2006, OSPAR 2006b en MICHEL et al. 2007, Normandeau, 2011). Volgens OSPAR (2006b) werd voor zeer kleine magneetvelden ook een aantrekkende werking vastgesteld.

Magnetische velden kunnen het oriëntatievermogen en/of het migratiegedrag van sommige vissen negatief beïnvloeden. Dit zou bijv. kunnen gelden voor palingen, omdat zij zich mogelijk met behulp van elektromagnetische velden oriënteren (SOUZA et al. 1988). Voor zalm en paling konden vanaf een veldsterkte van 7 mV/m reacties worden aangetoond. Invloeden op het oriëntatiegedrag of het seizoensafhankelijke migratiegedrag door de Viking Cable (6.000 MW) werden door KULLNICK & MARHOLD (1999) onderzocht, maar niet waarschijnlijk geacht.

Onderzoek naar de effecten van magneetvelden op de visfauna werd onder andere door het Institut für Ostseeforschung in het kader van het project BEOFINO uitgevoerd. Uit de resultaten blijkt dat bij de onderzochte soorten (o.a. bot, mossel, garnaal) in laboratoriumexperimenten geen afschrikkende werking door magneetvelden optreedt (OREJAS et al. 2005). Na onderzoek bij een windturbine in Zweden sluit WESTERBERG (1994) een afschrikkende werking en/of barrièrewerking op de Europese paling echter niet uit.

Ook tijdens observaties in de windparken Horns Rev en Nysted kon geen verandering in de visbewegingen of -verdeling worden aangetoond (BIOCONSULT A/S 2004a, HVIDT et al. 2005, 2006).

Een barrièrewerking/afschrikkende werking op sommige soorten kan op basis van de zover beschikbare literatuur niet met zekerheid worden uitgesloten, maar lijkt niet waarschijnlijk. Een uitgebreidere toelichting wordt gegeven in deel C, waarin elektromagnetische velden in relatie tot de export kabels worden beschreven.

Varianten

Volgens informatie van de initiatiefnemer van onderhavig project wordt uitgegaan van een magneetveldsterkte van ca. 2,5 μ T aan het sedimentoppervlak (zie hoofdstuk 4 in deel A). Op basis van deze beschrijving wordt gesteld dat effecten van electromagnetische velden – bij een plaatsingsdiepte van de kabel van minimaal 1 meter – onwaarschijnlijk zijn. Dit geldt voor alle varianten, ongeachte de lengte van de infield kabels.

3.5.3.7 *BESCHRIJVING HABITATVERBETERING*

Aanleg en verwijdering

Uitsluiten gebruiksfuncties

De enige gebruiksfunctie van het plangebied die voor de visfauna als relevant kan worden gezien, is de visserij. De daarmee samenhangende veranderingen in de samenstelling van de visfauna nemen door het gebruiks- en vaarverbod af. Dit wordt als positief gezien.

Zowel bij de commerciële vissoorten als bij de soorten zonder commercieel belang, die vaak als bijvangst worden gevangen, is een vermindering van de mortaliteit het gevolg. Het effect van een gereduceerd gebruik van boomkorren bij de visserij wordt bijv. zichtbaar in de “scholbox” die zich uitstrekt over het gebied vlak voor de kust (<12 zeemijlen) van Nederland, Duitsland en Denemarken. Hier bestaat sinds 1989 een beperking van de boomkorrenvisserij voor schepen boven 300 PS. PIET & RIJNSDORP (1998) hebben hier in de jaren 1989 - 1994 een toename van de totale abundanties van de vissen kunnen waarnemen, ook als voor de afzonderlijke vissoorten geen significant effect optrad. Op de Georges Bank voor de Amerikaanse oostkust is in 1994 een algeheel visserijverbod afgekondigd om de kabeljauw- en schelvisbestanden te beschermen en herstel mogelijk te maken. Hier zijn sindsdien de abundanties van beide soorten toegenomen (BROWN et al. 1998). Ook de resultaten van een workshop van het Duitse ministerie van milieu over de effecten van visserijverboden of visserijvermindering in beschermde zeegebieden leveren in meerderheid de conclusie op dat de abundanties toenemen als gevolg van verminderde visserijdruk (RITTERHOFF et al. 2004).

Voorts worden bestandsbevorderende aspecten door visserijvrije windparkgebieden vermoed (RITTERHOFF et al. 2004). Er wordt ook verondersteld dat adulte grote soorten, bijv. kabeljauw, de gebieden van het windpark als toevluchtsoord zullen benutten (EHRICH 2000). Een vermindering van de visserijactiviteiten kan bovendien tot een verandering van de leeftijdstructuur van de bestanden leiden, wat een verbetering van de bestands situatie tot gevolg zou kunnen hebben. Vooral de hogere overlevingskans van de jonge dieren zou een succesvollere rekrutering bevorderen en dus bijdragen aan een herstel van de bestanden. Door een toename van het overlevingspercentage van grotere vissen zouden meer vissen de kuitrijpe leeftijd bereiken, wat een verbeterde reproductie zou betekenen. De reden voor deze verbetering is dat oudere dieren grotere eitjes van betere kwaliteit produceren. Het mortaliteitscijfer van de larven die uit deze eitjes komen is lager dan bij eitjes van jonge vissen. Een toename van de abundanties bij de meeste 'grote' (>25 cm) vissoorten, onder andere schol en tong, werd bijv. in de scholbox vastgesteld (PIET & RIJNSDORP 1998). Bovendien had de verminderde intensiteit van de bevissing invloed op de lengteverdeling, want in zijn geheel werd er in de lengteklassen van 25 tot 40 cm een groei van de abundanties waargenomen. Verder ondervinden de zeebodem en het hier levende benthos minder negatieve effecten door visserijactiviteiten. In het hoofdstuk 3.5.4 wordt beschreven dat dit zal leiden tot veranderingen in de ongewervelde gemeenschappen (bijv. verhoogd voorkomen van langlevende mosselen en epibenthische soorten), zodat over het algemeen van een vergroot voedselaanbod voor benthische vissoorten kan worden uitgegaan. In overeenstemming met deze inschatting wordt het verhoogde voorkomen van schollen in het gebied van Noorse olieplatforms verklaard door een groter voedselaanbod, veroorzaakt door het wegvallen van de visserij (VALDEMARSEN 1979).

Gezien het bovenstaande wordt vermoed dat vanwege een verbeterde voedselbasis een groei zal plaatsvinden in de abundanties van vissoorten die zich voeden met in zacht substraat levende organismen. Omdat de vissers door de veiligheidszone potentiële visgronden verliezen, moet er rekening mee worden gehouden dat de visserijactiviteit in de aangrenzende gebieden van het OWP zal toenemen, onder andere ook omdat de vissers in de randgebieden hogere opbrengsten verwachten (PIET & RIJNSDORP 1998, RIJNSDORP et al. 1998). Een opheffing van het gebruiksverbod na verwijdering van het windpark zou na afloop van een overgangperiode weer tot het ontstaan van een visfauna leiden die lijkt op de huidige, verstoorde fauna. Dit is afhankelijk van de dan heersende abiotische randvoorwaarden, die

bijv. door de klimaatverandering gewijzigd kunnen zijn, en van de dan aanwezige vormen van gebruik. Omdat noch bekend is hoe groot de abiotische veranderingen en dus de effecten ervan zullen zijn, noch waarvoor het gebied in de toekomst zal worden gebruikt, kan hierover geen uitspraak worden gedaan.

Introductie van nieuw substraat

Door de aanleg van de fundaties ontstaat in een structuurarm leefgebied een nieuwe habitatstructuur die uit harde substraten bestaat. Dit effect wordt door de toepassing van een eventuele erosiebescherming verder versterkt. De effecten van het inbrengen van kunstmatig hard substraat in een leefgebied met zacht substraat zijn beschreven voor kunstmatige riffen, scheepswrakken en olieplatforms. De resultaten kunnen in beperkte mate ook op de hier behandelde situatie worden toegepast. Er zijn ook al de eerste publicaties voor windparken (Horns Rev, Nysted) of structuren die op windparken lijken (FINO 1) verschenen (BIO/CONSULT A/S 2004, Joschko et. al. 2004). Het is te verwachten dat aan harde substraten aangepaste macrofyten- en macrozoöbenthos-soorten de turbinecomponenten zullen koloniseren (zie hoofdstuk 3.5.4). Daardoor worden die voor de visfauna aantrekkelijker, zodat een aggregatie van de visfauna aan de turbinecomponenten kan worden verwacht. De verhoging van de abundanties doet zich vooral voor in de directe omgeving. Het betreft zowel stationaire alsook trekkende vissoorten (RELINI et al. 1994). Volgens EHRICH (2000) zijn grote adulte kabeljauwen en koolvissen vermeerderd boven wrakken en steenvelden vastgesteld. Proeven bij kunstmatige riffen in de Oostzee (‘‘Reef-Balls’’ en betonnen leidingen in de Kieler Bocht, op kunstmatige zeegrasweiden, op steenstortingen en imitaties van grote algen bij Nienburg) resulteerden in de kolonisatie door o.a. kabeljauw, paling, schor, schol, blonde grondel, dikkopje, vierdradige meun, klipvis en vorskab (<http://www.fischumwelt.de>). Ook in de directe omgeving van olieplatforms in Noorse wateren kon een significante toename van kabeljauw en koolvis (SODAL et al. 1998, VALDEMARENSEN 1979) worden waargenomen; alleen de doornhaai scheen hier de omgeving van de platformen te mijden (VALDEMARENSEN 1979). Schollen en andere soorten platvis zijn eveneens vermeerderd in de omgeving van platformen aangetroffen (POLOVINA & SAKAI 1989). Voorts zal de kolonisatie van de windturbine door ongewervelde hardsubstraatsoorten ook kleine vissen zoals gobiiden, blijden en de zeedonderpad bescherming en voedsel bieden, waardoor ze vermeerderd bij de funderingen zullen voorkomen (KNUST et al. 2003). In relatie met olieplatformen zijn 20-50 maal grotere abundanties van vissen vastgesteld als in de omringende watergebieden (SIMSON 1977). Daarbij bevinden de vergrote abundanties zich in een straal van ongeveer 0-20 m rond het platform (STANLEY & WILSON 1997).

In principe wordt als reden voor de aantrekkingskracht van harde substraten aangenomen dat zij een groter voedselaanbod, bescherming tegen predatoren, paaigebieden, oriëntatiemogelijkheden en een vluchtgebied voor de intensieve bevissing bieden (BOHNSACK & SUTHERLAND 1985). De intensiteit van de populatie door vissen hangt hierbij af van een aantal omgevingsfactoren, zoals stroomrichting en -sterkte, schaduw, grootte, vorm, kleur, licht en geluid (BOHNSACK et al. 1991, BOHNSACK & SUTHERLAND 1985, KIM et al. 1994, OKAMOTO 1983). Bij kunstmatige riffen in de Oostzee is vastgesteld, dat de materiaalkeuze van de kunstmatige leefomgevingen geen invloed heeft op het aantrekkende effect voor vissen, maar dat de intensiteit van het effect op de visfauna afhangt van de structuurveelvoud en de stroming (<http://www.fischumwelt.de>).

Het inbrengen van hard substraat veroorzaakt niet alleen een groei van de abundanties, maar ook een toename van het soortenaantal en de diversiteit (BOHNSACK et al. 1994, RILOV & BENAYAHU 1998, WICKENS & BARKER 1996). Voor vissoorten die een voorkeur hebben voor hard substraat als leefgebied, bevorderen de palen en de eventuele erosiebescherming de populatie. Door een hogere diversiteit aan soorten kan het tot een verandering van de dominatielaties komen, wat mogelijk weer tot een verschuiving van de predatiedruk en dus algemeen tot veranderingen in het voedselnet leidt. De omvang van dergelijke effecten kan op dit moment echter niet worden voorspeld. De lengte van de periode dat vissen uit de omgeving door kunstmatige structuren worden aangetrokken is variabel. Kunstmatige riffen

werden al binnen enkele uren na de aanleg (MOLLES 1978) bezocht. Voor de vorming van een complete 'rif-gemeenschap' moet echter van een tijdsduur van een tot vijf jaar worden uitgegaan (ALLEN et al. 1987, BOHNSACK & SUTHERLAND 1985). De beschreven effecten van het inbrengen van hard substraat in een leefgebied dat verder door zacht substraat wordt gedomineerd, worden bevestigd door de initiële onderzoeksresultaten in windpark Horns Rev (BIO/CONSULT A/S 2004). In het kader van het onderzoek werd geconstateerd dat het voedselaanbod voor vissen in het windpark na het inbrengen van het harde substraat acht maal groter is geworden. Bovendien zijn er toevluchtsoorden voor de vissen rond de palen en de erosiebescherming ontstaan. Deze factoren hebben volgens BIO/CONSULT A/S (2004) ertoe geleid dat een groeiend aantal vissoorten werd waargenomen en dat ook de abundanties stegen. Enkele soorten, zoals botervis en pitvis zijn talrijk in tussenruimtes en holen tussen de stenen bij de bouwwerken ontdekt. Een toename van visproductie wordt volgens de auteurs voor mogelijk gehouden.

Varianten

Uitsluiten gebruiksfuncties

Een visserijverbod met de boven beschreven effecten zou na een overgangsperiode tot een permanent veranderde visfauna leiden. Omdat het percentage juveniele vissen in het gebied hoog is, kan er ook van worden uitgegaan dat het percentage van deze vissen dat de reproductieve leeftijd bereikt, zal groeien. Dit zou indirect tot grotere abundanties en eventueel ook een grotere biomassa en een stijging van de gemiddelde lengte kunnen leiden, vooral bij platvissoorten, en zou eventueel in geringe mate ook aan een stabilisatie van het bestand buiten het plangebied kunnen bijdragen. De boven beschreven directe effecten van het visserijverbod zullen echter niet verder reiken dan de windparkgrenzen plus de veiligheidszone. Verschillen tussen de varianten zijn het gevolg van verschillende windparkoppervlaktes, die bij variant 5D 21,1 km² (ZeeEnergie) en 21,2 km² (Buitengaats) bedragen, bij de voorkeursvariant 31,8 en 32,7 en bij alle overigen 58 km² en 60 km². De verschillende funderingstypen leveren hierin geen onderscheid op. Een significant negatief effect op de visfauna van het NCP resp. de Noordzee is niet mogelijk, omdat de effecten van het gebruiksverbod als positief worden beoordeeld.

Introductie nieuw substraat

De effecten van het inbrengen van hardsubstraat zijn behalve van de ontwikkeling van de opwuchs vooral afhankelijk van het aantal turbines en de structuur resp. de grootte van het oppervlak van de funderingen (zie hierna). Zoals blijkt uit de tabellen zijn er verschillen die afhangen van de parkconfiguratie. Gerelateerd aan de totaaloppervlakte van het NCP resp. de Noordzee zijn de verschillen bij alle varianten echter zeer gering. Tabel 72 t/m Tabel 75 laten gegevens zien van windpark Buitengaats, Tabel 76 t/m Tabel 79 van windpark ZeeEnergie.

Variant	Aantal wind-turbines	Totaaloppervlakte met erosiebescherming en transformatorplatform [m ² , afgerond]
Voorkeursvariant	75	75.000
7D	78	78.000
5D	78	78.000
12D	32	34.000
Ecol.	60	60.000
Econ.	105	103.000

Tabel 72 Hardsubstraatoppervlaktes van funderingen voor de afzonderlijke varianten afhankelijk van de parkconfiguratie (met betrekking tot monopilefunderingen voor de voorkeursvariant en tripilefunderingen voor de andere varianten), windpark Buitengaats.

Variant	Aantal wind-turbines	Totaal-oppervlakte [m ² , afgerond]	Aandeel in windparkopper-vlakte [%]	Aandeel in het NCP [%]	Aandeel in de Noordzee [%]
Voorkeursvariant	75	18.000	0,56	0,00032	0,000031
7D	78	19.000	0,32	0,00033	0,000033
5D	78	19.000	0,58	0,00033	0,000033
12D	32	8.000	0,13	0,00014	0,000014
Ecol.	60	14.000	0,23	0,00025	0,000025
Econ.	105	25.000	0,42	0,00044	0,000044

Tabel 73 Hardsubstraatoppervlaktes van erosiebescherming voor de afzonderlijke varianten afhankelijk van de parkconfiguratie (met betrekking tot tripilefunderingen voor alle varianten), windpark Buitengaats.

De vergelijking tussen de verschillende funderingstypen Tabel 75 toont eveneens dat er variantafhankelijke verschillen zijn, maar dat de betrokken oppervlaktes bij alle varianten in relatie tot de totaaloppervlakte van het NCP resp. de Noordzee zeer gering zijn. Vanwege de veel kleinere pijlers en dwarsverbindingen is waarschijnlijk de aantrekkingskracht voor de visfauna van de driepoot en vooral de jacket nog groter dan van andere funderingen met een vergelijkbare totaaloppervlakte.

Totale oppervlakte met corrosiebescherming en transformatorplatform [m ² , afgerond]	
Tripile	75.000
Monopile	53.000
Jacket	101.000
Driepoot	63.500
Zwaarte-kracht-fundament	94.000

Tabel 74 Hardsubstraatoppervlaktes van de fundaties voor de afzonderlijke varianten (funderingen bij parkconfiguratie VKA; 75 windturbines), windpark Buitengaats.

Variant	Totale oppervlakte [m ² , afgerond]	Aandeel windpark-oppervlak [%]	Deel van NCP [%]	Deel van Noordzee [%]
Tripile	18.000	0,56	0,00033	0,000032
Monopile	12.000	0,37	0,00021	0,000021
Jacket	11.500	0,36	0,00020	0,000020
Driepoot	27.000	0,84	0,00047	0,000047
Zwaarte-kracht-fundament	90.500	2,83	0,00159	0,000158

Tabel 75 Hardsubstraatoppervlaktes van de erosiebescherming voor de afzonderlijke varianten (funderingen bij parkconfiguratie VKA; 75 windturbines), windpark Buitengaats

Variant	Aantal wind-turbines	Totaaloppervlakte met erosiebescherming en transformatorplatform [m², afgerond]
Voorkeursvariant	75	75.000
7D	80	80.000
5D	78	78.000
12D	28	30.000
Ecol.	65	65.000
Econ.	105	103.000

Tabel 76 Hardsubstraatoppervlaktes van de funderingen voor de afzonderlijke varianten afhankelijk van de parkconfiguratie (met betrekking tot monopilefunderingen voor de voorkeursvariant en tripilefunderingen voor de andere varianten), windpark ZeeEnergie

Variant	Aantal wind-turbines	Totaal-oppervlakte [m², afgerond]	Aandeel in windparkopper-vlakte [‰]	Aandeel in het NCP [‰]	Aandeel in de Noordzee [‰]
VKA	75	18.000	0,56	0,00032	0,000031
7D	80	19.000	0,32	0,00033	0,000033
5D	78	19.000	0,58	0,00033	0,000033
12D	28	7.000	0,12	0,00012	0,000012
Ecol.	65	16.000	0,27	0,00028	0,000028
Econ.	105	25.000	0,42	0,00044	0,000044

Tabel 77 Hardsubstraatoppervlaktes van erosiebescherming voor de afzonderlijke varianten afhankelijk van de parkconfiguratie (met betrekking tot tripilefunderingen voor alle varianten), windpark ZeeEnergie

Ook voor windpark ZeeEnergie geldt dat de vergelijking tussen de verschillende funderingstypen (Tabel 79) toont dat er variantafhankelijke verschillen zijn, maar dat de betrokken oppervlaktes bij alle varianten in relatie tot de totaaloppervlakte van het NCP resp. de Noordzee zeer gering zijn. Vanwege de veel kleinere pijlers en dwarsverbindingen is waarschijnlijk de aantrekkingskracht voor de visfauna van de driepoot en vooral de jacket nog groter dan van andere funderingen met een vergelijkbare totaaloppervlakte.

Totale oppervlakte met corrosiebescherming en transformatorplatform [m², afgerond]	
Tripile	75.000
Monopile	53.000
Jacket	101.000
Driepoot	64.000
Zwaarte-kracht-fundament	94.000

Tabel 78 Hardsubstraatoppervlaktes van de fundaties voor de afzonderlijke varianten (funderingen bij parkconfiguratieVKA; 75 windturbines), windpark ZeeEnergie

Variant	Totale oppervlakte [m ² , afgerond]	Aandeel windpark- oppervlak [%]	Deel van NCP [%]	Deel van Noordzee [%]
Tripile	18.000	0,56	0,00032	0,000031
Monopile	12.000	0,37	0,00021	0,000021
Jacket	11.000	0,34	0,00019	0,000019
Driepoot	27.000	0,84	0,00047	0,000047
Zwaarte-kracht- fundament	90.000	2,8	0,00158	0,000157

Tabel 79 Hardsubstraatoppervlaktes van de erosiebescherming voor de afzonderlijke varianten (funderingen bij parkconfiguratie VKA; 75 windturbines), windpark ZeeEnergie

Er dient rekening mee te worden gehouden dat de erosiebescherming bij de verkozen monopiles niet per definitie zoals bijv. bij Horns Rev van stenen wordt gemaakt, maar dat er mogelijk zogenaamde 'big packs', met zand gevulde zakken van geotextiel, gebruikt worden. Deze bieden veel minder verstoppingen in de tussenruimtes, waardoor de veroorzaakte verandering van de visfauna minder sterk zal zijn. In hoeverre het tot interactie tussen de afzonderlijke turbines komt, is niet duidelijk. Volgens de door KELLER et al. (2006) geanalyseerde literatuur komen interacties vanwege de relatief grote afstanden tussen de turbines niet voor. Volgens KELLER et al. (2006) zou het echter wel mogelijk kunnen zijn dat bij de afzonderlijke demersale vissoorten (bijv. bot) interacties tussen de diverse turbines optreden. De kans op interacties tussen de verschillende turbines is vanwege de geringe afstand tussen de turbines bij variant 5D het grootst en bij variant 12D vanwege de grotere afstand het kleinst.

Het inbrengen van nieuwe substraten vergroot de verscheidenheid van de habitat en vergroot de totale oppervlaktes door de oprijzende funderingen. Daarom wordt het inbrengen van nieuw substraat als positief beoordeeld. Significante negatieve effecten zijn daarom bij dit aspect uitgesloten. De grootte van de nieuw geschapen oppervlaktes neemt met het aantal turbines resp. bij de vergelijking van de funderingen met de oppervlakte van een afzonderlijk type fundering toe. Vergeleken met het NCP resp. de Noordzee zijn de oppervlaktes echter zeer gering.

3.5.3.8 BESCHRIJVING EXTERNE WERKING

Aanleg en verwijdering

In paragraaf 3.5.3.2 t/m paragraaf 3.5.3.8 zijn de effecten van respectievelijk onderwatergeluid, visuele verstoring, habitatverlies, vertroebeling, elektromagnetische velden en bodemverwarming op de visfauna tijdens de aanleg en exploitatie beschreven. Hierbij werd geconcludeerd dat tijdens de aanleg alleen onderwatergeluid tot ruim buiten het park (>1 km) tot beschadiging en reacties van de visfauna zou kunnen leiden. Het gaat dan om fysiek letsel in een straal van 14 km rondom het park en eventuele vluchtreacties tot een afstand van 50 km rondom het park. Er is in dit hoofdstuk al geconcludeerd dat het gebied waarin fysiek letsel kan optreden relatief klein is t.o.v. het totale leefgebied van de vissen (<0,4% van het NCP) en dat de periode waarin letsel of vluchtgedrag kan optreden, d.w.z. de periode waarin actief geheid wordt, beperkt is en binnen deze periode het gebied voor het grootste deel van de tijd ook zonder negatieve effecten toegankelijk is voor vissen. Er wordt dus verwacht dat de externe effecten van het heien geen bedreiging vormen voor de vispopulaties in de Noordzee.

Naast heigeluid kan scheepvaartverkeer van en naar het park voor externe werking zorgen. De extra schepen zullen tot extra productie van onderwatergeluid leiden en voor extra visuele verstoring zorgen. Ook hiervan wordt niet verwacht dat dit een bedreiging voor de vispopulatie is. Onderwatergeluid geproduceerd voor schepen kan tot TTS of extra stress bij vissen leiden (KASTELEIN 2008a, SCHOLIK 2001, VASCONCELOS 2007, WYSOCKI 2006). Echter het gaat hier over slechts enkele schepen per maand

extra in een gebied dat door de aanwezigheid van de Eemshaven en de Duitse havens al een hoge verkeersintensiteit kent. Er mag dus aangenomen worden dat er zekere aan akoestische en visuele verstoring door schepen bij de vissen is opgetreden. Bovendien kunnen de vissen, in tegenstelling tot in de hiervoor genoemde studies, wegzwemmen. Fysiek letsel is dus niet te verwachten. Geen significante verslechtering voor de omstandigheden van de visfauna buiten het windpark door additioneel werkverkeer wordt verwacht.

Exploitatie

Naast de effecten van aanleg zijn in paragraaf 3.5.3.2 t/m paragraaf 3.5.3.8 de effecten van respectievelijk onderwatergeluid, visuele verstoring, habitatverlies, vertroebeling, elektromagnetische velden en bodemverwarming op de visfauna tijdens de exploitatie van het windpark beschreven. Ook nu weer reikt alleen de invloed van onderwatergeluid tot buiten het park. Het onderwatergeluidintensiteit tijdens de gebruiksfase is echter aanmerkelijk kleiner dan het onderwatergeluid tijdens de aanlegfase: het geluid veroorzaakt buiten het park geen fysieke beschadigingen en reikt ook minder verder, maximaal 5 km buiten het park. Vergeleken met de grootte van het leefgebied is dit verwaarloosbaar en er gaat van het park dan ook geen barrière-werking uit, noch wordt de grootte van het leefgebied significant verminderd.

Onderhoudswerkzaamheden in het windpark zullen tot meer scheepvaartverkeer van en naar de locatie van het windpark leiden. Op basis van de activiteiten van bij het windpark Horns Reef (ZUCCO, 2005), wordt ervan uitgegaan dat iedere windturbine 2 dagen onderhoud per jaar nodig heeft. Dit zou betekenen dat er continue 1 werkschip in het windpark aanwezig zou zijn. Ervan uitgaande dat de bemanning elke 2 weken wordt afgelost zou het dus om 4 extra scheepsbewegingen per maand gaan. Voor redenen uiteengezet onder het kopje 'aanleg en verwijdering' wordt aangenomen dat dit niet tot een significante verslechtering van de leefomgeving voor vissen in de Noordzee leidt t.o.v. de huidige situatie.

Varianten

Parkconfiguratie

Zowel het geproduceerde geluid, als het aantal scheepsbewegingen zal schalen met het aantal windturbines. Tevens zal de geluidsproductie toenemen wanneer grotere turbines worden gebruikt. Hieruit volgt dat varianten met minder en kleinere turbines tot een kleinere externe werking zullen leiden. Gekeken naar externe werking moet dus geconcludeerd worden dat parkconfiguratie 12D tot de kleinste externe werking en de economische variant tot de grootste externe werking leidt.

Funderingstype

Uit de gegevens in paragraaf 3.5.3.2 volgt dat zwaartekrachtfunderingen het minste geluid tijdens de aanleg zullen veroorzaken en monopile funderingen het meeste. Omdat onderwatergeluidproductie tijdens de aanlegfase dominant is bij bepaling van de externe werking van het windpark voor vissen, volgt dat het gebruik van zwaartekrachtfunderingen tot de kleinste en van monopiles tot de grootste externe werking zal leiden.

3.5.3.9 EFFECTBEOORDELING WINDPARKEN BUITENGAATS EN ZEEENERGIE

In deze paragraaf zijn drie zaken beschreven: een inschatting van de databetrouwbaarheid, een samenvatting van de bovenstaande effectvoorspellingen (in verschillende tabellen) en tot slot de beoordeling voor verschillende beleidskaders binnen de begrenzingen van de EEZ en 12-zeemijlszone. De effectbeoordeling wordt gegeven voor zowel het windpark Buitengaats als ZeeEnergie. Waar nodig is in tabellen onderscheid gemaakt tussen beide parken.

Inschatting van de databetrouwbaarheid ter kwantificering van de effecten

Daar waar mogelijk zijn de effecten in overeenstemming met de beschikbare literatuur en data gekwantificeerd. Kwantificatie van de negatieve effecten op visfauna is echter niet direct mogelijk, omdat belastbare informatie over de totale populatie van de afzonderlijke soorten in de Noordzee in hoge mate ontbreken. Alle kwantitatieve informatie kan daarom alleen betrokken worden op bijv. verlies van leefomgeving. Toch vormen deze bij wijze van hulp geraadpleegde grootheden een goede basis om de orde van grootte van de schadelijke effecten aan de visfauna en vooral de variantenvergelijking in te schatten, omdat aan de ene kant de effecten op de visfauna vaak lineair afhankelijk zijn van bijvoorbeeld de bedekte oppervlakte en deze informatie aan de andere kant heel nauwkeurig gekwantificeerd kan worden.

Samenvattend overzicht van de effectvoorspellingen

De effecten op de visfauna door de aanleg zijn hoofdzakelijk het resultaat van de geluidsontwikkeling bij het inheien van de fundaties, wat in extreme gevallen een verhoging van de mortaliteit veroorzaakt. Dit betreft wel alleen de directe omgeving van de werkzaamheden en waarschijnlijk ook slechts enkele individuen, aangezien deze gebieden door veel vissen vanwege de geluidsontwikkeling al voor het begin van de heiwerkzaamheden worden vermeden. Omdat viseitjes en vislarven niet kunnen vluchten, gaan PRINS et al (2008) ervan uit dat deze sterker worden getroffen dan adulte vissen. Op grond van de ondanks alles relatief geringe verliezen aan larven door de hei-activiteiten voor het Gemini-project is er geen sprake van een verandering in de natuurlijke mortaliteit boven de natuurlijke variabiliteit. Bovendien zijn de verliezen tijdelijk van aard. Schade aan bestanden is daarom niet waarschijnlijk. Door de voorziene vermijdingsmaatregelen (zoals de heiwerkzaamheden uitvoeren in de periode juli-december wanneer minder vislarven aanwezig zijn) is bovendien een vermindering van de geluidsemisatie te verwachten, wat de effecten op larven verder verkleint. Voor de vislarven geldt dezelfde rangorde van de varianten als voor adulte vissen (zie hierna), omdat deze zich alleen door geluidsterkte en duur van het heien onderscheiden. Het ramen van de verliezen aan vislarven is gebaseerd op het oorspronkelijk voor de Tweede Maasvlakte door WL|Delft Hydraulics (nu: Deltares) en RIVO (nu: Wageningen IMARES) ontwikkelde vislarvenmodel, dat nu zoals in PRINS et al. (2008) beschreven, voor alle momenteel geplande Nederlandse offshorewindparken toegepast moet worden. Het vislarvenmodel vormt een eerste poging, de mogelijke effecten van hei-activiteiten op vislarven te kwantificeren. Er bestaan echter nog grote onzekerheden in de bestaande prognoses, vooral omdat het model om verschillende redenen niet toegepast kan worden op het gebied van het Gemini-project. Daarom is in overleg met RWS besloten, de effecten op vislarven door hei-activiteiten voor het de windparken Buitengaats en ZeeEnergie door een “expert-judgement” te ramen.

Het lijkt waarschijnlijk dat het plangebied gedurende de bouwperiode door vissen versterkt zal worden vermeden. Bovendien kunnen bij lawaaigevoelige soorten nog andere gedragsveranderingen en tijdelijke negatieve effecten op de gezondheid optreden (bijv. drempelverschuiving). Daarnaast kan in het gebied waarin direct wordt ingegrepen door de heiwerkzaamheden en het trenchen van de kabels tijdelijk een sterkere vertroebeling ontstaan die vooral op viseitjes en -larven negatieve effecten kan hebben. De effecten van het onderhoud en de verwijdering zijn in principe hetzelfde als bij de aanleg, maar hebben een beduidend geringere intensiteit en een beduidend kleinere omvang. Rond de windturbines komt het tot een habitatverlies. In verhouding tot het oppervlak van het NCP is dit verlies echter extreem gering.

In verband met het gebruik wordt door het visserijverbod en het rifeffect van de turbines een aantrekkende werking op sommige soorten veroorzaakt. De veranderingen van de visfauna door het rifeffect (grotere abundanties, verandering van de soortensamenstelling) betreffen vooral de directe omgeving van de turbines, terwijl het visserijverbod (grotere abundantie, groei van gemiddelde lengtes en biomassa) een verandering in het gehele plangebied tot gevolg heeft. Wel kan soortspecifiek een bepaalde

afschrikkende werking door bedrijfsgeluiden optreden. Deze werking kan echter door gewinning na verloop van tijd afnemen. Momenteel is niet met zekerheid vast te stellen of een combinatie van deze effecten tot een verandering van de visfauna zal leiden en in hoeverre deze ook buiten het plangebied waar te nemen zullen zijn. Maar waarschijnlijk zullen de veranderingen op de nadere omgeving van het plangebied beperkt blijven.

Barrièrewerkingen op viseitjes en -larven zijn niet te verwachten. Wat de barrièrewerkingen van magnetische velden betreft is de kennis nog te gebrekkig om definitieve uitspraken over de effecten te doen. De door de kabels gegenereerde magneetvelden kunnen door de keus van het kabeltype en de aanlegmethode wel in vergelijking met het aardmagneetveld relatief klein worden gehouden. Effecten op het oriëntatiegedrag en/of een barrièrewerking door magnetische velden zijn bij voldoende ingraving niet waarschijnlijk.

De effecten van het windpark op de visfauna worden door de verwijdering van het park beëindigd. De effecten zijn samenvattend volgens de in hoofdstuk 0 beschreven methodiek in Tabel 80 (Buitengaats) en Tabel 81 (ZeeEnergie) weergegeven. Zoals in de tekst uitgelegd, zijn de te verwachten effecten op de visfauna door de verschillende bodemafdekking/afstand tussen de turbines, de afmetingen van het windpark, het aantal turbines, funderingstypen etc. per variant licht verschillend. Omdat het betroffen oppervlak, dat voor de visfauna de essentiële parameter is, in verhouding tot het oppervlak van de Noordzee of de zuidelijke Noordzee zeer klein is, zijn deze verschillen maar marginaal. Om deze reden kan vanuit het oogpunt van de visfauna aan geen van de varianten de voorkeur worden gegeven, vooral omdat tegenover de voordelen van de verschillende varianten ook altijd nadelen staan: bij variant 5D bijv. is het windpark weliswaar kleiner en de kabellengte geringer dan bij de voorkeursvariant, maar als gevolg daarvan is ook de visverbodzone met haar positieve effecten het kleinst en is het oppervlakteverlies groot in verhouding tot het windparkoppervlak. Variant 12D biedt het geringste absolute oppervlakteverlies en het kleinste oppervlakteverlies in verhouding tot het windparkoppervlak en heeft een kortere infield kabels, maar heeft ook een beduidend lagere totale opbrengst dan de voorkeursvariant. Duidelijk het minst voordelig met betrekking tot de milieueffecten is de economisch geoptimaliseerde variant. De ecologisch geoptimaliseerde variant, variant 7D en de voorkeursvariant vertonen ongeveer dezelfde effecten op de visfauna en horen bij de middenmoot.

De beoordeling van beide parken is weergegeven in Tabel 82.

Effecten op leefomgeving functies

Het windparkgebied kan de volgende ecologische functies voor de visfauna of bepaalde vissoorten hebben:

- Paaigebied
- Kraamkamer
- Foerageer- en/of leefgebied
- Doortrekgebied

Deze functies kunnen door een windpark worden beperkt. Het volledige verlies van een functie is hier echter niet te verwachten omdat de effecten, zoals in de vorige paragrafen beschreven, maar een zeer klein gedeelte van het windpark betreffen (bijv. oppervlakteverlies door bodemafdekking), slechts tijdelijk optreden (bijv. habitatverlies door lawaai) of zeer weinig of weinig intensief zijn (bijv. visuele onrust).

De visfauna heeft ook een functie voor andere diergroepen. Zij dient bijv. als voedselvoorziening voor vogels en zeezoogdieren. Deze functie wordt niet substantieel beperkt, aangezien de blijvende negatieve effecten om de bovengenoemde redenen slechts relatief geringe effecten op de totale biomassa van de

viafauna in het windpark hebben. De positieve effecten (vooral de visverbodzone) kunnen een bestandbevorderende en -stabiliserende werking op de visfauna hebben.

Dit zegt echter niets over de gebruiksmogelijkheden van een windpark als foerageergebied voor vogels en zeezoogdieren. Hier spelen ook nog andere factoren een rol (zie de betreffende hoofdstukken).

Buitengaats													
	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	Voorkeurvariant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant	Weging	Waarderingsparameters
Bouw en demontage													
Directe schade / vluchtgedrag													
Extra scheepsverkeer en bouwactiviteit met:													
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	K	p	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xx	xxxx	1	A+ W
Veiligheidszone met													
Lichtemissie (bebakening, verlichting)	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Bouwplaatsverlichting	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Bouw fundering en erosiebescherming / plaatsen van kabels binnen het park met:													
Geluidsemissies	K	g	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xx	xxxx	2	A+ W
Trillingen	K	d	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xx	xxxx	1	A+ W
Habitatverlies / directe schade													
Ruimtebeslag voor bouwplaats en bouwactiviteiten	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verstoring van het sediment door inheien van de funderingen en aanleg van de erosiebescherming	zie bedrijf (bodemafdekking en ruimtebeslag)												

Verstoring van het sediment door plaatsen kabels binnen het windpark	K	d	-	ja	km ²	0,216	0,304	0,171	0,212	0,399	0,698	1	K
Indirecte schade													
Resuspensie van sediment met													
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Vrijkomen van voedings- en schadelijke stoffen	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	K	d	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Verandering van de morfologie/sedimenten	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe werking	K	g	-	ja	-	xxx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	2	A
Bedrijf													
Aantrekking													
Gebruiksverbod	L	w	+	ja	km ²	45,7	60	33	60	60	60	3	W
Hardsubstraat onder water	L	d	+	ja	m ²	75000	78000	78000	34000	60000	103000	3	A
Habitatverlies													
Bodemafdekking en ruimtebeslag	L	d	-	ja	km ²	0,020	0,021	0,021	0,009	0,016	0,028	3	A
Vermijding													
Geluidsemissie water	L	w	0	ja	-	xx	xxx	xx	x	xx	xxxx	3	A+W
Barrièrewerking													
Opwekking elektrische en magnetische velden door de infield kabels	L	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe werking	L	g	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 80 Vergelijk van de varianten Buitengaats (parkconfiguratie *; vissen) * alle opgaven voor tripilefunderingen

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste –xx/ xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

Waarderingsparameters: A: Aantal windturbines; W: Windparkoppervlakte; K: Kabellengte; T:

Funderingstype; D: Diameter pijlers; O: Oppervlakte fundering + erosiebescherming; F: door fundering + erosiebescherming afgedekte oppervlakte

Waardering	Weging	Economische variant	Ecologische variant	Variant 12D	Variant 5D	Variant 7D	Voorkeurvariant	Eenheid	Herstelbaarheid	Waardeverandering	Ruimtelijke omvang	Duur	ZeeEnergie
Bouw en demontage													
Directe schade / vluchtgedrag													
Extra scheepsverkeer en bouwactiviteit met:													
Visuele onrust door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, helikopters, overige voertuigen, mensen)	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	K	p	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xx	xxxx	1	A+ W
Veiligheidszone met													
Lichtemissie (bebakening, verlichting)	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Bouwplaatsverlichting	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Bouw fundering en erosiebescherming / plaatsen van kabels binnen het park met:													
Geluidsemissies	K	g	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xx	xxxx	2	A+ W
Trillingen	K	d	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xx	xxxx	1	A+ W
Habitatverlies / directe schade													
Ruimtebeslag voor bouwplaats en bouwactiviteiten	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verstoring van het sediment door inheien van de funderingen en aanleg van de erosiebescherming	zie bedrijf (bodemafdekking en ruimtebeslag)												
Verstoring van het sediment door plaatsen kabels binnen het	K	d	-	ja	km ²	0,21 6	0,30 4	0,16 0	0,18 6	0,43 2	0,698	1	K

windpark													
Indirecte schade													
Resuspensie van sediment met													
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	ja	-	Xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Vrijkomen van voedings- en schadelijke stoffen	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	K	d	-	ja	-	Xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Verandering van de morfologie/sedimenten	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe werking	K	g	-	ja	-	Xxx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	2	A
Bedrijf													
Aantrekking													
Gebruiksverbod	L	w	+	ja	km ²	44,5	58	32	58	58	58	3	W
Hardsubstraat onder water	L	d	+	ja	m ²	7500 0	8000 0	7800 0	3000 0	6500 0	10300 0	3	A
Habitatverlies													
Bodemafdekking en ruimtebeslag	L	d	-	ja	km ²	0,02 0	0,02 1	0,02 1	0,00 8	0,01 7	0,028	3	A
Vermijding													
Geluidsemissie water	L	w	0	ja	-	Xx	xxx	xx	x	xx	xxxx	3	A+ W
Barrièrewerking													
Opwekking elektrische en magnetische velden door de infield kabels	L	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe werking	L	g	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 81 Vergelijking van de varianten ZeeEnergie (parkconfiguratie*; vissen). * Alle opgaven voor tripilefunderingen

Afkortingen in bovenstaande tabel:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste xx / xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

Waarderingsparameters: A: Aantal windturbines; W: Windparkoppervlakte; K: Kabellengte; T:

Funderingstype; D: Diameter pijlers; O: Oppervlakte fundering + erosiebescherming; F: door fundering + erosiebescherming afgedekte oppervlakte

	Voorkeursvariant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische Variant	Economische variant	Weging
Bouw en demontage							
Directe schade / vluchtgedrag							
Extra scheepsverkeer en bouwactiviteiten met:							
Geluidsemissies door bouwapparatuur en -activiteiten (schepen, kranen, overige voertuigen)	3	3	2	1	2	4	1
Bouw fundering en erosiebescherming / plaatsen kabels binnen het windpark met							
Geluidsemissies	2*2 4	3*2 6	2*2 4	1*2 2	2*2 4	4*2 8	2
Trillingen	4	3	2	1	2	4	1
Som	8	12	8	4	8	16	
Waardering	II	III	II	I	II	IV	
Habitatverlies / directe schade							
Verstoring van het sediment door inheien van de funderingen en aanleg van de erosiebescherming		zie bedrijf (bodemaafdekking en ruimtebeslag)					
Verstoring van het sediment door plaatsen kabels binnen het windpark	2	3	1	2	4	5	1
Som	2	3	1	2	4	5	
Waardering	II	III	I	II	IV	V	
Indirecte schade							
Resuspensie van sediment met							
Vorming van vertroebelingspluimen	2	3	1	2	4	5	1
Verhoging van sedimentatie	2	3	1	2	4	5	1
Som	4	6	2	4	8	10	
Waardering	II	III	I	II	IV	V	
Externe werking							
	1*4 4	3*2 6	3*2 6	1*2 2	2*2 4	4*2 8	2
Som	4	6	6	2	4	8	
Waardering	II	III	III	I	II	IV	
Bedrijf							
Aantrekking							
Gebruiksverbod	1*3 3	1*3 3	2*3 6	1*3 3	1*3 3	1*3 3	3
Hardsubstraat onder water	2*3 6	2*3 6	2*3 6	4*3 12	3*3 9	1*3 3	3
Som	9	9	12	15	12	6	
Waardering	II	II	III	IV	III	I	
Habitatverlies							
Oppervlakteafdekking en ruimtebeslag	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Som	9	9	9	3	6	12	
Waardering	III	III	III	I	II	IV	
Vermijding							
Geluidsemissie water	2*3 6	3*3 9	2*3 6	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Som	6	9	6	3	6	12	
Waardering	II	III	II	I	II	IV	

Tabel 82 Beoordeling van de varianten van zowel Buitengaats als ZeeEnergie (parkconfiguratie*; vissen). * alle opgaven voor tripilefunderingen

Criteriumgroep: Vissen								
	Duur	Ruimtelijke omvang	Voorkeurvariant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Bouw en demontage			Rang	Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Direct schade / vluchtgedrag	K	p	II	III	II	I	II	IV
Directe schade / habitatverlies	K	p	II	III	I	II	IV	V
Indirecte schade	K	d	II	III	I	II	IV	V
Externe werking	K	g	II	III	III	I	II	V
Bedrijf			Rang	Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Aantrekking	L	w	II	II	III	IV	III	I
Habitatverlies	L	w	III	III	III	I	II	IV
Vermijding	L	d	II	III	II	I	II	IV

Tabel 83 Samenvattend overzicht van de relevante criteriumgroepen van de storende factoren voor zowel Buitengaats als ZeeEnergie (parkconfiguratie; vissen)

	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	Tripile	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaartekrachtfundering	Weging	Waarderingsparameters
Bouw												
Directe schade / vluchtgedrag												
Bouw funderingen en erosiebescherming												
Geluidsemissies	K	g	-	ja	-	xxx	xxxx	xx	xx	x	2	D
Trillingen	K	d	-	ja	-	xxx	xxxx	xx	xx	x	1	D
Habitatverlies / directe schade												
Verstoring van het sediment door inheien van de funderingen en aanleg erosiebescherming	zie bedrijf (bodemaafdekking en ruimtebeslag)											
Indirecte schade												
Resuspensie van sediment met												
Vorming van vertroebelingspluimen	K	d	-	ja	-	x	x	x	x	xx	1	T
Vrijkomen van voedings- en schadelijke stoffen	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	K	d	-	ja	-	x	x	x	x	xx	1	T
Verandering van de morfologie/sedimenten	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe werking	K	g	-	ja	-	xxx	xxxx	xx	xx	x	2	D
Bedrijf												
Aantrekking												
Hardsubstraat onder water	L	d	+	ja	m²	75.00 0	53.00 0	101.00 0	63.50 0	94.00 0	3	O
Habitatverlies												
Bodemaafdekking en ruimtebeslag	L	d	-	ja	km²	0,020	0,015	0,011	0,027	0,132	3	F

Tabel 84 Vergelijking van de varianten van het windpark Buitengaats (fundering*; vissen)* alle opgaven voor parkconfiguratie VKA

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering
Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant
Waarderingsparameters: A: Aantal windturbines; W: Windparkoppervlakte; K: Kabellengte; T: Funderingstype; D: Diameter pijlers; O: Oppervlakte fundering + erosiebescherming; F: door fundering + erosiebescherming afgedekte oppervlakte

	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	Tripile	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaartekrachtfundering	Weging	Waarderingsparameters
Bouw												
Directe schade / vluchtgedrag												
Bouw funderingen en erosiebescherming												
Geluidsemissies	K	g	-	ja	-	xxx	xxxx	xx	xx	x	2	D
Trillingen	K	d	-	ja	-	xxx	xxxx	xx	xx	x	1	D
Habitatverlies / directe schade												
Verstoring van het sediment door inheien van de funderingen en aanleg erosiebescherming	zie bedrijf (bodemaafdekking en ruimtebeslag)											
Indirecte schade												
Resuspensie van sediment met												
Vorming van vertroebelingspluimen	K	d	-	ja	-	x	x	x	x	xx	1	T
Vrijkomen van voedings- en schadelijke stoffen	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	K	d	-	ja	-	x	x	x	x	xx	1	T
Verandering van de morfologie/sedimenten	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe werking	K	g	-	ja	-	xxx	xxxx	xx	xx	x	2	D
Bedrijf												
Aantrekking												
Hardsubstraat onder water	L	d	+	ja	m²	75000	53000	101000	63500	94000	3	O
Habitatverlies												
Bodemaafdekking ruimtebeslag	L	d	-	ja	km²	0,021	0,015	0,011	0,027	0,132	3	F

Tabel 85 Vergelijking van de varianten van het windpark ZeeEnergie (fundering *; vissen) * alle opgaven voor parkconfiguratie VKA

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)
Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig
Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering
Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant
Waarderingsparameters: A: Aantal windturbines; W: Windparkoppervlakte; K: Kabellengte; T: Funderingstype; D: Diameter pijlers; O: Oppervlakte fundering + erosiebescherming; F: door fundering + erosiebescherming afgedekte oppervlakte

	Tripile	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaarte kracht fundering	Weging
Bouw						
Directe schade / vluchtgedrag						
Bouw fundering en erosiebescherming / plaatsen van kabels binnen het windpark met						
Geluidsemissies	3*2 6	4*2 8	2*2 4	2*2 4	1*2 2	2
Trillingen	3*1 3	4*1 4	2*1 2	2*1 2	1*1 1	1
Som	9	12	6	6	3	
Waardering	III	IV	II	II	I	
Habitatverlies / directe schade						
Verstoring van het sediment door inheien van de funderingen en aanleg van de erosiebescherming	zie bedrijf (bodemaafdekking en ruimtebeslag)					
Som	6	3	3	9	15	
Waardering	II	I	I	III	V	
Indirecte schade						
Resuspensie van sediment met						
Vorming van vertroebelingspluimen	1	1	1	1	2	1
Verhoging van de sedimentatie	1	1	1	1	2	1
Som	2	2	2	2	4	
Waardering	I	I	I	I	II	
Bedrijf						
Aantrekking						
Hardsubstraat onder water	3*3 9	3*3 9	1*3 3	4*3 12	2*3 6	3
Som	9	9	3	12	6	
Waardering	III	III	I	IV	II	
Habitatverlies						
Bodemaafdekking en ruimtebeslag	2*3 6	1*3 3	1*3 3	3*3 9	5*3 15	3
Som	6	3	3	9	15	
Waardering	II	I	I	III	V	

Tabel 86 Beoordeling van de varianten van zowel Buitengaats als ZeeEnergie (fundering*; vissen). * alle opgaven voor het voorkeursalternatief

Criteriumgroep: Vissen							
	Duur	Ruimtelijke omvang	Tripile	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaartekrachtfundering
Bouw en demontage			Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Direct schade / vluchtgedrag	K	g	III	IV	II	II	I
Directe schade / habitatverlies	L	d	II	I	I	III	V
Indirecte schade	K	d	I	I	I	I	II
Bedrijf			Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Aantrekking	L	d	III	III	I	IV	II
Habitatverlies	L	d	II	I	I	III	V

Tabel 87 Samenvattend overzicht van de relevante criteriumgroepen van de storende factoren voor zowel Buitengaats als ZeeEnergie (parkconfiguratie; vissen)

Beoordeling van de bescherming bijzondere soorten (Vissen) in de EEZ

Verbodsbepalingen van de Vogelbeschermingsrichtlijn

Verbodsbepalingen van de vogelrichtlijn zijn bij vissen niet van toepassing.

Verbodsbepalingen van de Habitatrichtlijn

De verbodsbepalingen van de Habitatrichtlijn zijn vastgelegd in artikel 12 en 13 van de richtlijn. Ze gelden voor de soorten zoals genoemd in bijlage IV van de richtlijn. Daarin worden o.a. zes vissoorten genoemd. Bij de geanalyseerde onderzoeken is echter geen van deze zes vissoorten in het gebied van het windpark aangetoond (zie bijlage 8). Negatieve effecten door het project aan soorten volgens bijlage IV kunnen derhalve worden uitgesloten.

3.5.3.10 CUMULATIEVE EFFECTEN BUITENGAATS, ZEEENERGIE EN CLEARCAMP

Aanleg

In de aanlegfase kan cumulatie van effecten op vissen optreden in de vorm van verstoring door onderwatergeluid (o.a. schade aan vislarven), vertroebeling en verontreiniging. Dit kan echter alleen optreden als de werkzaamheden voor aanleg van de parken tegelijkertijd worden uitgevoerd. Het windpark Clearcamp zal niet in dezelfde periode worden gerealiseerd waardoor cumulatie van effecten op vissen worden uitgesloten.

Gebruik

In de gebruiksfase kan cumulatie van effecten op vissen optreden alleen optreden in de vorm verontreiniging. Dit kan echter alleen optreden tijdens calamiteiten bij onderhoudswerkzaamheden. Calamiteiten kunnen in elk van de windparken optreden, maar de kans hierop zal echter geminimaliseerd worden en zeer klein zijn. Als er calamiteiten optreden zullen de effecten hoogstwaarschijnlijk alleen lokaal optreden en kunnen effecten van cumulatie met het windpark Clearcamp op vissen worden uitgesloten.

3.5.4 BENTHOS

Benthos in het plangebied kunnen effecten ondervinden van habitatverlies, vertroebeling en verontreiniging, opwarming bodem, verandering substraat en stroming en habitatverbetering. Naast effecten in het plangebied kunnen in de omgeving van het plangebied effecten optreden op benthos door externe werking. De beschrijving van deze effecten vindt eerst plaats voor de werkzaamheden die komen bij het aanleggen en verwijderen van de windparken, vervolgens vindt de beschrijving van de effecten van de gebruiksfase plaats. Bij de beschrijvingen wordt steeds eerst een algemeen stuk gevolgd door het vergelijken van de verschillende varianten. De effecten op benthos worden in onderstaande paragrafen beschreven. Vervolgens worden de effecten van de windparken Buitengaats en ZeeEnergie beschreven. Tot slot wordt voor beide windparken een effectbeoordeling gegeven, waar in tabellen onderscheid tussen de parken is gemaakt.

3.5.4.1 GEGEVENSBASIS EN STAND VAN DE KENNIS

De huidige inzichten in de effecten van een offshore windpark op het macrozoöbenthos kunnen met betrekking tot de fundamentele samenhangen voor een groot gedeelte kwalitatief worden afgeleid uit de literatuur en de tot nu toe uitgevoerde studies over offshore bouwinitiatieven. Uit onderzoek rond de Deense windparken (DONG ENERGY et al. 2006) maar ook uit onderzoek in het kader van het project BeoFINO (SCHRÖDER et al. 2006) blijkt echter dat het niet in ieder geval mogelijk is om de resultaten van een gebied op een ander gebied toe te passen. Voor een zo nauwkeurig mogelijke kwantificering van de effecten zal dus een monitoring noodzakelijk zijn. Indien voor een bepaald aspect de voorliggende onderzoeksrapporten enz. niet toereikend zijn om de effecten te beoordelen, dan zal een deskundigeninschatting door de auteurs plaatsvinden.

3.5.4.2 BESCHRIJVING HABITATVERLIES

Aanleg en verwijdering

De verstoring van de bovenste sedimentlaag en daarmee ook van de in het sediment levende fauna zal in de gebieden waarin direct wordt ingegrepen worden veroorzaakt door de funderingswerkzaamheden en het trenchen van de kabels binnen het park. Als achteraf een erosiebescherming wordt aangelegd veroorzaakt ook dit een verstoring van de sedimenten en het macrozoöbenthos in het betrokken gebied. Ook het uitnemen van de betonblokken die deel zijn van de corrosiebescherming heeft directe negatieve effecten, de betrokken oppervlaktes zijn echter zeer klein. De negatieve gevolgen van bouwactiviteiten, zoals ankers, funderingspalen, zijn alleen kleinschalig zodat een relatief snel herstel van het benthos mogelijk is. Deze oppervlakten worden verder buiten beschouwing gelaten.

Bij het heien van de fundaties wordt het macrozoöbenthos in het ingreepgebied door mechanische druk gedood. Mocht een erosiebescherming in het aanleggebied noodzakelijk worden, dan wordt het oppervlak waarin negatieve effecten op het macrozoöbenthos optreden groter. In het gebied van de fundaties is herpopulatie niet mogelijk, rond de erosiebescherming zal deze populatie vanwege de veranderde sedimenteigenschappen sterk gewijzigd zijn (zie effecten door gebruik). In beide gevallen is er, evenals door het uitnemen van de betonblokken die deel uitmaken van de corrosiebescherming, sprake van een duurzaam verlies aan leefruimte voor de benthische zachtsubstraatfauna. De effecten van de oppervlakteafdekking beginnen weliswaar tijdens de bouwfase, maar duren echter ook nog na het einde van de bouwfase voort en worden daarom beoordeeld bij de effecten door gebruik.

Door het trenchen van de infield kabels wordt in de direct beïnvloede gebieden een volledige verschuiving van de sedimenten veroorzaakt. Daardoor kunnen dieren van het macrozoöbenthos worden blootgelegd. Als dit gebeurt hangt het van het vermogen om zich weer in te graven af of de dieren overleven. Op

enkele grote soorten na (bijv. de afgeknotte gaper (*Mya truncata*)) hebben de meeste infauna-taxa dit vermogen. Bij organismen die of van nature of door mechanisch letsel niet in staat zijn om zich weer in te graven, is de mortaliteit hoger. Niet alleen het blootleggen speelt een rol, maar ook het teveel aan bedekking dat ontstaat als de dieren door de sedimentverschuivingen dieper de bodem in worden getransporteerd. Een deel van de organismen in het gebied van de sleuf zal dit proces overleven omdat sommige soorten die in zacht substraat van de Noordzee leven relatief ongevoelig zijn en een bedekking van meerdere centimeters kunnen overleven (BIJKERK 1988). Hierbij wordt volgens ESSINK (1999) de bedekking met zandige sedimenten beter getolereerd dan met slibbige sedimenten. Sommige soorten zijn er niet toe in staat om zich na verwijdering uit de levenspositie opnieuw in te graven en sterven. Behalve bij het oppervlak van de sleuf, waar het macrozoöbenthos sterk beschadigd raakt, komt het ook in de aan weerszijden van de kabel aanwezige werkstrook tot geringe mechanische beschadigingen van organismen.

Zelfs bij dekolonisatie van de direct beïnvloede gebieden langs de kabels moet rekening worden gehouden met een snelle (waarschijnlijk binnen een jaar) herpopulatie met robuuste, relatief kort levende soorten. De herpopulatie wordt vergemakkelijkt doordat in totaal maar relatief kleine, smalle oppervlaktes getroffen zijn en toestroom van adulte dieren uit de directe omgeving kan plaatsvinden (SMIT & BRUMSICKLE 1989, GÜNTHER 1992). Bovendien is een herpopulatie door larven en postlarven mogelijk (o.a. DITTMANN et al. 1999). Omdat de verstoorde gebieden echter naar verhouding klein zijn, zal de toestroom van macrozoöbenthos-organismen uit de omgeving een grotere rol spelen (OSPAR 2006b). Bij populaties van soorten met een langere levensduur/tragere groei of bij zeldzame soorten neemt de volledige regeneratie meer tijd in beslag. Deze soorten maken in het plangebied echter maar een gering percentage van de populatie uit. Dit geldt ook voor soorten die bijzonder gevoelig zijn voor blootleggen. Hoewel er geen gegevens over het benthos uit het windpark zelf beschikbaar zijn, kan op basis van de bekende verspreidingsgrenzen worden uitgesloten dat er habitats van de Rode Lijst (OSPAR 2004) voorkomen die relevant zijn voor het benthos. Als enige benthossoort van de Rode Lijst (OSPAR 2004) kan de Noordkromp (*Arctica islandica*) voorkomen; deze soort werd in de geanalyseerde stations echter niet gevonden (bijlage 9 van BARD MER uit 2009). Volgens de NSBS (ICES 1986) en WITBAARD (1997) ligt het windpark wel aan de zuidelijke verspreidingsgrens van de Noordkromp in de Noordzee. De noordkromp komt vooral voor in fijnzandig sediment en minder in gebieden met middelfijn tot grof zand, zoals in het windpark. Daarbij komt nog hun geringe dichtheid (WITBAARD 1997). Als er dus al exemplaren worden getroffen door de bouw van het windpark, dan zijn het er maar weinig. De relatief zeldzame *Goniadella-Spisula*-gemeenschap (RACHOR & NEHMER 2003), die evenwel niet volgens OSPAR wordt beschermd, kan ook in het gebied voorkomen.

Varianten

Parkconfiguratie, oppervlaktes

In Tabel 88 en Tabel 89 is aangegeven hoe groot de oppervlakten zijn die door de fundaties, de erosiebescherming en het trenchen van de kabels worden verstoord.

In het gebied zijn de door HOLTSMANN et al. (1996) beschreven gemeenschappen 4 en 5 in variërende mate aanwezig. Daarom wordt als 'worst case' aangenomen dat altijd maar één gemeenschap aanwezig en getroffen is. De schattingen worden dus én voor gemeenschap 4 én alternatief ook voor gemeenschap 5 gemaakt. De gemeenschap op grind (*Goniadella-Spisula*-gemeenschap volgens RACHOR & NEHMER 2003) die mogelijk lokaal voorkomt, maar door HOLTSMANN et al. (1996) niet apart werd aangegeven, kan ter vereenvoudiging op basis van de sedimenten worden afgebakend. Aangezien grindhoudende sedimenten over een oppervlakte van 1,1 km² op de kaarten van TNO zijn aangegeven (zie bijlage 10), wordt hun mogelijke percentage of maximaal 10% geschat. De daaruit resulterende verliezen van oppervlakte en biomassa zijn in Tabel 88 (Buitengaats) en Tabel 89 (ZeeEnergie) weergegeven. Omdat op de oppervlaktes van hard substraat die rond de windturbines, uitschuringen en erosiebescherming ontstaan herpopulatie

plaatsvindt (zie hoofdstuk 3.5.4.8 'effecten op leefomgeving functies'), is het biomassaverlies alleen van tijdelijke aard.

		Variant					
		VKA	7D **	5D	12D	ecol.	econ.
Permanent verlies zachtsubstraat absoluut [km²]	Oppervlakte fundaties	0.003	0,002	0,002	<0,001	<0,002	0,003
	Oppervlakte erosiebescherming + corrosiebescherming ***	0.018	0,019	0,019	0,008	0,014	0,025
	Oppervlakte fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming	0.021	0,021	0,021	0,009	0,016	0,028
Permanent verlies zachtsubstraat relatief [%]	Gemeenschap 4	0.00047	0,00047	0,00047	0,00020	0,00036	0,00063
	of	0.00007					
	Gemeenschap 5	0.00007	0,00007	0,00007	0,00003	0,00006	0,00010
	„Grindgemeenschap“ *	0.00026	0,00026	0,00026	0,00011	0,00020	0,00035
	Totaal NCP	0.00004	0,00004	0,00004	0,00002	0,00003	0,00005
	Totale Noordzee	0.000003	0,000003	0,000003	0,000001	0,000002	0,000004
Tijdelijk verlies biomassa absoluut [kg AFTG]	Gemeenschap 4	496	496	496	212	378	661
	of						
	Gemeenschap 5	286	286	286	122	218	381
	„Grindgemeenschap“ *	30	30	30	13	23	40

Tabel 88 Kwantificering van de benthos-verliezen door de bouw van de windturbines (zie parkconfiguratie, alle windturbines met tripilefunderingen), windpark Buitengaats.

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' aan het eind van dit hoofdstuk

*Voor de 'grindgemeenschap' wordt conform het geschatte oppervlaktepercentage maar 10% van het oppervlakteverlies in de berekening meegenomen ** geldt voor windturbines met 3, 5 en 7 MW; *** nieuwe populatie van hardsubstraat mogelijk

		Variant					
		Voorkeur	7D **	5D	12D	ecol.	econ.
Permanent verlies zachtsubstraat absoluut [km ²]	Oppervlakte fundaties	0.003	0,002	0,002	<0,001	<0,002	0,003
	Oppervlakte erosiebescherming + corrosiebescherming ***	0.018	0,019	0,019	0,007	0,016	0,025
	Oppervlakte fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming	0.021	0,021	0,021	0,008	0,017	0,028
Permanent verlies zachtsubstraat relatief [%]	Gemeenschap 4	0.00047	0,00047	0,00047	0,00018	0,00038	0,00063
	of						
	Gemeenschap 5	0.00007	0,00007	0,00007	0,00003	0,00006	0,00010
	„Grindgemeenschap“ *	0.00026	0,00026	0,00026	0,00010	0,00021	0,00035
	Totaal NCP	0.00004	0,00004	0,00004	0,00001	0,00003	0,00005
	Totale Noordzee	0.000003	0,000003	0,000003	0,000001	0,000002	0,000004
Tijdelijk verlies biomassa absoluut [kg AFTG]	Gemeenschap 4	496	496	496	189	401	661
	of						
	Gemeenschap 5	286	286	286	109	231	381
	„Grindgemeenschap“ *	30	30	30	11	24	40

Tabel 89 Kwantificering van de benthos-verliezen door de bouw van de windturbines (zie parkconfiguratie, alle varianten met tripilefunderingen), windpark ZeeEnergie.

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' aan het eind van dit hoofdstuk

*Voor de 'grindgemeenschap' wordt conform het geschatte oppervlaktepercentage maar 10% van het oppervlakteverlies in de berekening meegenomen ** geldt voor windturbines met 3, 5 en 7 MW; *** nieuwe populatie van hardsubstraat mogelijk

Funderingstypen

Bij het vergelijken van de verschillende typen fundaties voor de voorkeurvariant blijkt dat tripile en jacket de kleinste schadelijkste gevolgen voor het benthos hebben, waarbij bij het type jacket het permanente verlies van leefruimte in het gebied van het eigenlijke fundament iets groter is (zie Tabel 90). Bij monopile en driepoot zijn de verliezen iets groter dan bij tripile en jacket. Veruit de grootste verliezen aan leefruimte voor de zachtsubstraatfauna zouden zich echter voordoen bij het toepassen van zwaartekechtfunderingen.

