

Werkdocument Grootschalige Diepe Zandwinning

Werkdocument RIKZ/KW/2005.104W

Werkdocument Grootschalige Diepe Zandwinning

Werkdocument RIKZ/KW/2005.104W

.....

Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat RIKZ

Informatie: Drs. J. Ligtenberg
Telefoon: 070-3114329
Fax: 070-3114321
E-Mail: J.Ligtenberg@rikz.rws.minvenw.nl

In opdracht van: Rijkswaterstaat Noordzee

Status: Werkdocument voor kennisoverdracht

Datum: 18 februari 2005

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	4
1 Inleiding	7
2 Bestaande toestand en autonome ontwikkeling	8
2.1 Inleiding	8
2.1.1 Definities bestaande toestand en autonome ontwikkeling	8
2.1.2 Leeswijzer	8
2.2 Gebiedsafbakening	9
2.2.1 Inleiding	9
2.2.2 Wingebed	9
2.2.3 Studiegebied	14
2.3 Beton- en metselzand, geologie en bodemsamenstelling	14
2.3.1 Beton- en metselzand	15
2.3.2 Recente onderzoeken naar het voorkomen van beton- en metselzand in de Noordzee	15
2.3.3 Geologie	16
2.3.4 Bodemsamenstelling	17
2.4 Fysische processen	19
2.4.1 Inleiding	19
2.4.2 Systeembeschrijving Nederlandse kust	19
2.4.3 Geomorfologie	21
2.4.4 Waterbeweging	24
2.4.5 Transportprocessen	28
2.4.6 Autonome ontwikkeling	33
2.5 Ecologie	35
2.5.1 Inleiding	35
2.5.2 De huidige ecologische toestand	36
2.5.3 Autonome ontwikkeling	52
2.6 Gebruiksfuncties	56
2.6.1 Visserij	56
2.6.2 Scheepvaart	57
2.6.3 Offshore mijnbouw	58
2.6.4 Kabels en buisleidingen	58
2.6.5 Oppervlakte delfstoffen	58
2.6.6 Baggerstort	59
2.6.7 Militaire activiteiten	59
2.6.8 Recreatie	60
2.6.9 Cultuur-historische waarden	60
2.6.10 Kustverdediging	61
2.7 Toekomstige grootschalige ingrepen	61
2.7.1 Uitbreiding huidige Maasvlakte (tweede Maasvlakte)	61
2.7.2 Windmolenpark in zee	62
2.7.3 Openstellen Haringvlietsluizen	62
2.7.4 Conclusie	63
3 Procesketen zandwinning	64
3.1 Inleiding	64

3.2	De methode van winning	64
3.2.1	Wintechnieken	64
3.2.2	Overvloei	67
3.3	De wijze van transport naar de verwerkingslokatie	68
3.3.1	Transport	68
3.3.2	Deponeren	69
3.4	Tussenopslag	69
3.5	Lokatie en methode van verwerking inclusief ontzilting	71
3.5.1	Verwerking	71
3.5.2	Ontzilting	72
3.6	Wijze van afvoer en afzetmogelijkheden	73
3.6.1	Afvoer	73
3.6.2	Afzet	74
3.7	Kosten	74
3.8	Conclusies	75
4	Beschrijving varianten zandwinning en winkarakteristieken	78
4.1	Inleiding	78
4.2	Varianten van zandwinning	78
4.3	Opbrengstscenario's winning beton- en metselzand	79
4.3.1	Opbrengstscenario's in relatie tot de 3 varianten van zandwinning	80
4.3.2	Omvang zandhoeveelheid	81
4.4	Beschrijving winkarakteristieken	83
5	Effectbeschrijving van de ingrepen	86
5.1	Inleiding	86
5.2	Aspecten	86
5.3	Recent onderzoek morfologische en ecologische effecten	87
5.4	Fysica	88
5.4.1	Inleiding	88
5.4.2	Bodemverstoring door zandwinning en zandstort	88
5.4.3	Vertroebeling en sedimentatie in de omgeving	90
5.4.4	Wijziging stroomsnelheden	93
5.4.5	Wijziging golfveld	99
5.4.6	Sedimenttransporten	100
5.4.7	Morfologische ontwikkeling	101
5.5	Waterkwaliteit	105
5.5.1	Huidige situatie	105
5.5.2	Conclusie	106
5.6	Ecologie	106
5.6.1	Inleiding	106
5.6.2	Primaire productiviteit	107
5.6.3	Trofische structuur (voedselketen)	110
5.6.4	Bodemfauna	111
5.6.5	Vissengemeenschap	118
5.6.6	Zeezoogdieren	120
5.6.7	Vogels	121
5.6.8	Samenvatting	123
5.7	Gebruiksfuncties	123
5.7.1	Inleiding	123
5.7.2	Visserij	124
5.7.3	Scheepvaart	125
5.7.4	Offshore mijnbouw	125
5.7.5	Kabels en buisleidingen	125
5.7.6	Zandwinning	126
5.7.7	Schelpenwinning	127

5.7.8	Baggerstort	127
5.7.9	Militaire activiteiten	127
5.7.10	Recreatie	127
5.7.11	Kustverdediging	128
5.7.12	Cultuurhistorische waarden	129
5.7.13	Aardkundige waarden	129
5.7.14	Samenvatting	130
5.8	Overige milieueffecten	130
5.8.1	Inleiding	130
5.8.2	Milieueffecten winning, transport en deponeren	130
5.8.3	Milieueffecten van de verwerking van zand	132
5.9	Mitigatie en compensatie	133
5.9.1	Mitigerende maatregelen	133
5.9.2	Compenserende maatregelen	134
6	Leemtes in kennis	135
6.1	Inleiding	135
6.2	Gemaakte aannames in dit rapport	135
6.3	Ligging van de winplaats- of zone	136
6.3.1	Ligging geschikte zandformaties	136
6.3.2	Cultuurhistorische en aardkundige waarden	136
6.3.3	Visserij	136
6.4	Transport naar de win- en verwerkingslocatie	136
6.5	Winning van het zand	137
6.6	De aanwezigheid van een winplaats- of zone na winning	137
6.6.1	Fysische randvoorwaarden: diepe zandwinput	137
6.6.2	Fysische randvoorwaarden: overdimensioneren Euro-Maasgeul	138
6.6.3	Lange termijn herstel bodemligging	139
6.7	Verwerking (zeven en ontzilting) van het zand	139
6.8	De afzet van het gereed product en de bijproducten	139
	Literatuur	140
	Begrippen- en afkortingenlijst	149
	Appendix A: Geologie	154
	Appendix B: Korrelgrootteverdelingen	156
	Appendix C: Overige milieueffecten	158
	Appendix D: Kosten zandwinning	161
	Lijst van figuren en tabellen	164

