

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.tno.nl

T 055 549 34 93
F 055 549 32 01
info@mep.tno.nl

TNO-rapport

2006-DH-R0313/B

Effecten van storten van baggerspecie in het Marsdiep Een Passende Beoordeling ter onderbouwing van een aanvraag op basis van de Natuurbeschermingswet 1998

IMARES Rapportnummer: C084/06

Datum	07-12-2006
Auteurs	R.H. Jongbloed N.M.J.A. Dankers A.G. Brinkman J.A. van Dalssen C.J.Smit J.E. Tamis
Projectnummer	Wageningen IMARES 439.61068.01 / TNO IMARES 034.64360
Trefwoorden	baggeren, baggerstort, effectbeoordeling, Marsdiep, troebeling, Vogel- en Habitatrichtlijn, Waddenzee
Bestemd voor	Ministerie van Defensie Dienst Vastgoed Defensie Directie West, projectteam Den Helder Ing. A.H.H.M. Bongers Utrecht

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Samenvatting

Het Ministerie van Defensie is voornemens baggerspecie te storten in het Marsdiep. De baggerspecie is afkomstig uit de Nieuwe Haven te Den Helder (onderhoudsbaggerwerk en kapitaalbaggerwerk voor de bouw van de Kade Berghaven) en de vaargeul en zwaikom van de Joost Dourleinkazerne aan de Mokbaai op Texel (onderhoudsbaggerwerk).

Voor het storten van baggerspecie in het Marsdiep is een vergunning vereist op basis van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) en op basis van de Natuurbeschermingswet 1998 (Nb-wet). De WVO-vergunning is al verleend. De vergunning voor de Nb-wet moet nog worden verleend door het bevoegde gezag, de Minister van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV). Ter onderbouwing van deze vergunningaanvraag is een Passende Beoordeling noodzakelijk. Dit rapport beschrijft de Passende Beoordeling voor het storten van baggerspecie in het Marsdiep.

Het Ministerie van LNV heeft het format “Passende Beoordeling” aanbevolen, dat voor dit rapport is toegepast. Hieronder staat dit format weergegeven met daarbij de belangrijkste conclusies uit de Passende Beoordeling.

Passende Beoordeling Baggerstort Marsdiep
<p>1. Locatiebepaling</p> <p><i>Waar vindt het door u voorgenomen plan of project precies plaats?</i></p> <p>Er wordt gebaggerd in de Nieuwe Haven te Den Helder en de Mokbaai op Texel. De stortlocatie is binnen het Marsdiep, gelegen op de Amersfoortcoördinaten 115.003 – 555.034 en heeft een doorsnede van 100 meter. De stortlocatie ligt binnen de SBZ Waddenzee (Vogel- en Habitatrichtlijngebied).</p>
<p>2. Beschermde natuurwaarden en kenmerken</p> <p><i>Voor welke natuurwaarden zijn de betreffende gebieden aangewezen?</i></p> <p>De volgende habitattypen en –soorten zijn wat betreft de Habitatrichtlijn relevant in relatie tot de stortlocatie en het beïnvloedingsgebied: Habitatype nr. 1110, 1140, 1310 en 1330 en habitatsoorten Zeeprik, Rivierprik, Fint, Bruinvis, Grijs zeehond en Gewone Zeehond. Het gebied is ook aangewezen als Vogelrichtlijngebied. Er zijn 15 vogelsoorten die voorkomen in het Marsdiep en 40 vogelsoorten die voorkomen in het Marsdiepbekken.</p>
<p>3. Relevante beschermde natuurwaarden en kenmerken</p> <p><i>Op welke specifieke natuurwaarden heeft uw project of plan een mogelijk negatief of positief effect? En op welke specifieke natuurwaarden zal uw project of plan geen effecten (kunnen hebben)?</i></p> <p>Effecten zijn niet uit te sluiten in habitattypen 1110 (sublitorale platen), 1140 (droogvallende platen), 1310 en 1330 (kwelders en schorren) en enkele soorten genoemd in de Habitatrichtlijn (twee soorten Prik, twee soorten Zeehond, Bruinvis en Fint). Daarnaast zijn er een aantal vogelsoorten uit de bijlage van de EU-Vogelrichtlijn die beïnvloed zouden kunnen worden.</p>

Passende Beoordeling Baggerstort Mardiep
<p>4. Effecten-analyse</p> <p><i>Beschrijf de (mogelijke) effecten zo nauwkeurig mogelijk per individuele natuurwaarde.</i></p> <p>Potentiële effecten op habitattypen zijn: verontreiniging; verhoogde troebelheid in de waterkolom; bedekking van lokaal aanwezige bodemfauna met slib, met sterfte tot gevolg; verstoring door daling van het zuurstofgehalte (habitattypen 1110 en 1140); en verandering van de morfologie van zandbanken (habitatype 1110). Indien aan de voorwaarden binnen vergunningverlening wordt voldaan, zullen de genoemde effecten echter niet significant zijn.</p> <p>Voor de habitatsoorten Grijs Zeehond, Gewone Zeehond en Bruinvis zijn de volgende potentiële effecten van belang: bioaccumulatie en biomagnificatie van organotin (TBT); verstoring door werkzaamheden; verstoring door vertroebeling. De effecten worden als niet significant beschouwd.</p> <p>Voor de Habitatsoorten Zeepril, Rivierpril en Fint zijn de volgende potentiële effecten van belang: verstoring door daling van het zuurstofgehalte; verstoring door werkzaamheden (zicht, geluid); verontreiniging met stoffen; verhoogde troebelheid in de waterkolom (Fint). Er worden geen significante effecten verwacht.</p> <p>Potentiële effecten op Vogelrichtlijnsoorten zijn: Verstoring foeragerende en rustende vogels door werkzaamheden; Verhoogde troebelheid vermindert zicht voor zachtjagers (bijvoorbeeld Sterns); Indirecte effecten via aantasting bodemfauna. Er worden geen significante effecten verwacht.</p>
<p>5. Mitigatie</p> <p><i>Geef een beschrijving van aspecten binnen uw project of plan c.q. concrete maatregelen welke u zult/kunt ondernemen om de onder punt 4 aangeduide negatieve effecten te verzachten c.q. te voorkomen?</i></p> <p>De gestorte baggerspecie voldoet aan de CTT, waardoor verontreiniging wordt voorkomen;</p> <p>Door het storten in een snelstromende geul (Marsdiep) zullen effecten van verhoogde sedimentatie minimaal zijn;</p> <p>Door het storten nabij een zeegat is er geringe kans op afname planktonbloei;</p> <p>Aangezien maar één stortlocatie wordt gebruikt is het gebied dat wordt aangetast minimaal;</p> <p>Gebieden met rijke bodemflora en -fauna, vogelbroedgebieden en hoogwatervluchtplaatsen en rust- en zoogplaatsen van zeehonden worden vermeden (stortlocatie op >1000 m afstand);</p> <p>Door de stort te concentreren op een kleine locatie zal het effect op eventueel aanwezige macrofauna groot zijn, maar wel beperkt tot een klein gebied;</p> <p>Door in het voorjaar en de zomer niet te storten wordt de meest gevoelige periode voor bedekking bij macrofauna vermeden en zal er geen nadelig effect op filtrerende bodemdieren optreden.</p>
<p>6. Cumulatie</p> <p><i>Kunnen de effecten van uw project of plan op de relevante natuurwaarden de effecten van andere projecten en/of plannen op diezelfde natuurwaarden versterken? Zo ja: geef een korte beschrijving van dit andere project en/of plan en benoem de mate van versterking van effecten door uitvoering van uw project of plan.</i></p> <p>Cumulatie van effecten kan met name optreden met betrekking tot verstoring en troebeling. De verwachte bijdrage van de stortactiviteiten aan het mogelijke totale verstorende effect is niet groot. Door een veelheid aan menselijke activiteiten, waaronder baggerstort, is er ongetwijfeld een toename van troebeling. De Waddenzee is echter van nature een troebel gebied met veel dynamiek waardoor erosie en sedimentatie tot de natuurlijke verschijnselen gerekend moeten worden. Aangezien niet bekend is in welke mate dieren momenteel hinder ondervinden van het totaal aan verstoringen in het Marsdiepgebied en in hoeverre troebeling een significant effect heeft op de "waarden" van de SBZ Waddenzee, kan ook geen uitspraak worden gedaan over het al dan niet optreden van significante effecten van de cumulatie.</p>
<p>7. Conclusie effectenanalyse</p> <p><i>Is er sprake van een aantasting van 1 of meerdere van de beschermde natuurlijke kenmerken van de betrokken gebieden c.q. het betrokken gebied?</i></p> <p>Er is geen sprake van zodanige negatieve effecten dat de instandhoudingsdoelen van het gebied geweld wordt aangedaan. De kwaliteit van de habitats neemt niet significant af, en van geen van de relevante soorten wordt de (lokale) populatie bedreigd.</p>

Passende Beoordeling Baggerstort Marsdiep**8. Alternatieven**

Zijn er alternatieve oplossingen voor hetgeen u met uw project of plan beoogt ? Zo ja: geef een beschrijving van deze alternatieven en maak voldoende aannemelijk waarom het, vanuit het natuurbelang, toch beter is dat de door u voorgestelde uitvoering/locatie gekozen zou moeten worden.

Er zijn geen alternatieven voor het plan nodig, want de uitvoering en locatie van het beoogde plan minimaliseert de effecten op natuurwaarden. Alternatieven zouden kunnen zijn een andere stortlocatie op het Marsdiep en een grotere stortplaats. Een alternatieve locatie zou of iets noordelijker, of westelijker in het Marsdiep, dan de beoogde locatie, beide met een grotere waterdiepte en iets verder verwijderd van het Balgzand. De stortlocatie zou groter kunnen zijn dan de 100 meter doorsnede van de beoogde stortplaats. De voor- of nadelen ten opzichte van een kleinere stortlocatie zijn in deze situatie echter niet goed in te schatten en zouden wel eens van gering belang kunnen zijn in het snelstromende, diepe en troebele water van het Marsdiep.

9. Openbaar belang

Dient uw project of plan een bepaalde dwingende reden van groot openbaar belang?

Dit is niet van belang, want er zijn geen significant negatieve effecten van onderhavige plan te verwachten.

10. Compensatie

Welke compenserende maatregelen zult/kunt u nemen om de aantasting van de beschermde natuurwaarden te neutraliseren?

Compenserende maatregelen zijn niet van belang, want er zijn geen significant negatieve effecten van onderhavige plan te verwachten.

Inhoud

	pagina
Samenvatting	3
1. Inleiding	9
1.1 Doel van deze studie.....	9
1.2 Leeswijzer.....	10
2. Locatiebepaling	13
2.1 Plaats van baggeren en storten.....	13
2.2 Transportroutes	14
2.3 Beïnvloedingsgebied	14
3. Activiteiten.....	23
3.1 Transport.....	23
3.2 Baggerstort	26
4. Beschermde natuurwaarden en kenmerken.....	29
4.1 Relevante wet- en regelgeving	29
4.2 Habitattypen en –soorten in het studiegebied.....	30
4.3 Vogelrichtlijngebied	34
5. Relevante beschermde natuurwaarden en kenmerken	39
5.1 Aanpak.....	39
5.2 Uitwerking.....	39
6. Effectenanalyse	41
6.1 Algemeen.....	41
6.2 Bedekking met sediment	41
6.3 Troebeling.....	45
6.4 Toxische stoffen	53
6.5 Onderwatergeluid	55
6.6 Bovenwatergeluid.....	58
6.7 Licht.....	61
6.8 Zichtverstoring	63
6.9 Effecten op beschermde soorten en habitattypen	65
7. Mitigatie.....	69
7.1 Algemeen.....	69
7.2 Criteria voor baggerstort.....	69
7.3 Beheersopties voor baggerstort	70
7.4 Periode van baggerstort	71
7.5 Locatie en grootte van de stortplaats	72

7.6	Storten bij bepaald tij.....	72
7.7	Wijze van storten.....	72
8.	Cumulatie.....	75
8.1	Inleiding.....	75
8.2	Cumulatie van effecten door activiteiten in de Waddenzee.....	75
8.3	Cumulatie door voorgenomen baggeractiviteiten.....	77
8.4	Effecten samenhangend met gesuspendeerd materiaal (troebeling) en sedimentatie.....	79
8.5	Gevolgen van niet baggeren van de havens Den Helder en Mokbaai.....	81
9.	Conclusie effectenanalyse.....	82
10.	Alternatieven.....	85
11.	Openbaar belang.....	87
12.	Compensatie.....	89
13.	Referenties.....	91
14.	Verantwoording.....	97
	Bijlage 1 Natuurlijke slibhuishouding in Marsdiepbekken.....	99
	Bijlage 2 Diepteveranderingen in het Marsdiep.....	101
	Bijlage 3 Fluxen van gesuspendeerd materiaal door het Marsdiep.....	103
	Bijlage 4 Effect van voorgenomen baggerstort op het gehalte aan zwevend stof in het Marsdiep.....	105
	Bijlage 5 Speciale Beschermingszone Waddenzee.....	109
	Bijlage 6 Vogelrichtlijngebied Waddenzee.....	111
	Bijlage 7 Concentraties en normen van contaminanten in baggerspecie en milieu.....	115
	Bijlage 8 Concentraties van contaminanten gemeten in Westelijke Waddenzee sediment.....	117

1. Inleiding

1.1 Doel van deze studie

Het Ministerie van Defensie voert regelmatig baggerwerkzaamheden uit, onder andere bij de haven van Den Helder om de haven en haveningang toegankelijk te houden voor diepstekende schepen. Baggerspecie die vrijkomt bij baggerwerkzaamheden dient op daarvoor aangewezen locaties gestort te worden. Het Ministerie van Defensie is voornemens baggerspecie te storten in het Marsdiep. De baggerspecie is afkomstig uit de Nieuwe Haven te Den Helder (onderhoudsbaggerwerk en kapitaalbaggerwerk voor de bouw van de Kade Berghaven) en de vaargeul en zwaairom van de Joost Dourleinkazerne aan de Mokbaai op Texel (onderhoudsbaggerwerk).

In het verleden was voor het storten in het Marsdiep alleen een Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) vergunning noodzakelijk. Tegenwoordig is ook een vergunning noodzakelijk op basis van de Natuurbeschermingswet 1998 (Nb-wet). De WVO-vergunning is al verlengd. Voor de Nb-wet is een vergunning vereist, welke moet worden verleend door het bevoegde gezag, de Minister van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit. De Mokbaai en het Marsdiep behoren tot een z.g. Natura 2000 gebied dat is aangewezen in het kader van de Europese Vogel- en Habitat richtlijn. De regelgeving voor Speciale Bescherming Zones (SBZ) is vastgelegd in de nationale Nb-wetgeving. De haven van Den Helder is in dit licht geen beschermd gebied.

De Passende Beoordeling kan gezien worden als een procedure die gevolgd wordt bij een vergunningaanvraag/-verlening voor activiteiten waarvan niet vaststaat dat ze geen negatieve effecten hebben in gebieden waarvoor een strikt beschermingsregime geldt.

Dit rapport beschrijft de Passende Beoordeling voor het storten van baggerspecie in het Marsdiep, welke noodzakelijk is ter onderbouwing van de vergunningaanvraag op basis van de Nb-wet. Uitgangspunt daarbij is dat het Ministerie van Defensie niet voornemens is om projecten in het Waddengebied uit te voeren die (mogelijke) significante negatieve gevolgen hebben voor beschermde natuurwaarden. Deze Passende Beoordeling heeft betrekking op twee verschillende type activiteiten;

- Onderhoudsbaggerwerk (doorlopende activiteit)
- Kapitaalbaggerwerk (eenmalige activiteit)

De periode waarvoor de vergunning wordt aangevraagd is 4 jaar en loopt van 2007 tot en met 2010 voor het onderhoudsbaggerwerk en de periode najaar 2007 tot en met 2010 voor de stort van het baggerslib uit de Kade Berghaven (kapitaalbaggerwerk).

Onderhoudsbaggerwerk van de Waddenzeehavens, waaronder die van Den Helder, vindt al plaats sinds 1952. In die zin moet de activiteit onderhoudsbaggerwerk aan de haven van Den Helder en de Mokbaai en de baggerstort in het Marsdiep gezien worden als bestaand gebruik op het moment dat de Waddenzee onder de beschermingsregimes werd geplaatst. Deze activiteit heeft destijds niet geleid tot een natuurkwaliteit waardoor aanwijzing als natuurgebied niet mogelijk was. Het kapitaalbaggerwerk is wel een nieuwe activiteit. Omdat de baggerhoeveelheden per jaar verschillen, en stortlocaties eventueel kunnen wijzigen is het verstandig ook het onderhoudsbaggerwerk als “project” te zien (Uitspraak Europees Hof inzake de kokkelvisserij), en voor beide aspecten een PB uit te voeren.

De Passende Beoordeling gaat alleen in op de effecten van storten en transport tussen baggerlocatie en stortplaats (dat is waar een Nb-wet vergunning voor wordt gevraagd). Effecten van baggeren in haven en geul worden niet behandeld.

1.2 Leeswijzer

Het Ministerie van LNV heeft het format “Passende Beoordeling” aanbevolen, die voor dit rapport is toegepast. In de tabel hieronder staat dit format weergegeven met daarbij de corresponderende hoofdstukken van dit rapport.

Format “Passende Beoordeling” LNV	Onderhavig rapport
Locatiebepaling 1. Waar vindt het door u voorgenomen plan of project precies plaats?	Hoofdstuk 2 Plaats van baggeren, transportroutes, stortplaats en beïnvloedingsgebied
	Hoofdstuk 3 Beschrijving activiteiten (transport, baggerstort)
Beschermde natuurwaarden en kernmerken 2. Voor welke natuurwaarden zijn de betreffende gebieden aangewezen?	Hoofdstuk 4 Overzicht van beschermde natuurwaarden en kenmerken
Relevante beschermde natuurwaarden en kenmerken 3. Op welke specifieke natuurwaarden heeft uw project of plan een mogelijk negatief of positief effect? En op welke specifieke natuurwaarden zal uw project of plan geen effecten (kunnen hebben)?	Hoofdstuk 5 Effectenschema: overzicht van activiteiten, ingrepen en effecten.
Effectenanalyse 4. Beschrijf de (mogelijke) effecten zo nauwkeurig mogelijk per individuele natuurwaarde.	Hoofdstuk 6 Effectenanalyse: Omschrijving van de effecten door bedekking, troebeling, toxische stoffen, geluid, licht en zichtverstoring.

Format "Passende Beoordeling" LNV	Onderhavig rapport
<p>Mitigatie 5. Geef een beschrijving van aspecten binnen uw project of plan c.q. concrete maatregelen welke u zult/kunt ondernemen om de onder punt 4 aangeduide negatieve effecten te verzachten c.q. te voorkomen?</p>	<p>Hoofdstuk 7 Mitigatie</p>
<p>Cumulatie 6. Kunnen de effecten van uw project of plan op de relevante natuurwaarden de effecten van andere projecten en/of plannen op diezelfde natuurwaarden versterken? Zo ja: geef een korte beschrijving van dit andere project en/of plan en benoem de mate van versterking van effecten door uitvoering van uw project of plan.</p>	<p>Hoofdstuk 8 Cumulatie</p>
<p>Conclusie effectenanalyse 7. Is er sprake van een aantasting van 1 of meerdere van de beschermde natuurlijke kenmerken van de betrokken gebieden c.q. het betrokken gebied?</p>	<p>Hoofdstuk 9 Conclusie effectenanalyse</p>
<p>Alternatieven 8. Zijn er alternatieve oplossingen voor hetgeen u met uw project of plan beoogt? Zo ja: geef een beschrijving van deze alternatieven en maak voldoende aannemelijk waarom het, vanuit het natuurbelang, toch beter is dat de door u voorgestelde uitvoering/locatie gekozen zou moeten worden.</p>	<p>Hoofdstuk 10 Alternatieven</p>
<p>Openbaar belang 9. Dient uw project of plan een bepaalde dwingende reden van groot openbaar belang?</p>	<p>Hoofdstuk 11 Openbaar belang</p>
<p>Compensatie 10. Welke compenserende maatregelen zult/kunt u nemen om de aantasting van de beschermde natuurwaarden te neutraliseren?</p>	<p>Hoofdstuk 12 Compensatie</p>

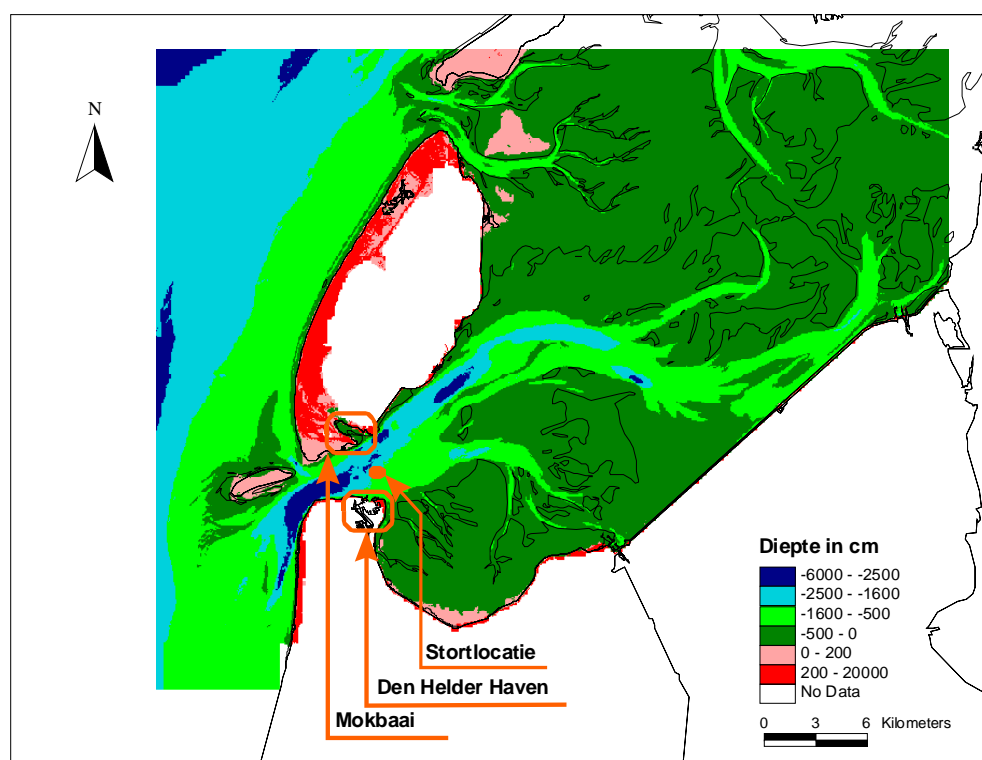
2. Locatiebepaling

2.1 Plaats van baggeren en storten

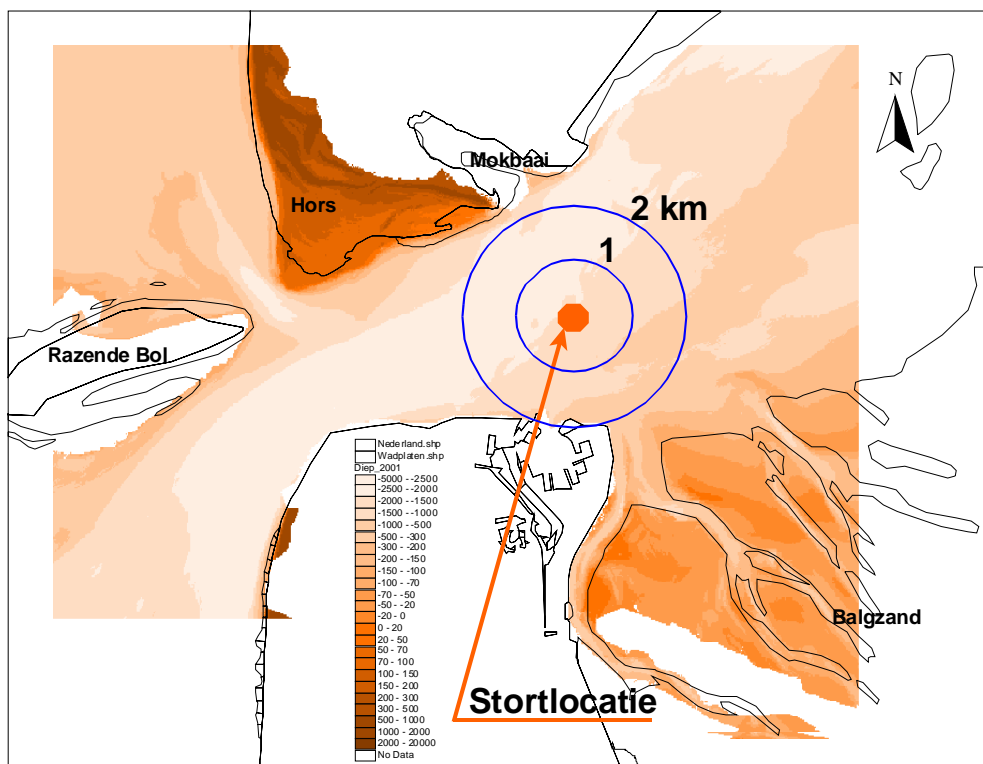
De plaatsen waar Defensie wil gaan baggeren zijn:

1. De Nieuwe Haven (Marinehaven) te Den Helder (onderhoudsbaggerwerk);
2. De vaargeul en zwaaiكوم van de Joost Dourleinkazerne aan de Mokbaai op Texel (onderhoudsbaggerwerk);
3. De Nieuwe Haven te Den Helder voor aanleg van de Kade Berghaven (kapitaalbaggerwerk).

De stortlocatie is binnen het Marsdiep, gelegen op de Amersfoortcoördinaten 115.003 – 555.034 en heeft een doorsnede van 100 meter. Figuur 1 bevat een kaart van de omgeving van het Marsdiep, waaronder het Marsdiepbekken. Figuur 2 is een gedetailleerdere kaart. De bagger- en stortlocaties zijn ook in deze figuren aangegeven.



Figuur 1 Kaart van de omgeving van het Marsdiep (bron RIKZ gebaseerd op data van 1999 en eerder), met daaraan toegevoegd de ligging van de baggerlocaties (Haven van Den Helder en de Mokbaai (Texel)) en de stortlocatie.



Figuur 2 Marsdiep en dieptecontouren. De stortlocatie is aangegeven, evenals de gebieden tot 1 en 2 km van die locatie verwijderd. Kaart gebaseerd op lodingsdata van Rijkswaterstaat uit 2001. Dieptes in cm tov NAP

2.2 Transportroutes

Transportroutes lopen van de plaats van het baggeren naar de stortlocatie (zie Figuur 1). In hoofdstuk 3.1 wordt het transport van baggerspecie nader toegelicht.

2.3 Beïnvloedingsgebied

2.3.1 Inleiding

Er zijn een aantal vragen met betrekking tot het beïnvloedingsgebied. De eerste groep vragen gaat over de hoeveelheid gestorte baggerspecie en sedimentatie daarvan:

1. wat is de verhouding tussen de hoeveelheid baggerstort en de natuurlijke transporten door het Marsdiep?
2. wat is de verhouding tussen de hoeveelheid baggerstort en de hoeveelheid die jaarlijks in de westelijke Waddenzee sedimenteert?

3. waar vindt het meeste sedimentatie plaats, en is dus de plek waar ook het grootste deel van de baggerstort zal sedimenteren?
4. waar vindt de meeste slibafzetting plaats?

De tweede groep vragen gaat over het gesuspendeerde materiaal:

5. wat is de verhouding tussen de natuurlijke slibgehalten in de waterfase en de bijdrage door gesuspendeerde bagger?
6. wat is het effect van de extra suspensie?
7. wanneer zijn de effecten het grootst?
8. wat zijn de meest gunstige stortperioden in een jaar?

De derde groep vragen gaat over schadelijkheid voor het bodemleven:

9. wat is de toxiciteit van het baggermateriaal en hoe is dat vergeleken met gehalten in het Waddenzeesediment?
10. in hoeverre zullen bodemorganismen gevoelig zijn voor een plotselinge extra sedimentatie ten gevolge van de baggerstort?

In deze paragraaf wordt ingegaan op de eerste en tweede groep vragen (vraag 1 t/m 8), zijnde het beïnvloedingsgebied met betrekking tot het slibtransport en vertroebeling in de Waddenzee. De natuurlijke slibhuishouding in de Waddenzee wordt in Bijlage 1 beschreven. Vragen 9 en 10 worden behandeld in hoofdstuk 6 (Effectenanalyse).

Het potentiële beïnvloedingsgebied van de baggerspeciëstort in het Marsdiep bestaat uit Waddenzee en Noordzee. In de volgende subparagrafen wordt beargumenteerd wat het verwachte beïnvloedingsgebied is in de Waddenzee. In subparagraaf 2.3.3 wordt separaat het verwachte beïnvloedingsgebied in de Noordzee beschreven.

2.3.2 Beïnvloedingsgebied m.b.t. slibtransport in de Waddenzee

Ten eerste is de vraag te beantwoorden in welke verhouding de baggerstort staat tot de natuurlijke import van slib in de Waddenzee. Dit is o.a. nodig om inzicht te krijgen in de grootte van het beïnvloedingsgebied voor wat betreft de directe effecten (troebeling etc rondom de stortlocatie).

Gebaseerd op NIOZ-data (pers. comm. Ridderinkhof), dieptelodingen van Rijkswaterstaat (zie Textbox 1) en bijlagen (Bijlage 2 en Bijlage 3) kan geconcludeerd worden dat de stort van de onderhoudsbagger ongeveer 8 tot iets meer dan 10% van de totale import vertegenwoordigt. Vergeleken met het bruto transport betreft het ongeveer 6-8%.

De meeste sedimentatie vindt plaats in de diepe delen van de westelijke Waddenzee, maar niet in de nabijheid van het Marsdiep. Zie Tabel 1

Tabel 1 *Overzicht van berekende erosie en sedimentatie in de vier onderscheiden gebieden (zie figuren Bijlage 2). Basisdata vormden de Rijkswaterstaatlodingen, zoals die plaats hebben gevonden in én beschikbaar waren voor de jaren 1997-2006.*

Gebied	Erosie (miljoen m³ jaar⁻¹)	Sedimentatie (miljoen m³ jaar⁻¹)
Noordzee-vakken	4.67	
Marsdiep-gebied		0.36
DooveBalg-gebied		1.64
Harlingen-gebied		2.65

Waar de meeste slibafzetting plaats vindt is niet goed bekend. Dit is niet goed gekwantificeerd te voorspellen. Hiertoe kan een modelinstrumentarium worden ingezet, maar eigenlijk is er geen goed kwantitatief slibtransport- en sedimentatiemodel voorhanden. Daarom blijft als enige optie de veronderstelling dat nieuw slib zich het meest zal afzetten in die gebieden waar zich al veel slib bevindt. Immers, daar heersen blijkbaar condities die gunstig zijn voor bezinking en ongunstig voor opwerveling. Dit is in Figuur 3 aangegeven en betreft locaties nabij de Afsluitdijk, Harlingen, Balgzand, en ook verder weg langs de Friese Waddenkust.

De vraag nu is hoe het bovenstaande beoordeeld dient te worden. Feitelijk betreft het baggermateriaal (de samenstelling is in Tabel 2 gegeven) dat zelf ook al (gedeeltelijk) het Marsdiep gepasseerd is, en dus onderdeel is van het Waddenzeesysteem. Het aldaar bezonken materiaal zou bij afwezigheid van de havens ook al in de Waddenzee terecht zijn gekomen. Baggeren en storten is in dit geval niet anders dan een verlate doorgifte van het materiaal aan het natuurlijke systeem Waddenzee. Dit kan ook nog met een gedachtenexperiment worden onderstreept. Er zijn immers twee extreme mogelijkheden:

- A) Er vindt 100% retentie plaats in de Waddenzee. Al het materiaal dat in de havens bezonken is is daarbij onttrokken aan het bezinkbare materiaal; de sedimentatie in de westelijke Waddenzee is als gevolg van die havens kleiner dan ze zou zij geweest zónder die havens. Baggeren en storten elimineert die effecten.
- B) Er vindt in het geheel géén retentie plaats: al het geïmporteerde materiaal verlaat de westelijke Waddenzee ook weer. In dat geval zal elke extra hoeveelheid materiaal geen effect hebben: ook dát zal het gebied weer verlaten.