		Variant				
		Tripile	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaarte- kracht- fundament
permanent verlies zachtsubstraat absoluut [km ²]	Oppervlakte fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming	0,021	0,012	0,011	0,027	0,132
	(waarvan oppervlakte fundaties)	(0,003)	(0,001)	(0,005)	(0,004)	(0,043)
	(waarvan oppervlakte erosiebescherming + corrosiebescherming **)	(0,018)	(0,012)	(0,011)	(0,027)	(0,089)
permanent verlies zachtsubstraat relatief [%]	Gemeenschap 4	0,00047	0,00027	0,00038	0,00072	0,00307
	of					
	Gemeenschap 5	0,00007	0,00004	0,00006	0,00011	0,00048
	„Grindgemeenschap“ *	0,00026	0,00015	0,00021	0,00040	0,00171
	totaal NCP	0,00004	0,00002	0,00003	0,00006	0,00024
	totale Noordzee	0,000003	0,000002	0,000002	0,000004	0,000018
tijdelijk verlies biomassa absoluut [kg AFTG]	Gemeenschap 4	496	283	401	755	3224
	of					
	Gemeenschap 5	286	163	231	435	1858
	„Grindgemeenschap“ *	30	17	24	46	196

Tabel 90 Kwantificering van de benthos-verliezen door de bouw van windturbines (vergelijking funderingstypen bij toepassing van de voorkeursvariant), geldt zowel voor windpark Buitengaats als ZeeEnergie.

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' aan het eind van dit subhoofdstuk

* Voor de 'grindgemeenschap' wordt conform het geschatte oppervlaktepercentage maar 10% van het oppervlakteverlies in de berekening meegenomen: ** nieuwe populatie van hardsubstraat mogelijk

Door het trenchen van de kabels wordt de populatie over een breedte van 0,4 m (breedte kabeltrog) sterk beschadigd en over nog eens 3,4 m (werkstrook) door het overrijden licht beschadigd. Vanuit preventief oogpunt wordt aangenomen dat het kabeltrog volledig gedepopuleerd wordt (verlies = 100%) en in het gebied van het werkstrook 20% van de populatie afsterft. Daaruit resulteren de in Tabel 91 weergegeven waarden. Zowel in het kabeltrog als in het werkstrook zal er weer relatief snel herpopulatie van het sediment optreden (zie boven).

Variant									
		VKA		7D		5D		12D	
		K	W	K	W	K	W	K	W
tijdelijk oppervlak te-verlies absoluut	[km ²]	0.023	0.194	0,032	0,272	0,018	0,153	0,022	0,190
tijdelijk oppervlak te-verlies relatief [%]	Gemeenschap 4	0.00051	0.0044	0,00072	0,00611	0,00040	0,00344	0,00050	0,00428
	of								
	Gemeenschap 5	0.000081	0.00069	0,00011	0,00096	0,00006	0,00054	0,00008	0,00067
	„Grindgemeenschap“ *	0.00029	0.0024	0,00040	0,00340	0,00023	0,00191	0,00028	0,00238
	totaal NCP	0.000040	0.00034	0,00006	0,00048	0,00003	0,00027	0,00004	0,00034
	totale Noordzee	0.000004	0.000034	0,0000043	0,0000363	0,0000024	0,0000204	0,0000030	0,0000254
tijdelijk verlies biomassa absoluut [kg AFTG]	Gemeenschap 4	537	915	755	1284	425	722	529	899
	Of								
	Gemeenschap 5	310	527	435	740	245	416	305	518
	„Grindgemeenschap“ *	33	98	46	78	26	44	32	55

		Ecol.		Econ.	
		K	W	K	W
tijdelijk oppervlakte-verlies absoluut	[km ²]	0,042	0,357	0,074	0,625
tijdelijk oppervlakte-verlies relatief [%]	Gemeenschap 4	0,00094	0,00802	0,00165	0,01404
	of				
	Gemeenschap 5	0,00015	0,00126	0,00026	0,00221
	„Grindgemeenschap“ *	0,00053	0,00446	0,00092	0,00781
	totaal NCP	0,00007	0,00063	0,00013	0,00110
	totale Noordzee	0,0000056	0,0000476	0,0000098	0,0000833
tijdelijk verlies biomassa absoluut [kg AFTG]	Gemeenschap 4	991	1685	1735	2949
	of				
	Gemeenschap 5	571	971	1000	1699
	„Grindgemeenschap“ *	60	102	105	179

Tabel 91 Kwantificatie van de tijdelijke benthos-verliezen door het plaatsen van de parkinfield kabels, windpark Buitengaats

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' aan het eind van dit subhoofdstuk
 K: breedte kabeltrog (100% verlies van de populatie), W: werkstrook (oppervlaktebeschadiging, verlies van 20% van de populatie); * Voor de 'grindgemeenschap' wordt conform het geschatte oppervlaktepercentage maar 10% van het oppervlakteverlies in de berekening meegenomen

		Variant							
		VKA		7D		5D		12D	
		K	W	K	W	K	W	K	W
tijdelijk oppervlak te-verlies absoluut	[km ²]	0.023	0.194	0,032	0,272	0,017	0,143	0,020	0,167
tijdelijk oppervlak te-verlies relatief [%]	Gemeenschap 4	0.00051	0.0044	0,00072	0,00611	0,00038	0,00321	0,00044	0,00374
	of								
	Gemeenschap 5	0.000081	0.00069	0,00011	0,00096	0,00006	0,00051	0,00007	0,00059
	„Grindgemeenschap“ *	0.00029	0.0024	0,00040	0,00340	0,00021	0,00179	0,00025	0,00208
	totaal NCP	0.000040	0.00034	0,00006	0,00048	0,00003	0,00025	0,00003	0,00029
	totale Noordzee	0.000004	0.000034	0,0000043	0,0000363	0,0000022	0,0000190	0,0000026	0,000022
tijdelijk verlies biomassa absoluut [kg AFTG]	Gemeenschap 4	537	915	755	1284	396	674	463	786
	of								
	Gemeenschap 5	310	527	435	740	228	388	267	453
	„Grindgemeenschap“ *	33	98	46	78	24	41	28	48

		Ecol.		Econ.	
		K	W	K	W
tijdelijk oppervlakte-verlies absoluut	[km ²]	0,046	0,387	0,074	0,625
tijdelijk oppervlakte-verlies relatief [%]	Gemeenschap 4	0,00102	0,00869	0,00165	0,01404
	of				
	Gemeenschap 5	0,00016	0,00137	0,00026	0,00221
	„Grindgemeenschap“ *	0,00057	0,00483	0,00092	0,00781
	totaal NCP	0,00008	0,00068	0,00013	0,00110
	totale Noordzee	0,0000061	0,0000516	0,0000098	0,0000833
tijdelijk verlies biomassa absoluut [kg AFTG]	Gemeenschap 4	1074	1825	1735	2949
	of				
	Gemeenschap 5	619	1052	1000	1699
	„Grindgemeenschap“ *	65	111	105	179

Tabel 92 Kwantificatie van de tijdelijke benthos-verliezen door het plaatsen van de parkinfield kabels, windpark ZeeEnergie

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' aan het eind van deze paragraaf.

K: breedte kabeltrog (100% verlies van de populatie), W: werkstrook (oppervlaktebeschadiging, verlies van 20% van de populatie); * Voor de 'grindgemeenschap' wordt conform het geschatte oppervlaktepercentage maar 10% van het oppervlakteverlies in de berekening meegenomen

Conclusie

In totaal blijkt dat de verschillen tussen de varianten bij de parkconfiguratie relatief gering zijn. Vooral het verschil in betrokken aandeel van het totale NCP resp. Noordzee is heel gering. Hetzelfde geldt ook voor de verschillende funderingstypen met uitzondering van de zwaartekrachtfundering. In verhouding tot het totale NCP en zeker tot de totale Noordzee is het verlies resp. de tijdelijke schade aan zachsubstraatleefomgevingen door het windpark zeer gering. Bij de voorkeursvariant met tripilefunderingen gaan door fundering, erosiebescherming en corrosiebescherming 0,00004% van de oppervlakte van het NCP resp. 0,000004% van de oppervlakte van de Noordzee als leefomgeving voor de zachsubstraatfauna verloren; nog eens 0,00034% resp. 0,00003% worden door het plaatsen van de kabels tijdelijk beschadigd. Een significante beschadiging van de zachsubstraatfauna van NCP resp. de Noordzee is daarom ondanks het gedeeltelijke habitatverlies niet te verwachten. Hetzelfde geldt ook bij beschouwing van de afzonderlijke gemeenschappen. Ook daar worden maximaal fracties van een procent van de totale oppervlakte gedupeerd.

Excursie berekeningsgrondslagen

Onderstaand zijn de uitgangspunten voor de inschatting van de verliezen van oppervlakte en biomassa en de tijdelijke oppervlakteverstoringen voor windturbines, parkinfield kabels en export kabels samenvattend beschreven.

Oppervlakteverlies/-verstoringen absoluut:

Windturbines: Alle cijfers over oppervlakteverlies door de afzonderlijke turbines zijn ontleend aan hoofdstuk 4 in deel A. Deze cijfers zijn vermenigvuldigd met het totale aantal turbines (75) om het verlies door het gehele windpark te bepalen. Dit totale verlies is per variant verschillend en in de betreffende tabellen aangegeven. Als 'worst case' werd voor de daaropvolgende inschatting van de verliezen voor de diverse levensgemeenschappen etc. steeds uitgegaan van het totale oppervlak van funderingen, erosiebescherming en corrosiebescherming.

Parkinfield kabels: Zoals aangegeven in hoofdstuk 4 in deel A wordt voor de kabelaanleg een werkbreedte van in totaal 3,8 m ingepland. Er wordt ervan uitgegaan dat hiervan 0,4 m op het kabeltrog (100% verlies van de populatie) en 3,4 m op het werkstrook (oppervlaktebeschadiging, verlies van 20% van de populatie) vallen. Samen met de in hoofdstuk 4 in deel A gecombineerde totale lengtes van de infield kabels wordt hieruit het totale tijdelijk verstoorde oppervlak per variant berekend.

Oppervlakteverlies/-verstoringen relatief:

De absolute oppervlakteverliezen worden voor het benthos gerelateerd aan de totaaloppervlakte van het NCP, de gehele Noordzee en de diverse benthosgemeenschappen binnen het NCP. Hierbij wordt uitgegaan van de volgende oppervlaktes:

- NCP: 57.000km² (noordzeeloket.nl)- Noordzee: 572.000km² (noordzeeloket.nl)

BenthosBenthosgemeenschappen (zie kaart in bijlage 9 van BARD MER uit 2009):

- gemeenschap 4: 4.450 km² (HOLTMANN et al. 1996)

- gemeenschap 5: 28.250 km² (HOLTMANN et al. 1996)

- gemeenschap 6 (kustzone+ waddenzee): 4.950 km² (HOLTMANN et al. 1996 + waddenzee nach Seekarten, waarvan eulitoraal ca. 950 km² volgens EUNIS); "grindgemeenschap": 800 km² (kerngebied Klaverbank volgens OFFRINGA et al. 2004)

Voor de 'grindgemeenschap' wordt conform het geschatte oppervlaktepercentage maar 10% van het oppervlakteverlies in de berekening meegenomen.

Harde substraten met de bijbehorende fauna komen op het NCP op nog twee andere plaatsen voor (Texelse Stenen, Borkumse Stenen, zie LINDEBOOM et al. 2005, DANKERS et al. 2003). Hier is echter niet duidelijk hoe groot de oppervlaktes met harde substraten daadwerkelijk zijn; daarom kunnen ze niet worden meegenomen in de evaluatie.

Morfologie/sedimenten:

grof zand (mediane korrelgrootte >500 µm): 270 km² (www.noordzeeatlas.nl)

Tijdelijke biomassaverliezen absoluut:

Voor de biomassa werd uitgegaan van de waarden uit HOLTMANN et al. (1996) voor de gemeenschappen 4, 5 en 6. Voor de grindgemeenschap werd vanwege het gebrek aan informatie hierover in HOLTMANN et al. (1996) de biomassa van station OFF29 volgens DAAN & MULDER (2001) verondersteld (vergelijkbare sedimentsamenstelling).

Inbrengen van hard substraat:

Het aanbrengen van de erosiebescherming en de steenstoringen bij de kabelkruisingen resulteert niet alleen in een oppervlakteverlies voor de zacht-substraatfauna, maar ook in een oppervlaktegroei voor de hard-substraatfauna. Voor de inschatting van deze veranderingen worden dezelfde uitgangspunten gebruikt als voor de oppervlakteverliezen, alleen worden zij uitsluitend toegepast op het oppervlak van de erosiebescherming.

Exploitatie

De aanleg van de fundaties en de eventuele erosiebescherming heeft een bodemafdekking tot gevolg, waardoor leefruimtes voor het macrozoöbenthos in de zachte bodem verloren gaan.

Varianten

Hoofdstuk 12 bevat een gedetailleerde opsomming van de oppervlaktes die door het realiseren van de varianten worden beïnvloed en van de percentages van de diverse levensgemeenschappen die al door de verstoring van het sediment tijdens de bouw worden vernietigd/belast, evenals de variantenvergelijking en de beoordeling. Door de verwijdering van de windturbines worden de effecten beëindigd. In totaal is het oppervlakteverlies bij variant 12D iets kleiner dan bij de andere varianten. Gezien het feit dat het om een extreem gering aandeel van het NCP gaat, zijn de verschillen verwaarloosbaar.

3.5.4.3 BESCHRIJVING VERTROEBELING EN VERONTREINIGING

Aanleg en verwijdering

Door het inheien resp. verwijderen van de fundaties, de eventueel noodzakelijke latere aanleg van een erosiebescherming en door het trenchen van de interne parkbekabeling wordt sediment opgewerveld, gesuspenseerd en later op een andere locatie weer gedeponneerd. DANKERS (2002) en VAN RIJN (1985) geven een overzicht van het suspensie- en sedimentatiegedrag van sediment.

Samenvattend gezegd kan dit behalve met de verplaatsing van sediment door resuspensie (zie boven) gepaard gaan met de volgende storende factoren die het macrozoöbenthos beïnvloeden:

- Ontstaan van vertroebelingspluimen
- Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen
- Verhoging van de sedimentatie
- Verandering van het sediment

De totale omvang van de resuspensie en daarmee ook van de resulterende gevolgen hangt in wezen af van de samenstelling van het sediment op de locatie, de toegepaste bouwmethodes, het aantal windturbines en de kabellengte. Het zanderige gedeelte van het opgewervelde materiaal zakt over het algemeen in de directe omgeving weer naar de bodem. Klei en sloef blijven echter enige tijd in suspensie, worden door de stroming meegenomen en afhankelijk van wind, waterdiepte, stroming etc. gesedimenteerd op een andere locatie, waar het sedimentatiepercentage gedurende de bouwperiode toeneemt.

Voor de hoeveelheid geresuspenseerd materiaal bij het bouwen van de fundaties bestaan alleen maar incidentele schattingen. Hetzelfde geldt voor de gegevens m.b.t het trenchen van de kabels. Voor het windpark Nystedt bijv. werd voor de bouw van 72 windturbines bij het inheien van monopiles) een resuspensie/afstand van 16.000 m³ materiaal aangenomen, waarvan 1.000 m³ in suspensie gaat (KELLER et al. 2006). Bij toepassing van deze data op de bij de windparken Buitengaats en ZeeEnergie bij voorkeur toe te passen monopiles zou, afhankelijk van de grootte van het sedimentatiegebied, moeten worden uitgegaan van een sedimentatie in de directe omgeving van de turbines in de orde van grootte van enkele centimeters. Dit is het resultaat van de in hoofdstuk 12 (subpunt morfologie) uitgevoerde raming: Ook bij het toepassen van tripiles, driepoten of jackets moet worden aangenomen dat de sedimentverplaatsingen een vergelijkbare orde van grootte zullen hebben. Nadere informatie is echter niet beschikbaar. Bij toepassing van zwaartekrachtfunderingen, die voor Nystedt als alternatief zijn overwogen, zou er van een wezenlijk grotere sedimentverplaatsing sprake zijn. Afhankelijk van het type zwaartekrachtfundering geven KELLER et al. (2006) een sedimentverplaatsing aan van tot 106.000 m³ per fundament, waarvan tot 4.000 m³ wordt geresuspenseerd. De sedimentatieconcentratie in de waterkolom wordt alleen dan hoger dan 10-15 mg/l als van dit extreem ongunstig fundament in de directe omgeving van de bouwplaats wordt uitgegaan, en ook dan alleen maar voor 10% van de bouwduur.

Voor het trenchen van de kabels wordt ervan uitgegaan dat de sleuf voor 30 tot 90% weer wordt opgevuld (mondelinge informatie SUBMARINE CABLE & PIPE GmbH, Dr. Meffert / T. Roggenbert). Zoals beschreven in het hoofdstuk 4 resulteert een grove schatting onder worst case voorwaarden (hervullingspercentage slechts 30%) erin dat bij het trenchen van de kabels meer materiaal wordt verplaatst dan bij de bouw van tripile- of monopilefunderingen. Het verplaatste sediment zal waarschijnlijk voor het grootste gedeelte in de nabije omgeving weer sedimenteren. Zo werd bijv. ook voor een windpark in Groot-Brittannië voorspeld dat 90% van het bij het leggen van de kabels geresuspendeerde materiaal binnen een afstand van maximaal 1 km zou worden gesedimenteerd (vgl. MEISSNER & SORDYL 2006).

Verhoging van de sedimentatie

Veel zacht-substraatsoorten zijn relatief ongevoelig voor afdekking en kunnen een extra laag sediment van enkele centimeters dik overleven (BIJKERK 1988). Volgens ESSINK (1996) moet van een negatieve invloed op het macrozoöbenthos worden uitgegaan zodra de sedimentatiesnelheid hoger is dan de snelheid van de omhoog kruipende bodemdierjes. Polychaeta zoals *Nereis* spp. en *Nephtys* spp. kunnen een tot 60 cm dikke laag slib en tot 85 cm dikke laag fijn zand aan. Uit onderzoek naar *Tellina* spp. bleek dat bij afdekking met slib de dodelijke laagdikte 38 cm bedraagt, bij afdekking met fijn zand is dit 45 cm (ESSINK 1996). Bij de kokkel *Cerastoderma edule* veroorzaakte een plotselinge reductie van de lichtinval een heroriëntering van de dieren richting sedimentoppervlak (RICHARDSON et al. 1993). In een waterdiepte van meer dan 35 m lijkt de kans op een dergelijk reactiepatroon van de macrofauna eerder gering, omdat er waarschijnlijk niet genoeg licht zal zijn voor reacties op optische prikkels. Sterk sessiele organismen (bijv. anthozoa, hydrozoa en bryozoa) kunnen echter vanwege hun immobiliteit al door duidelijk geringere laagdiktes worden bedreigd.

Ontstaan van vertroebelingspluimen

Het door de bouwactiviteiten in suspensie gebrachte slib veroorzaakt vertroebelingspluimen, wat betekent dat de lichtdoorlatendheid van de waterkolom wordt gereduceerd. Afhankelijk van het percentage slib in het sediment, de stroming en andere factoren, kunnen volgens NEWELL et al. (1998) vertroebelingspluimen van meerdere honderden meters groot ontstaan. Volgens KELLER et al. (2006) ontstaan ook bij het heien van een monopile vertroebelingspluimen.

Vertroebelingspluimen kunnen een vermindering van de fotosynthesecapaciteit van het fytoplankton tot gevolg hebben, en daarmee een gereduceerde productie van biomassa door de primaire producenten (NEWELL et al. 1998). Of en in welke mate dit gebeurt, hangt in eerste instantie ervan af hoe hoog de deeltjes zich in de waterkolom verdelen en hoe groot de eufotische zone is.

Verhoogde sedimentvrachten die in de buurt van de bodem worden getransporteerd, kunnen bij macrozoöbenthos-taxa die zich met suspensie voeden verstoppingen van de filterorganen veroorzaken, wat op lange termijn tot een verminderde biomassa en biomassa-productie kan leiden.

Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen

Door vrijkomende voedingsstoffen en schadelijke stoffen kunnen een verandering/vermindering van de populatie en ziektes veroorzaakt worden. Een verhoogde aanwezigheid van schadelijke stoffen in benthische organismen kan tevens gevolgen hebben voor hogere, tropische niveaus. Theoretisch is het ook mogelijk dat zuurstoftekorten optreden.

Verandering van het sediment

Bij het opwervelen van het sediment gaan fijne deeltjes verloren, wat eerst door sedimentatie en lateraal transport weer gecompenseerd moet worden. Wat de bekabeling betreft is het ook denkbaar dat de sleuf

na het leggen van de kabel niet helemaal wordt opgevuld, waardoor een sedimentval ontstaat. Dit effect zou het kortstondige verlies van fijn sediment kunnen overcompenseren. Het resultaat zou in ieder geval een, vooral van het slibgehalte afhankelijke, verandering van de sedimentsamenstelling zijn. Bij extreem sterke sedimentatie zou ook in de betreffende gebieden een verandering van het sediment kunnen optreden. Een veranderde sedimentsamenstelling kan vanwege de verschillende sedimentvoorkeuren van de diverse soorten ook gevolgen hebben voor de samenstelling van de benthos-populatie.

Overige verontreiniging

Door morsingen, het extra scheepsverkeer en de bouwactiviteiten kunnen schadelijke stoffen in het water terecht komen die daardoor ook direct en indirect het benthos beïnvloeden.

Varianten

Verhoging van de sedimentatie

Het slibgehalte van het sediment in het plangebied is zeer gering (zie hoofdstuk 12). Ook fijn zand, dat relatief makkelijk wordt opgewerveld, is naast middelfijn en grof zand maar een onderdeel van het sediment. De voorziene toepassing van monopiles, die ingeheid worden, behoort evenals tripiles, driepoten en jackets tot de methodes die eerder minder sedimentopwerveling veroorzaken. Over het algemeen kan dus (zoals ook bij de andere drie genoemde funderingstypen) van een relatief geringe mate van resuspensie worden uitgegaan. Verder kan ervan worden uitgegaan dat de sedimentatie op een groter oppervlak plaatsvindt dan de erosie. Daarom ontstaan maar zeer geringe afzettingen op het oppervlak. Deze minimale bedekking kan door het macrozoëbenthos door een verticale herpositionering in het sediment worden gecompenseerd. Dit geldt echter niet voor sessiele organismen op harde substraten. Deze zouden, afhankelijk van de mate van bedekking, in hun groei en voortplanting worden gehinderd of zelfs afsterven. Vanwege de ligging op de uitlopers van de Borkum Riffgrund is het mogelijk dat harde substraten (grind) in het plangebied aanwezig zijn. Volgens de kaarten van TNO zijn grindhoudende sedimenten in het plangebied aanwezig, zodat ook het voorkomen van sessiele organismen niet kan worden uitgesloten.

Ontstaan van vertroebelingspluimen

Een permanente of langdurige beschadiging van suspension feeders door de tijdelijke en ruimtelijk beperkte toename van de vertroebeling dicht bij de bodem lijkt uitgesloten (zie ook HAGENDORFF et al. 1996), vooral omdat het om een relatief geringe vertroebelingstoename gaat (zie boven) en omdat het bijzonder gevoelige type feeder relatief zeldzaam is. Een uitzondering zouden gebieden met harde substraten kunnen vormen, waar suspension feeders vaker voorkomen.

Mochten zwaartekrachtfunderingen worden toegepast, dan dient door de grotere sedimentverplaatsing (zie hiervoor) rekening te worden gehouden met een grotere schade aan het benthos.

Effecten op het fytoplankton, waarvoor vooral de eufotische zone van belang is, zijn niet of maar in geringe mate te verwachten, omdat vanwege de grote waterdiepte en een eventuele gelaagdheid van het waterlichaam in het gebied van het geplande windpark (zie ook OSPAR 2000, VAN RAAPHORST et al. 1998) nauwelijks een toename van de vertroebeling in de eufotische zone kan worden verwacht.

Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen

Tijdens de aanleg van het OWP zullen voedingsstoffen en schadelijke stoffen naar verwachting in slechts zeer geringe mate vrijkomen, omdat de omvang van de sedimentverschuivingen gering is en het sediment maar geringe hoeveelheden voedingsstoffen en schadelijke stoffen bevat (zie hoofdstuk 4). Vanwege deze randvoorwaarden zijn de effecten door een mogelijk vrijkomen van dergelijke stoffen verwaarloosbaar. Hetzelfde geldt voor de aanname dat er mogelijk zuurstoftekorten zullen optreden als gevolg van

consumptieprocessen door de afbraak van vrijgekomen organisch materiaal. Dit betreft maar een extreem klein gedeelte van het sediment.

Verandering van sedimentsamenstelling

Een graverende verandering van de samenstelling van het sediment is niet te verwachten vanwege de relatief geringe percentages van fracties die gemakkelijk worden geresuspendeerd. Mochten harde substraten of grindhoudende sedimenten in de directe omgeving van het werkgebied aanwezig zijn, dan zouden die eventueel tijdelijk bedekt kunnen worden en daardoor tijdelijk verloren gaan als populatiesubstraat voor de ervan afhankelijke fauna. Men kan echter aannemen dat dergelijke substraten hooguit op kleine schaal in het gebied voorkomen (volgens TNO grindhoudende sedimenten over 1,1 km², dit is circa 1,5 % van de oppervlakte van beide windparken Buitengaats en ZeeEnergie).

Al met al kan van relatief geringe effecten op het benthos door geresuspendeerde sedimenten worden uitgegaan. Getroffen wordt in wezen de directe omgeving van de gebieden waarin wordt ingegrepen. Omdat de negatieve effecten bij het hier beschreven initiatief een klein gebied beslaan en de resuspensie vanwege de sedimentsamenstelling in relatief geringe mate optreedt, kan op een herpopulatie van de verstoorde oppervlaktes binnen een jaar worden gerekend. Deze snelle herpopulatie is mogelijk door de toestroom van adulte dieren uit de directe omgeving. Ook uit ander onderzoek naar de herpopulatie na aanzienlijk zwaardere verstoringen door baggeren/baggerstort blijken relatief korte regeneratieperiodes. Zelfs bij massieve verstoringen zoals een complete depopulatie van grote oppervlaktes duurde de regeneratieperiode daar over het algemeen twee tot vier jaar (BIOCONSULT 2001, WITT 2004, PHUA 2004). Hier is de verstoring aanzienlijk minder zwaar en bovendien wordt de benthosgemeenschap in dit gebied gekenmerkt door een hoog percentage robuuste soorten met een relatief beperkte levensduur (THATJE & GERDES 1997). Hard-substraatsoorten zijn veel gevoeliger voor een toename van de vertroebeling, bedekking en substraatverandering dan andere soorten. Mochten er harde substraten in het plangebied aanwezig zijn, dan zou de daar levende fauna heviger getroffen worden dan de fauna op zachte bodems, en de regeneratie zou langer duren.

Parkconfiguratie

Bij de parkconfiguratie moet vanwege het grotere aantal turbines en de grotere kabellengte (zie hoofdstuk 4 in deel A) bij de economisch geoptimaliseerde variant met de grootste gevolgen rekening worden gehouden, gevolgd door de ecologisch geoptimaliseerde variant, variant 7D, de voorkeursvariant, de 5D variant en ten slotte de 12D variant. Deze verschillen tussen de varianten zijn echter gering als wordt gekeken naar grootte van het getroffen oppervlak in verhouding tot het gehele NCP (zie hiervoor). De funderingsvarianten met uitzondering van de zwaartekrachtfundering, dat grote negatieve effecten op het benthos heeft, verschillen onderling nauwelijks. Bij de zwaartekrachtfundering is eventueel het egaliseren van de bouwgrond resp. verwijderen van sediment noodzakelijk, zodat de effecten door een verhoogde vertroebeling dan wezenlijk groter zijn dan bij alle andere funderingstypen.

Conclusie

Een significante schade aan de zachtsubstraatfauna van het NCP resp. de Noordzee is vanwege de geringe grootte van de betrokken oppervlakte bij geen van de varianten te verwachten, vooral omdat de beschadigingen een relatief geringe intensiteit hebben en slechts tijdelijk van aard zijn. Hetzelfde geldt ook bij beschouwing van de afzonderlijke gemeenschappen. Ook daar worden maximaal fracties van een procent van de totale oppervlakte gedupeerd.

Overige verontreiniging

De omvang van de immissie van schadelijke stoffen is niet voorspelbaar en sterk afhankelijk van het toeval (morsingen), maar zal vanwege de getroffen voorzorgsmaatregelen (v.g. gebruik van afgesloten

containers) in totaal niet buitensporig groot zijn. Bovendien vindt in het water een verdunning plaats. Zelfs al mocht het benthos licht verhoogde hoeveelheden schadelijke stoffen absorberen, is dus niet te verwachten dat die invloed op het benthos zullen hebben.

Exploitatie

Antifouling

Bij onder water gelegen delen wordt van het gebruik van verf afgezien. De in de spatzone en boven water gebruikte verf is TBT-vrij.

Voor de corrosiebescherming wordt een externe stroombron (kathodische corrosiebescherming) geïnstalleerd (actieve corrosiebescherming). Details over de effecten van externe stroombronnen op het macrozoöbenthos zijn niet beschikbaar. Op basis van de ervaringen bij het Duitse onderzoeksplatform “Fino 1”, die is uitgerust met een kathodische corrosiebescherming en waar toch sprake is van een rijke groei (zie boven bij Verandering habitat - Introductie van nieuw substraat), nemen wij aan dat deze vorm van corrosiebescherming het benthos niet nadelig beïnvloedt. Door de externe stroombron komt het tot een oppervlakteverlies van 1 m² per turbine (hiermee is bij de informatie over oppervlakteverlies in hoofdstuk 3.5.4.2 al rekening gehouden). Er worden geen stoffen afgegeven aan het water.

Bij een passieve corrosiebescherming d.m.v. opofferingsanoden van aluminium zou geen oppervlakteverlies plaatsvinden. De anoden liggen als een ring rond het fundament, maar liggen niet op de bodem. Deze anoden zouden echter wel stoffen aan het water afgeven. Elk jaar komt volgens de berekeningen van de initiatiefnemer per tripile 292,8 kg aluminium in het water terecht. Vermoedelijk ligt dit voor het gebruik van monopiles iets hoger, hier zijn echter geen gegevens over beschikbaar. Daarbij wordt aangenomen dat de anoden aan het einde van de totale levensduur van twintig jaar zijn verbruikt. Er zijn hierdoor geen effecten op het benthos te verwachten omdat de afgegeven hoeveelheid aluminium ten opzichte van de tijdsduur relatief klein is. Bovendien zou de intensieve wateruitwisseling in dit gebied tot een sterke verdunning leiden. De aluminiumconcentratie in het water zou daarom nauwelijks hoger worden.

Een kwantificering van de verhoging van aluminiumconcentraties is moeilijk, omdat ten eerste de uitwisselingspercentages van het water in het windpark en daarmee de verdunningseffecten slechts grof zijn in te schatten zonder een geperfectioneerde nabootsing en ten tweede er nauwelijks gegevens over opgelost of gedeeltelijk gebonden aluminium in het zeewater van de Noordzee beschikbaar zijn. Aluminium wordt in geen enkel monitoringprogramma van de staten die aan de Noordzee liggen regelmatig geregistreerd (zie bijv. BOVELANDER & LANGENBERG 2006 en <http://www.ices.dk/env/guidelines/index.htm> voor JAMP, www.bsh.de (BLMP), <http://www.waddensea-secretariat.org/TMAP/Monitoring.html> (TMAP)). Ook in de overeenkomstige OSPAR-lijst (OSPAR 2005) en de Nederlandse milieustandaards (in BOVELANDER & LANGENBERG 2006) worden geen achtergrondwaarden voor aluminium in zeewater genoemd. De hierna uitgevoerde modelberekening geeft daarom slechts een grove benadering weer. Zij laat in ieder geval duidelijk zien dat de verhoging van de aluminiumconcentraties zeer gering is. Door deze geringe stijging wordt ook voor monopiles slechts een geringe toename verwacht. De modelberekening laat ook de vergelijking met de grenswaarde voor aluminium in drinkwater zien. Deze ligt 0,2 mg/l (Commissie Integraal Waterbeheer 2000).

Uitwijding vrijkomen van aluminium

Per park en jaar komt er 292,8 kg aluminium in het water terecht. Het windpark ligt volgens OSPAR (2000) in de ICES-subregio 7b, die een hydrologische eenheid vormt en een volume van 2770 km³ heeft. Voor het gemak wordt er vanuit gegaan dat het aluminium zich over het watervolume verspreidt. Zodoende zal de aluminiumconcentratie in het water, zonder rekening te houden met de wateruitwisseling en de daarmee verbonden verdunning, bij 75 turbines met

0,008 µg/l opgelost aluminium toenemen. Volgens de evaluatie van de resultaten van drie verschillende modellen in OSPAR (2000) ligt de 'flushing time' in deze ICES-subregio gemiddeld tussen de 34 en 65 dagen, dat betekent dat het volledige waterlichaam per jaar 5,6-10,7 keer wordt uitgewisseld. Als de wateruitwisseling in aanmerking wordt genomen, wordt de concentratie opgelost aluminium in het water dus slechts nog met 0,0008 – 0,0015 µg/l verhoogd. De aluminiumconcentraties in het zeewater zijn aanzienlijk geringer dan in rivierwater (bijv. werden in IJmuiden in 2007 waarden van 30-460 µg/l gemeten (www.waterbase.nl)). De gegevens over de concentratie van opgelost aluminium in het zeewater verschillen per auteur, jaar en regio heel sterk. Zo stelt bijv. HILL (1963) een concentratie van 10 µg/l vast. Metingen van BEUSEKOM & DE JONGE (1994) ca. 30 km ten zuiden van het windpark leverden waarden van 0,8-1,2 µg/l op, terwijl metingen van KREMLING & HYDES (1988) ca. 40-50 km ten noorden van het windpark 0,6 µg/l opleverden. Maximale waarden werden bij de metingen van KREMLING & HYDES (1988) in het Engelse Kanaal met >0,8 µg/l bereikt. Voor de noordoostelijke Atlantische Oceaan worden waarden van gelijke orde van grootte aangegeven (KREMLING & HYDES 1988, DE JONG et al. 2007). De aluminiumafzetting door de corrosiebescherming zou met betrekking tot de ICES-subregio 7b tot een verhoging van de concentraties met 0,08 – 0,15 % leiden (bij 1 µg/l Al). Er moet rekening mee gehouden worden dat een deel van het aluminium aan (klei) partikels gebonden wordt, waardoor de opname in organismen verminderd wordt. Volgens DAUBY et al. (1994) werden in de zuidwestelijke Noordzee voor de Rijnmond aluminiumwaarden van 10 – 70 mg/g gevonden. Waarden voor het BARD-gebied zijn niet beschikbaar.

Vrijkomen van schadelijke stoffen

Het is uitgesloten dat uit kabels (in geval van kabelbreuk) schadelijke stoffen vrijkomen, omdat van het gebruik van vloeibare inhoudstoffen wordt afgezien. In geval van een ongeluk is het mogelijk dat schadelijke stoffen in het water worden afgegeven. De 'worst case' zou hier bijv. een ongeluk met een tanker zijn waarbij de complete lading van het schip in het water terechtkomt. Dit zou een grootschalige en langdurige massieve beschadiging van het benthos veroorzaken, ver over de grenzen van het plangebied heen. Vanwege de onzekerheid van de prognose met betrekking tot de effecten en de geringe kans op het optreden ervan, wordt op dit punt niet verder ingegaan.

De waarschijnlijkheid van een dergelijk ongeluk wordt in hoofdstuk 0 behandeld.

3.5.4.4 BESCHRIJVING OPWARMING BODEM EN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

Exploitatie

Voor de interne parkbekabeling worden kabels in het sediment gelegd. Afhankelijk van de belasting worden deze kabels warm. Een deel van de geloosde warmte zal radiaal in het omgevende sediment indringen en een verhoging van de sedimenttemperatuur en/of een toename van het interstitieel water veroorzaken. De temperatuurverhoging zal met toenemende afstand tot de kabel (lateraal en in de diepte) snel afnemen vanwege de relatief hoge warmtetransportcapaciteit van met water verzadigde sedimenten. Zoals op basis van vergelijkbare studies en ervaringen met zeekabels tot nu toe bekend is (deze zijn bijv. in MEISSNER & SORDYL 2006, MEISSNER 2006a samengesteld), kan een verhoging van de (per seizoen variërende) natuurlijke sedimenttemperatuur met meerdere graden in een gebied van meerdere decimeters rond de kabel voorkomen. Ook de amplitude van de temperatuurschommelingen neemt toe. Deze veranderingen kunnen volgens metingen in het windpark Nystedt ook nog aan het sedimentoppervlak, 30 cm naast de kabel worden vastgesteld (MEISSNER 2006a). Daardoor wordt ook de omgevingstemperatuur voor het in dit gebied levende benthos verhoogd.

De mariene levensgemeenschappen zijn, afgezien van de onderlinge relaties tussen de dieren, in sterke mate afhankelijk van veranderingen in de fysieke en chemische parameters van hun leefomgeving. De watertemperatuur is hierbij een van de sleutelfactoren en heeft een sterke invloed op de activiteit van de poikilotherme organismen. De temperatuurtolerantie is per soort verschillend en bepaalt in wezen de geografische verspreidingsgrenzen. MEISSNER (2006b) kon d.m.v. laboratoriumtests voor *Marenzelleria*

neglecta een grotere kolonisatie in gebieden met lagere temperaturen aantonen. *Corophium volutator* vertoonde daarentegen geen gericht migratiegedrag. Deze voorbeelden illustreren dat de benthos-fauna in het gebied direct rondom de kabels waarschijnlijk een verandering zal doormaken richting soorten met een hogere warmtetolerantie, terwijl de populatiedichtheden en de biomassa's zullen afnemen. Vanwege de grote onzekerheid van de prognoses is echter meer onderzoek noodzakelijk. In hoofdstuk 4.4.3.4 is een uitvoerige beschrijving opgenomen van de mogelijke gevolgen van temperatuurveranderingen in water resp. sedimenten.

Productie van elektromagnetische velden

Volgens onderzoek door OREJAS et al. (2005) hadden elektromagnetische velden, en hierbij met name de magnetische componenten in laboratoriumexperimenten, geen significante invloed op het gedrag en het overlevingspercentage van geselecteerde macrozoöbenthos-soorten (o.a. *Nereis diversicolor*, *Asterias rubens*, *Saduria entomon*). De enige uitzondering hierop was het gedrag van de garnaal *Crangon crangon*; individuen van deze soort zochten de magneetvelden in enkele gevallen gericht op. In een literatuurreview van GILL et al. (2005) in opdracht van COWRIE werden kreeften inclusief *Crangon crangon* als soorten genoemd waarbij indicaties voor reacties op magnetische velden bestaan.

OREJAS et al. (2005) benadrukten bij de interpretatie van de resultaten dat effecten op subcellulair niveau, die op lange termijn een beschadiging van het individu tot gevolg kunnen hebben, niet kunnen worden uitgesloten door hun laboratoriumexperimenten. Als voorbeeld citeerden de auteurs het veranderde transport van Ca^{2+} -ionen naar celmembranen (bijv. GOBBA et al. 2003).

Varianten

Opwarming van de bodem

Volgens de beschikbare documenten over de kabel naar het land toe wordt het sediment boven de wisselstroomkabel bij een temperatuur van het kabeloppervlak van max. 66°C bij vollast op een diepte van 0,3 m ca. 3,3 K warmer. Dit geldt voor een ingraafdiepte van 1 m en vollast. Deze situatie doet zich maximaal 1.500 h/jaar voor, ofwel ca. 17% van de tijd. In de getroffen gebieden is dus een lichte verandering van de populatie in de richting van soorten met een voorkeur voor een warmere omgeving mogelijk. Een kwantificering van de veranderingen is bij de huidige kennisstand niet mogelijk. De grootte van het betrokken oppervlak hangt af van de lengte van de kabels in het windpark. De volgende tabellen geven de kabellengtes weer bij verschillende varianten voor windpark Buitengaats en ZeeEnergie.

Voorkeurs-variant:	Variant 7D:	Variant 5D:	Variant 12D:	Ecologische variant:	Economische variant:
58	80 km	45 km	56 km	105 km	183,75 km

Tabel 93 Lengte infield kabels bij windpark Buitengaats

Voorkeurs-variant:	Variant 7D:	Variant 5D:	Variant 12D:	Ecologische variant:	Economische variant:
58	80 km	42 km	49 km	113,75 km	183,75 km

Tabel 94 Lengte infield kabels bij windpark ZeeEnergie

Conclusie

In verhouding tot de totale oppervlakte van het NCP resp. de totale Noordzee zijn bij alle varianten de betrokken oppervlaktes extreem klein. Omdat er vanuit de betrokken oppervlaktes ook geen depopulatie zal optreden, maar zich naar onze inschatting hoogstens en lichte verschuiving in het soortenspectrum zal

voordoen (zie hiervoor) is significante schade aan de zachsubstraatfauna van het NCP resp. de Noordzee ondanks de permanente veranderingen uitgesloten.

Elektromagnetische velden

De kennis over dit aspect is complex en vertoont nog hiaten. Er kan echter niet van een negatieve invloed op het macrozoöbenthos worden uitgegaan bij de voorspelde verhoging van het magneetveld met ca. 2,5 μT aan het sedimentoppervlak boven het kabeltracé waar het natuurlijke aardmagneetveld een sterkte van ca. 40-50 μT heeft. Daarom wordt geen vergelijking van de varianten gemaakt. Significante schade aan de zachsubstraatfauna van het NCP resp. de Noordzee is daarom uitgesloten.

3.5.4.5 *BESCHRIJVING VERANDERING SUBSTRAAT EN STROMING*

Exploitatie

De windturbines zijn obstakels in het waterlichaam die in het omringende gebied een verandering van de stromingscondities veroorzaken. Dit kan veranderingen tot gevolg hebben in :

- het sedimentatie-/erosiepatroon,
- het transport van zand en slib,
- en dus van het sediment,
- en de bathymetrie (bijv. ontstaan van uitschuringen)

Bovendien is het mogelijk dat voedingsstoffen en schadelijke stoffen uit het sediment vrijkomen. Deze potentiële veranderingen worden in hoofdstuk 4 gedetailleerder beschreven. Zij kunnen echter ook effecten op het benthos hebben; die worden hieronder beschreven. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen grootschalige veranderingen door het gehele windpark en kleinschalige veranderingen door de afzonderlijke windturbines. Gebaseerd op de huidige stand van kennis lijkt het niet waarschijnlijk dat de potentiële minimale stromingsveranderingen een effect op het benthos zullen hebben.

De kleinschalige verhoging van de stromingssnelheid direct rondom de fundaties kan de volgende directe invloeden op het macrozoöbenthos hebben: resuspensie van sediment met de daarin levende organismen, permanente veranderingen in de sedimentsamenstelling en een verandering van de beschikbaarheid van voedsel. Mochten er veranderingen van de bathymetrie (uitschuringen) plaatsvinden, dan worden die door een achteraf aangebrachte erosiebescherming verhinderd. Daarom worden de effecten op het benthos verder buiten beschouwing gelaten.

Vanwege de toename van de stromingssnelheid rondom de palen kan een verlies van slib en fijn zand worden verwacht. Dit kan een verandering van de sedimentstructuur tot gevolg hebben. Daardoor zouden alle soorten van het macrozoöbenthos worden getroffen die aan de gemengde sedimenten zijn aangepast, zoals bijv. *Amphiura filiformis*, maar ook de gangengraverende kreeft *Callinassa subterranea*. Van deze soorten wordt *C. Subterranea* als zeer gevoelig voor substraatverlies beoordeeld, terwijl deze soort ten opzichte van veranderingen in stroomsnelheid, aantal gesuspendeerde partikels en turbiditeit als gering gevoelig tot tolerant wordt beoordeeld (HILL 2005). Het gevolg zou een permanente verandering van de faunasamenstelling zijn. Bij een hoog schelpengehalte in het sediment zou zich tussen de mosselschelpen slib kunnen afzetten dat niet meer geresuspendeerd zou worden (zie ook de observaties van OREJAS et al. (2005) bij Fino 1).

Uit het sediment kunnen door het verspreiden van slib en de toegenomen verplaatsing door verhoogde stroomsnelheden voedings- en schadelijke stoffen vrijkomen. Deze kunnen leiden tot een verandering resp. verkleining van de benthos-populatie en het optreden van ziektes.

De toename van de stromingssnelheid veroorzaakt bij gelijkblijvende partikeldichtheid een vergroting van het voedselaanbod voor filtrerende organismen, omdat hun per tijdseenheid een groter watervolume voor voedselopname ter beschikking staat. Detritus-etende organismen worden benadeeld omdat de grotere stroomsnelheden tot geringere afzettingspercentages leiden. Anderzijds kan de extra toevoer van fecale deeltjes door de hard-substraatfauna aan de fundaties (zie boven) tegelijkertijd echter het voedselaanbod voor beide groepen vergroten. In totaal zal er door overlapping van de effecten van hardsubstraat en stromingsverandering daarom een toename van het voedselaanbod ook voor het detritus-etende macrozoöbenthos optreden. Een verschuiving in het soortenaantal bij de voedseltypes lijkt dus mogelijk. De effecten zijn plaatselijk en beperkt tot de omgeving van de fundaties.

Varianten

Er wordt uitgegaan van actieve erosiebescherming, door bij de aanleg van de windmolenpark al bescherming aan te brengen.

Als beschermingsmaatregelen tegen uitschuring aan de voet van de monopiles worden geïmplementeerd, wordt het betreffende oppervlak d.m.v. hard substraat veranderd. De invloed van de veranderde hydrografie op het sediment zal in dit geval niet meer apart bepaald kunnen worden. Wij gaan ervan uit dat de erosiebescherming het gehele oppervlak beslaat waar sedimentologische of morfologische veranderingen als gevolg van stromingsveranderingen kleinschalig voorkomen. Dit geldt ook voor de overige funderingsvarianten.

Ook wanneer er geen erosiebescherming wordt aangelegd, moet op basis van de heersende hydrologische en sedimentologische omstandigheden alleen met moderate veranderingen van de macrofauna worden gerekend. Omdat het sediment maar weinig voedingsstoffen en schadelijke stoffen bevat, zijn de vrijkomende hoeveelheden voedingsstoffen en schadelijke stoffen zeer gering en dus verwaarloosbaar.

Omdat voornamelijk slib en fijn zand worden verplaatst zal het percentage daarvan in het sediment afnemen, maar omdat het percentage middelfijn zand in de begintoestand al relatief gering is, zijn er geen principiële veranderingen van de fauna te verwachten. Het afvoeren van slib en fijn zand leidt veeleer tot uitschuring. De effecten van een hogere toevoer van organische substantie rondom de palen zijn boven al beschreven. Volgens de beschikbare resultaten komen schelpen maar in zeer beperkte mate in het sediment voor, zodat een ontwikkeling zoals bij Fino 1 niet te verwachten is. Er zijn echter geen gegevens over het schelpengehalte van het sediment beschikbaar, zodat een verrijking met schelpen ook niet helemaal kan worden uitgesloten. Ook in dit geval moet rekening gehouden worden met een verandering van de benthos-gemeenschap in de buurt van de palen, waarbij de verandering echter in de richting van een gemeenschap met een groter percentage hard-substraatsoorten zou gaan.

De veranderingen zonder erosiebescherming zouden ongeveer hetzelfde oppervlak betreffen als voor de erosiebescherming is voorzien, omdat de afmetingen daarvan conform de verwachte reikwijdtes van de morfologische veranderingen werden bepaald. Variant 12D zou dus vanwege het kleinere aantal turbines geringere effecten hebben dan de ecologisch geoptimaliseerde variant, die weer geringere effecten zou hebben dan de voorkeursvariant en de varianten 5D en 7D. Vanwege het grootste aantal turbines zijn de effecten van de economisch geoptimaliseerde variant het grootst. Bij de funderingen zou vanwege de reikwijdte van de stromingsveranderingen het zwaartekrachtfundament op afstand het ongunstigst zijn, terwijl de andere vier gelijksoortige veranderingen als gevolg zouden hebben, met als tendens iets geringere stromingsveranderingen bij jacket en tripile.

Conclusie

In verhouding tot het totale oppervlak van het NCP resp. de Noordzee zijn de getroffen oppervlaktes echter bij alle varianten extreem klein. Omdat er vanuit de betrokken oppervlaktes ook geen depopulatie zal optreden, maar hoogstens een lichte verschuiving in het soortenspectrum, is significante schade aan de zachtsubstraatfauna van het NCP resp. de Noordzee uitgesloten.

3.5.4.6 *BESCHRIJVING HABITATVERBETERING*

Exploitatie

Gebruiks- en vaarverbod

Door het gebruiks- en vaarverbod wordt vooral de met de visserij samenhangende mechanische belasting van de bovenste sedimentlagen en de daarin levende bodemfauna (verschuiving door vooral boomkorren, beschadiging van het benthos door bijvangsten) voor het gehele oppervlak van het windpark opgeheven. Dit wordt als positief aangemerkt omdat in dit gebied een ongestoorde ontwikkeling van het sediment in interactie met abiotische (bijv. stromingen) en biotische (bijv. bioturbatie) factoren mogelijk wordt gemaakt.

Het verbod op visserijactiviteiten in het windpark zal naar verwachting voor de duur van dit verbod tot een verandering van de macrozoöbenthos-structuur leiden. Soorten die gevoelig zijn voor visserijactiviteiten en waarvan de populatiestructuur door de mechanische invloeden van sleepnetten wordt verstoord, kunnen in een gebruiksvrij gebied weer bestanden opbouwen die voor een bepaald gedeelte worden gekenmerkt door grotere/oudere individuen. Daarbij gaat het vooral om epibenthische soorten en gevoelige endobenthische soorten zoals sommige kreeften en mosselen. Er kan weliswaar niet van worden uitgegaan dat een gebruiksverbod voor een fundamentele verandering van de macrozoöbenthos-gemeenschappen zal zorgen, maar de negatieve effecten worden wel verzacht. Behalve van een groei bij sommige soorten en een verandering van de leeftijds-/groottestructuur, kan van een toename van de biomassa worden uitgegaan (zie ook BERGMAN et al. 2005, TUCK et al. 1998).

Zo konden bijv. BERGMAN et al. (2005) in een visverbodszone rond een platform in het gebied van het Friese Front bij dregonderzoek een toename waarnemen van vooral epibenthische soorten en gevoelige kreeften en mossels (*Callianassa subterranea*, *Upogebia deltaura*, *Arctica islandica*, *Thracia convexa*, *Cardium echinatum*, *Abra nitida*, *Cultellus pellucidus*). Ook „species richness“ en „evenness“ waren hoger. De verschillen in de via „Box-Corer“ onderzochte infauna waren niet zo duidelijk, maar ook hier is een toename van soorten zoals *Callianassa subterranea*, *Upogebia deltaura* en *Amphiura filiformis* waargenomen. De conclusie van de auteurs was dat de kreeftensoorten door hun activiteiten de sedimentstructuur, bioturbatie en mineralisatie beïnvloeden en daardoor de totale gemeenschap wordt veranderd.

Ook onderzoeksgegevens met betrekking tot macrozoöbenthos in de omgeving van wrakken tonen aan, dat niet alleen rekening moet worden gehouden met een verandering in de leeftijdsstructuur van populaties, maar ook met veranderingen in de gemeenschapsstructuur. Zo toonde bijv. onderzoek aan het West-Gammawrak duidelijke verschillen aan in de gemeenschappen van onbeviste tegenover die van beviste stations (TUCK et al. 1998). De auteurs toonden aan dat niet alleen fragiele species in de beviste stations significant gereduceerd waren, maar tegelijk ook het aantal en de abundantie van de kortlevende soorten verhoogd waren. Deze verschillen vielen weg na opheffing van de uitgestrekte versperring rond het wrak, met uitzondering van de stations, die in de directe omgeving van het wrak lagen en waar niet gevisd werd.

Synergetische effecten, die bijv. als gevolg van de introductie van hard-substraatfauna, maar ook door een veranderde epibenthische predatiedruk kunnen ontstaan, zijn mogelijk, maar zullen naar schatting beperkt zijn. Uit studies bij Horns Rev bleek dat de visfauna in de buurt van de palen structureel gewijzigd was. Dit kan weer effecten op het benthos hebben, ook tussen de windturbines (BIOCONSULT

A/S 2004 a). Deze ontwikkeling werd onder andere aan het grotere voedingsaanbod door de hard-substraatfauna toegeschreven.

Een opheffing van het gebruiksverbod na verwijdering van het windpark zou na afloop van een overgangperiode weer tot het ontstaan van een bodemfauna leiden die lijkt op de huidige, verstoorde fauna. Dit is afhankelijk van de dan heersende abiotische randvoorwaarden, die bijv. door de klimaatverandering gewijzigd kunnen zijn, en van de dan aanwezige vormen van gebruik. Omdat noch bekend is hoe groot de abiotische veranderingen en dus de effecten ervan zullen zijn, noch waarvoor het gebied in de toekomst zal worden gebruikt, kan hierover geen uitspraak worden gedaan.

Introductie van nieuw substraat

De fundaties en masten van de windturbines en van het transformatorstation, de corrosiebescherming en de eventueel aan te leggen erosiebescherming zorgen ervoor dat voor soorten die op hard substraat leven geschikt substraat beschikbaar wordt, dat naar verwachting snel gekoloniseerd zal worden. Daardoor zal hard substraat in een habitat voorkomen waarin dat normaliter hooguit plaatselijk of sporadisch het geval is. Tegelijk wordt echter de veelzijdigheid van de habitat verhoogd en de totale oppervlakte door de oprijzende funderingen vergroot, zodat het inbrengen van nieuw substraat zelfs als positief wordt beoordeeld. Daarentegen kunnen de gevolgen voor het omringende zachtsubstraat negatief zijn.

Op dit harde substraat zullen zich karakteristieke levensgemeenschappen ontwikkelen met fauna-elementen die men uit de grind- en steenhoudende delen van het plangebied, de rest van de Borkum Riffgrund, de Steingrund en Helgoland kent (DÖRJES 1977, KÜHNE & RACHOR 1996, RACHOR & NEHMER 2003) en die overwegend beschikken over planktonische larvenstadia. Compilaties van de huidige literatuur over de ontwikkeling en de effecten van de opwuchs zijn te vinden in OSPAR (2006b) en MEISSNER & SORDYL (2006). Omdat in de omringende omgeving de soortengemeenschap vooral wordt gekenmerkt door zachtsubstraatsoorten, vindt rekrutering plaats uit andere hardsubstraatgebieden. Daarbij gaat het om de bovengenoemde gebieden, maar ook andere obstakels zoals de op de zeeakten getekende wrakken in de omgeving van het kabeltracé (op ca. 5-10 km afstand). Vanwege de relatief grote afstand tot de kusten en het kleine aanbod larven door de harde substraten van de kustgebieden zal er in grotere mate sprake zijn van fauna-elementen uit diepwaterecosystemen (OSPAR 2006b).

Populaties op de palen

Uit onderzoek bij het onderzoeksplatform Fino 1 (zonder erosiebescherming) bleek dat zich op de palen eerst hydrozoa en bryozoa vestigden, gevolgd door vlokreeftjes en zeeanemonen (JOSCHKO et al. 2004, OREJAS et al. 2005). De populatiedichtheid varieerde afhankelijk van het seizoen, de waterdiepte en de verstreken tijd sinds de bouw tussen voornamelijk onder 100 ind./m² en boven 600 ind./m², waarbij tussen 20 en 100% van de oppervlakte afgedekt was (OREJAS et al. 2005). Volgens OSPAR (2006b) vindt de primaire populatie plaats door r-strategen, terwijl latere stadia van kolonisatie eerder door K-strategen worden gekenmerkt. Bij Fino 1 en in het Deense windpark Horns Rev was een duidelijke verticale zonering vast te stellen (BIOCONSULT A/S 2004 a). In "Horns Rev" werd het gebied direct gepopuleerd door dichte bestanden van *Mytilus edulis* (BIOCONSULT A/S 2004 a). De verspreiding van deze soort is beperkt tot *Asterias rubens*, die de rol van "keystone predator" toekomt. Grote oppervlaktes van de pijlers waren bedekt door bouwwerken van de amfipode *Jassa marmorata*.

Aan de hand van de beschikbare literatuur werd door HISCOCK et al. (2002) een schematische zonering ontwikkeld. Volgens die zonering kunnen 5 zones worden onderscheiden, te beginnen met de intertidale via de zeewierzone op 1-2 m diepte, de ondiepe subtidale zone (2-6 m) en de diepere gebieden tot en met de erosiebescherming evenals de erosiebescherming zelf.

Behalve het populatietype op de harde substraten in de omgeving van waaruit een populatie via larvenstadia plaatsvindt, zijn voor de eerste populatie echter ook het tijdstip waarop de palen worden opgesteld en de dan aanwezige larven bepalend. In de loop van de tijd en met de groeiende secundaire structurering van het habitat zullen, zoals bij kunstmatige riffen gedocumenteerd, andere soorten volgen (zie ook SVANE & PETERSEN 2001, MEISSENER & SORDYL 2006).

Populaties in de omgeving

Men kan aannemen dat de populatie van de palen ook invloed zal hebben op de directe omgeving (enkele meters) van de palen. Zo konden door OREJAS et al. (2005) bij “Fino 1” duidelijke verschillen in de populatiestructuur in vergelijking tot de uitgangsgegevens en in vergelijking tot het referentiegebied worden vastgesteld. Bij de macrofauna kon het verdwijnen van enkele soorten in de nabije omgeving van de palen worden waargenomen (bijv. *Echinocardium cordatum*, *Fabulina* = *Tellina fabula*). Andere taxa namen daarentegen in abundantie toe (bijv. *Atylus swammerdami*, *Eunereis* sp.). In totaal resulteerde een tweede onderzochte paal in de Oostzee in een afname van het aantal soorten en dichtheid van individuen in de omgeving van de paal (in de Oostzee toename). Als oorzakelijk voor de veranderingen werd naast verschillende rekrutering vanwege de veranderde stromingsomstandigheden vooral de verhoogde predatiedruk (verdwijnen van soorten) resp. ruimtelijke bescherming door de vrijgespoelde schelpen (*A. swammerdami*) en een vergroot voedselaanbod bij de palen (*Eunereis* sp.) besproken. Al snel na de bouw van het onderzoeksplatform ontstonden rond de palen kolkgebieden (kolkbeschermende maatregelen waren niet genomen). Het zandaandeel van het sediment nam af, terwijl het aandeel schelpen door het vrijspoelen van mosselschalen tegelijk toenam. Na populering van de palen door de hardsubstraatfauna nam het aandeel fijnkorrelstructuur in de directe omgeving toe. De auteurs verklaarden dit door ophoping van feces van de hardsubstraatpopulatie in gebieden met rustige stroming onder de schelpen. Ook bij steenstortingen die als erosiebescherming dienen, kan men uitgaan van een dergelijke concentratie van fijn materiaal. Hier kan het fijne materiaal zich in de holle ruimtes tussen de stenen ophopen. Hier overlappen de gevolgen van de gewijzigde stroming en van het hardsubstraataanbod elkaar.

Verder is er nog onderzoek gedaan in het windpark “Horns Rev” in Denemarken. De variabiliteit van de foulinggemeenschap tussen de afzonderlijke palen was bij Horns Rev algemeen hoog. De expositie met betrekking tot de stromingsrichting speelde, zoals ook bij de erosiebeschermingsvoorzieningen geen rol. Bij laatstgenoemde was de macrofauna echter horizontaal gezoneerd, d.w.z. het gebied dichtbij en ver van de paal verwijderd verschillen in populatiestructuur. De bijzonder talrijke aanwezigheid van decapode kreeften, zoals dit bij de met steenstortingen omgeven palen van Horns Rev is waargenomen (bijv. BIO/CONSULT AS 2005) deed zich bij het onderzoeksplatform Fino 1 daarentegen niet voor. Vermoedelijk bieden de stenen de kreeften bescherming tegen voedselvijanden en trekt de omgeving van de palen bijzonder veel individuen.

Populaties op de erosiebescherming

In principe zullen zich op de steenstortingen van de erosiebescherming en/of de “big packs” de voor hardsubstraat typische epibenthosleefgemeenschappen ontwikkelen. Het kenmerk van de populatie varieert lokaal. Zo wordt door HISCOCK et al. (2002) bij de erosiebescherming van windturbines een door zeepokken en korstenvormende bryozoa gedomineerde populatie verwacht. In het windpark Horns Rev in de Noordzee werd de faunagemeenschap van de erosiebescherming vooral gekenmerkt door de kreeften *Jassa marmarata* en *Caprella linearis*, maar ook de mossel (*Mytilus edulis*), zeeanemoon (*Actinaria* spp.), driekantige kokerworm (*Pomatoceros triqueter*) en vooral de zeester (*Asterias rubens*).

Bovendien wordt de erosiebescherming als ruimtelijke structuur binnen de vlakke zeehabitat door enkele vissoorten, maar ook door decapode kreeften (bijv. zeekeeft en Noordzeekrab) met voorkeur bezocht. Als mogelijke oorzaken hiervoor worden de door hen geboden beschermende functie tegen voedselvijanden

en de vergroting van het voedselaanbod door de hardsubstraatfauna aangevoerd (SVANE & PETERSEN 2001). Overeenkomstig het onderzoek bij het windpark Horns Rev (BIO/CONSULT AS 2004a) is aangetoond, dat bijv. Noordzeekrabben relatief vaak in de ruimtes en nissen tussen de stenen werden aangetroffen.

Populaties van zacht substraat

Een directe ecologische verdringing van de in zacht substraat levende fauna uit het gebied rond de windturbines door de op hard substraat levende soorten zal vanwege de verschillende habitatbehoefte echter niet plaatsvinden. Toch kan er potentieel voedselconcurrentie tussen deze twee types benthos-gemeenschappen ontstaan. Het grootste gedeelte van de epifauna van het harde substraat wordt gevormd door suspension feeders. Als het bij de dominante infauna-organismen in de nabijgelegen zachte substraten ook om suspension feeders gaat, kan het voorkomen dat die een deel van hun voedsel verliezen, omdat door windturbines die met filterende epifauna gepopuleerd zijn plaatselijk gebieden ontstaan waarin voedingsdeeltjes effectief uit de waterkolom worden gefilterd voordat deze de bodemfauna bereiken. Bovendien is het theoretisch mogelijk dat door het afgeven van organische afvalstoffen en afgestorven individuen plaatselijk ophopingen van organisch materiaal in de buurt van de afzonderlijke fundaties optreden. In extreme gevallen zou dit tot gevolg kunnen hebben dat de ontwikkeling in de richting van een door zuurstofgebrek en H₂S-invloeden gekenmerkte verarmde gemeenschap gaat (MATTSON & LINDÉN 1983). Of het rond de verschillende turbines tot een dergelijke ophoping van organisch materiaal komt, hangt vooral af van de populatiedichtheid van de grote effectieve suspension feeders zoals de mossel. Dat de filterende hard-substraatsoorten via opname van de dispersiestadia van de macrofauna effecten op de gemeenschappen in de zachte substraten zullen hebben, lijkt al met al onwaarschijnlijk.

Verhoogde predatie

Ruimtelijke structuren binnen de zeehabitat worden door enkele vissoorten maar ook door decapode kreeften met voorkeur opgezocht. Als mogelijk oorzaken hiervoor worden de beschermende functie en het vergrote voedselaanbod door de hardsubstraatfauna aangevoerd (SVANE & PETERSEN 2001).

Videowaarnemingen van de steenbodem maar ook de onderzoeken bij het windpark Horns Rev hebben laten zien, dat bijv. Noordzeekrabben relatief talrijk werden aangetroffen in de holle ruimtes en nissen tussen de stenen. Men moet ervan uitgaan dat de funderingen en eventueel de erosiebescherming vergelijkbaar aantrekkelijk zijn, zodat zich hier begeleidende predatorische fauna zal vestigen.

Een verhoogde aanwezigheid van deze predatoren rond de afzonderlijke windturbines heeft een hogere predatiedruk op het lokale benthos tot gevolg, waardoor vanwege de grote mobiliteitsradius van deze vissen en kreeften ook het macrozoöbenthos in het zachte substraat tussen de turbines getroffen kan worden.