1 Inleiding

Dit werkdocument bevat een bundeling van de kennis die verzameld is voor het opstellen van een milieueffectrapport (MER) voor beton- en metselzandwinning op de Noordzee. De m.e.r.-procedure is in 2002 gestaakt, zonder dat dit heeft geresulteerd in een geaccordeerd MER. Als gevolg hiervan is de verzamelde inhoudelijke kennis over grootschalige diepe zeezandwinning, opgenomen in het concept-MER, niet langer toegankelijk. Om die reden is besloten om dit werkdocument te maken. Na het opstellen van het concept-MER is de kennisontwikkeling op het gebied van grootschalige diepe zeezandwinning doorgegaan. Deze nieuwe ontwikkelingen zijn slechts zeer ten dele opgenomen in dit werkdocument.

Nietemin is de hier gebundelde kennis een bruikbare bron voor verdere studie, en een ontsluiting van onderliggende literatuur over grootschalige diepe zandwinning in het Nederlands deel van de Noordzee.

2 Bestaande toestand en autonome ontwikkeling

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de bestaande toestand met betrekking tot de fysica, de ecologie en de gebruiksfuncties van de Noordzee in het algemeen en van het wingebed voor de zandwinning (zie figuur Figuur 2.1) in het bijzonder. Ook wordt in dit hoofdstuk de autonome ontwikkeling hiervan geschetst, dat wil zeggen de ontwikkeling van het gebied zonder dat er zandwinning ten behoeve van beton- en metselzand plaatsvindt. Dit is de referentiesituatie waartegen de effecten van het winnen van beton- en metselzand zullen worden afgezet. In dit hoofdstuk zullen alleen de ontwikkelingen worden besproken die voor de winning van beton- en metselzand en de verwachte effecten relevant zijn. In de volgende subparagraaf wordt dit toegelicht.

2.1.1 Definities bestaande toestand en autonome ontwikkeling

Het winnen van een hoeveelheid zand met een opbrengst van (maximaal) 40 miljoen ton beton- en metselzand zal naar verwachting plaatsvinden gedurende een periode van 10 jaar. Wanneer, op welke locatie en hoeveel zand gewonnen zal gaan worden is nog niet bekend.

Elke winning van zand is een activiteit waarbij de effecten op het milieu afhangen van de locatie, de omvang en diepte van de winning en de samenstelling van het bodemmateriaal. Daarnaast wordt de winning ook verspreid in de tijd uitgevoerd zodat andere ontwikkelingen ook een verandering van de 'huidige situatie' kunnen veroorzaken. Dit betekent dat voor elke nieuwe winning er een nieuwe bestaande situatie is. Om onduidelijkheden te voorkomen en de beschrijving hanteerbaar te houden wordt de bestaande situatie gedefinieerd als de situatie voordat de winning van beton- en metselzand plaats vindt.

De autonome ontwikkeling is gedefinieerd als de ontwikkeling van het studiegebied zonder dat er beton- en metselzand wordt gewonnen. In de autonome ontwikkeling zal ingegaan worden op de natuurlijke ontwikkeling van het studiegebied en zullen in principe alleen de menselijke activiteiten in het gebied worden meegenomen waarvan de uitvoering tijdens de winning waarschijnlijk is.

2.1.2 Leeswijzer

In paragraaf 2.2 wordt de afbakening van het gebied waar dit rapport op van toepassing is, nader toegelicht. In paragraaf 2.3 wordt de definitie van beton- en metselzand gegeven en worden de geologie en bodemsamenstelling beschreven. In deze paragraaf wordt ook ingegaan op de opbrengstpercentages. Vervolgens geeft paragraaf 2.4 een beschrijving van het fysische werking van het studiegebied. Aan bod komen de geomorfologie, de getij- en golfbeweging en de transportprocessen van zand en slib. Een beschrijving van de ecologie vindt plaats in paragraaf 2.5. Hierbij gaat het om een beschrijving van biotische processen, eventueel gestuurd door abiotische processen, flora en fauna en het voorkomen van mogelijke kwetsbare gebieden. In paragraaf 2.6 worden de huidige gebruiksfuncties en de toekomstige ontwikkelingen hiervan aangegeven. Tot slot wordt in paragraaf

2.7 een toelichting gegeven op de mogelijke uitvoering van grootschalige kustingrepen. De twee schaalniveaus - wingegebied en studiegebied - waarop effecten zijn te verwachten zullen bij de beschrijving van de bestaande toestand en autonome ontwikkeling als leidraad dienen.