In beide situaties heeft baggeren en storten geen onnatuurlijke effecten wat de hoeveelheid materiaal betreft. In de praktijk vindt ongeveer 60-80 % retentie plaats, waardoor de situatie dichterbij A) dan bij B) ligt. Omdat de processen goeddeels lineair zijn blijft de conclusie staan dat de bagger – en stortactiviteiten voor de hoeveelheid materiaal geen belangrijke gevolgen heeft.

Tabel 2 Gemiddelde samenstelling van te storten materiaal; alle monsterlocaties zijn hierin meegenomen, ook waar een (mogelijk) te hoog gehalte verontreiniging aanwezig is. Niet gewogen naar aandeel van de verschillende locaties binnen elk gebied. NHT = Nieuwe Haven Terrein

	NHT Waterbodem	NHT Landbodem	Mokbaai & Marinehaven Onderhoudsbagger
% droge stof	68.2	83.3	28.2
% org stof	4.1	3.1	12.5
% <16 µm	13.1	7 *)	34.9
% <63 µm	34.5	18 *)	55.7

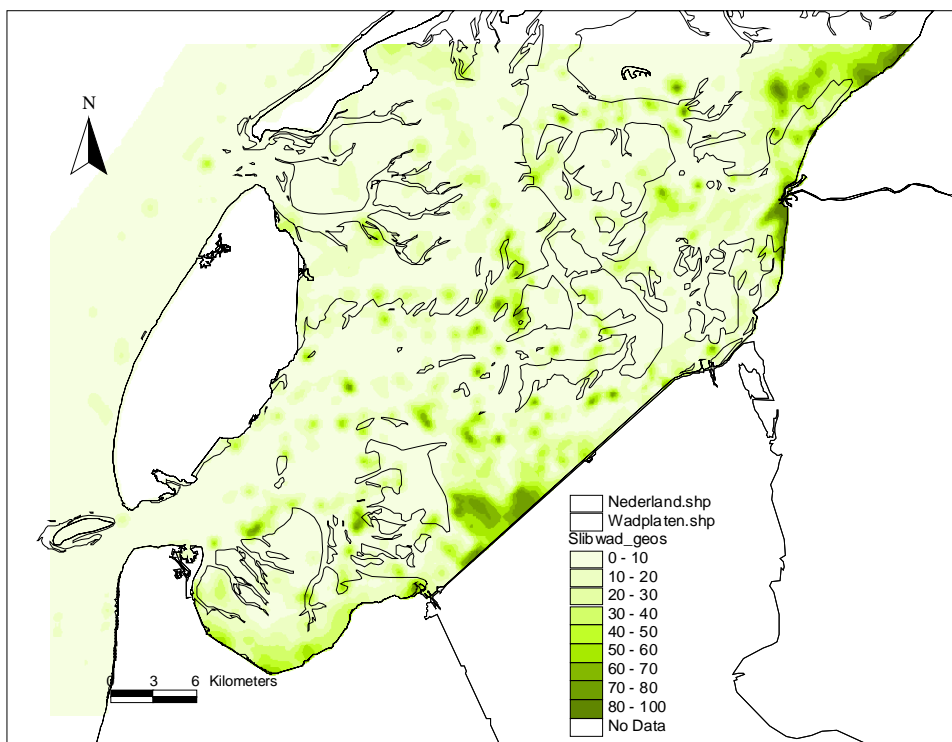
*) geschat uit het aandeel <2 µm

Ter informatie is hieronder een tabel met classificatie van bodembestanddelen weergegeven (Tabel 3). Ook bodemsoorten kunnen worden benoemd, maar dan betreft het geheel aan bestanddelen. Zand bevat minder dan 5% lutum. Klei is materiaal met meer dan 25% lutum. Kleimineralen zijn kleiner dan 2 µm. Dit is een bron van spraakverwarring, aangezien er óók van klei gesproken wordt waarbij de definitie gebaseerd is op de chemische samenstelling en verschijningsvorm.

Tabel 3 Classificatie van bodembestanddelen

Bestanddelen	Deeltjes
Lutum	< 2 µm
Slib *	< 63 µm
Zand	> 63 µm

* Opmerking: de Nederlandse definitie van slib is dat het deeltjes <16 µm betreft. Maar de slibkaart (Figuur 3) én de deeltjesgrootte-analyse van de bagger gaan uit van de grens van 63 µm



Figuur 3 Slibgehalten in het sediment van de westelijke Waddenzee. Slib = deeltjes < 63 μm . Bron: Ministerie V&W (1998)

Natuurlijke transporten

Normaal slibtransport en –retentie.

Beschikbare data komen van het NIOZ, waar Ridderinkhof (pers. comm.) concludeerde dat er ongeveer 12 miljoen ton materiaal netto (16.5 miljoen ton bruto) de Waddenzee in getransporteerd wordt (Bijlage 3). De retentie hierbij is van de orde van 25-30%.

Op basis van een schatting van de soortelijke massa van het zwevende materiaal (2.5 kg dm^{-3}), en een porositeit van bezonken materiaal van ongeveer 50% houdt een dergelijke import een jaarlijkse netto volumevracht in van 9.6 miljoen m^3 .

De jaarlijkse ophoging zou daarmee gemiddeld over het gehele Marsdiepbekken (Den Helder-Harlingen) ongeveer 1.5 cm bedragen, gesteld dat het Marsdiepbekken ongeveer 2/3 van de oppervlakte van de westelijke Waddenzee bedraagt.

Zeespiegelstijging

Gesteld dat de zeespiegelstijging van 20 cm/eeuw = 0.2 cm/jaar moet worden gecompenseerd, dan zou de retentie dus ($0.2/(1.5) \text{ cm/cm}$) ongeveer 13 % moeten bedragen. Dit betreft dan ongeveer 1.6 miljoen ton per jaar.

Retentie gebaseerd op dieptelodingen van Rijkswaterstaat.

In bijlage 3 is aangegeven hoe de sedimentatie in de westelijke Waddenzee berekend is. Voor dat deel van het gebied waarvoor data beschikbaar zijn volgt een jaarlijkse sedimentatie van ongeveer 4.6 miljoen m^3 . Inclusief het gebied zonder data lijkt een schatting van ongeveer 6 miljoen m^3 reëel; dit komt overeen met ongeveer 7.5 miljoen ton materiaal (50% droge stof, 2.5 kg dm^{-3} soortelijke massa van de droge stof). Bij 75% droge stof betreft het ruim 11 miljoen m^3 . Daaruit volgt een marge van ongeveer 7.5 – 11 miljoen m^3 .

Schatting totale Waddenzee

Er gaat per jaar via de zeegaten van Marsdiep tot en met de Eems zo'n 40,6 – 55,5 miljoen m^3 sediment heen en weer tussen de Noordzee en de Waddenzee (VROM, 2005a). Gezien de grootte van het Marsdiepbekken lijken de hier genoemde getallen en dit totaal-getal redelijk met elkaar in overeenstemming.

Te storten bagger

Defensie wil jaarlijks 1 à $1.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ bagger storten, met een droge-stofgehalte van 37% . Maximaal $6 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ droge stof, ofwel $1.5 \cdot 10^6 \text{ ton}$ (geschatte soortelijke massa 2.5 kg dm^{-3}). De bagger wordt gestort in het Marsdiep, waar de stroomsnelheden hoog zijn. De locale retentie is waarschijnlijk gering voor slib en fijn-korrelig zand, gezien de hoge mediane korrelgrootte ter plekke (300 μm of hoger). Er moet dus rekening mee worden gehouden dat ál het gestorte materiaal zich (vroeger of later) verspreidt over de omgeving.

Gesteld dat ál het materiaal de westelijke Waddenzee inspoelt, én dat het daar achterblijft, dan betekent dit een toename van de jaarlijkse retentiehoeveelheid met ruim 10%, gemeten naar de NIOZ-data en de data verkregen uit de dieptelodingen. Gesteld dat eenzelfde percentage achterblijft als van het natuurlijke materiaal, dan betekent dit ongeveer 8% extra materiaal.

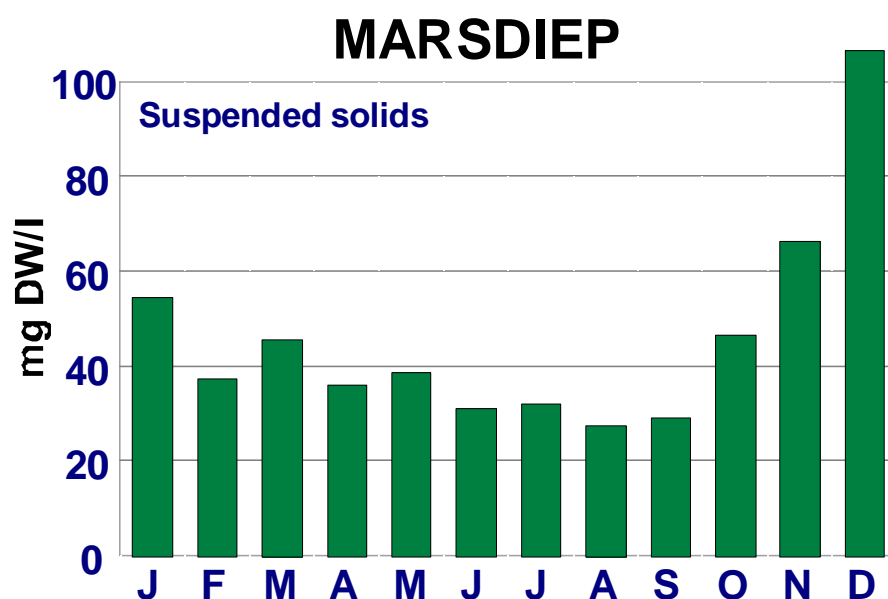
Zeespiegelstijging

Het is niet duidelijk in hoeverre de retentie gestuurd wordt door de zeespiegelstijging zelf. Indien dat het geval is zou een extra slib- en zandaanbod betekenen dat het retentiepercentage navenant zou dalen, en omgekeerd; althans binnen de grenzen van de mogelijkheden.

Textbox 1 Berekening van de jaarlijkse netto retentie van sediment in de westelijke Waddenzee

2.3.3 Beïnvloedingsgebied m.b.t. vertroebeling in de Waddenzee

De Waddenzee is van nature vrij troebel. Het zwevend-stofgehalte in de Waddenzee varieert van ongeveer 20 tot 45 mg dm⁻³ (Brinkman & Smaal, 2003; naar Rijkswaterstaat-monitoringdata) en in het Marsdiep varieert deze tussen 25 en 70 mg dm⁻³ (zie Figuur 4).



Figuur 4 Maandgemiddelden voor het gehalte aan zwevend materiaal. Monitoringdata van Rijkswaterstaat over de jaren 1976-2005. De decemberwaarde wordt sterk gestuurd door één extreem hoge meetwaarde in 1983 (>400 mg dm⁻³).

Om een idee te krijgen van het belang van de gestorte bagger op het gehalte aan zwevend materiaal in het Marsdiep moeten de volgende data op een rij gezet worden:

- hoeveel materiaal wordt gestort en wanneer, en welk deel is slib;
- welk deel van het natuurlijk aanwezige zwevende materiaal is slib;
- wat is het effect van de baggerstort op het geschatte gehalte aan zwevend materiaal (volgt uit beide voorgaande punten);
- wat is het effect van die verandering op de primaire en secundaire productie van de westelijke Waddenzee.

Eerst moet nader worden berekend welk deel van het gestorte materiaal mogelijkwijs zal resuspenderen en dus effect zal hebben op het lichtklimaat in de waterkolom.

In Tabel 2 is al aangegeven welk deel van het materiaal slib betreft. Het aandeel deeltjes < 16 µm varieert van 7 – 35%, waarbij de onderhoudsbagger met ongeveer 35% veel fijn materiaal bevat, en de kapitaalbagger met ongeveer 6% aanzienlijk minder. Het gehalte aan deeltjes <63 µm (de slibkaart in Figuur 3 is hierop gebaseerd) varieert van 18 % (kapitaalbagger)- 56 % (onderhoudsbagger). Om te schatten wat het relatieve belang is van dit materiaal moet de samenstelling van het zwevend materiaal in het Marsdiep bekend zijn. Immers, is dat materiaal uitsluitend < 16 µm, dan zal het aandeel van de stort op het totaal ongeveer 7 % (van de kapitaalbagger) +_35% van de onderhoudsbagger bedragen; is het Marsdiepmateriaal in zijn geheel <63 µm, dan zijn deze getallen 18 respectievelijk 56% van het gestorte materiaal..

De landbodem op het Nieuwe HavenTerrein bestaat vooral uit zand, maar dit materiaal wordt niet gestort, en is voor de berekeningen voor het Marsdiep niet van belang.

In Bijlage 4 is aangegeven wat de effecten van baggerstort op vertroebeling naar verwachting zijn. De genoemde veranderingen zijn maximale schattingen voor veranderingen, maar gemiddeld over het hele gebied of het gehele Marsdiep. In de nabijheid van de stortlocatie zal een hogere troebelheid ontstaan.

Uit meetdata van het NIOZ (Bijlage 4, Figuur 16) kan voor het zwevende materiaal gevonden worden dat ongeveer 60-90 % bestaat uit materiaal kleiner dan 63 µm, en 40-70% uit materiaal kleiner dan 16 µm, Het lijkt daarmee aannemelijk dat van het gestorte materiaal kleiner dan 63 µm, het meeste zal suspenderen, en bijdragen aan de troebeling in de waterkolom. Bij de sommen in deze sectie is daar van uit gegaan. Het betreft daarmee een maximum schatting. Immers, gesteld dat 100% van het gestorte materiaal <16 µm suspendeert, dan draagt het materiaal tussen 16 en 63 µm nog eens 20% extra bij. Het aandeel van de fractie <16 µm is 35%, dat van de 16-63 µm in de onderhoudsbagger 20%. Daaruit volgt dat ruwweg 50% van de onderhoudsbagger in het groottraject 16-63 µm zal bijdragen aan de troebeling. Om effecten op het lichtklimaat te berekenen dient dus vooral met de hoeveelheid onderhouds- en kapitaalbagger gerekend te worden die < 63 µm is. In Bijlage 4 is ook uiteengezet dat de relatieve bijdrage aan het gehalte aan gesuspendeerd materiaal van de orde van 3-16% is, al naar gelang het moment van storten en de tijdsduur waarover gestort wordt.

Invloed van stortmethode en stroomsnelheid op slibpluim

De baggerspecie wordt gestort met een onderwaterlosser. Dat betekent dat de baggerspecie via kleppen in de bodem van het baggerschip op enige diepte onder het wateroppervlak wordt gedumpt. Het sediment beweegt zich snel als een dichtheidsstroming naar de bodem. Het zand zal snel naar de bodem zakken en met de heersende waterstroom over geringe horizontale afstand worden getransporteerd. De waterstroomsnelheid heeft hierop invloed, maar vooral invloed op het transport van de slibpluim. De slibpluim ontstaat onder het wateroppervlak

en zal zich afhankelijk van de heersende waterbewegingen wel of niet naar het wateroppervlakte verspreiden en met verschillende snelheid. Ten opzicht van een splithopperzuiger, zal een sleehopperzuiger de baggerspecie verder onder het wateroppervlak loslaten. Er zal daardoor een slibpluim van geringere omvang worden gevormd.

2.3.4 Noordzee

De gestorte baggerspecie zal zich in grotere mate verspreiden en bezinken in de Waddenzee in vergelijking met de Noordzee, vanwege de heersende netto transportrichting van slib langs de Noordzeekust, Waddeneilanden en door de Waddenzee. Het Marsdiepbekken is wat betreft slib een importerend systeem. Uit Tabel 1 volgt dat de Noordzeekustzone voor Den Helder en Texel vooral een erosiegebied is, en niet een sedimentatiegebied. Kortom, dát materiaal dat toch richting Noordzee getransporteerd wordt, zal vrij zeker niet in de onmiddellijke omgeving sedimenteren, maar over grotere afstanden getransporteerd worden.

Verwacht wordt, dat het Noordzeegebied grenzend aan het Marsdiep niet substantieel beïnvloed zal worden door effecten van baggerstort in het Marsdiep. Het aangrenzende Noordzeegebied wordt daarom niet betrokken in een verdere analyse in deze Passende Beoordeling.

3. Activiteiten

In dit hoofdstuk worden de voorgenomen activiteiten beschreven, evenals de bestaande situatie om de relatieve veranderingen als gevolg van de activiteiten aan te kunnen duiden. Dit is een belangrijk uitgangspunt voor de te beschrijven effecten.

3.1 Transport

3.1.1 Voorgenomen activiteit

De plaatsen waar Defensie wil gaan baggeren zijn Den Helder en Texel. De vaarroutes lopen van de Mokbaai op Texel, en van de haven van Den Helder, naar de stortlocatie in het Marsdiep.

Het beoogde type baggerschip is een sleephopperzuiger met daarin een beun van 600 m³. Het schip is uitgerust met een onderwaterlosser. Het type baggerschip dat uiteindelijk zal worden ingezet is afhankelijk van de marktsituatie. Alle baggerstortactiviteiten (baggeren, transport en stort) worden met hetzelfde schip uitgevoerd. De activiteiten zijn als volgt gepland:

Er wordt per baggerschip gedurende 45 minuten gebaggerd, direct gevolgd door varen naar de stortlocatie, storten, varen van de stortlocatie naar de baggerlocatie. Dat komt neer op iedere 45 minuten een vracht baggerspecie. Per dag zullen ca. 20 vrachten baggerspecie gestort worden. De onderhoudsbaggerwerkzaamheden zullen vooral in het winterhalfjaar worden uitgevoerd gedurende 13 weken per jaar.

Onderhoudsbagger

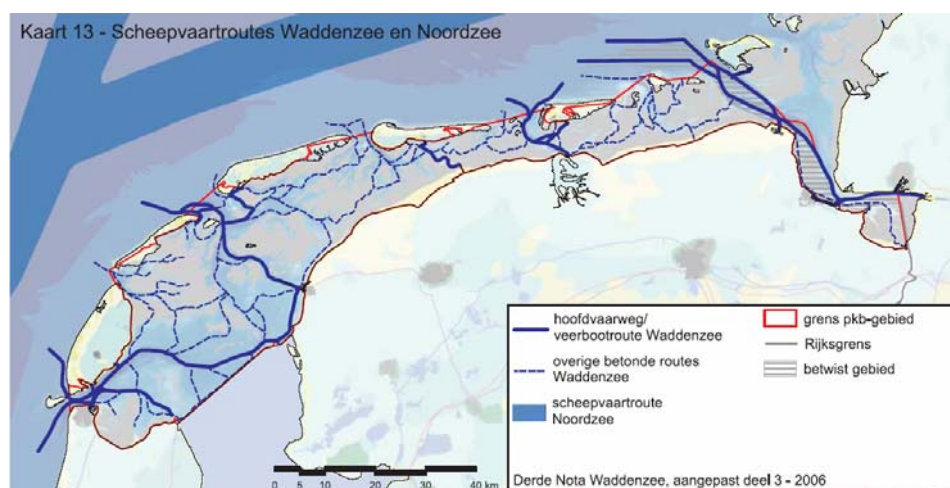
Verwacht wordt dat jaarlijks maximaal ongeveer 1.500.000 m³ onderhoudsbagger vrijkomt uit de havens van Den Helder en Texel wat vervolgens gestort zal worden in het Marsdiep. Uitgaande van een baggerschip met een inhoud van 600 m³ zullen ongeveer 2500 scheepvaartbewegingen nodig zijn om de maximale hoeveelheid onderhoudsbagger te storten.

Kapitaalbagger

In totaal wordt een hoeveelheid bagger van ongeveer 678.000 m³ verwacht, uitgaande van 60% droge stof gehalte. Het baggerslib uit de Kade Berghaven zal gedurende een periode van 2 jaar vrijkomen, binnen de periode najaar 2007 tot en met 2010. Op dit moment is niet te zeggen hoe de verdeling over die periode zal plaatsvinden. Uitgaande van een baggerschip met een inhoud van 600 m³ zullen ongeveer 1130 scheepvaartbewegingen nodig zijn om de totale hoeveelheid kapitaalbagger te storten. Verspreid over twee jaar komt dat neer op 565 scheepvaartbewegingen per jaar.

3.1.2 Bestaande situatie

De stortlocatie ligt op/nabij scheepvaartroutes, zie Figuur 5. Het Marsdiep is een belangrijke passage voor de visserij. Zeevissers met als thuishaven Den Oever of Den Helder varen via het Marsdiep naar de Noordzee. De doorvaart van de binnenwateren naar de Noordzee is ook voor de recreatievaart vrij omvangrijk. In 1992 kwam 55% van de passages voor rekening van de recreatievaart (Tomson *et al.*, 1995). Verder wordt het Marsdiep gebruikt door de zeevaart, marine en veerboten. Zeevaart van en naar Den Helder via het Marsdiep bestaat vooral uit offshore vaartuigen en kleine vrachtschepen. In tegenstelling tot de visserij, recreatie, zeevaart en veerboten varen marineschepen niet frequent.



Figuur 5 Scheepvaartroutes. Bron: Ministerie VROM (2006).

In het VTS (Vessel Traffic Service) gebied Den Helder (de route tussen Texel en Den Helder) is een totaal aantal van 104.520 scheepsbewegingen per jaar voor de beroepsvaart geregistreerd, zie Tabel 4. De scheepsbewegingen ten behoeve van baggerwerkzaamheden zijn hierbij niet meegenomen. Op de route Texel – Den Helder en de route Texel – Den Oever zijn ongeveer 2.050 scheepsbewegingen voor de recreatievaart geregistreerd (Bellert *et al.*, 2004).

Tabel 4 Aantal vaarbewegingen beroepsscheepvaart per deelgebied per subcategorie in 2001 (Bellert et al., 2004)

Categorie	VTS gebied Den Helder	Westelijke Waddenzee (ten westen van de lijn Harlingen-Terschelling)
Visserij	42.349	12.456
Vrachtvaart	15.688	5.459
Chartervaart	550	8.098
Dienstvaart	14.144	4.500
Defensievaart	5.358	130
Veerdienst	26.431	2.497
Totaal	104.520	33.140

3.1.3 Toename belasting t.o.v. bestaande situatie

Uitgaande van minimaal 106.570 scheepvaartbewegingen in het Marsdiep (op basis van geregistreerde beroeps- en recreatie scheepsbewegingen in 2001, zie paragraaf 3.1.2) en een schatting van de hoeveelheid benodigde scheepvaartbewegingen voor de voorgenomen baggerstort (§ 3.1.1), is de toename in de scheepvaartintensiteit maximaal ca. 3% gedurende twee jaar, zie Tabel 5.

Tabel 5 Toename belasting scheepvaartbewegingen ten opzichte van de bestaande situatie

Activiteiten	Scheepvaartbewegingen per jaar	Totaal scheepvaartbewegingen VTS gebied Den Helder	Toename belasting
Onderhoudsbagger (gedurende 4 jaar)	2500	106.570	2,35%
Kapitaalbagger (gedurende 2 jaar)	565	106.570	0,53%
Totaal	3065	106.570	2,88%

Gedurende de overige (twee) jaren is de toename in verkeersintensiteit 2,35% (ten gevolge van onderhoudsbaggerwerkzaamheden). Hierbij moet worden opgemerkt dat deze toename een worstcase weergave is, aangezien wordt uitgegaan van een maximale hoeveelheid bagger en de bestaande verkeersintensiteit slechts gebaseerd is op de geregistreerde vaartuigen. De werkelijke toename van de belasting zal daarom naar verwachting (veel) lager zijn.

3.2 Baggerstort

3.2.1 Beschrijving voorgenomen baggerstort

Er worden twee typen baggerspecie onderscheiden.

Onderhoudsbagger Nieuwe Haven en Mokbaai:

De verhouding tussen vrijkomende bagger uit de Nieuwe Haven en de Mokbaai zijn (bovengenoemde soorten 1 en 2) als volgt verdeeld:

- Nieuwe Haven: 90%
- Mokbaai: 10%

De te storten hoeveelheden zijn als volgt: afhankelijk van de baggersedimentatie varieert de hoeveelheid tussen de 950.000 m³ en 1.500.000 m³. Deze hoeveelheden zijn gemeten in het beun, bij een droge-stofgehalte van gemiddeld 37%.

In de jaren 2002 – 2005 vonden de onderhoudsbaggerwerken plaats in de volgende weeknummers:

- 2002: de weeknummers 7-10, 15-23, 35, 36, 37 en in week 48
- 2003: de weeknummers 1-6, 15, 16, 17 en de weken 32-38
- 2004: de weeknummers 2, 3, 4, 7, 8, 15, 16 en de weken 40-43
- 2005: de weeknummers 1, 2, 3, 23-30, 40-44 en de weeknummers 48-51

De kwaliteit van de te storten bagger is beschreven in een rapportage over waterbodemonderzoek Nieuwe Haven Den Helder en de Mokbaai op Texel (Royal Haskoning, 2004).

Kapitaalbaggerwerk Kade Berghaven:

De te storten hoeveelheid is (maximaal) 408.000 m³, waarvan 48.000 m³ klei, 356.000 m³ wadzand en ca. 4.000 m³ opgespoten zand (zeezand). Deze hoeveelheden zijn gemeten in situ. Bij een verwacht droge-stofgehalte van ca. 60% in het beun, zijn de te storten hoeveelheden: 80.000 m³ klei en 593.000 m³ wadzand. Het tijdens de havenaanleg opgespoten zeezand heeft een hoger droge-stofgehalte. Op basis hiervan wordt verwacht dat een hoeveelheid van 5.000 m³ zeezand vrijkomt tijdens het kapitaalbaggerwerk. Voor dit zand is een herbestemming gevonden en zal dus waarschijnlijk niet worden gestort.

Het baggerslib uit de Kade Berghaven zal vrijkomen in de periode najaar 2007 tot en met 2010. Op dit moment is niet te zeggen hoe de verdeling over die periode zal plaatsvinden.

De kwaliteit van de te storten specie uit de kade Berghaven is beschreven in het rapport van het land- en waterbodemonderzoek Nieuwe Haventerrein (Oranjewoud, 2005).

Totaal te storten baggerspecie

De herkomst, samenstelling en hoeveelheden baggerspecie staan weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 *Herkomst, samenstelling en hoeveelheden baggerspecie*

Baggerwerkzaamheden	Locatie	Samenstelling baggerspecie	Maximale hoeveelheid (m ³)	Periode
Onderhoudsbaggerwerk	Nieuwe Haven	Zie Bijlage 7 en Tabel 2	1.350.000 (droge stof gehalte gemiddeld 37%)	13 weken in het winterhalfjaar van 2007 tot en met 2010
	Mokbaai	Zie Bijlage 7 en Tabel 2	150.000 (droge stof gehalte gemiddeld 37%)	
<i>Totaal maximaal gestorte onderhoudsbagger per jaar</i>			<i>1.500.000</i>	
Kapitaalbaggerwerk	Kade Berghaven	Zie Bijlage 7 en Tabel 2	(bij een droge stof gehalte van ca. 60%)	Gedurende 2 jaar in de periode najaar 2007 tot en met 2010
		Klei (zie Tabel 3)	80.000	
		Wadzand Zeezand	593.000 5.000 ¹⁾	
<i>Totaal maximaal gestorte kapitaalbagger in twee jaar</i>			<i>678.000</i>	

1) Het zeezand wordt niet of voor een klein deel gestort in het Marsdiep, omdat er een herbestemming voor is gevonden. In de berekening wordt de bijdrage van zeezand echter wel helemaal meegenomen.

3.2.2 Bestaande situatie

De gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid baggerspecie uit veerhavens en geulen in en rond de Waddenzee bedroeg in de periode 1996 tot en met 2002 6.100.400 m³, waarvan 907.707 m³ afkomstig was van vaargeulonderhoud en 5.192.694 m³ van havenonderhoud (VROM, 2005a).

3.2.3 Baggerbelasting t.o.v. andere baggerwerkzaamheden

De totale hoeveelheid bagger die vrijkomt bij de onderhoudswerkzaamheden (Texel en Den Helder, zie Tabel 6), is de maximale hoeveelheid die per jaar gestort zal worden en bedraagt 1.500.000 m³. De totale hoeveelheid bagger die vrijkomt bij de kapitaalwerkzaamheden te Den Helder, 678.000 m³, zal over twee jaar gestort worden. De maximale jaarlijkse hoeveelheid baggerstort komt daarmee op 1.839.000 m³, gedurende twee jaar. De overige jaren zal de maximale jaarlijkse hoeveelheid 1.500.000 m³ bedragen. In vergelijking met de totale hoeveelheid baggerspecie van 6.100.400 m³ in de Waddenzee is de bijdrage van de onderhavige werkzaamheden ongeveer 30% gedurende twee jaar (ten gevolge van onderhoud- en kapitaalwerkzaamheden) en bijna 25% gedurende de overige jaren (ten gevolge van onderhoudswerkzaamheden).

4. Beschermde natuurwaarden en kenmerken

Van het beïnvloede gebied wordt nagegaan welk (natuur)beschermingsregime van kracht is. Daarbij wordt achtereenvolgens behandeld, het gebied, de habitattypen, de vogelsoorten en de staatsmonumenten. Vervolgens wordt in de volgende beide hoofdstukken een toetsingskader ontwikkeld, gebaseerd op de waarden waarvoor het betreffende gebied is aangewezen.

4.1 Relevante wet- en regelgeving

Het belangrijkste toetsingskaders met betrekking tot baggerspecie storting zijn de **Natuurbeschermingswet** (Nb-wet 1998) en de **Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren** (WVO). Deze twee wetten worden door respectievelijk het Ministerie van LNV en de Regionale Directie van Rijkswaterstaat gebruikt bij het verlenen van vergunningen. De Nb-wet 1998 is in 2005 aangepast aan de verplichtingen die voortvloeien uit de Europese regelgeving, met name de Vogel- en Habitatrichtlijn. In de in 2005 in werking getreden aanpassing van de Nb-wet is het afwegingskader uit deze richtlijnen volledig geïmplementeerd.

De haven van Den Helder valt buiten het aanwijzingsbesluit van de Waddenzee, de Mokbaai vormt een onderdeel van het Natura2000 gebied. Het storten van baggerspecie in geulen heeft echter wel invloed op de omgeving. Daarom moet rekening worden gehouden met de externe werking van de Nb-wet en dient vergunning te worden aangevraagd voor het storten van baggerspecie. De verontreinigingsgraad en de hoeveelheid van de te storten specie is van invloed op de kwaliteit van het slib dat zich uiteindelijk op wantijen en kwelders afzet. Deze aspecten zullen daarom een rol spelen bij de beoordeling van het wel of niet toestaan van een storting en het afgeven van een vergunning voor een storting. Voor de hele Waddenzee geldt de WVO (Havekes, 1995). In de WVO gaat het alleen om de eisen die aan de waterkwaliteit worden gesteld.

De **Vogelrichtlijn** (79/407/EEG), is de Richtlijn inzake het behoud van Vogelstand (1979) en heeft betrekking op de instandhouding van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten op het Europees grondgebied van de lidstaten. De lidstaten hebben gebieden als speciale beschermingszones aangewezen op basis van de aanwezigheid van soorten welke worden genoemd in Bijlage 1 van de Vogelrichtlijn en op basis van de aanwezigheid van kwalificerende soorten (Vogelrichtlijn, Artikel 4, lid 2). De Waddenzee is integraal als speciale beschermingszone aangewezen. Hoewel in het aanwijzingsbesluit de Waddenzee als één geheel is aangewezen kunnen verschillende deelgebieden worden onderscheiden, waaronder het Balgzand, met ieder hun eigen kwalificerende vogelsoorten (Van Roomen *et al.*, 2000).

De **Habitatrichtlijn** (1992) is ‘de Richtlijn inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna’. Het primaire doel van de Habitatrichtlijn is de instandhouding van de natuurlijke biologische diversiteit en, waar nodig, een versterking van natuurlijke ontwikkelingen. De lidstaten, waaronder Nederland, moeten natuurlijke habitats met de inheemse soorten in die gebieden inventariseren en vervolgens gebieden aanwijzen als speciale beschermingszones alsmede prioritering aanbrenge in de speciale beschermingszones ten aanzien van beheer en coherentie van Natura 2000. De Waddenzee is door Nederland integraal aangemeld.