Varianten

Gebruiks- en vaarverbod

Verschillen tussen de varianten zijn voor beide windparken alleen het gevolg van verschillende windparkoppervlaktes:

	Voorkeurs -variant:	Variant 7D:	Variant 5D:	Variant 12D:	Ecologische variant:	Economische variant:
Windpark- oppervlakte + veiligheidszone [km ²]	45,7	60	33	60	60	60
Deel van het NCP [‰]	0,80	1,06	0,58	1,06	1,06	1,06
Deel van de Noordzee [‰]	0,08	0,08	0,04	0,08	0,08	0,08

Tabel 95 Oppervlaktes, windpark Buitengaats

	Voorkeurs- variant:	Variant 7D:	Variant 5D:	Variant 12D:	Ecologische variant:	Economische variant:
Windpark- oppervlakte + veiligheidszone [km ²]	44,5	58	32	58	58	58
Deel van het NCP [‰]	0,78	1,02	0,56	1,02	1,02	1,02
Deel van de Noordzee [‰]	0,08	0,08	0,04	0,08	0,08	0,08

Tabel 96 Oppervlaktes, windpark ZeeEnergie

Men kan ervan uitgaan dat na een overgangsperiode voor het gehele oppervlak een permanente positieve verandering van de benthospopulatie geldt door het gebruiksverbod, zoals boven beschreven. Een kwantificering van de veranderingen in de biomassa en/of de soortensamenstelling kan door gebrek aan gegevens over dit onderwerp niet worden uitgevoerd.

Significante negatieve effecten aan de zachtsubstraatfauna van het NCP resp. de Noordzee is niet mogelijk, omdat de effecten van het gebruiksverbod als positief worden beoordeeld.

Introductie van nieuw substraat

Parkconfiguratie

De effecten van het inbrengen van hard substraat zijn behalve van de hiervoor uitvoerig beschreven ontwikkeling van de vegetatie, die losstaat van de soort van de gekozen variant de structuur resp. de grootte van de oppervlakte van de funderingen. Zoals Tabel 97 laat zien, bestaan er afhankelijk van de parkconfiguratie verschillen. In vergelijking met de totaaloppervlakte van het NCP resp. de Noordzee zijn de betrokken oppervlaktes echter bij alle varianten zeer gering. Ook in verhouding tot het oppervlak van de getroffen gemeenschappen 4 of 5 volgens HOLTSMANN et al. (1996) is het aandeel bij alle varianten gering. Het inbrengen van hard substraat resulteert in een minimale toename van dit soort habitat op het NCP.

Voor toelichtingen bij de oppervlakteberekening: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen'

Fundaties		
Variant	Aantal turbines	Totaaloppervlakte met corrosiebescherming en transformatorplatform [m², afgerond]
Voorkeursv.	75	75.000
7D	78	78.000
5D	78	78.000
12D	32	34.000
Ecol.	60	60.000
Econ.	105	103.000

Tabel 97 Totaaloppervlakte fundaties voor verschillende varianten windpark Buitengaats

Erosiebescherming					
Variant	Aantal turbines	Totaal-oppervlakte [m², afgerond]	Aandeel windpark-oppervlak [‰]	Deel van het NCP [‰]	Deel van de Noordzee [‰]
Voorkeurs	75	18.000	0,56	0,00032	0,000031
7D	78	19.000	0,32	0,00033	0,000033
5D	78	19.000	0,58	0,00033	0,000033
12D	32	8.000	0,13	0,00014	0,000014
Ecol.	60	14.000	0,23	0,00025	0,000024
Econ.	105	25.000	0,42	0,00044	0,000044
Variant	Aantal turbines	Deel van het gemeenschap 4 [‰]	Deel van het gemeenschap 5 [‰]	Groei oppervlakte harde substraten NCP [‰]	
Voorkeurs	75	0,0040	0,0007	0,0225	
7D	78	0,0043	0,0007	0,0238	
5D	78	0,0043	0,0007	0,0238	
12D	32	0,0018	0,0003	0,0100	
Ecol.	60	0,0031	0,0005	0,0175	
Econ.	105	0,0056	0,0009	0,0313	

Tabel 98 Oppervlaktes met hard substraat per variant afhankelijk van de parkconfiguratie (uitgaande van tripile-funderingen). Windpark Buitengaats

Fundaties		
Variant	Aantal turbines	Totaaloppervlakte met corrosiebescherming en transformatorplatform [m², afgerond]
Voorkeursv.	75	75.000
7D	80	80.000
5D	78	78.000
12D	28	30.000
Ecol.	65	65.000
Econ.	105	103.000

Tabel 99 Totaaloppervlakte fundaties voor verschillende varianten windpark ZeeEnergie

Erosiebescherming					
Variant	Aantal turbines	Totaal-oppervlakte [m², afgerond]	Aandeel windpark-oppervlak [%]	Deel van het NCP [%]	Deel van de Noordzee [%]
Voorkeursv.	75	18.000	0,56	0,00032	0,000031
7D	80	19.000	0,32	0,00033	0,000025
5D	78	19.000	0,58	0,00033	0,000025
12D	28	7.000	0,12	0,00014	0,000011
Ecol.	65	16.000	0,27	0,00025	0,000019
Econ.	105	25.000	0,42	0,00044	0,000033
Variant	Aantal turbines	Deel van het gemeenschap 4 [%]	Deel van het gemeenschap 5 [%]	Groei oppervlakte harde substraten NCP [%]	
Voorkeurs	75	0,0040	0,0007	0,0225	
7D	78	0,0043	0,0007	0,0238	
5D	78	0,0043	0,0007	0,0238	
12D	32	0,0016	0,0002	0,0088	
Ecol.	60	0,0036	0,0006	0,0200	
Econ.	105	0,0056	0,0009	0,0312	

Tabel 100 Oppervlaktes met hard substraat per variant afhankelijk van de parkconfiguratie voorkeursvariant (uitgaande van tripile-funderingen). Windpark ZeeEnergie.

Funderingstypen

Een vergelijking tussen de verschillende funderingstypen in Tabel 102 toont eveneens dat er, afhankelijk van de variant verschillen zijn, maar dat de betrokken oppervlaktes bij alle varianten zeer gering zijn in vergelijking met de totale oppervlakte van het NCP resp. de Noordzee. Ook in verhouding tot het oppervlak van de getroffen gemeenschappen 4 of 5 volgens HOLTSMANN et al. (1996) is het aandeel bij alle varianten gering. Het inbrengen van hard substraat resulteert in een minimale toename van dit soort habitat op het NCP. Vanwege de veel kleinere schoren en dwarsverbindingen is waarschijnlijk de aantrekkingskracht voor bepaalde soorten van de driepoot en vooral de jacket nog groter dan die van de andere funderingen met een vergelijkbare totaaloppervlakte.

Fundaties	
Variant	Totaaloppervlakte met corrosiebescherming en transformatorplatform [m², afgerond]
Tripile	75.000
Monopile	53.000
Jacket	101.000
Driepoot	63.500
Zwaarte-kracht-fundament	94.000

Tabel 101 Oppervlaktes van verschillende funderingen bij het voorkeursalternatief van zowel Buitengaats als ZeeEnergie (weergegeven waarden zijn voor één park).

Erosiebescherming				
Variant	Totaal-oppervlakte [m², afgerond]	Aandeel windpark-oppervlak [%]	Deel van NCP [%]	Deel van Noordzee [%]
Tripile	18.000	0,56	0,00032	0,000031
Monopile	12.000	0,36	0,00021	0,000021
Jacket	11.500	0,36	0,00020	0,000020
Driepoot	27.000	0,84	0,00047	0,000047
Zwaarte-kracht-fundament	90.500	2,83	0,00159	0,000158
Variant	Totaal-oppervlakte [m², afgerond]	Deel van het gemeenschap 4 [%]	Deel van het gemeenschap 5 [%]	Groei oppervlakte harde substraten NCP [%]
Tripile	18.000	0,0046	0,0006	0,0225
Monopile	12.000	0,36	0,00021	0,000021
Jacket	11.500	0,0026	0,0004	0,0144
Driepoot	27.000	0,0061	0,0010	0,0338
Zwaarte-kracht-fundament	90500	0,0203	0,0032	0,1131

Tabel 102 Oppervlaktes met hard substraat per variant (funderingen bij parkconfiguratie voorkeursvariant; 75 windturbines; voor toelichtingen bij de oppervlakteberekening: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen'. Tabel geldt voor zowel Buitengaats als ZeeEnergie (weergegeven waarden zijn voor één park).

Er dient rekening mee te worden gehouden dat de erosiebescherming niet per definitie zoals bijv. bij Horns Rev van stenen wordt gemaakt, maar dat zogenaamde 'bigpacks' gebruikt moeten worden. Deze bieden veel minder verstopplaatsen in de tussenruimtes. Daardoor zal de veroorzaakte verandering van de bentische fauna minder sterk zijn en zullen vooral grote epibenthische predatoren, die een voorkeur voor hopen hebben, minder sterk worden aangetrokken.

Successie

Een typische hardsubstraat-successie zoals bijv. waargenomen bij het onderzoekplatform "Fino 1" dat ca. 33 km ten oosten van het plangebied in het gebied van Borkum Rifgrond ligt, is ook te verwachten bij de funderingsconstructie in het plangebied. De successieperiode tot aan de vorming van een stabiele gemeenschap zal naar schatting vijf tot zes jaar duren na introductie van het substraat, waarbij de

populatie al direct na inbrengen begint en enkele maanden later al behoorlijke afmetingen kan bereiken (zie boven).

Tot nu toe zijn in het plangebied resp. de omgeving daarvan alleen sporadisch hardsubstraatsoorten aangetoond. Vanwege het mogelijk voorkomen van grind is echter een verdere verspreiding van hardsubstraatsoorten in het plangebied resp. de omgeving daarvan niet uit te sluiten. Bovendien kan zich een hardsubstraatfauna gevestigd hebben op de op de zeekaarten aangegeven wrakken in de omgeving van het plangebied (op ca. 5-10 km afstand). Enkele soorten die op hardsubstraat (eventueel als begeleidende fauna) voorkomen, zijn ook reeds in het plangebied gevestigd. Het lijkt daarom aannemelijk dat zich op de windturbines dezelfde soorten die in de genoemde gebieden reeds in het gebied resp. de omgeving daarvan voorkomen, als numeriek dominante vormen vestigen. Voor de eerste vestiging is echter het tijdstip van de bouw van de pijler en het op dat moment beschikbare larvenaanbod bepalend. Na verloop van tijd en met toenemende secundaire structurering van de habitat, zullen zoals bij kunstmatige riffen gedocumenteerd, andere soorten volgen (SVANE & PETERSEN 2001, MEISSENER & SORDYL 2006). Populatie door soorten, die niet voorkomen in de naburige regionen (Neozoen), is niet aannemelijk. Door de uitbreiding van het populatieoppervlak in het plangebied kan in totaal een lichte groei van de totale biomassa van het benthos worden veroorzaakt.

Effecten op de omgeving

Een directe ecologische verdringing van de zachsubstraatfauna uit de omgeving van de windturbines door de hardsubstraatpopulatie zal vanwege de verschillende habitatbehoefte echter niet plaatsvinden. Er vinden echter interacties plaats tussen funderingen en omgeving, die o.a. worden geïnterfereerd en beïnvloed door de stromings- en daarmee samenhangende sedimentveranderingen. De boven beschreven potentiële voedselconcurrentie onder de suspension feeders van de harde en zachte substraten zal geen grote rol spelen omdat

1. zich onder de dominante soorten in de zachte substraten geen suspension feeders bevinden, en
2. het vanwege het getijgedreven lateraal transport van deeltjes onwaarschijnlijk is dat gebieden met een

beperkt voedselaanbod voor op de bodem levende suspension feeders ontstaan.

Of een meetbare beïnvloeding van de omgeving van de windturbines zal plaatsvinden door de rond de turbines verhoogd aanwezige epibenthische predatoren, kan aan de hand van de beschikbare literatuur op dit moment nog niet worden voorspeld. Wij gaan er echter van uit, dat ten hoogste een lichte reductie van de abundanties van de zachsubstraatfauna vanwege de verhoogde fijndruk optreedt.

De hiervoor beschreven mogelijke voedselconcurrentie van de suspension feeder van de hardsubstraten en de zachsubstraten zal geen grote rol spelen, omdat in het gebied van het Gemini-project geen suspension feeder onder de dominante soorten van het zachsubstraat vertegenwoordigd zijn en vanwege het door de stroming bepaalde laterale transport van deeltjes de vorming van gebieden met een beperkt voedselaanbod voor op de bodem levende suspension feeder onwaarschijnlijk is. Beïnvloeding van de omgeving van de windturbines door de in de omgeving van de turbines versterkt voorkomende epibenthische predatoren is mogelijk, maar zal waarschijnlijk niet tot een fundamentele verandering of een negatief effect van de fauna leiden.

Een plaatselijke ophoping van organisch materiaal in de buurt van de diverse fundaties is theoretisch mogelijk, maar hangt ook af van de structuur van de ondergrond, aangezien een verrijking alleen in gebieden met langzaam stromend water kan plaatsvinden. Zelfs bij zeer dichte populaties op de fundaties is het echter vanwege de grote onderlinge afstand tussen de fundaties en de intensieve wateruitwisseling

niet erg waarschijnlijk dat een dergelijke verrijking een grootschalige verandering van de sedimenten in het plangebied zal veroorzaken.

Conclusie

Het inbrengen van nieuwe substraten verhoogt de veelsoortigheid van de habitat en vergroot de totale oppervlakte door de oprijzende funderingen. Daarom wordt het inbrengen van nieuw substraat als positief beoordeeld. Significante negatieve effecten zijn bij dit aspect daarom uitgesloten. Daarentegen kunnen de gevolgen voor het omringende zachtsubstraat negatief zijn. Deze beperken zich echter bijna uitsluitend tot de naaste omgeving van de turbines. Significante schade aan de zachtsubstraatfauna van het NCP resp. de Noordzee is vanwege kleinschaligheid van de nadelige effecten resp. hun geringe intensiteit ondanks de permanente veranderingen dus bij geen van de varianten te verwachten. Er worden ten hoogste fracties van een procent van de totale oppervlakte van het NCP resp. de Noordzee gedupeerd. Hetzelfde geldt ook voor de afzonderlijke zachtsubstraatgemeenschappen die in het windpark kunnen voorkomen. De grootte van het nieuw geschapen oppervlak neemt toe met het aantal turbines resp. bij de vergelijking van de funderingen met de oppervlakte van een enkel funderingstype. In vergelijking met het NCP resp. de Noordzee zijn de oppervlaktes echter heel klein. Ook in verhouding tot het oppervlak van de getroffen gemeenschappen 4 of 5 volgens HOLTSMANN et al. (1996) is het aandeel bij alle varianten gering. Het inbrengen van hard substraat resulteert in een minimale toename van dit soort habitat op het NCP.

3.5.4.7 *BESCHRIJVING EXTERNE WERKING*

Aanleg en verwijdering

De effecten op het benthos werden in de betreffende hoofdstukken al in detail beschreven. In zijn geheel zijn nauwelijks externe werkingen te verwachten, omdat de enige storende factoren die het benthos tot buiten de grenzen van het windpark zouden kunnen beïnvloeden de met het heien en/of trenchen van de kabels verbonden vertroebelingspluimen en de mogelijke verhogingen van de sedimentatie zijn. Deze zouden in principe wel tot een beschadiging van het benthos kunnen leiden, vooral op harde substraten, maar omdat de intensiteit van de effecten al in het windpark gering is, en omdat zowel de toenemende vertroebeling als de verhoging van de sedimentatie vooral het windpark zelf betreffen, zijn er geen duidelijke werkingen buiten het windpark te verwachten. Daarbuiten zijn deze werkingen op de nadere omgeving beperkt.

Exploitatie

De effecten op het benthos zijn in de betreffende hoofdstukken al in detail beschreven. Over het algemeen zijn maar zeer geringe externe werkingen te verwachten, omdat de enige factor die over de grenzen van het windpark heen effecten op het benthos zou kunnen hebben, het gebruiksverbod is. Dit kan door immigratie/verspreiding van individuen in/uit het windpark ook in de nadere omgeving van het windpark licht positieve veranderingen zoals een groei van de biomassa tot gevolg hebben.

3.5.4.8 *EFFECTBEOORDELING WINDPARKEN BUITENGAATS EN ZEEENERGIE*

In deze paragraaf zijn drie zaken beschreven: een inschatting van de databetrouwbaarheid, een samenvatting van de bovenstaande effectvoorspellingen (in verschillende tabellen) en tot slot de beoordeling voor verschillende beleidskaders binnen de begrenzingen van de EEZ en 12-zeemijlszone. De effectbeoordeling geldt voor beide windparken, in de tabellen wordt onderscheid gemaakt tussen Buitengaats en ZeeEnergie.

Inschatting van de databetrouwbaarheid ter kwantificering van de effecten

Daar waar mogelijk zijn de effecten in overeenstemming met de beschikbare literatuur en data gekwantificeerd. Het kwantificeren van de benthosverliezen is echter met onzekerheden omgeven, omdat

gegevens uit het geplande windpark zelf niet beschikbaar zijn en juist de benthospopulatie aan sterke interjaarlijkse fluctuaties onderhevig is. Toch vormen de beschreven gegevens een goed basis om de orde van grootte van de schade aan het benthos te schatten, omdat gegevens van meerdere jaren en uit de directe omgeving van het windpark van vergelijkbare gemeenschappen voorhanden zijn. In tegenstelling tot de benthosdata zijn de data over de betrokken oppervlaktes zeer nauwkeurig bekend. Hierbij bestaan geen onzekerheden.

Samenvattend overzicht van de effectvoorspellingen

De effecten op het macrozoöbenthos door de aanleg zijn het resultaat van directe beschadigingen in het ingreepgebied en van de remobilisatie van het sediment bij het inheien van de fundaties en het trenchen van de kabels. Daarbij wordt bij het trenchen van de kabels de grotere hoeveelheid sediment geremobiliseerd. Beïnvloed wordt steeds de nadere omgeving van elk werkgebied, omdat het slibgehalte van het sediment gering is en het grootste gedeelte van het sediment, de zanden, dus direct in de buurt weer sedimenteert. De toename van de vertroebeling en het transport over grotere afstanden is naar verhouding gering. In het gebied waarin direct wordt ingegrepen, komt het tot blootspoelen/doden van het benthos, terwijl in de andere gebieden een aantasting door bedekking en/of toegenomen vertroebeling mogelijk is. De 'grindgemeenschappen' zouden hier bijzonder gevoelig op reageren. De effecten van het onderhoud en de verwijdering zijn in principe hetzelfde als bij de aanleg, maar die hebben een beduidend geringere intensiteit en een beduidend kleinere omvang.

In verband met het gebruik wordt door het visserijverbod en het inbrengen van hard substraat als nieuw kolonisatieoppervlak een verandering van de populatie veroorzaakt. De veranderingen van het benthos door harde substraten (grotere abundanties/biomassa, verandering van de soortensamenstelling, aanwezigheid van hard-substraatsoorten) betreffen vooral de directe omgeving van de turbines, terwijl het visserijverbod (grotere abundantie/biomassa van vooral de epifauna) een verandering in het gehele plangebied tot gevolg heeft. Via migratie en verspreiding kan ook de nadere omgeving van het windpark worden beïnvloed. Verdere veranderingen in de leefomstandigheden van het benthos zijn het resultaat van de sedimentverandering als gevolg van de veranderde stromingen in het windpark en de lokale sedimentopwarming bij de kabels. Rond de windturbines komt het tot een habitatverlies. In verhouding tot het oppervlak van het NCP is dit verlies echter extreem gering. Dit geldt ook m.b.t. het totale oppervlak van de getroffen gemeenschappen op het NCP. De effecten van het windpark op het macrozoöbenthos worden door de verwijdering beëindigd.

De effecten zijn samenvattend volgens de in hoofdstuk 0 beschreven methodiek in Tabel 103 tot en met Tabel 110 weergegeven. Zoals reeds in de tekst beschreven ontstaan bij de verschillende windparkvarianten door de verschillen in bodemafdekking, windparkafmetingen etc. licht verschillend grote gebieden waarin zich effecten op het macrozoöbenthos voordoen. Deze zijn echter in verhouding tot het oppervlak van de Noordzee of het NCP zeer klein.

Om deze reden kan vanuit het oogpunt van de macrozoölogische bodemfauna aan geen van de varianten de voorkeur worden gegeven, vooral omdat tegenover de voordelen van de verschillende varianten ook altijd nadelen staan: bij variant 5D bijv. is het windpark weliswaar kleiner en de kabellengte geringer dan bij de voorkeursvariant, maar als gevolg daarvan is ook de visverbodzone met haar positieve effecten het kleinst en is het oppervlakteverlies groot in verhouding tot het windparkoppervlak. Variant 12D biedt het geringste absolute oppervlakteverlies en het kleinste oppervlakteverlies in verhouding tot het windparkoppervlak en heeft een kortere infield kabels, maar heeft ook een beduidend lagere totale opbrengst dan de voorkeursvariant. Duidelijk het minst voordelig met betrekking tot de milieueffecten is de economisch geoptimaliseerde variant. De ecologisch geoptimaliseerde variant, 7D variant en de voorkeursvariant vertonen ongeveer dezelfde effecten op de visfauna en horen bij de middenmoot. Bij de

funderingsvarianten verschillen tripile en jacket relatief weinig als gunstigste varianten (geringer ruimtebeslag enz.). Daarna volgen gezamenlijk monopile en driepoot en daarna de zwaartekrachtfundering als ongunstigste funderingsvariant.

Effecten op leefomgeving functies

Al met al kan men ervan uitgaan dat de benthos-populatie en de aanwezige habitats buiten de directe omgeving van de turbines niet fundamenteel worden veranderd. Het verlies van populatiesubstraat voor de in zacht substraat levende fauna is in verhouding tot de grootte van het plangebied en zeker tot het totale verspreidingsareaal in het NCP extreem gering. Ook de verder aanwezige negatieve effecten, zoals de verandering van de kolonisatie in het bereik van de kabels, aantastingen tijdens de bouw enzovoort, zijn niet zo groot dat fundamentele veranderingen van de habitats of populaties te verwachten zijn. Door het inbrengen van nieuw substraat om te populeren, ontstaan nieuwe leefgebieden voor hard-substraatgemeenschappen. Het uitsluiten van de visserij leidt tot een herstel van de zacht-substraatgemeenschappen.

Het benthos dient als potentiële voedselvoorziening voor andere diergroepen. Deze functie wordt niet substantieel beperkt, omdat de negatieve gevolgen, zoals oppervlakteverlies, slechts relatief geringe effecten op de totale biomassa van het benthos in het windpark hebben. De positieve effecten (vooral de visverbodzone) können een bestandbevorderende werking hebben en tot een groei van de biomassa leiden.

Een verschuiving van abundantiepercentages zou weliswaar in het voordeel van bepaalde vissen met betrekking tot de voedselopname kunnen werken, maar al met al is niet met een reductie van de biomassa te rekenen, zodat de hoeveelheid beschikbaar voedsel niet afneemt.

Dit zegt echter niets over de gebruiksmogelijkheden van een windpark als foerageergebied voor vooral vogels en zeezoogdieren. Hier spelen ook nog andere factoren een rol (zie de betreffende hoofdstukken).

Hieronder wordt eerst de tabel voor het windpark Buitengaats en dan voor ZeeEnergie gegeven.

	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Omkeerbaarheid	Eenheid	Voorkeurvariant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant	Weging	Waarderingsparameters
Aanleg en verwijderen													
Habitatverlies/directe schade													
Ruimtegebruik door de bouwplaats en bouwactiviteiten	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van de erosiebescherming			zie gebruik (bodemaafdekking en ruimtegebruik)										
Verstoring van het sediment door leggen van de kabels binnen het windpark	M	d	-	ja	k m ²	0,2 17	0,3 04	0,1 71	0,2 12	0,3 99	0,69 8	2	K
Indirecte schade													
Resuspensie van sediment met:													
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	ja	-	xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A + K
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	M	d	-	ja	-	Xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	2	A + K
Verandering van de morfologie/sedimenten (zandige delen)	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten (harde substraten)	M	p	-	ja	-	Xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	2	A + K
Externe werking	K	g	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Gebruik													
Positieve effecten													
Gebruiksverbod	L	w	+	ja	k m ²	45, 7	60	33	60	60	60	3	W
Habitatverlies													
Bodemaafdekking en ruimtegebruik	L	d	-	ja	k m ²	0,0 21	0,0 21	0,0 21	0,0 09	0,0 16	0,02 8	3	A
Verandering habitat													
Toename van organische substantie door hard substraat onder water	L	d	-	ja	-	Xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A

Nieuwe habitats door hard substraat onder water													
Fundaties, kolk- en corrosiebescherming	L	d	+	ja	m ²	750 00	780 00	780 00	340 00	600 00	103 000	3	A
Omringend zacht substraat	L	d	-	ja	-	Xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Obstakel in het waterlichaam met													
Verandering van het stromingsregime	L	d	-	ja	-	Xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Uitschuring/sedimentverschuivingen/ vertroebelingspluimen met:													
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	L	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten	L	d	-	ja	-	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Productie van warmte	L	d	-	ja	K m	58	80	45	56	105	183, 75	3	K
Externe werking	L	g	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 103 Vergelijking van de varianten van het windpark Buitengaats (parkconfiguratie *; benthos) * alle opgaven voor tripile-fundaties

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

Waarderingsparameters: A: Aantal windturbines; W: Windparkoppervlakte; K: Kabellengte; T:

Funderingstype; D: Diameter pijlers;

O: Oppervlakte fundering + erosiebescherming; F: door fundering + erosiebescherming afgedekte oppervlakte

	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Omkeerbaarheid	Eenheid	Voorkeurvrijvariant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant	Weging	Waarderingsparameters
Aanleg en verwijderen													
Habitatverlies/directe schade													
Ruimtegebruik door de bouwplaats en bouwactiviteiten	K	p	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van de erosiebescherming	zie gebruik (bodemaafdekking en ruimtegebruik)												
Verstoring van het sediment door leggen van de kabels binnen het windpark	M	d	-	ja	km ²	0,220	0,304	0,160	0,186	0,432	0,698	2	K
Indirecte schade													
Resuspensie van sediment met:													
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	ja	-	Xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	M	d	-	ja	-	Xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	2	A+K
Verandering van de morfologie/sedimenten (zandige delen)	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten (harde substraten)	M	p	-	ja	-	Xx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	2	A+K
Externe werking	K	g	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Gebruik													
Positieve effecten													
Gebruiksverbod	L	w	+	ja	km ²	44,5	58	32	58	58	58	3	W
Habitatverlies													
Bodemaafdekking en ruimtegebruik	L	d	-	ja	km ²	0,021	0,021	0,021	0,008	0,017	0,028	3	A
Verandering habitat													
Toename van organische substantie door hard substraat onder water	L	d	-	ja	-	Xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Nieuwe habitats door hard substraat onder water													
Fundaties, kolk- en corrosiebescherming	L	d	+	ja	m ²	75000	80000	78000	30000	65000	103000	3	A
Omringend zacht substraat	L	d	-	ja	-	Xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Obstakel in het waterlichaam met													
Verandering van het stromingsregime	L	d	-	ja	-	Xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A

Uitschuring/sedimentverschuivingen/vertroebelingspluimen met:													
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	L	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten	L	d	-	ja	-	Xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Productie van warmte	L	d	-	ja	km	58	80	42	49	113,7 5	183,7 5	3	K
Externe werking	L	g	0	ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 104 Vergelijking van de varianten van het windpark ZeeEnergie (parkconfiguratie *; benthos) * alle opgaven voor tripile-fundaties

Afkortingen in bovenstaande tabel:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

Waarderingsparameters: A: Aantal windturbines; W: Windparkoppervlakte; K: Kabellengte; T:

Funderingstype; D: Diameter pijlers;

O: Oppervlakte fundering + erosiebescherming; F: door fundering + erosiebescherming afgedekte oppervlakte

	Voorkeursvariant	Variante 7D (Voorkeurvariant)	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant	Weging
Aanleg en verwijderen							
Habitatverlies/directe schade							
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van de erosiebescherming	zie bedrijf (bodemaafdekking en ruimtegebruik)						
Verstoring van het sediment door leggen van de kabels binnen het windpark	2*2	3*2 6	1*2 2	2*2 4	4*2 8	5*2 10	2
Totaal	4	6	2	4	8	10	
Beoordeling	II	III	I	II	IV	V	
Indirecte schade							
Resuspensie van sediment met:							
Ontstaan van vertroebelingspluimen	2*1 2	3*1 3	2*1 2	1*1 2	3*1 3	4*1 4	1
Verhoging van de sedimentatie	2*2 4	3*2 6	2*2 4	1*2 2	3*2 6	4*2 8	2
Verandering van de morfologie/sedimenten (harde substraten)	2*2 4	3*2 6	2*2 4	1*2 2	3*2 6	4*2 8	2
Totaal	10	15	10	6	15	20	
Beoordeling	II	III	II	III	II	IV	
Gebruik							
Positieve effecten							
Gebruiksverbod	1*3 3	1*3 3	2*3 6	1*3 3	1*3 3	1*3 3	3
Totaal	3	3	6	3	3	3	
Beoordeling	I	I	II	I	I	I	
Habitatverlies							
Bodemaafdekking en ruimtegebruik	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Totaal	9	9	9	3	6	12	
Beoordeling	III	III	III	I	II	IV	
Verandering habitat							
Toename van organische substantie door hard substraat onder water	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Nieuwe habitats door hard substraat onder water							
Fundaties, kolk- en corrosiebescherming	2*3 6	2*3 6	2*3 6	4*3 12	3*3 9	1*3 3	3
Omringend zacht substraat	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Obstakel in het waterlichaam met							
Verandering van het stromingsregime	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Uitschuring/sedimentverschuivingen/vertroebelings-pluimen met:							
Verandering van de morfologie/sedimenten	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Productie van warmte	2*3 6	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	5*3 15	3
Totaal	48	51	45	30	45	66	
Beoordeling	II	III	II	I	III	IV	

Tabel 105 Beoordeling van de varianten van zowel Buitengaats als ZeeEnergie (parkconfiguratie *; benthos) * alle opgaven voor tripile-fundaties

Criteriumgroep: Benthos								
	Duur	Ruimtelijke omvang	Voorkeurvariant	Variant 7D	Variant 5D	Variant 12D	Ecologische variant	Economische variant
Aanleg en verwijderen			Rang	Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Directe schade / habitatverlies	M	d	II	III	I	II	IV	V
Indirecte schade	M	d	II	III	II	III	II	IV
Gebruik			Rang	Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Positieve effecten	L	w	I	I	II	I	I	I
Habitatverlies	L	d	III	III	III	I	II	IV
Verandering habitat	L	d	II	III	II	I	III	IV

Tabel 106 Samenvattend overzicht van de relevante criteriumgroepen van de storende factoren voor zowel Buitengaats als ZeeEnergie (parkconfiguratie; benthos)

Buitengaats												
	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Omkeerbaarheid	Eenheid	Tripile	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaartekrachtfundament	Weging	Waarderingsparameters
Aanleg en verwijderen												
Habitatverlies/directe schade												
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van de erosiebescherming	zie gebruik (bodemaafdekking en ruimtegebruik)											
Indirecte schade												
Resuspensie van sediment met:												
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	ja	-	x	x	x	x	xx	1	T
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	M	d	-	ja	-	x	x	x	x	xx	2	T
Verandering van de morfologie/sedimenten (zandige delen)	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten (harde substraten)	M	p	-	ja	-	x	x	x	x	xx	2	T
Externe werking	K	g	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Gebruik												
Habitatverlies												
Bodemaafdekking en ruimtegebruik	L	d	-	ja	km²	0,021	0,012	0,011	0,027	0,132	3	F
Verandering habitat												
Toename van organische substantie door hard substraat onder water	L	d	-	ja	-	x	X	xx	x	xx	3	O
Nieuwe habitats door hard substraat onder water												
Fundaties, kolk- en corrosiebescherming	L	d	+	ja	m²	75000	53000	101000	63500	94000	3	O
Omringend zacht substraat	L	d	-	ja	-	x	x	x	x	x	3	S

Obstakel in het waterlichaam met												
Verandering van het stromingsregime	L	d	-	ja	-	x	x	x	xx	xxx	3	D+ T
Uitschuring/sedimentverschuivingen/ vertroebelingspluimen met:												
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	L	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten	L	d	-	ja	-	x	x	x	xx	xxx	3	D+ T
Externe werking	L	w	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 107 Vergelijking van de varianten windpark Buitengaats (fundament *; benthos) *alle opgaven voor parkconfiguratie voorkeursvariant

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

Waarderingsparameters: A: Aantal windturbines; W: Windparkoppervlakte; K: Kabellengte; T:

Funderingstype; D: Diameter pijlers;

O: Oppervlakte fundering + erosiebescherming; F: door fundering + erosiebescherming afgedekte oppervlakte

ZeeEnergie												
	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Omkeerbaarheid	Eenheid	Triple	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaartekrachtfundament	Weging	Waarderingsparameters
Aanleg en verwijderen												
Habitatverlies/directe schade												
Verstoring van het sediment door inheiden van de fundaties en aanleg van de erosiebescherming	zie gebruik (bodemafdekking en ruimtegebruik)											
Indirecte schade												
Resuspensie van sediment met:												
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	ja	-	x	x	x	x	xx	1	T
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	M	d	-	ja	-	x	x	x	x	xx	2	T
Verandering van de morfologie/sedimenten (zandige delen)	K	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten (harde substraten)	M	p	-	ja	-	x	x	x	x	xx	2	T
Externe werking	K	g	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Gebruik												
Habitatverlies												
Bodemafdekking en ruimtegebruik	L	d	-	ja	km ²	0,02 1	0,01 2	0,011	0,02 7	0,13 2	3	F
Verandering habitat												
Toename van organische substantie door hard substraat onder water	L	d	-	ja	-	x	X	xx	x	xx	3	O
Nieuwe habitats door hard substraat onder water												
Fundaties, kolk- en corrosiebescherming	L	d	+	ja	m ²	7500 0	5300 0	10100 0	6400 0	9400 0	3	O
Omringend zacht substraat	L	d	-	ja	-	x	X	x	x	X	3	S
Obstakel in het waterlichaam met												
Verandering van het stromingsregime	L	d	-	ja	-	x	X	x	xx	xxx	3	D+ T
Uitschuring/sedimentverschuivingen/ vertroebelingspluimen met:												
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	L	d	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten	L	d	-	ja	-	x	X	x	xx	xxx	3	D+ T
Externe werking	L	w	0	ja	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 108 Vergelijking van de varianten windpark ZeeEnergie (fundament *; benthos) *alle opgaven voor parkconfiguratie VKA

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Omvang: p: plaatselijk; d: delen van windpark; w: windpark plus veiligheidszone; g: grootschalig

Waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

Kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste variant

Waarderingsparameters: A: Aantal windturbines; W: Windparkoppervlakte; K: Kabellengte; T: Funderingstype; D: Diameter pijlers;
O: Oppervlakte fundering + erosiebescherming; F: door fundering + erosiebescherming afgedekte oppervlakte

	Tripile	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaartekrachtfundament	Weging
Aanleg en verwijderen						
Habitatverlies/directe schade						
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van de erosiebescherming	zie bedrijf (bodemafdekking en ruimtegebruik)					
Totaal	6	6	3	9	15	
Beoordeling	II	II	I	III	V	
Indirecte schade						
Resuspensie van sediment met:						
Ontstaan van vertroebelingspluimen	1*1 1	1*1 1	1*1 1	1*1 1	2*1 2	1
Verhoging van de sedimentatie	1*2 2	1*2 2	1*2 2	1*2 2	2*2 4	2
Verandering van de morfologie/sedimenten (harde substraten)	1*2 2	1*2 2	1*2 2	1*2 2	2*2 4	2
Totaal	5	5	5	5	10	
Beoordeling	I	I	I	I	II	
Gebruik						
Habitatverlies						
Bodemafdekking en ruimtegebruik	2*3 6	1*3 3	1*3 3	3*3 9	5*3 15	3
Totaal	6	3	3	9	15	
Beoordeling	II	I	I	III	V	
Verandering habitat						
Toename van organische substantie door hard substraat onder water	3*3 9	1*3 3	5*3 15	2*3 6	4*3 12	3
Nieuwe habitats door hard substraat onder water						
Fundaties, kolk- en corrosiebescherming	3*3 9	5*3 15	1*3 3	4*3 12	2*3 6	3
Omringend zacht substraat	1*3 3	1*3 3	1*3 3	1*3 3	1*3 3	3
Obstakel in het waterlichaam met						
Verandering van het stromingsregime	1*3 3	1*3 3	1*3 3	2*3 6	3*3 9	3
Uitschuring/sedimentverschuivingen/vertroebelings-pluimen met:						
Verandering van de morfologie/sedimenten	1*3 3	2*3 6	1*3 3	2*3 6	3*3 9	3
Totaal	27	30	27	33	39	
Beoordeling	I	II	I	II	III	

Tabel 109 Beoordeling van de varianten van beide windparken Buitengaats en ZeeEnergie (fundament*; benthos)* alle opgaven voor parkconfiguratie VKA.

Criteriumgroep: Benthos							
	Duur	Ruimtelijke omvang	Tripile	Monopile	Jacket	Driepoot	Zwaartekrachtfundering
Bouw en demontage			Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Directe schade / habitatverlies	L	d	II	II	I	III	V
Indirecte schade	M	p	I	I	I	I	II
Gebruik			Rang	Rang	Rang	Rang	Rang
Habitatverlies	L	d	II	I	I	III	V
Verandering habitat	L	d	I	II	I	II	III

Tabel 110 Samenvattend overzicht van de relevante criteriumgroepen van de storende factoren voor zowel Buitengaats als ZeeEnergie (parkconfiguratie; benthos)

Beoordeling van de bescherming bijzondere soorten (benthos) binnen de EEZ

Verbodsbepalingen van de Vogelbeschermingsrichtlijn

Verbodsbepalingen van de vogelrichtlijn zijn bij benthos-soorten niet van toepassing.

Verbodsbepalingen van de Habitatrichtlijn

De verbodsbepalingen van de Habitatrichtlijn zijn vastgelegd in artikel 12 en 13 van de richtlijn. Ze gelden voor de soorten zoals genoemd in bijlage IV van de richtlijn. In het gebied van het windpark wordt echter geen van deze soorten in het gebied van het windpark aangetoond (zie bijlage 8 van BARD MER).

Negatieve effecten door het project aan soorten volgens bijlage IV kunnen derhalve worden uitgesloten.

3.5.4.9 CUMULATIEVE EFFECTEN BUITENGAATS, ZEEENERGIE EN CLEARCAMP

Aanleg

In de aanlegfase kan cumulatie van effecten op benthos optreden in de vorm van vertroebeling en verontreiniging. Dit kan echter alleen optreden als de werkzaamheden voor aanleg van de parken tegelijkertijd worden uitgevoerd. Het windpark Clearcamp zal niet in dezelfde periode worden gerealiseerd waardoor cumulatie van effecten op benthos worden uitgesloten.

Gebruik

In de gebruiksfase kan cumulatie van effecten op benthos optreden alleen optreden in de vorm van verontreiniging. Dit kan echter alleen optreden tijdens calamiteiten bij onderhoudswerkzaamheden. Calamiteiten kunnen in elk van de windparken optreden, maar de kans hierop zal echter geminimaliseerd worden en zeer klein zijn. Als er calamiteiten optreden zullen de effecten hoogstwaarschijnlijk alleen lokaal optreden en kunnen effecten van cumulatie met het windpark Clearcamp op benthos worden uitgesloten.

4

Sedimenten, geomorfologie en hydrologie

4.1 INLEIDING

Wat de effecten betreft van een offshore windturbinepark op morfologie, hydrologie en sedimenten is de stand van kennis goed. Aan de ene kant kan gebruik gemaakt worden van milieuprognoses en/of monitoring-resultaten voor offshore windparken in Denemarken (ELSAMPROJEKT 2000, SEAS 2000, BIO/CONSULT AS 2004, 2005), Nederland (NSW 2000), België (C-POWER NV 2005) en Engeland (REES 2006) én van literatuurstudies (OSPAR 2006, MEISSNER & SORDYL 2006, KELLER et al. 2006). Met betrekking tot de morfologie en hydrologie zijn numerieke simulaties voor de geplande offshore windparken in Denemarken (ELSAMPROJEKT 2000, SEAS 2000), Nederland (NSW 2000) en Engeland (REES 2006) beschikbaar. In het kader van de discussie over het gebruik van offshore windenergie zijn nog meer studies tot eventuele negatieve effecten uitgevoerd, bijvoorbeeld door het instituut voor stromingsmechanica van de Universiteit Hannover (MITTENDORF et al. 2001, ZIELKE 2000, GIGAWIND 2003, 2004 a en b, UNGRUH & ZIELKE 2003) en door ALKYON (2000).

Met betrekking tot de infield kabels kan men naar projecten kijken waar men zich al met het probleem van de aanleg van kabels in de Noordzee én de Oostzee heeft beziggehouden. Daarbij gaat het met name om het Viking Cable-project (BIOCONSULT 2000a en 2000b), het Europipe-project (SCHUCHARDT & GRANN 1999) en de aanleg van de NorNed-kabel (SEP 1997). Verder zijn er beschrijvingen van de effecten van andere offshore constructies (bijv. RIKZ 1997, CHAKRABARI 1987, HOFFMANN & VERHEIJ 1997).

4.2 ALGEMEEN / METHODIEK

In dit hoofdstuk worden de effecten van de windparken Buitengaats en ZeeEnergie op morfologie, hydrologie en sedimenten beschreven. De basis voor de beoordeling van de milieueffecten zijn de met het initiatief samenhangende invloedfactoren zoals die in deze paragraaf zijn beschreven. Er is informatie over aard, omvang, reikwijdte, duur en herstel/verwijdering gegenereerd. Ook de onzekerheid van de prognose en de kans op voorkomen zijn aangegeven. De belangrijke effecten voor de geomorfologie zijn ruimtebeslag en effecten op de stroming en de gevolgen voor de sedimentsamenstelling en de morfologie (onderwaterlandschap en structuren). De weergave en evaluatie van de effecten van het windpark gebeurt kwalitatief (beschrijving van de effecten) en voor zover mogelijk ook kwantitatief (omvang van de gevolgen, opgave van het betroffen oppervlak [km²]). Deze cijfers worden in verhouding tot het totale oppervlak van het NCP dan wel de Noordzee weergegeven.

Tot besluit wordt voor elke invloedfactor een inschatting gegeven van de significantie.. De significantie wordt beoordeeld aan de hand van een combinatie van de criteria ruimtebeslag, duur en intensiteit van de schade:

- Er wordt uitgegaan van significante schade als er sprake is van een permanente, grootschalige (verder dan het windpark), duidelijk negatieve schade.
- Duidelijk negatieve schade treedt op wanneer een leefgemeenschap door het project fundamenteel wordt veranderd.
- Schade is altijd significant, wanneer meer dan 1% van de referentieoppervlakte getroffen is door duidelijk negatieve schade. Omdat er nog geen concreet vastgelegde grenzen bestaan voor de bepaling van significante effecten wordt deze grens hier in aansluiting op het '1%-criterium' gesteld. Dit criterium wordt vaak toegepast in samenhang met de EU-Habitatrichtlijn en is ook door PRINS et al. (2008) en ORNIS voor de avifauna als significantiedrempel vastgelegd.
- Als maatstaf voor het beoordelen van het ruimtebeslag dient de oppervlakte van het NCP. De betrouwbaarheid van de inschatting van de significantie wordt ingedeeld volgens SCHOLLES (1997).

Voor een systematische aanpak zijn de effecten in criteria verdeeld (zie Tabel 111). De indeling en benaming van deze criteria volgt de door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) opgestelde effectenindicator (BROEKMEYER 2006). Aanvullend worden ook alle andere in de richtlijn voor 'BARD Offshore NL 1' en in de richtlijn voor 'GWS Offshore NL 1' genoemde aspecten meegenomen die op het onderhavige initiatief van toepassing zijn. De criteria worden vervolgens tot criteriagroepen samengevat. De indeling van de criteriagroepen volgt de bovengenoemde aspecten van de richtlijn. De criteriagroepen dienen ter structureren van de tekst en als basis voor de samenvattende beschrijving en evaluatie. Het gaat om de volgende 7 groepen:

1. Verstoring van de zeebodem (stromingspatronen)
2. Verstoring van de waterkolom
3. Directe effecten
4. Indirecte effecten
5. Wegvallen verstoringen
6. Externe werking
7. Overige

Fase	Criterium	Criteriagroep
Aanleg, verwijdering	Ruimtebeslag	Verstoring van zeebodem en waterkolom - directe effecten
	Resuspensie, effect op sediment-samenstelling en geomorfologische waarde	Verstoring van zeebodem en waterkolom - indirecte effecten
	Verontreiniging	Overige
	Externe effecten	Externe werking
Gebruik, onderhoud	Ruimtebeslag	Directe effecten
	Uitsluiten gebruiksfuncties	Wegvallen verstoringen
	Verandering van de stromingspatronen en de gevolgen voor: bathymetrie, sedimentatie- en erosiepatronen, zand- en slibtransport en uitschuring	Verstoring van de zeebodem
	Opwarming van de bodem	Verstoring van de zeebodem
	Verontreiniging	Overige
	Onderhoud en reparatie	Overige
	Externe effecten	Externe werking

Tabel 111 Criteriagroepen morfologie, hydrologie en sedimenten

In Tabel 112 zijn de belangrijkste storende factoren aangegeven die bij het geplande initiatief voorkomen. Deze storende factoren zijn vanuit de techniek beredeneerd, zodat een koppeling van de effecten met de technische oorzaken kan plaatsvinden. Om deze reden zijn de storende factoren gekoppeld aan de criteriagroepen. De effectbeoordeling aan het einde van dit hoofdstuk vindt plaats op het niveau van criteriagroepen.

Storende factor	Criteriagroep
Aanleg, instandhouden en verwijderen	
1. Bouwactiviteit algemeen	
a) Schade als gevolg van de activiteit	Overige
Uitstoot van schadelijke stoffen en CO2	Overige
a) Ruimtebeslag door bouwplaats en bouwactiviteit	Directe effecten
2. Bouw fundering en erosiebescherming	
3. Aanleg van kabels binnen het park	
a) Ruimtebeslag door bouwplaats en bouwactiviteit	Directe effecten
b) Inheien/trenchen van de kabels met als gevolg:	
Verstoring van het sediment	Directe effecten
Resuspensie van sediment met:	Indirecte effecten
Ontstaan van vertroebelingspluimen	Indirecte effecten
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	Indirecte effecten
Verhoging van de sedimentatie	Indirecte effecten
Verandering van de morfologie/sedimenten	Indirecte effecten
4. Externe effecten	Externe werking
5. Verwijdering (zie storende factoren door aanleg; zonder heien)	Overige
Gebruik	
1. Offshore windpark algemeen, veiligheidszone	
a) Veiligheidszone met	
Gebruiksverbod	Wegvallen verstoringen
2. Fundaties, erosiebescherming, windturbines en transformatorstation (tot wateroppervlak)	
a) Bodemafdekking en ruimtegebruik	Directe effecten
b) Obstakel in het waterlichaam met als gevolg:	Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen
Verandering van het stromingsregime	Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen
Verandering van het golvengebied	Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen
Uitschuring/sedimentverschuivingen/ vertroebelingspluimen met vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen
Verandering van de morfologie/sedimenten	Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen
Verandering van transportprocessen en dynamiek	Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen
3. Leggen van kabels binnen het OWP	
a) Verandering van de morfologie	Zie Aanleg 3. b)
b) Productie van warmte	Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen
c) Defecten	
Blootspoelen van kabels	Zie Gebruik 3. c)
Uit kabels vrijkomende schadelijke stoffen (bij kabelbreuk)	Overige
4. Externe oorzaken – ongeluk	Overige
5. Onderhoud en reparatie	Overige
6. Externe effecten	Externe werking

Tabel 112 Overzicht storende factoren morfologie, hydrologie en sedimenten

4.3 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE (HS/AO)

4.3.1 HUIDIGE SITUATIE / BESTANDSBESCHRIJVING BUITENGAATS

Het voor geomorfologie onderzochte gebied omvat het windpark en de wijdere omgeving tot aan de kust. Als gegevensbasis waren kaarten van TNO en verschillende literatuurbronnen beschikbaar (zie bijlagen bij MER BARD).

Het plangebied bevindt zich in de zuidelijke Noordzee in waterdieptes van ca. 29 tot 33 m. Dit plangebied kent de volgende algemene kenmerken:

- De zeebodem is relatief homogeen en vlak en afgezien van ribbels heeft hij geen speciale morfologische patronen;
- Er is overwegend fijn en middel zand, met in het zuiden een groter gehalte aan grof zand. Het percentage fijn zand neemt richting noordoosten sterk toe. Maar een zeer klein gedeelte van het totale sediment bestaat uit slib;
- Plaatselijke grindvoorkomens kunnen niet worden uitgesloten; gedetailleerdere informatie kunnen wij hier vanwege het ontbreken van gegevens niet geven;
- Het waterlichaam kan tijdelijk gelaagd zijn;
- De stroming wordt beïnvloed door de getijden;
- Er komen geen extreme stroomsnelheden voor;
- De gehaltes aan voedingsstoffen en schadelijke stoffen in de sedimenten en in het water zijn vanwege de afstand tot de kust relatief klein. Bovendien is slibaandeel gering, waardoor het gehalte aan voedingsstoffen en schadelijke stoffen sowieso laag is.

4.3.2 HUIDIGE SITUATIE / BESTANDSBESCHRIJVING ZEEENERGIE

Het voor de samenvatting van de geomorfologie onderzochte gebied omvat het windpark en de wijdere omgeving tot aan de kust. Als gegevensbasis waren kaarten van TNO en verschillende literatuurbronnen beschikbaar (zie bijlagen bij MER GWS).

Het plangebied bevindt zich in de zuidelijke Noordzee in waterdieptes van ca. 32 tot 35 m. Dit plangebied kent de volgende algemene kenmerken:

- De zeebodem is relatief homogeen en vlak en afgezien van ribbels heeft hij geen speciale morfologische patronen;
- De zeebodem is relatief homogeen en vlak en afgezien van ribbels heeft hij geen speciale morfologische patronen;
- Er is overwegend fijn zand. Maar een zeer klein gedeelte van het sediment bestaat uit slib;
- Volgens TNO komt in een oppervlak van totaal 1,1 km² grindhoudend zand voor;
- Het waterlichaam kan tijdelijk gelaagd zijn;
- De stroming wordt beïnvloed door de getijden;
- Er komen geen extreme stroomsnelheden voor;
- De gehaltes aan voedingsstoffen en schadelijke stoffen in de sedimenten en in het water zijn vanwege de afstand tot de kust relatief klein. Bovendien is de belasting bij de sedimenten door het geringe slibaandeel gering.

4.3.3 AUTONOME ONTWIKKELING BUITENGAATS EN ZEEENERGIE

Morfologie

Als de windparken Buitengaats en ZeeEnergie niet worden gerealiseerd, zal er naar verwachting weinig aan de morfologische situatie in het plangebied veranderen. De morfologische situatie is immers vooral afhankelijk van de grootschalige golf- en stromingscondities en hierin worden geen principiële veranderingen verwacht. Ook de realisatie van de direct naast het gebied geplande windpark Clearcamp zal niets aan deze verwachting veranderen. Er kan immers vanuit worden gegaan dat eventuele door deze windparken veroorzaakte morfologische veranderingen zich tot het betreffende windparkoppervlak zullen beperken (zie ook paragraaf 11.3.1 'externe werking'). Er kan dus ook van worden uitgegaan dat de aanleg van windparken op nog grotere afstand geen effecten op het plangebied zal hebben. De tot nu toe nog niet genoemde verdere activiteiten, bijvoorbeeld de Tweede Maasvlakte, zandwinning etc., spelen geen rol. Deze activiteiten vinden op een zodanig grote afstand van het plangebied plaats, dat er geen directe invloed op de morfologie in het plangebied plaatsvindt.

Sedimenten

De autonome ontwikkeling van de sedimenten (dus zonder realisatie van het geplande offshore windpark) hangt vooral af van de hydrografische situatie op macroniveau. Hierin worden op korte termijn geen principiële veranderingen verwacht. Ook de realisatie van de direct naast het gebied geplande windpark ClearCamp zal niets aan deze verwachting veranderen, omdat men ervan kan uitgaan dat eventuele door deze windparken veroorzaakte sedimentologische veranderingen zich tot het betreffende windparkoppervlak zullen beperken (zie ook paragraaf 11.3.1 'externe werking'). Er kan dus ook van worden uitgegaan dat de aanleg van windparken op nog grotere afstand geen effecten op het plangebied zal hebben.

De ontwikkeling is tevens afhankelijk van de intensiteit van de visserij in het gebied. Bij een onveranderde exploitatiedruk door de visserij in het gebied zullen ook in de toekomst verstoringen van het sedimentsysteem optreden. Bij een verhoging van de visserijdruk zullen deze verstoringen worden versterkt, terwijl een vermindering van de visserijactiviteiten ook de verstoringen zal reduceren. Met de hervorming van visserij in het gebied wordt echter in de toekomst meer belang toegekend aan een duurzame exploitatie van de visbestanden. Dit zou eventueel een verandering in de visserijdruk tot gevolg kunnen hebben.

Het gehalte aan voedingsstoffen en schadelijke stoffen in het sediment loopt sinds enige tijd terug. De oorzaak hiervoor is de gereduceerde aanvoer van voedingsstoffen en schadelijke stoffen vanuit de rivieren (OSPAR 2000). Deze trend zal in de komende jaren waarschijnlijk doorzetten. De tot nu toe nog niet genoemde verdere activiteiten, bijvoorbeeld de Tweede Maasvlakte, de zandwinning etc., spelen geen rol. Deze activiteiten vinden op een zodanig grote afstand van het plangebied plaats, dat er geen directe invloed op de sedimenten in het plangebied plaatsvindt.

Hydrologie

De hydrodynamische omstandigheden worden relatief weinig beïnvloed. De antropogeen veranderde waterkwaliteit (zuurstoftekorten, verhoging van de voedingsstofconcentraties) lijkt weer beter te worden, de aanvoer van schadelijke stoffen via vooral de rivieren wordt iets minder. Duidelijke zuurstoftekorten werden in de laatste jaren niet meer geregistreerd en de voedingsstofconcentraties vertonen dalende trends. In de autonome situatie zal deze situatie naar verwachting weinig veranderen. Omdat het de bedoeling is om de antropogene toevoer van voedingsstoffen en schadelijke stoffen in de komende jaren verder te reduceren, kan op een verdere verbetering van de waterkwaliteit worden gerekend. Ook de realisatie van de direct naast het gebied geplande windpark ClearCamp zal niets aan deze verwachting

veranderen, omdat men ervan kan uitgaan dat eventuele door dit windpark veroorzaakte effecten op de hydrologie zich tot het betreffende windparkoppervlak zullen beperken (zie ook paragraaf 'externe werking'). Er kan dus ook van worden uitgegaan dat de aanleg van windparken op nog grotere afstand geen effect op het plangebied zal hebben. Ook de tot nu toe nog niet genoemde verdere activiteiten, bijvoorbeeld de Tweede Maasvlakte, de zandwinning etc., spelen geen rol. Deze activiteiten vinden op een zodanig grote afstand van het plangebied plaats, dat er geen directe invloed op de hydrologie in het plangebied plaatsvindt.

4.4 EFFECTBESCHRIJVING

4.4.1 STORENDE WERKINGEN DOOR AANLEG/VERWIJDEREN

Omdat (op grond van de beoogde methodieken) bij aanleg en verwijderen zeer vergelijkbare effecten worden verwacht, worden de effecten van aanleg en verwijderen hier gezamenlijk weergegeven en worden de effecten door verwijderen niet apart beschreven.

Opmerkingen hierbij zijn:

- Bij het verwijderen wordt er niet ingeheid;
- Omdat het mogelijk is om achteraf een erosiebescherming aan te leggen, kunnen de beschreven effecten ook buiten de eigenlijke bouwperiode optreden. Dit betekent echter geen verandering in de voorspelling van de totale effecten van de aanleg;
- Als van het aanleggen van een erosiebescherming kan worden afgezien, worden de negatieve effecten door aanleg gereduceerd.

4.4.2 VERSTORING VAN ZEEBODEM EN WATERKOLOM – DIRECTE EFFECTEN

Sediment

Algemeen

Voor de installatie van windturbines in de zee én voor de bouwactiviteiten is een bepaald oppervlak van de zeebodem nodig. Hierbij gaat het om het gebied met de fundaties (permanente gevolgen van de bodemafdekking, zie ook de storende werkingen door gebruik) en de erosiebescherming (permanente gevolgen door de afdekking van het oorspronkelijke sediment). Ook het aanbrengen van de betonblokken als onderdeel van de corrosiebescherming heeft directe nadelige gevolgen. De getroffen oppervlakten zijn echter heel klein ten opzichte van het totale oppervlakte van het plangebied. Als de bodem ter plaatse van het fundament en onder de betonblokken permanent wordt afgedekt, waardoor dus alle biotische en abiotische functies van het sediment verloren gaan, komt het op de plek van de erosiebescherming alleen maar tot een duidelijke verandering van de abiotische en biotische sedimentfuncties. Momenteel is een actieve bescherming gepland.

Ook de bekabeling in het park veroorzaakt ruimtebeslag en dus een verstoring van het sediment. Deze verstoring is echter van tijdelijke aard. Bovendien worden tijdens het opstellen van de windturbines in de zee ook tijdelijk oppervlaktes in beslag genomen, bijvoorbeeld op de zeebodem voor ankers, palen etc. en de ruimte die de voor het trenchen van de kabels gebruikte machines in beslag nemen. Een kwantificering van de beïnvloede oppervlaktes is maar gedeeltelijk mogelijk. Hoe groot de oppervlaktes zijn die door ankers, funderingspalen etc. worden beïnvloed is afhankelijk van het aantal schepen, de bewegingen van deze schepen, het aantal malen dat voor anker wordt gegaan etc. en is dus niet precies te voorspellen. De negatieve gevolgen zijn kleinschalig, zodat een relatief snel herstel van het eventueel verdichte, verplaatste of opgewervelde sediment mogelijk is. De verstoorde oppervlaktes bij opstellen van de windturbines

worden verder buiten beschouwing gelaten. Het oppervlakte dat door het trenchen van de kabels en rond de funderingen wordt beïnvloed kan redelijk nauwkeurig worden voorspeld. Daarop wordt hieronder ingegaan.

Varianten Buitengaats

In Tabel 113 en Tabel 114 is aangegeven welke oppervlaktes door de fundaties, de erosiebescherming en het trenchen van de kabels worden verstoord. Let wel: Hierbij betreffen de varianten in Tabel 113 allen een tripile fundering. In Tabel 114 wordt een vergelijking gepresenteerd tussen de verschillende typen funderingen. De monopile-fundering is het voorkeursalternatief. Ter plaatse van de fundaties en de corrosiebescherming ontstaat een permanent verlies van zandbodem (zie boven), maar de gevolgen door het trenchen van de kabels zijn tijdelijk (verschuiving en otmenging met afvoer/verspreiding van vooral de gemakkelijk suspendeerbare fracties binnen de breedte kabeltrog (zie onder) en verdichting binnen de werkstrook). De sedimenten in het plangebied worden volgens opgave van TNO als zand gecategoriseerd. In de zuidelijke helft van het plangebied komt zand van de grofste gedefinieerde klasse (mediane korrelgrootte $>500\text{ }\mu\text{m}$) voor. In de rest van het plangebied hoort het zand bij de eerstvolgende fijnere klasse van $250\text{-}500\text{ }\mu\text{m}$. Omdat voor deze indeling gegevens uit het gehele NCP beschikbaar zijn, worden deze in Tabel 113 als basis voor de schatting van het oppervlakteverlies gebruikt. Hierbij wordt in Tabel 113 als worst-case-scenario aangenomen dat de bodem van het gehele windparkoppervlak bestaat uit het op het NCP zeldzame grof zand. Dit is een worst case benadering.

Uit Tabel 113 en Tabel 114 volgt, dat het oppervlakte van de fundering van de monopile (huidige voorkeursalternatief) weliswaar gelijk aan die van de tripile fundatie (vorig voorkeursalternatief). Het oppervlakte van de erosie- en corrosiebescherming is echter groter. Over het hele NCP of zelfs de hele Noordzee is de permanente afdekking echter zeer gering.

		Variant							
		1 VKA				7D*		5D	
		Aantal turbines	75			78		78	
Turbines	Permanent verlies aan zandbodem absoluut	Opp. fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming (km ²)	0,012			0,021		0,021	
	Permanent verlies aan zandbodem relatief (%)	Windparkopp.	0,037			0,047		0,099	
		NCP	0,000037			2 0,000037		0,000037	
		Grof zand in het NCP	0,008			3 0,008		0,008	
		Hele Noordzee	0,0000028			4 0,0000028		0,0000028	
		Kabellengte (km)	80			5 80		45	
Intern Kabeltracé	Tijdelijke gebiedsschade absoluut	Kabeltracé (km ²)	Werkstrook (km ²)	6 0,032	7 0,272	0,032	8 0,272	0,018	0,153
	Tijdelijke gebiedsschade relatief (%)	Windparkopp.		9 0,072	10 0,610	0,072	11 0,610	0,072	0,612
		NCP		12 0,00006	13 0,0048	0,00006	14 0,0048	0,00003	0,00027
		Grof zand in het NCP		15 0,01185	16 0,10074	0,01185	17 0,10074	0,00667	0,05667
		Hele Noordzee		18 0,000004	19 0,000037	0,000004	20 0,000037	0,000002	0,000002

				Variant					
				12D		Ecologisch		Economisch	
		Aantal turbines		32		60		105	
Turbines	Permanent verlies aan zandbodem absoluut	Opp. fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming (km²)		0,09		0,016		0,028	
	Permanent verlies aan zandbodem relatief (%)	Windparkopp.		0,019		0,036		0,063	
		NCP		0,000016		0,000028		0,000049	
		Grof zand in het NCP		0,003		0,006		0,01	
		Hele Noordzee		0,0000012		0,0000021		0,0000037	
		Kabellengte (km)		56		105		183,75	
Intern Kabeltracé	Tijdelijke gebiedsschade absoluut	Kabeltroeg (km²)	Werkstrook (km²)	0,022	0,190	0,042	0,357	0,074	0,625
	Tijdelijke gebiedsschade relatief (%)	Windparkopp.		0,050	0,427	0,094	0,800	0,165	1,401
		NCP		0,00004	0,00034	0,00007	0,00063	0,00013	0,00110
		Grof zand in het NCP		0,00830	0,07052	0,01556	0,13222	0,02722	0,23139
		Hele Noordzee		0,000003	0,000025	0,000006	0,000048	0,000011	0,000083

Tabel 113 Kwantificering van de door het windpark Buitengaats getroffen oppervlaktes (vergelijking parkconfiguratie, alle turbines met tripiles)

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' in hoofdstuk 3.5.4.2 oppervlak grof zand (mediane korrelgrootte >500 µm) volgens www.noordzeeatlas.nl ca. 270 km²

* geldt voor turbines met 3, 5 en 7 MW

		Variant				
		Tripile	Monopile (VKA)	Jacket	Tripod	Zwaar fundament
Permanent verlies aan zandbodem absoluut (km ²)	Opp. fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming (km ²)	0,021	0,012	0,017	0,032	0,137
	(daarvan opp. fundaties)	(0,002)	(0,001)	(0,005)	(0,004)	(0,043)
	(daarvan opp. erosie- en corrosiebescherming)	(0,019)	(0,012)	(0,012)	(0,028)	(0,094)
Permanent verlies aan zandbodem relatief (%)	Windparkopp.	0,047	0,037	0,038	0,072	0,306
	Hele NCP	0,00004	0,000021	0,00003	0,00006	0,00024
	Hele Noordzee	0,000003	0,0000021	0,000002	0,000004	0,000018
	Grof zand in het NCP	0,008	0,005	0,006	0,012	0,05

Tabel 114 Kwantificering van de door het windpark Buitengaats getroffen oppervlaktes (vergelijking fundamenttypen bij uitvoering van VKA)

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' in hoofdstuk Natuur (Benthos) oppervlak grof zand (mediane korrelgrootte >500 µm) volgens www.noordzeeatlas.nl ca. 270 km²

Varianten ZeeEnergie

In Tabel 115 en Tabel 116 is aangegeven welke oppervlaktes door de fundaties, de erosiebescherming en het trenchen van de kabels worden verstoord. Let wel: Hierbij betreffen de varianten in Tabel 113 allen een tripile fundering. In Tabel 114 wordt een vergelijking gepresenteerd tussen de verschillende typen funderingen. De monopile-fundering is hier het voorkeursalternatief. Ter plaatse van de fundaties en de corrosiebescherming ontstaat een permanent verlies van zandbodem (zie boven), maar de gevolgen door het trenchen van de kabels zijn tijdelijk (verschuiving en ontmenging met afvoer/verspreiding van vooral de makkelijk suspendeerbare fracties binnen de breedte kabeltrog (zie onder) en verdichting binnen de werkstrook). De sedimenten in het plangebied worden volgens opgave van TNO als fijn en middel zand gecategoriseerd (d₅₀ = 200-280 µm). Omdat voor deze indeling gegevens uit het gehele NCP beschikbaar zijn, worden deze in Tabel 115 als basis voor de schatting van het oppervlakteverlies gebruikt.