2.2 Gebiedsafbakening

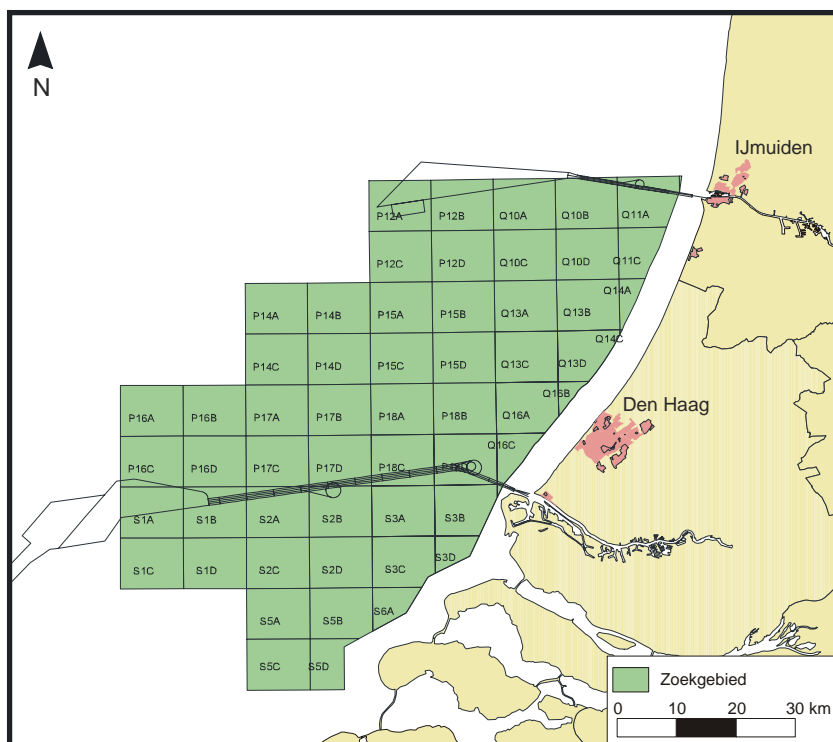
2.2.1 Inleiding

In dit rapport worden twee ruimtelijke afbakeningen gehanteerd. De eerste is het wingegebied, waarde mogelijke winning van beton- en metselzand plaats vindt. De tweede ruimtelijke afbakening is het effectebied, waar mogelijke effecten van de winning (en verwerking) van beton- en metselzand te verwachten zijn.

2.2.2 Wingegebied

Het wingegebied is gedefinieerd in de startnotitie behorende bij het MER dat aan onderhavig rapport ten grondslag ligt (DNZ, 1998) en is weergegeven in Figuur 2.1. Het wingegebied is een gebied tussen IJmuiden en de Oosterschelde waar zich de meest kansrijke voorkomens van beton- en metselzand relatief dicht onder de kust bevinden.

.....
Figuur 2.1 Wingegebied

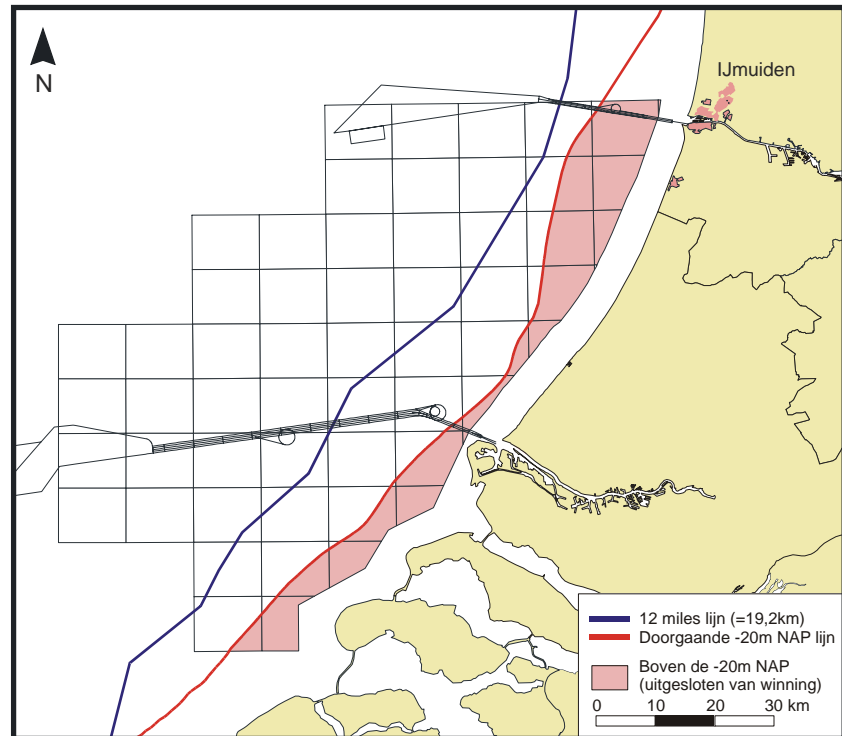


Voor het winnen van oppervlaktedelfstoffen op zee zijn in het RON/MER een aantal gebieden gedefinieerd waarvoor andere voorwaarden worden gehanteerd. Het gaat hierbij om uitsluitingsgebieden, gebieden waar winning slechts onder voorwaarden is toegestaan, en gebieden waar bij de winning van zand rekening moet worden gehouden met andere gebruiksfuncties. Het in Figuur 2.1 aangegeven wingegebied zal met deze gebieden worden verminderd.

Voor het winnen van oppervlaktedelfstoffen op zee bestaan de volgende uitsluitingsgebieden:

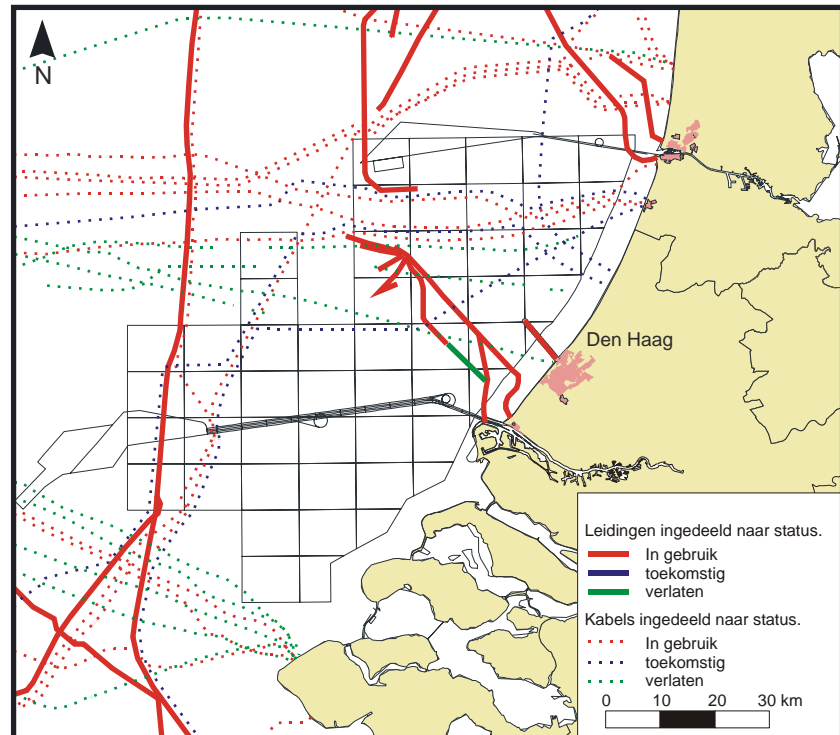
- Binnen de doorgaande -20 meter N.A.P. dieptelijn die een schematische weergave is van de -20 m dieptelijn. De lijn heeft een minder grillig verloop dan de -20 m dieptelijn en volgt ruwweg de Hollandse kust. De doorgaande -20 m dieptelijn ligt in alle gevallen minder dan 20 km uit de kust. Gezien het beleid vastgelegd in het RON2 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004) is in het MER dat aan onderhavig rapport ten grondslag ligt niet de gewone, maar de doorgaande -20 m dieptelijn aangehouden. Deze vormt de oostelijke grens van het wingebied (zie Figuur 2.2).