4.2 Habitattypen en –soorten in het studiegebied

Formeel is de Nb-wet 2005 nu het toetsingskader aangezien de bepalingen uit de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) in deze wet zijn opgenomen. In Bijlage 5 zijn de kenmerken van de SBZ Waddenzee weergegeven, zoals die door LNV gebruikt zijn bij de aanmelding. Dit zijn de habitattypen en soorten waarop effecten getoetst moeten worden. Deze informatie is te vinden op de website van LNV. De concepttekst voor de na te streven doelen voor de Waddenzee als Natura 2000 gebied is te vinden in Ministerie LNV (2005). Ook deze informatie komt van de LNV website, maar deze is nog niet definitief in Brussel aangeboden.

Als aanvulling op de genoemde habitattypen en soorten volgens de Habitatrichtlijn, moeten ook andere prioritaire habitattypen en/of soorten voor de Natura 2000 gebieden worden genoemd. Voor deze soorten en/of habitattypen gelden iets andere criteria bij de selectie van Natura 2000-gebieden en een zwaarder beschermingsregime onder de Natuurbeschermingswet en/of de Flora- en faunawet.

In Tabel 7 staan alle, volgens de Habitatrichtlijn, voor het Waddenzee gebied relevante habitattypen en soorten weergegeven. In de paragrafen hieronder wordt beschreven welke van deze typen (§4.2.1) en soorten (§4.2.2) voorkomen in het studiegebied en waarop de effecten van een baggerstort in het Marsdiep zullen moeten worden beoordeeld.

Tabel 7 *Beoordeling van het voorkomen van habitattypen en -soorten in de beide studiegebieden Marsdiep en Marsdiepbekken.*

Habitatype nr.	Habitatype	Marsdiep	Beïnvloedingsgebied (Marsdiepbekken)
1110	Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken	Ja	Ja
1130	Estuaria	Nee	Nee
1140	Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten	Nee	Ja
1310	Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (<i>Salicornia</i> sp.) en andere zoutminnende soorten	Nee	Ja (Balgzand)
1320	Schorren met slijkgrasvegetatie (<i>Spartinion maritimae</i>)	Nee	Nee
1330	Atlantische schorren (<i>Glaucopuccinellietalia maritimae</i>)	Nee	Ja (Balgzand)
2110	Embryonale wandelende duinen	Nee	Nee
2120	Wandelende duinen op de strandwal met <i>Ammophila arenaria</i> ("witte duinen")	Nee	Nee
2130	Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen')	Nee	Nee
	Soort		
H1095	Zeeprik	Ja	Ja
H1099	Rivierprik	Ja	Ja
H1103	Fint	Ja	Ja
H1364	Grijze Zeehond	Ja	Ja
H1365	Gewone Zeehond	Ja	Ja
	Bruinvis	Ja	Ja

4.2.1 Habitattypen

Het Marsdiep bestaat tussen Den Helder en Texel uit open, snelstromend en diep water en dit valt niet onder habitatype 1110 (permanent onder water staande zandbanken), hoewel grote delen van het geulensysteem ondieper zijn dan 20 meter. De ondiepe delen tussen droogvallende platen (habitatype 1140) en de diepe geulen vallen wel onder habitatype 1110. Dit zijn grote delen van het Marsdiepbekken aan de Waddenzeezijde van de stortlocatie. Sedimentatie zal uiteindelijk ook optreden op de droogvallende platen (vooral Balgzand, en in geringe mate ook in de omgeving van de Friese kust). Daarom vallen ook delen van habitatype 1140 onder te beschrijven habitats, evenals kwelders en schorren (typen 1310, en 1330 die met een klein oppervlak voorkomen in het beïnvloedingsgebied. Hoge delen van zandige stranden zoals de Texelse Hors worden niet beïnvloed (zie omschrijving beïnvloedingsgebied in hoofdstuk 2.3) en daarom wordt geen verdere aandacht besteed aan zeer jonge duintypen (2110 en 2120).

4.2.2 Habitatsoorten

De volgende soorten worden specifiek genoemd in de aanmelding als Habitatrictlijngebied (zie ook Tabel 7).

Zeeprik

De Waddenzee is als doortrekgebied voor de Zeeprik van gemiddeld belang (Ministerie LNV, 2005), vooral als verbindingszone met het Natura 2000 gebied IJsselmeer. De Zeeprik komt voor in het Westelijke Waddenzeegebied, inclusief het studiegebied Marsdiep en Marsdiepbekken. Er is een verbinding via de sluisen in de Afsluitdijk naar het IJsselmeer, en via vispassages bij Den Helder naar de boezems van Amstelmeer en Schermer. Het doel is de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de Zeeprik te behouden. De populatie moet zich ook uit kunnen breiden. De Zeeprik is daarom een relevante soort voor analyse van de potentiële effecten in deze studie.

Rivierprik

Voor de Rivierprik gelden dezelfde overwegingen als voor de Zeeprik. Men streeft naar een duurzame populatie van de Rivierprik met niet alleen een betere verbinding met het IJsselmeer, maar ook met het Natura 2000 gebied Lauwersmeer.

Fint

De Waddenzee is als doortrekgebied en opgroei gebied voor de Fint van groot belang (Ministerie LNV, 2005). De Fint is een haringachtige die voorkomt in zowel de diepe en ondiepe delen van de Waddenzee, met daarin het studiegebied Marsdiep en Marsdiepbekken. Ook de verbinding via de sluisen in de Afsluitdijk naar het IJsselmeer, en de Noord-Hollandse boezems is voor de Fint van belang omdat de soort paait in zoetwater. Vooralsnog is niet aangetoond dat het IJsselmeer en haar achterland nu wordt gebruikt als paaigebied: de soort prefereert vooral grindbeddingen in langzaam stromende rivieren als paaigebied. Het Duitse deel van de Eems is wel een belangrijk paaigebied voor de Fint, ook afkomstig uit het Nederlandse deel van de Waddenzee. Het doel is de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de Fint te behouden en de populatie moet zich uit kunnen breiden. Dit is dus een relevante soort voor verdere analyse in deze studie. Uit recente inventarisaties van het RIVO is gebleken dat de populatie van de Fint in de Nederlandse Waddenzee en aangrenzende IJsselmeer sterk is toegenomen (Patberg *et al.*, 2005).

Bruinvis

De Bruinvis staat genoemd in de Habitatrictlijn, maar het gebied is er niet voor aangewezen. De soort staat echter in Bijlage 4 van de Habitatrictlijn en verdient daarom generieke bescherming op alle plaatsen waar hij voorkomt. Daarom wordt de Bruinvis wel meegenomen. In het voorjaar komen Bruinvissen in steeds grotere aantallen het Marsdiep binnen en foerageren daar ook.

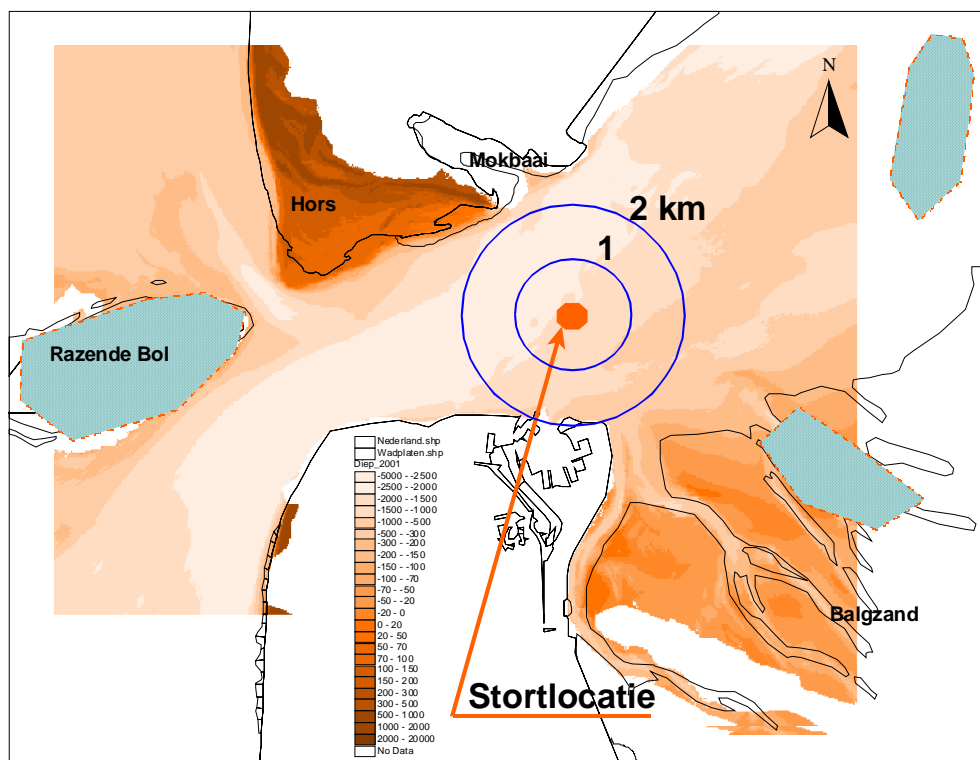
Grijze Zeehond

De Grijze zeehond komt voor in de Waddenzee en de Noordzeekustzone, met een omvang van 1800 getelde exemplaren in 2006 en de omvang van die kolonies zal waarschijnlijk nog blijven toenemen. Deze zeehond gebruikt de diepe en ondiepe delen van de Waddenzee, inclusief het studiegebied, als leef- en fourageergebied. Ze rusten op droogvallende platen. Het doel is de omvang en kwaliteit van het leefgebied te behouden voor het in stand houden van de populatie. Dit is dus een relevante zeezoogdierensoort voor een effectenanalyse van de beoogde baggertransport en -stort activiteit.

Gewone Zeehond

Voor de Gewone Zeehond gelden dezelfde overwegingen als hiervoor beschreven voor de Grijze Zeehond. De populatieomvang van de Gewone Zeehond is met 4065 getelde dieren in 2006 echter beduidend hoger en het belang van de Waddenzee t.o.v. de Noordzeekustzone is bij deze soort nog groter dan bij de Grijze Zeehond. De voedselkeuze van de Gewone Zeehond en het belang van gebieden daarbij is sporadisch onderzocht. Het voedsel bestaat uit vis en er wordt een breed spectrum gegeten (Brasseur *et al.*, 2004).

De Gewone Zeehond en de Grijze Zeehond worden weinig waargenomen in het Marsdiep, met uitzondering van de aantallen die rusten op de Bollen (oostelijk van Oudeschild) en de Razende Bol. Wel zit er regelmatig een zeehond in de Mok of bij de fuiken bij de monding van de Mok. In Figuur 6 staan de locaties van de dichtstbijzijnde zeehondenligplaatsen in het gebied rond de baggerspeciéstortplaats in het Marsdiep. Het gaat hierbij om 3 ligplaatsen voor zowel Gewone Zeehond als Grijze Zeehond, namelijk de Bollen oostelijk van Oudeschild en de Razende Bol met afstanden tot de stortplaats van 4,5; 6,0 en 6,4 km. De afstand van deze ligplaatsen tot de transportroute van baggerspecie van de haven van Den Helder en de Mokbaai tot de stortplaats varieert tussen de 4,2 en 7,7 km.



Figuur 6 De locatie van de meest nabijgelegen zeehondenligplaatsen (gearceerd) ten opzichte van de baggerspeciestortplaats in het Marsdiep.

4.3 Vogelrichtlijngebied

In Bijlage 6 is de tekst over de SBZ Waddenzee in het kader van de Vogelrichtlijn weergegeven, zoals die te vinden is op de website van LNV. Per vogelsoort is daar informatie te vinden over de verspreiding over de Waddenzee, populatiegrootte en doelstellingen betreffende populatie en omvang en kwaliteit van het leefgebied.

De voor dit Vogelrichtlijngebied vermelde vogelsoorten betreffen soorten waarvoor het gebied blijkens aantalgegevens uit de periode 1993-97 van zodanig belang is dat het gebied daarvoor moet worden aangewezen als Vogelrichtlijngebied (Van Roomen *et al.*, 2000). In aanvulling hierop dient ook rekening te worden gehouden met andere relevante vogelsoorten die in de nota van toelichting bij het aanwijzingsbesluit zijn vermeld.

Fuut, Aalscholver en nog enkele soorten staan wel op de lijst van LNV, maar niet in het gebiedendocument.

Het Marsdiep en de in het directe verlengde liggende geulen Texelstroom en Malzwin zijn voor vrijwel geen enkele soort aan te merken als rustgebied van enige importantie; daarvoor is het te dynamisch (golven) en is de stroming te sterk.

Mogelijke uitzondering vormt de Fuut, waarvan er honderden in het Marsdiep kunnen liggen (M. Leopold, IMARES, persoonlijke mededeling) en waarvan niet duidelijk is of ze er ook steeds foerageren. Ze kunnen, afhankelijk van het tij, als dit ongunstig is voor foerageren, of afhankelijk van de wind die een verblijf in de Noordzeekustzone tijdelijk lastig kan maken, kunnen uitwijken naar het Marsdiep. Goede waarnemingen ontbreken echter. Een paar honderd Eidereenden verblijven aan de rand van de Waddenzee. Deze foerageren voornamelijk op strekdammen aan de westkant van Den Helder, op het havenhoofd en langs de dijk aan de noord- en oostkant van Den Helder en op mosselbanken op het Balgzand. Elders zullen voornamelijk rustende exemplaren worden aangetroffen.

In het onderzoeksgebied wordt gefoerageerd door verschillende viseters.

Belangrijk zijn:

- Fuut (honderden, winter);
- Aalscholver (honderden, zomer en najaar, ook door broedvogels)
- Eidereend (tientallen tot honderden, jaarrond, geen broedvogels). Foeragerend op dijken.
- Kleine Mantelmeeuw (broedvogel, honderden, grotere aantallen zijn aanwezig in de buitendelta)
- Grote Stern (broed- en trekvogel, duizenden, vooral in de buitendelta)
- Visdief (broed- en trekvogel, honderden, wellicht duizenden, vooral in de buitendelta)
- Dwergstern (broed- en trekvogel, tientallen, vooral in de buitendelta)

Er verblijven bovendien kleine aantallen viseters zoals Brilduiker, Middelste Zaagbek, Noordse Stern en Zwarte Stern. Voor alle andere genoemde soorten (zie Tabel 8) is het Marsdiep niet relevant.

Er ruilen grote aantallen Bergeenden in de Westelijke Waddenzee (met name in het zuidelijk deel van het Amsteldiep). Elders op het Balgzand, in de Mokbaai en in toenemende mate op de Hors komen hoge aantallen steltlopers voor. Ook voor een deel van de broedvogels is het studiegebied de herfst/winter periode van belang. In de herfst trekken grote aantallen vogels door en veel soorten foerageren ook in het gebied. Aalscholvers blijven in toenemende aantallen ook overwinteren (Mokbaai, Razende Bol).

Het belang van de 2 varianten van het studiegebied voor de 52 vogelsoorten is aangegeven in Tabel 8. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de perioden herfst-winter enerzijds en voorjaar-zomer, anderzijds om daarmee de koppeling te maken met de voorgestelde periode van de baggerstort (oktober-januari) welke binnen herfst-winter valt. Een score betreffende wel (+) of niet (-) relevant zijn van de periode voor betreffende soort in het beperkte studiegebied (Marsdiep) en grote studiegebied (Marsdiepbekken, inclusief Marsdiep) is aangegeven in Tabel 8. Er is in deze tabel gekozen voor een alfabetische volgorde van de namen van de vogelsoorten. Deze volgorde wijkt af van de volgorde in de Vogelrichtlijnljst, die

taxonomisch is. Ter bevordering van de leesbaarheid van de tekst is hier voor de alfabetische volgorde gekozen.

*Tabel 8 Het belang van deelgebieden van de Waddenzee, namelijk open water (in de hele Waddenzee), het Marsdiep en het Marsdiepbekken voor de vogelsoorten die aangewezen zijn volgens de Vogelrichtlijngebied Waddenzee. + van belang volgens eigen inschatting; - niet van belang volgens eigen inschatting; * mogelijk van belang volgens eigen inschatting; K: kwalificerende soort voor open water Waddenzee volgens VR.*

Soort	Open water	Marsdiep		Marsdiepbekken	
		Voorjaar-zomer	Herfst-winter	Voorjaar-zomer	Herfst-winter
Aalscholver		+	-	+	+
Aalscholver (broedvogel)		+	-	+	-
Bergeend		-	-	+	+
Blauwe Kiekendief (broedvogel)		-	-	-	-
Bontbekplevier		-	-	+	-
Bontbekplevier (broedvogel)		-	-	+	-
Bonte Strandloper		-	-	+	+
Brandgans		-	-	-	+
Brilduiker		-	*	-	*
Bruine Kiekendief (broedvogel)		-	-	-	-
Drieteenstrandloper		-	-	+	+
Dwergstern (broedvogel)		+	-	+	-
Eidereend	K	+	+	+	+
Eidereend (broedvogel)		-	-	-	-
Fuut		-	+	-	+
Goudplevier		-	-	-	+
Grauwe Gans		-	-	+	+
Groenpootruiter		-	-	-	+
Grote Stern (broedvogel)		+	+	+	+
Grote Zaagbek		-	*	-	*
Grutto		-	-	-	+
Kanoetstrandloper		-	-	-	+
Kievit		-	-	-	-
Kleine Mantelmeeuw (broedvogel)		+	+	+	+
Kleine Zwaan		-	-	-	+
Kluut		-	-	+	+
Kluut (broedvogel)		-	-	+	-
Kolgans		-	-	-	-
Krakeend		-	-	?	-
Krombekstrandloper		-	-	+	+
Lepelaar (broedvogel)		-	-	+	-

Soort	Open water	Marsdiep		Marsdiepbekken	
		Voorjaar-zomer	Herfst-winter	Voorjaar-zomer	Herfst-winter
Meerkoet		-	+	-	+
Middelste Zaagbek		-	*	-	?
Nonnetje		-	*	-	*
Noordse Stern (broedvogel)		*	-	*	-
Pijlstaart		-	-	?	+
Rosse Grutto		-	-	-	+
Rotgans		-	-	-	+
Scholekster		-	-	+	+
Slechtvalk		-	-	-	-
Slobeend		-	-	-	+
Smient		-	-	-	+
Steenloper		-	-	+	+
Strandplevier (broedvogel)		-	-	+	-
Tapuit (broedvogel)		-	-	-	-
Toendrarietgans		-	?	-	+
Toppereend	K	-	*	-	*
Tureluur		-	-	+	+
Velduil (broedvogel)		-	-	-	-
Visdief (broedvogel)		+	+	+	+
Wilde Eend		-	-	?	?
Wintertaling		-	-	-	+
Wulp		-	-	-	?
Zilverplevier		-	-	-	+
Zwarte Ruiter		-	-	-	+
Zwarte Stern		-	+	-	+

K: kwalificerende soort voor openwater volgens het SOVON rapport met tellingen uit 1993-1997 (Van Roomen *et al.*, 2000).

Uit Tabel 8 blijkt dat er 15 vogelsoorten zijn waarvoor het Marsdiep een belangrijk gebied kan zijn, omdat ze daar voorkomen. Bij 6 van deze 15 soorten is er weliswaar geen + aanduiding, maar wel een * aanduiding, omdat deze soorten in relatief kleine aantallen voorkomen, maar voorlopig toch nog niet zijn uitgeeselecteerd omdat de extra kwetsbare of belangrijke vogelsoorten zijn in termen van bescherming (zoals de Toppereend).

Er zijn 40 vogelsoorten die voorkomen in het Marsdiepbekken. Dit is het Marsdiep zelf met daarbij het omliggende gebied waar water inclusief slib van het Marsdiep naar toe stroomt tijdens het getijde. Dit betekent dat de eerdergenoemde Marsdiep vogelsoorten er ook bij staan, maar er een 25 tal vogelsoorten met voorkeur voor zeer ondiep water en wadplaten bijkomen.

Het Balgzand en de kust Wieringen zijn beide aparte SPA Waddenzee gebieden. Door Van Roomen *et al.* (2000) worden de vogelsoorten genoemd waarvoor deze gebieden kwalificeren en worden begrensd als apart gebied.

In verband met de blootstelling aan en de effecten van de mogelijke versturende factoren die in hoofdstuk 6 (Effectenanalyse) worden behandeld zijn de afstanden van het Balgzand tot de baggerspeciéstortplaats en baggertransportroutes van belang. Deze bedragen minimaal 3 km, respectievelijk 2 tot 5 km, zoals uit Figuur 6 af te leiden is.

De Mokbaai is rijk aan vogels, soms duizenden exemplaren (Smit, 2000). Een andere veel kleiner gebied nabij de stortplaats waar veel vogels voorkomen is de Schanserwaard op minimaal 3 km van de stortplaats. De Schanserwaard is een smalle strook wad tussen de NIOZ haven en de polder Ceres. In dit gebied bevinden zich soms enkele honderden steltlopers (vooral Scholekster en Wulp), duizenden Eidereenden en is een rustplaats van Wilde Eenden en Smienten.

5. Relevante beschermde natuurwaarden en kenmerken

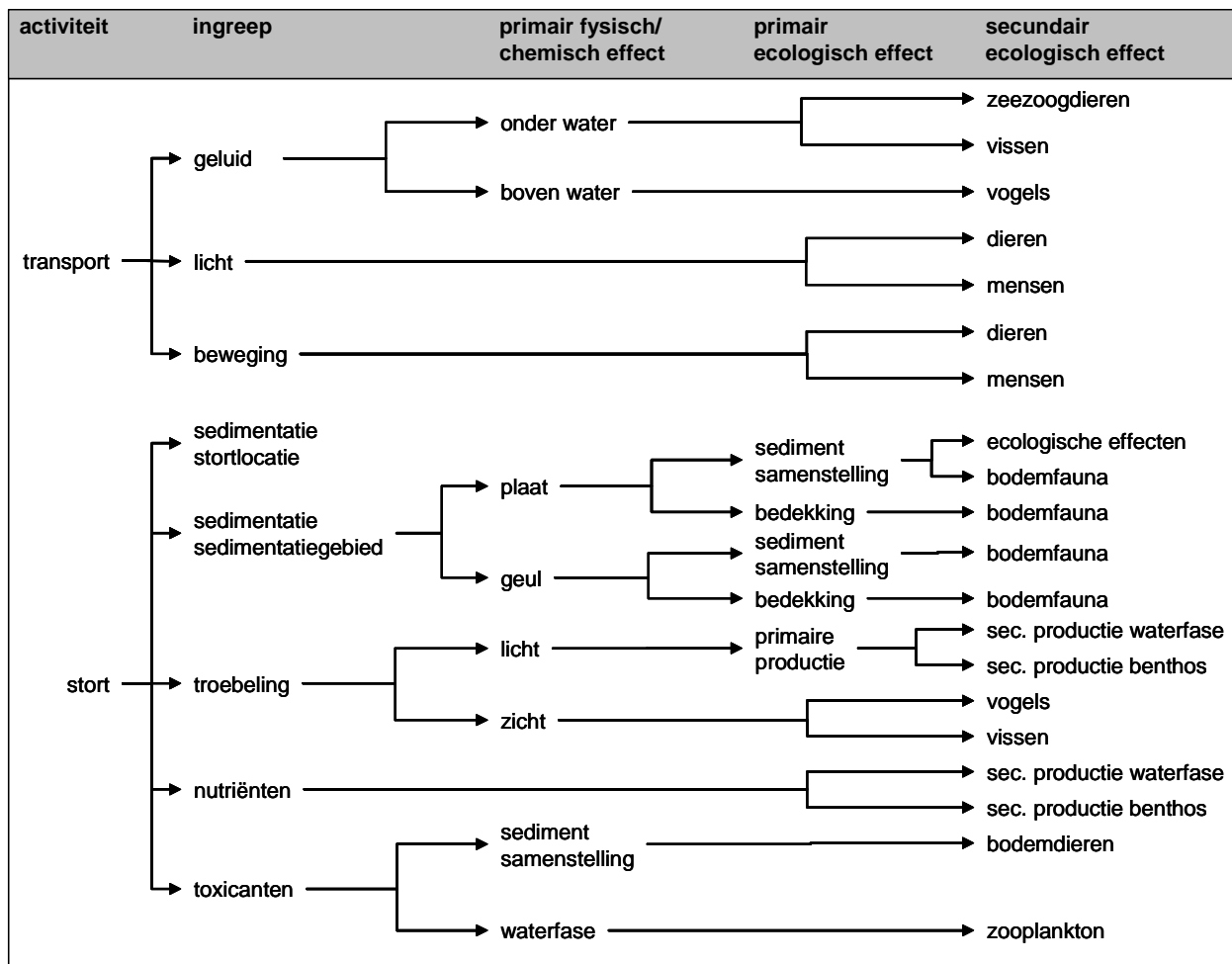
5.1 Aanpak

In eerste instantie is wordt een globale inventarisatie gemaakt van de effecten van de ingreep. Daartoe wordt een min of meer gestandaardiseerde methode gevolgd waarbij een aantal specialisten gezamenlijk een zogenaamd “Effecten schema” invullen. Daarbij wordt de activiteit zonodig opgesplitst in deelactiviteiten en van elk wordt nagegaan hoe effecten zich uiteindelijk manifesteren. De eerste stap is het bepalen van directe, meestal fysische, effecten. Ook wordt nagegaan in welke delen van een (eco)systeem deze effecten optreden. Voorbeelden van dit soort effecten zijn bijvoorbeeld optreden geluidsbelasting, veranderingen in stroomsnelheid, troebeling etc. Bij de beschrijving van die effecten kan ook ingegaan worden op grootheden waarin het effect wordt uitgedrukt, achtergrondwaarden, belang van het proces etc. Vervolgens wordt elk effect verder uitgewerkt voor eventuele secundaire effecten (dikwijls veranderingen in fysisch chemische of biologische waarden of processen). Op die manier wordt op basis van expertise doorgewerkt totdat in de laatste kolom specifieke ecologische effecten staan. Nagegaan wordt of in elk geval de soorten en habitats behandeld worden waarover specifieke uitspraken verwacht worden. Indien die soorten en habitats niet in het schema voorkomen moet gemotiveerd worden aangegeven waarom ze niet verder behandeld worden. Door deze manier van werken kan eenvoudig worden beoordeeld of bepaalde invloeden of effecten vergeten zijn. De effecten in de laatste kolom worden verder uitgewerkt door deskundigen die zich specifiek op die betreffende vraag kunnen werpen en zich niet in de gehele problematiek hoeven te verdiepen.

5.2 Uitwerking

Het effecten schema (in de literatuur “Factor train”) genoemd is weergegeven in Figuur 7. Er worden geen positieve effecten verwacht op de natuurwaarden die belangrijk worden geacht in verschillende beleidskaders voor de Waddenzee. De effecten van de baggerstort beperken zich uiteindelijk tot effecten van verstoring (tijdens vaarbewegingen), effecten die een gevolg zijn van troebeling in de buurt van de stortlocatie en effecten van veranderende sedimentsamenstelling (inclusief eventueel verontreiniging) in de sedimentatiegebieden in het Marsdiepbekken. Effecten zijn niet uit te sluiten in habitattypen 1110 (sublitorale platen), 1140 (droogvallende platen), 1310 en 1330 (kwelders en schorren) en enkele soorten genoemd in de Habitatrictlijn (twee soorten Prik, twee soorten Zeehond, Bruinvis en Fint). Daarnaast zijn er een aantal vogelsoorten uit de bijlage van de EU-Vogelrichtlijn die beïnvloed zouden kunnen worden. De relevante (op basis van aanwezigheid in redelijke aantallen) vogelsoorten zijn weergegeven in Tabel 8 (hoofdstuk 4, paragraaf 4.3). In hoofdstuk 6 (Effectenanalyse) wordt aangegeven

welke soorten of habitats beïnvloed worden, waarbij vervolgens wordt aangegeven of de effecten al dan niet significant worden geacht.



Figuur 7 Effectenschema met de activiteiten die zich afspelen rond het transport en de stort van baggerspecie in het Marsdiep

6. Effectenanalyse

6.1 Algemeen

Effecten zijn globaal aangegeven in de Factor Train van hoofdstuk 5. Directe (primaire) effecten treden op in de directe omgeving van de stortlocatie en tijdens vaarbewegingen. Secundaire effecten op korte tot grote afstand van de stortlocatie. Indirecte effecten kunnen worden veroorzaakt door toegenomen troebelings en afname van primaire productie, toename van toxische stoffen en nutriënten en toename van slibsedimentatie. De grootte van de effecten zal zo mogelijk worden vergeleken met de “natuurlijke” achtergrondwaarden. Effecten zullen zoveel mogelijk kwantitatief worden beoordeeld. Waar dat niet mogelijk is zal een kwalitatieve beoordeling worden gegeven die gebaseerd zal zijn op beschikbare informatie en expert judgement. Wat betreft ecologische informatie wordt gebruik gemaakt van de meest recente inventarisaties. Ook zal in de overwegingen worden betrokken wat de natuurlijke achtergrondwaarden zijn van variabelen die effecten veroorzaken. Hierbij wordt o.a. bedoeld de huidige sedimenttransporten, de huidige troebelings en de natuurlijke dynamiek.

In paragraaf 6.2 worden de effecten ten gevolge van bedekking beschreven, in paragraaf 6.3 de effecten van vertroebeling, in paragraaf 6.4 de effecten van toxische stoffen, in paragraaf 6.5 en 6.6 de effecten van geluid (respectievelijk onder- en bovenwatergeluid) en in paragraaf 6.7 en 6.8 worden de effecten van respectievelijk licht en zichtverstoring beschreven. Tot slot worden in paragraaf 6.9 de effecten op beschermde soorten en habitattypen beschreven.

6.2 Bedekking met sediment

6.2.1 Bodemfauna

Algemeen

De volgende factoren zijn belangrijk in de bepaling van het effect op bodemfauna door bedekking met sediment (Maurer *et al.*, 1980; Kranz, 1974; Baan *et al.*, 1998; Bijkerk, 1988; Essink, 1999; van Dalssen, 1994):

- Dikte van bedekkinglaag;
- Tolerantie van de soort (habitat, ontsnappingspotentieel, siphon vorming, zuurstof tolerantie);
- Tijd waarin de bedekking plaatsvindt;
- Eigenschappen van het sediment/bedekkinglaag (korrelgrootte, verontreiniging en organisch materiaal);
- Temperatuur / seizoen.

Sessiele soorten, zoals zeepokken of oesters hebben geen ontsnappingsmogelijkheid en zijn (zeer) gevoelig. Soorten met een beperkte mobiliteit, zoals bepaalde tweekleppigen, kunnen daarnaast effecten ondervinden door daling van de zuurstofconcentratie in het sediment (Essink, 1999). De meeste soorten die in fijn sediment (modderig) of in een dynamische omgeving voorkomen, zijn echter goed aangepast aan veranderingen in substraat. Voornamelijk soorten die zich ingraven ondervinden nauwelijks effect (Bijkerk, 1988). De effecten van verhoogde troebelheid en bedekking met fijn materiaal op bodemfauna zijn dan ook groter in gebieden met een lage concentratie aan fijn sediment, voornamelijk in gebieden met grof substraat (ICES, 2000).

De eigenschappen van de bedekkinglaag zijn van belang in het effect daarvan op bodemfauna. Effecten door bedekking van fijn materiaal zijn over het algemeen groter dan door bedekking van grof materiaal. Door een geringe poriegrootte is er bij fijn materiaal minder zuurstof beschikbaar. Tevens kunnen bodemorganismen vaak minder gemakkelijk door de bedekkinglaag omhoog komen. De gevoeligheid van organismen is afhankelijk van de mate van overeenkomst tussen het gestorte materiaal en het originele sediment. Nematoden kunnen bedekking overleven tot 10 cm, mits de karakteristieken van de gestorte bagger overeenkomen met het originele sediment. Sessiele (vastgehechte) bodemorganismen, zoals mosselen en oesters kunnen slechts maximaal 1 tot 2 cm slibbedekking overleven (Essink, 1999). Voor kokerwormen is bij een eenmalige bedekking met 4,5 cm slib na 7 dagen een negatief effect op de dichtheid aangetoond. Bij de kokkel en strandgaper is een verhoogde mortaliteit aangetoond bij een slibbedekking van 5 cm (van Dalftsen, 1994).