Uit Tabel 115 en Tabel 116 volgt, dat het oppervlakte van de fundering van de monopile (huidige voorkeursalternatief) weliswaar gelijk aan die van de tripile fundatie (vorig voorkeursalternatief). Het oppervlakte van de erosie- en corrosiebescherming is echter groter. Over het hele NCP of zelfs de hele Noordzee is de permanente afdekking echter zeer gering.

Variant									
		VKA			7D*		5D		
		Aantal turbines	21 75		80		78		
Turbines	Permanent verlies aan zandbodem absoluut	Opp. fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming (km²)	22 0,012		0,021		0,021		
	Permanent verlies aan zandbodem relatief (%)	Windparkopp.	23 0,037		0,049		0,10		
		NCP	24 0,000037		0,000037		0,000037		
		Hele Noordzee	25 0,0000028		0,0000028		0,0000028		
		Kabellengte (km)	26 80		80		42		
Kabeltracé	Tijdelijke gebiedsschade absoluut	Kabeltrok (km²)	Werkstrook (km²)	27 0,032	28 0,272	0,032	0,272	0,017	0,143
	Tijdelijke gebiedsschade relatief (%)	Windparkopp.		29 0,074	30 0,633	0,074	0,633	0,080	0,677
		NCP		31 0,00006	32 0,0048	0,00006	0,0048	0,00003	0,00025
		Hele Noordzee		33 0,00004	34 0,00036	0,000004	0,000036	0,000002	0,000019

			Variant					
			12D		Ecologisch		Economisch	
		Aantal turbines	28		65		105	
Turbines	Permanent verlies aan zandbodem absoluut	Opp. fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming (km ²)	0,08		0,017		0,028	
	Permanent verlies aan zandbodem relatief (%)	Windparkopp.	0,017		0,040		0,065	
		NCP	0,000013		0,000030		0,000049	
		Hele Noordzee	0,0000010		0,0000023		0,0000037	
		Kabellengte (km)	49		113,75		183,75	
Kabeltracé	Tijdelijke gebiedsschade absoluut	Kabeltroeg (km ²) Werkstrook (km ²)	0,020	0,167	0,046	0,387	0,074	0,625
	Tijdelijke gebiedsschade relatief (%)	Windparkopp.	0,046	0,387	0,106	0,899	0,171	1,453
		NCP	0,00003	0,00029	0,00008	0,00068	0,00013	0,00110
		Hele Noordzee	0,000003	0,00002	0,000006	0,000052	0,00001	0,000083

Tabel 115 Kwantificering van de door het windpark ZeeEnergie getroffen oppervlaktes (vergelijking parkconfiguratie, alle turbines met tripiles)

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' in hoofdstuk Natuur (Benthos) oppervlak grof zand (mediane korrelgrootte >500 µm) volgens www.noordzeatlas.nl ca. 270 km²

* geldt voor turbines met 3, 5 en 7 MW

		Variant				
		Tripile	Monopile (VKA)	Jacket	Tripod	Zwaar fundament
Permanent verlies aan zandbodem absoluut (km ²)	Opp. fundaties + erosiebescherming + corrosiebescherming (km ²)	0,021	0,012	0,018	0,033	0,14
	(daarvan opp. fundaties)	(0,002)	(0,001)	(0,006)	(0,004)	(0,044)
	(daarvan opp. erosie- en corrosiebescherming)	(0,019)	(0,012)	(0,012)	(0,029)	(0,096)
Permanent verlies aan zandbodem relatief (%)	Windparkopp.	0,047	0,037	0,040	0,074	0,314
	Hele NCP	0,00004	0,000021	0,00003	0,00006	0,00025
	Hele Noordzee	0,000003	0,0000021	0,000002	0,000004	0,000019
	Grof zand in het NCP	0,008	0,005	0,006	0,012	0,05

Tabel 116 Kwantificering van de door het windpark ZeeEnergie getroffen oppervlaktes (vergelijking fundamenttypen bij uitvoering van VKA)

Berekeningsgrondslagen: zie 'Excursie berekeningsgrondslagen' in hoofdstuk Natuur (Benthos) oppervlak grof zand (mediane korrelgrootte >500 µm) volgens www.noordzeeatlas.nl ca. 270 km²

Morfologie

Algemeen

Het ruimtebeslag heeft ook invloed op morfologische elementen. In de ingreepgebieden (voor het soort ingrepen: zie sediment) komt het tot een wijziging van de bestaande morfologie (ribbels etc.). Na beëindiging van de bouwwerkzaamheden vindt afhankelijk van de dan heersende, door het windpark gewijzigde stromingscondities, een herstel van de morfologie plaats. Dit geldt niet voor de permanent in beslag genomen oppervlaktes.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Het sediment in het plangebied bestaat voornamelijk uit zand met meer of minder sterk geprofileerde ribbels en zonder speciale morfologische structuren. Zoals in bijlage 10 van MER BARD en MER GWS aangegeven, kan een kleinschalige aanwezigheid van grind op sommige plaatsen in het plangebied niet worden uitgesloten. Omdat opnames van het gehele oppervlak met een geschikte resolutie ontbreken, kan geen nauwkeurige informatie over het verlies worden gegeven. Zoals beschreven is, zou voor de zekerheid een maximaal aandeel van 10% als 'worst case' kunnen worden aangenomen. Het herstel van de morfologische elementen zal alleen in de slechts tijdelijk verstoorde gebieden (door het trenchen van kabels en algemene bouwactiviteit) snel plaatsvinden (dagen tot enkele maanden). In de permanent beïnvloede gebieden (fundaties/erosiebescherming) is een herstel niet mogelijk (voor de oppervlaktes: zie Tabel 113 t/m Tabel 116).

Samenvattende inschatting van de significantie; Buitengaats en ZeeEnergie

De varianten van beide windparken verschillen weliswaar met betrekking tot de afmetingen van de beïnvloede oppervlaktes (zie Tabel 113 t/m Tabel 116). Gezien de omvang van het hele NCP dan wel de hele Noordzee zijn deze verschillen echter heel klein. In verhouding tot het hele NCP en al helemaal tot de hele Noordzee is het verlies aan of tijdelijke nadelige effect voor de zandbodem dan wel de natuurlijke morfologie door de aanleg van de windparken Buitengaats en ZeeEnergie extreem gering.

4.4.2.1 VERSTORING VAN ZEEBODEM EN WATERKOLOM – INDIRECTE EFFECTEN

Door het inheien of neerzetten van de fundaties, de eventueel noodzakelijke latere aanleg van een erosiebescherming en door het trenchen van de interne parkbekabeling wordt sediment opgewerveld/gesuspenderd. Dit sediment zal op een andere locatie weer uitzakken. DANKERS (2002) en VAN RIJN (1985) geven een overzicht van het suspensie- en sedimentatiegedrag van sediment. Samenvattend gezegd kan dit verbonden zijn met de volgende effecten op het sediment en/of de morfologie en het waterlichaam:

1. Ontstaan van vertroebelingspluimen (waterlichaam) en als gevolg daarvan vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen;
2. Verhoging van de sedimentatie (sediment, morfologie);
3. Verandering van de morfologie (morfologie);
4. Verandering van het sediment (sediment).

De totale omvang van de re-suspensie, en daarmee ook van de resulterende gevolgen, hangt af van:

- de samenstelling van het sediment op de locatie;
- de stromingscondities;
- de toegepaste bouwmethodes;
- het aantal windturbines en de kabellengte.

Het zanderige gedeelte van het opgewervelde materiaal zakt in de directe omgeving weer naar de bodem. Fijn sediment blijft echter enige tijd in suspensie. Als gevolg vanstroming gesedimenteert dit sediment op een andere locatie. Gedurende de bouwperiode neemt het sedimentatiepercentage op deze andere locaties dus toe.

Voor de hoeveelheid geresuspenderd materiaal bij de aanleg van de fundaties bestaan alleen maar incidentele schattingen. Hetzelfde geldt voor de gegevens met betrekking tot het trenchen van de kabels. Voor het windpark Nystedt werd bijvoorbeeld voor de bouw van 72 windturbines bij het inheien van monopiles een resuspensie van 16.000 m³ materiaal aangenomen, waarvan 1000 m³ in suspensie gaat (KELLER et al. 2006). Als deze data wordt toegepast voor het voorkeursalternatief voor de windparken Buitengaats en ZeeEnergie (monopiles) zou, afhankelijk van de grootte van het sedimentatiegebied, moeten worden uitgegaan van een sedimentatie in de directe omgeving van de turbines in de orde van grootte van enkele centimeters. Dit is het resultaat van de verderop (subpunt morfologie) uitgevoerde raming.

Ook bij de toepassing van tripiles, tripods of jackets is de verwachting dat de sedimentverschuivingen een vergelijkbare omvang zullen hebben. Er zijn echter geen exactere gegevens beschikbaar. Bij de toepassing van zware fundaties, die voor Nystedt als alternatief zijn onderzocht, zou een veel grotere sedimentverschuiving ontstaan. Afhankelijk van het type zwaar fundament geven KELLER et al. (2006) een sedimentverschuiving aan tot 106.000 m³ per fundament, waarvan maximaal 4.000 m³ wordt geresuspenderd. De concentratie sediment in de waterkolom bedraagt meer dan 10-15 mg/l, maar alleen als er wordt uitgegaan van dit zeer ongunstige fundament in de directe omgeving van de bouwplaats en dan ook maar voor 10% van de bouwfase.

Voor het trenchen van de kabels wordt ervan uitgegaan dat de sleuf voor 30 tot 90% weer wordt opgevuld (mondelinge informatie SUBMARINE CABLE & PIPE GmbH, Dr. Meffert / T. Roggenbert). Het verplaatste sediment zal waarschijnlijk voor het grootste gedeelte in de nabije omgeving weer sedimenteren. Zo werd bijvoorbeeld ook voor een windpark in Groot-Brittannië voorspeld dat 90% van het bij het leggen van de kabels geresuspenderde materiaal binnen een afstand van maximaal 1 km zou worden gesedimenteerd (zie ook MEISSNER & SORDYL 2006).

Sediment

Algemeen

Tijdens het inheien van de fundaties en het trenchen van de kabels kan het in een straal van enkele meters rond het fundament en langs de kabeltracés tot resuspensie van sediment komen. Door de resuspensie van sediment wordt de sedimentsamenstelling in het direct beïnvloede gebied gewijzigd. Dit komt doordat vooral de fijne fractie resuspendeert en wegdrijft. In de direct beïnvloede gebieden zal dus het percentage slib en mogelijk ook het percentage fijn zand tijdelijk lager zijn. In de gedeeltes met een sterk verhoogde sedimentatie kan het ook tot een verandering van de sedimentsamenstelling komen. In de buurt van de turbines sedimenteert vooral de zandfractie; het zandaandeel kan dus hoger worden. In de wijdere omgeving sedimenteert vooral de slibfractie, zodat het slibaandeel hoger kan worden. De aanpassing van de morfologie, die na beëindiging van de bouwwerkzaamheden begint, heeft tot gevolg dat afhankelijk van de dan heersende stromingscondities ook weer een aanpassing van de sedimentsamenstelling plaatsvindt.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Voor Buitengaats geldt dat het slibgehalte van het sediment in het plangebied zeer klein is. Ook fijn zand, dat relatief gemakkelijk wordt opgewerveld is, naast middelfijn en grof zand, maar een klein percentage van het sediment. De mate van resuspensie zal dus klein zijn.

Voor ZeeEnergie geldt dat fijn zand domineert, maar er komt ook middelzand voor. Het fijne zand kan relatief gemakkelijk opgewerveld worden en daalt ook weer relatief snel neer. Er dient daarom te worden uitgegaan van een matig sterke resuspensie.

Voor zowel Buitengaats als ZeeEnergie geldt dat een graverende verandering van de sedimentsamenstelling niet te verwachten is. Verder kan ervan worden uitgegaan dat de sedimentatie op een groter oppervlak plaatsvindt dan de erosie. Daardoor ontstaan maar zeer geringe afzettingen (in termen van cm's sedimentatie) op het oppervlak (zie boven). De sedimentatie zal echter, naar alle waarschijnlijkheid, vooral in het gebied van het windpark zelf plaatsvinden (zie MEISSNER & SORDYL 2006). Tussen de tripile fundatie en het vigerende voorkeursalternatief (monopilefundatie) zijn geen noemenswaardige verschillen.

Er zijn verschillen tussen de varianten. De hoeveelheid geresuspendeerd sediment neemt evenredig toe met het aantal turbines en de kabellengte in het park. Bij de economisch geoptimaliseerde variant zijn de bouwwerkzaamheden het omvangrijkst vanwege het aantal turbines en de kabellengte, die hier het grootste zijn. Bij variant 12D wordt het minste sediment geresuspendeerd. De oorzaak hiervan is dat er én minder turbines worden geïnstalleerd én minder kabels worden gelegd. Bij de fundaties moet bij tripiles, monopiles, tripods en jackets rekening worden gehouden met vergelijkbare veranderingen, terwijl bij zware fundaties van veel grotere sedimentverplaatsingen moet worden uitgegaan (zie boven). Bovendien is bij toepassing van zware fundamenen eventueel een omvangrijke voorbereiding van de ondergrond nodig, met egalisatie en eventueel ook sedimentuitwisseling. Dit alles leidt tot een verdere resuspensie van sediment met de eerder beschreven effecten zou leiden.

Hydrologie

Algemeen

De tijdens de aanleg opgewervelde hoeveelheden klei en sloef (slib) blijven enige tijd in suspensie, worden door de stroming meegenomen en afhankelijk van wind, waterdiepte, stroming etc. elders gesedimenteerd. De omvang en de duur van de tijdelijke verhoging van de concentratie van zwevende stoffen en de daarmee verbonden vermindering van de zichtdiepte (door ontstaande vertroebelingspluimen) hangt van een groot aantal factoren af. De belangrijkste daarvan zijn het

percentage klei en/of slib van het verplaatste materiaal, het gebruikte materieel, de bouwmethode, de tijd van het jaar, het verplaatste sedimentvolume per tijdeenheid en met betrekking tot het gehele windpark het aantal windturbines. Volgens NEWELL et al. (1998) kunnen vertroebelingspluimen die door de resuspensie van sediment worden veroorzaakt afmetingen van enkele honderden meters bereiken. Mogelijke negatieve gevolgen zijn een tijdelijke vermindering van de planktonische primaire productie, een verstoring van de benthische fauna (zie hoofdstuk 5.4.2.3), een verminderde zichtdiepte en een verhoogd zuurstofverbruik. Naast de verhoogde vertroebeling kunnen ook voedingsstoffen en schadelijke stoffen uit het sediment in het water terechtkomen. Dit is vooral voor levende wezens van belang.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Zoals gezegd komt in het plangebied hoofdzakelijk zand voor. Het grootste gedeelte van het geresuspendeerde materiaal zinkt direct na de resuspensie weer naar de zeebodem. Verhoogde vertroebeligen (door de slibfractie) zijn van korte duur en vinden alleen lokaal plaats. Dit komt ook met de voorspellingen voor andere windparken overeen (zie boven). Volgens de beschikbare gegevens van de naastgelegen monitoring-stations, de onderzoeken in het Duitse windpark Borkum Riffgrund West en de kaarten is het percentage slib in het sediment van het plangebied gering (<5% voor Buitengaats en <5-10% voor ZeeEnergie). Deze fijne fractie blijft relatief lang in de waterkolom en veroorzaakt een verhoogde vertroebeling. Hierdoor kunnen zuurstofverlagende processen worden versterkt. Omdat het plangebied in een overgangszone ligt naar de andere gebieden van de Noordzee (waar gelaagdheid van het water kan voorkomen), is het in theorie mogelijk dat een gecombineerde zuurstofverlaging (door de aanleg van het park en door natuurlijke oorzaken) optreedt. De kans dat dit optreedt, is echter onwaarschijnlijk. In dat geval zal het vermoedelijk niet mogelijk zijn om de exacte oorzaak te achterhalen. Het is ook niet te verwachten dat door de verhoging van de vertroebeling voedingsstoffen en schadelijke stoffen uit het sediment vrijkomen. Deze stoffen accumuleren hoofdzakelijk op de kleifractie. De kleifractie maakt maar een klein percentage van het sediment uit. Bovendien vertonen de sedimenten van het plangebied (relatief ver van de kust) over het algemeen een kleinere belasting dan de sedimenten in de buurt van de kust. Voor de vergelijking van de varianten gelden dezelfde uitspraken als voor het sediment (zie boven).

Morfologie

Algemeen

Het materiaal dat door het inheien van de fundaties, het aanbrengen van de erosiebescherming en het trenchen van de infield kabels wordt geresuspendeerd veroorzaakt een verandering van de morfologie. Tijdens de bouw treden tijdelijke processen op. Deze processen zijn van verschillende factoren afhankelijk (zie boven). Zodra de bouwwerkzaamheden zijn afgesloten begint afhankelijk van de dan heersende (aangepaste) stromingscondities de meer permanente aanpassing van de morfologie.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

De omvang van de veranderingen is onder andere afhankelijk van het aanwezige sediment. Vanwege het hoge zandaandeel zal het grootste gedeelte van het geresuspendeerde materiaal in de directe omgeving van de beïnvloede gebieden sedimenteren. Daar kunnen dan tijdelijke ophopingen ontstaan. Rekening houdend met de gegevens voor het windpark Nystedt zou men voor de windparken Buitengaats en ZeeEnergie bij het inheien van de fundaties afhankelijk van de omvang van het sedimentatiegebied moeten uitgaan van een sedimentatie van enkele centimeters. Deze grove schatting lijkt realistisch omdat het in dit gebied overwegend voorkomende fijne zand relatief snel weer bezinkt (0,35-2,83 cm/s volgens DIESING 2003) en bij de in het gebied heersende stroomsnelheden van 0,1-0,9 sm/h (zie bijlage 10 van BARD MER) bij een opwerveling 10 m boven de bodem ca. 160-1.500 m ver zou drijven. Er is hierbij geen significant onderscheid te maken tussen de verschillende 'kleine' fundatie-typen (tripile of monopile). Ervan uitgaande dat 1.000 m³ sediment in suspensie gaat (zie boven) zou, afhankelijk van het stromingspatroon, een afdekking van enkele centimeters ontstaan. Bij de zware fundaties is eventueel

een omvangrijke voorbereiding van de ondergrond nodig, met egalisatie en evt. ook sedimentuitwisseling, wat tot aanzienlijk meer resuspensie van sediment met de eerder beschreven effecten zou leiden.

Bovendien kan direct boven de kabels door het trenchen een inzinking ontstaan. Verwacht wordt dat de sleuf voor 30 tot 90% weer wordt opgevuld (zie boven; mondelinge informatie SUBMARINE CABLE & PIPE GmbH, Dr. Meffert / T. Roggenbert). Er moet dus als 'worst case' worden aangenomen dat de opvulling 30% zal bedragen. Bij de geplande ingraafdiepte van maximaal 1 m zou boven de kabel een inzinking ontstaan. Bij de geplande ingraafdiepte van maximaal 1 m en een aangenomen kabeltrogbreedte van 0,4 m ontstaat er dus een sedimentverlies van 140 m³ per km. Bij een totale lengte van 80 km (VKA en variant 7D) wordt dus in totaal 11.200 m³ sediment opgewerveld. Dit sediment zal, zoals beschreven bij het inheien van de fundaties, voor >90% in de directe omgeving sedimenteren. Ervan uitgaande dat de ophoping van materiaal bij de aanleg van de fundaties in dezelfde orde van grootte ligt als ingeschat is voor het windpark Nystedt (zie boven), blijkt dat bij het trenchen van de kabels meer materiaal wordt opgewerveld dan bij de aanleg van de fundaties. Hoogstwaarschijnlijk wordt vanwege het relatief hoge percentage middel en fijn zand in het gebied veel meer dan 30% van de sleuf weer opgevuld; de hoeveelheid opgewerveld sediment is dus ook overeenkomstig minder. Onafhankelijk van de daadwerkelijk opgewervelde hoeveelheid zal het grootste gedeelte van dit sediment waarschijnlijk binnen het windpark weer sedimenteren. Doordat geulwanden inzakken en als gevolg van sedimentatie zal de bodem weer aanpassen aan de omgeving. Dit kan meerdere maanden duren omdat de vormende morfodynamiek ver van de kust duidelijk zwakker is dan dicht bij de kust.

Voor de vergelijking van de varianten gelden de uitspraken over het sediment (zie boven). Op de mogelijke effecten van de migratie van bodemvormen zoals geulen, zandgolven en megaribbels wordt in paragraaf 11.3.1.2 ingegaan.

Samenvattende inschatting van de significantie; Buitengaats en ZeeEnergie

De varianten verschillen weliswaar met betrekking tot de afmetingen van de beïnvloede oppervlaktes en de hoeveelheid verplaatst materiaal. Gezien de omvang van het hele NCP dan wel de hele Noordzee zijn deze verschillen echter heel klein. Het verlies aan of het tijdelijke nadelige effect voor de zandbodem dan wel de natuurlijke morfologie door de aanleg van het windpark betreft slechts een zeer klein gedeelte van het hele NCP en al helemaal van de hele Noordzee. Bij Buitengaats zijn ook de tijdelijk nadelige effecten op de grofzandvoorkomens op het NCP gering. Significante schade aan de sedimenten en morfologie van NCP/Noordzee is dan ook niet te verwachten. De kans dat de prognose over de significantie van de effecten uitkomt, kan als 'zeker' worden geclassificeerd.

4.4.2.2 *OVERIGE*

Morsingen

Door morsingen, het extra scheepsverkeer en de bouwactiviteiten kunnen schadelijke stoffen in het water en het sediment terechtkomen. De omvang van de immissie van schadelijke stoffen is niet voorspelbaar en sterk afhankelijk van het toeval (morsingen), maar zal vanwege de getroffen voorzorgsmaatregelen (bijvoorbeeld gebruik van afgesloten containers) zeer gering zijn. Bovendien vindt in het water een verdunning plaats, d.w.z. dat de schadelijke stoffen over een groot oppervlak worden verdeeld. Significante effecten op de sedimenten en de waterkwaliteit zijn daarom niet te verwachten. De kans dat de prognose over de significantie van de effecten uitkomt, kan als 'zeker' worden geclassificeerd.

4.4.2.3 EXTERNE WERKING

De effecten op de morfologie, hydrologie en sedimenten zijn hiervoor al in detail beschreven. In zijn geheel zijn nauwelijks externe werkingen door de aanleg van het windpark te verwachten. De enige storende factoren die de morfologie, hydrologie of sedimenten tot buiten de grenzen van het windpark zouden kunnen beïnvloeden zijn verbonden met het trenchen van de kabels, de vertroebelingspluimen en de mogelijke verhogingen van de sedimentatie. Echter, de intensiteit van de effecten al in het windpark zelf relatief is zodanig gering. Daarnaast zullen zowel de toenemende vertroebeling als de verhoging van de sedimentatie vooral in het windpark zelf plaatsvinden. Er zijn daardoor geen duidelijke werkingen buiten het windpark te verwachten. In ieder geval blijven deze werkingen tot de directe omgeving van het windpark beperkt. Significante externe werkingen op sedimenten/morfologie/hydrologie kunnen dan ook met zekerheid worden uitgesloten. Er bestaan geen verschillen tussen de varianten.

4.4.3 STORENDE WERKINGEN DOOR GEBRUIK

Bijna alle storende werkingen van de windparken Buitengaats en ZeeEnergie worden door de ontmanteling weer opgeheven. Daarom wordt hier met het begrip 'permanent' de gehele bestaansduur van de windparken bedoeld. Een mogelijke uitzondering is de erosiebescherming, die eventueel niet zal worden verwijderd. In dit geval bestaat er geen tijdelijke begrenzing van de effecten, behalve als er later overzanding mocht optreden of als er vanwege hinder voor de scheepvaart of visserij tot verwijdering zou worden overgegaan. Na de ontmanteling zal afhankelijk van de dan heersende milieumomstandigheden en de dynamiek van de morfologie en de sedimenten weer een aangepast nieuw evenwicht ontstaan.

4.4.3.1 DIRECTE EFFECTEN

Sedimenten

Algemeen

Door de aanleg van de fundaties komt het tot een bodemafdekking en daarmee tot een permanent oppervlakteverlies en een verlies van de abiotische en biotische sedimentfuncties (opslag- en bufferfunctie, habitatfunctie etc.). Een eventueel aangebrachte erosiebescherming leidt tot een verandering van de sedimenteigenschappen in deze gebieden.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Een gedetailleerde opsomming per variant van de oppervlaktes die door de realisatie worden beïnvloed, bevindt zich in Tabel 113 t/m Tabel 116. Evenredig met het aantal turbines neemt het bedekte/veranderde oppervlak toe. Bij de economisch geoptimaliseerde variant zijn de nadelige effecten het grootst vanwege het aantal turbines, dat hier het grootste is, bij variant 12D zijn ze het laagst.

Bij de fundaties zijn bij tripiles, monopiles, tripods en jackets de direct getroffen oppervlaktes vergelijkbaar groot, terwijl bij gebruik van zware fundaties veel grotere oppervlaktes zouden zijn getroffen.

Morfologie

Algemeen

Door de aanleg van de fundaties komt het tot een bodemafdekking en daarmee tot een permanent verlies van morfologische elementen. Een eventueel aangebrachte erosiebescherming leidt tot een verandering van de morfologie in de beïnvloede gebieden. De morfologische dynamiek in deze gebieden wordt sterk beperkt.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Er zijn geen speciale morfologische elementen in het plangebied te verwachten. De zeebodem vertoont een lichte, gelijkmatige daling naar het noordwesten toe. Als kleine bodemvormen komen ribbels voor die rond de fundaties en ook rond de erosiebescherming verloren zullen gaan (voor een vergelijking van de varianten zie sediment).

Waterlichaam

De bodemafdekking en het ruimtebeslag hebben geen directe effecten op het waterlichaam. De effecten van de funderingspalen worden in onderstaande tekst onder het kopje 'Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen' beschreven.

Samenvattende inschatting van de significantie; Buitengaats en ZeeEnergie

Zie hoofdstuk natuur 'Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten'.

4.4.3.2 WEGVALLEN VERSTORINGEN

Sediment

Algemeen

Door het wegvallen van de gebruiksfuncties binnen het windpark (bijna uitsluitend bevissing) wordt de met de visserij samenhangende mechanische belasting van de bovenste sedimentlagen voor het gehele oppervlak van het windpark opgeheven. Dit wordt als positief aangemerkt omdat zo een ongestoorde ontwikkeling van het sediment in interactie met abiotische (bijvoorbeeld stromingen) en biotische (bijvoorbeeld bioturbatie) factoren mogelijk wordt gemaakt. Daarom worden de effecten als positief ingeschat. Over het geheel gezien is het gebruikverbod echter van ondergeschikte betekenis voor het sediment. De effecten van het vaarverbod op het sediment zijn verwaarloosbaar.

De effecten van het gebruikverbod blijven alleen zolang bestaan als het windpark bestaat. Naar verwachting zal het gebruikverbod na de ontmanteling weer opgeheven. Na een bepaalde overgangsperiode zullen de omstandigheden zich aan de dan aanwezige vormen van gebruik hebben aangepast. Omdat de toekomstige gebruiksfuncties niet bekend zijn, kunnen hierover echter geen uitspraken worden gedaan.

Varianten Buitengaats

Verschillen tussen de varianten zijn het gevolg van verschillende windparkoppervlaktes staan in Tabel 117.

	VKA	7D	5D	12D	Ecologisch	Economisch
Windopp. + veiligheidszone (km ²)	45,7	60	33	60	60	60
Aandeel aan het NCP (‰)	0,80	1,06	0,58	1,06	1,06	1,06
Aandeel aan de Noordzee (‰)	0,08	0,08	0,04	0,08	0,08	0,08

Tabel 117 Windparkoppervlaktes per variant voor Buitengaats

Varianten ZeeEnergie

Verschillen tussen de varianten zijn het gevolg van verschillende windparkoppervlaktes staan in Tabel 118.

	VKA	7D	5D	12D	Ecologisch	Economisch
Windopp. + veiligheidszone (km ²)	44,5	58	32	58	58	58
Aandeel aan het NCP (‰)	0,78	1,02	0,56	1,02	1,02	1,02
Aandeel aan de Noordzee (‰)	0,08	0,08	0,04	0,08	0,08	0,08

Tabel 118 Windparkoppervlaktes per variant voor ZeeEnergie

Morfologie*Algemeen*

Ook voor de morfologie is het ontbreken van andere gebruiksfuncties positief omdat hierdoor een ongestoorde ontwikkeling van de morfologie in interactie met abiotische (bijvoorbeeld stromingen) factoren mogelijk wordt gemaakt. Over het geheel gezien zijn de gebruiksfuncties echter van ondergeschikte betekenis voor de morfologie.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Verschillen tussen de varianten zijn ook hier het gevolg van verschillende windparkoppervlaktes (zie sedimenten).

Samenvattende inschatting van de significantie; Buitengaats en ZeeEnergie

Significant negatieve schade aan sedimenten en morfologie van het NCP en de Noordzee is niet mogelijk, omdat de effecten van het gebruiksverbod als positief worden geclassificeerd. De kans dat de prognose over de significantie van de effecten uitkomt, kan als 'zeker' worden geclassificeerd.

4.4.3.3 VERSTORING VAN DE ZEEBODEM – STROMINGSPATRONEN

De windturbines en hun dragende constructies vormen obstakels in het waterlichaam. Daarmee zijn de volgende directe effecten verbonden:

1. Verandering van het stromingsregime.
2. Verandering van het golveengebied.

Deze veroorzaken op hun beurt de volgende effecten op de bodemsamenstelling en de morfologie:

1. Verandering van de bathymetrie (eventueel).
2. Verandering van sedimentatie-/erosiepatronen.
3. Verandering van het zand- en slibtransport.
4. Uitschuringen.
5. Verandering van het sediment.

Omdat de effecten van de turbines in dit geval eerst op het waterlichaam werken en slechts indirect op de sedimenten en de morfologie, wordt het waterlichaam als eerste behandeld.

Hydrologie*Algemeen*

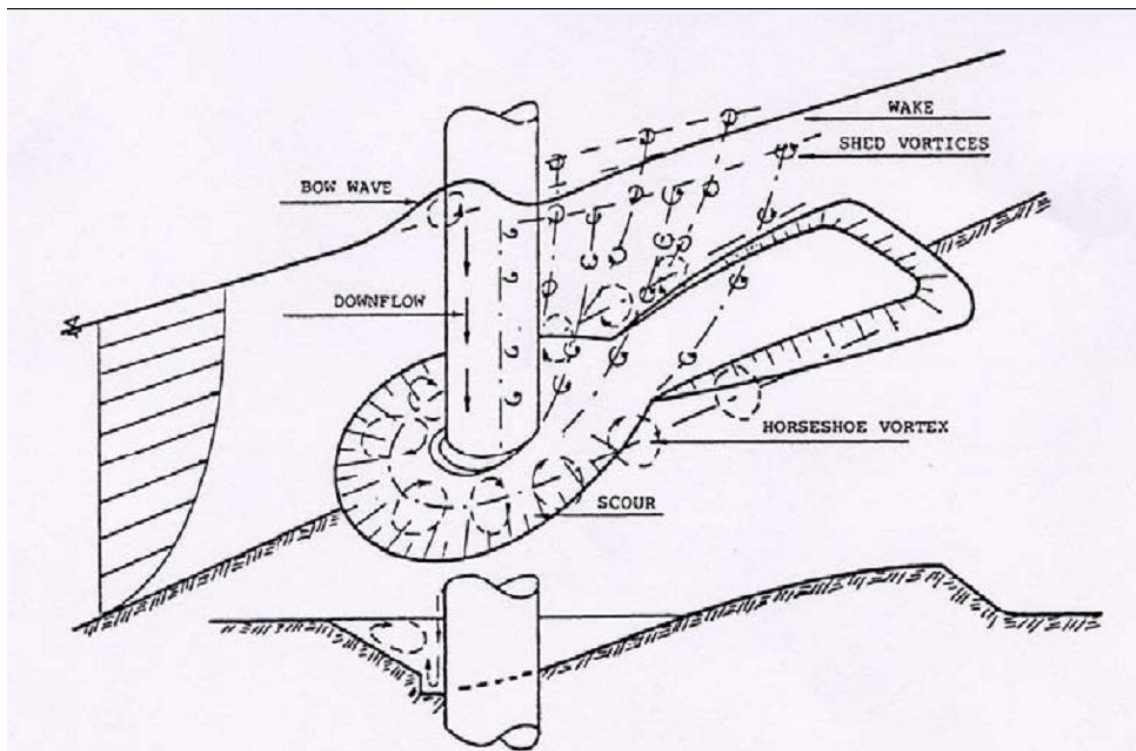
In het kader van het project GIGAWIND in Duitsland (zie ook ZIELKE 2000, MITTENDORF et al. 2001, Jahresberichte GIGAWIND 2003 en 2004a, Abschlussbericht GIGAWIND 2004b) zijn met betrekking tot de

klein- en grootschalige veranderingen modelleringen van de stromingscondities door offshore windparken uitgevoerd. Bovendien zijn ook modelleringen voor andere windparken beschikbaar, bijvoorbeeld voor Scroby Sands (Groot-Brittannië; in OSPAR 2006b) en Thorntonbank (België; C-POWER 2005).

In de volgende alinea's worden de resultaten van het project GIGAWIND gedetailleerder gepresenteerd. Bij de overige onderzoeken waren de resultaten vergelijkbaar.

Kleinschalige veranderingen

Door de afzonderlijke bouwwerken zal het lokale stromingsregime in de directe omgeving van elke turbine veranderen doordat de stroomsnelheid afneemt. De invloed op de stroming door een enkel bouwwerk strekt zich daarbij zijwaarts uit over een zeer klein oppervlak. Uitgaande van een cirkelcilinder bedraagt de verhoging van de snelheid bij een afstand van één bouwwerkdiameter nog maar 10% en bij een afstand van twee bouwwerkdiameters 4%. Achter het bouwwerk (afhankelijk van de stromingsrichting) ontstaan een loslatingsgebied en wervels die over meerdere bouwwerkdiameters langzaam verdwijnen. Voor en naast het omstroomde bouwwerk ontstaat dicht bij de bodem een stroming die van het bouwwerk af gericht is en direct bij de zeebodem wervels vormt. De assen van deze wervels liggen hoefijzervormig om het bouwwerk heen (horseshoe vortex). Achter dit 'hoefijzer' treden onregelmatige loslatingswervels op. In zijn geheel heeft de stroming direct bij het bouwwerk een zeer ingewikkelde ruimtelijke structuur (MITTENDORF et al. 2001).



Figuur 24 Stromingspatronen om een cilinder heen (BREUSERS & RAUDVIKI 1991)

Door de verschillende bouwwerken van het windpark zullen niet alleen de stromingen maar ook het golfpatroon rondom de turbines (een tot twee maal de turbinediameter) veranderen omdat bouwwerken in een golfveld extra wrijving veroorzaken. Dit leidt tot een lichte vermindering van de golfhoogte aan de benedenstroomse zijde en een lichte stijging van de golfhoogte aan de bovenstroomse zijde (HOFFMANN et al. 1997, CHAKRABARI 1987). Door SEAS (2000) wordt de vermindering van de golfhoogte achter een rij van negen windturbines als maximaal 4% aangegeven. Ook KUBE (2000) gaat ervan uit dat de demping van de zeegang maar zeer gering zal zijn. Volgens de resultaten van het GIGAWIND-project beperkt de

invloed van een enkele windturbine op de zeegang zich aan de zijanten, net als bij de stroming, tot afstanden van één tot twee bouwwerkdiameters, en aan de achterkant tot enkele diameters. Over het gehele windpark gezien zal het golfklimaat minimaal veranderen. De golfdissipatie bij de bouwwerken zal een geringe demping tot gevolg hebben. Bovendien komt het tot een lichte vermindering van de windaanvoer door de windschaduw-effecten van de turbines.

Grootschalige veranderingen

De op één turbine werkende stroomkracht kan worden vermenigvuldigd met het aantal turbines in het windpark. Met dit getal kan dan de integrale weerstandskracht van het windpark worden berekend. Deze is vergelijkbaar met de wrijvingskracht die zonder de turbines door de zeebodem op de grootschalige stroming wordt uitgeoefend. Het gevolg is dat de turbines een remmende werking hebben die slechts enkele procenten van de wrijving uitmaakt die tussen de bodem en de stroming wordt veroorzaakt. Dit percentage stijgt echter naarmate het water dieper wordt.

In totaal wordt in het gebied van het windpark maar een geringe vermindering van de zeestromingen veroorzaakt, hetgeen niet in tegenspraak is met de plaatselijke verhogingen van de snelheid direct bij elke windturbine. Volgens de modelberekeningen voor een windpark bij Borkum nemen de stroomsnelheden binnen het windpark gemiddeld met ca. 0,92% af, maar ze nemen in de directe omgeving van het parkgebied ongeveer evenveel toe (het volume water dat door het grootschalige gebied stroomt, blijft immers gelijk). Onderzoek in verband met andere geplande windparken levert vergelijkbare resultaten (bijv. SEAS 2000, GIGAWIND 2004b). Andere auteurs gaan ervan uit dat de funderingen "geen invloed hebben op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het park" (zie bijlage 5 van MER BARD).

Als gevolg van de beschreven stromingsveranderingen kan er in de direct rond de turbines gelegen zones een verandering van de dynamiek van de verhoudingen in de watergelaagdheid ontstaan. Uit het oogpunt van vermindering van situaties met een zuurstoftekort door een gelaagdheid van het waterlichaam zou dit als positief kunnen worden aangemerkt. Verder is het mogelijk dat door plaatselijke opwervelingen in waterlagen dicht bij de bodem meer fytoplankton wordt aangevoerd. Vanwege de relatief grote waterdiepte is de lichtinval onder in de waterkolom zeer gering, zodat het fytoplankton daar zou kunnen afsterven en op lange termijn naar de zeebodem zou kunnen zinken. Het gevolg hiervan zou een lichte verhoging van de aanwezigheid van organisch materiaal in het sediment kunnen zijn.

Door de met de stromingsveranderingen samenhangende sedimentverschuiving (zie onder) en de afvoer van vooral slib uit het sediment, kunnen in principe voedingsstoffen en schadelijke stoffen vrijkomen en voor een verhoging van de vertroebeling in de waterkolom zorgen.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

De kleinschalige veranderingen in de stromingscondities betreffen de directe omgeving van de turbines. Volgens de beschikbare documenten gaat het hier bij de monopiles om een zone die maximaal zo groot is als een meervoud van de mastdiameter. Vanaf de buitenkant van de constructie gemeten zouden de stromingsveranderingen dan na ca. 30 m verdwenen zijn. Hierbij kan bij gebruik van de resultaten van GIGAWIND worden aangenomen dat al na <10 m, drie keer de doorsnede van één paal, nog maar een zeer geringe stromingsverandering plaatsvindt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in een geval van een tripile fundatie niet de 3 afzonderlijke palen beschouwd moeten worden, maar de diameter van de omhullende. De afzonderlijke wervelingen rondom de 3 palen zullen namelijk interfereren. Hierdoor zullen grootschaligere wervels achter de fundatie ontstaan. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat het effect van een tripile fundatie groter is dan die van een monopile fundatie (vigerende voorkeursalternatief). Omdat in het plangebied dicht bij de bodem stromingen aanwezig zijn die met de getijden wisselen, wordt het effect van de stromingsveranderingen op de morfologie en de sedimenten door de beperkte inwerkingsduur gereduceerd (zie morfologie/sedimenten).

De voor monopiles beschikbare resultaten kunnen worden vertaald naar de eveneens cilindervormige zware fundaties. Aangezien ze vooral bij de voet een veel grotere doorsnede hebben dan monopiles, moet ook rekening worden gehouden met verder strekkende stromingsveranderingen. De hier onderzochte zware fundaties hebben een doorsnede van 26 m, zodat stromingsveranderingen maximaal ca. 100 m ver zouden reiken. Voor de fundamenttypen jacket en tripod zijn geen modelleringsgegevens beschikbaar vanwege hun complexe structuur. Op basis van de door de initiatiefnemer geplande afmetingen van de erosiebescherming bij de afzonderlijke fundamenttypen (zie Hoofdstuk 4.2 van MER BARD) kan er echter van worden uitgegaan dat de stromingsveranderingen bij jacket en tripile in principe groter zijn dan bij monopile.

In overeenstemming met het kleinere aantal turbines zijn de kleinschalige veranderingen bij variant 12D het geringste. De grootschalige veranderingen blijven in wezen beperkt tot het windparkoppervlak; dit oppervlak is bij variant 5D het kleinst. Tegelijkertijd is te verwachten dat het dempende effect vanwege de kleinere afstanden tussen de turbines doorgaans versterkt wordt. Bij variant 12D is dus vanwege de grootste afstand tussen de turbines (groter dan bij het VKA) te verwachten dat het dempende effect doorgaans minder is. De economisch geoptimaliseerde variant heeft het grootste aantal turbines en dus de kleinste afstand tussen de turbines, zodat de effecten zowel op kleine als grote schaal het grootste zullen zijn.

Morfologie

Algemeen

De stromingsveranderingen die in de directe omgeving van onderwaterstructuren plaatsvinden (zie boven) kunnen daar tot morfologische veranderingen (met name uitschuringen) leiden. Volgens GIGAWIND (2004b) bestaan bij toepassing van de klassieke rekenkundige benadering nog grote onzekerheden bij de voorspelling. De modelberekeningen voor het windpark Thorntonbank gaan uit van een uitschuringsdiepte van 8-13 m en een radius van 12-19 m voor een monopile, en van 1-3 m diepte en 2-4 m radius voor een driepoot (C-POWER 2005). Meer onderzoeken zijn in MEISSNER & SORDYL (2006) verzameld. De berekeningen voor het windpark Scroby Sands gingen volgens OSPAR (2006b) er vanuit dat in de daar aanwezige zeer dynamische omgeving uitschuringen van maximaal tien maal de monopilediameters ontstaan (hierbij is natuurlijk wel een verschil tussen normale en extreme condities). Er werden uitschuringen met een diepte van maximaal 5 m en een diameter van 60 m waargenomen (REES 2006). De voorspelling werd daardoor bevestigd (monopilediameter 5 m). Als gevolg van de aangebrachte erosiebescherming ontstonden secundaire uitschuringen, dus uitschuringen om de erosiebescherming heen.

Bij de meeste modellen worden de uitschuringen alleen maar voor constante stroomsnelheden en stromingsrichtingen berekend, zodat er afwijkingen tegenover de in de natuur waar te nemen uitschuringen optreden (UNGRUH & ZIELKE 2003).

Grootschalig gezien worden, vanwege de geringe stromingsveranderingen op grotere afstand van de turbines, geen veranderingen verwacht. Ook bij Scroby Sands lijkt het waarschijnlijk dat de uitschuringen bij de afzonderlijke turbines elkaar niet zullen beïnvloeden (in OSPAR 2006b). Volgens REES (2006) is met betrekking tot dit aspect nog verder onderzoek nodig omdat de uitschuringen gedeeltelijk zeer langgerekt waren. De verplaatsing van de ribbels en megaribbels die in het gebied van nature voorkomen, werd volgens REES (2006) door het windpark niet beïnvloed. Als er al een grootschalige verandering van de morfologie door het windpark Scroby Sands te zien was, dan alleen in het zuiden van het windpark in een gebied van enkele honderden meters, en slechts in geringe mate. De hoeveelheden sediment die in de

omgeving van de uitschuringen werden verschoven, zijn door REES (2006) voor het gehele windpark (30 turbines) geschat op <180.000 m³.

De migratie van bodemvormen zoals geulen, zandgolven en megaribbels kan theoretisch leiden tot blootleggen van de kabels en afdekken of beschadigen van de erosiebescherming. Hiermee moet rekening worden gehouden om schade aan de kabels en turbines te voorkomen.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Zonder bodembescherming zal er rond de fundatie van de windturbines uitschuring plaatsvinden. Teneinde deze uitschuring te voorkomen zal een bodembescherming worden aangebracht. Alvorens de fundatie wordt geplaatst, wordt een filterlaag (fijne stenen) aangebracht. Op deze manier zal worden voorkomen dat er een erosieput zal ontstaan rondom de paal zodra deze worden geheid. De monopalen worden door de filterlaag heengeslagen en vervolgens zal deze laag worden toegedekt door middel van een laag grovere stenen. De combinatie van steengradering, hoogte en radius van de filterlaag is zo berekend dat het zand niet de kans krijgt om te eroderen. De functie van de grovere afdeklaag is om ervoor te zorgen dat de onderliggende filterlaag stabiel en intact blijft in geval van hevige stormcondities. Gedurende de levensduur van het park zal de erosiebescherming regelmatig worden gecontroleerd op schade. Door de bodembescherming wordt de morfodynamiek ter plaatse van de bescherming volledig gestopt. Er kan niet worden uitgesloten dat er secundaire uitschuringen ontstaan aan de randen van de bodembescherming. Indien er uitschuringen ontstaan, kunnen de ca. 1 m diep ingegraven kabels in ieder geval tijdelijk worden blootgespoeld.

De omvang van de erosiebescherming wordt door de initiatiefnemer bij de tripile-constructie als maximaal 3,6 m om elk van de drie palen aangegeven. De daaruit resulterende totale oppervlaktes voor de verschillende varianten van de windparkconfiguratie zijn in Tabel 113 en Tabel 115 opgesomd. In Tabel 114 en Tabel 116 worden de verschillende fundamenttypen met elkaar vergeleken. In overeenstemming met de grote doorsnede van het fundament zou eventuele erosiebescherming bij het zware fundament het grootste zijn. Bij de jacket is de kleinste bodembescherming nodig vanwege de lagere waterweerstand van de vele kleine dwarsverbindingen.

De opgedane ervaringen leren weliswaar dat een verandering van morfologische processen buiten de directe omgeving van de turbines wel mogelijk is, maar de omvang daarvan zal gering zijn. Een principiële verandering in morfologische processen zoals de verplaatsing van de ribbels zal niet optreden, hooguit een lichte verandering van bijvoorbeeld de hoogte en lengte van de ribbels. Deze veranderingen blijven beperkt tot het windparkoppervlak. Verondersteld kan worden dat de natuurlijke sedimentbewegingen duidelijk groter zullen zijn dan de bewegingen die indirect via stromingsveranderingen door het windpark worden veroorzaakt (zie ook REES 2006).

Bij variant 5D en de economische variant stijgt de kans op een onderlinge beïnvloeding van de morfologische processen rond elke turbine licht ten opzichte van het VKA en variant 7D doordat de turbines dicht bij elkaar staan. Voor variant 12D en de ecologische variant geldt vanwege de grotere afstanden het omgekeerde.

Beschadiging van kabels of van erosiebescherming door de migratie van bodemvormen is bij geen van de varianten te verwachten, aangezien in het gebied van het windpark geen wandelende bodemvormen zoals geulen, zandgolven en megaribbels voorkomen (zie Bijlage 10 van MER BARD en MER GWS). Door regelmatige monitoring van de zeebodem in het kan bovendien bijvoorbeeld vrijspoeling van kabels vroegtijdig worden vastgesteld, en worden verholpen door ze weer in te spuiten.

Sediment

Algemeen

De stromingsveranderingen die in de directe omgeving van elke turbine plaatsvinden (zie boven), kunnen daar een verandering van het sediment tot gevolg hebben. Vanwege de toename van de stromingssnelheid rondom de palen kan een verlies van slib en fijn zand worden verwacht (zie ook HISCOCK et al. 2002). Een bijzonder duidelijke verandering van de sedimentsamenstelling zou dus vooral bij slib- en/of fijnzandhoudende gemengde sedimenten voorkomen. Afhankelijk van het schelpengehalte is echter ook een andere ontwikkeling mogelijk: OREJAS et al. (2005) observeerden bijvoorbeeld bij het onderzoeksplatform FINO 1 een toename van het schelpengehalte doordat voornamelijk de zandfracties werden afgevoerd. Als gevolg daarvan kon zich tussen de grote aantallen schelpen slib afzetten dat niet meer geresuspendeerd werd. Ondertussen nam het organische aandeel door de kolonisatie van de fundaties toe. Tegelijkertijd werd vooral binnen een afstand van <1 m tot de funderingspaal een heterogenere sedimentsamenstelling dan vóór de aanleg geconstateerd.

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Voor Buitengaats geldt dat de sedimenten in het plangebied een zeer laag slibgehalte hebben en het zand ook maar voor een gedeelte fijn zand is. Daarom is het gedeelte van het sediment dat potentieel afgevoerd kan worden in vergelijking met andere gebieden van de Noordzee slechts gering. Maar omdat het hier om gemengd sediment gaat, is er toch een verandering in de sedimentsamenstelling te verwachten. Of deze verandering in de betreffende gebieden tot een compleet verlies van de fijnere sedimenten zal leiden, kan niet precies worden voorspeld.

Voor ZeeEnergie geldt dat de sedimenten in het plangebied voor het grootste deel uit fijn zand bestaan en maar een geringe hoeveelheid slib bevatten. Daarom is het gedeelte van het sediment dat potentieel afgevoerd kan worden relatief groot. De daarmee gepaard gaande veranderingen in de sedimentsamenstelling zullen echter geringer zijn dan in gebieden met gemengd sediment.

Voor zowel Buitengaats als ZeeEnergie geldt dat, volgens de beschikbare resultaten, schelpen maar in zeer beperkte mate in het sediment voor komen. Een ontwikkeling zoals waargenomen bij Fino 1 is daarom bij Buitengaats en ZeeEnergie niet te verwachten. Alleen het sedimentoppervlak in de directe omgeving van de turbines, waar een stromingsverandering plaatsvindt, zal onderhevig zijn aan een netto afvoer van sediment. In de overige gebieden is een accumulatie van fijne fracties mogelijk. De daar optredende veranderingen zullen echter vanwege het grotere sedimentoppervlak geringer zijn dan in de erosiegebieden (direct bij de fundatie). Een afvoer van sediment naar buiten het windpark is alleen bij slib waarschijnlijk, maar dan nog steeds niet op grote schaal. De mogelijke veranderingen van de sedimenten hangen nauw samen met de morfologische veranderingen (zie boven).

De boven beschreven processen vinden in eerste instantie alleen plaats als geen erosiebescherming aangebracht wordt. Bij toepassing van een erosiebescherming zijn secundaire effecten (sedimentveranderingen langs de randen van de erosiebescherming) mogelijk. De erosiebescherming betekent op zich al een massieve verandering van de sedimenten (zie ook kopje 'Directe effecten' in deze paragraaf). Er bestaat geen verschil tussen de kleinschalige effecten van de verschillende varianten bij de windparkconfiguratie. De beïnvloede oppervlaktes zijn voor de verschillende varianten in Tabel 113 en Tabel 115 opgesomd. Bij variant 5D en de economische variant stijgt de kans op een onderlinge beïnvloeding van de processen rond elke turbine licht ten opzichte van de andere varianten, aangezien de turbines dichter bij elkaar staan. Bij de fundamenteelvarianten is, net als bij hydrologie en morfologie, de grootste schade te verwachten bij de zware fundaties, terwijl alle overige varianten vergelijkbare grote oppervlaktes zouden beïnvloeden.

Samenvattende inschatting van de significantie; Buitengaats en ZeeEnergie

De varianten verschillen weliswaar met betrekking tot de afmetingen van de beïnvloede oppervlaktes. Gezien de omvang van het hele NCP dan wel de hele Noordzee zijn deze verschillen echter heel klein. Dit geldt ook voor het op het NCP zeldzame grof zand. Ook de in totaal beïnvloede oppervlakte is extreem gering in verhouding tot het hele NCP en al helemaal tot de hele Noordzee. Ook zijn de veranderingen van hydrologie, morfologie en sedimenten relatief gering. Significante schade aan de sedimenten en morfologie van NCP/Noordzee is dan ook ondanks de permanente veranderingen niet te verwachten. De kans dat de prognose over de significantie van de effecten uitkomt, kan als 'zeker' worden geclassificeerd.

4.4.3.4 VERSTORING VAN DE ZEEBODEM – OPWARMING

Sediment

Algemeen

Door de weerstand van de binnengeleider van de kabel gaat tijdens het stroomtransport energie verloren die als warmte radiaal uit de binnengeleider wordt afgevoerd. Als gevolg daarvan komt het aan het kabeloppervlak tot een opwarming die zich naar het sediment en het omringende poriënwater uitbreidt. De temperatuurverhoging zal met een toenemende afstand tot de kabel (lateraal en in de diepte) snel afnemen vanwege de relatief hoge warmtetransportcapaciteit van met water verzadigde sedimenten. Zoals op basis van vergelijkbare studies en ervaringen met zeekabels tot nu toe bekend is (deze zijn bijvoorbeeld in MEISSNER & SORDYL 2006, MEISSNER 2006a samengesteld), kan een verhoging van de (per seizoen variërende) natuurlijke sedimenttemperatuur met meerdere graden in een gebied van meerdere decimeters rond de kabel voorkomen. Ook de amplitude van de temperatuurschommelingen neemt toe. Deze veranderingen kunnen volgens metingen in het windpark Nystedt ook nog aan het sedimentoppervlak 30 cm naast de kabel worden vastgesteld (MEISSNER 2006a). De thermische verandering van de bovenste sedimentlagen leidt tot veranderingen van de bodem in zijn functie als leefgebied voor de aquatische fauna. Voor meer overwegingen over de storende factor warmteontwikkeling verwijzen wij daarom ook naar de hoofdstukken over het macrozoöbenthos en de vissen.

Met betrekking tot het milieueffect op de bodem/het sediment kan de opwarming van het oppervlak door de kabels tot een verandering in de geochemische processen leiden. Bij de belangrijkste categorie reacties in het sediment hoort de afbraak van organisch materiaal. Het fluviatiel en marien aangevoerde organische materiaal wordt in het sediment microbieel met de aanwezige oxidatiemiddelen omgezet. Bij deze dieptelaag afhankelijke processen horen onder andere de afbraak van organisch materiaal door middel van zuurstof, de denitrificatie, de reductie van mangaan- en ijzeroxiden en hydroxiden en de sulfaatreductie. Nadat de genoemde reductiemiddelen zijn verbruikt, begint als laatste stap van de afbraakreacties de fermentatie waarbij de koolstof in het organische materiaal in methaan en kooldioxide wordt omgezet (FROELICH et al. 1979). De omzettingssnelheden hangen van meerdere factoren af, bijvoorbeeld van de kwantiteit en kwaliteit van het organische materiaal, de waterkwaliteit, de temperaturen en de activiteit van de benthische organismen. De sedimentdiepte waarop de verschillende processen plaatsvinden is variabel, een schematische koppeling van dieptes en de oxische, suboxische en anoxische zone is niet mogelijk.

De geochemische afbraakprocessen die tot een vermindering van de nitraatconcentraties in het oppervlaktewater c.q. de emissie van schadelijke stoffen in het oppervlaktewater kunnen leiden, vinden in principe in alle sedimenten plaats. Waar het percentage organische substantie in het sediment hoog is, zijn ook de afbraaksnelheden bijzonder hoog. De door het gebruik van de kabels veroorzaakte temperatuurverhoging in de bovenste sedimentlaag kan een verhoging van geochemische reacties en dus

een verhoogde afbraak van organische substantie en volgreacties zoals vrijkomen van zware metalen tot gevolg hebben (SAGEMANN 1994, SKOWRONEK 1994).

Varianten Buitengaats en ZeeEnergie

Volgens opgave van de initiatiefnemer wordt er tot dusverre van uitgegaan dat de maximale temperatuur vanwege de veranderlijke windcondities slechts maximaal 1500 uur in het jaar wordt bereikt (dit is ca. 17% van de tijd). In bovenste sedimentlagen, die voor de leefwereld en de uitwisselingsprocessen tussen sediment en waterlichaam relevant zijn, is de opwarming geringer dan bij het kabeloppervlak. Voor de diepte van 0,3 m wordt bij een ingraafdiepte van 1 m in het geval van volledige belasting een opwarming van ca. 3,3 K geprognoseerd. De grootte van het beïnvloede oppervlak hangt af van de lengte van de kabels in het windpark. Die is per variant verschillend. Zie hiervoor Tabel 119.

	VKA	7D	5D	12D	Ecologisch	Economisch
Buitengaats	58 km	80 km	45 km	56 km	105 km	183,75 km
ZeeEnergie	58 km	80 km	42 km	49 km	113,75 km	183,75 km

Tabel 119 Grootte beïnvloede oppervlakte

Het is niet uit te sluiten dat het in de directe omgeving tot lichte veranderingen van de geochemische constituties in het sediment komt. Omdat het percentage organische substantie in het plangebied echter zeer klein is, kan ook hier op relatief lage afbraaksnelheden worden gerekend. Bovendien is het gehalte van zware metalen in het sediment gering, zodat de veranderingen in totaal zeer gering zullen zijn.

Samenvattende inschatting van de significantie; Buitengaats en ZeeEnergie

Gezien de doorgaans slechte geringe verhoging van de sedimenttemperatuur in de bovenste sedimentlagen en het geringe percentage organische substanties en het geringe gehalte van zware metalen is significante schade aan de sedimenten ondanks het permanente karakter ervan niet te verwachten. De kans dat de prognose over de significantie van de effecten uitkomt, kan als 'zeker' worden geclassificeerd.

4.4.3.5 OVERIGE

Verontreiniging

Het is uitgesloten dat uit kabels (in geval van kabelbreuk) schadelijke stoffen vrijkomen, omdat van het gebruik van vloeibare inhoudstoffen wordt afgezien. In geval van een ongeluk is het mogelijk dat er schadelijke stoffen in het water komen. De 'worst case' zou hier bijvoorbeeld een ongeluk met een tanker zijn waarbij de lading van een schip in het water terechtkomt. Dit zou een grootschalige en langdurige massieve beschadiging van de bodemfauna veroorzaken, ver over de grenzen van het plangebied heen. De waarschijnlijkheid van een dergelijk ongeluk wordt in een apart rapport behandeld (zie bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag).

Onderhoud en reparatie

De effecten van onderhoud en reparatie kunnen bijvoorbeeld liggen in de resuspensie van sediment bij het blootspoelen van kabels voor onderhoudswerkzaamheden, morsingen bij werkzaamheden aan de windturbines e.d. Zoals uit deze voorbeelden blijkt, hebben onderhoud en reparatie effecten op sedimenten, morfologie en hydrologie die vergelijkbaar zijn met die van de aanleg. Ze komen alleen zelden en op enkele plaatsen voor en ook nog binnen een korte periode. Significante effecten op sedimenten, morfologie en hydrologie kunnen dan ook met zekerheid worden uitgesloten.

4.4.3.6 EXTERNE WERKING

De effecten op de morfologie, hydrologie en sedimenten hierboven al in detail beschreven. Over het geheel gezien zijn er geen noemenswaardige externe effecten te verwachten. De enige versturende factor is de verandering van het stromingsregime door de turbines, maar deze zijn zeer gering. Externe veranderingen van de sedimentsamenstelling en morfologie zijn nauwelijks te verwachten. Significante externe effecten kunnen dan ook worden uitgesloten. De kans dat de prognose over de significantie van de effecten uitkomt, kan als 'zeker' worden geclassificeerd.

4.4.4 INSCHATTING VAN DE BETROUWBAARHEID VAN GEGEVENS VOOR HET KWANTIFICEREN VAN DE EFFECTEN

Waar mogelijk zijn de effecten aan de hand van de beschikbare literatuur en gegevens gekwantificeerd. Het is relatief goed mogelijk om de schade voor het abiotische milieu te kwantificeren, omdat hiervoor al een aantal onderzoeken en modelberekeningen beschikbaar zijn.

4.4.5 SAMENVATTEND OVERZICHT VAN DE EFFECTVOORSPELLINGEN

De effecten op morfologie, hydrologie en sedimenten tijdens de aanleg zijn hoofdzakelijk het resultaat van de remobilisatie van het sediment bij het inheien van de fundaties en het trenchen van de kabels. Daarbij wordt bij het trenchen van de kabels de grootste hoeveelheid sediment geremobiliseerd. Alleen de directe omgeving van elk werkgebied wordt beïnvloed. Dit komt doordat het slibgehalte van het sediment gering is en het grootste gedeelte van het sediment, de zanden, dus direct in de buurt weer sedimenteert. De toename van de vertroebeling en het transport van sediment over grotere afstanden zijn naar verhouding gering. In het gebied waarin direct wordt ingegrepen kan een verandering van de sedimenten (ontmenging) en de morfologie (ontstaan van geulen) plaatsvinden, terwijl in de overige gebieden een verandering door afdekking mogelijk is. De effecten van het onderhoud en de verwijdering zijn in principe hetzelfde als bij de aanleg, maar hebben een beduidend geringere intensiteit en een beduidend kleinere omvang. Rond de windturbines komt het tot een habitatverlies. In verhouding tot het oppervlak van het NCP is dit verlies echter extreem gering.

In verband met het gebruik wordt, als gevolg van obstakels (de fundaties), een lichte verandering van de stromingscondities in het gehele windpark. Deze verandering kan zich mogelijk uitstrekken tot buiten het windpark (externe werking), maar zal niet noemenswaardig zijn. Sterkere veranderingen komen echter alleen in de directe omgeving van de turbines voor. Indirect kan het in de omgeving van de turbines tot sedimentverschuivingen, uitschuringen en het ontstaan van vertroebelingspluimen met als gevolg vrijkomende voedingsstoffen en schadelijke stoffen komen. Met betrekking tot het windpark is een lichte verandering van de morfologie/sedimenten en een lichte verandering van de dynamiek niet uit te sluiten. Deze veranderingen blijven beperkt tot het gebied van het windpark. Door de fundaties en de erosiebescherming komt het tot een oppervlakteverlies. De effecten van de windparken op de abiotiek worden door de verwijdering van het park beëindigd.

De effecten zijn samenvattend beschreven en in Tabel 120 t/m Tabel 124 weergegeven (Tabel 120 is van toepassing op Buitengaats, Tabel 121 op ZeeEnergie en Tabel 122 t/m Tabel 124 op beide windparken). Zoals reeds eerder in de tekst beschreven ontstaan bij de verschillende varianten door de verschillen in bodemafdekking, windparkafmetingen, fundamenttypen etc. licht verschillende effecten op morfologie, hydrologie en sedimenten voordoet. Deze effecten treden overigens hoofdzakelijk op in het gebied van de beide windparken. Er is nauwelijks externe werking. Omdat het beïnvloede oppervlak, dat de relevante referentie grootte is, in verhouding tot het oppervlak van de Noordzee of de zuidelijke Noordzee zeer klein

is, zijn deze effecten zeer gering. Daarom verdient qua fundatietype geen enkele variant eenduidig de voorkeur. Voor wat betreft de varianten in de configuratie is er ook geen eenduidige voorkeur. Wel is het zo dat de milieuvoordelen van een variant altijd nadelen met betrekking tot de opbrengst staan.