.....
Figuur 2.2 -20 m dieptelijn en 12 mijls lijn



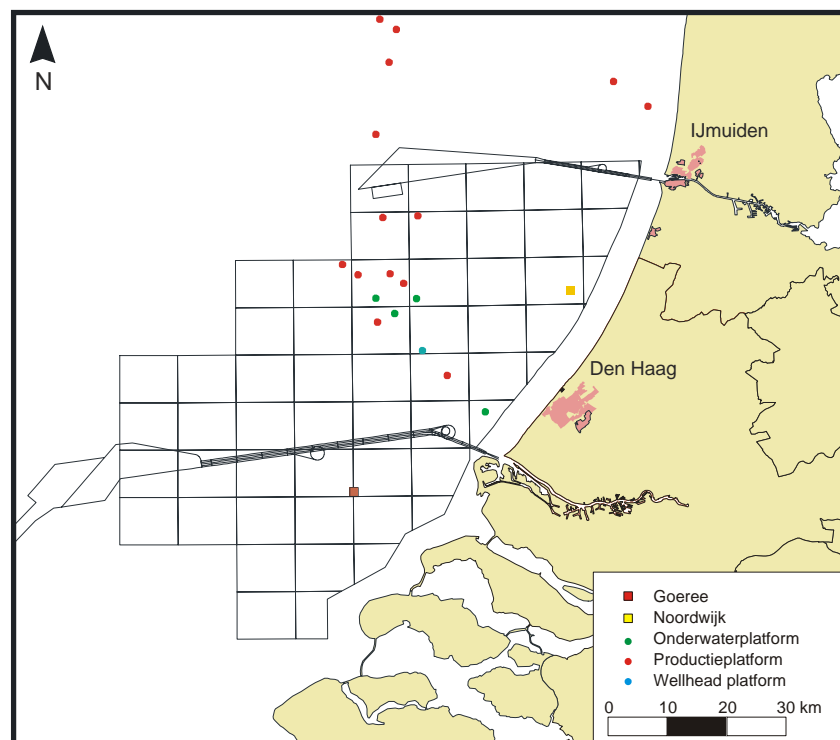
- Een zone van 500 meter aan weerszijde van kabels en buisleidingen, zowel in gebruik als toekomstig. Deze zone geldt ook voor de verlaten leidingen (zie Figuur 2.3).

Figuur 2.3 Kabels en leidingen



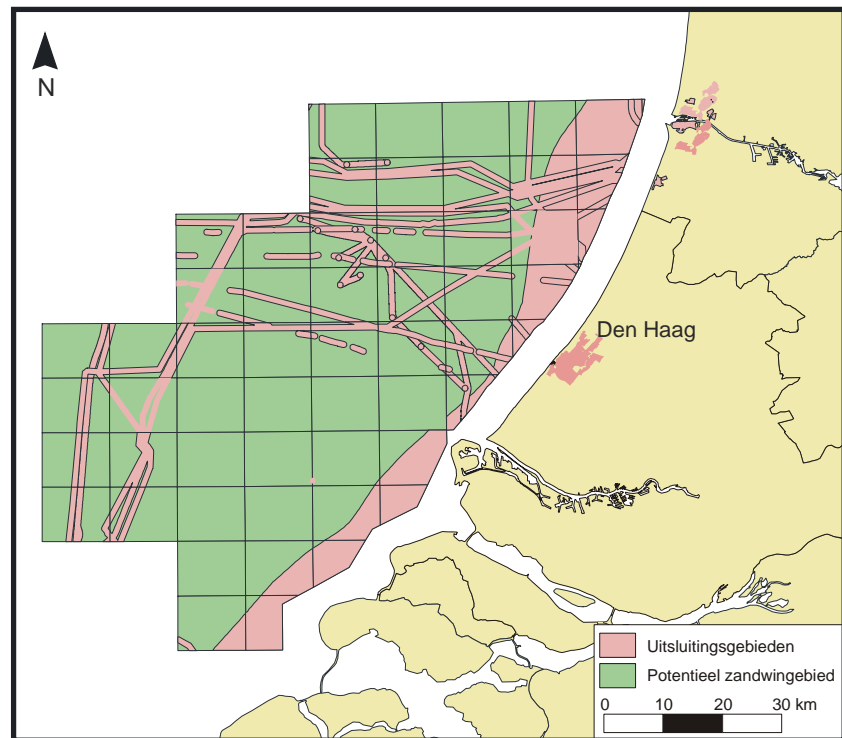
- Een zone met een straal van 500 meter rond vaste en mobiele platforms (zie Figuur 2.4).

Figuur 2.4 Platforms



Het wingebied moet met bovenstaande uitsluitingsgebieden worden verminderd (zie Figuur 2.5).

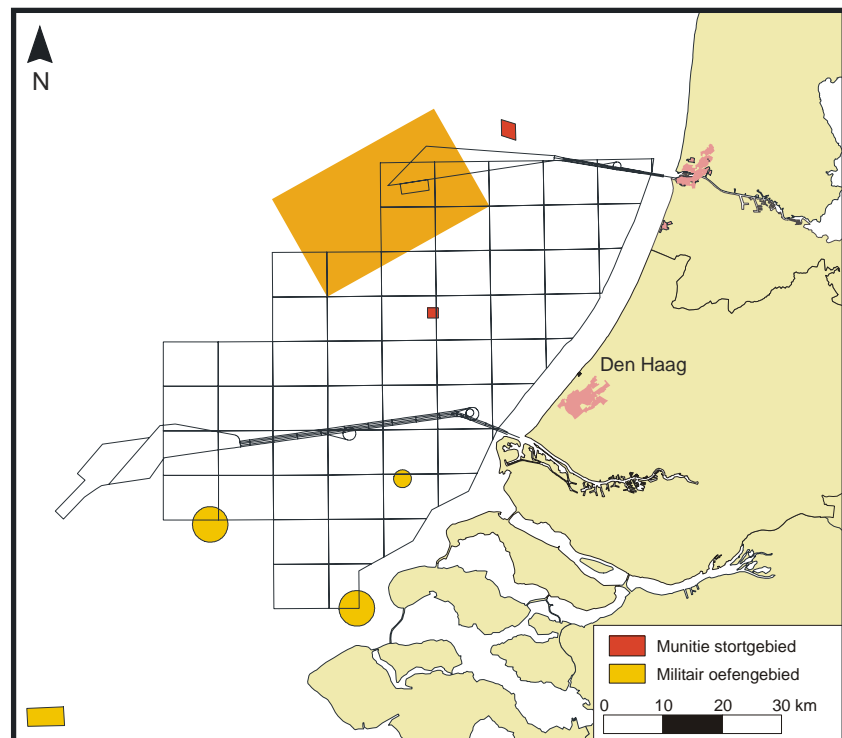
.....
Figuur 2.5 Wingebied met uitsluitingen