De rol van slib als habitatkarakteristiek voor bodemdieren en de veranderingen in slibgehalte van de zeebodem is uitvoerig bestudeerd door Groenewold & Dankers (2002). Veranderingen in slibtransport naar de Waddenzee kunnen effecten hebben, vooral vanwege de rol van slib als carrier van voedsel voor veel bodemdieren. In zachte slibbodems horen wel andere soorten dan bij harder zandbodem, maar dit heeft waarschijnlijk meer te maken met beschikbaarheid van voedsel dan met de ecologische relevantie van het slibdeel (fractie < 63 µm) van de bodem. Binnen de bodemsoort “zandbodems met niet al te veel slib” komen namelijk dezelfde soorten voor bij een wijde range aan slibgehalten. De organische fractie van slib is namelijk voor een belangrijk deel bepalend voor ecologische eigenschappen en habitatkarakteristieken van slib en deze is vaak niet bekend. Nader onderzoek naar voedselkwaliteit van slib en vooral slibtransport is nodig voor een beter begrip (Groenewold & Dankers, 2002).

Bedekking kan zuurstofbeperking veroorzaken voor bentische organismen. Een gebrek aan zuurstof kan een habitat via verschillende mechanismen aantasten. Toevoegen van organisch materiaal verhoogd de zuurstofvraag waardoor zuurstofloosheid kan ontstaan. Bij een gebrek aan zuurstof kan door bacteriële omzettingen nitriet, ammonia en sulfide ontstaan, wat in combinatie met een laag

zuurstofgehalte dodelijk kan zijn voor bentische organismen (Buzzelli *et al.*, 2002; Schaaning & Bakke, 2005). Een gebrek aan zuurstof kan ook diverse sub-lethale effecten veroorzaken, zoals beperking in groei, overleving, vangstsucces, voedselinname, ontwikkeling, reproductiesucces, beweging en respiratie. Over het algemeen is de kritische grens voor overleving van de meeste bentische organismen bij een zuurstofconcentratie van 2,8 mg/l (Wu, 2002). Voor de meeste soorten geldt dat de zuurstofconsumptie in de winter lager is dan in de zomer. Hierdoor kunnen organismen na bedekking in de winter relatief langer overleven. De beweging van deze organismen is echter ook langzamer, waardoor ontsnapping aan de bedekkinglaag langer duurt. De invloed van het seizoen op het effect van bedekking is daarom moeilijk te voorspellen. Echter, aangezien voortplanting en vestiging voor de meeste soorten in het voorjaar en de zomer plaatsvindt, zou baggerstort in deze periode moeten worden vermeden.

Herstel van bodemfauna kan optreden indien er voldoende tijd zit tussen de perioden van baggerstort (Essink, 1999). Uit onderzoek is gebleken dat de bodemfauna na het lozen van baggerretourwater binnen een jaar hersteld was. Hierbij werd echter wel vermeld dat bij het gebruik van dezelfde locatie meerdere jaren achtereen, gevolgen zal hebben voor de rekolonisatie. Verder wordt genoemd dat een jaar na slibblozingen in de Oude Westereems nog geen volledig herstel was opgetreden (van Dalftsen, 1994).

Locatiespecifiek

De stortlocatie bevindt zich in een snelstromende geul. Het is niet waarschijnlijk dat zich daar mosselzaadbanken bevinden. Ook de dichtheid en diversiteit van andere bodemdieren zal vermoedelijk door de hoge stroomsnelheden gering zijn. Er zullen vooral stevig vastgehechte organismen voorkomen waarvan verwacht kan worden dat deze een bedekking niet zullen overleven. Door de hoge stroomsnelheid en de samenstelling van de baggerspecie (fijn materiaal) wordt verwacht dat het gestorte materiaal snel zal verspreiden. Daarmee is het effect lokaal en kortdurend.

Door de genoemde verspreiding betreft het beïnvloedingsgebied niet alleen de stroomgeul zelf, maar ook een deel van het kombergingsgebied van het Marsdiep. De diversiteit in soorten op de wadplaten van het kombergingsgebied is relatief gering. De diversiteit in de permanent onder water gelegen delen is groter (Tomson, *et al.*, 1995). Op enige afstand van de baggerstort, buiten de geul, zal de sedimentatie snelheid wellicht enigszins verhoogd worden, maar de daar aanwezige organismen zijn ingesteld op regelmatig optredende hoge sedimentatiesnelheden. Dit treedt bijvoorbeeld op tijdens en direct na stormen.

6.2.2 Vogels

De vogelsoorten die voornamelijk op of in het sediment levende dieren (wormen en schelpdieren) eten, kunnen in hun voedselvoorziening potentieel worden beïnvloed

door verhoogde sedimentbedekking. Dan gaat het om 9 schelpdieretende vogelsoorten en 18 wormenetende vogelsoorten zoals uit Tabel 9 blijkt. De viseters (15 soorten), planteneters (8 soorten) en gevarieerde/overige (11 soorten) zullen geen gevolgen van sedimentbedekking ondervinden.

Tabel 9 Belangrijkste voedselbronnen van de vogelsoorten geselecteerd voor het studiegebied Marsdiepbekken

Vogelsoort	Voedseltype				
	Vis	Schelpdieren	Wormen	Vegetatie	Overig/ gevarieerd
Aalscholver	X				
Bergeend		X			
Bontbekplevier (broedvogel)			X		
Bonte Strandloper			X		
Brandgans				X	
Brilduiker	x	X			
Drieteenstrandloper			X		X
Dwergstern (broedvogel)	X				
Eidereend		X			X
Fuut	X				
Grauwe Gans				X	
Groenpootruiter	X		X		x
Grote stern (broedvogel)	X				
Grote Zaagbek	X				
Grutto			X		
Kanoetstrandloper		x			
Kleine Mantelmeeuw (broedvogel)	X				X
Kleine Zwaan				X	
Kluut			X		X
Kluut (broedvogel)			X		
Krombekstrandloper			X		
Lepelaar (broedvogel)	X #				X
Meerkoet				X	
Middelste Zaagbek	X				
Nonnetje	X				
Noordse Stern (broedvogel)	X				
Pijlstaart		X	X	X	x
Rosse Grutto			X		
Rotgans				X	
Scholekster		X	X		
Slobeend		x	x		X
Smient				X	
Steenloper			X		X

Vogelsoort	Voedseltype				
	Vis	Schelpdieren	Wormen	Vegetatie	Overig/ gevarieerd
Strandplevier (broedvogel)			X		
Toendrarietgans				X	
Toppereend		X			
Tureluur			X		
Visdief (broedvogel)	X				
Zilverplevier			X		
Zwarte Ruiter	X		X		x
Zwarte Stern	X				

tastjager

Uit hoofdstuk 2.3 bleek dat de baggerstort in het Marsdiep aanleiding kan geven tot een bedekking van de Waddenzeebodem en wadplaten van maximaal 0,15 à 0,2 cm per jaar. Dit is een gemiddelde; lokaal kan dit getal hoger zijn (met name in sedimentatiegebieden), en de consequentie daarvan is dat op andere plaatsen dit getal lager is. Afgezet tegen de natuurlijke dynamiek betekent het een verhoging van maximaal ongeveer 10%.

De conclusie dat benthos maar weinig nadelig effect zal ondervinden van de baggerstort impliceert dat de vogels die van dat benthos leven evenmin significante nadelige effecten zullen ondervinden.

6.3 Troebeling

In deze paragraaf worden de effecten van vertroebeling op primaire en secundaire productie, vissen en vogels beschreven.

6.3.1 Plankton- en schelpdierproductie, inclusief seizoensinvloed

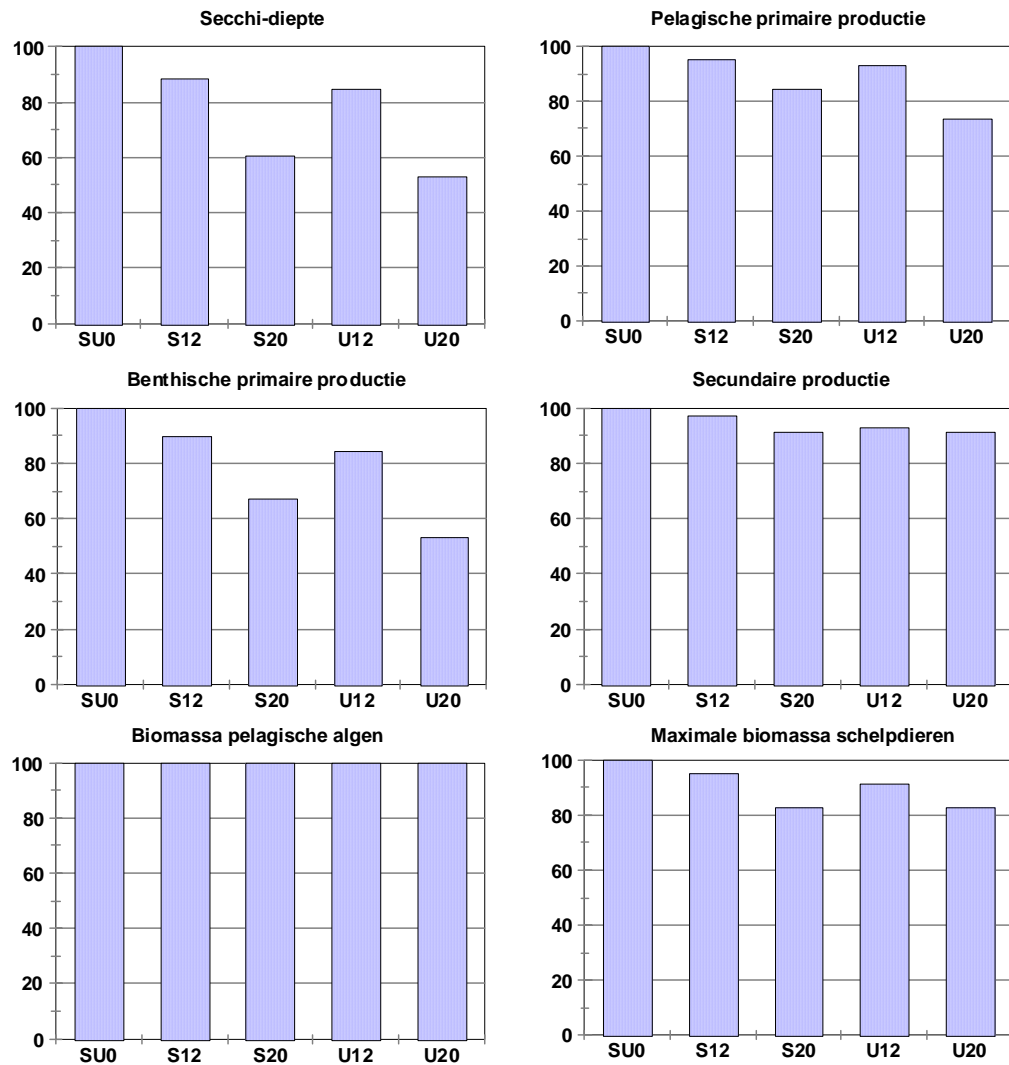
In deze subparagraaf wordt ingegaan op vragen 5-9 uit hoofdstuk 2.3.2: wat is het effect van de extra hoeveelheid gesuspendeerd materiaal op ecologische processen, en wat is daarmee de beste periode voor baggerstort.

De invloed van extra slib op de primaire productie is berekend door aan te nemen dat er gedurende een zekere periode (hetzij oktober-februari, hetzij het gehele jaar) een afname van het doorzicht is veroorzaakt door een zekere toename van het anorganische zwevende materiaal in de waterkolom. Deze toenamepercentages zijn gesteld op 20 en 100% respectievelijk, en de effecten van de geschatte toenamepercentages (zie hierboven) kunnen uit de berekende ecosysteemeffecten afgeleid worden. De berekeningen zijn uitgevoerd met het ecosysteemmodel EcoWasp (Brinkman, 1993; Brinkman & Smit, 1993; Brinkman & Smaal, 2003; Brinkman, 2005). Hier wordt geen verder uitleg gegeven, zie deze referenties als onderbouwende documenten.

In Figuur 8 is aangegeven wat de berekende effecten van extra troebelingsgevolge van 20% dan wel 100% extra anorganisch zwevend materiaal zijn. De berekeningen zijn uitgevoerd vóóordat duidelijk was wat de veranderingen van slib in de waterfase zouden kunnen zijn. De conclusies op basis van de berekeningen waarbij wél met de berekende verhoging van troebelingsrekening is gehouden zijn in Tabel 10 samengevat.

De berekeningen betreffen maximale effecten, omdat aangenomen is dat de troebelingseffecten in het gehele onderzochte gebied aanwezig bleven, wat in de praktijk zeker niet het geval zal zijn. De grootste effecten worden berekend voor de bentische primaire productie, en die zijn juist groter wanneer er in de winter wordt gestort. Dit is een gevolg van de februarimaand, wanneer juist dat deel van het ecosysteem actief is. De overige effecten zijn van de orde van maximaal enkele procenten, ook weer onder de aanname dat het gehele gebied beïnvloed wordt. Wordt de beïnvloeding beperkt tot het Marsdiepgebied en een deel van de overige gebieden, dan is het verwachte beïnvloedingspercentage van de orde van de helft van wat in Tabel 10 is vermeld.

Omdat het een optie is de gehele bagger- en stortcyclus een maand te vervroegen, is ook die situatie doorgerekend. In Figuur 9 is het resultaat samengevat, weer voor een troebelingsverhoging van 20%, nu voor de maanden september tot en met januari.

**Afkortingen:**

SU0: standaardsituatie

S12 : 20% meer gesuspendeerd anorganisch materiaal in de periode 1 okt-28 feb

S20 : 100% meer gesuspendeerd anorganisch materiaal in de periode 1 okt-28 feb

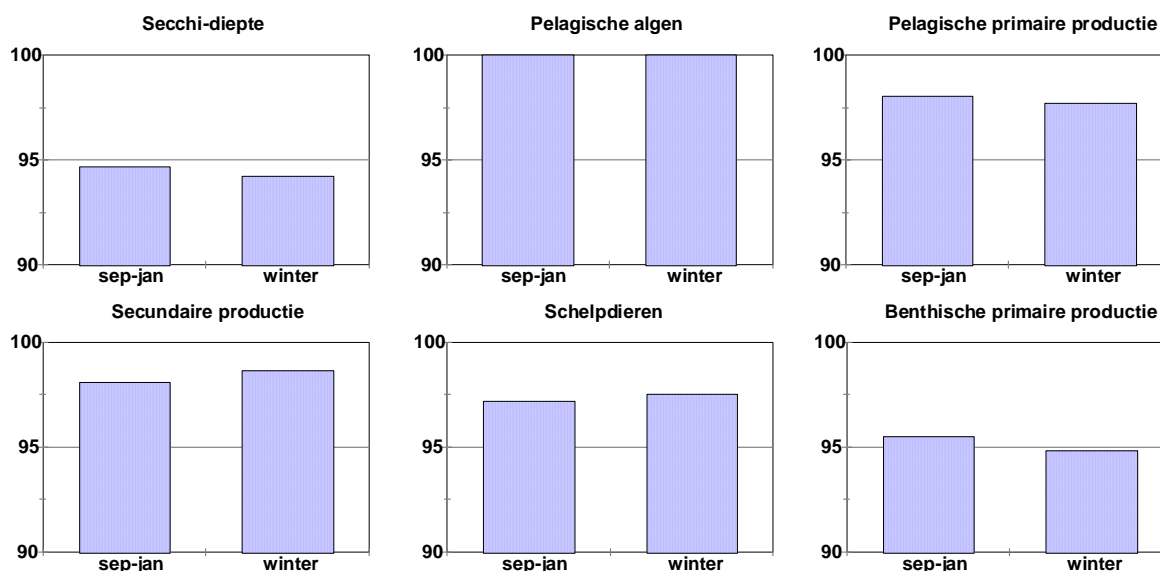
U12: 20% meer gesuspendeerd anorganisch materiaal gedurende het gehele jaar

U20: 100% meer gesuspendeerd anorganisch materiaal gedurende het gehele jaar

Figuur 8 Effect van meer gesuspendeerd anorganisch materiaal op een aantal ecosysteemkenmerken van de westelijke Waddenzee. Alle getallen geven de procentuele gemiddelden aan ten opzichte van de situatie waarin er géén baggerstort plaatsvindt.

De simulaties zijn verricht voor de periode januari 1976- december 1999, de resultaten voor de periode 1994-1999 (de laatste 6 jaar, dus) zijn gebruikt voor de onderlinge vergelijking.

Uit Figuur 9 volgt dat er eigenlijk maar weinig effect is op de gevolgen indien van september tot en met januari gestort wordt in plaats van oktober tot en met februari. De biomassa schelpdieren zou een fractie lager uitvallen, wat tegelijk de oorzaak is van de iets minder lagere primaire productie. Maar de verschillen zijn miniem.



Figuur 9 Ecosysteemeffecten bij baggerstort gedurende de maanden september-januari dan wel gedurende de maanden oktober-februari (zoals ook in Figuur 8). Alle getallen geven de procentuele gemiddelden aan ten opzichte van de situatie waarin er géén baggerstort plaatsvindt.

Tabel 10 Effecten van baggerstort op enkele ecosysteemkenmerken. De berekende effecten zijn maximale waarden, omdat aangenomen is dat de troebelingeffecten in het gehele gebied (de gehele westelijke Waddenzee is onderdeel van de EcoWasp-berekeningen) zichtbaar blijven. De getallen geven de procentuele verhoging van het slibgehalte in de waterfase weer, en de procentuele verlaging van de genoemde ecosysteemkenmerken.

Berekende effecten op enkele ecosysteemkenmerken.								
Geschatte verandering		Slib-gehalte	Pelagische Primaire Productie	Benthische Primaire Productie	Secundaire Productie	Biomassa schelpdieren= mosselen	Biomassa algen	Zichtdiepte (Secchi)
Winter	min	10	2,27	5,18	1,37	2,48	0,00	5,77
onderhoud	max	20	4,54	10,36	2,75	4,96	0,00	11,55
Winter	min	3	0,68	1,55	0,41	0,74	0,00	1,73
kapitaal	max	6	1,36	3,11	0,82	1,49	0,00	3,46
Jaar	min	7	2,43	5,49	2,44	2,95	-0,00	5,32
onderhoud	max	13	4,50	10,20	4,52	5,48	-0,00	9,89
Jaar	min	2	0,69	1,57	0,70	0,84	-0,00	1,52
kapitaal	max	4	1,39	3,14	1,39	1,69	-0,00	3,04

6.3.2 Vissen

Algemeen

Er zijn verschillende effecten van vertroebeling op vis te onderscheiden:

- Sub-lethale effecten
 - verminderde leefmogelijkheden van visuele predatoren
 - verminderde filterefficiëntie
 - verminderde zuurstofopname
- Lethale effecten

Deze effecten zijn algemeen beschreven in Tekstbox 2. Hieronder worden de specifieke effecten van vertroebeling door baggerstort in de Waddenzee/het Marsdiep beschreven.

Locatiespecifiek

In de Passende Beoordeling Derde Nota Waddenzee (VROM, 2005) wordt geconcludeerd dat het verspreiden van zuurstofloze baggerspecie een tijdelijke daling van het zuurstofgehalte kan veroorzaken, wat een effect zou kunnen hebben op migrerende vissen. Daarbij wordt vermeld dat in de praktijk de duur van verlaagde zuurstofgehalten echter zo kort en lokaal is dat deze gevolgen niet significant zijn.

Essink (1993) concludeert dat ten aanzien van de effecten van troebelheid op vissen door baggerstort in de Waddenzee enig nadelig effect op haring, sprat en spiering kan optreden. De effecten zijn voor de spiering seizoensafhankelijk; in de zomer wordt geen nadelig effect verwacht aangezien de spiering de hoge temperaturen van de Waddenzee moeilijk kan verdragen.

Ten gevolge van de sterke wateruitwisseling met de Noordzee vervult het kombergingsgebied van het Marsdiep een belangrijke functie voor de visfauna. Een aantal vissoorten (zoals Schol, Tong en Haring) paaien op de Noordzee, waarna de eieren en larven via het Marsdiep naar het Waddengebied worden gedreven door reststromen (Tomson *et al.*, 1995).

Voor wat betreft de effecten van vertroebeling op vis door de voorgenomen activiteiten wordt verwacht dat visuele predatoren het stortgebied zullen mijden tijdens baggerstort. Enkele voor het Waddenzegebied karakteristieke visuele predatoren (vissen) staan weergegeven in Tabel 11, waarbij per soort het potentiële effect van vertroebeling is aangegeven.

Tabel 11 Enkele karakteristieke visuele predatoren (vissen) voor het Waddenzeegebied (Essink, 1993) met daarbij aangegeven het foerageergedrag (Baveco, 1988) en potentieel effect door vertroebeling ten gevolge van baggerstort in het Marsdiep

Vissoort	Voedsel	Potentieel effect
Bot	Bodemfauna op de hoogste delen van de platen (getij-migratie)	Geen
Schol	Bodemfauna op de lagere delen van de platen (getij-migratie)	Geen
Schar	Bodemfauna op geulen en plaatranden	Geen
Dikkopje	Bodemfauna	Geen
Brakwatergrondel	Bodemfauna op de platen	Geen
Glasgrondel	Bodemfauna	Geen
Haring	Zoöplankton en kleine vissen	Vermijding
Sprot	Zoöplankton en kleine vissen	Vermijding
Spiering	Zoöplankton en kleine vissen aan het oppervlak. In de zomer minder talrijk in de Waddenzee.	Vermijding

Algemene gevoeligheid

Over het algemeen zijn bentische vissoorten het minst gevoelig voor verhoogde concentraties zwevend materiaal. Vissoorten die hun voedsel uit het water filteren zijn relatief gevoelig voor verhoogde concentraties zwevend materiaal (Sherk *et al.*, 1975). Eieren en larven zijn gevoeliger dan adulten (Sherk *et al.*, 1975; Van Dalssen, 1999).

Sub-lethale effecten

Sub-lethale effecten op vis door verhoogde concentratie zwevend materiaal, zoals verminderde voedselopname (filterefficiëntie) en verminderde zuurstofopname zijn aangetoond bij concentraties vanaf 100-300 mg/l (Baveco, 1988). Kleideeltjes kunnen de kieuwen van vis beschadigen (Goldes *et al.*, 1986).

Bij een concentratie van 20 mg dm⁻³ is een verminderde voedselinname bij haringlarven aangetoond (Johnston & Wildish, 1982). Er zijn geen significante effecten aangetoond op de embryonale ontwikkeling van haringeieren wanneer deze blootgesteld werden aan langdurig verhoogde concentraties slib van 5-300 mg ds dm⁻³ of kortstondig aan 500 mg dm⁻³. Deze studie concludeert dat er geen nadelige effecten op paaiplaatsen van haring verwacht kunnen worden bij blootstelling aan de geteste concentraties door baggerwerkzaamheden (Kjørboe *et al.*, 1981).

Het voortplantingssucces (hatching) van Baars werd verminderd bij concentraties van meer dan 1000 mg/l. (Auld & Schubel, 1978).

Visuele predatoren (zoals Haring, Makreel en Tarbot) zijn afhankelijk van de hoeveelheid en het spectrum van licht en de helderheid van het water om hun prooi te lokaliseren en te herkennen. Een verhoogde troebelheid kan het zichtvermogen en daarmee de voedselvangst van deze vissoorten hinderen (Van Dalssen, 1999; Dankers, 2002). Sommige vissoorten vermijden troebel water (Dankers, 2002). Makreel vermijdt concentraties van meer dan 10 mg ds dm⁻³. Indien de verhoogde concentratie voor een langere periode aanhoudt kan de makreel mogelijk migreren naar meer helder water. Ook van haring en sprat is bekend dat ze troebel water vermijden. Dit gedrag kan significante gevolgen hebben indien de troebelheid van paaiplaatsen is verhoogd (Van Dalssen, 1999).

Vissenlarven gebruiken licht om hun verticale migratie te reguleren. Een verhoogde concentratie zwevend materiaal vermindert de lichtdoorlating van het water waardoor de larven misleid kunnen worden naar ondiep en minder geschikt water (RIKZ, 1999).

Lethale effecten

Bij concentraties van 580-2450 mg/l is sterfte aangetoond bij diverse vissoorten (Sherk *et al.*, 1975). Verhoogde sterfte bij eieren en larven van vis is aangetoond bij concentraties boven 100 mg/l zwevend materiaal (Van Dalssen, 1999).

Bij larven die gedurende 48 tot 96 uur aan concentraties van 500 mg/l werden blootgesteld werd trad verhoogde sterfte op. Concentraties van meer dan 100 mg/l gedurende 96 uur verminderde de overleving van Eftlarven (Auld & Schubel, 1978).

6.3.3 Vogels

De meeste vogelsoorten zullen vanwege hun voedselkeuze niet worden gehinderd door een verhoogde troebelheid van het water. Dit geldt voor consumenten van sedimentorganismen (bijvoorbeeld plevieren en veel eendensoorten), plantaardig voedsel (bijvoorbeeld ganzen en sommige eendensoorten) en predatoren (bijvoorbeeld kiekendieven) van vogels. In Tabel 9 is te zien dat er 11 visetende vogels zijn, waarvan de meeste ook in dieper water, zoals dat van het Marsdiep, jagen (Fuut, Aalscholver, sterns, meeuwen, sommige eendensoorten). De Lepelaar is een vis- en garnaleneter die zijn prooi voornamelijk in ondiep water en op de tast vangt. Deze vogel zal daarom waarschijnlijk geen invloed van een grotere troebelheid van het water ondervinden. De overige 10 viseters zijn zichtjager die wel gehinderd kunnen worden door troebel water. Eidereend, Brilduiker en Toppereend zijn ook duikvogels maar deze eten schelpdieren vanaf de bodem. Ook deze kunnen door een verhoogde troebelheid worden gehinderd bij het foerageren. De aantallen van de Fuut zijn alleen in de winter hoog, die van de andere viseters in voorjaar, de broedtijd en weer in het najaar. Het is echter niet bekend hoe vogels (en hun prooi, de vissen) reageren op verhoogde troebelheid. Futen en Aalscholvers jagen voornamelijk zelf, maar de meeuwen en sterns profiteren ook van scholen roofvis (Makreel, Horsmakreel, Zeebaars) die kleine vissen (vooral jonge Haring en Sprout in het Marsdiep) naar het wateroppervlak jagen. Het samenspel tussen deze roofvissen, prooivissen, vogels en troebelheid is echter volstrekt onbekend en dus kan niet worden voorspeld wat de effecten van een verhoogde troebelheid zullen zijn op het foerageersucces van de vogels. Alleen de verwachte maximale verandering in troebelheid van de orde van 10% (zie tabel Tabel 10 in paragraaf 6.3.1) geeft aan dat de te verwachten effecten op de foerageermogelijkheden van vogels beperkt zullen blijven.

Veel op het Marsdiep rustende vogelsoorten, zoals de Eidereend betrekken hun voedsel niet of nauwelijks uit het Marsdiep. We mogen aannemen, dat rustende vogels in het Marsdiep niet gehinderd worden door een slibpluim. Er wordt voor rustende en niet foeragerende vogels dus geen relatie met een slibpluim door baggerstort verwacht. Een belangrijke onzekere factor is tijd en plaats van de slibpluim, die namelijk afhankelijk is van de snelheid waarmee deze zich voortbeweegt plus de tijdsduur dat het slib gesuspendeerd blijft in het water. Het valt te verwachten dat de zichtjagers bij lokaal ongunstige omstandigheden zullen uitwijken naar elders. Het is echter onduidelijk hoe groot de verspreiding van de slibpluim in het Marsdiepbekken kan worden en daarmee ook onduidelijk of er voldoende uitwijkmogelijkheid voor de foeragerende vogels is in de nabije omgeving.

Op basis van voorgaande informatie kan worden geconcludeerd dat er geen significante effecten van vertroebeling op vogels zijn te verwachten.

6.3.4 Zeezoogdieren

De Grijze Zeehond foerageert veel minder in de Waddenzee dan in de Noordzee. Hiermee wijkt deze soort af van de Gewone Zeehond. In het voorjaar komen Bruinvissen in steeds grotere aantallen het Marsdiep binnen en foerageren daar ook.

De invloed van de troebelheid in het water op het visvangstsucces van de beide zeehondensoorten en de bruinvis is onvoldoende bekend. Net als bij de visetende vogels speelt de uitwijkmogelijkheid naar minder troebele wateren en de mogelijkheid tot overbrugging van een ongunstige periode ook bij de zeezoogdieren een rol. Onze inschatting is voorsnog dat deze voldoende aanwezig is, met name in de snelstromende delen van het gebied, waardoor er geen grote negatieve effecten van de slibpluim op zeezoogdieren wordt verwacht.

6.4 Toxische stoffen

Tijdens het verspreiden van baggerspecie komen stoffen vrij in de waterkolom die vervolgens op stroom verdunnen. In de Passende Beoordeling Derde Nota Waddenzee wordt het volgende genoemd met betrekking tot toxische stoffen in baggerspecie: *'Baggerspecie uit havens moet voldoen aan toetsingswaarden van de Chemie-Toxiciteit-Toets (CTT) waarvan de waarden voor TBT¹ veel hoger liggen dan het Maximaal Toelaatbare Risico (MTR). Dat betekent dat er bij het verspreiden van baggerspecie dat voldoet aan de CTT mogelijk hoeveelheden TBT worden gemobiliseerd die hoger liggen dan het MTR, waardoor er effecten kunnen optreden op gevoelige soorten zoals slakken. De concentratie TBT in de Waddenzee ligt reeds ruim boven de MTR. Het mobiliseren van TBT ten gevolge van het verspreiden van baggerspecie veroorzaakt geen significante toename in de verhoogde concentratie TBT. Dit betekent dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet (verder) worden aangetast door deze activiteit. Voor hogere diersoorten is geen negatief effect bekend. Daarbij komt dat zeehonden TBT niet direct uit het water opnemen maar indirect via vis, en zeehonden TBT redelijk snel omzetten in metabolieten. Het zwemmen door een plaatselijk en tijdelijk hogere concentratie TBT door het verspreiden van baggerspecie is voor de zeehond dan ook niet schadelijk'* (Ministerie VROM, 2005).

De baggerspecie die gestort zal worden in het Marsdiep voldoet aan de CTT normen, waardoor kan worden aangenomen dat er geen nadelige effecten voor het milieu zullen optreden.

¹ Tributyltin, afgekort TBT, is een organotinverbinding. TBT zit in verf die gebruikt wordt om de aangroei van algen en zeepokken op de onderkant van schepen te voorkomen.

De gehalten van de stoffen in de te storten baggerspecie zijn weergegeven in Bijlage 7. De CTT normen voor baggerspecie en de MTR normen, voor de compartimenten sediment en water, zijn voor deze stoffen ook opgenomen om een vergelijking te kunnen maken tussen CTT norm en MTR in sediment. Voor bijna alle stoffen ligt de CTT norm lager dan de MTR in sediment (milieukwaliteitsnorm). Dit betekent dat het gehalte in de te storten baggerspecie onder de MTR ligt. Dan wordt er ook geen probleem met de milieukwaliteit van de baggerspecie verwacht.

Alle contaminanten van de baggerspecie lossen relatief slecht op in water vanwege de sterke adsorptie aan de deeltjes in de baggerspecie. De binding aan klei en organische stof is over het algemeen veel groter dan die aan zand. Na de stort zal de baggerspecie door de stroming en bezinktijd worden gescheiden en sedimenteren in verschillende korrelgroottefracties. Het is te verwachten dat de verontreiniging in de slibfractie terecht komt.