	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	VKA	7D	5D	12D	Ecologisch	Economisch	Weging	Beoordelingsparameters
Aanleg en verwijderen													
Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten													
Ruimtebeslag door bouwplaats en bouwactiviteiten	K	p	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van erosiebescherming	Zie bedrijf (bodemafdekking en ruimtegebruik)												
Verstoring van het sediment door leggen van de kabels binnen het windpark	K	d	-	Ja	Km	58	80	45	56	105	183,75	1	K
Verstoring van zeebodem en waterkolom – indirecte effecten													
Resuspensie van sediment met:													
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	K	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	K	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Verandering van de morfologie/ sedimenten	K	d	-	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe effecten	K	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Gebruik													
Wegvallen verstoringen													
Gebruiksverbod	L	w	+	Ja	Km ²	60	60	33	60	60	60	3	W
Directe effecten													
Bodemafdekking en ruimtegebruik	L	d	-	Ja	Km ²	0,012	0,021	0,021	0,009	0,016	0,028	3	A
Verstoring van de zeebodem en waterkolom – stromingspatronen													
Obstakel in het waterlichaam met als gevolg:													
Verandering van het stromingsregime	L	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Verandering van het golvengebied	L	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Uitschuring/sedimentver-schuiving/ vertroebelings-pluimen met:													
Vrijkomen van voedings-	L	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-

stoffen en schadelijke stoffen													
Verandering van de morfologie/ sedimenten	L	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Verandering in transport-processen en dynamiek	L	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xxx	x	xx	xxxx	3	A
Verstoring van de zeebodem - opwarming													
Productie van warmte	L	d	0 / -	Ja	Km	80	80	45	56	105	183,75	1	K
Externe werking	L	w	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 120 Vergelijking van de varianten Buitengaats (windparkconfiguratie*; morfologie, hydrologie en sedimenten)

* alle gegevens voor tripiles

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Ruimtelijke expansie: p: punctueel; d: delen van het OWP; w: OWP plus beschermde zone; g: grootschalige

waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste

beoordelingsparameter: A: aantal installaties; W: windparkoppervlakte; K: kabellengte; T: fundamenttype; D: diameter pijler O:

oppervlakte fundament + erosiebescherming; F: door fundament + erosiebescherming met een dikke laag beschermde oppervlakten

	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	VKA	7D	5D	12D	Ecologisch	Economisch	Weging	Beoordelingsparameters
Aanleg en verwijderen													
Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten													
Ruimtebeslag door bouwplaats en bouwactiviteiten	K	p	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van erosiebescherming	Zie bedrijf (bodemafdekking en ruimtegebruik)												
Verstoring van het sediment door leggen van de kabels binnen het windpark	K	d	-	Ja	Km	80	80	42	49	113,75	183,75	1	K
Verstoring van zeebodem en waterkolom – indirecte effecten													
Resuspensie van sediment met:													
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	K	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Verhoging van de sedimentatie	K	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xx	x	xxx	xxxx	1	A+K
Verandering van de morfologie/ sedimenten	K	d	-	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe effecten	K	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Gebruik													
Wegvallen verstoringen													
Gebruiksverbod	L	w	+	Ja	Km ²	58	58	32	58	58	58	3	W
Directe effecten													
Bodemafdekking en ruimtegebruik	L	d	-	Ja	Km ²	0,012	0,021	0,021	0,008	0,017	0,028	3	A
Verstoring van de zeebodem en waterkolom – stromingspatronen													
Obstakel in het waterlichaam met als gevolg:													
Verandering van het stromingsregime	L	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xxx	x	Xx	xxxx	3	A
Verandering van het golvengebied	L	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Uitschuring/sedimentver-schuiving/ vertroebelings-pluimen met:													
Vrijkomen van voedings-	L	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-

stoffen en schadelijke stoffen													
Verandering van de morfologie/ sedimenten	L	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xxx	x	Xx	xxxx	3	A
Verandering in transportprocessen en dynamiek	L	d	-	Ja	-	xxx	xxx	xxx	x	Xx	xxxx	3	A
Verstoring van de zeebodem - opwarming													
Productie van warmte	L	d	0 / -	Ja	Km	80	80	42	49	113,75	183,75	1	K
Externe werking	L	w	0	Ja	-	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 121 Vergelijking van de varianten ZeeEnergie (windparkconfiguratie*; morfologie, hydrologie en sedimenten)

* alle gegevens voor tripiles

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Ruimtelijke expansie: p: punctueel; d: delen van het OWP; w: OWP plus beschermde zone; g: grootschalige

waardeverandering; +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste

beoordelingsparameter: A: aantal installaties; W: windparkopperlakte; K: kabellengte; T: fundamenteentype; D: diameter pijler O: oppervlakte fundament

+ erosiebescherming; F: door fundament + erosiebescherming met een dikke laag beschermde oppervlakten

	VKA	7D	5D	12D	Ecologisch	Economisch	Weging
Aanleg en verwijderen							
Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten							
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van de erosiebescherming	Zie bedrijf (bodemaafdekking en ruimtegebruik)						
Verstoring van het sediment door leggen van kabels binnen het windpark	3	3	1	2	4	5	1
Totaal	3	3	1	2	4	5	
Beoordeling	III	III	I	II	IV	V	
Verstoring van zeebodem en waterkolom – indirecte effecten							
Resuspensie van sediment met:							
Ontstaan van vertroebelingspluimen	3	3	2	1	3	4	1
Verhoging van de sedimentatie	3	3	2	1	3	4	1
Totaal	6	6	4	2	6	6	
Beoordeling	III	III	II	I	III	IV	
Gebruik							
Wegvallen verstoringen							
Gebruiksverbod	1*3 3	1*3 3	2*3 6	1*3 3	1*3 3	1*3 3	3
Totaal	3	3	6	3	3	3	

Beoordeling	I	I	II	I	I	I	
Directe effecten							
Bodemafdekking en ruimtegebruik	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Totaal	9	9	9	3	6	12	
Beoordeling	III	III	III	I	II	IV	
Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen							
Obstakel in het waterlichaam met als gevolg:							
Verandering van het stromingsregime	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Verandering van de morfologie/sedimenten	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Verandering in transportprocessen en dynamiek	3*3 9	3*3 9	3*3 9	1*3 3	2*3 6	4*3 12	3
Totaal	27	27	27	9	18	36	
Beoordeling	III	III	III	I	II	IV	
Verstoring van de zeebodem – opwarming							
Productie van warmte	3	3	1	2	4	5	1
Totaal	3	3	1	2	4	5	
Beoordeling	III	III	I	II	IV	V	

Tabel 122 Beoordeling van de varianten Buitengaats en ZeeEnergie (windparkconfiguratie*, morfologie, hydrologie en sedimenten)

* Alle gegevens voor tripiles

	Duur	Ruimtelijke omvang	Waardeverandering	Herstelbaarheid	Eenheid	Tripile	Monopile	Jacket	Tripod	Zwaar fundament	Weging	Beoordelingsparameters
Aanleg en verwijderen												
Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten												
Ruimtebeslag door bouwplaats en bouwactiviteiten	K	p	0	Ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van erosiebescherming	Zie bedrijf (bodemafdekking en ruimtegebruik)											
Verstoring van zeebodem en waterkolom – indirecte effecten												
Resuspensie van sediment met:												
Ontstaan van vertroebelingspluimen	K	d	-	Ja	-	X	x	x	x	xx	1	T
Vrijkomen van voedingsstoffen en schadelijke stoffen	K	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	0	-

Verhoging van de sedimentatie	K	d	-	Ja	-	X	x	x	x	xx	1	T
Verandering van de morfologie/ Sedimenten	K	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Externe effecten	K	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Gebruik												
Directe effecten												
Bodemafdekking en ruimtegebruik	L	d	-	Ja	Km ²	0,021	0,012	0,017	0,032	0,1366	3	F
Verstoring van de zeebodem en waterkolom – stromingspatronen												
Obstakel in het waterlichaam met als gevolg:												
Verandering van het stromingsregime	L	d	-	Ja	-	X	xx	x	xx	xxx	3	D+T
Verandering van het golvengebied	L	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Uitschuring/sedimentver- schuiving/ vertroebelings- pluimen met:												
Vrijkomen van voedings- stoffen en schadelijke stoffen	L	d	0	Ja	-	-	-	-	-	-	0	-
Verandering van de morfologie/sedimenten	L	d	-	Ja	-	X	xx	x	xx	xxx	3	D+T
Verandering in transport- processen en dynamiek	L	d	-	Ja	-	X	xx	x	xx	xxx	3	D+T
Externe werking	L	w	0	Ja	-	-	-	-	-	-	0	-

Tabel 123 Vergelijking van de varianten Buitengaats en ZeeEnergie (fundament*; morfologie, hydrologie en sedimenten)

* alle gegevens voor windparkconfiguratie 7D

Afkortingen:

Duur: K: tijdelijk (< 6 maanden); M: tijdelijk (>6 maanden – 3 jaar); L: permanent (>3 jaar)

Ruimtelijke expansie: p: punctueel; d: delen van het OWP; w: OWP plus beschermde zone; g: grootschalige

waardeverandering: +: verbetering; 0: geen resp. zeer geringe verandering; -: verslechtering

kwalitatieve beoordeling: x: beste – xxx / xxxx / xxxxx: slechtste

beoordelingsparameter: A: aantal installaties; W: windparkoppervlakte; K: kabellengte; T: fundamenttype; D: diameter pijler O:

oppervlakte fundament + erosiebescherming; F: door fundament + erosiebescherming met een dikke laag beschermde oppervlakten

	Tripile	Monopile	Jacket	Tripod	Zwaar fundament	Weging
Aanleg en verwijderen						
Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten						
Verstoring van het sediment door inheien van de fundaties en aanleg van de erosiebescherming	Zie bedrijf (bodemaafdekking en ruimtegebruik)					
Totaal	6	6	3	9	15	
Beoordeling	II	II	I	III	V	
Verstoring van zeebodem en waterkolom – indirecte effecten						
Resuspensie van sediment met:						
Ontstaan van vertroebelingspluimen	1*1 1	1*1 1	1*1 1	1*1 1	2*1 2	1
Verhoging van de sedimentatie	1*1 1	1*1 1	1*1 1	1*1 1	2*1 2	1
Totaal	2	2	2	2	4	
Beoordeling	I	I	I	I	II	
Gebruik						
Directe effecten						
Bodemaafdekking en ruimtegebruik	2*3 6	1*3 3	1*3 3	3*3 9	5*3 15	3
Totaal	6	3	3	9	15	
Beoordeling	II	I	I	III	V	
Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen						
Obstakel in het waterlichaam met als gevolg:						
Verandering van het stromingsregime	1*3 3	1*3 3	1*3 3	2*3 6	3*3 9	3
Verandering van de morfologie/sedimenten	1*3 3	2*3 6	1*3 3	2*3 6	3*3 9	3
Verandering in transportprocessen en Dynamiek	1*3 3	2*3 6	1*3 3	2*3 6	3*3 9	3
Totaal	9	15	9	18	27	
Beoordeling	I	II	I	II	III	

Tabel 124 Beoordeling van de varianten Buitengaats en ZeeEnergie (fundament*; morfologie, hydrologie en sedimenten)

* alle gegevens voor windparkconfiguratie 7D

4.4.6 CUMULATIEVE EFFECTEN

Voor geomorfologie en hydrologie is geen cumulatie in de tijd te verwachten. Daarom wordt hier verder alleen ingegaan op de ruimtelijke aspecten van de cumulatie.

Directe effecten

In het windpark ontstaat permanent habitatverlies voor geomorfologische structuren door de funderingen en de erosiebescherming en tijdelijk habitatverlies door het trenchen van de infield kabels. Het gaat hierbij evenwel - ook als we rekening houden met de andere windparken - slechts om een zeer klein percentage van het hele NCP. Bovendien komen er in het windpark geen bijzondere of zeldzame geomorfologische structuren voor. Bij het windpark zijn weliswaar kleine veranderingen van de sedimentsamenstelling mogelijk, maar deze zijn in totaal zo gering dat er geen cumulatieve effecten worden verwacht. De tendens is dat door de kleinere onderlinge afstand tussen de gebieden de waarschijnlijkheid van wederzijdse interactie toeneemt.

Interactie met andere gebruiksfuncties

In het windpark ontstaat permanent habitatverlies voor geomorfologische structuren door de funderingen en de erosiebescherming en tijdelijk habitatverlies door het trenchen van de infield kabels. Habitatverlies ontstaat ook bij mosselzaadinvanginstallaties, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, baggerstort, de 'Tweede Maasvlakte', kabels, pijpleidingen, visserij en schelpenwinning. Hierdoor zijn cumulatieve effecten mogelijk. Aangezien de oppervlakte die de windparken permanent inneemt, met ongeveer 0,0004% van de totale oppervlakte van het NCP verwaarloosbaar gering is, worden in dit geval geen cumulatieve effecten verwacht. De geomorfologische structuren die door het aanleggen van de infield kabels worden aangetast, regenereren snel, zodat hier eveneens geen significante cumulatieve effecten worden verwacht.

De sedimentsamenstelling kan verandering door de bouw en door stromingsveranderingen in de windparken en dit is ook het geval bij mosselzaadinvanginstallaties, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, baggerstort, de 'Tweede Maasvlakte', visserij en schelpenwinning. Hierdoor zijn eveneens cumulatieve effecten mogelijk. Bij de windparken zijn weliswaar kleine veranderingen van de sedimentsamenstelling mogelijk, maar deze zijn in totaal zo gering dat er geen significante cumulatieve effecten met de eerder genoemde gebruiksfuncties worden verwacht.

4.5 EFFECTBEOORDELING

In Tabel 125 is een algemeen overzicht opgenomen van de effecten op de diversie beoordelingscriteria van sedimenten, morfologie en geohydrologie. Uit de tabel blijkt dat er voor de beoordelingscriteria op hoofdlijnen geen relevante verschillen zijn geconstateerd. Over het algemeen is het oordeel dat de aanleg van het windpark

Aanleg

Bij aanleg worden vooral marginale effecten (0) veroorzaakt door de remobilisatie van het sediment bij het inheien van de fundaties en het trenchen van de kabels. Daarbij wordt bij het trenchen van de kabels de grotere hoeveelheid sediment geremobiliseerd. Beïnvloed wordt steeds de nadere omgeving van elk werkgebied, omdat het slibgehalte van het sediment gering is en het grootste gedeelte van het sediment, de zanden, dus direct in de buurt weer sedimenteert. Indirect kan het in de omgeving van de turbines tot sedimentverschuivingen, uitschuringen en het ontstaan van vertroebelingspluimen met als gevolg vrijkomende voedingsstoffen en schadelijke stoffen komen. Dit wordt neutraal beoordeeld (0) omdat het bodemoppervlakte van het continentaal plat maar zeer gering worden beïnvloed.

Gebruik

Wat betreft de verandering in het gebruik van het windpark (wegvallen van gebruikersfuncties, met name visserij), zullen als gevolg van de aanleg een aantal verstoringen wegvallen. Dit wordt als positief beoordeeld. Wel hebben de fundaties van de windturbines een licht negatieve invloed (-) op de stromingscondities in het gehele windpark door de obstakels in het waterlichaam (fundamenten). Buiten

het windpark zijn deze invloeden nihil. Lokaal, in de directe omgeving van de turbines, zijn veranderingen significant (wervels). Op enige afstand van de turbine zijn veranderingen reeds zeer klein. Met betrekking tot het windpark is een lichte verandering van de morfologie/sedimenten en een lichte verandering van de transportprocessen en de dynamiek niet uit te sluiten (-). Deze veranderingen blijven beperkt tot het gebied van het windpark. Door de fundaties en de erosiebescherming komt het tot een oppervlakteverlies. De externe effecten van de turbines worden als neutraal gezien (0). De enige storende factoren die de morfologie, hydrologie of sedimenten tot buiten de grenzen van het windpark zouden kunnen beïnvloeden zijn verbonden met het trenchen van de kabels (vertroebelingspluimen en de mogelijke verhogingen van de sedimentatie in de directe omgeving van de trench).

Beoordelingscriterium	Ref	VKA	7D	5D	12D	Econo- misch	Ecolo- gisch
<i>Aanleg en verwijderen</i>							
Verstoring van zeebodem en waterkolom – directe effecten	0	0	0	0	0	0	0
Verstoring van zeebodem en waterkolom – indirecte effecten	0	0	0	0	0	0	0
Externe effecten	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gebruik</i>							
Wegvallen verstoringen	0	+	+	+	+	+	+
Directe effecten	0	-	-	-	-	-	-
Verstoring van de zeebodem – stromingspatronen	0	-	-	-	-	-	-
Verstoring van de zeebodem – opwarming	0	0	0	0	0	0	0
Externe werking	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 125 Overzicht van effecten van aanleg en gebruik op sedimenten, morfologie en geohydrologie

5

Scheepvaart en veiligheid

5.1 INLEIDING

De effecten van de voorgenomen activiteit op scheepvaart en veiligheid zijn een belangrijk aandachtspunt bij de realisatie van offshore windparken. Met name doordat een ramp op zee milieugevolgen kan veroorzaken. De potentiële effecten met betrekking tot scheepvaart en veiligheid worden in hoofdlijnen bepaald door de volgende factoren:

- de kans dat een schip in aanvaring komt met een windturbine;
- de kans dat een aanvaring een zodanig effect heeft dat er schade aan het milieu optreedt;
- de impact hiervan op het milieu.

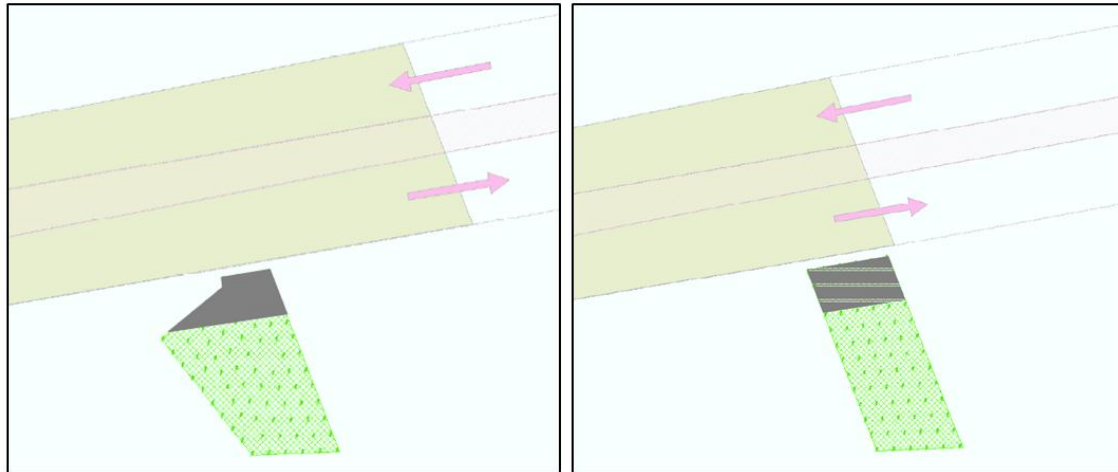
In dit hoofdstuk wordt hierop uitgebreid ingegaan.

Inspraak op MER BARD en MER GWS

Na ter inzage legging van de MERren in 2009 is door Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie een zienswijze ingediend op het MER. Deze zienswijze is door het bevoegd gezag meegenomen in het besluit over de Wbr-vergunningen voor de windparken.

De zienswijze had betrekking op de scheepvaartveiligheid in verkeersscheidingsstelsel (VSS) 'German Bight Western Approach' in oostelijke richting. Het accent van scheepvaartveiligheid ligt in het MER op de theoretische onderbouwing met behulp van het SAMSON model. Dit model geeft alleen een inschatting van de kansen op en consequenties van verschillende ongevallen op zee. Om daarnaast een beeld te krijgen van alle effecten van een windturbinepark op scheepvaartveiligheid maakt het bevoegd gezag een nadere afweging op basis van de kennis van en ervaring met de vaarpraktijk in het betreffende gebied, waarbij goed zeemanschap en de menselijke factor een belangrijke rol spelen. Het bevoegd gezag houdt daarbij rekening met alle direct en indirect van invloed zijnde nautische aspecten, zoals autonome ontwikkelingen in het scheepvaartverkeer, effecten op scheepvaartveiligheid, de bereikbaarheid van ankergebieden en havens en mogelijk mitigerende maatregelen.

Het bevoegd gezag concludeert dat door de ligging van het park tegen de oost gaande verkeersbaan van het VSS 'German Bight Western Approach' het verkeer wordt gehinderd waarmee de gehele breedte van het VSS niet doelmatig gebruikt kan worden. Als gevolg hiervan wordt de noordelijke strook van 1,3 nautische mijl van het aangevraagde windpark niet vergund. Het overige verkeer rondom het park ondervindt geen hinder van het windpark. Het bevoegd gezag heeft de vergunningen daarom onder beperkingen en voorwaarden verstrekt. De beperking met betrekking tot scheepvaartveiligheid betreft het verkleinen van het oppervlakte van de windparken zoals aangegeven in Figuur 69.



Figuur 25 Beperkingen windparken Buitengaats (rechts) en ZeeEnergie (links). De grijs gearceerde delen zijn in het besluit van de Wbr-vergunning vervallen.

De effecten van het windpark met het aangepast oppervlakte zijn niet aanvullend onderzocht. Aangezien het vergunde windpark kleiner is dan de onderzochte alternatieven vallen de effecten van het vergunde windpark binnen de bandbreedte van de onderzochte alternatieven. In dit MER is het nieuwe voorkeursalternatief daarom vergeleken met de oude alternatieven zoals onderzocht in 2009.

Aanpak MARIN

Dit hoofdstuk beschrijft de veiligheidsstudie voor het offshore windparken die het MARIN heeft uitgevoerd (MARIN 2006, zie bijlage veiligheidsstudie in het Wbr-vergunningaanvraag). Hierbij worden de effecten op de scheepvaart door de aanwezigheid van het windpark gekwantificeerd. De berekeningen worden uitgevoerd voor drie inrichtingsvarianten. De opbouw van dit rapport is als volgt: Paragraaf 5.1 bevat de doelstelling van deze studie. In paragraaf 5.2 is geschetst hoe de veiligheidsstudie is opgezet, welke informatie nodig is en waar deze informatie vandaan komt. Deze paragraaf is voor iedere veiligheidsstudie voor de milieueffectrapportage van een windpark gelijk gehouden. Deze paragraaf bevat geen specifieke gegevens voor een windpark. Deze paragraaf kan dus worden overgeslagen wanneer men bekend is met de werkwijze. De resultaten van de veiligheidsstudie voor windpark Buitengaats en ZeeEnergie worden gegeven in paragraaf 5.3. In paragraaf 5.4 wordt de conclusie geformuleerd en de gunstigste inrichtingsvariant genoemd.

Doelstelling

Het bepalen van de effecten voor de scheepvaart voor drie inrichtingsvarianten van de windparken. De effecten worden als volgt gekwantificeerd:

- De kans op een aanvaring/aandrijving van een windturbine per jaar.
- 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.
- Het inschatten van de effecten van het windpark op de scheepvaart, buiten de locatie van het park.

5.2 WERKWIJZE

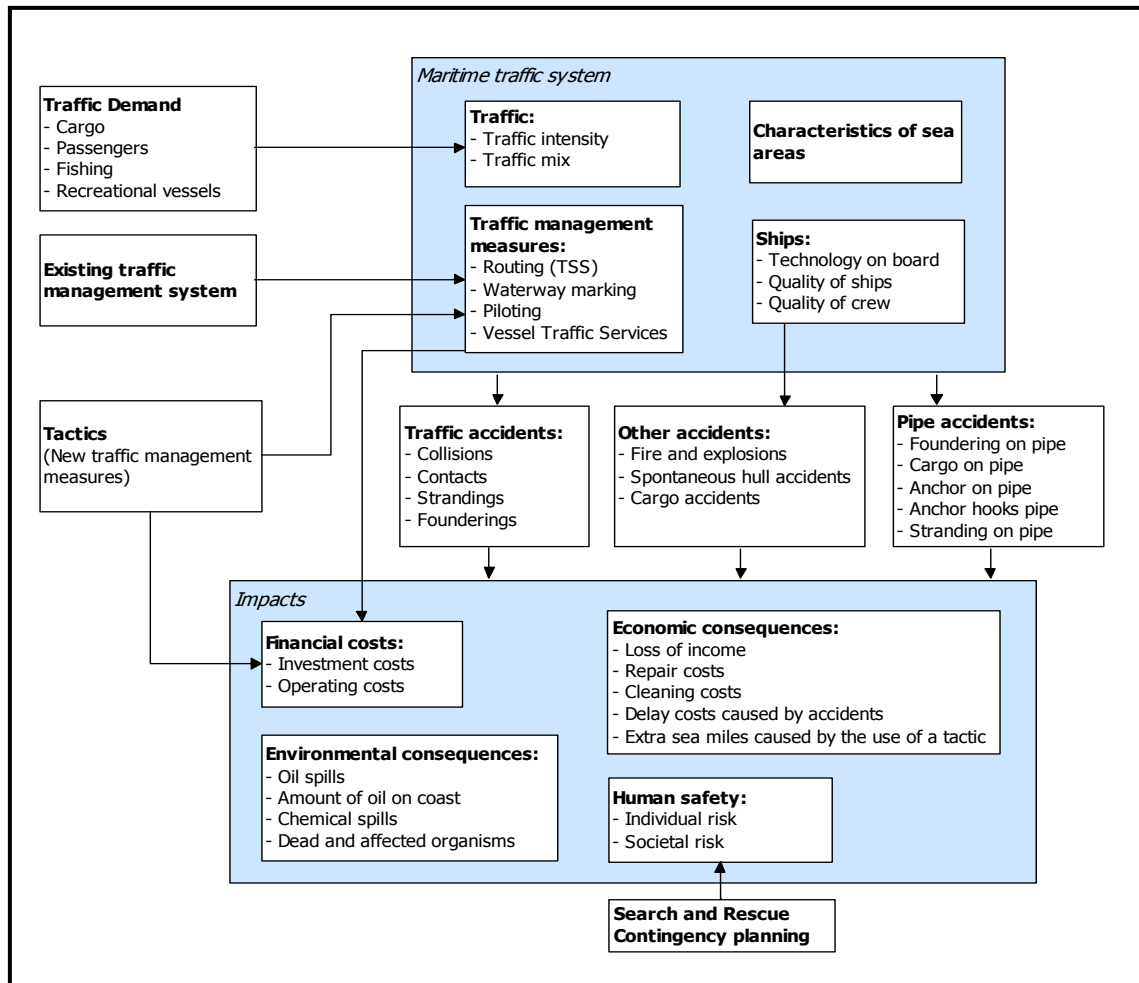
Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van

ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Transport en Luchtvaart) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een algemene beschrijving van het model kan worden gevonden in (VAN DER TAAK & DE JONG 1996). In de executive summary van POLSSS, Policy for Sea Shipping Safety (WALKER ET AL. 1998), wordt beschreven op welke wijze SAMSON gebruikt is om de kosten en gevolgen van een groot aantal beleidsmaatregelen te voorspellen.

In Figuur 26 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok 'Maritime traffic system' (rechts boven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte enz.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok 'Impacts' bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.



Figuur 26 Systeemdiagram SAMSON

5.2.1 EFFECT VAN HET WINDPARK

De aanleg van het windpark heeft gevolgen voor de scheepvaart. Een schip dat nu een route volgt door het toekomstige windpark, zal in de toekomst zijn route moeten verleggen en het windpark op minimaal 500 meter afstand passeren. Dit betekent dat dit schip hinder ondervindt van het windpark. Er zijn echter meer gevolgen. Doordat het schip een andere route neemt krijgen de scheepvaartroutes buiten het windpark een hogere (misschien fractioneel) intensiteit. Als gevolg van de hogere intensiteiten op deze routes is het de verwachting dat het aantal scheepsbewegingen en dus ook het aantal ongevallen toeneemt. Er treden echter ook nieuwe type ongevallen op, namelijk aanvaringen en aandrijvingen met een windturbine van het windpark. In SAMSON worden dit soort ongevallen aangeduid met respectievelijk rammingen en drifting contacts:

- Een ramming (aanvaring) is het gevolg van een navigatiefout, wanneer de navigator van een schip, dat op ramkoers ligt met een windturbine van het windpark, niet of te laat reageert. Een navigatiefout kan verschillende oorzaken hebben zoals, onwetendheid, het niet zien van het windpark, het niet aanwezig zijn op de brug, onwel worden en niet kunnen reageren, etc. De snelheid bij de aanvaring is hoog.
- Een drifting (aandrijving) treedt op wanneer een schip door een machinestoring niet meer manoeuvreerbaar is. In eerste instantie zal men proberen voor anker te gaan, maar indien dit niet mogelijk is, is het schip overgeleverd aan wind, golven en stroom. Een driftend schip kan vervolgens tegen een windturbine van het windpark komen zonder dat men dit aan boord kan voorkomen. De aanvaring is dwarsscheeps en de snelheid gering.

Deze ongevallen komen voort uit het scheepvaartverkeer rondom het windpark en behoeven niet noodzakelijkerwijs tot de groep schepen beperkt te blijven die door het gebied van het windpark voeren toen dat er nog niet was.

Om de effecten van het windpark op de scheepvaart te kunnen berekenen moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het windpark in SAMSON gemodelleerd worden. De scheepvaart moet het windpark op minimaal 500 m passeren. Door de grootte van het windpark wordt de verkeersafwikkeling duidelijk beïnvloed door het windpark. Voor iedere locatie van het windpark is daarom een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon is ingebracht. Vervolgens kunnen de ongevalsmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het windpark voor de scheepvaart. Op basis van de nieuwe verkeersdatabase wordt een complete risicoanalyse uitgevoerd. Dit houdt in dat het veranderde risico voor de scheepvaart wordt bepaald ten gevolge van de veranderingen in de verkeersafwikkeling rond het windpark. Daarboven wordt het door het windpark geïntroduceerde nieuwe risico, namelijk de kans op een aanvaring met het windpark bepaald.

5.2.2 MODEL INVOER EN UITGANGSPUNTEN

De volgende uitgangspunten, zijnde aannames, modelinput en parameters worden voor de berekeningen gehanteerd. Deze zijn beschreven in de volgende sub paragrafen.

5.2.2.1 VERKEER

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. Een verkeersdatabase bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is. Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het 'route gebonden' en het 'niet-route gebonden' verkeer. Het route gebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardischepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-route gebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Het route gebonden verkeer is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidsstelsels in de Nederlandse Economische Exclusieve Zone beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen aangezien men overal mag varen, zolang men de regels in acht neemt. Dit aandeel is echter zeer klein aangezien de links met elkaar alle kortste verbindingen tussen havens omvatten. De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes worden bepaald door alle scheepsreizen van een jaar die geheel of gedeeltelijk over de Noordzee hebben plaatsgevonden toe te wijzen aan deze links. Al deze scheepsreizen worden door Lloyd's Marine Intelligence Unit (voorheen Lloyd's Maritime Information Services) verzameld. De laatste keer dat deze informatie ten behoeve van SAMSON is gekocht en verwerkt betrof alle scheepsreizen van het jaar 2004.

Bij het samenstellen van de verkeersdatabase voor 2004 is rekening gehouden met de autonome ontwikkeling van windparken, dus zijn de locaties Q7 en Near Shore Windpark al meegenomen bij het

bepalen van de routes en is tevens rekening gehouden met het toekomstige verkeersscheidingsstelsel in Rotterdam dat naar verwachting in gebruik is wanneer het windpark gebouwd wordt.

Voor de locatie wordt een aangepaste verkeersdatabase voor 2004 gegenereerd, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het route gebonden verkeer niet door de desbetreffende windparklocatie vaart. De aanvaar-/aandrijfkansen voor de turbines worden alleen bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de locatie voor het windpark is vrijgemaakt.

Het niet-route gebonden verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. Enerzijds omdat Lloyd's deze informatie niet verzamelt, maar ook omdat het gedrag van dit verkeer op zee duidelijk anders is. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar een of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens meestal weer terug naar de vertrekhaven A. Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien nog vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd. De gemiddelde dichtheid in 8 bij 8 km gridcellen komt uit het Verkeers Onderzoek Noordzee Visuele Identificatie (VONNOVI). VONNOVI is gebruikt voor de validatie van de scheepvaartroutes van het route gebonden verkeer en voor het bepalen van de benodigde dichtheden van het niet-route gebonden verkeer.

Tijdens een VONNOVI-vlucht wordt een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai vaart ziet, wordt de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later worden andere scheepskenmerken toegevoegd en worden alle waarnemingen verwerkt.

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van de verkeersdichtheden op basis van de VONNOVI-vluchten van 1999 -2001. Het overgrote deel van de niet-route gebonden scheepvaart bestaat uit vissers. Supplyvaart: De supplyvaart verzorgt de bevoorrading van de platforms. Ze onderscheiden zich van vissers en recreatievaart doordat de bestemming vaak vast ligt. IJmuiden en Den Helder zijn supply bases. Er is relatief veel supplyvaart. Deze vaart gedraagt zich direct buiten de havens veel meer als route gebonden vaart. De supplyvaart is dan ook uit het niet-route gebonden verkeer gehaald en op extra links aan de routestructuur van de route gebonden schepen toegevoegd.

5.2.2.2 GEBRUIKTE MODELLEN

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende ongevallen. Om het effect van het windpark te kwantificeren op de locatie van het windpark wordt het aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald, hiervoor worden de volgende modellen gebruikt:

Contact met een vast object (windturbine)

- als gevolg van een navigatie fout (ramming)
- als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van het windpark voor de scheepvaart buiten de windparklocatie te schatten, wordt het risiconiveau met en zonder het windpark vergeleken. Om het 'algemene' risiconiveau vast te stellen worden de volgende modellen gebruikt:

Schip-schip aanvaringen

Contact met een platform

- als gevolg van een navigatie fout (ramming)
- als gevolg van een motorstoring (drifting)

Contact met een pier

- als gevolg van een navigatie fout (ramming)
- als gevolg van een motorstoring (drifting)

Stranden

- als gevolg van een navigatie fout (ramming)
- als gevolg van een motorstoring (drifting)

5.2.3 GEVOLGSCHADE

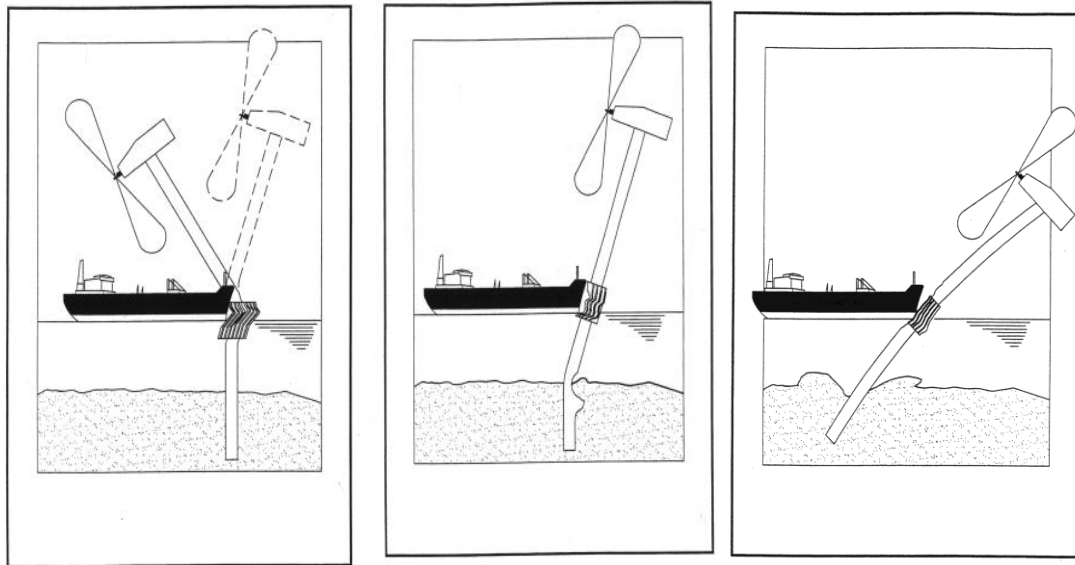
Als gevolg van een aandrijving of een aanvaring van een windturbine kan schade ontstaan, zogenaamde gevolgschade. Deze schade bestaat uit schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade als gevolg van een uitstroom van olie bij schade aan een schip en persoonlijk letsel als gevolg van de aanvaring/aandrijving.

Van de schepen welke in aanvaring of aandrijving met het windpark komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de energie welke maximaal aanwezig is in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis van ervaring deels op basis van complexe berekeningen de schade aan het schip te bepalen die in aanvaring met elkaar of een object komen. Uitgangspunt is dat de volledige energie gedissipeerd wordt in de botsing. De aanwezige energie in varende of driftende schepen is voor deze studie ook bepaald en gepresenteerd per scheepstype met de daarbij behorende kansen van optreden.

5.2.3.1 SCHADE AAN WINDTURBINE EN SCHIP

Voor de meeste scheepstypen is geen sprake van volledige dissipatie van de energie na een botsing vanwege de beperkte energieopname van het aangevaren object. Het bezwijkgedrag van de windturbines is onderzocht (BARENTSE 2000). Hieruit bleek dat voor bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt en daarbij slechts een fractie van de energie dissipeert. Voor de verdere analyse van de gevolgschade worden de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden:

- Knikken; de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vast zitten. Ten slotte valt de turbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de turbine richting het schip valt kan de rotor met de gondel op het dek terechtkomen.
- Scharnieren; de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de 'bevestiging' op de bodem van de zee. De windturbine kan als gevolg van het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omver geduwd. Het feitelijke scharnierpunt wordt dan verdeeld over de lengte in de bodem en is geen punt meer maar een deel van de mastfundering in de bodem die plastisch buigt en deels meegeeft.



Figuur 27 Figuur van de verschillende bezwijkvormen

Welke van deze beide bezwijkvormen optreedt (zie Figuur 27), is alleen op basis van een dynamische berekening vast te stellen. Experts hebben op basis van hun onderzoek de frequentie van voorkomen geschat voor de verschillende bezwijkvormen. Daar waar de effecten nog niet zijn in te schatten heeft men voor een conservatief standpunt gekozen. Zo kan de mast met gondel van het schip af of op het schip vallen. Wat in werkelijkheid gebeurt, hangt van veel constructiewaarden en omgevingsfactoren af. Voor de nu uitgevoerde berekeningen wordt aangenomen dat de mast met gondel altijd op het schip valt ingeval van knikken.

In Tabel 126 wordt een overzicht gegeven van verschillende bezwijkvormen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine per scheepsgrootte. Ook wordt in de tabel aan gegeven wat de verwachte schade aan het schip zal zijn. Dit is de gevolgschade tabel die ook in de veiligheidsstudie voor het Near Shore Windpark is gebruikt. Het bovenste deel van Tabel 126 geldt wanneer de turbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken. Pas vanaf een scheepsgrootte van 1000 GT kan dit optreden (kans 10%) en bij schampen treedt dit pas op bij 1600 GT. Bij aandrijven is de energie onvoldoende om de turbine te doen knikken.

Bij de frontale en de frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg van het schip, maar geen ernstige schade ("Geen" in Tabel 126) optreden in het ladinggedeelte van het schip. De constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) is zeer stijf waardoor de schade beperkt zal blijven tot het deel van het schip voor het aanvaringsschot waar lek raken geen uitstroom tot gevolg heeft omdat er geen lading of brandstof in dit deel van het schip aanwezig is. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaiende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Wel kan er schade ontstaan aan het dek, in het geval de mast en/of gondel op het dek valt. Bij aandrijving van een windturbine wordt geen milieuschade verwacht omdat de windturbine zodanig is opgebouwd dat er geen uitsteeksels zijn die de huid van het tegen de windturbine drijvende schip beschadigen. Persoonlijk letsel en milieuschade is voor een aanvaring/aandrijving alleen te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in Tabel 126).

Wel komt er een zeer geringe hoeveelheid olie in het water van de windturbine zelf wanneer deze omvalt of bezwijkt. De verontreiniging bestaat uit 250 liter minerale olie (qua viscositeit en verdamping vergelijkbaar met de SAMSON-categorie ladingolie) en maximaal 100 liter dieselolie (qua viscositeit en verdamping vergelijkbaar met SAMSON-categorie bunkerolie).

Bezwijk- vormen	Scheepsgrootte	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenships (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan- deel	Beschadiging		Aan- deel	Beschadiging		Aan- deel	Beschadiging		Aan- deel	Beschadiging	
			Tur- bine	Schip		Tur- bine	Schip		Tur- bine	Schip		Tur- bine	Schip
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1000-1600	5%	Gos Mos	Dek	0%	Ja	Geen						
	1600-10000	10%	Gos Mos	Dek	5%	Gos Mos	Dek						
	10000-30000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	30000-60000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	60000-100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	>100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
Schar-nieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1000-1600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1600-10000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10000-30000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30000-60000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60000-100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

Tabel 126 Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de turbine en het schip⁸

5.2.3.2 BEPALEN VAN PERSOONLIJK LETSEL

Voor de windturbines zijn de frequenties van de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende milieuschade in termen van persoonlijk letsel en milieuschade is bepaald. Hierbij is uitgegaan van een aantal 'worst-case' benaderingen.

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

- Aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm.
- Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt ('Gosmos' in de Tabel 126). Aangezien niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt, wordt hier met een factor 1 gerekend, dus met het 'worst-case-scenario' dat de mast altijd op het schip valt.
- Vermenigvuldiging met het beschadigingsgedeelte van het dek. Hierin zitten twee worst-case benaderingen, namelijk;
- De mast valt geheel op het schip. Bij het schampen zal echter de mast vaak schuin over het dek kantelen en hierbij slechts geringe schade aanrichten.

⁸ GosMos = Gondel Op Schip en Mast Op Schip na plastische vervorming

- Het oppervlak van de mast inclusief het volledige rotorblad wordt genomen, dus alsof de windturbine al draaiend en intact op het dek valt.
- Vermenigvuldiging met de kans-percentage dat iemand zich op het beschadigde gedeelte bevindt. De kans dat een persoon zich ergens aan dek bevindt wordt op 10% geschat. In werkelijkheid is deze kans veel kleiner, aangezien vrijwel alleen bij vissersschepen bemanning aan dek te vinden is, maar deze groep zit vrijwel niet in de groep schepen die de mast doet knikken. Deze 10% bevat ook de mensen die indirect worden getroffen door het doorwerken van de dekschade tot de ruimtes daaronder waarin personen aanwezig zijn.
- Vermenigvuldiging met het aantal personen aan boord, immers de kans is voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

Het persoonlijk letsel als gevolg van het door de klap zelf ten val komen is niet gemodelleerd, ook niet voor de kleine schepen die frontaal tegen de bescherming van de mast varen waarbij het schip (recreatievaartuig) volledig vernield wordt. Voor deze categorie schepen zijn de kansmodellen ook onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

5.2.4 EFFECTEN VOOR DE SCHEEPVAART

Het gebied van het windpark indien het eenmaal gebouwd is vormt een ‘verboden’ gebied voor alle scheepvaart (met uitzondering reparatie/onderhoudsvaartuigen). Het is dus goed mogelijk dat schepen een andere route moeten volgen dan voor de bouw van het windpark. Hierdoor verandert het verkeersbeeld rond het windpark. Het kan zijn dat op sommige locaties de verkeersintensiteit toeneemt en op andere juist af. De verschuiving van de verkeersintensiteit heeft effect op de ‘algemene’ veiligheid van de scheepvaart.

In de POLSSS (POLicy for Sea Shipping Safety) studie (WALKER ET AL. 1998) voor het Directoraat-Generaal Goederenvervoer (DGG) is gebruik gemaakt van een scorekaart voor het weergeven van effecten voor de scheepvaart van maatregelen. De aanwezigheid van het windpark heeft invloed op de verkeersafwikkeling en heeft daardoor effect op de veiligheid voor de scheepvaart. Vanuit de POLSSS-scorekaart is de windpark-scorekaart afgeleid door een aantal (voor het windpark) nauwelijks ter zake doende items te verwijderen.

Scorekaart

De resultaten voor de situatie met een windpark worden steeds vergeleken met de nulsituatie voor het windpark, de zogenaamde autonome situatie. De autonome situatie is hier de verkeersafwikkeling zonder het windpark voor het jaar 2004, voor het bepalen van de autonome verkeersdatabase is rekening gehouden met de aanleg van het windpark Q7 en het NearShoreWindpark. Voor ieder item van de scorekaart wordt het totaal resultaat voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone gegeven voor de situatie met het windpark. Van ieder item wordt ook het effect van het windpark bepaald, dus het resultaat van de situatie met het windpark minus de situatie zonder windpark. Om een idee te vormen van wat het effect van het windpark betekent wordt de procentuele verandering van de situatie met windpark ten opzichte van de autonome situatie gegeven. De scorekaart bevat de volgende items: algemeen, veiligheid en economisch effect.

Algemeen

Per scheepstype wordt het gemiddeld aantal aanwezige schepen in de EEZ gegeven. Omdat de mogelijkheid bestaan dat schepen moeten ‘omvaren’ door de aanwezigheid van het windpark, betekend dit dat het schip ‘langer’ op zee is en dus het gemiddeld aantal aanwezige schepen toeneemt.

Veiligheid

- Het aantal schepen (route gebonden en niet-route gebonden) dat per jaar betrokken is bij een aanvaring tussen schepen;
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een navigatie fout (rammen);
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een motorstoring (driften);
- Het aantal aanvaringen tegen een platform door een navigatie fout (rammen);
- Het aantal aandrijvingen tegen een platform door een motorstoring (driften);
- Het aantal schepen dat gemiddeld per jaar zinkt;
- Het verwachte aantal incidenten per jaar dat er door de externe omstandigheden een gat in de huid ontstaat, waardoor bijvoorbeeld olie in zee kan stromen;
- Het verwachte aantal ongevallen per jaar met brand en/of een explosie aan boord;
- Totaal aantal ongevallen per jaar.

Economisch effect

Door de aanwezigheid van het windpark kan het zijn dat schepen moeten ‘omvaren’, dit brengt extra kosten met zich mee. Als economisch effect van het windpark worden de totale kosten voor alle afgelegde zeemijlen per jaar gegeven.

5.2.5 KRUISENDE SCHEEPVAART

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen, dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden cq ruimte te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar.

Windturbineparken belemmeren dit zicht. Zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven o.a. dikke echo's op het scherm). Dit geldt zeer zeker in gebieden waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate in gebieden waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn. De ‘Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee’, (artikel 8) eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie.

In dit hoofdstuk wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdelijk actie te nemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een windpark gebouwd (gemodelleerd) in het buitenbeeld van de full scale manoeuvreersimulator van het MARIN. In dit beeld zijn steeds twee kruisende schepen gemodelleerd. De navigator bestuurt het schip dat aan de westkant van het park van zuid naar noord vaart en een ‘collision avoidance manoeuvre’ moet uitvoeren voor het andere schip, dat aan de noordkant van het park van oost naar west vaart. De simulatorrun is zo samengesteld dat wanneer beide schepen niets zouden doen er een aanvaring zal plaatsvinden. Dit snijpunt van de kruisende koerslijnen wordt verder ‘kruispunt’ genoemd. De navigator heeft alle navigatiemiddelen (met uitzondering van AIS) ter beschikking. Het windpark en de verstoring van het windpark op achterliggende objecten, zijn gemodelleerd. De vraag is of de navigator in staat is om het andere kleine (om het probleem te vergroten) schip vroegtijdig te signaleren, de koers en snelheid van dit schip te bepalen en eventueel een manoeuvre in te zetten om de aanvaring te voorkomen.

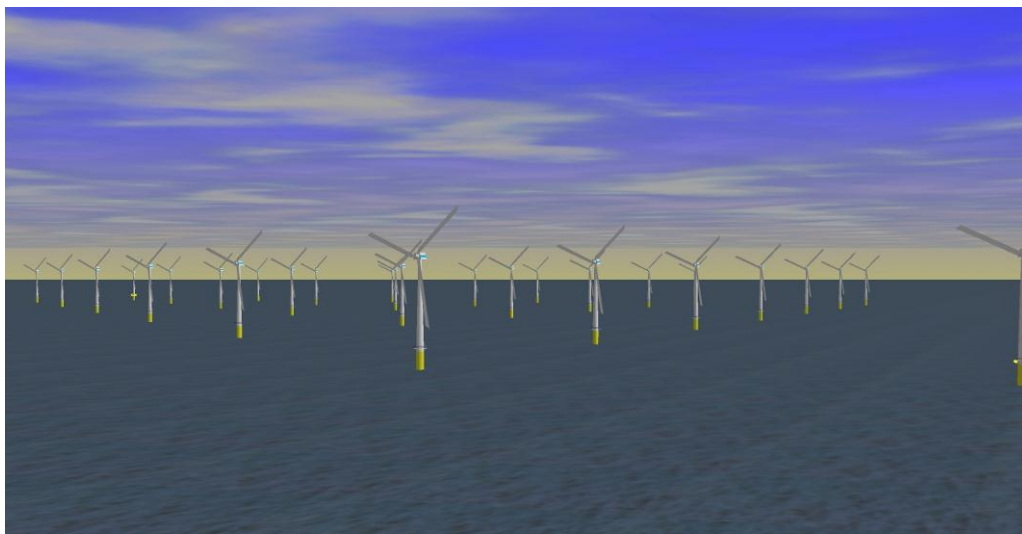
Er is specifiek voor dit ‘worst-case-scenario’ scenario gekozen omdat een schip in de ontmoetingssituatie, om een aanvaring te voorkomen, in eerste instantie naar stuurboord zal uitwijken. Hier doet zich dan een probleem voor omdat het windpark zich aan deze kant bevindt. Figuur 28 en Figuur 29 zijn twee opnames van wat men kan zien vanaf de brug van het eigen schip. Het eigen schip is het schip waarvoor in de simulator het buitenbeeld wordt geprojecteerd en dat bedienbaar is. In Figuur 28 is nog geen tweede schip

te zien en in Figuur 29 is het tweede schip wel aanwezig. Het feit dat het tweede schip slecht te zien is, komt meer door de foto dan door de verstoring van de windturbines. Voor dit scenario zijn de volgende parameters gevarieerd:

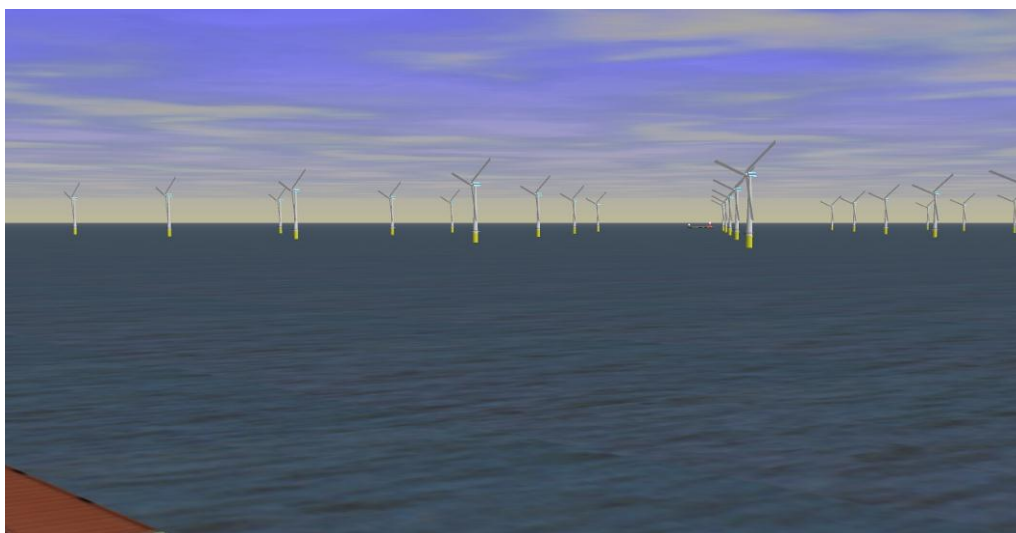
- Dag en nacht;
- Configuratie van het windpark;
- Afstand tot het windpark.

Op de simulator zijn drie windparken gemodelleerd:

- een windpark met de windturbines op de hoekpunten van vierkanten;
- een windpark met een versprongen opstelling;
- een windpark zoals in de eerste optie, maar dan met een scherpe punt van 45°.



Figuur 28 Windpark gezien vanaf het eigen schip



Figuur 29 Windpark gezien vanaf het schip met een klein schip in het buitenbeeld

De runs zijn uitgevoerd voor een passageafstand van 500 meter en 1000 meter voor beide schepen. In de vele runs die uitgevoerd zijn op de simulator, kon het schip steeds tijdig gesignaleerd worden, zowel visueel als op de radar. Dit geeft echter geen garantie voor de praktijk. In de praktijk kunnen er meer schepen varen die de uitwijkmanoeuvre kunnen bemoeilijken. Op de simulator is bekend dat er een schip

achter het windpark vaart, waardoor men beter oplet en eerder reageert dan in de praktijk. Verder dient wel opgemerkt te worden dat, hoewel de wettige passeerafstand 500 meter is, men in de praktijk op grotere afstand langs het windpark zal varen, juist om ervoor te zorgen dat men naar stuurboord kan uitwijken. ("Preparedness" is een belangrijke eigenschap voor goed zeemannschap). Dit zal zeker worden gedaan door moeilijk manoeuvreerbare schepen. Bovendien komt de situatie zoals hier beschreven lang niet bij ieder windpark voor. Bij veel parken zorgt de normale scheepsafwikkeling, gegeven de herkomst en bestemming, vaak voor grotere afstanden tot het windpark dan de 500 en 1000 m die in de simulatorruns zijn gebruikt. Op de specifieke aspecten voor een windpark wordt in hoofdstuk 5.6.3 ingegaan.

Met behulp van een simulatorstudie kunnen kwalitatieve uitspraken worden gedaan, maar is het onmogelijk om een bepaald risico te kwantificeren. De simulatorstudie heeft aangetoond dat de verstoring van het zicht en het radarbeeld niet zo groot is dat dit direct tot onoverkomelijke problemen zal leiden. Als vervolg op de simulatorstudie is gezocht naar een methode om de mate van zicht en radarverstoring op een andere manier te kwantificeren. Met andere woorden, een methode waarmee in ieder geval de grootteorde van het probleem kan worden gekwantificeerd, die gebruikt kan worden om verschillende windparken onderling op doorzichtbaarheid te vergelijken. De methode is opgezet voor zichtlijnen, maar het resultaat hiervan geldt tevens voor de radar. Met de radar kan zelfs iets achter het object worden gekeken, maar een radar heeft als nadeel dat er meer verstoringen optreden. De resultaten voor ieder windpark worden gegeven door een aantal kenmerken over schaduwstukken en zichtstukken in figuren weer te geven. In dit hoofdstuk worden vier generieke configuraties van het windpark beschouwd. In dit hoofdstuk worden voor de opstellingen van het eigen windpark dezelfde figuren gemaakt.

Het presenteren van het zicht, of eigenlijk de ondoorzichtbaarheid, is lastig. Wanneer men nog op grote afstand van het ontmoetingspunt zit, is men niet geïnteresseerd in de schepen die al vlakbij het kruispunt varen, omdat deze allang gepasseerd zijn op het tijdstip dat het eigen schip het kruispunt passeert. Evenzo is men vlakbij het kruispunt niet geïnteresseerd in schepen op grote afstand. Deze constatering is belangrijk bij het kwantificeren van de (on)doorzichtbaarheid. Dit betekent dat vooral doorzichtbaarheid is gewenst in het gebied dat zich op dezelfde afstand van het kruispunt bevindt. Natuurlijk is dit weer niet precies die afstand omdat de snelheden van beide schepen verschillen, maar over het algemeen kan worden gezegd dat dit het belangrijkste gebied is.

De berekeningen in dit generieke stuk zijn gemaakt voor vier opstellingen zoals weergegeven in Figuur 30 tot Figuur 36, welke als representatief beschouwd kunnen worden voor een windpark met 3 MW windturbines. Het effect van de opstelling is nagegaan voor deze opstellingen waarbij de kruisende schepen op een afstand van 500 m van het windpark varen.

Niet de doorzichtbaarheid is weergegeven maar juist de ondoorzichtbaarheid is weergegeven, omdat dit beter aangeeft of een schip door het windpark heen gezien kan worden. De ondoorzichtbaarheid kan aangegeven worden in het aantal schaduwstukken van een zekere lengte. Een schip van 40 m kan altijd geheel of gedeeltelijk gezien worden wanneer de schaduwgrootte kleiner dan 40 m blijft en kan dus soms wegvallen bij grotere schaduwstukken. De schaduwstukken bewegen met het schip mee. Een schip zal daarom nooit constant in de schaduw blijven, maar het is duidelijk dat de kans om niet gezien te worden toeneemt met het aantal schaduwstukken, en groter wordt wanneer de schaduwstukken groter worden. Daarom is onderzocht hoe de frequentie van de schaduwstukken groter dan een bepaalde lengte verloopt. Voor de vier opstellingen zijn de schaduwstukken berekend, in stapjes van 0.1 nm op de aanvaarroute (van zuid naar noord) waarvan de resultaten worden getoond in Figuren 3-9 en in 3-10 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag). Boven de plaatjes staat steeds wat wordt afgebeeld (y-as) als functie van de nog af te leggen weg van het schip tot aan het kruispunt (x-as, zie

onderste plaatje). Deze figuren tonen het aantal schaduwstukken groter dan 10 m voor een bepaalde afstand x van het kruispunt voor het eigen schip op de vaarlijn van het andere schip op een even groot traject van x vanaf het kruispunt. Deze zelfde afstand x , waarvoor de schaduw bepaald wordt, is gekozen omdat de schaduwstukken op grote afstand niet meer belangrijk zijn wanneer het schip het kruispunt nadert. Wanneer de figuren doorlopen worden, dan kan voor een afstand op 4 nm van het ontmoetingspunt gezegd worden, dat het traject van het ander schip van 0 tot 4 nm voor het kruispunt:

- 40 schaduwstukken groter dan 10 m bevat;
- waarvan 10 schaduwstukken groter dan 20 m;
- waarvan 5 groter dan 30 m;
- waarvan 2 groter dan 40 m;
- een enkele schaduw groter dan 50 m;
- en de maximale schaduw ongeveer 70 m bedraagt.

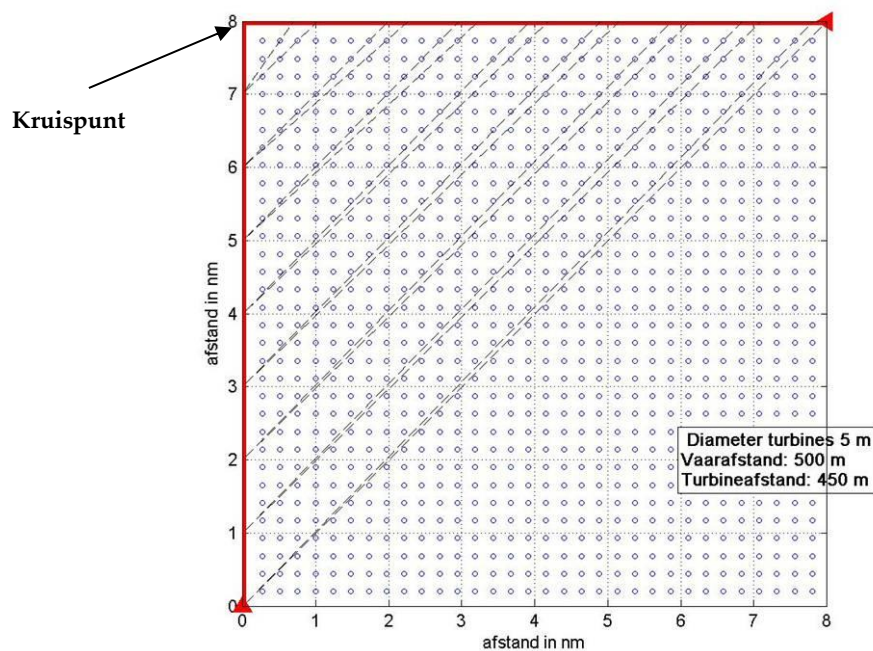
De schaduwgroottes zijn berekend in stapjes van 0.1 nm op de aanvaarroute (van zuid naar noord). Het springen in de grafieken wordt veroorzaakt door deze discretisatie. Er kan geconcludeerd worden dat vanaf 4 nm voor het kruispunt schaduwen groter dan 50 m praktisch niet voorkomen. Ook het aantal schaduwen groter dan 40 m en groter dan 30 m blijft beperkt. Gezien ook nog de wisselingen in de posities van de schaduwen kan geconcludeerd worden dat een oplettende uitkijk ook een klein schip op tijd kan waarnemen. Er is zeker geen sprake van een blokkade van het zicht door het windpark vanaf deze afstand. De figuren tonen dat er geen groot verschil is in de doorzichtbaarheid van de hier beschouwde opstellingen voor de windparken.

De doorzichtbaarheid verandert als de afstand tot het windpark groter wordt en ook wanneer de afstand tussen de windturbines anders wordt. Om dit te onderzoeken zijn er nog drie opstellingen met elkaar vergeleken, maar dan alleen voor de eerste opstelling met de windturbines in een vierkant. De eerste opstelling in Figuur 34 is gelijk aan die van Figuur 30. Figuur 35 bevat dezelfde opstelling maar dan voor een vaarafstand van 1000 m en Figuur 36 toont de opstelling die representatief is voor een windpark met 5 MW turbines met een afstand van 580 m en een diameter van 6 m. De vaarafstand is een belangrijke factor. Een windpark met 4 of 5 MW turbines is beter dan een 3 MW park maar dat door de toegenomen diameter een deel van het voordeel wordt weggenomen. Ook leidt de toegenomen diameter tot een iets grotere maximale schaduw (zie figuren in bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag).

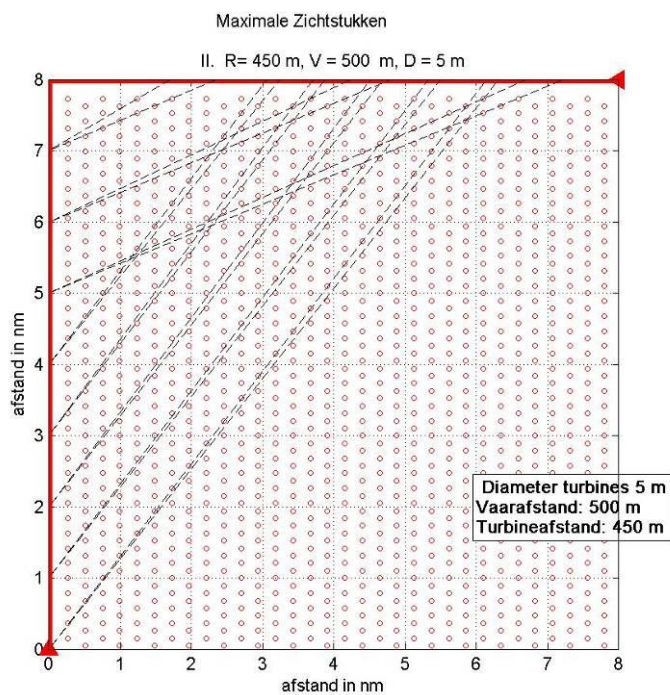
Conclusie

Uit het voorgaande kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

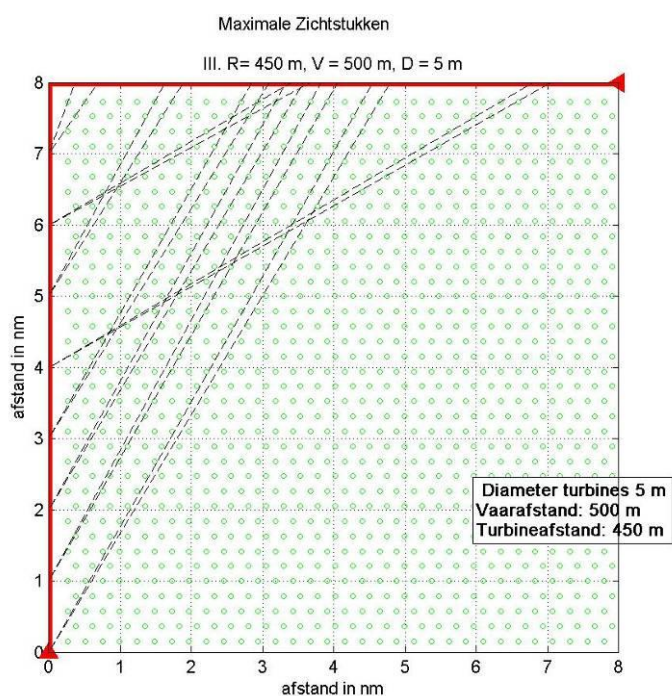
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark is niet erg gevoelig voor de opstelling van de windturbines, mits regelmatig opgesteld in rijen, de versprongen opstelling heeft wel als voordeel dat er meer turbines op dezelfde oppervlakte kunnen worden geplaatst;
- De ondoorzichtbaarheid wordt bij langs varen kleiner wanneer de afstand tot het park groter wordt;
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark met 5 MW turbines is iets minder groot, maar het voordeel van de grotere afstand tussen de windturbines wordt deels tenietgedaan door de grotere diameter van de windturbine.