Daarnaast vindt winning 'onder voorwaarden' plaats. In deze gebieden mag wel worden gewonnen maar pas nadat hier toestemming voor is gegeven. Het gaat hierbij om gebieden waarbinnen sprake is van:

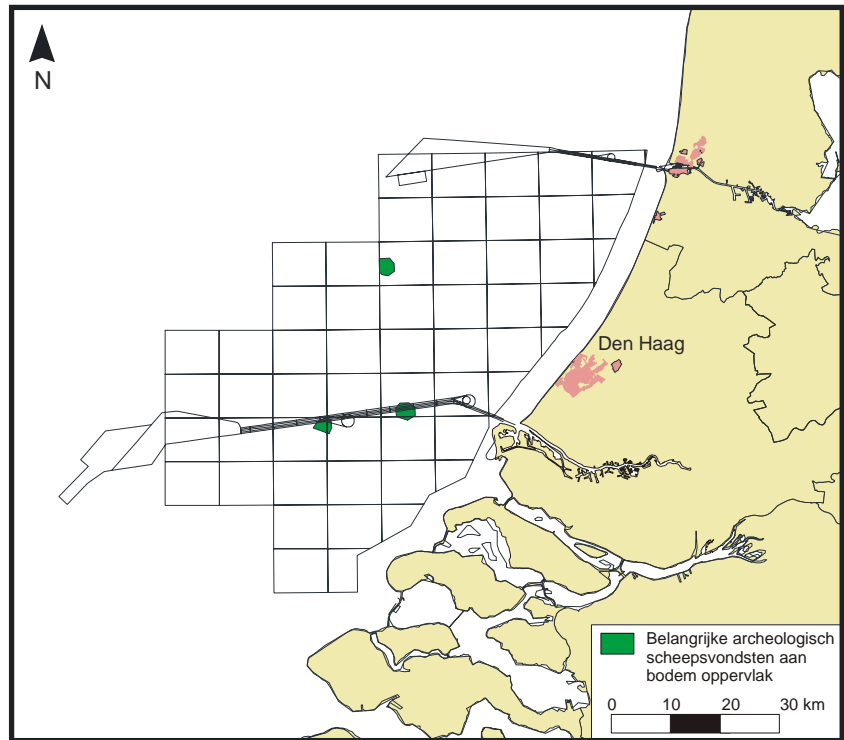
- Militaire activiteiten/oefengebieden (voor mijnenvegers en -leggers en munitiestortplaatsen) (zie Figuur 2.6).

.....
Figuur 2.6 Militaire gebieden



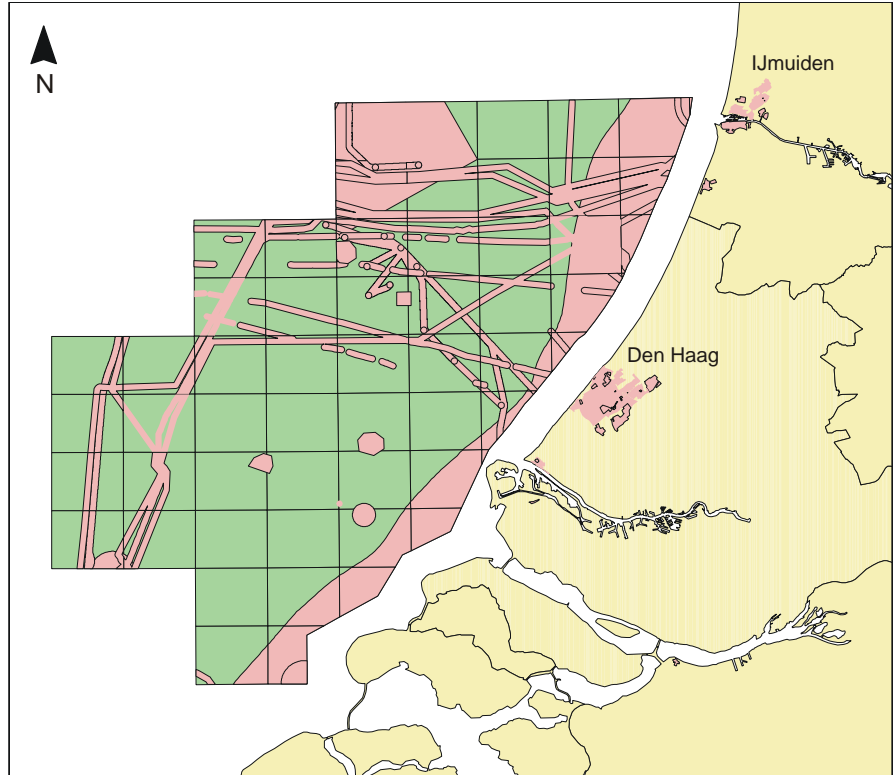
- Cultuur/historische waarden (zie Figuur 2.7).

.....
Figuur 2.7 Cultuur/historische waarden



Als ook rekening wordt gehouden met de winning onder voorwaarden worden de mogelijkheden om zand te winnen in het wingebied verder beperkt (Figuur 2.8).