Een aantal contaminanten wordt door RWS gemonitord in het sediment van de Waddenzee. In Bijlage 8 zijn de gemiddelde concentraties van 9 van de 14 voor dit onderzoek relevante contaminanten opgenomen. Door deze te vergelijken met de gehalten in de te storten baggerspecie kan een indruk worden verkregen over de bijdrage die de baggerspecie zou kunnen leveren aan de contaminatie van het Waddensediment. Voor slechts 1 van de 9 stoffen ligt de gemiddelde concentratie in de baggerspecie boven die in het milieu, namelijk voor TBT. Echter, men dient zich te realiseren dat de contaminantconcentraties in Waddensediment betrekking hebben op de slibfractie (korrelgrootte $<63\mu\text{m}$), terwijl die in de te storten baggerspecie zijn bepaald op het totaal, dus alle aanwezige korrelgrootte fracties. Indien men er van uitgaat dat de contaminanten hoofdzakelijk zijn gebonden zijn aan relatief kleine korrelgrootte deeltjes ($<63\mu\text{m}$), dient een correctie voor de contaminantgehalten te worden uitgevoerd. Het aandeel korrelgrootte fractie $<63\mu\text{m}$ is gemiddeld 56% van het totale baggerspeciemateriaal (zie Tabel 2 en Bijlage 8). Indien deze fractie alle contaminanten bevat worden de concentraties, zoals weergegeven in Bijlage 8 een factor $100/56 = 1.8$ hoger. Deze gecorrigeerde contaminantconcentraties in de slibfractie van de te storten baggerspecie zijn gemiddeld iets hoger dan die zijn gemeten in het milieu. Ook hieruit volgt dat er geen reden is tot zorg over verdere contaminatie door toevoer van toxische stoffen uit het gestorte baggerspecie aan het Waddenzee systeem. TBT vormt wel een uitzondering, maar hiervoor is ook al aangeduid dat dit een bestaande probleemstof is, waar separaat aandacht aan gegeven dient te worden.

Voor wat betreft potentiële verontreiniging van de waterkolom door de gestorte baggerspecie, kan op basis van de concentratie van de stoffen in de baggerspecie en de slechte wateroplosbaarheid van de stoffen, geconcludeerd worden dat er geen gevaar is voor overschrijding van de MTR in water. Bovendien zal er een hoge mate van verdunning optreden door de sterke stroming op de stortlocatie en het grote watervolume.

Vogels

Volgens de informatie die wordt verstrekt op de website van LNV (www.minlnv.nl/Home / [Dossiers](#) / [Natuurwetgeving](#) / [Hulpmiddelen natuurwetgeving](#) / [Gebieden](#) / Natura 2000-gebieden) zijn alle vogelsoorten gevoelig voor verontreiniging (met chemische stoffen). Het zal afhangen van het niveau van blootstelling (concentraties) van chemische stoffen in het sediment en in het voedsel of er daadwerkelijke risico's van blootstelling aan stoffen zal plaatsvinden. In het studiegebied wordt de baggerspecie, zowel de grootkorrelige fracties als de fijne korrelfractie verspreid over een relatief groot gebied. Eventueel aanwezige verontreiniging zal zich ook verspreiden. Het ligt niet voor de hand dat chemische stoffen in gestorte baggerspecie een gevaar opleveren voor de vogels in het gebied, als de baggerspecie voldoet aan de CTT normen.

Zoogdieren

Voor hogere diersoorten zijn diverse negatieve effecten bekend van o.a. chloorkoolwaterstoffen (w.o. PCBs) en aromatische koolwaterstoffen (w.o. benzeen). De toxische stoffen in baggerstort zijn onder andere koolwaterstoffen (bijvoorbeeld minerale olie, PAK's), DDD/DDE/DDT¹, zware metalen en TBT. Van TBT is bekend dat zeehonden die stoffen vooral opnemen via hun voedsel. In weefsel van zeehonden worden vooral metabolieten van die ouderstoffen gevonden waaruit blijkt dat die door henzelf, of door hun prooi, zijn omgezet.

Conclusie

Op basis van voorgaande informatie kan worden geconcludeerd dat er geen significante effecten van toxische stoffen op vogels en zoogdieren zijn te verwachten.

6.5 Onderwatergeluid

Geluid onder water gedraagt zich anders dan geluid in de lucht. Dit heeft vooral te maken met het feit dat de dichtheid van water anders is dan van lucht. Een en ander heeft vrij grote consequenties voor de snelheid waarmee geluid zich onder water voortplant maar ook voor de geluidsdruk die door waterorganismen wordt ervaren en voor de afstanden waarop geluid zich onder water voortplant.

Schepen zijn belangrijke geluidsbronnen. Belangrijke geluidsbronnen zijn de schroef, het geluid vanuit de machinekamer en de stromingen die door het varende schip worden opgewekt. Het geluid kan tot op 16 km afstand doordringen

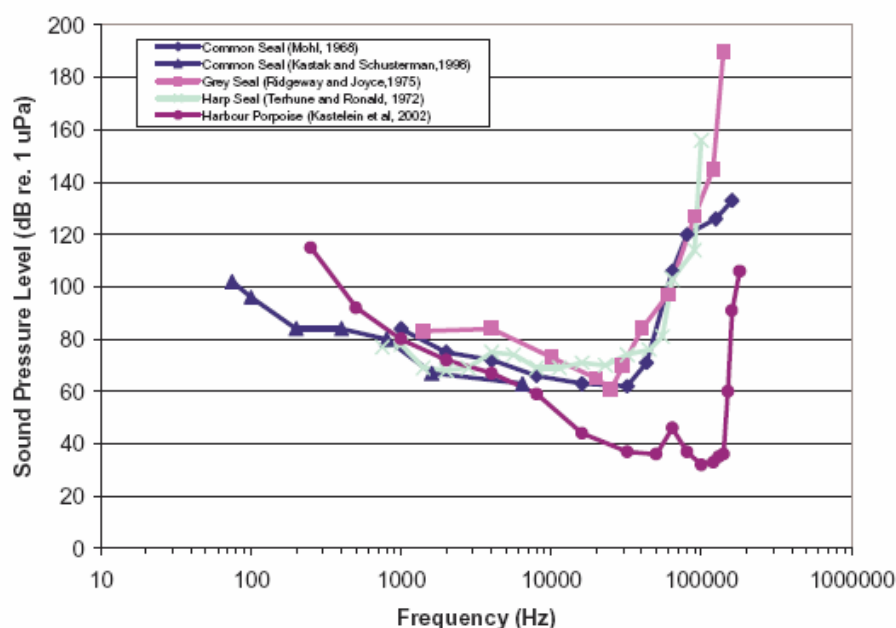
¹ DDT (dichloordifenyiltrichloorethaan) is een insecticide dat in het verleden over de hele wereld massaal werd gebruikt. DDT is momenteel in de meeste landen verboden. DDE (dichloordifenyldichloorethyleen) en DDD (dichloordifenyldichloorethaan) zijn chemische stoffen verwant met DDT en komen onder andere door afbraak van DDT in het milieu.

(propageren). Het onderwatergeluid varieert per type vaartuig en bedraagt op 1 m afstand:

- baggerschepen: 170-185 dB (re 1 μ Pa) bij 100 Hz
- veerboten en vrachtschepen: 150 dB (re 1 μ Pa) bij 100 Hz
- achtergrondniveau onderwater: 90-100 dB (re 1 μ Pa) bij 100-2000 Hz

Het geluid van schepen draagt vooral bij tot het omgevingsgeluid bij een frequentie van 200-1000 Hz. Dit betekent dat een baggerschip voor Cetaceae (walvisachtigen) tot op enkele kilometers hoorbaar is.

De geluidsdruk, zoals die wordt ervaren door een dier van een bepaalde soort (perceived noise levels), wordt weergegeven als $dB_{nt}(\text{species})$. Om deze te kunnen bepalen wordt gecorrigeerd voor het feit dat er voor bepaalde frequenties verschillen in gevoeligheid bestaan tussen diersoorten. Om dit te kunnen bepalen dient de geluidsdruk van een bepaald geluidsniveau te worden gecombineerd met een voor elke diersoort specifiek audiogram (zie Figuur 10).



Figuur 10 Audiogram van de drempelwaarden waarop onderwatergeluid kan worden waargenomen door Gewone Zeehond en Bruinvis, als resultaat van verschillende onderzoeken. Naar Nedwell & Parvin (2006).

Een baggerschip met een Sound Pressure Level (SPL) van 117-153 (gemiddeld 131) dB re 1 μ Pa produceert op 1 m afstand een Source Level van 192 dB re 1 μ Pa en op 100 m een geluidsniveau van 153 dB re 1 μ Pa (Nedwell & Langworthy 2004). Gecorrigeerd voor de gehoorspectrum van zeezoogdieren wordt dit geluidsniveau van het baggerschip ervaren als geluid met een sterkte van 55-70

dB_{ht} . Aangenomen wordt dat geluid met een sterkte van $90 dB_{ht}$ effecten voor zeezoogdieren oplevert. Dit betekent dat, afhankelijk van de soort, zeezoogdieren op een afstand van 100 m het geluid als dermate weinig krachtig ervaren dat ze hierop niet zullen reageren. De perceived noise levels liggen daarmee veel lager dan de “ongewogen” Sound Pressure Levels en er kunnen vrij grote verschillen tussen soorten bestaan. Hetzelfde geluid wordt, bijvoorbeeld, door een Kabeljauw ervaren als $70 dB_{ht}$ en door een Gewone Zeehond als $110 dB_{ht}$ (Nedwell & Parvin 2006). Dit komt omdat bepaalde frequenties waarvoor een bepaalde soort niet gevoelig is niet meewegen in de dB_{ht} waarde.

De afstand tot een geluidsbron is een belangrijke factor die bepaalt of er reacties van dieren zullen optreden. Op basis van de hiervoor genoemde formule $20 \log R$, waarin met R de afstand in m wordt weergegeven, kan de geluidsdruk op een bepaalde afstand worden berekend.

Enkele voorbeelden van effecten van geluid:

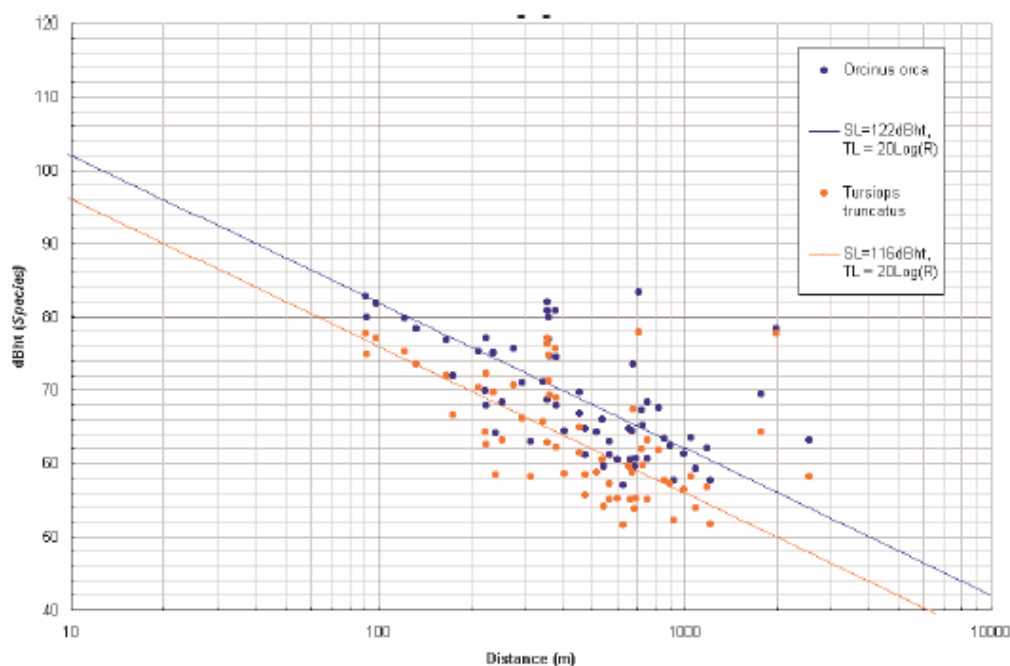
- Letale dosis: wanneer piekwaarde de $240 dB_{ht}$ wordt overschreden
- Fysieke schade: wanneer piekwaarde de $220 dB_{ht}$ wordt overschreden
- Gehoorschade: wanneer langdurig de waarde van $90 dB_{ht}$ wordt overschreden
- Gedragsveranderingen: wanneer waarde de $75 dB_{ht}$ wordt overschreden
- Sterke gedragsveranderingen: wanneer piekwaarde de $90 dB_{ht}$ wordt overschreden

Uit de door Richardson *et al.* (1995) samengevatte literatuur blijkt dat onderwatergeluid de volgende effecten op zeezoogdieren kan hebben:

- Geluid van schepen lijkt geen sterke effecten te hebben op zeehonden in het water. De beschikbare data waarop deze conclusie is gebaseerd zijn echter zeer beperkt.
- Boren, baggeren en andere off-shore activiteiten lijken onder normale omstandigheden geen duidelijke effecten te hebben. Sommige walvissoorten ontwijken gebieden met hard (onderwater)geluid maar er werden alleen reacties waargenomen wanneer het geluid duidelijk sterker was dan het achtergrondniveau.

Baggeractiviteiten die een geluidsniveau van $192 dB(re 1 \mu Pa)$ haalden zullen op basis van de formule $20 \log_{10}(R)$ op 100 m afstand $153 dB(re 1 \mu Pa)$ scoren. Figuur 11 laat zien dat Orca's (die in het doelgebied echter niet voorkomen) en Tuimelaars dit geluid als aanzienlijk minder sterk ervaren. Uitgaande van een achtergrondniveau van $80 dB_{ht}$ komt het antropogene geluid op een afstand van enkele honderden meters al niet meer boven het achtergrondniveau uit. Bruinvissen en Gewone Zeehonden blijken wat gevoeliger te zijn. Bij deze soorten bedraagt de afstand 700-900 m (Nedwell & Parvin 2006). Op deze afstand kunnen schepen nog tot verstoring van deze soorten leiden.

Vissen, zoals de Kabeljauw, zijn nog minder gevoelig (Nedwell & Parvin 2006). Dit betekent dat de effecten van onderwatergeluid van de baggeractiviteiten en het transport in het Marsdiep slechts in een beperkt gebied effect hebben op individu niveau, zonder een significant negatief effect te hebben op populaties van vogels en zoogdieren.



Figuur 11 Soortsafhankelijke geluidservaring (dB_{HL}) van Orca's (donkere symbolen) en Tuimelaars (lichte symbolen) tijdens baggeractiviteiten met een geluidsdruk van 192 dB(re 1 μ Pa) op 1 m afstand. Naar Nedwell & Parvin (2006)

6.6 Bovenwatergeluid

Vogels

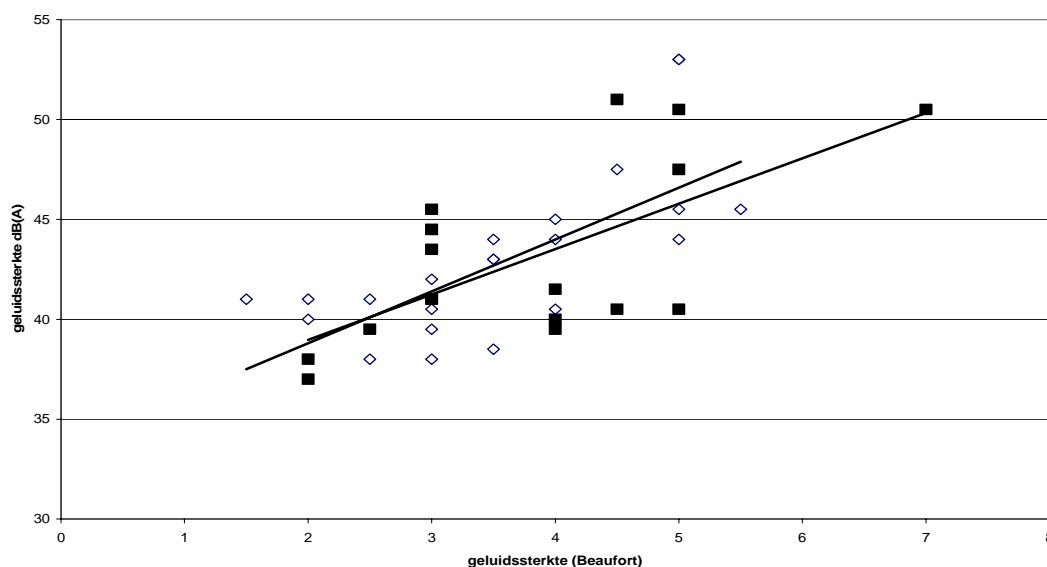
Er zijn verschillende studies bekend naar de effecten van geluid op vogels. Uit deze waarnemingen blijkt dat er gewenning kan optreden bij tenminste een deel van de vogels die met geluid geconfronteerd worden. De belangrijkste bevindingen uit deze studies worden hieronder opgesomd. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het in een deel van die studies gaat om een gecombineerde blootstelling aan geluid en beweging (zicht), waardoor de geconstateerde effecten in dat geval niet alleen aan geluid kunnen worden toegeschreven.

- Uit waarnemingen in de Waddenzee blijkt dat in gebieden waar al enige tijd of lange tijd schietoefeningen worden uitgevoerd relatief geringe effecten kunnen worden aangetoond. Schietproeven in het Lauwersmeergebied leverden geen significante veranderingen op in dichtheden, diversiteit, tijdsbesteding en

voedselopname van vogels in de Waddenzee. Ook werden in de omgeving van het Lauwersmeer geen veranderingen op hoogwatervluchtplaatsen aangetoond. Het gemiddelde geluidsniveau in de aangrenzende Waddenzee bedroeg in dit geval 65 (40-80) dB(A), op de hoogwatervluchtplaatsen 55-76 dB(A). Het achtergrondniveau tijdens de waarnemingen bedroeg 35-55 dB(A) (Wintermans, 1991).

- Uit tellingen en protocollen in de omgeving van de cavalerie schietrange op Vlieland bleek dat geen verschillen konden worden waargenomen in gedrag of voedselopname tussen dagen waarop wel en niet werd geschoten. De schietactiviteiten leken op sommige dagen wel te leiden tot lagere dichtheden van enkele wadvogelsoorten. De geluidsniveaus in dit gebied varieerden van 67-68 dB(A) wanneer met mitrailleurs werd geschoten, tot 85-100 dB(A) wanneer werd geschoten met tanks.
- In een MER opgesteld ten behoeve van proefboringen naar aardgas op Ameland is door het toenmalige IBN-DLO een geluidsniveau van 60 dB(A) aangemerkt als gevoeligheidsgrens bij vogels, hoewel wordt erkend dat in sommige gevallen bij een geluidsniveau van 50 dB(A) ook verstoring kan optreden. Belangrijk aspect in het ervaren van een bepaald geluid is het verschil in sterkte tussen dat geluid en het achtergrondniveau. Uit onderzoek in de Waddenzee is gebleken dat het achtergrondniveau in kustgebieden in veel gevallen relatief hoog ligt. Dit relatief hoge niveau wordt met name bepaald door de vaak harde wind. Een analyse van de effecten van verschillen in windsterkte op het geluidsniveau, uitgevoerd in de omgeving van het Lauwersmeer op zowel het wad als op de kwelder, leverde gegevens op die zijn weergegeven in Figuur 12. Hieruit blijkt een duidelijk verband tussen windsterkte en achtergrondniveau, waarbij echter een vrij grote spreiding aanwezig is. Deze wordt voor een groot deel veroorzaakt doordat de windrichting niet in deze analyse is meegenomen.
- Bij broedvogels van open terrein wordt veelal gerekend met een drempelwaarde van 45 dB(A) waarbij sprake is van een verstorend effect. In navolging met vergelijkbare studies wordt bij niet-broedvogels uitgegaan van een geluidsniveau van 50 dB(A) als verstoringnorm, zie ondermeer bijlage 7e. Dieren wennen over het algemeen aan constant, voorspelbaar geluid zonder gevaarassociaties. Dit beeld wordt onder meer bevestigd door Conomy *et al.* (1998) die ondervond dat watervogels sterk kunnen wennen aan vliegtuiggeluid.
- De voorspelbaarheid, regelmaat, continuïteit en niet-bedreigendheid van verstoringen spelen een grote rol bij habituatie, zowel van verstoringen door geluid (verkeerswegen) als door beweging. Het constant bewandelen van paden leidt tot minder verstoring, dan indien plotseling afgeweken wordt van het pad (o.a. Bouterse, 1974).
- Uit onderzoek naar groepen Rotganzen blijkt dat deze vogels zeer gevoelig zijn voor trage, luide vliegtuigen en helikopters. De ganzen raken gedeeltelijk gewend aan de nabijheid van mensen en luide geluiden, maar niet aan kleine laagvliegende vliegtuigen. Dit geldt vooral bij hoogtij (Owens, 1977).

- Uit onderzoek van Madsen (1998) naar watervogels in wetlands blijkt dat schieten (jacht) vanuit mobiele plekken het meest verstorend werkt gevolgd door schieten van vaste punten. Andere activiteiten als vissen, windsurfen en zeilen werken weinig verstorend.
- Uit eigen waarnemingen van Imares met schepen in de Waddenzee blijkt dat vogels die tegen de geulrand aan foerageren (plaatfoerageerders) licht verstoord worden, maar vogels die water verderop zitten niet of nauwelijks.



Figuur 12 Achtergrondgeluid op het wad (open symbolen) en op de kwelder (zwarte blokjes) in de omgeving van Lauwersmeer. Op basis van gegevens uit Wintermans 1991.

Zeezoogdieren

Het is niet precies bekend hoe en in welke mate zeehonden reageren op bovenwatergeluid. Alterra en Imares hanteren een geluidsniveau van 50 dB(A) voor zover sprake is van een grotere geluidssterkte dan het achtergrondniveau. In kustgebieden is het achtergrondniveau relatief hoog door de vaak harde wind (geluidsniveau varieert tussen 35 en 55 dB(A)).

Verstorend effect van beroepsscheepvaart op Zeehonden die op zandplaten rusten kunnen doorwerken tot een afstand van 200 tot 300 meter. De effecten zijn echter gering omdat geluid en beweging relatief regelmatig zijn zodat Zeehonden hieraan wennen. Daarnaast speelt mee dat de beroepsvaart beperkt blijft tot het Marsdiep en diepe hoofdvaargeul en enkele nevenvaargeulen.

Specifieke blootstelling en effecten

Baggerschepen mogen, vanwege de uitgevoerde activiteiten, tot de relatief veel geluid producerende schepen worden gerekend. In Tabel 12 staan de geluidsniveaus die worden bereikt.

Tabel 12 *Geluidsspectrum en geluidsvermogeniveau boven water van een baggervaartuig in de Zeeschelde (België). Bron: ECOLAS (2006).*

Frequentie (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totaal LW
LW dB(A)	112	115	106	108	106	100	86	74	110

Het geluid bronvermogen van sleepopperzuigers en zelfvarende en zelflossende beunschepen bedraagt respectievelijk 99-105 en 98-110 dB (A) (Houtkamp *et al.* 1999). Voor onderhavige Passende Beoordeling is deze laatste opgave het meest relevant. Het gaat namelijk om het geluid tijdens het transport en het lossen van bagger en niet tijdens het baggeren zelf. Het geluid van baggerende en transporterende en stortende schepen ligt echter op nagenoeg hetzelfde niveau, voor zover het om bovenwatergeluid gaat.

Berekeningen die zijn uitgevoerd aan de hand van 1-3 baggerschepen laten zien dat dankzij afstand, bodeminvloed en luchtabsorptie het geluidsniveau op 100 m afstand 58.2 dB(A) bedraagt, op 500 m nog maar 42.5 dB(A) en op 1000 m 35.4 dB(A). Het geluid is hiermee in de achtergrondruis verdwenen.

Conclusie

De meest dichtbijgelegen ligplaatsen van Gewone en Grijs zeehonden in de Westelijke Waddenzee liggen ver genoeg (minimaal 4,2 km, zie Figuur 6 en paragraaf 4.2.2) van het gebied waarin wordt gebaggerd, getransporteerd en gelost in Marsdiep. Effecten van bovenwatergeluid op rustende zeehonden worden dus niet verwacht. Ook met betrekking tot de effecten van geluid op vogels wordt dezelfde conclusie getrokken. Het Balgzand, met grote concentraties van vogels, bevindt zich op minimaal 2 km afstand, terwijl voor de vogels in het Marsdiep geldt dat ze gewend zijn geraakt aan een relatief druk vaarverkeer in het beperkte gebied tussen baggerwinningplaats en baggerstortplaats. Bovendien bedraagt de relatieve bijdrage van de baggerspecie schepen aan het bestaande scheepvaartverkeer maximaal 3% (zie Tabel 5 in paragraaf 3.1).

6.7 Licht

De bestaande kennis over de effecten van licht is nog steeds vrij beschrijvend van aard. Tijdens de Conferentie ‘Ecological consequences of artificial night lighting’ in Los Angeles werd geconstateerd dat de Alterra-onderzoeken naar de invloed van wegverlichting op een weidevogel populatie en naar de invloed op het ruimtelijk gedrag van zoogdieren (de Molenaar *et al.*, 2000 & 2003) de enige op dat moment bekende controlled field experiments waren. Er is waarschijnlijk geen wezenlijk

nieuwe informatie bijgekomen, afgezien van een nieuw Alterra-onderzoek dat gebruikt maakt van de eerder gepubliceerde gegevens, toegepast op een nieuwe situatie (de Molenaar *et al.*, 2005). Daarnaast zijn tal van meer algemene studies uitgevoerd die aangeven dat licht een verstorend effect kan hebben op vele levensvormen en in vele habitats. Dat er niet meer dosis-effect studies zijn uitgevoerd heeft een praktische achtergrond. Het is moeilijk onderzoek te doen naar de reacties van dagdieren die 's nachts geconfronteerd worden met verlichting. Werken met lichtversterker-kijkers is onvermijdelijk en tellingen in grotere gebieden zijn 's nachts, ook bij het gebruik van dergelijke apparatuur, in feite onmogelijk.

Voor de studie naar effecten van lichtverontreiniging op zee en zeevogels zijn de onderstaande verstoringen relevant. Dit is een selectie uit de Molenaar *et al.* (1997), de Molenaar (2003) en Longcorne & Rich (2004):

- Verstoring van het dag-nachtritme. Zoöplankton vertoont een dag-nacht ritme en trekt onder donkere omstandigheden naar het oppervlak omdat onder dergelijke omstandigheden ook fytoplankton in grotere dichtdeden naar het oppervlak komt. In nachten met volle maan wordt het zoöplankton echter sterk gepredeerd door vissen (Gliwicz, 1986). Licht zwakker dan 0,1 lux zou voldoende zijn om dergelijke verticale trekpatronen te verstoren. Dit verschijnsel zal vaker optreden wanneer het wateroppervlak continue wordt belicht en kan tot verschuivingen binnen planktonpopulaties leiden;
- Verstoring seizoensritme, bijvoorbeeld voor de ontwikkeling van trekruist bij vogels;
- Aantrekking, bijvoorbeeld in de vorm van trekvogels die zich in grote aantallen kunnen verzamelen rond vuurtorens, kassen, schepen op zee en rond gasvlammen van booreilanden;
- Verblinding, bijvoorbeeld van kikkers die aangepast zijn aan nachtelijk foerageren;

De effecten van licht op fauna worden bepaald door sterkte en kleur van de gebruikte lichtbronnen. De Molenaar (2003) geeft aan dat de kans op effecten groter wordt naarmate:

- De sterkte van de lichtbron groter is;
- De kleur van het licht (met name de aanwezigheid van blauw of UV licht speelt een rol). Rood licht verstoort de oriëntatie van trekvogels (Wiltschko *et al.*, 1993);
- Het aantal lichtpunten in een bepaald gebied;
- De lichtbron hoger geplaatst is (of licht rondom uitstraalt), c.q. de mogelijkheden kleiner zijn om licht af te schermen;
- De duur van de verlichting;
- Het contrast tussen de sterkte en de omgeving buiten de lichtbron verlichte gedeelte (de achtergrondverlichting) groter is;
- Het landschap lichtdoorlatender is (opener, transparanter);

- De behoefte of druk om een bepaalde activiteit te verrichten binnen een gebied waar de lichtbron zichtbaar is vanwege de eigen kwaliteiten van het gebied groter is (b.v. beschikbaarheid van voedsel);
- De mogelijkheden om zich te onttrekken door uit te wijken naar geschikte, niet of onvolledig bezette biotopen elders beperkter zijn;
- Het dier mobieler is (groter leefgebied/actieradius) en/of periodiek meer trekt of zwerft (tref- of concentratiekans groter);
- De nachten donkerder zijn (bewolkte hemel, nieuwe maan) en achtergrondverlichting afwezig is of relatief zwak is.

Licht kan derhalve een negatief effect hebben op de conditie van dieren. Licht kan ook een positief effect hebben doordat de foerageermogelijkheden worden vergroot of verlengd. Dat kan leiden tot een betere conditie van dieren. Ook in dat geval zal er echter sprake zijn van een ander evenwicht want de toename van soort A zal vaak ten koste gaan van soort B.

Op de rede van Den Helder liggen soms schepen met veel licht en tegelijkertijd is er vanuit Den Helder zelf lichtverontreiniging. Er zijn geen aanwijzingen dat dit vogels negatief heeft beïnvloed maar er is nooit onderzoek naar gedaan. Het extra licht van een varende en stortende baggerschip is gering en tevens is het oppervlak dat door licht van baggerschepen wordt beïnvloed beperkt. Hieruit wordt geconcludeerd dat het effect van licht op het Marsdiep-ecosysteem derhalve als te verwaarlozen kan worden beschouwd.

Locatiespecifiek

De schepen die de havens van Den Helder en Texel zullen baggeren, zijn volgens verwachting 9 tot 10,5 uur per dag in bedrijf (bagger, transporteren en storten) (zie hoofdstuk 3). De periode van baggeren is geconcentreerd in de herfst en winter, wanneer de daglichtperiode korter is. Dit betekent dat een deel van deze tijd verlichting zal worden gevoerd. Dit is echter beperkt tot enkele uren per dag. In het gebied is er veel andere bedrijvigheid, inclusief scheepvaartverkeer. De relatieve bijdrage van de baggerschepen aan de lichtproductie zal beperkt zijn. Op grond hiervan wordt het versturende effect van licht door de baggeractiviteit op de in het Marsdiep aanwezige vogels en zeezoogdieren verwaarloosbaar geacht.

6.8 Zichtverstoring

Beweging - waaronder scheepvaart - kan visueel versturend effect bij vogels en zoogdieren bewerkstelligen. Effecten en conclusies ten aanzien van vogels en zoogdieren uit de literatuur worden hierover opgesomd. Wij maken hierbij onderscheid tussen vogels en zoogdieren.

Vogels

In de studie van Platteeuw & Beekman (1994) naar de invloed van scheepvaart in het Ketelmeer op watervogels blijkt de verstoringafstand soortafhankelijk te zijn. De Brilduiker (500-1000 m) en Toppereend (>500 m) en Kuifeend (>400 m) blijken het meest gevoelig te zijn. De Meerkoet is weinig gevoelig (< 100m). De Fuut, Grote Zaagbek en Tafeleend nemen met een verstoringafstand van 300 m een intermediaire positie in.

- De reactie van vogels op beweging is soortafhankelijk. Vooral kolonievogels (Meeuwen, Sterns e.d.) zijn zeer gevoelig. De schuwste vogel in de groep is immers bepalend (Cooke, 1980 en Daalder, 1990).
- Het effect van ‘mechanische bewegingen’ is kleiner dan bij menselijke verstoringen. De mens wordt over het algemeen gezien als predator waardoor gewenning (habituatie) minder snel optreedt.
- Uit eigen waarnemingen van Alterra met schepen in de Waddenzee blijkt dat vogels die tegen de geulrand aan foerageren (plaatfoerageerders) licht verstoord worden, maar vogels die verderop zitten niet of nauwelijks.