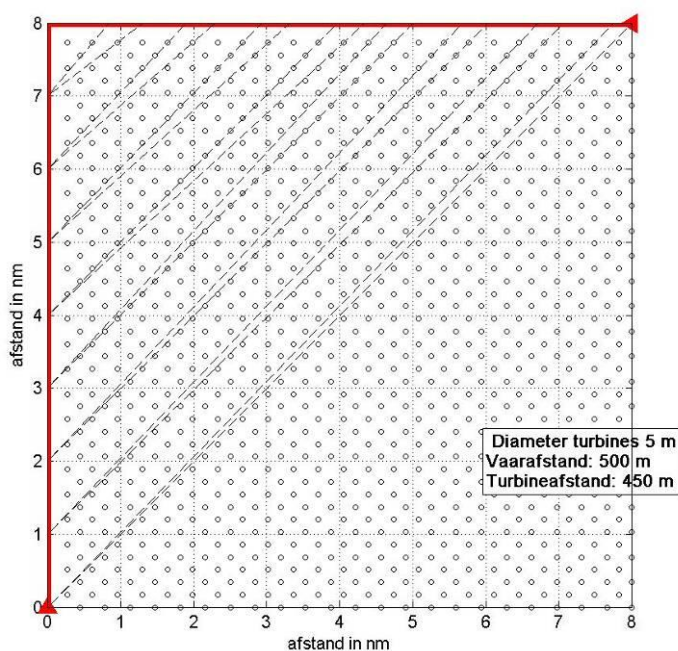
Figuur 30 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks (I)



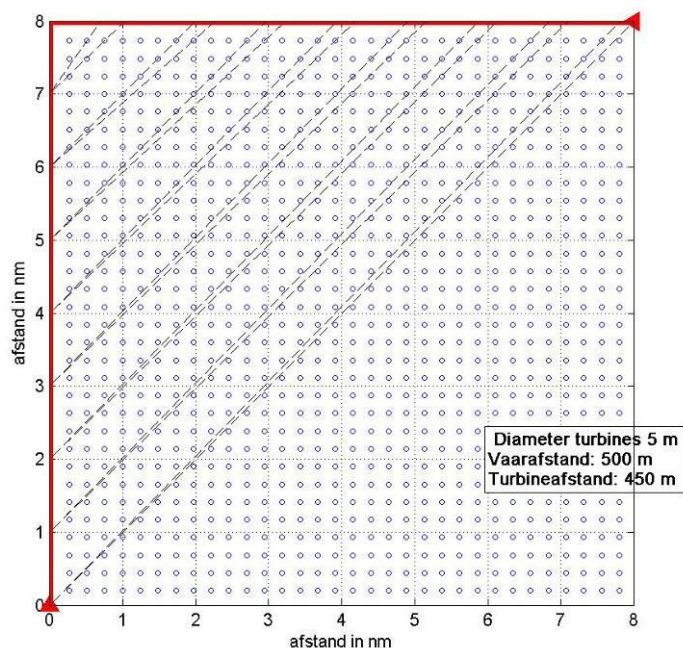
Figuur 31 Opstelling windturbines in dichte opstelling versprongen (II)



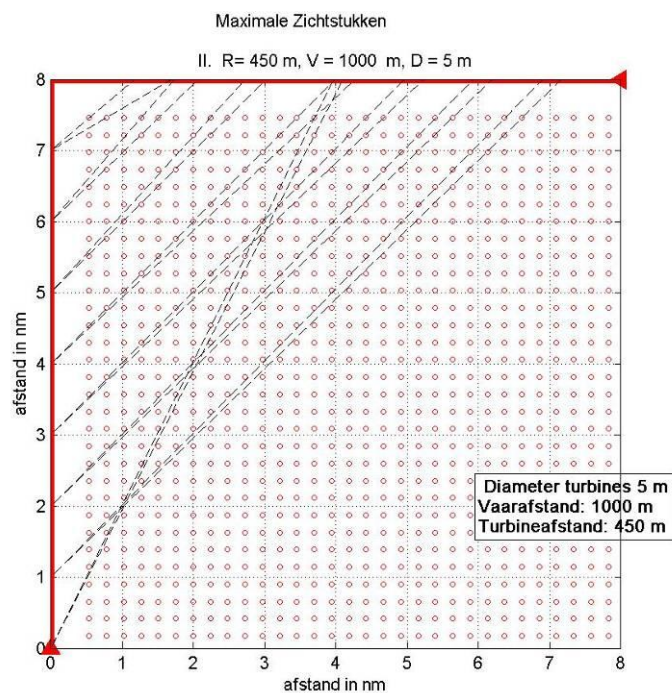
Figuur 32 Opstelling versprongen maar net als II maar 90°gedraaid (III)



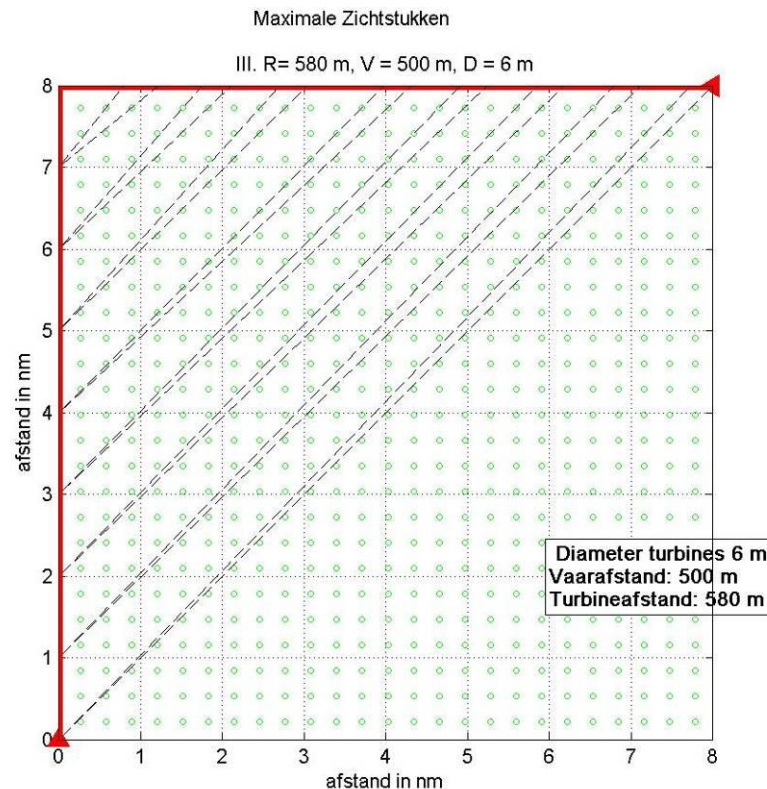
Figuur 33 Opstelling vierkant als I maar dan 45°gedraaid (IV)



Figuur 34 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 500 m



Figuur 35 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 1000 m

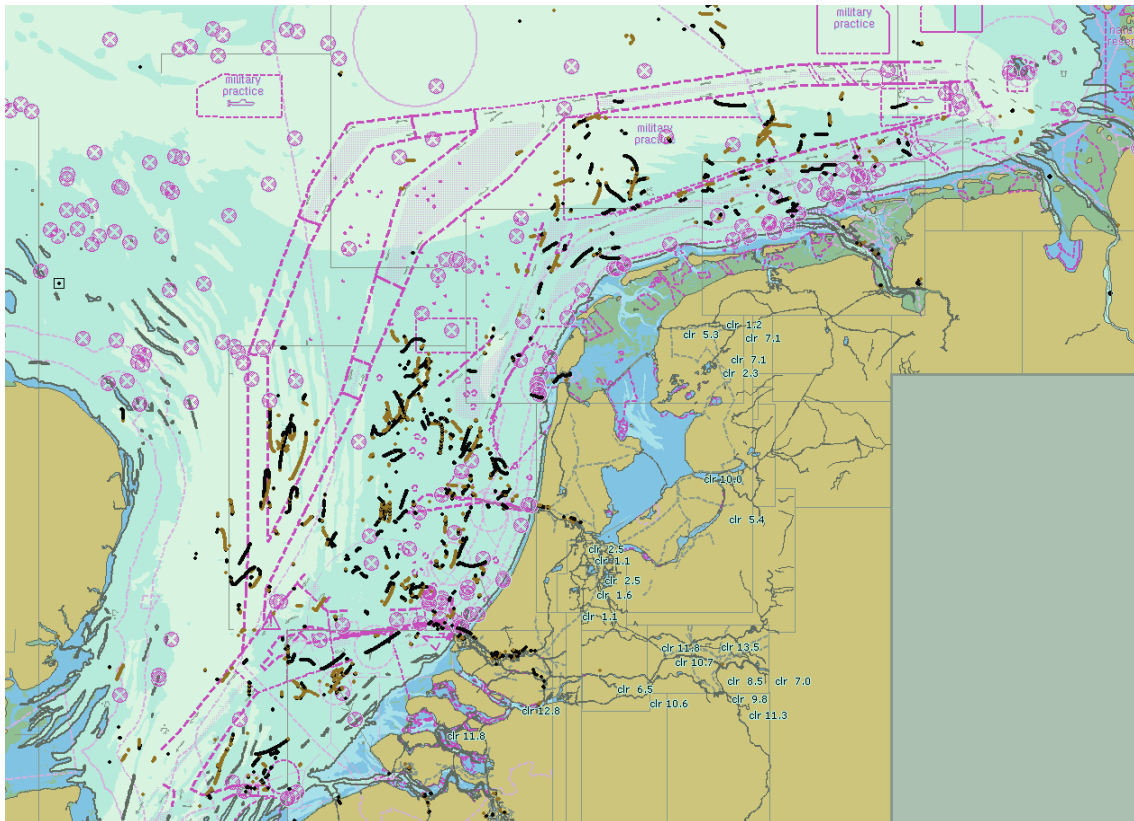


Figuur 36 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, afstand tussen turbines 580 m en vaarafstand 500 m

5.2.6 TIJDELIJK ONMANOEUVREERBARE SCHEPEN

In 2006 voerde MARIN een studie uit voor DGTL naar het aantal drifters op de Noordzee, die aan het eind van dat jaar (2006) is afgerond. Hierin valt een analyse van de AIS-data van de kustwacht van 1 maart 2005 – 31 december 2005. Deze dataset bevat alle vaarbewegingen van de schepen met AIS aan boord, die zijn ontvangen door de AIS-basestations langs de Nederlandse kust. Deze set dekt een strook langs de Nederlandse kust. De records zijn onderzocht op de navigatiestatus 'Not under command' (verder aangeduid met NUC-records), wat wil zeggen dat ze op dat moment niet in staat zijn om de normale uitwijkregels in acht te nemen. Alle drifters zouden dat moeten uitzenden. De dataset is niet volmaakt, mede door het feit dat de navigatiestatus handmatig ingevoerd moet worden in de AIS transponder, daarom zijn er een aantal filters toegepast om de waarschijnlijke drifters over te houden. In Figuur 37 zijn de waarschijnlijke drifters geplot. De zwarte lijnen geven een koers over de grond tussen 0° en 180° aan en de bruine lijnen een koers groter dan 180° .

De data van 10 maanden is ook geanalyseerd om na te gaan of er een verhoogde kans is op een drifter nabij de haven en wat de orde van grootte van deze extra kans is. In dit rapport wordt niet in detail op deze analyse ingegaan maar worden de resultaten van de analyse voor wat betreft de onmanoeuvrerbare schepen nabij havens gepresenteerd.



Figuur 37 NUC-records met snelheid over de grond < 6 knopen en drifthoek > 30° (maart -december 2005)

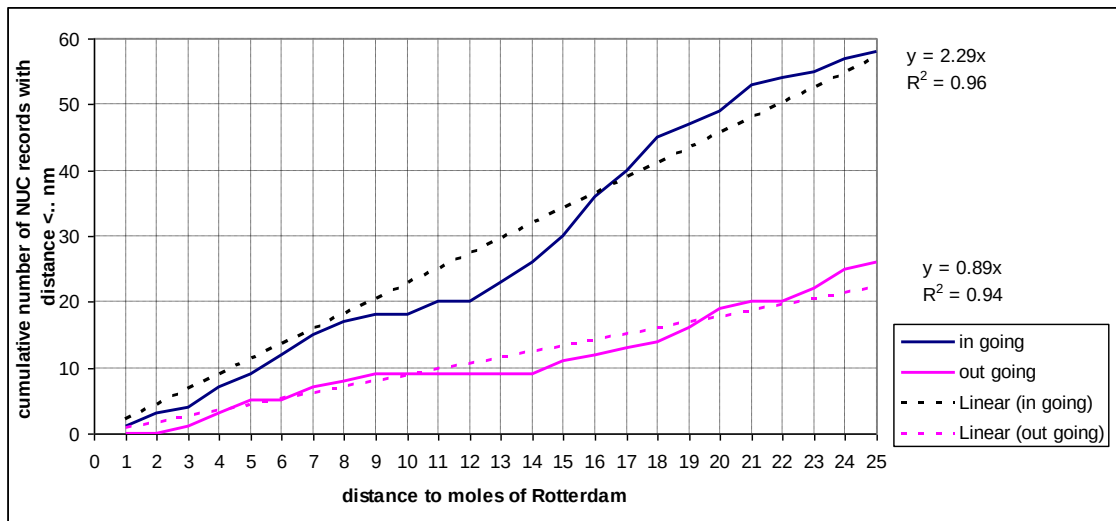
Figuur 38 laat zien dat bij het inkomende verkeer door Maas West meer storingen voorkomen dan bij het uitgaande verkeer door Maas West. Dit wordt onder andere veroorzaakt door het overgaan van zeebedrijf naar havenbedrijf, waarbij de kans op een storing groter is, maar ook door het vaart verminderen voor het oppakken van de loods. Om dit verschil te kwantificeren is voor alle NUC-records op zee de afstand tot de havenmond bepaald. Gerekend is met de kortste afstand, dus niet helemaal gelijk aan de vaarafstand, maar dat heeft geen effect op de resultaten van deze analyse. Vervolgens is een tabel gemaakt met het aantal NUC records per mijl. Hierbij is een splitsing gemaakt tussen de inkomende schepen (bestemming Rotterdam, Moerdijk etc.) en de uitgaande schepen. De schepen zonder bestemming zijn niet behandeld.

De resultaten worden getoond in Figuur 39. Uit dit figuur blijkt dat het aantal NUC-records inkomend, groter is dan uitgaand, wat de grotere kans op een storing bij inkomende schepen bevestigt. Figuur 39 dient als volgt gelezen te worden. Er zijn 30 inkomende schepen die NUC-records hebben verzonden binnen een afstand van 15 mijl tot de havenmond van Rotterdam. Voor uitgaande schepen bedraagt dit aantal 11. Voor de grotere afstanden tot Rotterdam neemt het aantal vooruitgaande schepen relatief meer toe. De reden is dat deze schepen niet allemaal uit Rotterdam zijn vertrokken, maar bijvoorbeeld uit Hamburg met bestemming Antwerpen. Alleen voor schepen met een afstand kleiner dan 15 zeemijl van de havenmond van Rotterdam en bestemming buiten Rotterdam kan worden aangenomen dat ze uit Rotterdam vertrokken zijn. Om deze reden is Figuur 39 toegevoegd, waarbij de afstand en de regressielijnen zijn bepaald voor het traject tot 15 mijl voor Rotterdam. Op dit traject is de kans op een NUC $1.87/0.78 = 2.4$ keer zo groot.

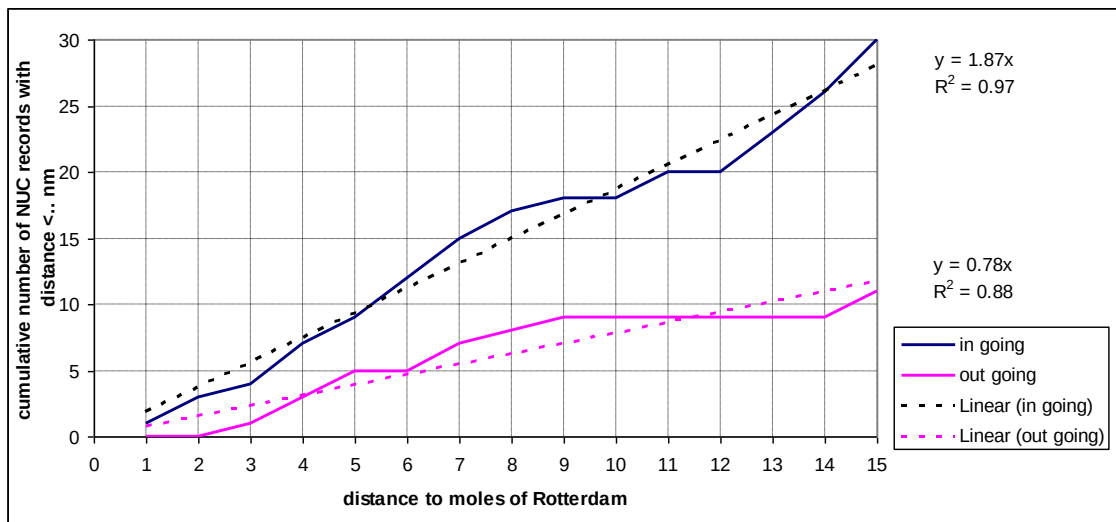
Voor de berekeningen in paragraaf 5.3 wordt met deze factor van 2.4 gewerkt om het extra risico voor tijdelijk niet manoeuvreerbare schepen te kwantificeren. Hierbij wordt dan aangenomen dat bij deze schepen dezelfde storingsduur optreedt als gemiddeld op de Noordzee, wat vermoedelijk een overschatting van het probleem is omdat de storingen elders op zee eerder het gevolg zijn van een defecte

machine en dus waarschijnlijk langer duren dan de storings door het overgaan van zeestatus naar havenstatus.

Voor het kwantificeren van de extra aandrijfkans voor een windpark is een extra verkeersdatabase aangemaakt die alleen de ingaande links naar een haven bevatten. Er is verondersteld dat de extra storingskans optreedt op een traject van 10 zeemijl, voordat het loodsstation wordt bereikt vanuit alle richtingen voor de bestemmingen in de Rijnmond, IJmond, Den Helder, Harlingen en de Eemsmond.



Figuur 38 Aantal storings op traject tot havenmond



Figuur 39 Aantal storings op traject tot havenmond

5.3 RESULTATEN

De resultaten van de verschillende varianten worden gegeven in verschillende tabellen in Appendix A van de veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag. Voor iedere variant is eenzelfde set tabellen gegeven. In de tekst in dit hoofdstuk wordt alleen verwezen naar de tabellen voor de eerste inrichtingsvariant. Iedere variant begint met een figuur met de lay-out met de nummering van de windturbines. De route gebonden schepen worden in de tabellen verkort weergegeven met 'R-schepen' en de niet-route gebonden schepen worden aangeduid met 'N-schepen'.

5.3.1 BUITENGAATS: LOCATIE EN INRICHTINGSVARIANTEN

Voor de windparken Gemini is het effect op de scheepvaart voor drie inrichtingsvarianten onderzocht, namelijk:

- Een variant met 78 turbines van 5 MW, verder aangeduid met BARD_5 MW;
- Een variant met 78 turbines van 5 MW, waarbij de onderlinge afstand kleiner is, verder aangeduid met BARD_5 MW_5D;
- Een variant met 32 turbines van 5 MW, waarbij de onderlinge afstand groter is dan bij de eerste variant, verder aangeduid met BARD_5 MW_12D;

Verskil BARD vergunde windpark en Buitengaats

Hoewel de uitgangspunten voor het windpark Buitengaats (4MW) enigszins afwijken van de uitgangspunten van het "oude" vergunde BARD windpark (5MW) is de verwachting dat beide uitgangspunten voor scheepvaart en veiligheid tot dezelfde effecten zal leiden.

In Figuur 40 is de windparklocatie Buitengaats weergegeven met de verkeersdatabase voor 2004, waarbij de locatie nog niet vrijgemaakt is. In Figuur 41 wordt de verkeersdatabase getoond waarbij de windparklocatie Buitengaats vrijgemaakt is. Bij de 5 MW 12D variant staan de windturbines ruim 1400m uit elkaar waardoor het wettelijk is toegestaan om door het windpark te varen. Het toestaan van verkeer door het windpark verslechtert de veiligheid aanzienlijk en moet worden voorkomen door een extra verordening of door het plaatsen van extra turbines. Bij de berekening is aangenomen dat al het verkeer om het windpark heen vaart.

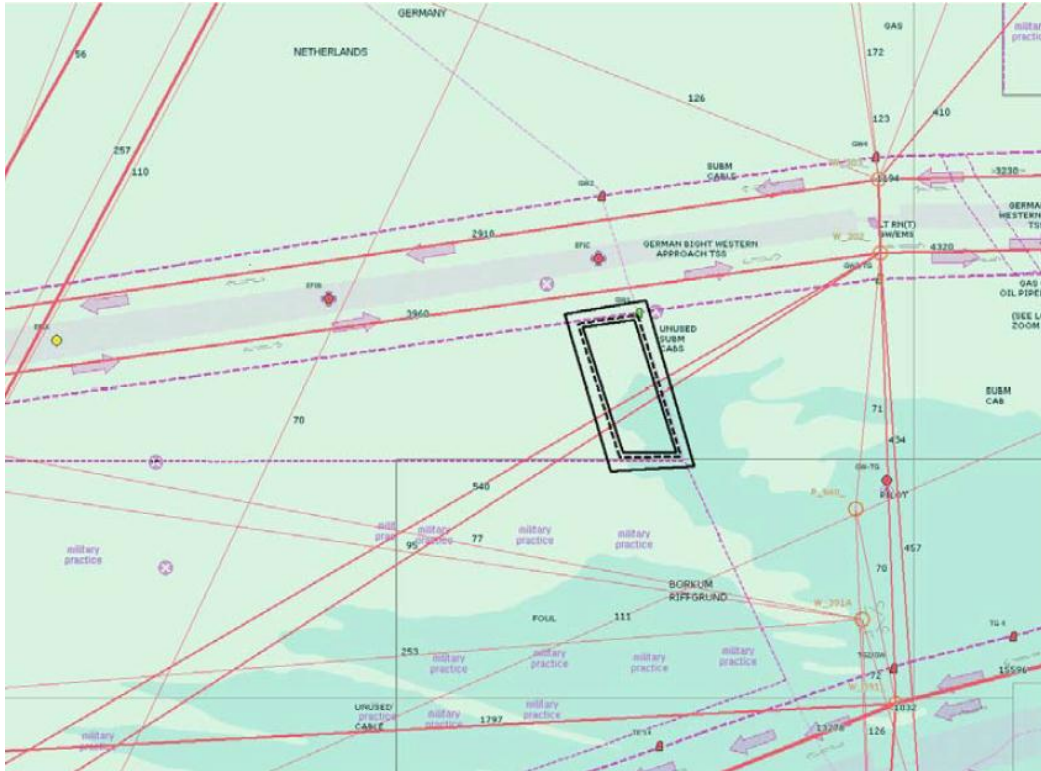
In Figuur 40 en Figuur 41 zijn drie gebieden getekend. Het binnenste gebied is getrokken over de buitenste turbines van de 5 MW, variant. Het buitenste gebied is een gebied op een afstand van 1 zeemijl van de buitenste turbines. Het middelste (gestippelde) gebied is het gebied op een afstand van 500m (wettelijke veiligheidsafstand) van de buitenste turbines.

Bij de eerste en derde variant wordt het totale oppervlak van het windpark gevuld met turbines. Bij de tweede inrichtingsvariant wordt niet het gehele oppervlak van het windpark gebruikt. Daarom is voor deze variant een aangepaste verkeersdatabase aangemaakt en gebruikt in de berekeningen voor deze variant, zie Figuur 42.

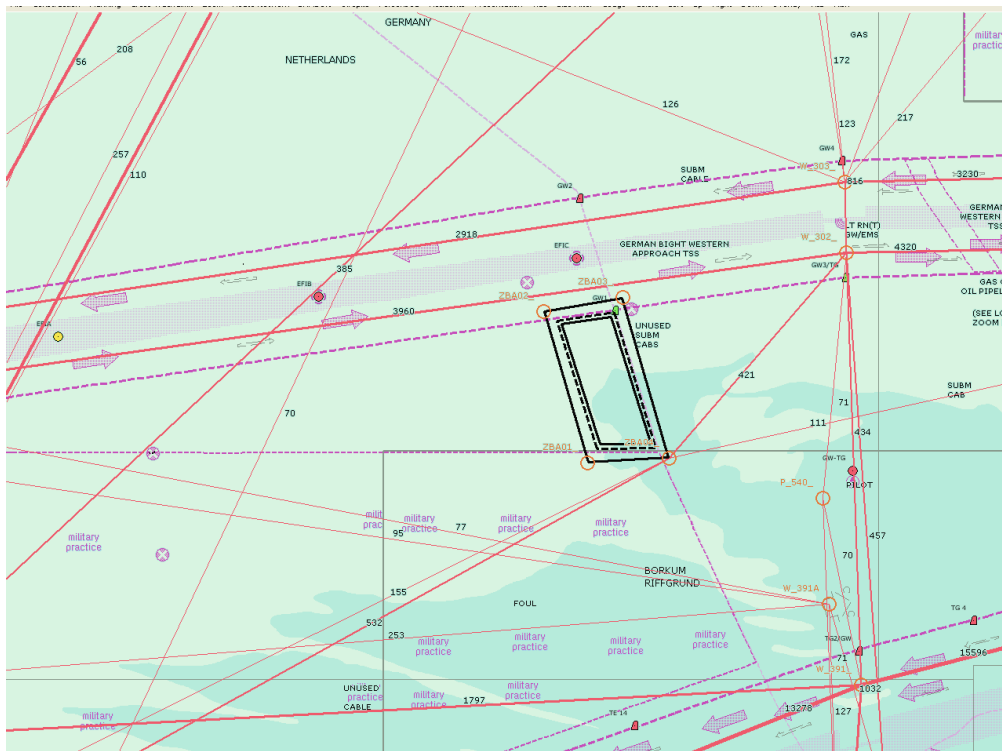
Turbine type

In het Buitengaats windpark zullen monopile turbines geplaatst worden zoals in de meeste parken in de Nederlandse EEZ. De totale doorsnede van tripods, gebruikt voor de berekeningen, is 23m, waarmee de berekeningen zijn gedaan. De doorsnede gebruikt voor de monopaal varieert tussen de 4m en 6m. Het gebruik van de tripod resulteert dus in relatief grotere aanvaar/aandrijf frequenties dan bij gebruik van een monopile.

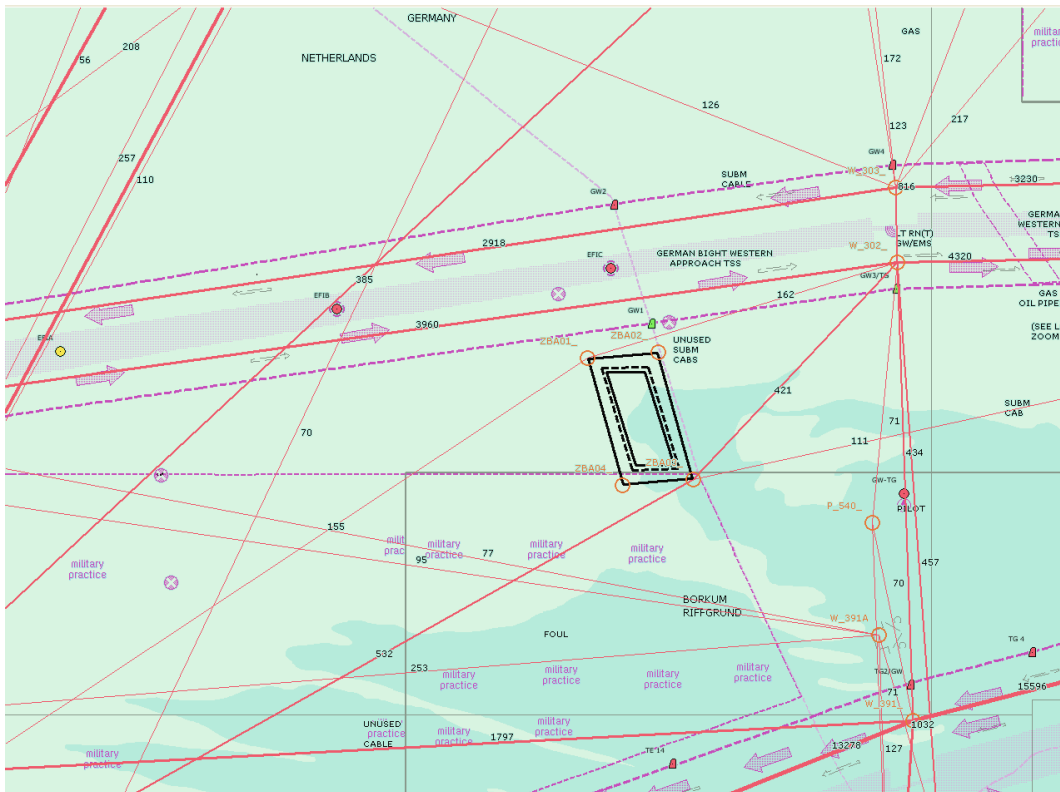
BARD Engineering GmbH heeft een studie laten uitvoeren naar de gevolgen van een aanvaring van een tripod in vergelijking met een monopaal (BIEHL 2006). De belangrijkste conclusie is dat de aanvaringsvriendelijkheid van een tripod gelijk is aan die van een monopaal. Daarom en om een goede vergelijking te kunnen blijven maken met andere studies is dezelfde schadematrix toegepast als voor de monopaal.



Figuur 40 Verkeersbeeld bij windparklocatie Buitengaats in de huidige situatie



Figuur 41 De windparklocatie Buitengaats vrijgemaakt van scheepvaartverkeer voor basisscenario en 12D variant



Figuur 42 De windparklocatie Buitengaats (variant 5D) vrijgemaakt van scheepvaartverkeer.

5.3.1.1 AANVAAR/AANDRIJF FREQUENTIES

Door de aanwezigheid van het windpark is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. Voor deze berekeningen is de verkeersdatabase gebruikt voor 2004 waarbij de windparklocatie is vrijgemaakt van verkeer (zie Figuur 42). De resultaten van deze berekening worden gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark.

Bij het bepalen van de frequenties is rekening gehouden met de extra aandrijfkans (door route gebonden schepen) als gevolg van de verhoogde storingskans nabij de aanloop van een haven. Door de ligging van het Buitengaatswindpark is het effect hiervan erg klein. Door de extra storingskans nabij de aanloop van een haven neemt het totaal aantal aandrijvingen per jaar door route gebonden schepen slechts met 0.4% toe.

In Tabel A1-1 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) staan de aanvaar- en aandrijffrequenties per windturbine. In Tabel A1-2 in Appendix A staat het verwachte totaal aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar voor het gehele windpark inclusief het High Voltage Station. Uit Tabel A1-1 volgt dat de windturbines aan de noordkant van het park de hoogste aanvaarkans hebben.

De kans op een aanvaring/aandrijving van een windturbine per jaar is bepaald voor de drie inrichtingsvarianten. Tabel 127 bevat de kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over alle windturbines in een windpark. De 12D-variant met 5 MW turbines geeft het kleinste risico. Dit wordt

veroorzaakt door het feit dat bij deze variant ‘slechts’ 32 turbines geplaatst worden tegen 78 turbines voor de beide andere varianten.

In Tabel 128 wordt de aanvaar/aandrijfkans gegeven per verwachte energieopbrengst van de variant in MWh. Deze tabel bevat dus de aanvaar/aandrijfkans per jaar per MWh en deze getallen moeten geminimaliseerd worden om het risico per energieopbrengst te minimaliseren. Uit deze tabel volgt dat het verschil tussen de verschillende varianten klein is.

Ten slotte worden in Tabel 129 de aanvaar/aandrijffrequenties per km² gegeven. Uit deze tabel volgt dat de aandrijf/aanvaarfrequentie per km² groter is voor de 5D-variant, omdat er veel meer windturbines per oppervlakte eenheid staan. Deze tabel geeft geen inzicht in de energieopbrengst per km², die voor de 5D-variant erg hoog is. De locatie van Buitengaats is qua verkeersveiligheid een gunstige locatie en omdat het risico per MWh niet erg varieert met de inrichting is een inrichting met een zo groot mogelijke opbrengst op deze locatie aan te bevelen.

Inrichtings-variant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
5 MW	42.34	1598370	78	0.010700	0.014538	0.012574	0.002139	0.039951
5 MW 5D	21.16	1482236	78	0.001700	0.022554	0.011146	0.002325	0.037725
5 MW 12D	41.97	700601	32	0.005237	0.007427	0.005315	0.000919	0.018898

Tabel 127 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten

Inrichtings-variant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / MWh		Totaal per jaar / MWh
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
5 MW	42.34	1598370	78	6.69E-09	9.10E-09	7.87E-09	1.34E-09	2.50E-08
5 MW 5D	21.16	1482236	78	1.15E-09	1.52E-08	7.52E-09	1.57E-09	2.55E-08
5 MW 12D	41.97	700601	32	7.48E-09	1.06E-08	7.59E-09	1.31E-09	2.70E-08

Tabel 128 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten

Inrichtings-variant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	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	
5 MW	42.34	1598370	78	0.000253	0.000343	0.000297	0.000051	0.000944
5 MW 5D	21.16	1482236	78	0.000080	0.001066	0.000527	0.000110	0.001783
5 MW 12D	41.97	700601	32	0.000125	0.000177	0.000127	0.000022	0.000450

Tabel 129 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per km² voor de beschouwde inrichtingsvarianten

5.3.2 GEVOLGSCHADE

5.3.2.1 SCHADE AAN HET SCHIP

Voor de gevolgschade aan het schip worden drie types onderscheiden; schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade. De frequentie van ieder type schade aan het schip is gegeven in Tabel A1-3 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag). De frequenties worden gegeven voor zeven verschillende scheepstypen.

5.3.2.2 SCHADE AAN DE WINDTURBINES

Voor de gevolgschade aan de windturbines worden vier typen onderscheiden; een deuk in de turbine mast, de turbine kan scheef gaan staan, de turbine kan omvallen, de gondel en mast kunnen op het schip vallen en er kan geen schade zijn. De frequentie van deze verschillende types voor het gehele windpark gesommeerd is gegeven in Tabel A1-4 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag). Op basis van de gemiddelde massa van een bepaald scheepstype en scheepsgrootte en de gemiddelde snelheid kan de kinetische energie bepaald worden op het moment van 'impact'. De verdeling van de aanvaar/aandrijffrequenties voor de verschillende impactenergie niveaus zijn gegeven in Tabel A1-5 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag). Uit Tabel A1-5 volgt dat de aanvaringen/aandrijvingen in de lagere energie niveaus voornamelijk veroorzaakt worden door niet-route gebonden verkeer. Figuur A1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties.

5.3.2.3 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 hoofdtypen olie onderscheiden, bunkerolie en ladingolie. In Tabel A1-6 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) wordt de frequentie voor de uitstroom van bunkerolie gegeven voor verschillende uitstroom volumeklassen. In Tabel A1-7 wordt de frequentie van uitstroom van ladingolie gegeven. In Tabel A1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar is voor de drie varianten in Tabel 130 gegeven. Op basis van de frequenties (bijvoorbeeld $0.000670+0.000210$ voor variant 5 MW) is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald. Deze bedraagt voor de variant 5 MW 1136 jaar ($= 1/(0.000670+0.000210)$). De gemiddelde uitstroom van afgerond 0.9 m^3 ladingolie voor de variant van 5 MW in Tabel 130 dient alleen als vergelijking. Een gemiddelde van afgerond 0.9 m^3 ieder jaar geeft een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 4275 m^3 eens in de 4750 jaar. In de Appendix (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) is daarom de verdeling van de uitstroom over de verschillende volumeklassen gegeven.

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 (uit KOLDENHOF & VAN DER TAK 2004). In Tabel 131 zijn de waarden van Tabel 130 als percentage van het totaal in de EEZ gegeven. Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0.18% ($= (0.000670+0.000210) / (0.353402+0.148723)$ in %) voor de variant 5 MW.

De uitstroom vertoont hetzelfde beeld als het aanvaar/aandrijfrisico. Per MWh is het verschil in de milieuschade tussen de drie varianten klein. Wel is de milieuschade per km^2 relatief kleiner bij de 12D-

variant ten opzichte van de beide andere varianten.

Naast de uitstroom van olie is ook de uitstroom van chemicaliën een schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk voor het milieu, de mate waarin een bepaalde stof schadelijk is wordt aangeduid met ecologisch risico. In Tabel A1-9 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) worden de frequenties gegeven van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine voor verschillend ecologisch risico. De uitstroom van chemicaliën geeft hetzelfde beeld als de uitstroom van olie.

Variant	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
5 MW	0.000670	1492	0.369	0.000210	4761	0.915	1136
5 MW 5D	0.000604	1655	0.320	0.000161	6224	0.694	1307
5 MW 12D	0.000284	3525	0.156	0.000089	11221	0.388	2682
EEZ	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2.0

Tabel 130 Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

variant	Bunkerolie		Ladingolie	
	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³
5 MW	0.19%	0.54%	0.14%	0.06%
5 MW 5D	0.17%	0.47%	0.11%	0.05%
5 MW 12D	0.08%	0.23%	0.06%	0.03%
EEZ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabel 131 Uitstroom van bunkerolie en ladingolie als percentage van de uitstroom op het EEZ

Variant	Energie-opbrengst [MWh]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per MWh	Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per MWh
5 MW	1598370	4.19E-10	2.31E-07	1.31E-10	5.72E-07
5 MW 5D	1482236	4.07E-10	2.16E-07	1.09E-10	4.68E-07
5 MW 12D	700601	4.05E-10	2.23E-07	1.27E-10	5.54E-07

Tabel 132 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per MWh

Variant	Oppervlakte [km ²]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per km ²	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per km ²	Frequentie per km ²	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per km ²
5 MW	42.34	0.000016	0.008715	0.000005	0.021611
5 MW 5D	21.16	0.000029	0.015123	0.000008	0.032798
5 MW 12D	41.97	0.000007	0.003717	0.000002	0.009245

Tabel 133 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per km²

5.3.2.4 *PERSOONLIJK LETSEL*

Persoonlijk letsel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip vallen. In Tabel A1-10 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) is een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast. Ook wordt een indicatie gegeven van het groepsrisico. Bij het groepsrisico is de kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een chemicaliën tanker, een ferry of een gastanker de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt. Voor de frequenties wordt verwezen naar de detailtabellen Appendix A (als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag).

5.3.2.5 *BEOORDELING VAN HET RISICO*

Er bestaan geen echte normen voor het risico op zee maar voor het afschatten van de externe veiligheid is aansluiting gezocht bij de risico-normering vervoer gevaarlijke stoffen, zoals beschreven in (MINISTERIES VAN VW, BZK EN VROM 2004). Voor een windpark liggen alle contouren voor het individuele risico op het water zodat altijd aan de (eventuele) norm voor het individueel risico wordt voldaan.

In MINISTERIES VAN VW, BZK EN VROM (2004) is een oriënterende waarde voor het groepsrisico gegeven van 10⁻⁴ per jaar per kilometer route (vaarweg) voor een ramp met minstens 10 slachtoffers. Het is overigens de vraag of deze norm toegepast mag worden, want het gaat hier om slachtoffers van de vervoerders (die het ongeval veroorzaken) en niet om slachtoffers in de directe omgeving van de route. Toch is deze oriënterende waarde gebruikt voor het beoordelen van het groepsrisico. Bij de 5 MW inrichtingsvariant is de kans op meer dan 10 doden (zie Tabel A1-10) gelijk aan 1/15294 per jaar. Het windpark heeft een lengte van meer dan 12 km, dus per km vaarweg is de kans van 5.5 10⁻⁶. Gezien de 'worst-case' benaderingen mag geconcludeerd worden dat het overlijdensrisico geen echte rol speelt bij de keuze van de inrichtingsvariant.

5.3.3 *BUITENGAATS: EFFECTEN VOOR DE SCHEEPVAART*

Tabel 134 geeft het effect van het windpark op de scheepvaartongevallen buiten het windpark, door de verandering van de vaarroutes. De veranderingen zijn negatief, wat wil zeggen dat de veiligheid is toegenomen. De reden is dat enkele links zo verplaatst worden dat het trajectdeel in de Nederlandse EEZ kleiner wordt en in het Duitse EEZ groter. Het risico wordt daardoor verplaatst van Nederland naar Duitsland, maar het blijft verwaarloosbaar klein.

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele EEZ na aanpassing van het verkeer bij windpark Buitengaats	Effect windpark t.o.v. autonome situatie	Relatieve effect van het windpark t.o.v. autonome situatie
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's	aantal	1.257	0.0000	0.00%
Chemicaliën tankers	aantal	18.965	-0.0010	-0.01%
Olietankers	aantal	8.999	-0.0010	-0.01%
Gas tankers	aantal	5.791	0.0000	0.00%
Bulkers	aantal	26.827	-0.0070	-0.03%
Unitised	aantal	83.995	-0.0120	-0.01%
General Dry Cargo	aantal	6.414	-0.0360	-0.56%
Passenger schepen + conv. ferries	aantal	1.088	0.0000	0.00%
High Speed Ferries	aantal	0.273	0.0000	0.00%
Overig	aantal	5.197	-0.0040	-0.08%
Totaal route gebonden	aantal	158.806	-0.0610	-0.04%
Totaal niet route gebonden	aantal	194.149	0.0000	0.00%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	10.965	-0.0120	-0.11%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	6.277	0.0000	0.00%
Stranding als gevolg van motor storing	aantal/jaar	1.422	-0.0004	-0.03%
Rammen van platform na navigatiefout	aantal/jaar	0.269	0.0002	0.07%
Driften tegen platform na motorstoring	aantal/jaar	0.048	0.0000	0.10%
Zinken	aantal/jaar	1.432	-0.0001	-0.01%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Brand/Explosie	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Totaal	aantal/jaar	20.415	-0.0123	-0.06%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	1122.986	-0.7240	-0.06%

Tabel 134 Scoretabel voor de effecten van het windpark Buitengaats voor de scheepvaart

5.3.4 HET EFFECT VAN HET WERKVERKEER OP HET RISICO: BUITENGAATS

De aanlegfase van een windpark duurt een jaar. In de periode van een half jaar varen dan dagelijks enkele schepen (maximaal vijf) van en naar het windpark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. In een gebied 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 is van tijdelijke aard.

Vermoedelijk zal Emden de uitvalsbasis voor het windpark Buitengaats worden. Vanuit Emden naar Buitengaats is het ongeveer 3 uur varen in open zee boven de Waddeneilanden. Voor alle bewegingen per jaar dus $2 \text{ (heen + terug)} \times 5 \text{ (reizen/dag)} \times 180 \text{ (periode van 6 maanden)} \times 3 \text{ uur varen} = 5400 \text{ vaaruren}$ voor de aanleg. Dit levert een verhoging van het gemiddelde aantal schepen op zee op van 0.6 schip (= $5400 \text{ vaaruren} / (365 \times 24 \text{ uren in een jaar})$) op een totaal van 300 varende schepen. Aangezien de bouw maar een half jaar duurt, is de verhoging gedurende dit deel van het jaar 1.2 schip. In deze periode van een half jaar is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit 0.8% hoger dan normaal. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0.4%.

5.3.5 RADARDEKKING NAAR DE NEDERLANDSE HAVENS

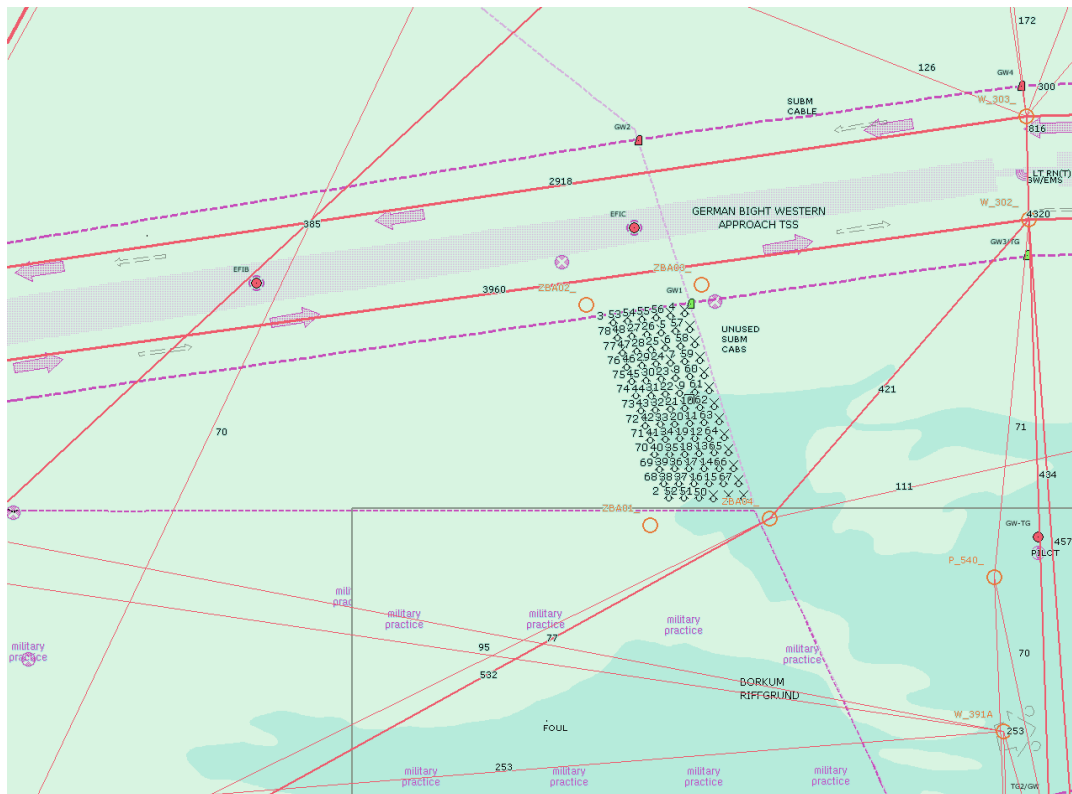
Windpark Buitengaats valt buiten de radardekking naar een Nederlandse haven.

5.3.6 KRUISEND SCHEEPVAARTVERKEER

In 5.3.7 en 5.3.8 zijn voor alle inrichtingsvarianten de figuren opgemaakt die aangeven hoeveel schaduwstukken van een bepaalde grootte optreden op het traject van 8 nm tot aan het kruispunt. In 5.3.8 is het extra aantal aanvaringen geschat door de zichtbelemmering door het windpark.

5.3.7 VERGELIJKINGEN OPSTELLINGEN VOOR DE VARIANTEN

Figuur 43 toont de scheepvaartlinks in de buurt van het windpark Buitengaats waarbij het windpark vrijgemaakt is. De noordkant van het park grenst aan de diepwaterroute richting de Duitse Bocht. Route gebonden schepen passeren het park in oostelijke richting. Een kruisende situatie, waarbij het windpark een 'obstakel' zou kunnen vormen, met ander route gebonden verkeer doet zich niet voor nabij de windpark locatie. De grootste zichtproblemen doen zich voor aan de noordoostkant van het park waar niet-route gebonden schepen vanuit zuidelijke richting route gebonden schepen in het verkeersscheidingstelsel kruisen. In deze situatie kan het route gebonden schip, door de aanwezigheid van het windpark, niet uitwijken naar stuurboordzijde.



Figuur 43 Verkeersafwikkeling bij Buitengaats

Voor deze situatie, een kruising van een oostgaand route gebonden schip en een noordgaand niet-route gebonden schip zijn voor de drie inrichtingsvarianten de schaduwstukken bepaald. Aangenomen wordt dat het niet-route gebonden schip 500m van het park vaart. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 4-7 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) tot en met Figuur 4-11 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) voor het blauwe schip dat langs de rode track vaart.

De figuren tonen aan dat er een lastig stuk is op ongeveer 2 à 3 nm afstand van het kruispunt met schaduwstukken boven de 50 m. De 5D-variant geeft duidelijk minder grote schaduwen, maar dit wordt veroorzaakt door het feit dat de afstand tussen het park en het route gebonden schip (veel) groter is dan bij de beide andere inrichtingsvarianten. De maximale lengte van de schaduw tot 4 nm voor het kruispunt is voor alle inrichtingsvarianten gelijk, ook de maximale schaduw lengte voor de 5 MW en de 12D-variant binnen de 4 nm voor het kruispunt is gelijk.

Door de grotere passeerafstand bij de 5D-variant geeft deze variant de minste zichtbelemmering, maar bij deze variant wordt dan ook niet de volledige oppervlakte van de windparklocatie benut. Het verschil tussen de beide andere inrichtingsvarianten is klein. De 12D-variant laat iets minder schaduwstukken groter dan 20m zien dan de 'basis' inrichtingsvariant. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat het aantal turbines bij deze variant meer dan gehalveerd is ten opzichte van de 'basis' variant.

In hoofdstuk 5.3.8 wordt aangegeven wat de orde van grootte is van de extra kans op een aanvaring door de zichtbelemmering.

In Figuur 4-12 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in de Wbr-vergunningaanvraag) tot en met Figuur 4-16 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in de Wbr-vergunningaanvraag) zijn de figuren gemaakt

voor het niet-route gebonden verkeer. Voor dit verkeer is aangenomen dat het naar dezelfde moeilijke hoek vaart. Voor deze schepen is aangenomen dat ze vlak langs het park op een afstand van 500 m varen. De 'basis' variant en de 12D-variant vertonen een gelijk beeld als de situatie route gebonden met niet-route gebonden. Alleen voor de 5D-variant is de link verschoven richting het park. Route gebonden verkeer zal binnen het verkeersscheidingsstelsel blijven en dus zal de afstand tussen het park en de link met de route gebonden schepen groter zijn voor de 5D-variant. Niet-route gebonden verkeer zal echter wel dicht langs het park mogen varen, dus voor de situatie van alleen niet-route gebonden schepen is de link verschoven tot op 500m van het windpark. Uit de figuren volgt nu dat het verloop van de maximale lengte van de schaduw voor alle drie de inrichtingsvarianten hetzelfde beeld laat zien.

5.3.8 EXTRA AANVARINGEN DOOR ZICHT BELEMMERING

In Figuur 43 is de verkeersafwikkeling voor de locatie Buitengaats gegeven. Er vinden geen kritische ontmoetingen op een van de hoekpunten voor tussen twee route gebonden schepen plaats. In de figuur zijn alleen de verkeersstromen voor het route gebonden verkeer getekend, maar een moeilijke ontmoetingssituatie kan zich ook voordoen tussen een route gebonden schip (koopvaardij) en een niet-route gebonden schip (meestal visser) of tussen twee niet-route gebonden schepen. Voor een niet-route gebonden schip is de zichtkwesitie wel hetzelfde als voor een route gebonden schip, maar een niet-route gebonden schip heeft veel minder ruimte nodig om uit te wijken. De verplichte 500 m afstand is ruim voldoende voor een noodmanoeuvre, welke natuurlijk zoveel mogelijk voorkomen moet worden.

In Tabel 135 is de extra kans op een aanvaring door de belemmering van het zicht bepaald op basis van berekeningen en een aantal aannames. In het linkerdeel staat het resultaat van de modelberekening zonder de zichtbeperking door het windpark mee te nemen. De tabel geeft dat er 0.0022 aanvaringen tussen kruisend verkeer per jaar verwacht worden ofwel een aanvaring eens in de 445 jaar. De 'overtaking' en 'head-on' aanvaringen zijn hier buiten beschouwing gelaten omdat voor dit type aanvaring geen extra risico door het park optreedt. De tabel geeft ook aan tussen welke scheepstypen deze aanvaring verwacht wordt. Voor de niet-route gebonden vaart is aangenomen dat de dichtheid rondom het park twee keer zo groot wordt omdat deze schepen dicht langs het park zullen varen.

In het rechterdeel van de tabel wordt het extra aantal aanvaringen als volgt geschat. Alleen de ontmoetingen tussen kruisende schepen waarbij het windpark zich tussen de schepen bevindt zijn extra gevaarlijk. Dit percentage is voor iedere gridcel geschat, zie Tabel 135 in de kolom 'fractie moeilijk door windpark'. Gezien de al zeer lage aantallen is aangenomen dat bij alle kruisende ontmoetingen in het gebied, het windpark tussen de ontmoetende schepen staat. Voor deze groep wordt aangenomen dat 10% vlak langs het park vaart en in moeilijkheden kan komen. Voor de niet-route gebonden schepen wordt aangenomen dat er meer schepen (20%) vlak langs het park varen omdat het windpark voor deze schepen meer een obstakel vormt.

Er wordt een factor toegepast om de extra ongevalsgevoeligheid, gegeven een moeilijke ontmoeting mee te nemen. Deze factor is 3 voor een ontmoeting tussen twee route gebonden schepen, 2.25 voor een ontmoeting tussen een route gebonden schip en een niet-route gebonden schip en 1.5 voor een ontmoeting tussen twee niet-route gebonden schepen. Feitelijk zou deze factor moeten variëren met de inrichtingsvariant, maar gezien de resultaten is het verschil tussen de inrichtingsvarianten minimaal.

zonder extra factor voor moeilijk kruisend verkeer					toegepaste factoren			
Type aanvaring	R-schepen	N-schepen	aantal aanvaringen per jaar	aanvaringen eens in de .. Jaar	fractie moeilijk door windpark	fractie met kleine afstand	extra factor voor kans op aanvaring gegeven een ontmoeting	extra aantal aanvaringen door windpark eens in de .. jaar
Tussen twee route gebonden schepen	0.0001	0	0.0000	39180	100%	10%	3	195902
Een route-gebonden schip met een niet-route gebonden schip	0.0007	0.0007	0.0007	1430	25%	20%	2.25	22875
Tussen twee niet-route-gebonden schepen	0	0.0030	0.0015	656	25%	20%	1.5	26245
Totaal			0.0022	445				11505

Tabel 135 Risico en extra risico voor kruisend verkeer

5.3.8.1 CONCLUSIE

De schatting resulteert in een extra aanvaring door het windpark eens in de 11505 jaar. De betrouwbaarheid van dit resultaat is niet groot omdat de gebruikte factoren en aannames arbitrair zijn, maar het toont wel aan dat de extra kans op een aanvaring klein is.

5.3.9 ZEEENERGIE: LOCATIE EN INRICHTINGSVARIANTEN

Voor de windparken Gemini is het effect op de scheepvaart voor drie inrichtingsvarianten onderzocht, namelijk:

- Een variant met 80 turbines van 5 MW, verder aangeduid met GWS_5 MW;
- Een variant met 78 turbines van 5 MW, waarbij de onderlinge afstand kleiner is, verder aangeduid met GWS_5 MW_5D;
- Een variant met 282 turbines van 5 MW, waarbij de onderlinge afstand groter is dan bij de eerste variant, verder aangeduid met GWS_5 MW_12D;

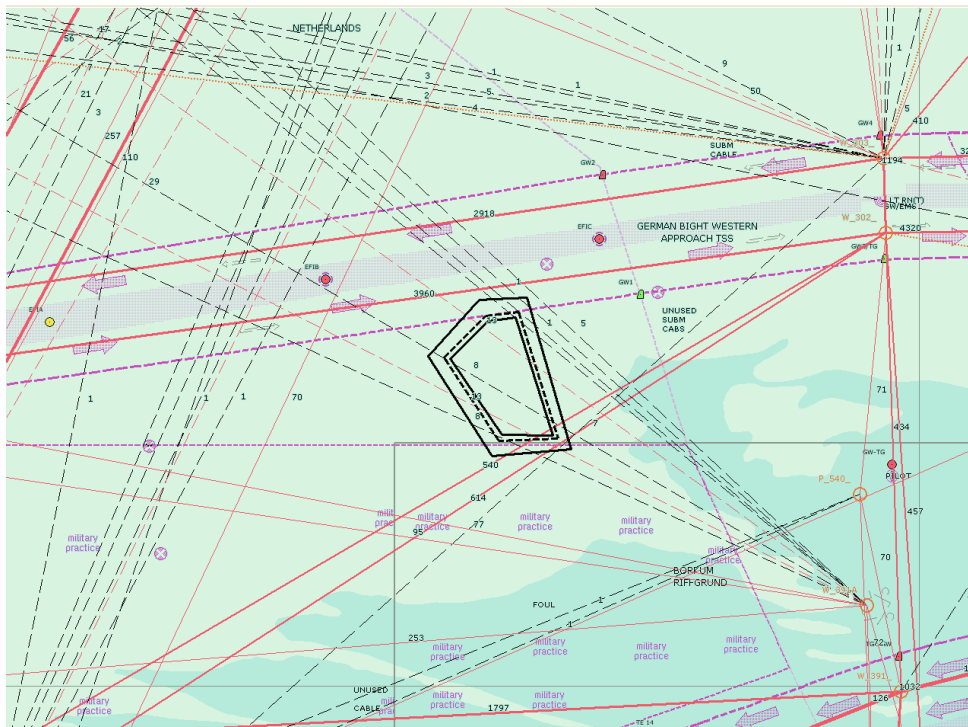
Verskil BARD vergunde windpark en ZeeEnergie

Hoewel de uitgangspunten voor het windpark ZeeEnergie (4MW) enigszins afwijken van de uitgangspunten van het "oude" vergunde BARD windpark (5MW) is de verwachting dat beide uitgangspunten voor scheepvaart en veiligheid tot dezelfde effecten zal leiden.

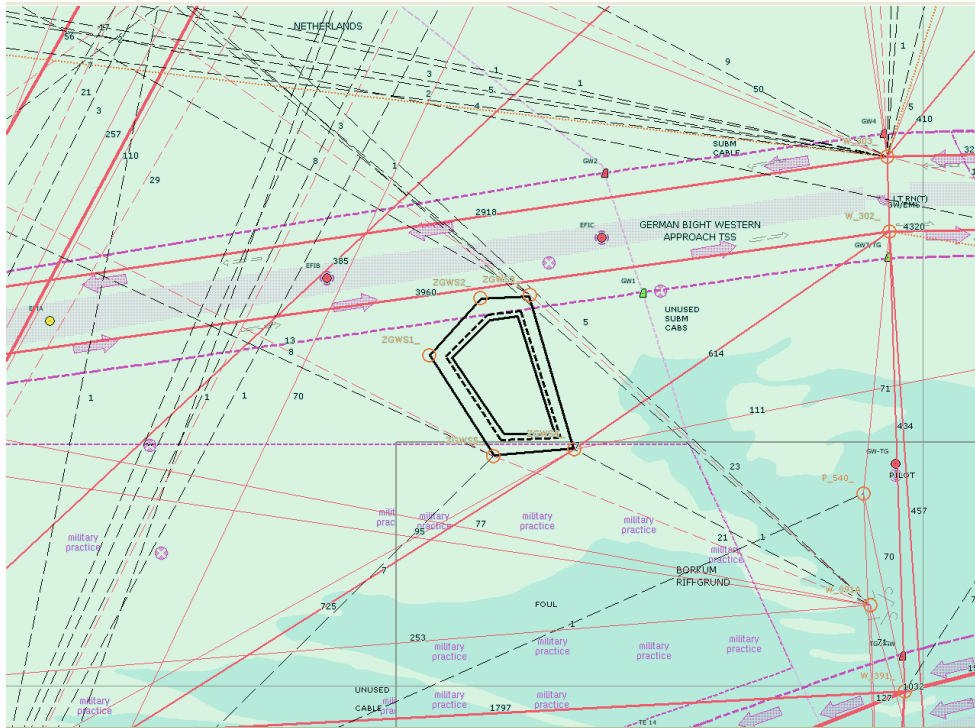
In Figuur 44 is de windparklocatie ZeeEnergie weergegeven met de verkeersdatabase voor 2004, waarbij de locatie nog niet vrijgemaakt is. In Figuur 63 wordt de verkeersdatabase getoond waarbij de windparklocatie ZeeEnergie vrijgemaakt is. Bij de 5 MW 12D variant staan de windturbines ruim 1400m uit elkaar waardoor het wettelijk is toegestaan om door het windpark te varen. Het toestaan van verkeer door het windpark verslechtert de veiligheid aanzienlijk en moet worden voorkomen door een extra verordening of door het plaatsen van extra turbines. Bij de berekening is aangenomen dat al het verkeer om het windpark heen vaart.

In Figuur 44 en Figuur 45 zijn drie gebieden getekend. Het binnenste gebied is getrokken over de buitenste turbines van de 5 MW, variant. Het buitenste gebied is een gebied op een afstand van 1 zeemijl van de buitenste turbines. Het middelste (gestippelde) gebied is het gebied op een afstand van 500m (wettelijke veiligheidsafstand) van de buitenste turbines.

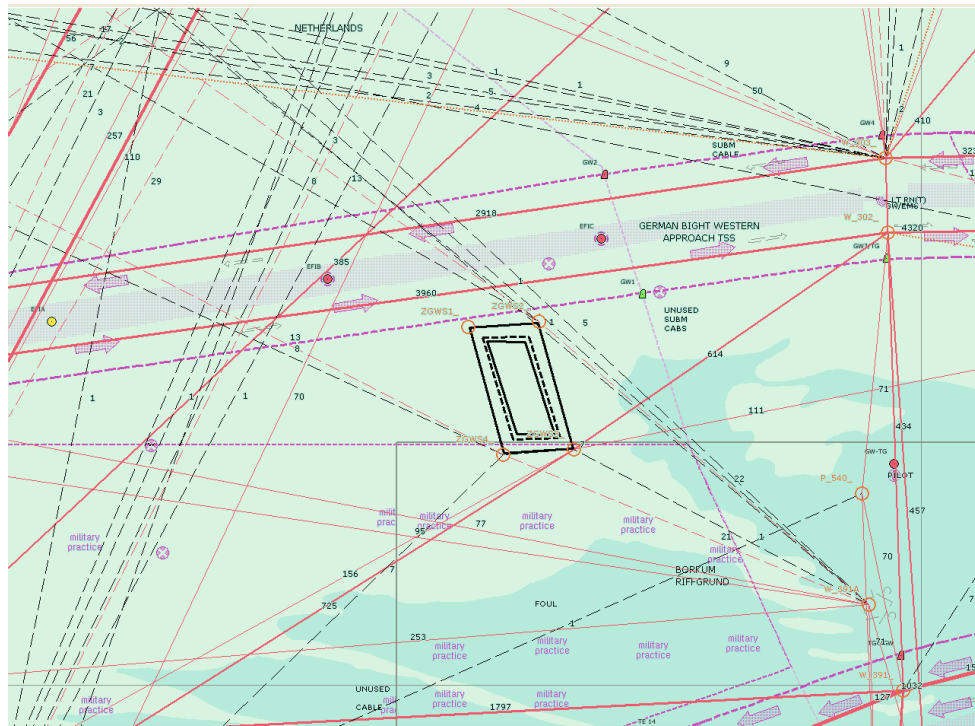
Bij de eerste en derde variant wordt het totale oppervlak van het windpark gevuld met turbines. Bij de tweede inrichtingsvariant wordt niet het gehele oppervlak van het windpark gebruikt. Daarom is voor deze variant een aangepaste verkeersdatabase aangemaakt en gebruikt in de berekeningen voor deze variant, zie Figuur 46.



Figuur 44 Verkeersbeeld bij windparklocatie ZeeEnergie in de huidige situatie



Figuur 45 De windparklocatie ZeeEnergy vrijgemaakt van scheepvaartverkeer voor basisscenario en 12D variant



Figuur 46 De windparklocatie Buitengaats (variant 5D) vrijgemaakt van scheepvaartverkeer.

Turbine type

In het ZeeEnergy windpark zullen monopile turbines geplaatst worden zoals in de meeste parken in de Nederlandse EEZ. De totale doorsnede van tripods, gebruikt voor de berekeningen, is 23m, waarmee de berekeningen zijn gedaan. De doorsnede gebruikt voor de monopalen varieert tussen de 5m en 7m. Het gebruik van de tripod resulteert dus in relatief grotere aanvaar/aandrijf frequenties dan bij gebruik van een monopile.

BARD Engineering GmbH heeft een studie laten uitvoeren naar de gevolgen van een aanvaring van een tripod in vergelijking met een monopaal (BIEHL 2006). De belangrijkste conclusie is dat de aanvaringsvriendelijkheid van een tripod gelijk is aan die van een monopaal. Daarom en om een goede vergelijking te kunnen blijven maken met andere studies is dezelfde schadematrix toegepast als voor de monopaal.

5.3.9.1 AANVAAR/ AANDRIJF FREQUENTIES

Door de aanwezigheid van het windpark is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. Voor deze berekeningen is de verkeersdatabase gebruikt voor 2004 waarbij de windparklocatie is vrijgemaakt van verkeer (zie Figuur 63). De resultaten van deze berekening worden gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark.

Bij het bepalen van de frequenties is rekening gehouden met de extra aandrijfkans (door route gebonden schepen) als gevolg van de verhoogde storingskans nabij de aanloop van een haven. Door de ligging van het ZeeEnergie windpark is het effect hiervan erg klein. Door de extra storingskans nabij de aanloop van een haven neemt het totaal aantal aandrijvingen per jaar door route gebonden schepen slechts met 0.4% toe.

In Tabel A1-1 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) staan de aanvaar- en aandrijffrequenties per windturbine. In Tabel A1-2 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) staat het verwachte totaal aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar voor het gehele windpark inclusief het High Voltage Station. Uit Tabel A1-1 volgt dat de windturbines aan de noordkant van het park de hoogste aanvaarkans hebben.

De kans op een aanvaring/aandrijving van een windturbine per jaar is bepaald voor de drie inrichtingsvarianten. Tabel 136 bevat de kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over alle windturbines in een windpark. De 12D-variant met 5 MW turbines geeft het kleinste risico. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat bij deze variant “slechts” 28 turbines geplaatst worden tegen respectievelijk 80 en 78 turbines voor de beide andere varianten.

In Tabel 137 wordt de aanvaar/aandrijfkans gegeven per verwachte energieopbrengst van de variant in MWh. Deze tabel bevat dus de aanvaar/aandrijfkans per jaar per MWh en deze getallen moeten geminimaliseerd worden om het risico per energieopbrengst te minimaliseren. Uit deze tabel volgt dat het verschil tussen de verschillende varianten klein is.

Ten slotte worden in Tabel 137 de aanvaar/aandrijffrequenties per km² gegeven. Uit deze tabel volgt dat de aandrijf/aanvaarfrequentie per km² groter is voor de 5D-variant, omdat er veel meer windturbines per oppervlakte eenheid staan. Deze tabel geeft geen inzicht in de energieopbrengst per km², die voor de 5D-variant erg hoog is. De locatie van ZeeEnergie is qua verkeersveiligheid een gunstige locatie en omdat het risico per MWh niet erg varieert met de inrichting is een inrichting met een zo groot mogelijke opbrengst op deze locatie aan te bevelen.