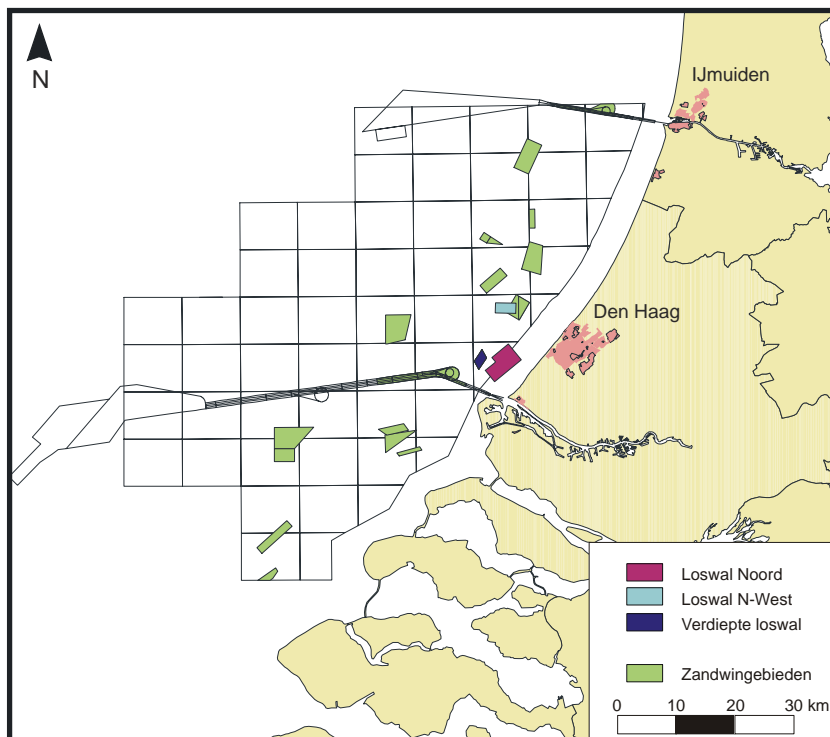
.....
**Figuur 2.8 Wingebied met uitsluitingen
en winning onder voorwaarden**



Tot slot zijn er gebieden waar zandwinning wel is toegestaan, maar waar wel rekening gehouden moet worden met andere gebruiksfuncties. Het gaat hierbij om:

- Zandwinlokaties. Op deze lokaties is in het kader van de reguliere zandwinning in het verleden al zand gewonnen tot hoogstens 2 m onder het zeebodoppervlak (zie Figuur 2.9).
- De baggerstortlokaties Loswal Noord, Loswal Noordwest en verdiepte Loswal. Op deze lokaties werd en wordt slib uit het Rotterdams havengebied gestort (zie Figuur 2.9).

.....
Figuur 2.9 Zandwingebieden en baggerstortlokaties



2.2.3 Studiegebied

Het studiegebied is dat gebied waar effecten van de winning (en verwerking) van beton- en metselzand zijn te verwachten. De omvang van het studiegebied verschilt per aspect dat onderzocht zal gaan worden. De effecten op de slibhuishouding kunnen zich tot ver noordwaarts op de Noordzee en in de Waddenzee manifesteren terwijl effecten op de bodemfauna zich waarschijnlijk alleen lokaal zullen voordoen. Voor sommige effecten is het studiegebied derhalve gelijk aan het wingebied, voor andere effecten wordt een groot deel van het Nederlands deel van het NCP tot het studiegebied gerekend.

2.3 Beton- en metselzand, geologie en bodemsamenstelling

In deze paragraaf zal worden ingegaan op de geologische opbouw van het wingebied en de samenstelling van de bodem onder het wingebied. Daarbij worden de meest recente ontwikkelingen in het onderzoek naar de voorkomens van beton- en metselzand in de Noordzee weergegeven. Eerst wordt uitgelegd wat onder beton- en metselzand wordt verstaan. Tot slot wordt aandacht besteed aan de opbrengstpercentages.

2.3.1 Beton- en metselzand

Beton- en metselzand zijn voorbeelden van zogenoemd industriezand. Tot op heden wordt er nauwelijks industriezand gewonnen op het NCP. Wél wordt jaarlijks zand gewonnen van de Noordzeebodem om land op te hogen (ophoogzand) en voor kustonderhoud (suppletiezand).

Het zand dat in de bouw gebruikt wordt als beton- en metselzand moet voldoen aan specifieke kwaliteitseisen. Beton- en metselzand komt niet kant en klaar voor in de Noordzee of op landlokaties, maar kan door zeven en fractionering (verdeling of scheiding) worden samengesteld uit zanden die daarvoor geschikt zijn. Zeezand dat bruikbaar is voor de vervaardiging van beton- en metselzand moet een voldoende grote grove fractie bevatten en niet te goed gesorteerd zijn. Voordat zeezand voor beton- en metselzand kan worden gebruikt, moet het worden ontzilt, zie hoofdstuk 3. In dit rapport wordt met beton- en metselzand dat zand bedoeld dat een korrelgrootte heeft waaruit beton - en metselzand kan worden samengesteld.

In het algemeen geldt dat voor beton- en metselzand grovere korrels nodig zijn dan voor metselzand. De eisen aan de korrelgrootteverdeling voor de verschillende korrelgroepen is vastgelegd in NEN-normen. In Appendix B worden verschillende korrelgrootteverdelingen voor beton- en metselzand gegeven zoals deze in de praktijk worden gehanteerd.

2.3.2 Recente onderzoeken naar het voorkomen van beton- en metselzand in de Noordzee

Door een intensief bemonsteringsprogramma gericht op de inventarisatie van oppervlaktedelfstoffen en geologische kartering van de Noordzee, uitgevoerd door Rijkswaterstaat directie Noordzee en het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO (NITG-TNO, voorheen Rijks Geologische Dienst), is in de loop der jaren een steeds beter beeld verkregen van het voorkomen van oppervlaktedelfstoffen en de verschillen in zandkwaliteit op het Nederlands Continentaal Plat (NCP).

In verband met de zandwinning voor kustsuppleties en ophoogzand is een uitgebreid onderzoek gedaan naar de bovenste 4 meter van de zeebodem van een 50 km brede zone langs de Nederlandse kust. Naast dit systematisch onderzoek is er detailonderzoek gedaan voor diverse projecten en op zandwinlocaties ten behoeve van bijvoorbeeld suppleties.