Zeezoogdieren

- Alterra heeft verstoringafstanden bepaald voor Gewone Zeehonden. De gemiddelde afstanden waren voor snelle boten (met buitenboord motor) 550 meter, zeilschepen 800 meter, voor motorboten (motorkruisers) 950 meter, voor kanovaarders 350 meter en voor wandelaars 350 meter. Er zijn geen bepalingen gedaan van afstanden tot langzamere grote schepen, zoals een baggertransportschip of kotters. Bij dergelijke schepen treedt over het algemeen wel een zekere gewenning op (Peter Reijnders, IMARES, persoonlijke mededeling). Hierbij moet worden opgemerkt dat het in sommige gevallen gaat om een combinatie van geluid en zicht en de effecten van zicht en geluid niet gescheiden kunnen worden.
- Verstoringseffect van beroepsscheepvaart op zeehonden die op zandplaten rusten kunnen doorwerken tot een afstand van 200 tot 300 meter. De effecten zijn echter gering omdat geluid en beweging relatief regelmatig zijn zodat Zeehonden hieraan wennen.
- In het geval dat effecten onder water op zeezoogdieren optreden (fysiek raken van dieren en verstoren), zal dat vanwege de zeer lage aantallen zeezoogdieren in de onmiddellijke nabijheid een effect op individuniveau zijn en geen effect hebben op populatieniveau (R. van Apeldoorn, Alterra, pers. mededeling).

Vogels en zoogdieren gecombineerd

- Het verstoringseffect van scheepvaartbewegingen verschilt van soort tot soort. Vooral duikeenden zijn gevoelig en worden binnen een afstand van 400 tot 1000 m verstoord. Steltlopers en meeuwen zijn weinig gevoelig (< 100 m). Zeehonden en viseters (Fuut en Grote zaagbek) nemen met een verstoringafstand van 200 tot 400 m een intermediaire positie in. In de huidige situatie zijn de effecten op het Marsdiep al aanzienlijk te noemen. Verstoring van steltlopers zal hooguit beperkt blijven tot de randen van de plaat en het

Balgzand. De afstand is echter veel groter dan de kritische afstanden van 200 tot 1000 meter, namelijk 2, 3 en 5 km voor de afstand tot respectievelijk de haven van Den Helder, de baggerspeciéstortplaats en de Mokbaai.

- De scheepvaart volgt vaste routes. Omdat de verstoringbron voorspelbaar is en geen ‘gevaarassociatie’ opwekt, treedt al snel gewenning op (habitatie). Dit is onder meer vastgesteld bij steltlopers en zeehonden op zandplaten. Extra scheepvaartbewegingen zullen waarschijnlijk niet leiden tot een groter verstoringeffect dan in de huidige situatie al het geval is.

Conclusie

Met betrekking tot het verstoringeffect van extra scheepvaartbewegingen op Vogelrichtlijnsoorten en zeehonden kan worden geconcludeerd dat de bijdrage van de baggertransport en -stortactiviteit aan de zichtverstoring in het gebied aanwezige vogels en zeehonden vrijwel nihil is.. In het beperkte gebied tussen baggerwinningplaats en baggerstortplaats bevindt zich namelijk een relatief druk vaarverkeer, en de zeehondenligplaatsen bevinden zich op enkele kilometers afstand van de stortplaats en de vaarroutes. De relatieve bijdrage van de baggerspecie schepen bedraagt maximaal 3% van de scheepvaartbewegingen in het Marsdiep (zie paragraaf 3.1). Bovendien varen de schepen, waaronder de veerboot (TESO) die tussen Den Helder en Texel vaart, op reguliere routes en zijn vogels en zeehonden in het directe gebied gewend aan scheepvaartverkeer.

6.9 Effecten op beschermde soorten en habitattypen

In hoofdstuk 4 worden, voor wat betreft baggerstort in het Marsdiep, de volgende (mogelijk) relevante beschermde soorten en habitattypen genoemd:

- Permanent met zeewater van geringe diepte overstroemde zandbanken (1110);
- Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten (1140);
- Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten (1310);
- Atlantische schorren (1330);
- Vissen (Zeeprik, Rivierprik, Fint);
- Zeezoogdieren (Grijze Zeehond, Gewone Zeehond, Bruinvis);
- Vogelrichtlijnsoorten.

De habitattypen 1310 (Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende planten) en 1320 (Schorren met slijkgrasvegetatie) zouden potentieel effect van baggerstort kunnen ondervinden door een verandering in opslibbing. Baggerstort vindt in de praktijk echter niet plaats in de buurt van kwelders waardoor deze habitattypen niet verder worden meegenomen. Habitatype 1130 (Estuaria) wordt niet meegenomen in onderhavige effecten analyse. De redenen hiervoor zijn dat het discutabel is of het Marsdiep of de Marsdiepbekken als estuarium geclassificeerd kan worden hoewel het kenmerken van een estuarium bevat (getij en zoet-zoutgradiënt). De al behandelde

habitattypen 1110, 1140, 1310 en 1330 zijn over het algemeen integrale onderdelen van estuaria.

In Tabel 13 staan de potentiële effecten op habitattypen weergegeven als gevolg van baggerstort in het Marsdiep. Indien aan de voorwaarden binnen vergunningverlening wordt voldaan, zullen de in Tabel 13 genoemde effecten niet significant zijn. Voor wat betreft de mitigatie van effecten op habitattypen zijn de voorwaarden als volgt (VROM, 2005):

- Baggerspecie die gestort mag worden moet voldoen aan de CTT (mitigatie geldt niet voor TBT i.v.m de hoge norm);
- Bij voorkeur storten in diepe geulen/op stroom;
- Voorkeur voor storten niet tijdens kentering;
- Geen baggerspecie verspreiding binnen 1000 meter afstand van gebieden met rijke bodemflora en fauna, waaronder mosselbanken en percelen;
- Zo weinig mogelijk stortlocaties gebruiken;
- Bij voorkeur storten tijdens de winterperiode.

Tabel 13 Potentiële effecten door baggerstort in de Waddenzee op habitattypen (gebaseerd op VROM, 2005)

Potentiële effecten door baggerstort in de Waddenzee	Habitatype
Verontreiniging met en mobilisatie van stoffen: met name voor bodemfauna (Mollusca) door organotin (TBT)	1110, 1140
Verhoogde troebelheid in de waterkolom	1110, 1140
Bedekking van lokaal aanwezige bodemfauna met slib, met sterfte tot gevolg	1110, 1140
Verstoring door daling van het zuurstofgehalte	1110, 1140
Verandering van de morfologie van zandbanken	1110

Voor de habitatsoorten Grijze Zeehond (1364) en Gewone Zeehond (1365) zijn de volgende effecten van belang:

- Bioaccumulatie en biomagnificatie van organotin (TBT): Effecten op de gezondheid van zeehonden zijn niet waargenomen. Gestorte baggerspecie voldoet aan de CTT norm waardoor geen significante effecten worden verwacht;
- Verstoring door werkzaamheden in de zoog- en verharingsperiode: (Grijze Zeehond: december-januari en maart-april; Gewone Zeehond: mei tot september). Aangezien niet wordt gestort binnen een afstand van 500 meter van rust- en zoogplaatsen van zeehonden worden geen significante effecten verwacht;
- Verstoring door beweging en/of geluid: Zeehonden zijn gevoelig voor laagfrequente geluiden. Gezien het toch al drukke scheepvaartverkeer in het studiegebied wordt de extra verstoringbijdrage van het baggertransport (indien het op de beoogde plek gebeurt), als niet significant beschouwd.

Voor de Bruinvis zijn de volgende effecten van belang:

- Verstoring door vertroebeling: Aangezien er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn, worden er geen grote negatieve effecten van de slibpluim op bruinvissen verwacht;
- Verstoring door beweging en/of geluid: Bruinvissen zijn gevoelig voor geluid. Gezien het toch al drukke scheepvaartverkeer in het studiegebied wordt de extra verstoringbijdrage van het baggertransport (indien het op de beoogde plek gebeurt), als niet significant beschouwd.

Voor de Habitatsoorten Zeeprik (1095), Rivierprik (1099) en Fint (1103) zijn de volgende potentiële effecten van belang:

- verstoring door daling van het zuurstofgehalte;
- verstoring door werkzaamheden (aanwezigheid, geluid: Fint is gevoelig door aanwezigheid van een grote zwemblaas die is verbonden met het middenoor);
- verontreiniging met stoffen;
- verhoogde troebelheid in de waterkolom (Fint).

Er is echter een kleine kans dat de genoemde effecten van invloed zijn op de beschermde vissoorten gezien de korte verblijftijd van deze vissen in de Waddenzee. De trek naar de paaigebieden vindt plaats in het voorjaar (Zeeprik) en het najaar (Rivierprik). Daarnaast is de verwachte daling van het zuurstofgehalte en de verhoging van de troebelheid gering en lokaal. Indien de baggerspecie die gestort mag worden verder voldoet aan de CTT en bij voorkeur wordt gestort tijdens de winterperiode worden geen significante effecten verwacht (VROM, 2005).

Voor de relevante Vogelrichtlijnsoorten (zie hoofdstuk 4.3) zijn de volgende effecten van belang:

- Verstoring foeragerende en rustende vogels door werkzaamheden: Het Marsdiep is voor vrijwel geen enkele soort (mogelijke uitzondering vormt de Fuut) aan te merken als rustgebied van enige importantie. Wel wordt er gefoerageerd door verschillende viseters. Het effect van verstoring is groot in rustige gebieden. In het Marsdiep, waar veel activiteiten plaatsvinden, zijn de daar aanwezige vogels waarschijnlijk gewend aan geluid, zicht en licht verstoring. Gezien het toch al drukke scheepvaartverkeer in het studiegebied wordt de extra verstoringbijdrage van het baggertransport (indien het op de beoogde plek gebeurt), als niet significant beschouwd;
- Verhoogde troebelheid vermindert zicht voor zichtjagers (bijvoorbeeld Sterns): Aangezien er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn, worden er geen grote negatieve effecten van de slibpluim op vogels verwacht;
- Indirect via aantasting bodemfauna: Verwacht wordt dat de voorgenomen baggerstort in het Marsdiep geen aanleiding kan geven tot een versnelde sedimentbedekking in die mate dat dit een impact heeft op de vogels in het gebied.

7. Mitigatie

7.1 Algemeen

Het Ministerie van Defensie is niet voornemens om projecten in het Waddengebied uit te voeren die (mogelijke) significante negatieve gevolgen hebben voor beschermde natuurwaarden. Om die reden worden de noodzakelijke mitigerende maatregelen in het onderzoeksrapport opgenomen die bijdragen aan het behalen van bovenstaande doelstelling.

Op grond van de effectenanalyse zal worden aangegeven of er mogelijkheden zijn de effecten te verminderen door mitigatie. Dit is vooral belangrijk indien grote effecten worden verwacht. Te denken is aan het ontwikkelen van tijlvensters waarbinnen effecten geminimaliseerd kunnen worden (bijvoorbeeld door het afwezig zijn van bepaalde soorten). In de eerste plaats is nagegaan of de beoogde activiteit wordt uitgevoerd op een wijze, plaats en periode die voldoet aan de voorgeschreven criteria. In de tweede plaats worden als aanvulling op de criteria nog beheersopties gekozen die ten opzichte van de andere opties een relatief gunstig effect hebben op het Waddenzee ecosysteem.

7.2 Criteria voor baggerstort

Er zijn reguliere voorwaarden waaraan moet worden voldaan om een vergunning te verkrijgen voor het storten van bagger in de Waddenzee. Mogelijke effecten op habitattypen en soorten, zoals extra verontreiniging door stoffen (CTT), verhoogde troebelheid, vernietiging van bodemfauna door bedekking, en verstoring van vogels en zeehonden worden door deze voorwaarden verder gemitigeerd (VROM, 2005). De reguliere voorwaarden zijn:

- baggerspecie die gestort mag worden moet voldoen aan de Chemie-Toxiciteit-Toets;
- bij voorkeur storten in diepe geulen/op stroom;
- voorkeur voor storten niet tijdens kentering;
- zo weinig mogelijk stortlocaties gebruiken;
- geen baggerspecie verspreiding binnen 1000 meter afstand van gebieden met rijke bodemflora en -fauna, waaronder mosselbanken en percelen;
- niet storten binnen 500 meter afstand van vogelbroedgebieden en hoogwatervluchtplaatsen;
- niet storten of baggeren binnen een afstand van 500 meter van rust- en zoogplaatsen van zeehonden;
- bij voorkeur storten en baggeren tijdens de winterperiode.

In geval van de onderhavige activiteit baggerstort in het Marsdiep wordt voldaan aan deze criteria.

7.3 Beheersopties voor baggerstort

Door Essink (1993) is een overzicht gegeven van de wijze waarop, en de mate waarin het ecosysteem in de Waddenzee nadelig beïnvloed kan worden door baggeractiviteiten. Er worden verschillende opties voor de plaats, seizoen van storten en gebruik (frequentie en omvang) van de stortlocatie gedefinieerd met de bijbehorende ecologische effecten. In Tabel 14 staan de opties en verwachte effecten weergegeven. Per beheers- en stortoptie wordt de meest gunstigste optie bovenaan de lijst geplaatst. De voorgenomen opties voor baggerstort in het Marsdiep staan vetgedrukt weergegeven. Uit het overzicht in de tabel blijkt dat de voorgenomen opties over het algemeen vrij gunstig zijn.

Tabel 14 Beheersopties met betrekking tot het storten van niet verontreinigde baggerspecie met de verwachte effecten. Gebaseerd op Essink (1993). In vet aspecten die van belang zouden kunnen zijn bij het voorliggende project.

Beheersopties	Stort optie	Effect	
Voedingsstoffen huishouding	Plaats	Nabij zeegat	Vrijkomen van voedingsstoffen, geringe kans op toename planktonbloei
		Nabij wantij	Vrijkomen voedingsstoffen; geen kans op toename planktonbloei Begraving voedingsstoffen; later nalevering
Troebelheid	Plaats	Nabij zeegrasveld Nabij wantij	Kans op toename epifyten en achteruitgang van Zeegras Geringe afname fytoplankton productie
		Nabij zeegat	Verminderde fourageermogelijkheden Grote Stern Afname fytoplanktonproductie
		In Waddenzee	Verminderde herstelkans Zeegras Enig nadelig effect op Haring, Sprot, spiering Achteruitgang van Zeegras
	Tijd	Nabij zeegrasveld In de winter In het najaar	Geen nadelig effect op fytoplankton Geen nadelig effect op visuele predatoren
Zwevende stof	Plaats	Nabij wantij	Afname fytoplanktonproductie Nadelig effect op visuele predatoren Geen nadelig effect op zooplankton Minder nadelig effect op filtrerende bodemdieren
		Nabij zeegat	Mogelijk nadelig effect op zooplankton Nadelig effect op filtrerende bodemdieren bij meer dan 20% toename van concentratie Mogelijk nadelig effect op Zeegras
	Tijd	Nabij zeegrasveld In najaar/winter	Geen nadelig effect op filtrerende bodemdieren

Beheersopties	Stort optie		Effect
Sedimentatie	Plaats	In geulen	Sterfte onder meiofauna afhankelijk van de omvang van sedimentatie op droogvallende platen en van sedimenttype Sterfte onder macrofauna afhankelijk van de omvang van sedimentatie op droogvallende platen en van sedimenttype
		Nabij droogvallende platen	Verminderde productie microfytobenthos afhankelijk van de omvang van sedimentatie op droogvallende platen Sterfte onder meiofauna afhankelijk van de omvang van sedimentatie op droogvallende platen en van sedimenttype Sterfte onder macrofauna afhankelijk van de omvang van sedimentatie op droogvallende platen en van sedimenttype Mogelijk nadelig effect op Zeegras
	Tijd	Nabij zeegrasveld	Geen negatief effect op de wintermigratie van jonge Nonnetjes (<i>Macoma balthica</i>) Relatief gunstig effect op macrofauna
		In het najaar	Negatief effect op de wintermigratie van jonge Nonnetjes (<i>Macoma balthica</i>) Ontsnapkans macrofauna na bedekking is gering
		In de winter	Gevoeligheid voor bedekking bij macrofauna groter dan in de winter
	Wijze van storten	Stort gelijkmatig verdelen over grote stortlocatie	Gering of zelfs minimaal negatief effect op macrofauna in het stortgebied
		Stort concentreren op kleine locatie	Groot negatief effect op macrofauna, maar beperkt tot klein gebied
	Frequentie gebruik stortlocatie	Stortlocatie niet elk jaar gebruiken	Beter herstel van macrofauna op stortlocatie
		Elk jaar op dezelfde stortlocatie	Onvolledig herstel macrofauna op stortlocatie tussen stortperiodes in

7.4 Periode van baggerstort

Door baggerspecie in de herfst of winterperiode te verspreiden kan sterfte van aanwezige bodemfauna door bedekking en een daling van het zuurstofgehalte geminimaliseerd worden (VROM, 2005). De periode van baggerspeciéstort in het Marsdiep omvat volgens de voorgenomen activiteiten een deel van herfst en winter en vindt dus plaats in een relatief gunstige periode.

7.5 Locatie en grootte van de stortplaats

De locatie van de stortplaats voor baggerspecie uit de havens van Den Helder en de Mokbaai is midden in het Marsdiep waar de diepte relatief groot is (ca. 16 meter, zie Figuur 1) met een hoge stroomsnelheid. De omvang van de stortplaats is dan wel gering (doorsnede van 100 meter), maar in de praktijk zal blijken dat de gestorte baggerspecie zich voor een klein deel zal ophopen op de zeebodem recht onder de losplaats. De grote stroomsnelheid zal het klein korrelige deel ($< 63 \mu\text{m}$, lutum, slib en silt) een slibpluim doen vormen die meegevoerd zal worden over een grote afstand. Van het grove korrelige deel ($> 63 \mu\text{m}$, zand) zal het fijne zand zich vlak over de bodem gaan verspreiden en daarna sedimenteren op enige horizontale afstand van de losplaats, terwijl het grovere zand direct na lossing naar de bodem zal zakken en redelijk recht onder de losplaats kan ophopen. Aangezien de lokale mediane korrelgrootte groot is ($> 300 \mu\text{m}$), zal vrijwel ál het gestorte materiaal in de loop der tijd wegspoelen, en al dan niet via een suspensie verspreid worden over de Westelijke Waddenzee (zie hoofdstuk 2).

De exacte omvang van de verspreiding en het oppervlakte en de hoogte van de gevormde sedimentatielaag zijn niet in te schatten. De stortplaats is aan het wateroppervlak dan wel gering van omvang, op de zeebodem is dat waarschijnlijk niet het geval. In Tabel 14 is de beoogde stortplaats aangeduid als kleine locatie, maar wat betreft het effect op de bodemfauna wordt niet verwacht dat deze zal gelden voor de Marsdiep situatie van de bestudeerde activiteit. De “onderwaterbodem stortplaats” zal waarschijnlijk groot zijn en daarom mogelijk beter corresponderen met het effect van een grote locatie in de Tabel 14 en daaraan gekoppeld een beperkt effect op de macrofauna.

7.6 Storten bij bepaald tij

De richting waarin het gestorte materiaal in eerste instantie verspreid is afhankelijk van de getijfase tijdens de stort. Na kentering (binnen 6 uur) zal het gesuspendeerde materiaal weer in tegengestelde richting bewegen. Uiteindelijk is er een netto naar binnen gericht transport, zodat bij storten tijdens eb slechts enige vertraging in het naar binnen gerichte transport optreedt. Het maakt dan dus niet uit met welke getijfase gestort wordt omdat het sediment terecht komt in de sedimentatiegebieden van de Waddenzee. Bij storten op het moment van hoogwaterkentering zou een klein deel van het sediment naar de Noordzee kunnen verdwijnen.

7.7 Wijze van storten

De wijze waarop het materiaal gestort wordt bepaald voor een deel de effecten van de stort. Wanneer het materiaal in een keer geklapt wordt, komt het materiaal snel op de bodem terecht en zal daar een relatief klein oppervlak bedekken. Wordt het

materiaal verspreid over een groter gebied gelost, zal de laagdikte van het gestorte materiaal op de bodem geringer zijn. De valafstand tot de bodem speelt een rol in de mate van verspreiding. Het materiaal heeft echter de neiging om zich als massa bijeen te blijven (dichtheidsstroming) zich niet veel tijdens de val te verspreiden. Afhankelijk van de erodeerbaarheid zal het materiaal zich in de loop der tijd in de omgeving van de stortplaats verspreiden. Dit wordt mede bepaald door de stroomsnelheid.

Voor het storten zijn verschillende opties, waarbij het direct lossen via kleppen of deuren in de beun van het schip de gebruikelijkste is. Dit gebeurt meestal terwijl er wordt gevaren. Bij een splithopperzuiger “slijt” de romp van het schip waardoor de totale lading snel wordt gelost. In plaats van het gebruik van de deuren kan het materiaal ook uit de beun van het schip via een valpijp direct tot nabij de bodem worden gepompt. Hierdoor wordt de verspreiding van vooral de fijne fractie van het materiaal in de waterkolom verder teruggebracht. Door verder gebruik te maken van een “diffuser” aan het eind van de pijp wordt de verticale beweging omgezet in een horizontale stroom vlak boven de bodem. Hierdoor wordt bijvoorbeeld voorkomen dat eerder gelost materiaal opnieuw in suspensie wordt gebracht, waardoor de totale resuspensie van nieuw gestort en eerder gestort materiaal wordt geminimaliseerd. Tevens wordt door het gebruik van de “diffuser” de uitstroomsnelheid iets teruggebracht waardoor ook de kans op resuspensie van eerder gelost materiaal wordt verkleind.

Een andere methode is rainbowing, waarbij specie via een pomp over een afstand wordt weggespoten. Vanuit het oogpunt vertroebeling is deze laatste methode voor het voor het storten van de baggerspecie in het Marsdiep niet de meest geschikte. Wel wordt hierbij het materiaal over een veel groter gebied verspreid waardoor de sedimentatielaag op de bodem zal afnemen.

Naast de techniek die gebruikt wordt voor baggeren en storten van het overgrote deel van de specie, is het wat betreft baggeren op plaatsen met veel stroming, of vlakbij geulranden ook mogelijk om van andere technieken, zoals schaven en fluidiseren, gebruik te maken. Schaven houdt in dat met een gesleepte bak sediment verplaatst wordt. Bij baggerwerkzaamheden is dit gebruikelijk om een na baggeren ongelijke bodem vlak te schrapen, maar het is ook mogelijk sediment te verschuiven naar een geulrand. Fluidiseren houdt in dat sediment losgewoeld wordt door agitatie (bv scheepsschroeven) of door injectie met water en lucht. Het sediment verplaatst zich dan met de stroom. Binnen een havenbekken is het alleen nuttig voor het verplaatsen van sediment van een niet gewenste plek over kleine afstand, maar afgezien van de zeer kleine deeltjes blijft alles binnen het bekken door het ontbreken van redelijke stroomsnelheden. In een havenmond en vooral in toegangseulen die dwars op de hoofdstroom liggen wordt de techniek veel toegepast.

Er is weinig onderzoek bekend over de effecten van deze techniek. In een toegangseul zal het sediment in hoofdzaak uit zand bestaan en zullen er nauwelijks negatieve effecten zijn. Indien er toch een redelijke hoeveelheid fijn slib aanwezig is zijn de effecten waarschijnlijk groter dan bij storten via bodemklappen, omdat bij klappen het sediment zich als een dichtheidsstroming naar de bodem beweegt en daar als een relatief dunne laag verspreidt. Het in suspensie brengen van zeer fijn sediment direct in de havenmond heeft een relatief groot effect omdat dit gesuspendeerd materiaal zich bij vloed waarschijnlijk direct naar het Balgzand begeeft. Indien deze techniek wordt toegepast verdient het aanbeveling tijdens de activiteit een meetprogramma uit te voeren om meer inzicht te krijgen in de effecten van deze techniek.

8. Cumulatie

8.1 Inleiding

Nagegaan wordt in hoeverre er andere activiteiten plaatsvinden met vergelijkbare effecten waardoor het uiteindelijke effect versterkt zou kunnen worden. Het zou mogelijk kunnen zijn dat de optelling van de effecten van verschillende activiteiten uiteindelijk toch tot significante negatieve effecten kan leiden, terwijl elk effect afzonderlijk klein is en nauwelijks of niet meetbaar. Bij de uitwerking wordt ingegaan op een aantal bestaande activiteiten.

Bij het bevoegd gezag is nog geen duidelijk beeld over het begrip cumulatie en het is vooral niet duidelijk welke activiteiten meegenomen moeten worden in de beoordeling. Op dit moment lijkt het uitgangspunt dat activiteiten die plaatsvonden op het moment van aanmelding als SBZ blijkbaar niet zodanig ernstig waren dat ze de aanmelding verhinderden. Daarom zou er bij het beoordelen van cumulatie vooral gelet moeten worden op nieuwe activiteiten zodanig zijn dat de staat van instandhouding negatief beïnvloed wordt.

In de volgende paragraaf (§8.2) wordt de cumulatie van effecten door menselijke activiteiten in de gehele Waddenzee beschreven. Hierbij wordt niet specifiek ingegaan op de onderhavige baggerstort activiteiten noch op het betreffende beïnvloedingsgebied. In paragraaf 8.3 wordt specifiek ingegaan op de mogelijke cumulatie van effecten ten gevolge van de voorgenomen baggeractiviteiten.

8.2 Cumulatie van effecten door activiteiten in de Waddenzee

In de Passende Beoordeling Waddenzee (VROM, 2005) is het effect van alle in de pkb toegestane menselijke activiteiten tesamen in kwalitatieve zin beschreven. Dit is gebeurd door in een tabel (zie Figuur 13) aan te geven of sprake is van beïnvloeding van de kwalificerende VHR-habitattypen en –soorten, of deze beïnvloeding lokaal of bovenlokaal (op meerdere plaatsen in de Waddenzee) van aard is, of sprake is van incidentele, periodieke of doorlopende beïnvloeding en binnen welke tijd herstel optreedt van de effecten van de activiteit. Voor baggerstort in de Waddenzee is bovenlokale, periodieke beïnvloeding aangegeven, met een korte herstelduur (binnen een jaar) voor de habitattypen: 1110, 1130 en 1140 en voor vissen, zeehonden en vogels. Uit de figuur blijkt dat de betreffende habitattypen en –soorten door minstens tien andere activiteiten in de Waddenzee worden beïnvloed. Vooral voor vogels en zeehonden is er sprake van beïnvloeding door veel verschillende activiteiten.

Beschermende soorten en habitats	Beïnvloeding							
	Naar ruimte		Naar tijd			Naar herstelduur		
	Lokaal	Bovenlokaal	Incidenteel	Periodiek	Doorlopend	Kort	Meerdere jaren	Onherstelbaar
1110	15	15	9	11	10	11	16	3
1130	10	10	8	8	4	10	9	1
1140	15	11	10	12	4	10	15	1
1310	11	1	8	3	1	3	8	1
1320	11	1	9	2	1	3	9	
1330	13	1	9	3	2	3	9	2
Duinen	11	1	6	2	4	3	4	5
Vissen	8	10	5	13		17	1	
Zeehonden	23	18	15	23	3	40	1	
1340	2		1		1	1		1
1903	2		1		1	1		1
Vogels	33	21	19	30	5	51	2	1

- Geen beïnvloeding veroorzaakt door beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door 1 of meer beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door meer dan 5 beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door meer dan 10 beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door meer dan 15 beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door meer dan 20 beoordeelde activiteiten in de Waddenzee

Figuur 13 Score van aantal malen dat beschermde habitattypen en HR- en VR-soorten op een bepaalde manier worden beïnvloed (VROM, 2005).

De beïnvloeding door baggerstort is als volgt omschreven (VROM, 2005):

- Directe verstoring bodemfauna/ -flora (n.b. herstel kost meerdere jaren);
- Verstoring morfologie, sedimentatie;
- Beïnvloeding waterkwaliteit, doorzicht, etc.;
- Verstoring door aanwezigheid;
- Verstoring door geluid onder / boven water;
- Verstoring rui-/ foerageer-/ rustgebied vogels.

In Figuur 14 staan de scores van effecten door menselijke activiteiten in de Waddenzee weergegeven. De typen verstoringen door baggerstort (zoals hierboven vermeld) worden ook door andere activiteiten veroorzaakt. Met name verstoring door aanwezigheid en geluid scoren hoog. Ook veroorzaken veel activiteiten verstoring van vogelgebieden.

Type Invloed	Beïnvloeding							
	Naar ruimte		Naar tijd			Naar herstelduur		
	Lokaal	Boven-lokaal	Incidenteel	Periodiek	Doorlopend	Kort	Meerdere jaren	Onherstelbaar
Directe verstoring van bodem-fauna of -flora	15	15	8	15	7	9	20	1
Verstoring van morfologie, sedimentatie	11	8	3	5	11	9	6	4
Beïnvloeding van waterkwaliteit, doorzicht etc.	12	14	7	13	6	22	3	1
Vernietiging Habitat richtlijn-typen	7		4		3		3	4
Verstoring door aanwezigheid in gebied	21	18	11	27	1	39		
Verstoring door geluid onder en boven water	21	19	10	29	1	40		
Verstoring door licht	8	1	3		6	7	2	
Verstoring door aanwezigheid vanuit de lucht	4	2	1	5		6		
Verstoring van vlieg- en trekroutes van vogels	8	4	2	3	7	10	2	
Verstoring van vogelgebied	24	14	15	21	2	35	2	1
Verwijderen van vogelvoedsel	3	8		9	2	6	4	1
Verplaatsen van vogelvoedsel	1	3		4			4	
Vangst Habitat richtlijnsoorten	1	3	3	1		4		

- Geen beïnvloeding veroorzaakt door beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door 1 of meer beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door meer dan 5 beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door meer dan 10 beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door meer dan 15 beoordeelde activiteiten in de Waddenzee
- Mogelijke beïnvloeding veroorzaakt door meer dan 20 beoordeelde activiteiten in de Waddenzee

Figuur 14 Score van aantal malen dat een bepaalde soort natuur-effect optreedt (VROM, 2005).

8.3 Cumulatie door voorgenomen baggeractiviteiten

8.3.1 Effecten samenhangend met verstoring

De verstoring samenhangend met het transport en storten van de specie beperkt zich tot beweging, licht en geluid. Dat laatste zowel boven als onder water. Vergelijkbare effecten worden veroorzaakt door overige scheepvaart en militaire oefeningen.

8.3.2 Beweging

In het Marsdiep vinden veel scheepvaartbewegingen plaats, en dit was al het geval vóór de aanmelding. Organismen die gevoelig zijn voor dit soort langzame beweging is de verwachting dat zij niet in het gebied voorkomen, en andere zijn er aan gewend. Er wordt niet verwacht dat de zeer geringe toename significante cumulatie tot gevolg zal hebben.

Met enige regelmaat vinden oefeningen plaats met snelle rubberboten vanuit de Joost Dourlein kazerne op Texel.

8.3.3 Geluid

Het onderwatergeluid is afkomstig van scheepvaart. De baggerwerkzaamheden voegen daar een klein deel aan toe. Er is veel gepubliceerd over gevoeligheid van verschillende organismen voor onderwatergeluid. Dit onderzoek is echter niet zodanig gekwantificeerd dat het mogelijk is uitspraken te doen over effecten van de relatief lage geluidsniveaus veroorzaakt door scheepvaart, en al helemaal niet over de effecten van de geringe toename. Er wordt niet verwacht dat soorten die gevoelig zouden kunnen zijn voor deze toename bij de huidige geluidsbelasting in het gebied voorkomen. Direct rond de bron (schroef, motorgeluid, etc.) is het wel mogelijk dat effecten optreden, maar de in het gebied voorkomende organismen hebben mogelijkheden om dit te ontwijken (omzwemmen).

Boven water wordt maar een zeer beperkte toename verwacht van geluid. Allereerst is er het natuurlijke achtergrondgeluid van de wind. Daarnaast is er regelmatig geluidsproductie door luchtvaart. Het betreft hier in hoofdzaak helikopters. Over het gebied ligt een vliegroute van helikopters van en naar booreilanden. Ook wordt er veel gevlogen met militaire helikopters en vanaf Den Helder Airport. Vanaf Fort Erfprins vinden met enige regelmaat schietoefeningen plaats. Periodiek kan de totale geluidsproductie zodanig zijn dat van verstoring sprake is. De geluidsproductie van de baggertransport en baggerstort activiteiten valt hierbij in het niet

8.3.4 Licht

Zie hierboven onder paragraaf (Beweging). Daarnaast wordt 's avonds verlichting gevoerd. Deze verlichting is vergelijkbaar met de verlichting die gevoerd wordt door de overige scheepvaart (inclusief visserij). Er wordt niet verwacht dat de gecumuleerde verlichting van de scheepvaart een substantieel effect heeft op vogels in het gebied.