Inrichtings-variant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
5 MW	41.61	1607729	80	0.008453	0.009268	0.012492	0.002298	0.032511
5 MW 5D	21.07	1469088	78	0.002216	0.011225	0.011146	0.002295	0.026882
5 MW 12D	39.44	610847	28	0.002477	0.003851	0.004412	0.000833	0.011573

Tabel 136 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten

Inrichtingsvariant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / MWh		Totaal per jaar / MWh
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
5 MW	41.61	1607729	80	5.26E-09	5.76E-09	7.77E-09	1.43E-09	2.02E-08
5 MW 5D	21.07	1469088	78	1.51E-09	7.64E-09	7.59E-09	1.56E-09	1.83E-08
5 MW 12D	39.44	610847	28	4.06E-09	6.30E-09	7.22E-09	1.36E-09	1.89E-08

Tabel 137 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten

Inrichtings-variant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	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	
5 MW	39.55	1585775	78	0.000203	0.000223	0.000300	0.000055	0.000781
5 MW 5D	21.14	1468350	78	0.000105	0.000533	0.000529	0.000109	0.001276
5 MW 12D	39.32	699044	32	0.000063	0.000098	0.000112	0.000021	0.000293

Tabel 138 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per km² voor de beschouwde inrichtingsvarianten

5.3.10 GEVOLGSCHADE

5.3.10.1 SCHADE AAN HET SCHIP

Voor de gevolgschade aan het schip worden drie types onderscheiden; schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade. De frequentie van ieder type schade aan het schip is gegeven in Tabel A1-3 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag). De frequenties worden gegeven voor zeven verschillende scheepstypen.

5.3.10.2 SCHADE AAN DE WINDTURBINES

Voor de gevolgschade aan de windturbines worden vier typen onderscheiden; een deuk in de turbine mast, de turbine kan scheef gaan staan, de turbine kan omvallen, de gondel en mast kunnen op het schip vallen en er kan geen schade zijn. De frequentie van deze verschillende types voor het gehele windpark gesommeerd is gegeven in Tabel A1-4 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag).

Op basis van de gemiddelde massa van een bepaald scheepstype en scheepsgrootte en de gemiddelde snelheid kan de kinetische energie bepaald worden op het moment van 'impact'. De verdeling van de aanvaar/aandrijffrequenties voor de verschillende impactenergie niveaus zijn gegeven in Tabel A1-5 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag). Uit Tabel A1-5 volgt dat de aanvaringen/aandrijvingen in de lagere energie niveaus voornamelijk veroorzaakt worden door niet-route gebonden verkeer. Figuur A1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties. De grafiek moet als volgt worden afgelezen. Elk punt op een lijn geeft de frequentie per jaar (x-as) dat de kinetische energie hoger zal zijn dan een bepaalde waarde (y-as).

5.3.10.3 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 hoofdtypen olie onderscheiden, bunkerolie en ladingolie. In Tabel A1-6 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) wordt de frequentie voor de uitstroom van bunkerolie gegeven voor verschillende uitstroom volumeklassen. In Tabel A1-7 wordt de frequentie van uitstroom van ladingolie gegeven. In Tabel A1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar is voor de drie varianten in Tabel 139 gegeven. Op basis van de frequenties (bijvoorbeeld $0.000663+0.000227$ voor variant 5 MW) is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald. Deze bedraagt voor de variant 5 MW 1124 jaar ($= 1/(0.000663+0.000227)$). De gemiddelde uitstroom van afgerond 1.0 m^3 ladingolie voor de variant van 5 MW in Tabel 139 dient alleen als vergelijking. Een gemiddelde van afgerond 1.0 m^3 ieder jaar geeft een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 4400 m^3 eens in de 4400 jaar. In Appendix A (als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) is daarom de verdeling van de uitstroom over de verschillende volumeklassen gegeven.

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 (uit KOLDENHOF & VAN DER TAK 2004). In Tabel 140 zijn de waarden van Tabel 139 als percentage van het totaal in de EEZ gegeven. Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0.18% ($= (0.000663+0.000227) / (0.353402+0.148723)$ in %) voor de variant 5 MW. De uitstroom vertoont hetzelfde beeld als het aanvaar/aandrijfrisico. Per MWh is het verschil in de milieuschade tussen de drie varianten klein. Wel is de milieuschade per km^2 relatief kleiner bij de 12D-variant ten opzichte van de beide andere varianten.

Naast de uitstroom van olie is ook de uitstroom van chemicaliën een schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk voor het milieu, de mate waarin een bepaalde stof schadelijk is wordt aangeduid met ecologisch risico. In Tabel A1-9 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) worden de frequenties gegeven van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een

aanvaring/aandrijving van een windturbine voor verschillend ecologisch risico. De uitstroom van chemicaliën geeft hetzelfde beeld als de uitstroom van olie.

Variant	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
5 MW	0.000663	1508	0.368	0.000227	4405	0.996	1124
5 MW 5D	0.000595	1680	0.326	0.000189	5284	0.827	1275
5 MW 12D	0.000234	4268	0.130	0.000079	12657	0.346	3192
EEZ	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2.0

Tabel 139 Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

variant	Bunkerolie		Ladingolie	
	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³
5 MW	0.19%	0.54%	0.15%	0.07%
5 MW 5D	0.17%	0.48%	0.13%	0.06%
5 MW 12D	0.07%	0.19%	0.05%	0.02%
EEZ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabel 140 Uitstroom van bunkerolie en ladingolie als percentage van de uitstroom op het EEZ

Variant	Energie-opbrengst [MWh]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per MWh	Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per MWh
5 MW	1607729	4.12E-10	2.29E-07	1.41E-10	6.20E-07
5 MW 5D	1469088	4.05E-10	2.22E-07	1.29E-10	5.63E-07
5 MW 12D	610847	3.83E-10	2.13E-07	1.29E-10	5.66E-07

Tabel 141 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per MWh

Variant	Oppervlakte [km ²]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per km ²	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per km ²	Frequentie per km ²	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per km ²
5 MW	41.61	0.000016	0.008844	0.000005	0.023937
5 MW 5D	21.07	0.000028	0.015472	0.000009	0.039250
5 MW 12D	39.44	0.000006	0.003296	0.000002	0.008773

Tabel 142 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per km²

5.3.10.4 *PERSOONLIJK LETSEL*

Persoonlijk letsel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip vallen. In Tabel A1-10 (in Appendix A als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) is een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast. Ook wordt een indicatie gegeven van het groepsrisico. Bij het groepsrisico is de kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een chemicaliën tanker, een ferry of een gastanker de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt. Voor de frequenties wordt verwezen naar de detailtabellen in Appendix A (als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag).

Beoordeling van het risico

Er bestaan geen echte normen voor het risico op zee maar voor het afschatten van de externe veiligheid is aansluiting gezocht bij de risico-normering vervoer gevaarlijke stoffen, zoals beschreven in (MINISTERIES VAN VW, BZK EN VROM 2004). Voor een windpark liggen alle contouren voor het individuele risico op het water zodat altijd aan de (eventuele) norm voor het individueel risico wordt voldaan.

In MINISTERIES VAN VW, BZK EN VROM (2004) is een oriënterende waarde voor het groepsrisico gegeven van 10^{-4} per jaar per kilometer route (vaarweg) voor een ramp met minstens 10 slachtoffers. Het is overigens de vraag of deze norm toegepast mag worden, want het gaat hier om slachtoffers van de vervoerders (die het ongeval veroorzaken) en niet om slachtoffers in de directe omgeving van de route. Toch is deze oriënterende waarde gebruikt voor het beoordelen van het groepsrisico. Bij de 5 MW inrichtingsvariant is de kans op meer dan 10 doden (zie Tabel A1-10) gelijk aan $1/19008$ per jaar. Het windpark heeft een lengte van meer dan 11 km, dus per km vaarweg is de kans van $4.8 \cdot 10^{-6}$. Gezien de “worst case” benaderingen mag geconcludeerd worden dat het overlijdensrisico geen echte rol speelt bij de keuze van de inrichtingsvariant.

5.3.11 *ZEEENERGIE: EFFECTEN VOOR DE SCHEEPVAART*

Tabel 143 geeft het effect van het windpark op de scheepvaartongevallen buiten het windpark, door de verandering van de vaarroutes. De veranderingen zijn negatief, wat wil zeggen dat de veiligheid is toegenomen. De reden is dat enkele links zo verplaatst worden dat het trajectdeel in de Nederlandse EEZ kleiner wordt en in het Duitse EEZ groter. Het risico wordt daardoor verplaatst van Nederland naar Duitsland, maar het blijft verwaarloosbaar klein.

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele EEZ na aanpassing van het verkeer bij windpark ZeeEnergie	Effect windpark t.o.v. autonome situatie	Relatieve effect van het windpark t.o.v. autonome situatie.
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's	aantal	1.257	0.0000	0.00%
Chemicaliën tankers	aantal	18.966	0.0000	0.00%
Olietankers	aantal	8.999	-0.0010	-0.01%
Gas tankers	aantal	5.791	0.0000	0.00%
Bulkers	aantal	26.833	-0.0010	0.00%
Unitised	aantal	84.003	-0.0040	0.00%
General Dry Cargo	aantal	6.447	-0.0030	-0.05%
Passenger schepen + conv. ferries	aantal	1.088	0.0000	0.00%
High Speed Ferries	aantal	0.273	0.0000	0.00%
Overig	aantal	5.200	-0.0010	-0.02%
Totaal route gebonden	aantal	158.857	-0.0100	-0.01%
Totaal niet route gebonden	aantal	194.149	0.0000	0.00%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	10.975	-0.0020	-0.02%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	6.277	0.0000	0.00%
Stranding als gevolg van motor storing	aantal/jaar	1.423	-0.0001	-0.01%
Rammen van platform na navigatiefout	aantal/jaar	0.269	-0.0002	-0.08%
Driften tegen platform na motorstoring	aantal/jaar	0.048	0.0000	-0.01%
Zinken	aantal/jaar	1.432	0.0000	0.00%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Brand/Explosie	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Totaal	aantal/jaar	20.425	-0.0023	-0.01%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	1123.710	0.0000	0.00%

Tabel 143 Scoretabel voor de effecten van het windpark ZeeEnergie voor de scheepvaart

5.3.12 HET EFFECT VAN HET WERKVERKEER OP HET RISICO

De aanlegfase van een windpark duurt een jaar. In de periode van een half jaar varen dan dagelijks enkele schepen (maximaal vijf) van en naar het windpark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. In een gebied 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 is van tijdelijke aard.

Vermoedelijk zal Emden de uitvalsbasis voor het windpark ZeeEnergie worden. Vanuit Emden naar ZeeEnergie is het ongeveer 3 uur varen in open zee boven de Waddeneilanden. Voor alle bewegingen per jaar dus $2 \text{ (heen + terug)} \times 5 \text{ (reizen/dag)} \times 180 \text{ (periode van 6 maanden)} \times 3 \text{ uur varen} = 5400 \text{ vaaruren}$ voor de aanleg. Dit levert een verhoging van het gemiddelde aantal schepen op zee op van 0.6 schip (= $5600 \text{ vaaruren} / (365 \times 24 \text{ uren in een jaar})$) op een totaal van 300 varende schepen. Aangezien de bouw maar een half jaar duurt, is de verhoging gedurende dit deel van het jaar 1.2 schip. In deze periode van een half jaar is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit 0.8% hoger dan normaal. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0.4%.

5.3.13 RADARDEKKING NAAR DE NEDERLANDSE HAVENS

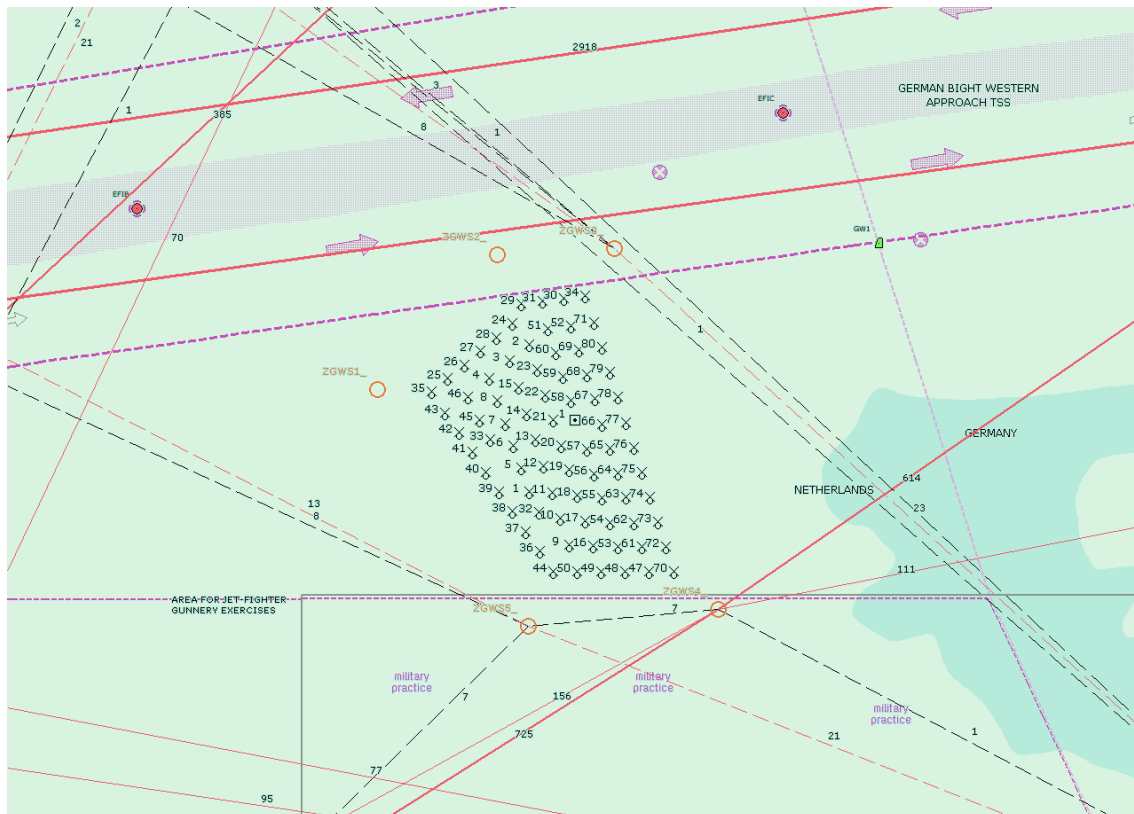
Windpark ZeeEnergie valt buiten de radardekking naar een Nederlandse haven.

5.3.14 KRUISENDE SCHEEPVAART

In 5.3.14.1 zijn voor alle inrichtingsvarianten de figuren opgemaakt die aangeven hoeveel schaduwstukken van een bepaalde grootte optreden op het traject van 8 nm tot aan het kruispunt. In paragraaf 5.3.14.2 is het extra aantal aanvaringen geschat door de zichtbelemmering door het windpark.

5.3.14.1 VERGELIJKING OPSTELLINGEN VOOR DE VARIANTEN

Figuur 47 toont de scheepvaartlinks in de buurt van het windpark ZeeEnergie waarbij het windpark vrijgemaakt is. De noordkant van het park grenst aan de diepwaterroute richting de Duitse Bocht. Route gebonden schepen passeren het park in oostelijke richting. Een kruisende situatie, waarbij het windpark een 'obstakel' zou kunnen vormen, met ander route gebonden verkeer doet zich niet voor nabij de windpark locatie. De grootste zichtproblemen doen zich voor aan de noordoostkant van het park waar niet-route gebonden schepen vanuit zuidelijke richting route gebonden schepen in het verkeersscheidingsstelsel kruisen. In deze situatie kan het route gebonden schip, door de aanwezigheid van het windpark, niet uitwijken naar stuurboordzijde.



Figuur 47 Verkeersafwikkeling bij ZeeEnergie

Voor deze situatie, een kruising van een oostgaand route gebonden schip en een noordgaand niet-route gebonden schip zijn voor de drie inrichtingsvarianten de schaduwstukken bepaald. Aangenomen wordt dat het niet-route gebonden schip 500m van het park vaart. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 4-7 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) tot en met Figuur 4-11 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) voor het blauwe schip dat langs de rode track vaart.

De figuren tonen aan dat er een lastig stuk is op ongeveer 1 á 2 nm afstand van het kruispunt met voor de “basis” variant enkele schaduwstukken boven de 50 m. De 5D-variant geeft duidelijk minder grote schaduwen, maar dit wordt veroorzaakt door het feit dat de afstand tussen het park en het route gebonden schip (veel) groter is dan bij de beide andere inrichtingsvarianten.

De maximale lengte van de schaduw tot 4 nm voor het kruispunt is voor alle inrichtingsvarianten gelijk, ook de maximale schaduw lengte voor de 5 MW en de 12D-variant binnen de 4 nm voor het kruispunt is gelijk.

Door de grotere passeerafstand bij de 5D-variant geeft deze variant de minste zichtbelemmering, maar bij deze variant wordt dan ook niet de volledige oppervlakte van de windparklocatie benut. Het verschil tussen de beide andere inrichtingsvarianten is klein. De 12D-variant laat iets minder schaduwstukken groter dan 20m zien dan de “basis” inrichtingsvariant. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat het aantal turbines bij deze variant meer dan gehalveerd is ten opzichte van de “basis” variant.

In hoofdstuk 5.6.3.7.2 wordt aangegeven wat de orde van grootte is van de extra kans op een aanvaring door de zichtbelemmering.

In Figuur 4-12 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) tot en met Figuur 4-16 (bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) zijn de figuren gemaakt voor het niet-route gebonden verkeer. Voor dit verkeer is aangenomen dat het naar dezelfde moeilijke hoek vaart. Voor deze schepen is aangenomen dat ze vlak langs het park op een afstand van 500 m varen. De ‘basis’ variant en de 12D-variant vertonen een gelijk beeld als de situatie route gebonden met niet-route gebonden. Alleen voor de 5D-variant is de link verschoven richting het park. Route gebonden verkeer zal binnen het verkeersscheidingssysteem blijven en dus zal de afstand tussen het park en de link met de route gebonden schepen groter zijn voor de 5D-variant. Niet-route gebonden verkeer zal echter wel dicht langs het park mogen varen, dus voor de situatie van alleen niet-route gebonden schepen is de link verschoven tot op 500m van het windpark. Uit de figuren volgt nu dat het verloop van de maximale lengte van de schaduw voor alle drie de inrichtingsvarianten hetzelfde beeld laat zien.

5.3.14.2 EXTRA AANVARINGEN DOOR ZICHTBELEMMERING

In Figuur 47 is de verkeersafwikkeling voor de locatie ZeeEnergie gegeven. Er vinden geen kritische ontmoetingen op een van de hoekpunten voor tussen twee route gebonden schepen plaats. In Figuur 47 zijn alleen de verkeersstromen voor het route gebonden verkeer getekend, maar een moeilijke ontmoetingssituatie kan zich ook voordoen tussen een route gebonden schip (koopvaardij) en een niet-route gebonden schip (meestal visser) of tussen twee niet-route gebonden schepen. Voor een niet-route gebonden schip is de zichtkwesitie wel hetzelfde als voor een route gebonden schip, maar een niet-route gebonden schip heeft veel minder ruimte nodig om uit te wijken. De verplichte 500 m afstand is ruim voldoende voor een noodmanoeuvre, welke natuurlijk zoveel mogelijk voorkomen moet worden.

In Tabel 144 is de extra kans op een aanvaring door de belemmering van het zicht bepaald op basis van berekeningen en een aantal aannames. In het linkerdeel staat het resultaat van de modelberekening zonder de zichtbeperking door het windpark mee te nemen. De tabel geeft dat er 0.0028 aanvaringen tussen kruisend verkeer per jaar verwacht worden ofwel een aanvaring eens in de 357 jaar. De “overtaking” en “head-on” aanvaringen zijn hier buiten beschouwing gelaten omdat voor dit type aanvaring geen extra risico door het park optreedt. De tabel geeft ook aan tussen welke scheepstypen deze aanvaring verwacht wordt. Voor de niet-route gebonden vaart is aangenomen dat de dichtheid rondom het park twee keer zo groot wordt omdat deze schepen dicht langs het park zullen varen.

In het rechterdeel van de tabel wordt het extra aantal aanvaringen als volgt geschat. Alleen de ontmoetingen tussen kruisende schepen waarbij het windpark zich tussen de schepen bevindt zijn extra gevaarlijk. Dit percentage is voor iedere gridcel geschat, zie Tabel 144 in de kolom ‘fractie moeilijk door windpark’. Gezien de al zeer lage aantallen is aangenomen dat bij alle kruisende ontmoetingen in het gebied, het windpark tussen de ontmoetende schepen staat. Voor deze groep wordt aangenomen dat 10% vlak langs het park vaart en in moeilijkheden kan komen. Voor de niet-route gebonden schepen wordt aangenomen dat er meer schepen (20%) vlak langs het park varen omdat het windpark voor deze schepen meer een obstakel vormt.

Er wordt een factor toegepast om de extra ongevalsgevoeligheid, gegeven een moeilijke ontmoeting mee te nemen. Deze factor is 3 voor een ontmoeting tussen twee route gebonden schepen, 2.25 voor een ontmoeting tussen een route gebonden schip en een niet-route gebonden schip en 1.5 voor een ontmoeting tussen twee niet-route gebonden schepen. Feitelijk zou deze factor moeten variëren met de inrichtingsvariant, maar gezien de resultaten van is het verschil tussen de inrichtingsvarianten minimaal.

zonder extra factor voor moeilijk kruisend verkeer					toegepaste factoren			
Type aanvaring	R-schepen	N-schepen	aantal aanvaringen per jaar	aanvaringen eens in de .. Jaar	fractie moeilijk door windpark	fractie met kleine afstand	extra factor voor kans op aanvaring gegeven een ontmoeting	extra aantal aanvaringen door windpark eens in de .. jaar
Tussen twee route gebonden schepen	0.0001	0	0.0001	15567	100%	10%	3	77833
Een route-gebonden schip met een niet-route gebonden schip	0.0016	0.0016	0.0016	628	25%	20%	2.25	10045
Tussen twee niet-route gebonden schepen	0	0.0023	0.0011	888	25%	20%	1.5	35520
Totaal			0.0028	359				7115

Tabel 144 Risico en extra risico voor kruisend verkeer

Conclusie

De schatting resulteert in een extra aanvaring door het windpark eens in de 7115 jaar. De betrouwbaarheid van dit resultaat is niet groot omdat de gebruikte factoren en aannames arbitrair zijn, maar het toont wel aan dat de extra kans op een aanvaring klein is.

5.4 EFFECTBESCHRIJVING EN –BEOORDELING

5.4.1 BUITENGAATS

Tabel 145 is het meest illustratief voor de keuze van de voorkeursvariant. De 12D-variant geeft een lagere aanvaar/aandrijffrequentie, maar de aanvaar/aandrijffrequentie per MWh is vrijwel gelijk voor de drie inrichtingsvarianten. De locatie van Buitengaats is qua verkeersveiligheid een gunstige locatie (vergelijking met behulp van Tabel 146) en omdat het risico per MWh niet erg varieert met de inrichting is een inrichting met een zo groot mogelijke opbrengst op deze locatie aan te bevelen, dus feitelijk de 5 MW 5D variant maar dan de gehele locatie volgebouwd.

Inrichting svariant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
5 MW	42.34	1598370	78	0.010700	0.014538	0.012574	0.002139	0.039951
5 MW 5D	21.16	1482236	78	0.001700	0.022554	0.011146	0.002325	0.037725
5 MW 12D	41.97	700601	32	0.005237	0.007427	0.005315	0.000919	0.018898

Tabel 145 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten

Inrichting-variant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / MWh		Totaal per jaar / MWh
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
5 MW	42.34	1598370	78	6.69E-09	9.10E-09	7.87E-09	1.34E-09	2.50E-08
5 MW 5D	21.16	1482236	78	1.15E-09	1.52E-08	7.52E-09	1.57E-09	2.55E-08
5 MW 12D	41.97	700601	32	7.48E-09	1.06E-08	7.59E-09	1.31E-09	2.70E-08

Tabel 146 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots aan de criteria voor het extern risico, zowel het individueel als het groepsrisico, voldaan. Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0.18% voor de 5 MW variant. De sleepboot Ievoli Black kan een deel van de aandrijvingen voorkomen. Voor de huidige locatie op zee van Ievoli Black nabij het Texel-verkeersscheidingsstelsel bij windkracht vanaf 5 Bft kan 50% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen. 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.

5.4.2 ZEEENERGIE

Tabel 147 is het meest illustratief voor de keuze van de voorkeursvariant. De 12D-variant geeft een lagere aanvaar/aandrijffrequentie, maar de aanvaar/aandrijffrequentie per MWh is vrijwel gelijk voor de drie inrichtingsvarianten. De locatie van ZeeEnergie is qua verkeersveiligheid een gunstige locatie (vergelijking met behulp van Tabel 148) en omdat het risico per MWh niet erg varieert met de inrichting is een inrichting met een zo groot mogelijke opbrengst op deze locatie aan te bevelen, dus feitelijk de 5 MW 5D variant maar dan de gehele locatie volgebouwd.

Inrichtingsvariant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
5 MW	41.61	1607729	80	0.008453	0.009268	0.012492	0.002298	0.032511
5 MW 5D	21.07	1469088	78	0.002216	0.011225	0.011146	0.002295	0.026882
5 MW 12D	39.44	610847	28	0.002477	0.003851	0.004412	0.000833	0.011573

Tabel 147 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten

Inrichtingsvariant	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / MWh		Totaal per jaar / MWh
				R- schepen	N- schepen	R- schepen	N- schepen	
5 MW	41.61	1607729	80	5.26E-09	5.76E-09	7.77E-09	1.43E-09	2.02E-08
5 MW 5D	21.07	1469088	78	1.51E-09	7.64E-09	7.59E-09	1.56E-09	1.83E-08
5 MW 12D	39.44	610847	28	4.06E-09	6.30E-09	7.22E-09	1.36E-09	1.89E-08

Tabel 148 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots aan de criteria voor het extern risico, zowel het individueel als het groepsrisico, voldaan. Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0.18% voor de 5 MW variant.

De sleepboot Ievoli Black kan een deel van de aandrijvingen voorkomen. Voor de huidige locatie op zee van Ievoli Black nabij het Texel-verkeersscheidingsstelsel bij windkracht vanaf 5 Bft kan 50% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen. 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.

5.4.3 CUMULATIEVE EFFECTEN

Het cumulatieve effect van de windparken op de verkeersveiligheid wordt naast de bijdrage van het onderhavige park inzichtelijk gemaakt. Het totale vermogen voor windenergie op zee waarvoor initiatieven zijn ontplooid overstijgt vele malen het uiteindelijke vermogen dat naar verwachting gerealiseerd zal worden. Het is daarom niet realistisch om alle windparken mee te nemen bij de berekening van het cumulatieve effect. In navolging van de richtlijnen voor het MER wordt bij de bepaling van het cumulatieve effect uitgegaan van:

- het onderhavige windpark;
- realisatie van windturbineparken in de nabijheid van het windpark met een gezamenlijk vermogen van ten minste 1000 MW;
- de maximaal mogelijke energieopbrengst van de beschikbare ruimte, dus maximale bezetting van de beschikbare oppervlakte.

Het cumulatieve effect wordt voor iedere inrichtingsvariant van het onderhavige park bepaald voor twee scenario's voor de andere windparken, namelijk:

- de minimumvariant met 3 MW turbines;
- de maximumvariant met 5 MW turbines.

Voor het bepalen van de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid van een aantal windparken samen is het eigenlijk nodig dat de inrichtingen van alle windparken die hierin meegenomen worden, bekend zijn. Deze inrichting is echter op het moment van het opstellen van de startnotitie nog niet bekend. Het vrijmaken van alle windparklocaties van scheepvaartverkeer en het opvullen van alle locaties met windturbines geeft dan ook een 'schijnnaauwkeurigheid' die niet nodig is. Immers door een andere invulling van een windparklocatie door een andere initiatiefnemer dan verondersteld zal het cumulatieve

effect al anders worden dan berekend. Daarom wordt een berekeningsmethode gehanteerd die inzicht geeft in het cumulatieve effect zonder in detail de inrichting van de andere windparken te kennen. Bij het bepalen van het cumulatieve effect wordt voor de andere windparken uitgegaan van de uiterste begrenzingen van de locatie. Verder wordt voor de parken die nog niet vergund zijn gerekend met: een volledige bezetting van het gebied binnen de in de startnotitie genoemde coördinaten.

Bij het maken van een inrichting van de beschikbare ruimte met windturbines blijkt dat de totale energieopbrengst van de beschikbare ruimte nagenoeg gelijk blijft wanneer windturbines met groter vermogen worden gebruikt. De reden is dat windturbines met een groter vermogen meer ruimte nodig hebben, waardoor er minder geplaatst kunnen worden.

Deze methode analoog aan de richtlijnen leidt tot een ander aantal windturbines en een ander geïnstalleerd vermogen dan in de startnotitie van het windpark is opgenomen. De afwijkingen ontstaan doordat in de startnotitie een andere invulling, dan wel het gebruik van een ander type turbine, is genoemd. Bovendien zijn er afwijkingen tussen in de startnotitie genoemde oppervlaktes van het windpark en de berekende oppervlakte van de beschikbare ruimte (tussen de uiterste coördinaten). Bij de berekening wordt bij de minimumvariant uitgegaan van 3 MW windturbines die compact staan opgesteld met een dichtheid van 4.8 windturbine per km². Deze dichtheid van 4.8 windturbine per km² is bepaald uit een aantal windparken waarvan de compacte inrichting met 3 MW turbines bekend is. Aangezien er bij kleinere oppervlaktes meer ruimteverlies is wordt een oppervlakteafhankelijke correctiefactor toegepast. Deze methode leidt tot het aantal windturbines van 3 MW dat wordt meegenomen in de minimumvariant.

Bij de maximumvariant wordt het windpark gevuld met turbines van 5 MW ook in een compacte opstelling. Doordat de benodigde ruimte per turbine groter is zal het totaal geïnstalleerd vermogen nauwelijks veranderen. Er wordt bij de maximumvariant gerekend met $3/5 \times 4.8 = 2.88$ windturbine per km² bij de maximumvariant, waarop weer dezelfde oppervlakteafhankelijke correctiefactor wordt toegepast. Deze aanpak zorgt er ook voor dat bij de minimumvariant en maximumvariant met dezelfde verzameling van windparken wordt gewerkt. Ook zorgt deze aanpak voor een consistente berekening van het risico van alle windparken van andere initiatiefnemers.

Het effect van een windpark op de scheepvaartveiligheid wordt vooral bepaald door:

- Aanvaringen en aandrijvingen met een windturbine van het windpark.
- De kans op uitstroom van lading of bunkerolie.
- Verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen onderling door een grotere concentratie van de scheepvaart op de scheepvaartroutes langs de windparken.
- De mogelijke omweg ten gevolge van de aanwezigheid van de windparken, welke leidt tot economische verliezen en een verhoogde kans op een ongeval door de langere route.

In opdracht van de Directie Transportveiligheid, onderdeel van Directoraat-Generaal Goederenvervoer (het huidige DGTL), is een studie (VAN DER TAK 2001, geciteerd in MARIN 2006) uitgevoerd naar het effect van ruimteclaims in de Noordzee op de veiligheid van de scheepvaart. In deze studie is al het verkeer door de zogenaamde clearways geleid en nagegaan wat dit betekent in termen van extra risico en economische gevolgen. Het effect is minimaal, namelijk niet meer dan een paar procent verandering. De locaties voor de windparken liggen buiten deze clearways, wat betekent dat het cumulatieve effect van de windparken op de veiligheid van de scheepvaart als gevolg van de aanwezigheid van de windparken, genoemd achter de laatste twee aandachtspunten hierboven, dus door de hogere concentratie van de scheepvaart, minimaal is. Deze effecten blijven daarom bij het afschatten van het cumulatieve effect buiten beschouwing.

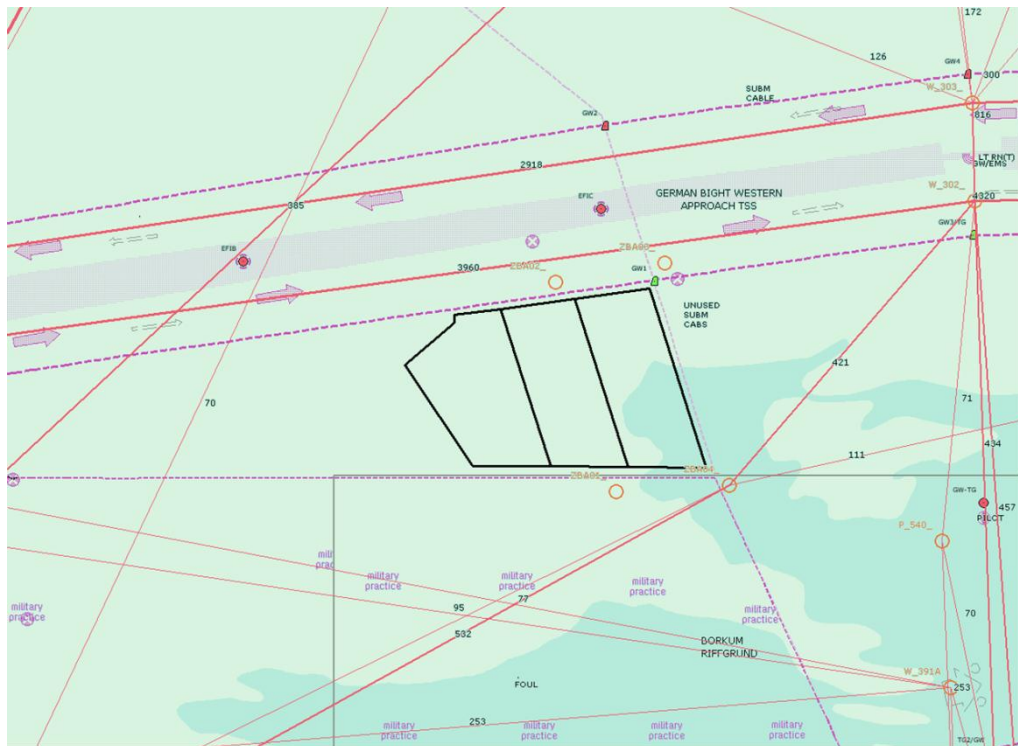
Door de aanwezigheid van windparken zullen echter nieuwe ongevallen optreden, waarbij een windturbine wordt aangevaren of er een aandrijving met een windturbine plaatsvindt. Deze nieuwe ongevallen worden in het MER bepaald en zijn in de clearways studie (VAN DER TAK 2001) buiten beschouwing gelaten, omdat er in die studie vrije zee naast de clearways aanwezig was. De wijze waarop het cumulatieve risico genoemd onder de eerste twee aandachtspunten kan worden geschat wordt nu geschatst.

Berekening van het risico voor een windpark van een ander initiatief

Van ieder windpark, dat meegenomen wordt in een scenario van het cumulatieve effect, worden de uiterste coördinaten gehaald van www.noordzeeloket.nl en gecontroleerd met de coördinaten genoemd in bijbehorende startnotitie. Op ieder hoekpunt, dus coördinatenpaar, wordt een windturbine van 3 MW voor de minimumvariant en een windturbine van 5 MW voor de maximumvariant geplaatst en ook een windturbine in het midden van het gebied. De aanvaarkans en aandrijfkans wordt voor de turbines op deze posities bepaald. Uit de waarden op de hoekpunten en die van het midden wordt de gemiddelde aanvaarkans en aandrijfkans voor een turbine in de locatie geschat. De uitkomsten van deze berekeningen zijn vergeleken met de resultaten van detailberekeningen van locaties die reeds door MARIN zijn uitgevoerd. Op basis hiervan zijn correctiefactoren bepaald, die vervolgens worden toegepast om een betere schatting te verkrijgen voor de windparken die meegenomen worden bij de bepaling van het cumulatieve effect. Deze factoren zijn afhankelijk van de grootte van het windpark. Bij een groter windpark is er over het algemeen minder ruimteverlies en is er ook een grotere afscherming van de binnenste windturbines. De uitstroom van ladingolie is bepaald door aan te nemen dat de kans op een uitstroom gegeven een aanvaring of aandrijving voor de beschouwde parken gelijk is aan dat van het onderhavige windpark.

Het cumulatieve effect

Het cumulatieve effect is bepaald volgens de richtlijnen. In Figuur 48 zijn de twee parken weergegeven.



Figuur 48 Links ZeeEnergie, midden Clearcamp Rechts Buitengaats

5.4.3.1 BUITENGAATS

In de eerste van de drie tabellen voor iedere variant en bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) (Wbr-vergunningaanvraag) wordt voor ieder windpark het aantal windturbines, het totale vermogen en de kans op een aanvaring, aandrijving en kans op een uitstroom per jaar gegeven. In Tabel A1-12 worden de resultaten uit Tabel A1-11 cumulatief weergegeven dus steeds is aan het eigen windpark een nieuw windpark toegevoegd. Tabel A1-13 geeft hetzelfde weer als Tabel A1-12, maar dan in de vorm van een optreden van de gebeurtenis eens in de zoveel jaar. Tabel A1-12 en Tabel A1-13 bevatten als laatste rij de risico's teruggerekend naar 1000 MW om vergelijking tussen de verschillende scenario's te vergemakkelijken. In de laatste kolom van alle tabellen is de kans op een uitstroom per 1000 MW weergegeven.

Tabel A1-12 geeft voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen een kans op een aanvaring of aandrijving van 0.1654 dus eens in de 6.1 jaar (zie Tabel A1-13) en een kans op een uitstroom van lading of bunkerolie van 0.0039, dus eens in de 256 jaar.

De resultaten van alle cumulatieve berekeningen zijn samengevoegd in Tabel 149 waarbij de risico's voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen uit de tabellen van de Appendix A (als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) zijn overgenomen. Voor deze drie parken is gerekend met een tripod constructie en niet met een monopaal, wat betekent dat de effecten nog lager zullen zijn.

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant voor Buitengaats	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
5 MW	3 MW	0.0454	0.0551	0.0555	0.0094	0.1654	0.0039
5 MW 5D	3 MW	0.0373	0.0562	0.0511	0.0089	0.1536	0.0036
5 MW 12D	3 MW	0.0454	0.0548	0.0551	0.0094	0.1647	0.0039
5 MW	5 MW	0.0309	0.0408	0.0367	0.0064	0.1148	0.0026
5 MW 5D	5 MW	0.0238	0.0428	0.0336	0.0061	0.1063	0.0023
5 MW 12D	5 MW	0.0298	0.0393	0.0349	0.0061	0.1100	0.0024

Tabel 149 Cumulatieve effect voor Buitengaats met Clearcamp en ZeeEnergie

De tabel toont duidelijk dat de risico's bij het gebruik van 5 MW turbines (maximumvariant) beduidend lager liggen (orde grootte 0.11 versus 0.16), 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 60% meer vermogen per windturbine.

De verschillen tussen de varianten van het eigen park zijn kleiner omdat deze verschillen worden genivelleerd door de andere parken. De effecten van de inrichting van het eigen park op de scheepvaartveiligheid zijn beschreven in dit hoofdstuk.

De uitstroomkansen voor 1000 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 uitstroomkansen voor olie (teruggerekend voor 1000 MW) voor de minimumvariant bedraagt gemiddeld 0.0038 (zie Tabel 175) per jaar en voor de maximumvariant 0.0024 per jaar, dus ongeveer 0.8% bij gebruik van 3 MW windturbines en 0.5% bij gebruik van 5 MW turbines.

Door andere maatregelen, zoals de inzet van Ievoli Black en/of andere sleepboten (zie hoofdstuk 5.6) kan 50% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen en worden de percentages dus 0.4% en 0.25%. Wanneer er, door de energie die de windparken opleveren, minder transport van olie over zee hoeft plaats te vinden, dan leidt de bouw van windparken 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% rendement is de totale energie opbrengst geschat op $0.34 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 1000 \text{ MW} / 1000 = 2978 \text{ GWh}$ per jaar. Het olie equivalent van 2978 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 0.5-0.8% zonder Ievoli Black en 0.25-0.4% met Ievoli Black.

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, zoals in hoofdstuk 5.6 wordt uitgelegd.

Kwalitatief

Voor de scheepvaartveiligheid betekent een aaneenschakeling van windparken 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 omdat over het algemeen schepen door een ander park eerder verder weg van het eigen park zullen worden geleid dan dichterbij. Echter, voor het cumulatieve scenario voor Buitengaats zou het risico niet veel veranderen door de aanwezigheid van de andere parken binnen het scenario. Door de bouw van Clearcamp wordt alleen 'voorkomen' dat niet-route gebonden schepen het Buitengaatspark aan de westkant kunnen passeren, dus zal de totale aanvaar/aandrijfkans iets afnemen. Wel is bij een geclusterd aantal windparken de totale omweg veelal meer dan de omweg van de individuele windparken. Echter, door het vrijhouden van de clearways en het vroegtijdig anticiperen op de locatie van de windparken zijn de extra af te leggen zeemijlen verwaarloosbaar klein. Alleen voor sommige niet-route gebonden schepen die een missie/visgrond hebben vlak achter een windpark kan een windpark hinderlijk in de weg liggen. Voor Buitengaats kan geconcludeerd worden dat de extra toename van de omweg door de andere windparken in de cluster nihil is.

5.4.3.2 ZEEENERGIE

In de eerste van de drie tabellen voor iedere variant en bijlage veiligheidsstudie MARIN (2006) (Wbr-vergunningaanvraag) wordt voor ieder windpark het aantal windturbines, het totale vermogen en de kans op een aanvaring, aandrijving en kans op een uitstroom per jaar gegeven. In Tabel A1-12 worden de resultaten uit Tabel A1-11 cumulatief weergegeven dus steeds is aan het eigen windpark een nieuw windpark toegevoegd. Tabel A1-13 geeft hetzelfde weer als Tabel A1-12, maar dan in de vorm van een optreden van de gebeurtenis eens in de zoveel jaar. Tabel A1-12 en Tabel A1-13 bevatten als laatste rij de risico's teruggerekend naar 1000 MW om vergelijking tussen de verschillende scenario's te vergemakkelijken. In de laatste kolom van alle tabellen is de kans op een uitstroom per 1000 MW weergegeven.

Tabel A1-12 geeft voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen een kans op een aanvaring of aandrijving van 0.1356 dus eens in de 7.4 jaar (zie Tabel A1-13) en een kans op een uitstroom van lading of bunkerolie van 0.0036, dus eens in de 280 jaar.

ZeeEnergie

De resultaten van alle cumulatieve berekeningen zijn samengevoegd in Tabel 150 waarbij de risico's voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen uit de tabellen van Appendix A (als bijlage bij veiligheidsstudie MARIN (2006) in het Wbr-vergunningaanvraag) zijn overgenomen. Voor deze drie parken is gerekend met een tripod constructie en niet met een monopaal, wat betekent dat de effecten nog lager zullen zijn.

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant ZeeEnergie	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
5 MW	3 MW	0.0350	0.0414	0.0507	0.0086	0.1356	0.0036
5 MW 5D	3 MW	0.0284	0.0399	0.0463	0.0080	0.1225	0.0033
5 MW 12D	3 MW	0.0343	0.0419	0.0502	0.0084	0.1349	0.0035
5 MW	5 MW	0.0241	0.0306	0.0343	0.0060	0.0950	0.0024
5 MW 5D	5 MW	0.0183	0.0298	0.0310	0.0056	0.0847	0.0022
5 MW 12D	5 MW	0.0222	0.0299	0.0319	0.0055	0.0894	0.0023

Tabel 150 Cumulatieve effect voor Buitengaats, Clearcamp en ZeeEnergie

De tabel toont duidelijk dat de risico's bij het gebruik van 5 MW turbines (maximumvariant) lager liggen (orde grootte 0.09 versus 0.13), 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 60% meer vermogen per windturbine.

De verschillen tussen de varianten van het eigen park zijn kleiner omdat deze verschillen worden genivelleerd door de andere parken. De effecten van de inrichting van het eigen park op de scheepvaartveiligheid zijn beschreven in hoofdstuk 5.6.

De uitstroomkansen voor 1000 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 uitstroomkansen voor olie (teruggerekend voor 1000 MW) voor de minimumvariant bedraagt gemiddeld 0.0035 (zie Tabel 174) per jaar en voor de maximumvariant 0.0023 per jaar, dus ongeveer 0.7% bij gebruik van 3 MW windturbines en 0.5% bij gebruik van 5 MW turbines.

Door andere maatregelen, zoals de inzet van Ievoli Black en/of andere sleepboten (zie hoofdstuk 5.6) kan 55% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen en worden de percentages dus 0.3% en 0.23%. Wanneer er, door de energie die de windparken opleveren, minder transport van olie over zee hoeft plaats te vinden, dan leidt de bouw van windparken 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% rendement is de totale energie opbrengst geschat op $0.34 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 1000 \text{ MW} / 1000 = 2978 \text{ GWh}$ per jaar. Het olie equivalent van 2978 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 0.5-0.7% zonder Ievoli Black en 0.23-0.3% met Ievoli Black.

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.

Kwalitatief

Voor de scheepvaartveiligheid betekent een aaneenschakeling van windparken 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 omdat over het algemeen schepen door een ander park eerder verder weg van het eigen park zullen worden geleid dan dichterbij. Echter, voor het cumulatieve scenario voor ZeeEnergie zou het risico niet veel veranderen door de aanwezigheid van de andere parken binnen het scenario.

Bij een geclusterd aantal windparken zal de totale omweg veelal meer dan de omweg van de individuele windparken. Echter, door het vrijhouden van de clearways en het vroegtijdig anticiperen op de locatie van de windparken zijn de extra af te leggen zeemijlen verwaarloosbaar klein (VAN DER TAK 2001, geciteerd en MARIN 2006). Alleen voor sommige niet-route gebonden schepen die een missie/visgrond hebben vlak achter een windpark kan een windpark hinderlijk in de weg liggen. Voor de ZeeEnergie kan geconcludeerd worden dat de extra toename van de omweg door de andere windparken in de cluster nihil is.

5.4.4 CONCLUSIES

Beoordelingscriterium	VKA (4MW)	5 MW	5 MW 5D	5 MW 12d
Aanvaar/aandrijffrequentie	0	0	0	0
Aanvaar/aandrijffrequentie per MWh	0	0	0	0

Tabel 151 Effectbeoordeling voor de windparken

De aanvaar/aandrijffrequentie is voor alle varianten als neutraal beoordeeld (0). Zie hiervoor ook Tabel 151. Er zijn geen cumulatieve effecten te verwachten. Op basis van de in dit hoofdstuk geschetste beeld en kwantificering van diversie risico's blijkt dat de kansen op milieuschade, economische schade en persoonlijke schade zeer klein. Ook de verkeersveiligheid zal nauwelijks effecten ondervinden van de windparken. Om de risico's nog verder te verkleinen zijn diverse mitigerende maatregelen mogelijk. Deze zijn beschreven in hoofdstuk 6.

Opmerking Monopile vs. Tripile

In het Buitengaats en ZeeEnergie windpark zullen monopalen worden gebruikt. BARD Engineering GmbH heeft een studie laten uitvoeren naar de gevolgen van een aanvaring van een tripile in vergelijking met een monopaal (BIEHL 2006). De belangrijkste conclusie is dat de botsvriendelijkheid van een tripile gelijk is aan die van een monopaal. Daarom, en om een goede vergelijking te kunnen blijven maken met andere studies, is er voor gekozen de schadematrix van de monopaal te gebruiken.

Bij de 5 MW 12D variant staan de windturbines ruim 1400m uit elkaar waardoor het wettelijk is toegestaan om door het windpark te varen. Het toestaan van verkeer door het windpark verslechtert de veiligheid aanzienlijk en moet worden voorkomen door een extra verordening of door het plaatsen van extra turbines. Bij de berekening is aangenomen dat al het verkeer om het windpark heen vaart.

6

Overige aspecten

6.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de overige aspecten beschreven die wellicht effect kunnen ondervinden van de aanleg van de beide windparken. Achtereenvolgens wordt ingegaan op landschap en zichtbaarheid (6.2) ruimtegebruik (6.3), gebruiksfuncties (6.4) archeologie en cultuurhistorie (6.5) en paragraaf 6.6 kustveiligheid. In paragraaf 6.7 worden de effecten hiervan kwalitatief beoordeeld.

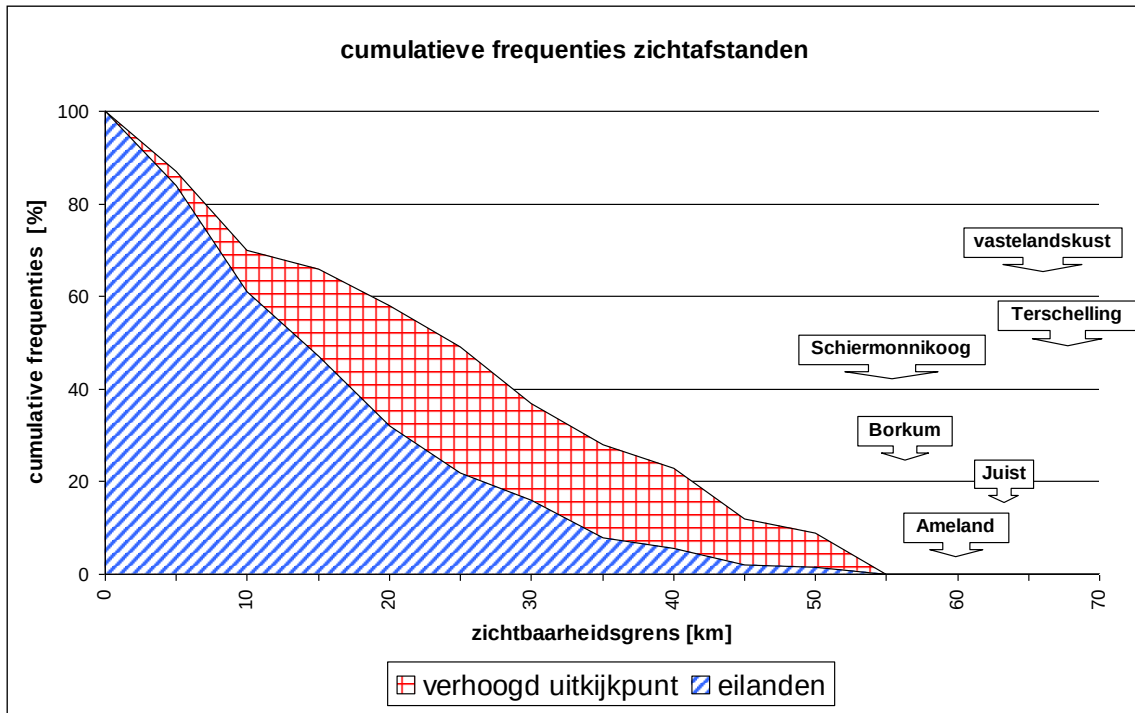
6.2 LANDSCHAP/ZICHTBAARHEID

Het landschap omvat het door mensen waarneembare gedeelte van natuur en landschap. Voor de waarneming van een landschap worden op korte afstand alle zintuigen (zien, horen, ruiken en voelen) gebruikt, op middellange afstand zijn dit horen en zien en op lange afstand wordt alleen nog maar het zintuig zien gebruikt. Een verandering van het landschap kan alleen maar voor die gedeeltes worden waargenomen die via deze zintuigen bereikbaar zijn en die voor mensen toegankelijk en bruikbaar zijn. Daarom ligt de nadruk bij de beschouwing voor het OWP op de lange afstand en de zichtbaarheid, en voor de kabel op de middellange en lange afstand.

De factoren die bepalend zijn voor het landschap van de Noordzee zijn het grenzeloos lijkende watervlak met zijn eigen temporele en ruimtelijke dynamiek, de weersverschijnselen (wolken, wind, licht etc.) en het typische maritieme klimaat. De aanblik is die van een uitgestrekte 'open zee'. Er zijn geen verticale elementen, de horizonlijn en het wateroppervlak vallen samen. De open zee wordt door alleen varende recreatievaarders gebruikt. De vastelandskust met voorland, zomerdijk en zomerpolder is door gebruik gevormd. De zeedijk en de zomerdijk vormen beeldbepalende lineaire elementen. Dit effect wordt versterkt door de loop van de wegen. In de nabijheid gelegen windturbines hebben, als men landwaarts kijkt, een beeldbepalende werking. De zeedijk biedt een verhoogde uitkijkplek.

Offshore windpark

De eilanden die zich het dichtst bij het initiatief bevinden, zijn Schiermonnikoog op 56 km en Borkum op 57 km afstand. De afstand tussen het vasteland en het plangebied bedraagt ongeveer 66 km. Het meteorologisch zicht, de afstand waarop een offshore windturbine van NN +160 m vanuit een uitkijkhogte van NN +4 m gezien kan worden, wordt door STRYBNY & SCHULZ (2001) als 60 km aangegeven. Deze ideale waarde wordt in de realiteit niet bereikt. Zeer goed zicht is er voornamelijk op dagen met lichte of sterkere bewolking (DWD 2001). Het maximaal mogelijke zicht bedraagt boven de Noordzee 55 km; hoe hoger het uitkijkpunt, hoe vaker deze waarde wordt bereikt. Maar ook een hoger uitkijkpunt van NN +50 m zorgt niet voor een verder zicht (zie ook Figuur 49). Omdat de dichtstbijzijnde eilanden doorgaans meer dan 55 km van het windpark af liggen, zal het windpark vanaf de kust/eilanden in Nederland en Duitsland niet te zien of waar te nemen zijn (zie ook Figuur 50).



Figuur 49 Zichtafstanden vanaf de Nederlandse en Duitse eilanden zonder wad/voorland en vanuit een verhoogd uitkijkpunt (ca. 50 m, bijvoorbeeld vuurtoren)



Figuur 50 Blik van Schiermonnikoog op het projectgebied

De effecten met betrekking tot licht, visuele onrust en geluid die worden veroorzaakt door bouw en verwijderen zijn tijdelijk, de door gebruik en aanleg veroorzaakte effecten zijn permanent. De eerder

genoemde kenmerken van het landschap Noordzee veranderen voor mensen op het eiland en aan de kust (inwoners, recreanten) niet. Negatieve gevolgen voor de mens als ontspanning zoekend individu zijn in geen geval te constateren. Alleen is het mogelijk dat af en toe opvarenden van sportboten, cruisepassagiers e.d. de turbines waarnemen. Door de bouw van andere offshore windparken in de buurt van het geplande OWP zal geen verandering (=cumulatieve werking) plaatsvinden omdat ook deze OWP's zich buiten het zicht vanaf het land bevinden. De variantenafweging wordt voor het landschap achterwege gelaten omdat de alternatieve varianten 5D en 12D wat de effecten op het landschap betreft niet verschillen van de voorkeursvariant 7D, aangezien alle varianten niet zichtbaar zijn.

Het is de bedoeling om voor aansluiting op het openbare stroomnet twee wisselstroom-kabelsystemen met een totale lengte van 94 km te gebruiken. De aanlanding van de kabelsystemen vindt plaats in de buurt van Eemshaven. De kabels worden in het gebied van het Nederlands Continentaal Plat in de Nederlandse Noordzee gelegd. In diepwater wordt voor het leggen van de kabels een werkschip gebruikt, in vlakwater een kabelploeg. Omdat de kabels na gebruik niet kunnen worden verwijderd en het gebruik van de kabels geen effecten op het landschap heeft, kunnen de eventueel voorkomende effecten alleen door de bouw worden veroorzaakt. Alle door de bouw veroorzaakte effecten met betrekking tot licht, visuele onrust en geluid zijn tijdelijk en lokaal.

Negatieve gevolgen voor de mens als ontspanning zoekend individu zijn in geen geval waarneembaar. In de buurt van de kust is het kabellegschip wel te zien, maar zal vanwege het drukke scheepsverkeer langs het verkeersscheidingsstelsel Terschelling-Duitse Bocht (ca. 31.000 scheepsbewegingen per jaar) niet als storend opvallen. Vanuit verder van de kust gelegen gebieden is het alleen mogelijk dat af en toe opvarenden van sportboten, cruisepassagiers e.d. de turbines waarnemen.

Door de aanleg van kabels naar andere offshore windparken in de buurt van het geplande OWP zal geen verandering (=cumulatieve werking) plaatsvinden omdat ook bij andere kabellegwerkzaamheden steeds maar met één schip wordt gewerkt.

De geëiste afweging van meerdere tracévarianten vervalt voor het landschap omdat bij een ruimtelijke wijziging van het tracé geen andere effecten op het landschap te verwachten zijn. Voor gedetailleerde informatie over het bestand en de effecten van het geplande initiatief verwijzen wij naar bijlage 11 van het BARD MER.

6.3 RUIMTEGEBRUIK

Het geplande offshore windpark en de bekabeling binnen en buiten het park nemen voor de duur van de bouw en het gebruik van het windpark direct of indirect ruimte in beslag die hierdoor niet meer of alleen maar nog beperkt beschikbaar is voor andere gebruiksfuncties.

Het directe ruimtebeslag door aanleg en gebruik van de in overweging genomen varianten van het OWP is in de volgende Tabel 152 en Tabel 153 weergegeven.

Omdat het geplande windpark zowel direct als ook indirect beperkend kan werken, kan de beperking van de gebruiksfuncties afhankelijk van het type gebruik in tijd en ruimte variëren. Op vorm, duur en omvang van de beperking wordt in de volgende hoofdstukken voor elk type gebruik apart ingegaan. Voor kaartmateriaal is gebruik gemaakt van het MER BARD en het MER GWS. Op deze kaarten is alleen het destijds onderzochte tracé aangegeven.

	VKA/4MW Monopile	VKA/4MW Tripile	7D / 5 MW	5D / 5 MW	12D / 5 MW	ecologi sch / 5 MW	econom isch / 5 MW	7D / 3 MW	7D / 7 MW
Aantal windturbines	75	75	78	78	32	60	105	78	78
Oppervlak OWP [km ²]	32,7	32,7	44,66	ca. 25	44,66	44,66	44,66	44,66	44,66
Oppervlak fundaties [m ²] (voorkeursvariant monopile)	2886	1982,2	2.061,5	2.061,5	845,76	1.585,8	2.775,15	2.061,5	2.061,5
Oppervlak fundament in het waterlichaam [m ²] ¹ (bij ca. 30 m waterdiepte)	49480.05	71039,25	73.880,82	73.880,82	30.310,08	56.831,4	99.454,95	73.880,82	73.880,82
Oppervlak erosiebescherming (max. m ²) ¹	12.000	18.000	18.720	18.720	7.680	14.400	25.200	18.720	18.720
Lengte infield kabels [km]	58	58	80	45 ³	56 ³	105 ³	183,75 ³	80	80

Tabel 152 Ruimtegebruik Buitengaats

¹ geldt voor voorkeursvariant tripile³ berekend met regel van drie over de verkleinde OWP-oppervlakte in vergelijking met 7D.

	VKA/4MW Monopile	VKA/4MW Tripile	7D / 5 MW	5D / 5 MW	12D / 5 MW	ecologi sch / 5 MW	econom isch / 5 MW	7D / 3 MW	7D / 7 MW
Aantal windturbines	75	75	80	78	28	65	105	80	80
Oppervlak OWP [km ²]	31,8	31,8	43	ca. 23	43	43	43	43	43
Oppervlak fundaties [m ²](voorkeursvariant monopile)	2886	1982,2	2.114,4	2.061,5	740,04	1.717,95	2.775,15	2.114,4	2.114,4
Oppervlak fundament in het waterlichaam [m ²] ¹ (bij ca. 30 m waterdiepte)	49480.05	71039,25	75.775,2	73.880,82	26.521,32	61.567,35	99.454,95	75.775,2	75.775,2
Oppervlak erosiebescherming (max. m ²) ¹	12.000	18000	19.200	18.720	6.720	15.600	25.200	19.200	19.200
Lengte infield kabels [km]	58	58	80	42 ³	49 ³	113,75 ³	183,75 ³	80	80

Tabel 153 Ruimtegebruik ZeeEnergie

¹ geldt voor voorkeursvariant tripile³ berekend met regel van drie over de verkleinde OWP-oppervlakte in vergelijking met 7D.

6.4 GEBRUIKSFUNCTIES EN OVERIGE ACTIVITEITEN

6.4.1 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

Het met betrekking tot de verschillende gebruiksfuncties onderzochte gebied omvat het plangebied van de beide windparken, het externe kabeltracé en de omgeving. De onderzochte omgeving hangt af van de ligging en de omvang van het betreffende behandelde gebruik. Voor elk onderstaand beschreven gebruik worden de grenzen van het onderzoeksgebied zo breed getrokken tot tenminste de dichtstbijzijnde gebruiksfunctie (bijvoorbeeld een pijpleiding, een telecommunicatiekabel) meegenomen kan worden. Voor een ruimte-intensiever gebruik, bijvoorbeeld militair gebruik of luchtvaart, wordt er dus een groter onderzoeksgebied gekozen dan voor bijvoorbeeld pijpleidingen of kabels. In de onderstaande tabel zijn de bronnen voor het onderzoek van de verschillende gebruiksfuncties aangegeven. Alle gebruikte bronnen komen met het momenteel beschikbare gegevensbestand overeen. De bronnen zijn in overeenstemming met het betreffende onderzoeksgebied geanalyseerd.

Nr.	Gebruik	Bronnen
1	Offshore mijnbouw	Rijkswaterstaat ^{*1} Bohrdatenbank des Niedersächsischen Landesamts für Bodenforschung
2	Zand- en grindwinning	Rijkswaterstaat ^{*1}
3	Schelpenwinning	Rijkswaterstaat ^{*1}
4	Baggerstort	Rijkswaterstaat ^{*1}
5	Munitiestortgebieden	Rijkswaterstaat ^{*1} BSH ^{*2}
6	Militaire activiteiten en oefenterreinen	Rijkswaterstaat ^{*1} BSH ^{*2}
7	Scheepvaart	Rijkswaterstaat ^{*1} BSH ^{*2}
8	VHR-gebieden	Rijkswaterstaat ^{*1} LINDEBOOM et al. (2005)
9	Tweede Maasvlakte inclusief Zeereservaat	Rijkswaterstaat ^{*1}
10	Kabels	Rijkswaterstaat ^{*1}
11	Pijpleidingen	Rijkswaterstaat ^{*1}
12	Beroeps- en sportvisserij	35 IMARES 2006 International council for the exploration of the sea (ICES)
13	Luchtvaart, inclusief offshore helikopteroperaties	36 Air Traffic Control the Netherlands (http://www.ais-netherlands.nl)
14	Telecommunicatie	Rijkswaterstaat ^{*1} BSH ^{*2}
15	(Andere) windturbineparken	Rijkswaterstaat ^{*1} Rijkswaterstaat: Richtlijnen – Inzake de inhoud van het milieu-effectrapport met betrekking tot het offshore windturbinepark 'BARD Offshore NL 1'
16	Mosselzaadinvanginstallaties	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit - Directie Visserij

Tabel 154 Gebruikte bronnen gebruiksfuncties

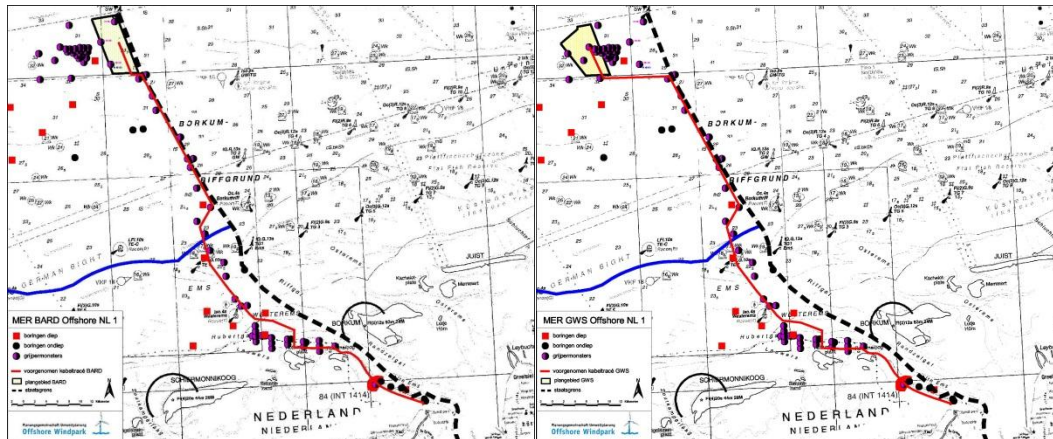
^{*1} Ministerie van Verkeer en Waterstaat / Rijkswaterstaat: Windturbineparken, gepubliceerde startnotities; situatie op 12. Juni 2006^{*2} Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie: Nordsee Deutsche Bucht; Seekarte 50

6.4.1.1 HUIDIGE SITUATIE

Offshore mijnbouw

Boringen

Rond het plangebied, het geplande kabeltracé en de wijdere omgeving zijn boringen naar koolwaterstoffen (aardolie, aardgas) en voor geologisch onderzoek uitgevoerd. In Figuur 51 zijn de locatie en de aard van de boringen en grijpermonsters weergegeven die in bijlage 11 van het BARD MER worden genoemd.