Voor het gehele NCP wordt een overzichtskartering uitgevoerd op schaal 1:250.000. Hiervan zijn de meeste kaartbladen verschenen. Het seismisch onderzoek is voor deze kartering aangevuld met 5 boringen tot 10 meter beneden de zeebodem per 412 km². Daarnaast zijn boringen tot een diepte van 4.5 meter verricht. Naast de overzichtskartering wordt een detailkartering op schaal 1:100.000 uitgevoerd. Gezien de toenemende belangstelling voor de ondergrond van het kustgebied in verband met de plannen voor kustuitbreiding en winning van beton- en metselzand is de inspanning de laatste jaren gericht op de detailkartering van het kustgebied. De detailkartering wordt van zuid naar noord uitgevoerd. De kaartbladen Rabsbank, Buitenbank en Schouwenbank van de kustgebieden voor de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden zijn gereed. De kaartbladen Indusbank en IJmuiden Gronden van het Zuid- en Noord-Hollandse kustgebied zijn in een vergevorderd stadium.

In het kader van de detailkartering is de boordichtheid van boringen tot en diepte van 10 tot 12 meter toegenomen tot 1 boring per km². Vergeleken de boordichtheid op land (5 per km²) is deze boordichtheid gering, maar

vergeleken met de boordichtheid op zee in de omringende landen is het veel. Dat betekent dat onze kennis van de samenstelling en opbouw van de zeebodem relatief groot is.

Voor het vaststellen van de aanwezigheid van specifieke zandkwaliteiten is, met de bestaande kennis als achtergrond, aanvullend detailonderzoek nodig. Op de kaartbladen Schouwenbank en Indusbank van de detailkartering bevindt zich de Formatie van Kreftenheye, die zand en grind bevat dat mogelijk toepasbaar is als betonzand en metselzand. Bij het PIA-onderzoek is hier speciaal aandacht aan besteed (Van Heijst, 2004).

2.3.3 Geologie

In het dalende Noordzeegebied zijn in de loop van miljoenen jaren honderden tot duizenden meters dikke pakketten met van het land en de zee afkomstig zand en klei gevormd. De sedimenten die nu aan of onder de zeebodem liggen zijn gedurende de laatste 2.5 miljoen jaar aangevoerd. Deze periode wordt gekenmerkt door een afwisseling van ijstijden, waarin de Noordzee een aantal malen droogviel en warmere tijden waarin de zee het gebied bedekte. De afzettingen in de perioden voorafgaand aan de laatste 2.5 miljoen jaar worden niet beschreven omdat deze te diep liggen of in de geologische perioden daarop volgend zijn omgewerkt en verplaatst.

In het zuidelijk deel van het NCP zijn de afzettingen uit de ijstijden van oorsprong voornamelijk fluviatiel, afkomstig van rivieren. In het noordelijk deel zijn ook veel glaciële sedimenten, vanuit Scandinavië of Groot-Brittannië aangevoerd door het landijs dat in de ijstijden delen van de Noordzee bedekte. De rivieren brachten zand, klei en grind naar het gebied. Het landijs bovendien keileem en stenen. In de warme perioden werd het afgezette materiaal omgewerkt en getransporteerd door stromingen en golven en werden mariene zanden en kleien afgezet.

De bodem van het NCP bestaat grotendeels uit zand, met hier en daar grind en klei of silt. Het algemene beeld is dat de korrelgrootte aan de oppervlakte van zuid naar noord afneemt. Duidelijk is echter dat de korrelgrootte van plaats tot plaats sterk kan verschillen. Dit geldt ook voor andere sedimenteigenschappen zoals sortering. In het noordelijk deel van het NCP komt door afzetting van slib veel klei en silt voor in de bodem.

Bij de beschrijving van de geologie van de ondergrond van de Noordzee worden de aardlagen ingedeeld in formaties. Formaties zijn aardlagen die onder bepaalde omstandigheden zijn afgezet en daardoor bepaalde kenmerken vertonen met betrekking tot hun samenstelling of verbreiding. Formaties zijn niet noodzakelijkerwijs in een bepaalde tijd afgezet.

Voor de oppervlakedelfstoffenwinning in de Noordzee zijn de afzettingen vanaf de voorlaatste ijstijd (het Saalien) van belang. Na het Saalien volgden het warmere Eemien, waarin het Noordzeegebied weer onder water stond en mariene afzettingen werden gevormd, het Weichselein, de laatste ijstijd, waarin de Noordzee droog viel en het Holoceen, de warme periode van de laatste 10.000 jaar waarin het Noordzeegebied weer zee geworden is. De aan het Holoceen voorafgaande periode wordt Pleistoceen genoemd. In Appendix A worden de belangrijkste formaties uit de periode vanaf het Saalien beschreven.

Voor de winning van beton- en metselzand is het van belang dáár te winnen waar zich grof materiaal bevindt. Grof materiaal komt voor bij de Klaverbank.

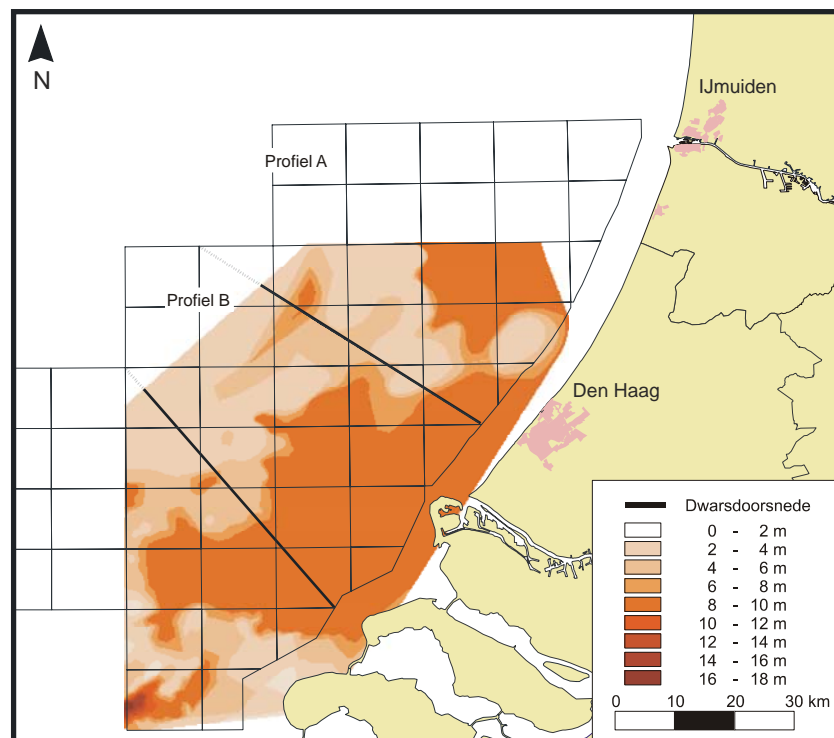
Deze lokatie wordt in dit rapport echter niet. Grof materiaal komt ook voor in de fluviatiele (rivier) afzettingen van vlechtende rivieren gedurende de ijstijden. Zo'n afzetting is de Formatie van Kreftenheye die in het kustgebied van Zuid-Holland en in het kustgebied van Noord-Holland op geringe diepte onder de zeebodem voorkomt. Deze formatie bestaat uit rivierafzettingen gemengd met omgewerkte mariene afzettingen, die lokaal grove, grindhoudende zanden bevatten. De Formatie van Kreftenheye wordt gekenmerkt door een sterke afwisseling, zowel horizontaal als verticaal, van fijne en grove afzettingen. Dit maakt het moeilijk de locatie van bruikbaar grof materiaal te lokaliseren.