8.3.5 Conclusie

De verwachte bijdrage van de stortactiviteiten aan het mogelijke totale versturende effect is niet groot. Het is niet bekend in welke mate dieren momenteel hinder ondervinden van het totaal aan verstoringen in het Marsdiepgebied. Daarom kan ook geen uitspraak gedaan worden over het al dan niet optreden van significante effecten van de cumulatie, en of er nog ruimte is voor (meer) versturende activiteiten.

8.4 Effecten samenhangend met gesuspendeerd materiaal (troebeling) en sedimentatie

8.4.1 Baggeren van andere Waddenzeehavens (Oudeschild, Den Oever)

Ook in andere waddenhavens vinden baggerwerkzaamheden plaats. In het door de voorgestelde stort beïnvloede gebied zijn de havens van Den Oever en Oudeschild van belang. Het uit deze havens gestorte slib zal uiteindelijk in hetzelfde sedimentatiegebied sedimenteren als het slib uit de havens van Den Helder en de Mokbaai. De troebeling zal vooral toenemen op en in de directe omgeving van de stortlocatie. In de sedimentatiegebieden is ook geen sprake van cumulatie omdat de sedimentsamenstelling op die plek bepaald wordt door de (hydraulische) omstandigheden, en het van nature aanwezige gesuspendeerde en gesedimenteerde materiaal de sedimentsamenstelling bepaald. Deze zal niet veranderen door cumulatie van baggerwerkzaamheden.

8.4.2 Baggeren van vaargeulen inclusief storten in de Waddenzee

De bestaande vaargeulen in de Waddenzee worden regelmatig gebaggerd om deze op diepte te houden. De baggerspecies wordt terug gebracht in de Waddenzee. In de pkb (VROM, 2005) wordt aan deze activiteit en de effecten ruimschoots aandacht gegeven. Er zijn effecten op troebeling en sedimentatie, ook in het Marsdiepbekken, die in hoge mate vergelijkbaar zijn met die van havenonderhoudsbaggerstort.

8.4.3 Schelpenwinning

De schelpenwinning kan gepaard gaan met forse bodemberoering. Afhankelijk van de locatie, de hydraulische omstandigheden en het sediment type kan dit leiden tot verschillende effecten van uiteenlopende omvang, bijvoorbeeld het in suspensie brengen van slib met troebeling en sediment verplaatsing. Schelpenwinning vindt plaats langs de randen van enkele diepe geulen in het Marsdiepbekken. De effecten liggen wat betreft significantie meer in de richting van aantasting van hard substraat dan in verhoging van troebeling.

8.4.4 Zandwinning en suppletie t.b.v. kustverdediging

Zandwinning in de Noordzee veroorzaakt een toename van troebelings in de kustzone. Dit water komt bij vloed de Waddenzee binnen. Elke activiteit die troebelings verhoogt werkt zodoende cumulerend. Het is niet bekend of deze zandwinningen een duidelijke toename van troebelings veroorzaken. Onlangs zijn wel studies verricht naar de invloed van de aanleg Maasvlakte-2 (als gevolg van veranderingen in stroming), maar daarbij werd (nog) geen rekening gehouden met de effecten van de zandwinning. Momenteel worden MER studies uitgevoerd naar de effecten van grootschalige zandwinningen in de kustzone. De resultaten daarvan zijn nog niet bekend.

8.4.5 Baggerstort op Loswal Noord

Rotterdams havenslib wordt gestort op loswal Noord. Een deel van dit slib komt weer in suspensie en verspreidt zich langs de kust naar het noorden. Ook hier betreft het slib dat "tijdelijk" in de Rotterdamse haven heeft gelegen en dat van nature in de kustzone thuishoort. Door verschillende onderzoekers wordt geargumenteed dat jaarlijkse verschillen in de op Loswal Noord gestorte hoeveelheid leiden tot verschillen in doorzicht in de Waddenzee. Onderzoekers van Rijkswaterstaat daarentegen wijzen op het ontbreken van aanwijzingen daarvoor in metingen tussen de Loswal en Den Helder.

Het is onduidelijk of baggerstort op de loswal Noord meegenomen moet worden in het bepalen van cumulatie. Wel een punt van aandacht is dat het op Loswal Noord gestorte sediment enigszins vervuild is in de Rotterdamse haven. Het voldoet soms maar net aan de normen die storten op zee toestaan. Als dat enigszins vervuilde slib in een andere haven, zoals IJmuiden of Den Helder, bezinkt is nog maar een zeer geringe toename met verontreinigende stof nodig om boven de limiet uit te komen.

8.4.6 Bodemdaling door gaswinning

In de Westelijke Waddenzee wordt gas gewonnen in het Zuidwal veld. Door de optredende bodemdaling ontstaat "zandhonger". Het daarvoor benodigde sediment wordt ten dele door het Marsdiep ingevoerd. Omdat er in het bodemdalinggebied sprake is van toegenomen netto sedimentatie, draagt gaswinning dus niet bij aan cumulatie. Eigenlijk kan de door bodemdaling extra gevraagde hoeveelheid sediment in de cumulatiesommen afgetrokken worden.

8.4.7 Conclusies t.a.v. cumulatie van troebelings

De Waddenzee is van nature een troebel gebied met veel dynamiek waardoor erosie en sedimentatie tot de natuurlijke verschijnselen gerekend moeten worden. Sediment wordt opgewoeld door stroming en golven. Daarnaast heeft boomkorvisserij een onbekende invloed.

Door een veelheid aan menselijke activiteiten is er ongetwijfeld een toename van troebeling. Het is niet bekend in hoeverre troebeling een significant effect heeft op de "waarden" van de SBZ Waddenzee. Daarom is het ook niet mogelijk om aan te geven wanneer een grens wordt overschreden en door cumulatie wel significante effecten optreden.

8.5 Gevolgen van niet baggeren van de havens Den Helder en Mokbaai

In het geval er niet gebaggerd zou worden in de havens van Den Helder en de Mokbaai zou een opvulling met sediment plaatsvinden totdat er een evenwichtssituatie is bereikt. Er zou dus een bepaalde hoeveelheid sediment vastgelegd worden en onttrokken aan de rest van het systeem. Daarna zou het door Marsdiep geïmporteerde sediment daar echter niet meer bezinken, en gewoon in het systeem aanwezig blijven. De hoeveelheid sediment die door het systeem heen getransporteerd wordt, zou dan vergelijkbaar zijn met de situatie ten gevolge van storten. Er is echter wel een verschil, namelijk het patroon in de tijd van het zwevende materiaal dan wel vrijkomende materiaal dat in suspensie is, respectievelijk komt, is in het eerste geval continu en in het tweede geval "gepulseerd" in de waterkolom aanwezig.

9. Conclusie effectenanalyse

In dit hoofdstuk worden de conclusies van de effectenanalyse beschreven. De effectenanalyse is onderdeel van de Passende Beoordeling voor het storten van baggerspecie in het Marsdiep, en dient ter onderbouwing voor de vergunningaanvraag bij het Ministerie van LNV.

De belangrijkste conclusies met betrekking tot het daadwerkelijke optreden van effecten door baggerstort in het Marsdiep staan weergegeven in Tabel 15. Zoals blijkt uit de tabel zijn geen van de effecten als significant beschouwd. Uitzondering is het korte termijn effect ten gevolge van de lokale bedekking op bodemfauna. Eventueel aanwezige bodemfauna op de stortlocatie zal de lokale bedekking door baggerspecie niet overleven. Op de lange termijn zal de bodemfauna herstellen en worden er dus geen significante effecten verwacht.

Op basis van de effectenanalyse kan dus geconcludeerd worden dat er geen sprake is van zodanige negatieve effecten dat de instandhoudingsdoelen van het gebied geweld wordt aangedaan. De kwaliteit van de habitats neemt niet significant af en van geen van de relevante soorten wordt de (lokale) populatie bedreigd.

Tabel 15 Conclusies met betrekking tot het daadwerkelijk optreden van effecten door baggerstort in het Marsdiep

Activiteit en ingreep	Potentiële effecten	Schaal	Termijn	Significant effect
Transport				
Geluid	Verstoring van zeezoogdieren	Lokaal	Gedurende activiteit	Nee
	Verstoring van vissen	Lokaal	Gedurende activiteit	Nee
	Verstoring van vogels	Lokaal	Gedurende activiteit	Nee
Licht	Verstoring van dieren	Lokaal	Gedurende activiteit	Nee
	Verstoring van mensen	Lokaal	Gedurende activiteit	Nee
Beweging	Verstoring van dieren	Lokaal	Gedurende activiteit	Nee
	Verstoring van mensen	Lokaal	Gedurende activiteit	Nee
Stort				
Sedimentatie	Verandering in sediment samenstelling/ bodemfauna	Lokaal	Lange termijn	Nee
	Bedekking/ bodemfauna	Lokaal	Korte termijn	Ja
Troebelings		Lokaal/kombergingsgebied	Lange termijn	Nee
	Primaire productie en benthos	Lokaal/kombergingsgebied	Korte en lange termijn	Nee
	secundaire productie waterfase	Kombergingsgebied	Korte en lange termijn	Nee
	Zichtbelemmering vogels	Lokaal	Korte termijn	Nee
	Zichtbelemmering vissen	Lokaal	Korte termijn	Nee
Nutriënten	Secundaire productie waterfase en benthos	Lokaal/kombergingsgebied	Korte en lange termijn	Nee
Toxicanten	Toxisch effect op bodemfauna	Lokaal/kombergingsgebied	Korte en lange termijn	Nee
	Toxisch effect op zoöplankton	Lokaal/kombergingsgebied	Korte en lange termijn	Nee

10. Alternatieven

Het te storten sediment is sediment dat in de Waddenzee thuis hoort. Als er geen havens waren geweest zou het al in een eerder stadium verder binnen het gebied bezonken zijn. Een alternatieve stortlocatie (land of zee) zou dus sediment onttrekken aan de Waddenzee. Volgens het bestaande beleid zou dit niet of nauwelijks toelaatbaar zijn en gecompenseerd moeten worden. Alternatieven wat betreft tijd van storten of inzet van specifieke bagger/stort technieken zou als alternatief gezien kunnen worden. Dit is behandeld bij het onderdeel mitigatie (hoofdstuk 7).

Zie verder de andere opmerkingen en conclusies hierover in hoofdstuk 9 (conclusie effectenanalyse).

11. Openbaar belang

De vraag of het project een bepaalde dwingende reden van groot openbaar belang dient, hoeft verder niet behandeld te worden omdat er geen significante negatieve effecten optreden.

12. Compensatie

Omdat geen significante effecten verwacht worden is het niet nodig verder in te gaan op compensatiemaatregelen.

13. Referenties

Auld A.H. & J.R. Schubel (1978): Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: A laboratory assessment. *Est. Coast. Shelf Sci.* 6:153-164.

Baan P.J.A., M.A. Menke, J.G. Boon, M. Bokhorst, J.H.M. Schobben & C.P.L. Haenen (1998): Risico Analyse Mariene Systemen (RAM). Verstoring door menselijk gebruik. Waterloopkundig Laboratorium, Delft. Rapport T1660.

Baveco J.M. (1988): Vissen in troebel water. De effecten op visuele predatoren van verhoogde troebelheid en zwevend-stofgehalten als gevolg van baggerwerkzaamheden RDD Aquatic Ecosystems. 61 pp.

Bellert E.G., J.E. Åkerman, M.P. Koopmans & C.L.M. van de Ven (2004): Menselijke belasting Waddenzeegebied door scheepvaart en atmosferische depositie. Inventarisatie van beschikbare informatie voor kwantificering stofstromen vanuit scheepvaart en atmosferische depositie. Juli 2004.

Bijkerk R. (1988): Ontsnappen of begraven blijven. De effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. RDD Aquatic Systems. 72 pp.

Brasseur S.M.J.M., I. Tulp, P.J.H. Reijnders, C.J. Smit, E.M. Dijkman, J.S.M. Cremer, M.J.J. Kotterman & H.G.W. Meesters (2004): Voedseleecologie van de gewone en grijze zeehond in de Nederlandse kustwateren. Alterra rapport 905, ISBN 1566-7197.

Brinkman A.G. & J.P.C. Smit (1993): Pore water profiles in the EcoWasp ecosystem model. IBN Research Report 93/2. Institute for Forestry and Nature Research, Wageningen, 62 pp.

Brinkman A.G. (1993): Biological processes in the EcoWasp ecosystem model. IBN Research Report 93/6. Institute for Forestry and Nature Research, Wageningen, 111 pp.

Brinkman A.G. & A.C. Smaal (2003): Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999 [Withdrawal and natural production of shellfish in the Dutch Wadden Sea during the period 1976-1999]. Alterra/RIVO. Alterra-rapport 888, 247 pp.

Brinkman A.G. (2005): Possible ecosystem effect of changing nutrient loads and silt content of the western Dutch Wadden Sea, an EcoWasp simulation. Alterra- Texel, work document, 133 pp.

Buzzelli C.P., R.A. Luettich Jr, S.P. Powers, C.H. Peterson, J.E. McNinch, J.L. Pinckney & H.W. Paerl (2002): Estimating the spatial extent of bottom-water hypoxia and habitat degradation in a shallow estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 230:103-112.

Conomy J. T., Dubovsky, J. A., Collazo, J. A. & Fleming, W. J. (1998): Do black ducks and wood ducks habituate to aircraft disturbance? *Journal of Wildlife Management*, 62, 1135-1142.

Cooke A. S. (1980): Observations on how close certain passerine species will tolerate an approaching human in rural and suburban areas. *Biological Conservation*, 18, 85-89.

Craeymeersch J., J. Jol & M.R. van Stralen (2005): Het mosselbestand in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2005. RIVO/MarinX rapport C018/05

Dankers P.J.T. (2002): Literature study on sediment plumes that arise due to dredging. Draft literature review. TNO-rapport. DIS-RPT-010026.

De Molenaar J.G., D.A. Jonkers & R.J.H.G. Henkens (1997): Wegverlichting en natuur. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur. DWW Ontsnipperijsreeks, deel 34. Dienst Weg- en Waterbouw, Delft / IBN rapport 287, Wageningen:293 p.

De Molenaar J.G., D.A. Jonkers & M.E. Sanders (2000): Wegverlichting en natuur. III. Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie. DWW-rapport P-DWW-2000-024, Delft / Alterra rapport 064, Wageningen:98 p.

De Molenaar J.G., R.J.H.G. Henkens, C. ter Braak C. van Duyn, G. Hoefsloot, & D.A. Jonkers (2003): Wegverlichting en natuur. IV. Effecten van wegverlichting op het ruimtelijk gedrag van zoogdieren. DWW-rapport P-DWW-2003-012, Delft / Alterra rapport 648, Wageningen:72 p.

De Molenaar J.G., D.A. Jonkers & F.G.W.A. Ottburg (2005): Mogelijke effecten van verlichting vanuit Rustenburg op kwalificerende en andere vogelsoorten in de Bovenste Polder onder Wageningen. Alterra rapport 1237, Wageningen:40 p.

ECOLAS (2006): Milieueffectenrapport voor de extractie van mariene aggregaten op het BDNZ. Rapport Bureau ECOLAS, Antwerpen / Zeegra VZW, AWZ - Afdeling kust en Maritieme Toegang 04/09332/BD - 05/10271/DB.

Essink K. (1993): Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems-Dollard estuarium en de Waddenzee. Eindrapport van het project BAGHWAD*3. Rapport DGW-93.020.

Essink K. (1999): Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *J. Coastal Conserv.* 5:69-80.

Gliwicz Z. M. (1986): A lunar cycle in zooplankton. *Ecology* 67:883-897.

Goldes S. A., H.W. Ferguson, P.Y. Daoust & R. D. Moccia (1986): Phagocytosis of the inert suspended clay kaolin by the gills of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Diseases* 9, 147-151.

Groenewold, S. & N.M.J.A. Dankers (2002): ECOSLIB; de ecologische rol van slib. Wageningen, Alterra-rapport 519, 74 p.

Habitatrichtlijn (1992): Richtlijn 92/43/EEG van de Raad van 21 mei 1992 inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna.

Havekes (1995): Wet verontreiniging oppervlaktewateren. Lelystad, Koninklijke Vermande B.V.

Houtkamp, F., R. van de Wetering & D.A. Cleton (1999): Geluidproblematiek baggermaterieel. Een inventarisatie van de problematiek met aanbevelingen voor mogelijke oplossingen. SIGHT adviesbureau voor milieu en landschap. Opdrachtgever VBKO.

ICES (2000): Report of the working group on the effects of extraction of marine sediments on the marine ecosystem. ICES CM 2000/E:07.

Johnston D.D. & D.J. Wildish (1982): Effect of suspended sediment on feeding by larval Herring *Clupea harengus harengus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 49:261-267.

Kiørboe, T., E. Frantsen, C. Jensen & G. Sorensen (1981): Effects of suspended sediment on development and hatching of herring (*Clupea harengus*) eggs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 13, 107-111.

Kranz P.M. (1974): The anastrophic burial of bivalves and its paleoecological significance. *J. Geol.* 82:237-265.

Longcore T. & C. Rich (2004): Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and Environment* 2:191-198.

Maurer D., R.T. Keck, J.C. Tinsman & W.A. Leathem (1980): Vertical migration and mortality of benthos in dredged material. Part 1: Mollusca. *Mar. Environ. Res.* 4:299-319.

Madsen, J. 1998. Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. II. Test of hunting disturbance effects. *Journal of Applied Ecology*, 35, 398-417.

Ministerie LNV (2005): Natura 2000 gebieden document – werkdocument t..b.v. voorbereiding ontwerp-aanwijzingsbesluiten. 001_gebiedendocument Waddenzee.

Ministerie VROM (2005): Passende Beoordeling Derde Nota Waddenzee. Eindrapport passende beoordeling van het concept aangepast deel 3 van de planologische kernbeslissing Derde Nota Waddenzee.

Ministerie VROM (2006): Aangepast deel 3 pkb Derde Nota Waddenzee. Kabinetsstandpunt planologische kernbeslissing.

Ministerie V&W (1998): Sedimentatlas Rijkswaterstaat.

Nedwell, J. R. & J. W. Langworthy (2004): An assessment of the underwater noise radiated by the dredger Queen of the Netherlands. Report 579R0306 Subacoustech, Southampton:30 p.

Nedwell, J. R. & S. J. Parvin (2006): A summary report on subsea suction dredging noise and the prediction of impact ranges for marine mammals during the Maasvlakte 2 harbour development. Subacoustech Report 709R0103, Bishops Waltham:14 p.

Oranjewoud (2005): Land- en waterbodemonderzoek Nieuwe Haventerrein te Den Helder. Oranjewoud Document nr. 144915, revisie 01, d.d. augustus 2005. Opdrachtgever: Dienst Gebouwen, Werken & Terreinen. Directie West, Bureau Verwerving, Utrecht.

Owens N. W. 1977. Responses of wintering Brent Geese to human disturbance. *Wildfowl*, 28, 5-14.

Patberg W., J.J. de Leeuw & H.V. Winter (2005): Verspreiding van rivierprik, zeeprik, fint en elft in Nederland na 1970. RIVO rapport nr. C004/05. RIVO IJmuiden/Yerseke.

Platteeuw M. & Beekman, J. H. 1994. Verstoring van watervogels door scheepvaart op Ketelmeer en IJsselmeer. *Limosa* 67, 27-33.

Richardson W. J., C. R. Greene Jr, C. I. Malme & D. H. Thomson (1995): Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego:576 p.

RIKZ (1999): Milieu-effectrapport voor de winning van beton- en metselzand op de Noordzee. Een studie naar de effecten in het zeegebied ten westen van Zuid-Holland. RIKZ report 1999.014.

Royal Haskoning (2004): Waterbodemonderzoek 2004. Nieuwe Haven te Den Helder en de Mokbaai te Texel, Definitief rapport 9S5318.01, 27 juli 2004. Opdrachtgever: Dienst Gebouwen, Werken & Terreinen. Directie West, Bureau Verwerving, Utrecht.

Schaaning M.T. & T. Bakke (2005): Remediation of sediment contaminated with drill cuttings; a review of field monitoring and experimental data for validation of the ERMS sediment module. NIVA report.

Sherk J.A., J.M. O'Connor & D.A. Neumann (1975): Effects of suspended and deposited sediments on estuarine environments. Est. Res. 2:541-558.

Smit C.J. (2000): Bouwstenen voor een beheersvisie van de Texelse Mokbaai. Alterra rapport 146, Wageningen, 97 p.

Tomson C.A., J.J. Huizing, E.L. Enserink & P.J.F. de Graaf (1995): NOTA Marsdiep. Verkennende studie naar een methode voor integraal beleid en beheer. Rijkswaterstaat Directie Noord-Nederland Nota nr. NN-ANW-95-02. 2 delen.

Van Dalfts J. (1994): Effecten van het lozen van baggerretourwater bij Ferwerderadeel (1990-1993).

Van Dalfts J. (1999): Ecologische effecten van grootschalige zandwinning. Werkdocument t.b.v. visieontwikkeling op kustplannen. Werkdocument RIKZ/AB-98.105xxx.

Van Roomen M.W.J., J. Boele, A. van der Weide, M.J.T. van der Winden & E.A.J. Zoetebier (2000): Actueel overzicht van Europese vogelwaarden in aangewezen en aan te wijzen speciale beschermingszones en andere gebieden. SOVON-informatierapport 2000/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Vogelrichtlijn (1979): Richtlijn 79/409/EEG van de Raad van 2 april 1979 inzake het behoud van de vogelstand.

Wiltschko W., U. Munro, H. Ford & R. Wiltschko (1993): Red light disrupts magnetic orientation of migratory birds. Nature **364**:525-527.

Wintermans G. J. M (1991): De uitstralingseffecten van militaire geluidsproductie in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels. Rapport Rijksinstituut voor Natuurbeheer 91/3, Texel:60 p.

Wu R.S.S. (2002): Hypoxia: from molecular responses to ecosystem responses.
Mar. Pollut. Bull. 45:35-45.

14. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

Ministerie van Defensie
Dienst Vastgoed Defensie
Directie West, projectteam Den Helder
Ing. A.H.H.M. Bongers
MPC 55 A
Postbus 8002
3503 RA Utrecht

Namen en functies van de projectmedewerkers:

R.H. Jongbloed	Projectleider
N.M.J.A. Dankers	Adviseur
A.G. Brinkman	Onderzoeker
J.A. van Dalfsen	Adviseur
C.J. Smit	Adviseur
J.E. Tamis	Onderzoeker

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

-

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

september – december 2006-

Ondertekening:



R.H. Jongbloed
Projectleider
11 december 2006

Goedgekeurd door:



W. van der Galiën
Teamleider
11 december 2006

Bijlage 1 Natuurlijke slibhuishouding in Marsdiepbekken

In hoofdstuk 2.3 is, om het beïnvloedingsgebied aan te geven, al aangegeven hoeveel materiaal er de Waddenzee in wordt getransporteerd, en ook waar de bezinking- en erosiegebieden te vinden zijn. Tevens is aangegeven welke locaties het meest slibrijk zijn, en waarvan verwacht kan worden dat de slibfractie aldaar de meeste kans op afzetten heeft.

Een aspect is daarbij nog niet behandeld, en dat is het belang van natuurlijke filtreerders op de slibhuishouding van het gebied.

Aandeel filtreerders in Waddenzee

Een deel van de schelpdieren in de Waddenzee voedt zich door water te filtreren en eetbare bestanddelen (algen vooral) daaruit achter te houden. Naast eetbaar materiaal wordt evenwel ook slib uit de waterkolom gefilterd, dat deels niet door een dier wordt opgenomen, maar naast zich op het sediment wordt gedeponerd, of gewoon wordt verwijderd uit het filtratiemechanisme van het dier. Vooral mosselen deponeren materiaal op het sediment, waarbij ze dat materiaal voorzien van een bindende substantie door ook wat mucus af te scheiden. Het geheel heet pseudofaeces, en is bij mosselbanken zichtbaar doordat zich bulten op het wad vormen. Andere schelpdieren vertonen ook afzetting van niet opgenomen anorganisch materiaal, maar de compactheid daarvan is in het algemeen minder. Het is niet goed bekend hoeveel materiaal mosselen per jaar filtreren en afzetten, maar een schatting is wel te maken aan de hand van de filtratiesnelheden van de dieren, en de hoeveelheden slib die zich in de waterkolom bevinden.

Een globale schatting levert op dat, indien zich een maximale hoeveelheid mosselen in de westelijke Waddenzee zou bevinden, de populatie ongeveer 1.5 à 2 miljoen ton slib per jaar zou kunnen vastleggen (afgeleid uit Brinkman & Smaal, 2003). Dat zijn bruto getallen, waarbij niet met resuspensie ná afzetting rekening is gehouden. De feitelijke hoeveelheid mosselen is altijd kleiner, en bedraagt vaak nog geen 25% van die maximale hoeveelheid. In de periode 2004-2006 was ongeveer 120 miljoen kg versgewicht mosselen aanwezig in de westelijke Waddenzee (60 op litorale banken, 30 op percelen, en 30 als sublitoraal wild bestand) (Craeymeersch *et al.*, 2005), terwijl EcoWasp modelberekeningen (Brinkman & Smaal, 2003; plus latere modelberekeningen (ongepubl)) een maximum van ongeveer 750 miljoen kg (versgewicht) aangaven. De feitelijke filtratiecapaciteit van mosselen bedraagt derhalve ongeveer 0.2-0.3 miljoen ton slib per jaar, ofwel 0.15-0.2 mm per jaar ophoging over de gehele westelijke Waddenzee.

De conclusie uit dit soort sommen is tweeledig. Ten eerste betekent het dat mosselen een groot aandeel hebben of kunnen hebben in de vastlegging van slib. Ten tweede betekent het dat ook een groot deel van het slib in de Waddenzee eens het filtratiesysteem van een mossel passeert of kan passeren. Ten derde betekent

het dat de extra hoeveelheid gestort slib, ter grootte van 30% van de $1.5 \cdot 10^6$ ton/jaar = $5 \cdot 10^5$ van de grootteorde is die jaarlijks door mosselen wordt verwerkt of kan worden verwerkt.

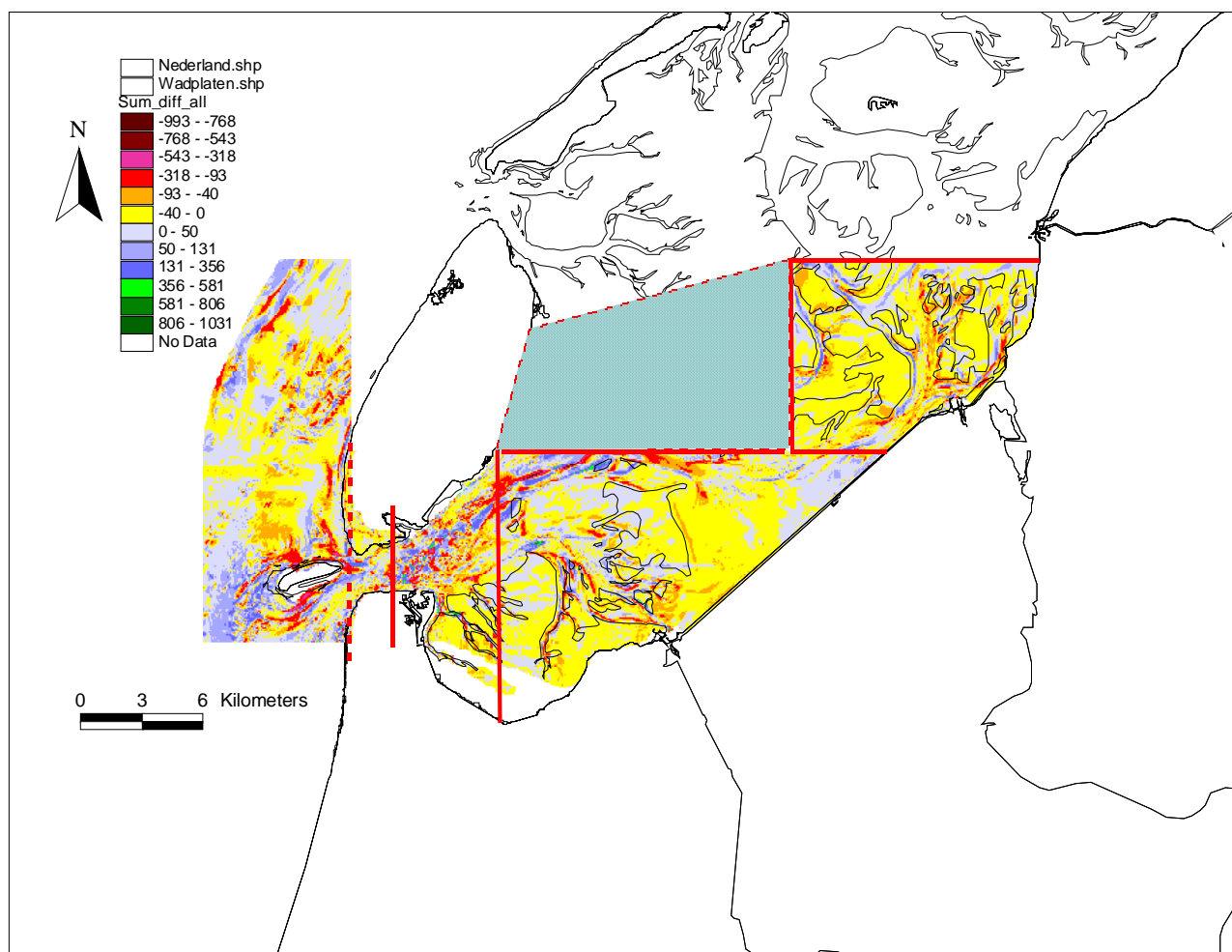
Dynamiek van de slibhuishouding

Tot nu toe is vooral ingegaan op de totale netto of bruto import van materiaal en de totale sedimentatie die dat ten gevolge zal hebben.

De dynamiek van de sedimenthuishouding speelt ook een rol in het geheel, en deze geeft vooral aan waar organismen onder 'normale' omstandigheden aan bloot worden gesteld. Een korte analyse van modelberekeningen waarin ook een resuspensie/sedimentatieberekening is ingebouwd (Brinkman & Smaal, 2003) leert dat per jaar ruwweg 5 cm slib kan sedimenteren in de westelijke Waddenzee. Dit suspendeert dus ook weer grotendeels, en ook moet met een relatief grote onnauwkeurigheid rekening worden gehouden omdat de in het model gebruikte procesparameters niet geijkt zijn, maar het getal geeft zeker aan dat een organisme op korte termijn vrij grote hoeveelheden bezinkend materiaal moet kunnen weerstaan om in een dynamisch systeem als de Waddenzee te kunnen overleven.

Bijlage 2 Diepteverschillen in het Marsdiep

Op basis van lodingsdata van Rijkswaterstaat die voor een aantal jaren beschikbaar waren, is voor de westelijke Waddenzee en de Noordzeekustzone vóór het Marsdiep berekend wat de diepteverschillen waren. Gedeeld door de tijdsperiode tussen twee lodingen levert dat de sedimentatie/erosie op per jaar (Figuur 15).



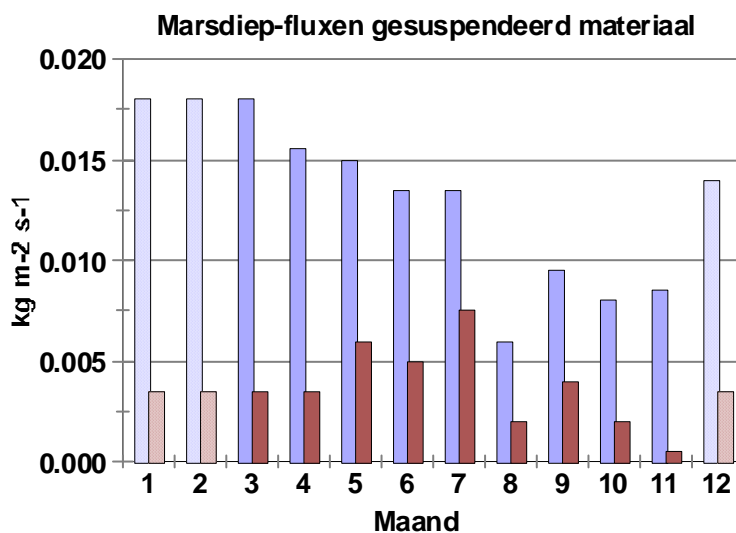
Figuur 15 Verdieping in en bij het Marsdiep. Groen/blauw: verdieping; Geel-rood-violet: ondieper geworden. Diepteverschillen in cm. Bron: RIKZ. Er zijn 4 kwadranten onderscheiden. Het meest westelijke deel heeft betrekking op de periode 1997-1999, het Marsdiep-deel op de periode 1997-2001, het centrale deel van de westelijke Waddenzee op de periode 1997-2003, en het gebied bij Harlingen op de periode 2003-2006. Voor het gearceerde deel ontbraken gegevens.