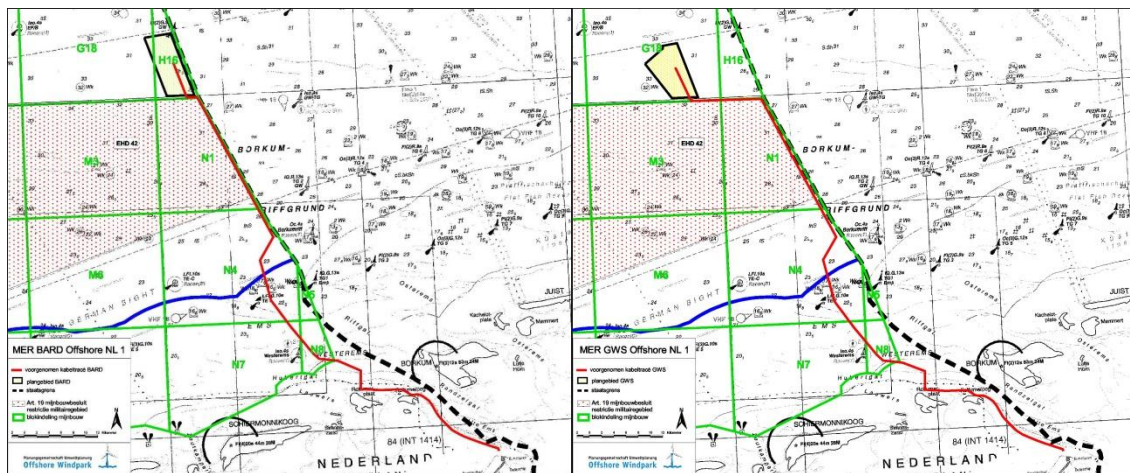


Figuur 51 Locatie van boringen en grijpermonsters rond het OWP. Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie

Mijnwezen

De Nederlandse 12-mijlszone en de Exclusieve Economische Zone zijn t.b.v. de mijnbouw in blokken onderverdeeld. Een blok heeft in noord-zuidrichting een lengte van 10 minuten, in oost-westrichting zijn dat 20 minuten.

Het plangebied van het OWP ligt voor ca. 92% binnen blok H16. Het resterende gedeelte ligt in blok G18. Het geplande kabeltracé loopt door de blokken H16, N1, N4, N7 en N8.

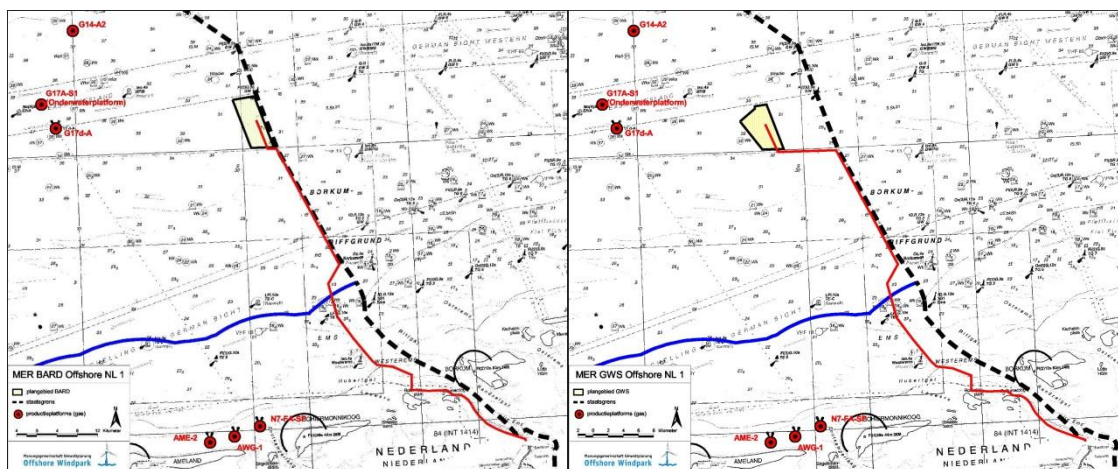


Figuur 52 Blokindeling mijnbouw Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie

Gas- en oliewinning

In de Noordzee worden aardgas en aardolie gewonnen. In de directe omgeving van het plangebied van het OWP en het kabeltracé zijn op dit moment geen gas- of olieplatforms aanwezig. In onderstaande figuur is de ligging van het platform in de wijdere omgeving van het plangebied aangegeven. In bijlage 11

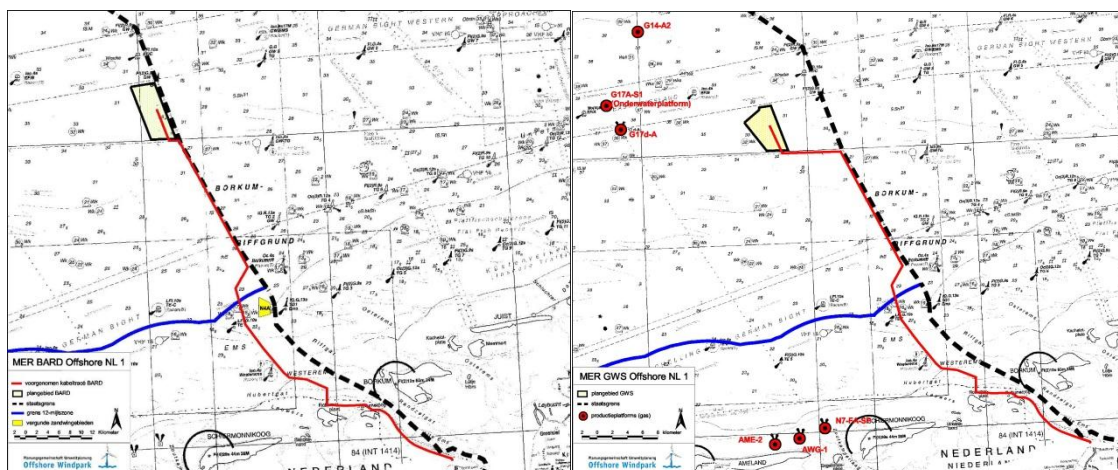
van het BARD MER zijn de platforms en de bijbehorende afstanden tot het geplande OWP en het kabeltracé in een tabel opgesomd.



Figuur 53 Locatie van de platforms Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie

Zand- en grindwinning

Binnen het plangebied bevinden zich geen vergunde of geplande zandwingebieden, zoekgebieden voor zandwinning of voor zandwinning gereserveerde oppervlaktes. In de omgeving van het kabeltracé bevindt zich één zandwingebied (benaming N4A) waarvoor vergunning is verleend. Het ligt in het grensgebied tussen de 12-mijlszone en de Exclusieve Economische Zone ten zuiden van de Borkumse stenen. Sinds 1999 wordt hier zand gewonnen. Tussen het geplande kabeltracé en dit gebied liggen echter minstens 2.700 m, waarmee aan de overheidsvoorschriften over de afstand van 1.000 m is voldaan. De kortste afstand tussen dit zandwingebied en het plangebied van het OWP bedraagt 32,36 km. Zoekgebieden en voor zandwinning gereserveerde oppervlaktes bevinden zich op minstens 239 km afstand van het plangebied.

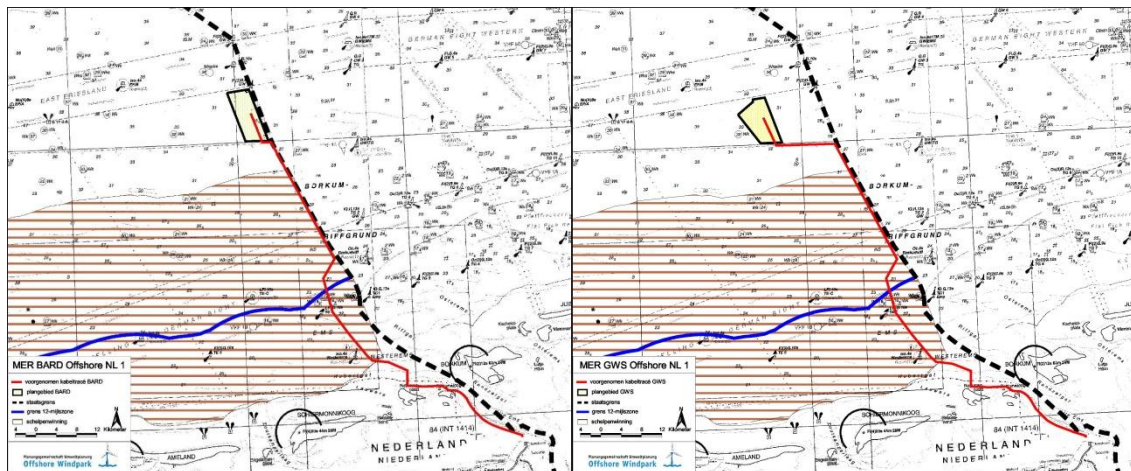


Figuur 54 Zand- en grindwinning

Schelpenwinning

In de gehele 12-mijlszone en in een gebied van tot 25 km noordelijk van de 12-mijlsgrens worden schelpen gewonnen. Hierbij gaat het om een gesteentevormende ophoping van hele of gebroken schelpen van dode kokkels, slakken e.d., schalen van kreeften en andere harde delen van organismen. De gewonnen schelpen worden als bouw- of meststof gebruikt. Het schelpenwingebied wordt 'overige Noordzee' genoemd. De

kortste afstand tussen dit gebied en het plangebied van het OWP bedraagt 7,9 km. Van het geplande kabeltracé loopt een traject van 45 km door dit gebied.



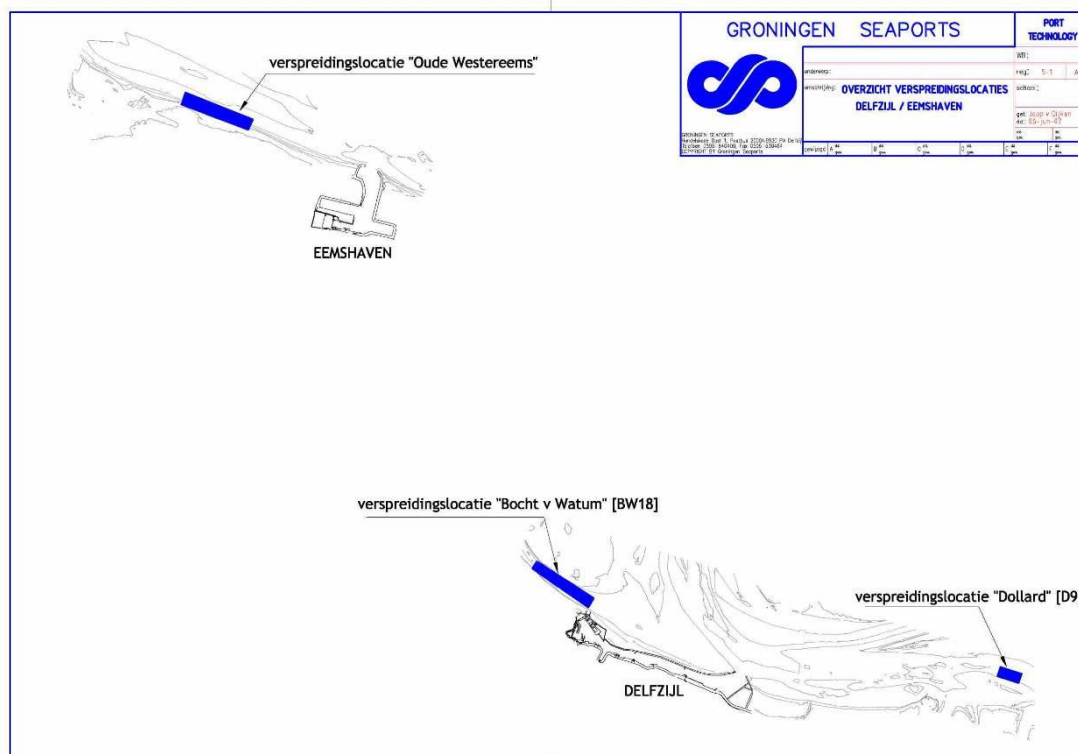
Figuur 55 Schelpenwinning Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie

Baggerstortgebieden

De oppervlaktes waarop volgens opgave van Rijkswaterstaat baggerspecie wordt verdeeld liggen, ver buiten het plangebied van het onderhavige initiatief, voor de westkust van Nederland bij IJmuiden. De kortste afstand tussen deze oppervlaktes en het plangebied bedraagt 195 km. (Bron: Rijkswaterstaat Noordzee).

Baggerspecie uit de haven Delfzijl, de Eems-vaargeul en uit het gebied rond de bank Paap-zuid werd door Groningen Seaports gedeeltelijk in de Dollart (stortlocatie D9) en in geringe mate ook in de Bocht van Watum gestort. In het gebied Eemshaven opgebaggerde specie wordt naar de stortlocatie 'Oude Westereems' gebracht (zie ook Figuur 56) (schriftelijke mededeling LNV Noord Groningen, 20-03-08; Buro Bakker 2007).

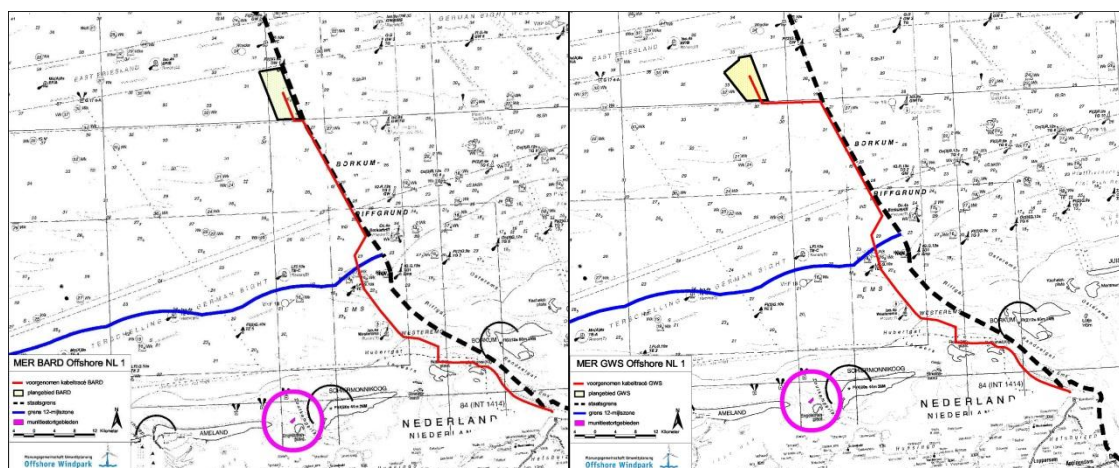
Op de internationale zeekaart (BSH 2006) is in de omgeving van de Alten Ems een stortplaats aangegeven (stortplaats 'Oude Westereems', zie boven) die door de noordvariant van het kabeltracé doorkruist zou worden. In de GIS-data van Rijkswaterstaat komt deze stortplaats echter niet voor. Mocht de betreffende variant van het kabeltracé goedgekeurd en ingepland worden, dan moet vóór de aanleg van de kabelsystemen in overleg met de juiste autoriteiten worden getreden en informatie over de actuele status van de stortplaats ingewonnen worden.



Figuur 56 Verspreidingslocaties Delfzijl / Eemshaven (GRONINGEN SEAPORTS 2007)

Munitiestortgebieden

Het munitiestortgebied dat het dichtst bij het plangebied ligt, bevindt zich tussen Ameland en Terschelling noordelijk van de Engelsmanplaat en heeft een omvang van 52 ha. Het ligt op ca. 59 km afstand van het geplande OWP en op ca. 31 km van het geplande kabeltracé. Andere munitiestortgebieden liggen ver buiten het plangebied, voor de westkust van Nederland bij IJmuiden. De kortste afstand tussen deze gebieden en het plangebied bedraagt 196 km.



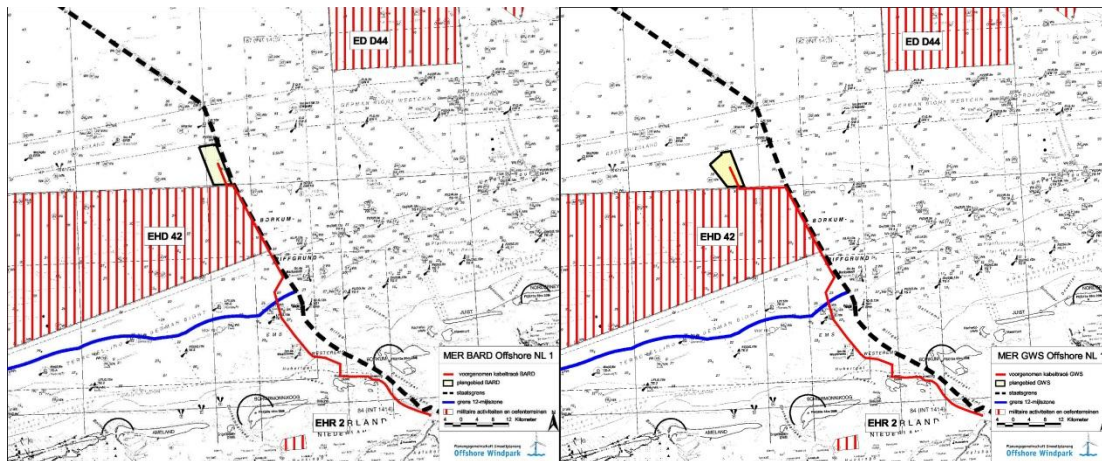
Figuur 57 Munitiestortgebieden Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie

Militaire activiteiten en oefenterreinen

Het Nederlandse leger heeft ca. 500 m ten zuiden van het plangebied het militaire oefenterrein (vlieggebied) EHD 42, waar luchtgevechten op hoogtes tussen het zeeoppervlak (MSL) en 30.000 ft (AMSL) worden geoefend. Luchtgevechtoefeningen worden van zonsopgang tot zonsondergang

uitgevoerd, behalve op zaterdag en zondag. Het geplande kabeltracé loopt over een lengte van ca. 20 km direct langs de oostzijde van dit militaire oefenterrein.

Ten zuiden van Schiermonnikoog ligt dicht bij de kust het vlieggebied EHR 2, waar schietoefeningen op een hoogte van maximaal 11.500 ft (ASML) plaatsvinden. Beperkingen van de oefeningen worden op <http://www.luchtruim.zweefportaal.nl/notamnieuws.htm> aangegeven. In het gebied van de Duitse Exclusieve Economische Zone ligt op ca. 44 km afstand het artillerieschietterrein Nordsee-Nord (ED D44). Over een militair gebruik van het plangebied zelf is op dit moment niets bekend.



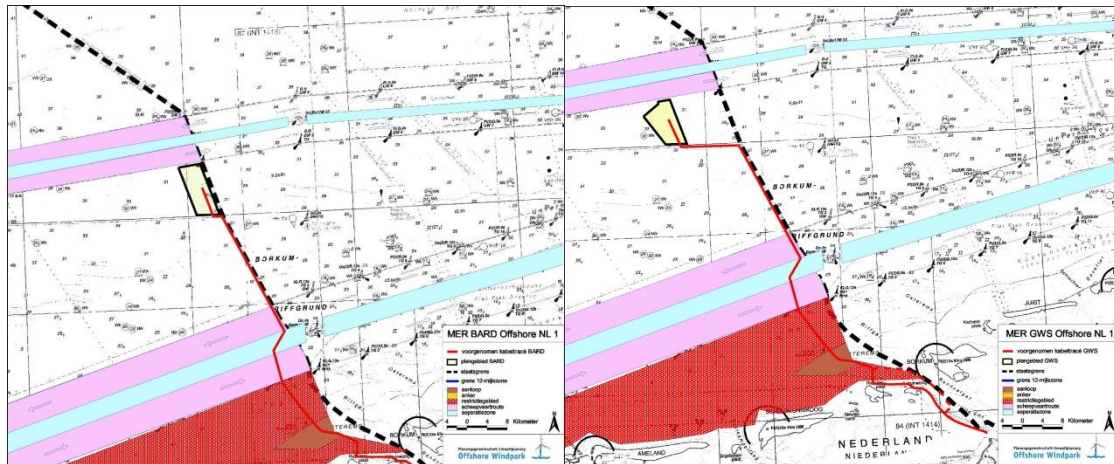
Figuur 58 Militaire gebieden en oefenterreinen, Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie

Scheepvaart

In het noorden grenst het plangebied van het windpark aan het drukbevaren verkeersscheidingsstelsel 'German Bight Western Approach'. De 'vaarbanen' voor de schepen zijn door een veiligheidszone van elkaar gescheiden. In het kader van een risicoanalyse is de momentele verkeerslast in het gebied van het geplande offshore windparken onderzocht (MARIN 2006). Op Figuur 60 is de verkeerslast rond het plangebied (stand 2004) te zien. In dit gebied ligt de verkeerslast in westelijke richting op 3.960 vaartuigen, in oostelijke richting zijn het 2.918 vaartuigen (MARIN 2006). Het plangebied zelf wordt in de richting zuidwest/noordoost door twee scheepvaartroutes met 540 en 95 vaartuigen gekruist.

Het verkeersscheidingsstelsel met veiligheidszone Terschelling-Duitse Bocht ligt ca. 21 km zuidelijk van het plangebied en wordt door het geplande kabeltracé gekruist (de kruising van de vaarwegen gebeurt daarbij in een hoek van 60 en 90°, zie ook Figuur 59). De verkeerslast is hier duidelijk hoger dan in de 'German Bight Western Approach' en ligt rond de kruising van het geplande kabeltracé op ca. 13.278 vaartuigen in westelijke richting.

In navolgende figuur zijn de deelaspecten aangegeven die voor de scheepvaart relevant zijn.



Figuur 59 Scheepvaart, Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie



Figuur 60 Scheepverkeerslast in het plangebied (bron: MARIN 2006), Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie

Als nabij de kust gelegen vlakwater wordt het gebied rond het geplande initiatief bevaren door recreatiezeilers en sportboten. Er kan geen informatie worden gegeven over de gebruiksintensiteit van het plangebied.

VHR-gebieden en GBEW

Aan de Nederlandse kant liggen de EU-vogelbeschermingsgebieden en gebieden volgens Habitatrichtlijn binnen de 12-mijlszone langs de kust en de Waddeneilanden. Gebieden met bijzondere ecologische waarden (GBEW), die als Natura 2000-gebieden zijn voorgesteld, liggen in de Exclusieve Economische Zone (gebied Friese Front) en gedeeltelijk ook in de 12-mijlszone (aanvullend gebied Borkumse Stenen, gebied Kustzee). Het gebied Borkumse Stenen grenst in het zuiden direct aan het plangebied van het OWP, het kabeltracé loopt er over een traject van 53 km doorheen. Bovendien gaat er een traject van 13 km van het kabeltracé door het GBEW Kustzee. Het kabeltracé loopt ook langs de rand van de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone (over 5 km) en Waddenzee (over 19 km).

Aan de Duitse kant ligt aangrenzend het Habitatrichtlijn-gebied DE 2104-301 Borkum Riffgrund. De Passende Beoordeling bevat gedetailleerde informatie over VHR-gebieden en GBEW en over in hoeverre de beschermde gebieden door het geplande project worden beïnvloed.

Referentiegebied

Naar aanleiding van afspraken gemaakt tijdens de regeringsconferentie in Esbjerg in 2001 sluit Nederland gebieden in de Waddenzee voor schadelijke menselijke activiteiten, om zodoende een referentiegebied te hebben waar de natuur zich ongestoord kan ontwikkelen. Op grond van een aantal afwegingen is als

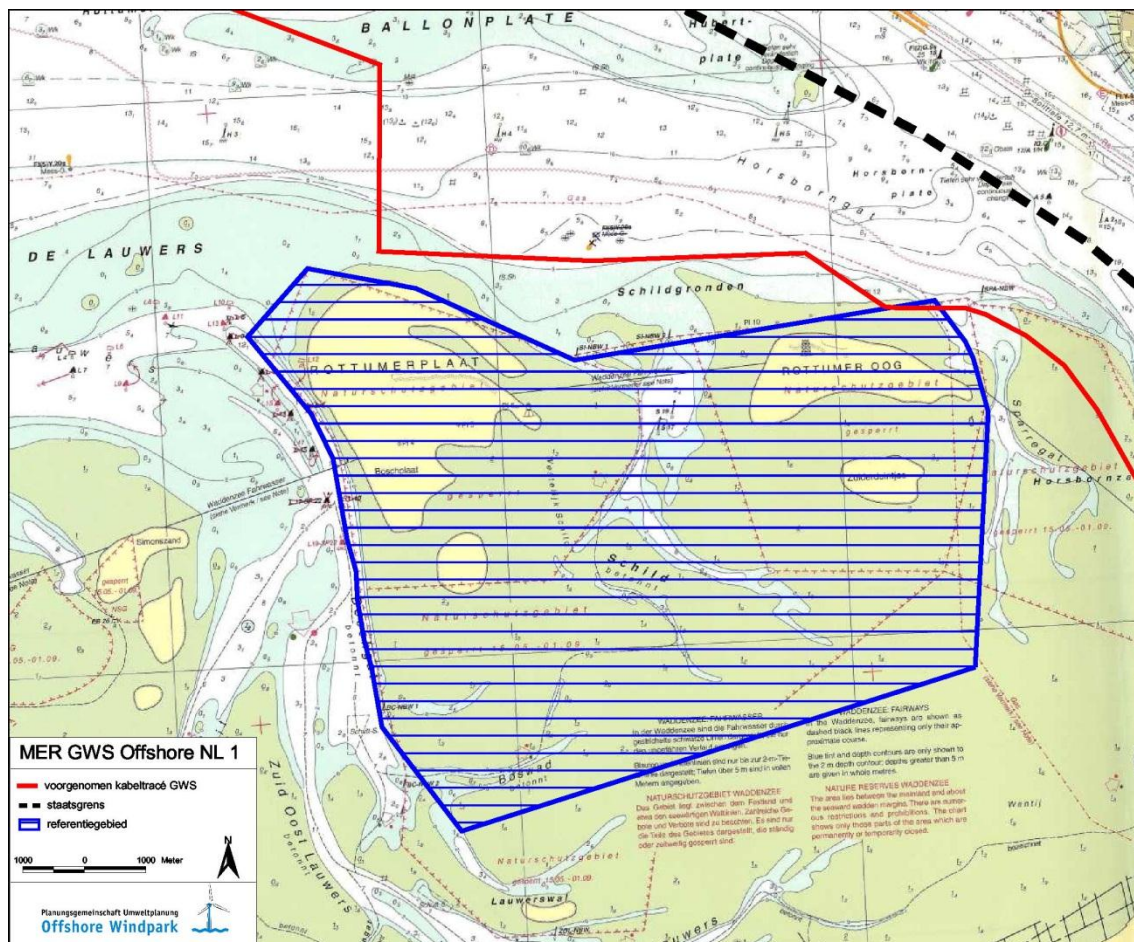
referentiegebied gekozen voor een gebied onder Rottum (zie Figuur 61). Zie voor de laatste actuele status van dit gebied de Passende Beoordeling.

Nederland heeft in november 2005 het referentiegebied in de Waddenzee ingesteld om te voldoen aan zijn internationale verplichtingen (Staatscourant nr 224 (2005)). Het doel van de aanwijzing van dit referentiegebied is om de ongestoorde ontwikkeling van de natuur in het gebied te kunnen vergelijken met de ontwikkelingen van de natuur in de rest van de Waddenzee. Binnen dit referentiegebied is dus alle menselijke activiteiten die het gebied nadelig zouden kunnen beïnvloeden verboden. Daardoor kunnen lange termijneffecten van menselijke activiteiten onderzocht en in beeld gebracht worden.

Als mogelijke oorzaak van het verdwijnen van enkele zeer speciale biotopen in de Waddenzee wordt de rol van de garnalenvisserij genoemd. Garnalenvisserij is een activiteit die van oudsher wordt uitgeoefend in de Waddenzee en kustwateren. Omdat er erg weinig bekend is over het effect van garnalenvisserij op het bodemleven zijn Alterra en het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (nu gezamenlijk IMARES) in opdracht van het ministerie van LNV een onderzoek gestart naar de mogelijke effecten van garnalenvisserij op lokale natuurwaarden. In dit onderzoek is niet getracht de ontwikkeling te volgen in gebieden waar de visserij met verschillende intensiteit plaatsvindt, maar is ingezet op het volgen van de ontwikkeling van het ecosysteem in een voor de visserij gesloten gebied en dit te vergelijken met een gebied dat toegankelijk zal blijven voor garnalenvisserij. Hiervoor zijn twee geulen ten zuiden van Rottum uitgekozen: het Schild en het Spruit. Het Schild zal vanaf november 2005 gesloten zijn voor garnalenvisserij. (DANKERS et al. 2006)

Volgens bovengenoemde Staatscourant nr. 224 (2005) zijn in het betreffende referentiegebied vooral verschillende soorten van visserij uitgesloten, er mogen in elk geval ook 'geen exploitaties en verstorende activiteiten plaatsvinden', om het resultaat van het onderzoek niet te beïnvloeden.

De route van de geplande kabelsystemen verloopt aan de rand van het genoemde referentiegebied in het gebied ten noorden van Rottumeroog (vgl. Figuur 83). De monsternamstations voor het wetenschappelijk onderzoek dat in het gebied plaatsvindt, liggen uitsluitend tussen de eilanden Rottumeroog en Rottumerplaat, minstens 4 km verwijderd van de bouwplaats van de geplande kabelsystemen.



Figuur 61 Referentiegebied voor ongestoorde ontwikkeling van de mariene natuur

Tweede maasvlakte inclusief zeereservaat

In het kader van het project Maasvlakte 2 moet voor Rotterdam ca. 1.000 ha nieuw industrie- en bedrijfsterrein in de zee opgespoten worden, van waaruit een directe toegang tot diep vaarwater mogelijk is. Het project, inclusief de zoekruimte voor de zandwinning, ligt op ca. 240 km afstand van het plangebied.

Pijpleidingen

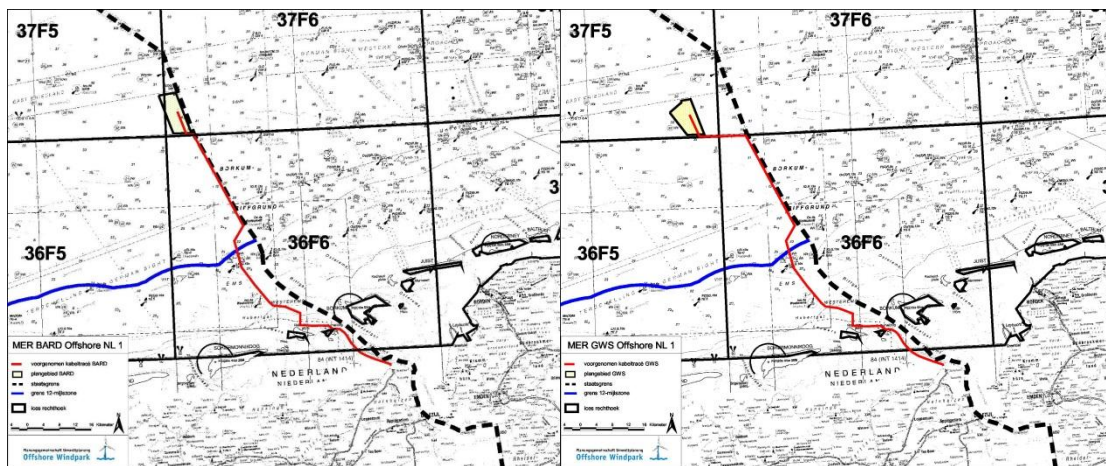
Er lopen geen pijpleidingen door het plangebied. De namen van de dichtstbijzijnde pijpleidingen, de betreffende afstanden tot het plangebied en de getransporteerde producten zijn in Tabel 155 weergegeven. Het geplande kabeltracé kruist de NGT-leiding op twee punten ten noorden van Rottumerplaat/Rottumeroog, in beide gevallen in een hoek van tenminste 60° (zie ook onderstaande figuur). Tussen deze kruispunten lopen de kabelsystemen parallel aan de NGT-leiding met een afstand van minstens 500 m. Er worden geen andere pijpleidingen gekruist.

Naam	Status	Afstand plangebied	Afstand gepland kabeltracé	Product
G17D-A/NGT(s)	in gebruik	30,3 km	26,0 km	gas
G14A/G17D-AP	toekomstig	33,9 km	39,1 km	gas, methanol
G17a-S1/G17D-AP	toekomstig	35,6 km	39,8 km	gas
G16a-A/G17D-AP	toekomstig	35,6 km	39,8 km	gas, methanol
NGT-leiding (L10-AR)	in gebruik	49,1 km	wordt gekruist	gas
Norpipe	in gebruik	29,0 km	22,0 km	gas
Europipe I	in gebruik	37,1 km	40,2 km	gas

Tabel 155 Pijpleidingen

Beroeps- en sportvisserij

Het plangebied ligt in het ICES-rechthoek 37F5 en 37F6.



Figuur 62 ICES-rechthoeken Links: Buitengaats, rechts ZeeEnergie

De opbrengst van de Duitse visserijvloot bestond in 2001 t/m 2005 in totaal uit aanlandingen van 456.544,3 t. Gemiddeld is dit 91.308,9 ton per jaar. De totale vangst uit de vier voor het plangebied relevante rechthoeken bedraagt dus maar 1,2% van de opbrengst van de Noordzee. Tijdens de observatieperiode schommelde de opbrengst tussen 0,6% en 1,8% van de visserijopbrengst van de Noordzee (Tabel 156).

Aanlandingen uit ICES-rechthoeken 36F5, 36F6, 37F5 en 37F6						
	2001	2002	2003	2004	2005	μ
Percentage van de totale vangst	1,8	1,1	0,6	1,1	1,6	1,2
Schol	13,5	10,2	9,1	16,5	19,9	13,8
Tong	42,7	29,2	21,5	16,1	27,0	27,3
Schar	7,7	6,3	7,2	17,0	27,5	13,1
Tarbot	24,9	17,9	16,8	19,4	29,2	21,6
Grauwe poon	26,0	19,4	11,7	17,7	25,3	20,0
Kabeljauw	1,4	0,7	0,7	1,8	2,2	1,4

Tabel 156 Percentages van de Duitse aanlandingen uit de ICES-rechthoeken 36F5, 36F6, 37F5 en 37F6 van de totale vangst van de Duitse visserijvloot uit de Noordzee

De vier ICES-rechthoeken (36F5, 36F6, 37F5 en 37F6) hebben een gezamenlijk oppervlak van 14.603 km². Het oppervlak van de geplande windparken maakt hier maar een zeer klein deel van uit (< 0,1%). Ervan

uitgaande dat de deelsectoren van de onderzochte ICES-rechthoeken gelijkwaardig zijn, wat op basis van de beschikbare resultaten voor de visgemeenschappen zeker redelijk is, wordt het te verwachten percentage potentiële visserijopbrengsten uit het gebied van het windpark gereduceerd met veel minder dan 1% van het aanlandingstotaal. Als het geplande kabeltracé klaar is, zal het de visserij niet beperken.

Er is een rapport van IMARES over de visserijopbrengsten van het gebied rond het plangebied voor de jaren 2004 en 2005 (VAN HAL et al. 2006), waarin de visserij in het betreffende gebied wordt beschreven en geanalyseerd. De als basis gebruikte gegevens zijn afkomstig uit de ICES-rechthoeken 37F5 en 37F6. Daarnaast konden de vangsten in het plangebied gedeeltelijk (boomkorvisserij) door de verwerking van decentrale stationsgegevens (VMS-gegevens) nauwkeuriger worden berekend. Dit rapport inclusief aanvullingen is in bijlage 1 – 3 van BARD MER te vinden. In totaal komen de Nederlandse aanlandingen uit de twee ICES-rechthoeken op gemiddeld 3.862 ton vis per jaar (Tabel 157). Het grootste gedeelte van de vangst bestaat uit schol met gemiddeld 2.131 ton per jaar, gevolgd door tong (679 ton), schaar (397 ton), tarbot (267 ton) en bot (113 ton).

Tabel 157 De Nederlandse aanlandingen uit de ICES-rechthoeken 37F5 en 37F6 en uit het daarin gelegen plangebieden van Buitengaats en ZeeEnergie. Aangegeven is de gemiddelde vangst per jaar in 2004 en 2005.

Lat. naam	Nederlandse naam	Vangst [t]				Aandeel aan 37F5 en 37F6 [%]			
		37F5	37F6	37F5	37F6	Buiten-gaats	Buiten-gaats	Zee-Energie	Zee-Energie
Platichthys flesus	Bot	11,55	101,43	11,55	101,43	0,21	0,19	0,04	0,03
Scophthalmus rhombus	Griet	29,04	34,39	29,04	34,39	0,07	0,11	0,09	0,14
Trachurus trachurus	Horsmakreel	0,37	1,05	0,37	1,05	0,00	0,31	0,00	0,28
Gadus morhua	Kabeljauw	37,42	39,79	37,42	39,79	0,10	0,13	0,13	0,17
Mullus spec.	Mul	1,78	4,61	1,78	4,61	0,03	0,45	0,01	0,15
-	Overige	0,99	0,66	0,99	0,66	0,00	0,26	0,00	0,43
Triglidae	Poon	33,20	85,26	33,20	85,26	0,18	0,15	0,14	0,11
Limanda limanda	Schar	96,07	299,93	96,07	299,93	0,68	0,17	0,35	0,09
Pleuronectes platessa	Schol	816,48	1314,43	816,48	1314,43	2,81	0,13	2,67	0,13
Psetta maxima	Tarbot	83,90	182,97	83,90	182,97	0,38	0,14	0,28	0,10
Solea solea	Tong	243,20	436,19	243,20	436,19	0,87	0,13	0,73	0,11
Microstomus kitt	Tongschar	0,89	5,40	0,89	5,40	0,01	0,18	0,00	0,05
Merlangius merlangus	Wijting	0,66	0,74	0,66	0,74	0,00	0,35	0,00	0,19
Totaal		1.355,54	2.506,84	1.355,54	2.506,84	5,36	0,21	4,44	0,12

De potentiële totale vangsthoeveelheden en het aandeel van het vangstpotentieel in het plangebied die in Tabel 157 voor de plangebieden worden aangegeven, omvatten zowel het aandeel van de in het plangebied uitgevoerde vangsten als het oppervlakteaandeel van het plangebied aan de onderzochte ICES-kwadranten.

Het aandeel van het vangstpotentieel bedraagt slechts respectievelijk 0,21% en 0,12% van het vangsttotaal in de rechthoeken 37F5 en 37F6. Ook de plangebiedaandelen voor de verschillende vissoorten schommelen rond dit percentage.

Voor gedetailleerde informatie over de visserijopbrengsten in de omgeving van het plangebied wordt verwezen naar bijlage 11 van BARD MER en het IMARES-rapport (IMARES 2007, als bijlage 2 bij de BARD MER.). In de Noordzeekustzone wordt ook op de Amerikaanse zwaardschede gevisd. Er zijn op dit moment vier vergunningen voor visserijactiviteiten afgegeven die elk jaar worden verlengd, mits de mosselbestanden in goede toestand verkeren. Twee van de vier schepen vissen voornamelijk in het

Voordelta, één schip vist meestal in de Noordzeekustzone en het vierde schip is afhankelijk van de momentele vangstmogelijkheden, in de gehele kustzone actief. De jaarlijkse vangst bedroeg t/m 2006 ca. 1.000 t versgewicht/jaar (DRZ 2006).

Luchtvaart

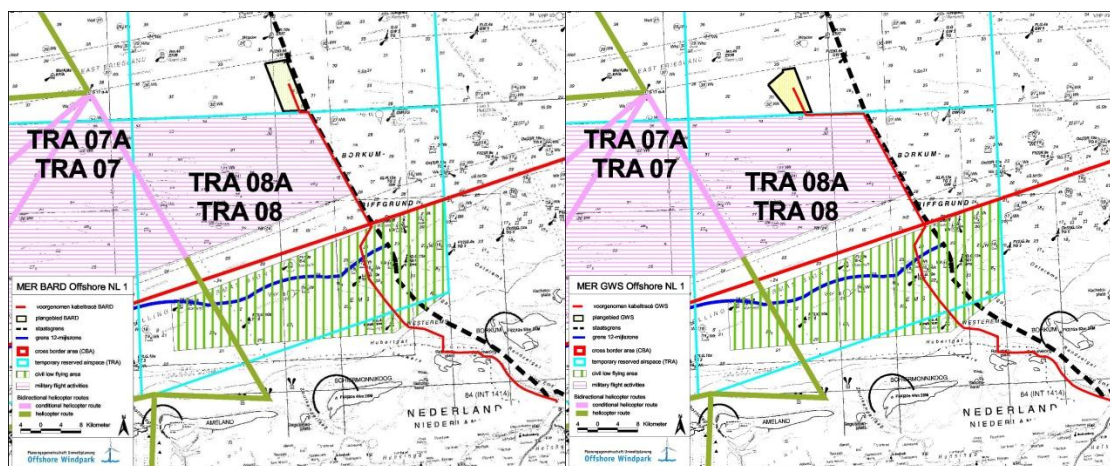
Het plangebied ligt binnen de Temporary Reserved Airspace (TRA) 05A/05 en het gebied van het geplande kabeltracé ligt binnen de Temporary Reserved Airspaces (TRA) 05A/05 en 08A/08. De daar geldende voorschriften zijn in Tabel 158 aangegeven.

Ca. 26 km ten zuiden van het plangebied gebruikt de KLM Flight Academy een laagvlieggebied waar het geplande kabeltracé doorheen loopt. In dit gebied vinden overdag en 's nachts laagvlieg oefeningen plaats. Meer details over de militaire vliegactiviteiten in het gebied van de sectoren TRA 07A/TRA 07 en TRA 08A/TRA 08 staan in hoofdstuk 5.8.3.2.6.

In de omgeving van het plangebied vinden regelmatig helikoptervluchten naar boorplatforms plaats. Gedeeltelijk worden daarbij ook optioneel langere trajecten gebruikt. In Figuur 63 zijn de vliegroutes weergegeven. Het plangebied zelf is voor de civiele luchtvaart niet van belang.

Naam	Bovengrens [ft AMSL]	Ondergrens [ft AMSL]	Opmerkingen
TRA 04	300	055	-
TRA 04A	500	300	-
TRA 05	300	055	-
TRA 05A	500	300	-
TRA 07	300	055	-
TRA 07A	500	300	-
TRA 08	300	055	-
TRA 08A	500	300	-
Area Noordzee	500 (1.000)	100 (330)	KLM Flight Academy
EHD 42	30.000	0	Luchtgevechten

Tabel 158 Luchtvaartactiviteiten



Figuur 63 Luchtvaart Links: Buitengaats, Rechts: ZeeEnergie

Telecommunicatie

Door het plangebied van het windpark loopt de telecommunicatiekabel Maade-W.-Terschelling (TK046), die sinds 31-12-84 niet meer in gebruik is. Er zijn geen andere telecommunicatiekabels binnen het plangebied van het OWP aanwezig.

Recreatie

InterWad/ICTU (2008) geven informatie over de recreatieactiviteiten die in de Eemsmonding bij Eemshaven plaatsvinden en over de intensiteit daarvan. Het vaarwater van de Eems tussen Rottumeroog en Eemshaven wordt gekenmerkt door frequent recreatiegebruik, in dit geval zal het voornamelijk om verkeer door sportboten gaan. Het vlakwater- en waddegebied ten westen van de Eemsmonding in richting Rottumeroog/Rottumerplaat wordt slechts beperkt door toeristen gebruikt. In het onderzochte gebied Groninger Wad loopt een wadlooproute van Noordpolderzijl tot Rottumeroog. In 2006 werd deze route van april tot september tenminste 30 keer gelopen, het aantal deelnemers bedroeg over het jaar gezien in totaal 1.861 personen. Het gemiddelde aantal deelnemers per wandeling/groep lag tussen 10 en 20, in piektijden waren dit tot ca. 60 personen (schriftelijke mededeling Provincie Fryslan, afdeling Landelijk Gebied, 02-04-2008).

6.4.1.2 AUTONOME ONTWIKKELING

Op het moment bestaat geen enkele indicatie dat het boven beschreven gebruik op middellange tot lange termijn minder intensief zal worden. Vanwege de algemeen groeiende energiebehoefte is vooral een groei van de offshore mijnbouw, de zand- en grindwinning en de offshore windenergieopwekking te verwachten. In verband daarmee zal ook het scheeps- en vliegverkeer (helikoptervluchten) toenemen. Een bekende autonome ontwikkeling is de gunning van een exploratievergunning aan Hansa Hydrocarbons in de blokken G18, H16, M3 en N1. Beide windparken en een deel van het kabeltracé liggen binnen deze blokken. Het betreft een exploratievergunning, alleen wanneer deze succesvol is, zal Hansa daadwerkelijk gaan produceren. Of en wanneer dit is, is nu nog onbekend, deze ontwikkeling wordt daarmee niet meegenomen als autonome ontwikkeling.

Ook de aanleg van stroom- en telecommunicatiekabels en pijpleidingen kan eventueel toenemen. Bij de militaire activiteiten en munitiestortingen is een toename momenteel onwaarschijnlijk, maar dit is wel afhankelijk van de wereldpolitieke toestand en het globale engagement van Nederland. Met name de visserij en de aanwijzing van natuurbeschermingsgebieden worden verregaand op Europees niveau geregeld. Een voorspelling van de verdere ontwikkeling, vooral met betrekking tot meer Natura 2000-gebieden, kan op dit moment niet worden gedaan. De visserij zal zeer waarschijnlijk ook in de toekomst door vangstquota worden beperkt. Mocht het pilotproject mosselteelt positieve resultaten opleveren, dan is van een intensivering uit te gaan.

6.5 CULTUURHISTORIE EN ARCHEOLOGIE

Negatieve effecten op het culturele en archeologische erfgoed kunnen overal waar in het sediment wordt ingegrepen plaatsvinden, waarbij de oorzaak dus zowel de bouw als het verwijderen van turbines kan zijn. De effecten van het initiatief op deze beschermde waarde zijn beperkt tot het gebied dat direct door de bouw en/of het verwijderen wordt beïnvloed. Daarom wordt het onderzoeksgebied gedefinieerd door de grenzen van het geplande windpark en zijn infield kabels.

Op marien gebied gaat het bij het culturele en archeologische erfgoed vooral om scheepswrakken in de zeebodem. Om dergelijke wrakken te lokaliseren en om in te schatten hoe waarschijnlijk het is dat goed geconserveerde scheepswrakken en andere monumenten van archeologische waarde worden aangetroffen, zijn de bronnen gebruikt uit Tabel 159.

Naam	Bron
De Archeologische Monumentenkaart	RACM 2006
De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plaat	RACM 2006
De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden	RACM 2006
Seekarte INT 1461 Blatt 90	BSH 2006
Seekarte INT 1045 Blatt 50	BSH 2004
Kaart Windturbineparken Gepubliceerde startnotities – Situatie op 12 juni 2006	MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT 2006

Tabel 159 Overzicht van de voor het aspect cultuurhistorie gebruikte gegevensbronnen

Verder werd een gebiedspecifieke informatieaanvraag gedaan bij de Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten (RACM).

Op de Archeologische Monumentenkaart (RACM 2006) is voor het gebied van de geplande windparken geen enkel terrein van hoge/zeer hoge archeologische waarde te herkennen. De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plaat (RACM 2006) karakteriseert het gehele onderzoeksgebied als gebied met een kleine kans op goed geconserveerde scheepswrakken. Dat betekent dat de verwachte dichtheid van scheepsvondsten met een grote mate van samenhang laag is. In deze gebieden komen vooral resten van schepen voor die over een uitgestrekt gebied verspreid zijn geraakt. De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (RACM 2006) geeft geen informatie met betrekking tot het plangebied. De Seekarte (BSH 2004) en de door het MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT (2006) uitgegeven kaart laten zien dat in het plangebied geen scheepswrakken aanwezig zijn. De dichtstbijzijnde scheepswrakken bevinden zich op ca. 4,5 km afstand noordelijk van de buitenste grens van het windpark (zie ook het bijlage 11 van het BARD MER). Een aanvraag bij de Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten (RACM) leverde op dat voor het gebied van het geplande OWP geen archeologische waarden zijn geregistreerd, helemaal uitgesloten worden kunnen zij echter niet. Het Wrakkenregister Nederlands Continentaal Plaat en Westerschelde geeft vijf scheepswrakken in de ruimere omgeving (blok G18) aan (schriftelijke mededeling RACM, 6-12-06).

Monumenten van cultuurhistorische waarde zouden zowel door de installatie van windturbines en de infield kabels als door het gebruik van het park vanwege veranderingen van de morfologie en het sediment negatief beïnvloed kunnen worden. Op basis van de bestaande situatie (geen monumenten van cultuurhistorische waarde en weinig kans op het vinden van goed geconserveerde scheepswrakken in het plangebied) kunnen alle effecten door bouw, aanleg, gebruik en verwijderen van de windparken en de bijbehorende infield kabels voor gebieden met cultureel en archeologisch erfgoed worden uitgesloten.

De initiatiefnemer zal in het toekomstige OWP een archeologische survey conform KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) laten uitvoeren, wat effecten op mogelijke, tot nu toe onbekende archeologische waarden verhindert.

Invloed varianten en alternatieven

De verschillende opstellingsvarianten hebben bij nadere beschouwing geen invloed op monumenten van cultuurhistorische waarde in het onderzochte zeegebied. In het MER is primair uitgegaan van alternatief 7D. Door de

effectvoorspelling voor 7D worden ook de mogelijke effecten van de alternatieven en varianten gedekt. Omdat het ruimtebeslag bij variant 5D en het VKA geringer is dan het ruimtebeslag van de overige varianten, is over het algemeen te verwachten dat de potentiële effecten op monumenten van cultuurhistorische waarde geringer zullen zijn dan bij de overige varianten. Bij bijvoorbeeld realisatie van variant 5D (oppervlak ca. 23 km²) zou ca. 20 km² oppervlak minder als potentiële locatie met monumenten van cultuurhistorische waarde in beslag worden genomen dan bij de overige varianten (elk ca. 43 km²).

Een aparte beschouwing van de varianten kan met betrekking tot monumenten van cultuurhistorische waarde daarom achterwege worden gelaten.

6.6 KUSTVEILIGHEID

Offshore windpark

Het geplande windpark ligt op meer dan 50 km van de Waddeneilanden en de vastelandskust. Door bouw, aanleg, gebruik en verwijderen van het windpark OWP en de bijbehorende infield kabels wordt niets dat van belang is voor de kustveiligheid (bijvoorbeeld dijken) beïnvloed. Daarom wordt het aspect kustveiligheid niet verder in beschouwing genomen.

6.7 EFFECTBESCHRIJVING EN –BEOORDELING

6.7.1 LANDSCHAP EN ZICHTBAARHEID

De effecten met betrekking tot licht, visuele onrust en geluid die worden veroorzaakt door bouw en verwijderen zijn tijdelijk, de door gebruik en aanleg veroorzaakte effecten zijn permanent. De eerder genoemde kenmerken van het landschap Noordzee veranderen voor mensen op het eiland en aan de kust (inwoners, recreanten) niet. Negatieve gevolgen voor de mens als ontspanning zoekend individu zijn in geen geval te constateren. Alleen is het mogelijk dat af en toe opvarenden van sportboten, cruisepassagiers e.d. de turbines waarnemen. Door de bouw van andere offshore windparken in de buurt van het geplande OWP zal geen verandering (=cumulatieve werking) plaatsvinden omdat ook deze OWP's zich buiten het zicht vanaf het land bevinden. De variantenafweging wordt voor het landschap achterwege gelaten omdat de alternatieve varianten 7D, 5D en 12D wat de effecten op het landschap betreft niet verschillen van de VKA aangezien alle varianten niet zichtbaar zijn.

6.7.2 RUIMTEGEBRUIK EN GEBRUIKSFUNCTIES

Verstorings door aanleg, gebruik en verwijdering

In verband met de aanleg en latere verwijdering van het windpark komt het tot

- extra scheepsverkeer (visuele onrust, geluidsemissies, uitstoot van schadelijke stoffen),
- een vaar- en gebruiksverbod en een kenmerking van het windpark,
- geluidsemissies, vrijkomende voedingsstoffen en schadelijke stoffen en resuspensie van sedimenten (heiwerkzaamheden, trenchen van kabels).

In verband met het gebruik van het windpark komt het tot

- een gebruiks- en vaarverbod,
- bodemafdekking en ruimtegebruik,
- obstakelwerking in het luchtruim door de turbines.

Uit paragraaf 6.4 blijkt dat de volgende gebruiksfuncties niet in het plangebied voorkomen:

- offshore mijnbouw (mijnbouw, gas- en oliewinning),
- zand- en grindwinning,
- schelpenwinning,
- baggerstort,
- munitiestortgebieden,
- militaire activiteiten en oefenterreinen,
- VHR-gebieden,
- Referentiegebied,
- pijpleidingen,
- luchtvaart,
- telecommunicatie,
- recreatie

Op deze gebruiksfuncties zijn daarom geen werkingen door aanleg, gebruik en verwijderen te verwachten.

Tijdens de aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase is het plangebied niet beschikbaar voor:

- het wegnemen van sediment (boringen, grijpermonsters),
- regulier scheepsverkeer en recreatieverkeer en
- de beroeps- en sportvisserij

Verschillen tussen varianten

De verschillende opstellingsvarianten hebben bij nadere beschouwing geen invloed op de ontwikkeling van de gebruiksfuncties in het onderzochte zeegebied. Door de effectvoorspelling voor voorkeursvariant 7D uit het BARD MER worden ook de mogelijke effecten van de alternatieve varianten, inclusief het nieuwe VKA met iets andere kenmerken, gedekt. Omdat bijvoorbeeld het ruimtebeslag bij variant 5D geringer is dan bij de overige varianten, is over het algemeen te verwachten dat de effecten op de gebruiksfuncties geringer zullen zijn dan bij de overige varianten. Bijvoorbeeld bij realisatie van variant 5D (oppervlak ca. 23 km²) zou een oppervlak van ca. 20 km² meer voor de visserij en scheepsvaart beschikbaar zijn dan bij de overige varianten (elk ca. 43 km²).

Een aparte beschouwing van de overige varianten kan daarom voor het gebruiksaspect achterwege worden gelaten.

Effect op wegnemen sediment en regulier scheepsverkeer en recreatieverkeer

Omdat het wegnemen van sedimenten onregelmatig en gericht voor bepaalde doeleinden plaatsvindt, is hier geen sprake van een continu gebruik. De 635 schepen per jaar die op dit moment in beide richtingen door het plangebied varen, zullen tijdens de bouw- en verwijderingsfase om moeten varen. Een mogelijkheid zou een omleiding om het plangebied in westelijke richting over de German Bight Western Approach zijn. Daardoor zou de route ca. 6 kilometer langer worden.

Effect op de beroeps- en sportvisserij

De commerciële visserij kan op een aantal manieren beïnvloed worden door de bouw van het windpark. In paragraaf 11.3 zijn de invloeden van de aanleg en gebruik van het park genoemd. Voor vissen zijn de genoemde invloeden:

- Geluid en trillingen
- Habitatverlies
- Vertroebeling en verontreiniging
- Opwarming bodem en elektromagnetische velden
- Habitatverbetering

In paragraaf 11.5.3 wordt het volgende geconcludeerd: “De effecten op de visfauna door de aanleg zijn hoofdzakelijk het resultaat van de geluidsontwikkeling bij het inheien van de fundaties”.

Bovendien kan de visserij beïnvloed worden door het vaar- en gebruiksverbod ter plaatse van de windparken.

Wanneer specifiek naar commerciële visbestanden wordt gekeken, zal het effect van het heien van de fundaties de belangrijkste potentiële effecten geven. Daarom wordt hier naar het effect van het heien op de commerciële visbestanden gekeken. Het effect valt in twee delen uiteen:

- Effecten op adulte vissen in het gebied zelf: wanneer de mortaliteit onder adulte vissen groot is, kan dit de populatie aantasten en de vangst van commerciële vissers negatief beïnvloeden.
- Effecten op vislarven: wanneer een te groot deel van de vislarven sterft, kan dit op termijn leiden tot een vermindering in het aantal adulte individuen, hetgeen ook de populatie aantast en de vangst van commerciële vissers negatief beïnvloeden.

Adulte vissen

De visfauna in het effectgebied komt qua samenstelling, dichtheden en seizoenale variabiliteit overeenkomt met de visfauna van de relatief dicht bij de kust gelegen gebieden van de zuidelijke Noordzee. De bodemvisfauna wordt gedomineerd door platvissoorten: schaar (*Limanda limanda*), schol (*Pleuronectes platessa*) en dwergtong (*Buglossidium luteum*), veelvoorkomende pelagische soorten zijn haring (*Clupea harengus*) en sprat (*Sprattus sprattus*). Het effectgebied ligt in het hoofdverspreidingsgebied van schaar en schol, terwijl dit voor tong zuidelijker ligt.

Op basis van de gehoorgevoeligheid worden vissoorten in twee klassen worden verdeeld: gehoorgeneralisten en gehoorspecialisten. Specialisten hebben een lage gehoorgrens en zijn dus gevoeliger voor geluid. Generalisten zijn alleen gevoeligheid voor lage tonen. Schol, schaar, bot, tarbot, paling en kabeljauw zijn gehoorgeneralisten. Tot de gehoorspecialisten worden haring en sprat gerekend.

In de directe omgeving van heiwerkzaamheden kunnen drukgolven eventueel zware beschadigingen aan het weefsel van vissen veroorzaken, zoals inwendige bloedingen, open wonden, geplette zwemblazen en sterk beschadigde inwendige organen. Zware verwondingen die bij vissen in het algemeen tot de dood leiden. Over de langetermijneffecten van verwondingen die niet direct dodelijk zijn voor een populatie is de kennis nog gebrekkig. Vermoed wordt dat gehoorschade door drukgolven herstelbaar is. Op basis van diverse onderzoeken wordt aangenomen dat:

- Vissen die zich tijdens de start van het heien binnen een straal van 150 m van de heiplaats bevinden dodelijke 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 in de opsomming genoemde waarden wordt voor vissen tijdens de gehele aanlegfase een zone voor fysieke schade en een zone van tijdelijke doofheid (TTS) aangehouden van respectievelijk 0,15 km en 6 km rondom een turbine.

De gebieden waarin verwondingen en TTS optreedt beslaan respectievelijk < 0,01% en 0,2 % van het totale leefgebied voor de in het zuidelijk deel van het NCP voorkomende vissen. Aangezien de visrijkdom in en rond het studiegebied gemiddeld is en het verspreidingsgebied van de er voorkomende vissoorten (minimaal) de hele Noordzee bestrijkt, kunnen effecten op populatieniveau worden uitgesloten.

Dit betekent tevens dat de commerciële visserij geen effect op de vangst zal ondervinden ten gevolge van de hei werkzaamheden en de effecten op adulte vissen.

Vislarven

Het hoofdpaaigebied van schol ligt zuidelijk, maar ook in het effectgebied zijn hogere concentraties viseieren aangetroffen. Ook het hoofdpaaigebied van schaar kan met het effectgebied overlappen, zodat de ei- en larvenconcentraties in het effectgebied ook hoger kunnen zijn. Grote delen van het hoofdpaaigebied liggen echter buiten het plangebied. Hoeveelheden eieren van deze soorten zijn met name in de periode maart – juni hoger in de Noordzee en daarmee ook in het effectgebied.

Anders dan bij schol verplaatsen de larven van schaar zich niet naar de Waddenzee, maar brengen ze hun jeugd door in dieper gelegen gebieden. Negatieve effecten door een verhoogde sterfte manifesteren zich in een verminderde aanvoer van larven in de verder weg gelegen kraamkamers en foerageergebieden.

Doordat vislarven passief worden meegevoerd met de stroming kunnen zij geen actief vermijdingsgedrag vertonen. Gegevens over de effecten van geluid op eieren en larven zijn nog maar zeer beperkt beschikbaar, waardoor er over de omvang van de negatieve gevolgen slechts een indicatie kan worden gegeven.

Recent onderzoek (Bolle et al., 2012) laat zien dat buiten een straal van 0,4 km geen significante toename van de vislarvensterfte is te verwachten. Afhankelijk van de vissoort wordt dan een reductie van het larventransport naar de kinderkamers van 1-5% verwacht. Het betreft hier vooral de kinderkamers in de Nederlandse, Duitse en Deense Waddenzee (met kust zee). De reductie van het larventransport betekent een verhoging van de mortaliteit bij vislarven. Het aantal juveniele vissen in de kinderkamers daalt bij de meeste vissoorten minder sterk dan het aantal larven. Een uitzondering hierop vormen schol, bot en schaar omdat hun larven vooral het wad opzoeken. Daarom wordt aangenomen dat de verliezen aan juvenielen bij deze drie soorten gelijk zijn aan de verliezen bij de larven. Door de relatief geringe verliezen aan larven door hei-activiteiten is er geen sprake van een verandering in de natuurlijke mortaliteit boven de natuurlijke variabiliteit. Bovendien doen de verliezen zich tijdelijk voor. Tenslotte wordt er ook buiten de periodes met een hoge larvendichtheid geheid, ten gevolge van de hei restrictie.

Gezien de beschreven effecten van heien op vislarven en op het transport naar kraamkamers en opgroeigebieden kan een effect op de populaties van commerciële vissen worden uitgesloten.

Dit betekent tevens dat de commerciële visserij geen effect op de vangst zal ondervinden ten gevolge van de hei werkzaamheden en de negatieve effecten op vislarven en opgroeiende juvenielen van commerciële soorten.

Vaar- en gebruiksverbod

Het plangebied beslaat < 0,01% van het totale leefgebied voor de in het zuidelijk deel van het NCP voorkomende vissen. Het in het plangebied potentieel te realiseren aandeel aan de totale visvangst in de ICES-rechthoeken 37F5 en 37F6 bedraagt 0,21% en 0,12 %. Door het vaar- en gebruiksverbod kan dit potentieel niet gerealiseerd worden. Echter door het gebruiksverbod kunnen vispopulaties zich herstellen en stabiliseren. De visserij kan hiervan profiteren.

Conclusie

Het heien heeft een negatief effect op zowel adulte vissen in de buurt van het park, als op vislarven. Deze effecten werken echter niet door in de populaties van commerciële vissen. Het is daarom uitgesloten dat de commerciële visserij een negatief effect in vangst ondervindt van het heien van de windparken. Ook effecten van andere activiteiten zullen de commerciële visstand niet negatief beïnvloeden.

6.7.3 CULTUURHISTORIE EN ARCHEOLOGIE

De verschillende opstellingsvarianten hebben geen invloed op monumenten van cultuurhistorische waarde in het onderzochte zeegebied. In het MER is primair uitgegaan van alternatief 7D. Door de effectvoorspelling voor 7D worden ook de mogelijke effecten van de alternatieven en varianten gedekt. Omdat het ruimtebeslag bij variant 5D en het VKA geringer is, is over het algemeen te verwachten dat de potentiële effecten op monumenten van cultuurhistorische waarde geringer zullen zijn dan bij de overige varianten.

6.7.4 CONCLUSIES

Beoordelingscriterium	Ref	VKA (4MW)	5 MW	5 MW 5D	5 MW 12D	7D
Landschap en zichtbaarheid	0	0	0	0	0	0
Ruimtegebruik	0	0	0	0	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	0	0	0	0	0	0

Tabel 160 Effectbeoordeling voor de windparken, overige milieuaspecten

Tabel 160 toont de effectscores voor de overige milieuaspecten. Zoals ook uit paragraaf 6.7.1, 6.7.2 en 6.7.3 blijkt, leiden geen van de beoordelingscriteria tot negatieve dan wel positieve effecten ten opzichte van de referentiesituatie.

Colofon

MER WINDPARKEN GEMINI

DEEL B

OPDRACHTGEVER:

Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie
Typhoon Offshore

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

Ingrid Burggraaf-van den Berg
Raffael Argiolu
Yvonne Verlinde
Roelant Snoek
Belinda Kater
Annemieke Kouwenberg
Sander Jonker
Mariska Salomons
Beno Koolstra

GECONTROLEERD DOOR:

Karin van der Wel

VRIJGEGEVEN DOOR:

Steeff van Baalen

19 oktober 2012

076707818:A

ARCADIS NEDERLAND BV

Beaulieustraat 22

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Tel 026 3778 911

Fax 026 3778 239
www.arcadis.nl
Handelsregister 9036504
Handelsregister 9036504

Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden veelevoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van elektronische of andere vorm van reproductie of anderszins.