De veranderingen zijn lokaal erg groot, en kunnen vele meters bedragen. Het betreft dan zich verplaatsende geulen, waar dan ook sedimentatie en erosie vlak naast elkaar plaats vinden.

De totale verdieping op ophoging van elk deelgebied is eveneens te berekenen, en dat levert de netto import per jaar. De nauwkeurigheid van het resultaat is afhankelijk van de nauwkeurigheid van de lodingen.

Bijlage 3 Fluxen van gesuspendeerd materiaal door het Marsdiep

Een manier om het transport door het Marsdiep te schatten is gebruik te maken van de NIOZ-metingen naar gesuspendeerd materiaal in het Marsdiep (Ridderinkhof, pers. comm.). In Figuur 16 zijn fluxen gesuspendeerd materiaal weergegeven, waarbij voor de maanden december-februari géén data voorhanden waren; deze zijn geschat aan de hand van de maart-data. Het transport volgt dan uit vermenigvuldiging met het doorstroomde oppervlak. Dat laatste is berekend uit gemiddelde diepte (23.4 m) * breedte (3.5 km) van het Marsdiep ter plekke = 83000 m². Uit Figuur 16 is eveneens te berekenen dat de gemiddelde retentie 25-30% bedraagt. In Tabel 16 is een en ander samengevat.



Figuur 16 Fluxen van gesuspendeerd materiaal door het Marsdiep, gemiddeld over een vloed- en een ebperiode. Naar metingen verricht van maart t/m nov 2003. De gearceerde balken zijn schattingen naar de waarden voor de maanden november en maart. Pers. Comm. Ridderinkhof, NIOZ.

Tabel 16 Samenvatting fluxen uit Figuur 16

Data pers. comm. Ridderinkhof, NIOZ	Stoffluxen			eenheid
	in	uit	in-uit	
Gemiddelde flux	0.0131	0.0037	0.0094	kg m ⁻² s ⁻¹
Marsdiep doorstroomd oppervlak	8.300E+04			m ²
Transport per getijdeperiode	2.353E+07	6.648E+06	1.688E+07	kg/getijde
Transport per jaar	1.66E+10	4.70E+09	1.19E+10	kg/jaar
Transport per jaar	1.66E+07	4.70E+06	1.19E+07	ton/jaar

Bijlage 4 Effect van voorgenomen baggerstort op het gehalte aan zwevend stof in het Marsdiep

Om te schatten welk deel van het gestorte materiaal zal bijdragen aan het gehalte aan zwevend stof in het Marsdiep moet van zowel het gestorte materiaal als van het natuurlijk gesuspendeerde materiaal de deeltjesgrootteverdeling bekend zijn. Het eerste is vermeld in Tabel 2. Uit meetdata van het NIOZ (Figuur 16, Ridderinkhof, pers. comm) kan voor het zwevende materiaal berekend worden dat ongeveer 60-90 % bestaat uit materiaal kleiner dan 63 μm , en 40-70% uit materiaal kleiner dan 16 μm . Het lijkt daarmee aannemelijk dat van het gestorte materiaal kleiner dan 63 μm , het meeste zal suspenderen, en bijdragen aan de troebeling in de waterkolom. Bij de sommen in hoofdstuk 6.3 is daar van uit gegaan. Het betreft daarmee een maximum schatting. Immers, gesteld dat 100% van het gestorte materiaal <16 μm , suspendeert, dan draagt het materiaal tussen 16 en 63 μm nog eens 20% extra bij. Het aandeel van de fractie <16 μm is 35%, dat van de 16-63 μm in de onderhoudsbagger 20%. Daaruit volgt dat ruwweg 50% van het materiaal 16-63 μm zal bijdragen aan de troebeling.

Hierbij gaat het om het volume-aandeel van de deeltjes, en niet om het massa-aandeel. Het massa-aandeel van de kleinere deeltjes zal dientengevolge kleiner zijn dan de 55-80%, omdat veel kleine deeltjes een lage soortelijke massa bezitten (veel oppervlak cq volume). Dit is een belangrijke oorzaak van het relatief grotere aandeel van kleine deeltjes aan de lichtuitdoving in de waterkolom.

De schatting is dat van de gestorte onderhoudsbagger in elk geval de ongeveer 50% fijne fractie in suspensie zal gaan, óf direct, óf na enige tijd, en dan zal bijdragen aan de lichtuitdoving. Van de overige fractie (50%) zal een klein deel óók nog suspenderen, maar de bijdrage aan de lichtuitdoving zal betrekkelijk klein zijn. Het grootste deel van die overige 50% zal vooral langs de bodem van de geulen worden getransporteerd. De bijdrage van dit grovere materiaal uit de bagger is niet in de berekeningen in hoofdstuk 6.3 verdisconteerd.

Voor de gebaggerde NHT-onderwaterbodem betreft dit ongeveer 30% van de sedimentmassa.

Nu is het de vraag welke verhoging van de zwevend-stofconcentratie deze resuspensie zal opleveren. De gestorte hoeveelheid bedraagt 1.5 miljoen m^3 , met een droge-stofgehalte van 28%. Dit is 420.000 m^3 materiaal, ofwel ongeveer 1.05 miljoen ton (bij een soortelijke massa van 2.5 kg dm^{-3}). Indien dit wordt gestort in de periode oktober-februari (5 maanden) is dat 200.000 ton per maand. De effectieve uitwisseling tussen Marsdiepcompartiment en de rest van de westelijke Waddenzee is ongeveer 4000 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$. Als we aannemen dat al het gesuspendeerde materiaal op deze wijze de Waddenzee in wordt getransporteerd, betekent dit $1.050.000 \cdot 10^6 \text{ (g)} \cdot 0.50 \text{ (de fractie die suspendeert)} / (4000 \cdot 86400 \text{ (m}^3 \text{ d}^{-1}) \cdot 150$

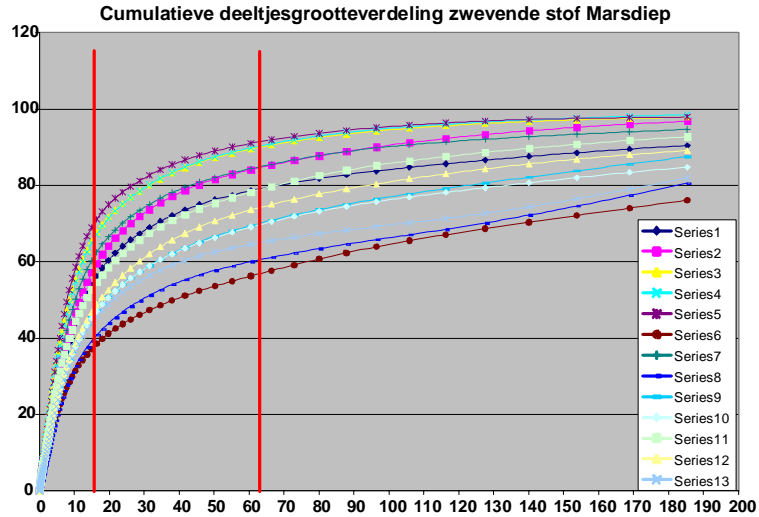
(dagen) = 10 g m^{-3} . Omdat de uitwisseling met de Noordzee buiten beschouwing is gelaten, evenals de netto uitstroom naar de Noordzee (Ridderinkhof, 1988), moet dit getal als maximum worden gezien; een waarde tussen 5 en 10 g m^{-3} lijkt een reële schatting. NHT-bagger moet hier nog aan worden toegevoegd:

Deze waarde zijn van belang wanneer het gaat om de mate waarin de primaire en secundaire productie van het Marsdiepbekken wordt beïnvloed.

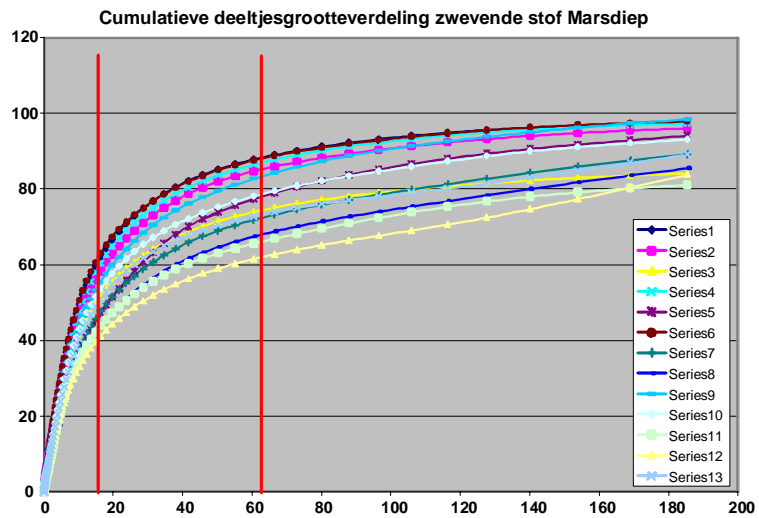
De kapitaalbagger voor het nieuwe haventerrein bedraagt ongeveer 400.000 m³, met ongeveer 33% slib. De slibmassa bedraagt daarmee ongeveer 330.000 ton, die in een periode van twee jaar gestort zal worden. Gesteld dat dat óók in de wintermaanden gebeurt, dan is de geschatte maximale bijdrage aan het gehalte zwevend slib, volgens dezelfde som als hierboven, $1.000.000 \text{ (ton)} * 10^6 \text{ (gram/ton)} * 0.33 \text{ (fractie die suspendeert)} * 0.5 \text{ (er wordt in twee jaar gestort)} / (4000 * 86400 \text{ (m}^3 \text{ d}^{-1}) * 150 \text{ (dagen)}) = 3 \text{ g m}^{-3}$. Ook dit is een maximum, waarmee een waarde tussen 1.5 en 3 g m^{-3} een reële schatting lijkt. Deze waarde wordt toegevoegd aan de invloed van de onderhoudsbagger.

Welke verhoging van het gehalte zwevend materiaal zal dit opleveren? In Figuur 18 is een overzicht gegeven van de maandelijkse Rijkswaterstaat/RIKZ monitoringdata. Het gesuspendeerde materiaal is weergegeven voor een aantal jaren, zowel voor de zomer- als winterperiode als wel het gehele jaar. Ook de seizoensvariatie is weergegeven. Hierbij moet vermeld worden dat in de loop van de jaren de bemonsteringsmethodiek (van emmers naar een opzuigstelsel) en de bemonsteringsschepen (vanaf ongeveer 1995 is de maximale windkracht waarbij het schip uit kon varen gedaald). Dit levert tenminste een deel van de verklaring waarom na 1990 de gehalten zwevend slib zo abrupt zijn gedaald.

Zou stort in de winterperiode plaats vinden zoals berekend in het voorbeeld hierboven, dan neemt het gehalte aan zwevend stof toe van ongeveer 50 tot ongeveer 55 à 60 g dm^{-3} . Bij stort in de zomerperiode zal de toename zijn van ongeveer 30 tot 35 à 40 g dm^{-3} . Bij stort gedurende het gehele jaar moet met een evenredig lagere toename rekening worden gehouden. Deze zal in alle maanden dan 3 tot 6 % (absoluut) bedragen. Relatief is dat 's winters 6 tot 11%, en 's zomers 9-16%.

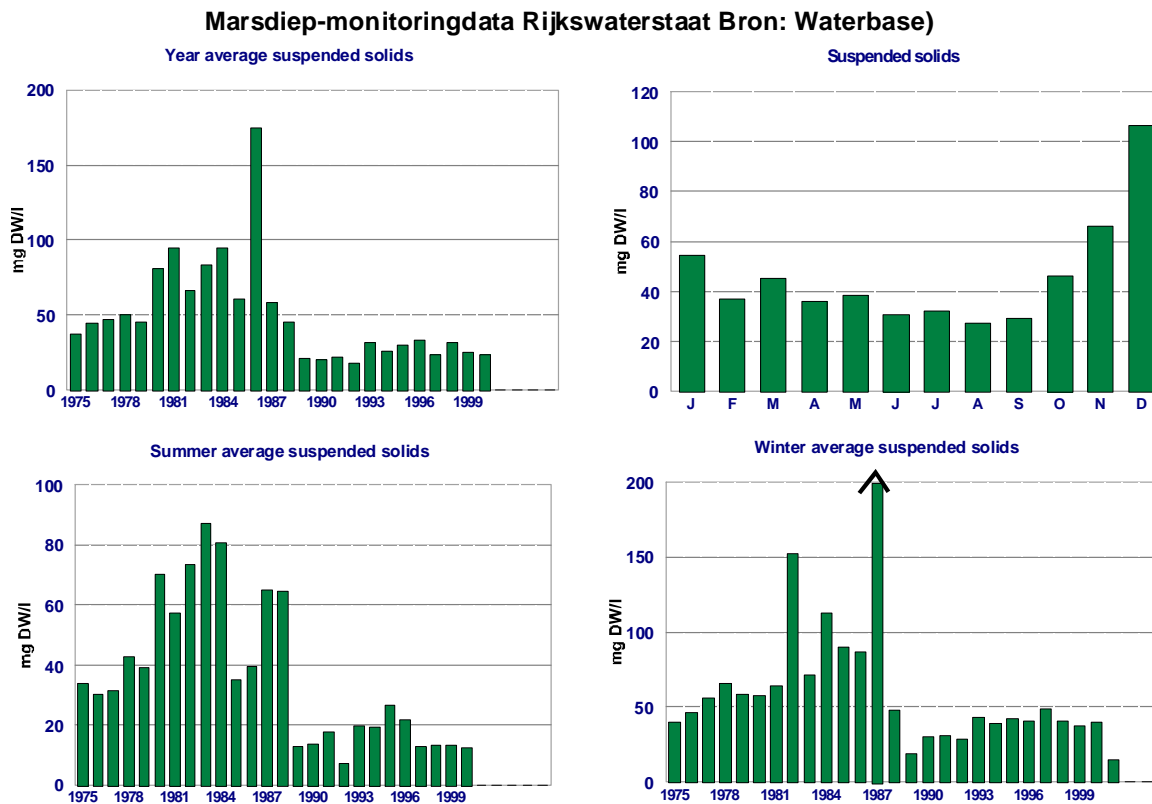


a.



b.

Figuur 17 a,b Cumulatieve deeltjesgrootteverdeling in het Marsdiep, bij een NIOZ-survey. De verschillende lijnen betreffen verschillende vaarten. De begrenzingsen bij 16 en 63 μm zijn met de rode lijnen aangegeven. Gemeten is het volume van de deeltjes, dus de grovere de grovere deeltjes met een hogere soortelijke massa worden door deze methode wat minder gewogen. Ongeveer 50 volume-% van het zwevende slib betreft deeltjes < 16 μm , ongeveer 70% deeltjes < 63 μm .



Figuur 18 *Overzicht van monitoringsresultaten van Rijkswaterstaat/RIKZ voor het Marsdiep. Bron: Waterbase. In december 1986 is er één uiterst hoge waarneming gedaan van 400 g dm⁻³. Deze beïnvloedt én het gemiddelde van 1986 sterk, evenals de decemborgemiddelden.*

Bijlage 5 Speciale Beschermingszone Waddenzee

Onderstaande informatie van de LNV website
(www.minlnv.natuurwetgeving/gebieden/XXX)

Kenmerken van het gebied

Waddenzee – gebied 69 (Code Habitatrictlijn: NL1000001)

Oppervlakte: 250.000 ha

Provincie: Friesland, Groningen, Noord-Holland

Gemeente: Ameland, Anna Paulowna, Het Bildt, Delfzijl, De Marne, Den Helder, Dongeradeel, Eemsmond, Ferwerderadiel, Franekerdeel, Harlingen, Reiderland, Schiermonnikoog, Terschelling, Texel, Vlieland, Wieringen, Winsum, Wûnseradiel

Korte karakteristiek:

Voorkomende Habitattypen

- [Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken \[1110\]](#)
- [Estuaria \[1130\]](#)
- [Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten \[1140\]](#)
- [Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia* ssp. en andere zoutminnende soorten \[1310\]](#)
- [Schorren met sljkgrasvegetatie \(*Spartinion maritimae*\) \[1320\]](#)
- [Atlantische schorren \(*Glauco-Puccinellietalia maritimae*\) \[1330\]](#)
- [Embryonale wandelende duinen \[2110\]](#)
- [Wandelende duinen op de strandwal met *Ammophila arenaria* \('witte duinen'\) \[2120\]](#)
- [*Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie \('grijze duinen'\) \[2130\]](#)

Voorkomende soorten Habitatrictlijn

- [Zeeprik](#)
- [Fint](#)
- [Grijze zeehond](#)
- [Zeehond](#)

Bijlage 6 Vogelrichtlijngebied Waddenzee

Onderstaande informatie van de LNV website
(www.minlnv\ natuurwetgeving\ gebieden\ XXX)

Kenmerken van het gebied

Oppervlakte: 272027 ha

Provincies (gemeenten): Groningen (Reiderland, Delfzijl, Eemsmond, De Marne); Friesland (Dongeradeel, Ameland, Het Bildt, Franekeradeel, Harlingen, Schiermonnikoog, Terschelling, Vlieland, Ferwerderadiel) Noord-Holland (Anna Paulowna, Den Helder, Texel, Wieringen).

Bescherming: Vogelrichtlijn (272027 ha, november 1991); Habitatrichtlijn (259213 ha, mei 2003); Wetlands-Conventie (271000 ha, mei 1984); IBA (271000 ha, november 1994).

Ligging: Ten noorden van het vasteland van Noord-Holland, Friesland en Groningen, inclusief kwelders en zandplaten van de Waddeneilanden.

Code Vogelrichtlijn: NL9801001

Voorkomende soorten Vogelrichtlijn

De aanwijzing als Vogelrichtlijngebied heeft betrekking op de volgende vogelsoorten waarvoor momenteel per gebied instandhoudingstoelen worden opgesteld:

- [Fuut](#)
- [Aalscholver \(broedvogel\)](#)
- [Aalscholver](#)
- [Lepelaar \(broedvogel\)](#)
- [Lepelaar](#)
- [Kleine Zwaan](#)
- [Toendrarietgans](#)
- [Kolgans](#)
- [Grauwe Gans](#)
- [Brandgans](#)
- [Rotgans](#)
- [Bergeend](#)
- [Smient](#)
- [Krakeend](#)
- [Wintertaling](#)
- [Wilde eend](#)
- [Pijlstaart](#)
- [Slobeend](#)
- [Toppereend](#)
- [Eidereend \(broedvogel\)](#)
- [Eidereend](#)
- [Brilduiker](#)

- [Nonnetje](#)
- [Middelste Zaagbek](#)
- [Grote Zaagbek](#)
- [Bruine Kiekendief \(broedvogel\)](#)
- [Blauwe Kiekendief \(broedvogel\)](#)
- [Slechtvalk](#)
- [Meerkoet](#)
- [Scholekster](#)
- [Kluut \(broedvogel\)](#)
- [Kluut](#)
- [Bontbekplevier \(broedvogel\)](#)
- [Bontbekplevier](#)
- [Strandplevier \(broedvogel\)](#)
- [Goudplevier](#)
- [Zilverplevier](#)
- [Kievit](#)
- [Kanoetstrandloper](#)
- [Drieteenstrandloper](#)
- [Krombekstrandloper](#)
- [Bonte strandloper](#)
- [Grutto](#)
- [Rosse grutto](#)
- [Wulp](#)
- [Zwarte ruiter](#)
- [Tureluur](#)
- [Groenpootruiter](#)
- [Steenloper](#)
- [Kleine Mantelmeeuw \(broedvogel\)](#)
- [Grote stern \(broedvogel\)](#)
- [Visdief \(broedvogel\)](#)
- [Noordse Stern \(broedvogel\)](#)
- [Dwergstern \(broedvogel\)](#)
- [Zwarte Stern](#)
- [Velduil \(broedvogel\)](#)
- [Tapuit \(broedvogel\)](#)

<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/hoofdpagina.aspx?subj=gebnat2000&groeop=2&id=VR9801001> - [top](#)**Gebiedsbeschrijving**

De Waddenzee is in ecologisch opzicht het belangrijkste getijdegebied van West-Europa. Het gebied bestaat uit een complex van ondiep water met zand- en slibbanken waarvan grote delen bij eb droog vallen. Deze banken worden doorsneden door een fijn vertakt stelsel van geulen. Langs het vasteland en de eilanden liggen kweldergebieden. De biomassa-productie van het gebied is erg hoog. Dit hangt samen met de aanvoer van grote hoeveelheden anorganisch en

organisch materiaal vanuit de Noordzee. Een deel hiervan wordt direct opgenomen door planten en dieren. Een ander deel bezinkt en wordt opgenomen door plantaardige en dierlijke organismen op en in de bodem. Het overgrote deel van de biomassa is opgeslagen in een aantal soorten die in grote hoeveelheden voorkomen en die op hun beurt direct of indirect voedselbron zijn voor andere dieren waaronder vissen, vogels en zeehonden. Door de grote omvang, de rust en de hoge biomassaproductie is de Waddenzee een vitale schakel in een samenhangend systeem van wetlands in Europa, West-Afrika en de arctische zone tussen Noord-Azië en Oost-Canada: de zogenaamde West-Palearctische trekbaan voor vogels.

<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/hoofdpagina.aspx?subj=gebnat2000&grop=2&id=VR9801001-top#top>**Betekenis Vogelrichtlijn**

Voor ongeveer 50 soorten eenden, steltlopers, meeuwen en sterns is de Waddenzee van vitaal belang omdat hun hele populatie, of althans een aanzienlijk deel daarvan gedurende een deel van het jaar afhankelijk is van het voedsel uit het gebied. De Waddenzee heeft volgens het aanwijzingsbesluit (1991) en het conceptgebiedendocument (2005) een belangrijke functie als overwinteringsgebied voor onder andere eidereend, toppereend, middelste zaagbek en brilduiker.

Verschillende sternsoorten (grote stern, visdief, noordse stern en dwergstern en gedurende de trektijd de zwarte stern) zijn aanwezig van voorjaar tot herfst, terwijl kokmeeuw, stormmeeuw, zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw en aalscholver het hele jaar door te zien zijn. De Waddenzee is ook voedselgebied voor bergeend, eidereend, scholekster, kanoetstrandloper, bonte strandloper, rosse grutto, wulp, zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, zilverplevier, tureluur, zwarte ruit, groenpootruiter en bontbekplevier. De kwelders met hun zouttolerante vegetaties zijn een belangrijke voedselbron voor plantenetende soorten als rotgans, brandgans en verschillende eendensoorten. Ze zijn tevens broedgebied voor grote aantallen tureluurs, kluten, scholeksters, kokmeeuwen en visdieven.

In de periode 1993-97 herbergde de Waddenzee drempeloverschrijdende aantallen van lepelaar, kluut, grote stern, visdief en kleine mantelmeeuw (als broedvogels); lepelaar, kleine zwaan, grauwe gans, brandgans, rotgans, bergeend, smient, wintertaling, pijlstaart, toppereend, slobeend, eidereend, scholekster, kluut, zilverplevier, kanoetstrandloper, drieteenstrandloper, bonte strandloper, rosse grutto, wulp, zwarte ruit, tureluur en zwarte stern (niet-broedvogels) (referentie: van Roomen *et al.*, 2000). Bovendien behoorden sommige deelgebieden in deze periode tot één van de vijf belangrijkste broedgebieden voor kluut (Friese Waddenkust, Groninger Waddenkust en Dollard), grote stern (Griend, Schiermonnikoog-wadden en Rottumerplaat), noordse stern (Griend, Friese Waddenkust, Rottumerplaat, Ameland-wadden en Groninger Waddenkust), dwergstern (Rottumerplaat en Rottumeroog) en visdief (Griend en Balgzand) en tot één van de vijf belangrijkste overwinterings- en/of rustgebieden voor brandgans (Friese Waddenkust en Dollard), slechtvalk (Friese Waddenkust), kluut (Groninger Waddenkust en Dollard), goudplevier (Friese Waddenkust), rosse grutto (Griend, Friese Waddenkust en Dollard) en zwarte stern (Balgzand) (alle soorten van bijlage I).

Het gebied is wegens voorkomen van behoorlijke aantallen (peilperiode 1993-97) verder van betekenis voor de volgende soorten van bijlage I: blauwe kiekendief, bruine kiekendief, strandplevier (op bijlage I sinds 1 mei 2004) en velduil (broedvogels); kleine zilverreiger (niet-broedvogel). Andere trekkende soorten waarvoor het gebied van betekenis wegens het voorkomen van behoorlijke aantallen: aalscholver, kleine rietgans, kraakeend, middelste zaagbek, bontbekplevier, krombekstrandloper, grutto en steenloper. (Van Roomen *et al.*, 2000)

<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/hoofdpagina.aspx?subj=gebnat2000&groep=2&id=VR9801001 - top#top> **Vogelgebruik gebied**

(Beschrijving grotendeels beperkt tot de situatie 1993-97 en de soorten die uitgangspunt vormden voor de gebiedsaanwijzingen van maart 2000)

De permanent onder water staande gebieden, de geulen en watervlakten, hebben een belangrijke functie als overwinteringsgebieden voor onder andere eidereend en toppereend. Ongeveer 20 soorten watervogels zijn 's winters constant aanwezig. Verder zijn deze gebieden van het voorjaar tot de herfst een belangrijk voedselgebied voor vogels die vanuit de lucht zoekend en duikend hun voedsel bemachtigen: grote stern, noordse stern, dwergstern, visdief en gedurende de trektijd ook de zwarte stern. De kleine mantelmeeuw is er het hele jaar te vinden. De wadplaten zijn door hun hoge biomassa aan bodemfauna van groot belang als voedselgebied voor vogelsoorten zoals bergeend, eidereend, kanoetstrandloper, bonte strandloper, rosse grutto, wulp, kleine mantelmeeuw, zilverplevier, tureluur, zwarte ruiters en bontbekplevier. De kwelders vormen een waardevol foerageergebied en rustgebied voor vogels. De zouttolerante vegetaties zijn een belangrijke voedselbron voor planteneterende soorten als rotgans, brandgans en verschillende eendensoorten. Verder zijn deze kwelders van groot belang als broedgebied voor kluten, visdieven en lepelaars.

Bijlage 7 Concentraties en normen van contaminanten in baggerspecie en milieu

- A. Gehalten van contaminanten in onderhoud baggerspecie, normen voor baggerspeciesticort (CTT norm) en milieukwaliteitsnorm (MTR) in sediment en oppervlaktewater. Uitgebreide rapportage van gehalten van contaminanten in waterbodembodem te vinden in rapport van Royal Haskoning (2004).

Stof	Baggerspecie (Min) (mg/kg ds)	Baggerspecie (Max) (mg/kg ds)	Baggerspecie (gem) (mg/kg ds)	CTT-norm Baggerspecie (mg/kg ds)	MTR Sediment (mg/kg ds)	Achtergrondconc. Oppervlaktewater (µg/L)	MTR Oppervlaktewater (µg/L)
Arseen	6,6	17	13,7	29	55	1	32
Cadmium	<0,4	0,6	0,5	4	12	0,4	2
Chroom	21	53	37,7	120	380	1,6	84
Koper	6,5	32	20,3	60	73	1,1	3,8
Kwik(methyl)	0,09	0,5	0,3	1,2	1,4	0,06	0,2
Lood	15	48	35,9	110	530	3,1	220
Nikkel	9,1	24	18,1	45	44	4,1	6,3
Zink	49	170	114,8	365	620	12	40
Minerale olie	<20	210	100,8	1250	1000	*	*
Som PCB-7	<12	59	26,1	100	*	*	*
Som DDD/DDE/DDT	1	7,2	0,9	20	*	*	*
Som PAK 10	0,64	2,6	1,6	8	*	*	*
Hexachloorbenzeen	<1	2,2	1,7	20	0,005	-	0,009
TBT verbindingen	8,1 µg/kg ds	140 µg/kg ds	44,5 µg/kg ds	100-250 µg/kg ds	0,7 µg/kg ds	-	1 ng/L

* geen waarde bekend

B. Gehalten van contaminanten in landbodem (kapitaalbaggerwerk), normen voor baggerspeciestort (CTT norm) en milieukwaliteitsnorm (MTR) in sediment en oppervlaktewater. Uitgebreide rapportage van gehalten van contaminanten in landbodem te vinden in Oranjewoud (2005).

Stof	Landbodem (Min) (mg/kg ds)	Landbodem (Max) (mg/kg ds)	Landbodem (gem) (mg/kg ds)	CTT-norm Baggerspecie (mg/kg ds)	MTR Sediment (mg/kg ds)	Achtergrondconc. Oppervlaktewater (µg/L)	MTR Oppervlaktewater (µg/L)
Arseen	<10	<10	<10	29	55	1	32
Cadmium	0,4	<0,4	<0,4	4	12	0,4	2
Chroom	<5	26	8,5	120	380	1,6	84
Koper	<5	9	5,5	60	73	1,1	3,8
Kwik	<0,1	<0,1	<0,1	1,2	1,4	0,06	0,2
Lood	<10	<10	<10	110	530	3,1	220
Nikkel	<5	19	7,1	45	44	4,1	6,3
Zink	<5	100	16,5	365	620	12	40
Minerale olie	<50	<100	50	1250	1000	*	*
EOX	<0,1	0,72	0,2	*	0,1	*	*
PAK	<0,1	<0,1	<0,1	8	*	*	*

* geen waarde bekend

Bijlage 8 Concentraties van contaminanten gemeten in Westelijke Waddenzee sediment

Meetwaarden van gehalten van contaminanten in sediment van de Westelijke Waddenzee en in onderhoud baggerspecie (afkomstig van de haven van Den Helder en de Mokbaai). Bron: Waterbase (RWS), periode 1988 tot en met 2005.

Stof	Westelijke Waddenzee sediment # (gem. contaminantgehalte) (mg/kg d.s. fractie < 63 µm)	Baggerspecie (min. contaminantgehalte) (mg/kg ds) @	Baggerspecie (max. contaminantgehalte) (mg/kg ds) @	Baggerspecie (gem. contaminantgehalte) (mg/kg ds) @
Arseen	20,38	6,6	17	13,7
Cadmium	0,67	<0,4	0,6	0,5
Chroom	86,80	21	53	37,7
Koper	20,68	6,5	32	20,3
Kwik(methyl)	0,32**	0,09	0,5	0,3
Lood	56,31	15	48	35,9
Nikkel	26,00	9,1	24	18,1
Zink	158,63	49	170	114,8
Minerale olie	*	<20	210	100,8
Som PCB-7	*	<12	59	26,1
Som DDD/DDE/DDT	*	1	7,2	0,9
Som PAK 10	*	0,64	2,6	1,6
Hexachloorbenzeen	*	<1	2,2	1,7
TBT verbindingen	17,80 µg/kg ds	8,1 µg/kg ds	140 µg/kg ds	44,5 µg/kg ds

Meetlocaties: Doove Balg West, Malzwin Zuidwal, Vlakte van Kerken Schorren Noord, Griend Kwelder, Blauwe Slenk Oost, Posthuis Wad, Boontjes Oostoever, Kornwerderzand Buitenspuikom, Den Oever Spuisluis, Balgzand Westwal Zuid.

@ De korrelgrootteverdeling van de baggerspecie is: 20% voor <2 µm; 35% voor fractie < 16 µm; 56% voor fractie <63 µm; 66% van fractie < 210 µm.

* niet gemeten.

** betreft kwik (totaal)