2.3.4 Bodemsamenstelling

Uit informatie van het NITG-TNO, de kaartbladen Ostend 1:250.00 Kwartair en het kaartblad Buitenbanken 1:100.000 is bekend dat in het wingebied in de Formatie van Kreftenheye zich zand bevindt dat geschikt is voor het samenstellen van beton- en metselzand (Van Heijst, 2004). Daarnaast is grof zand (met D50 waarden van 250 - 550 mm volgens de geologische definitie. De industriezandproducenten vinden dit fijn zand) aanwezig op de toppen van de zandgolven (Rijsdijk, K.F., 1995).

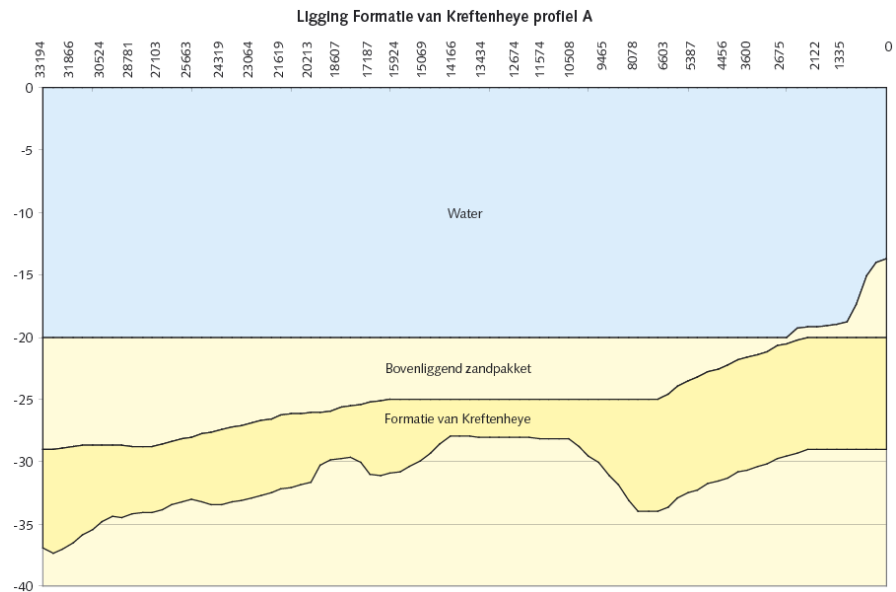
De top van de Formatie van Kreftenheye ligt langs de kust van Zuid-Holland op minder dan -20 m ten opzichte van LLWS. LLWS is een waterpeil dat in het wingebied van dit rapport ongeveer 75 cm onder NAP ligt. Iets ten noorden van Scheveningen ligt de top op ongeveer -25 m ten opzichte van LLWS, en naar het westen toe meer dan -25 m ten opzichte van LLWS (Frantsen, P.J., Zwanenburg-Nederlof, H.P., 1998). Dit impliceert dat voordat het zand van de Formatie van Kreftenheye aan kan worden geboord eerst het bovenliggende pakket zand moet worden afgegraven (zie Figuur 2.10).

.....
Figuur 2.10 Diepteligging top Formatie van Kreftenheye in meters beneden LLWS



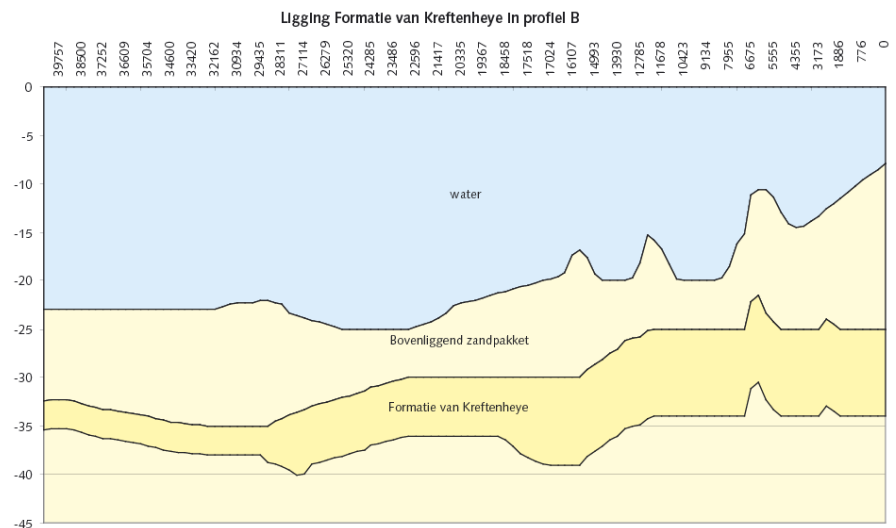
De dikte van de Formatie van Kreftenheye varieert ongeveer tussen de 3 m langs de randen van de formatie tot meer dan 9 m in een groot deel van de vlakken uit het wingebied (Frantsen, P.J., Zwanenburg-Nederlof, H.P., 1998) (zie Figuur 2.11).

.....
Figuur 2.11 Dikte Formatie van Kreftenheye in meters



Van oost naar west helt de top van de Formatie van Kreftenheye van -24 m LLWS bij de kust tot -28 m LLWS op 25 km uit de kust (zie Figuur 2.12).

.....
Figuur 2.12 Dwarsdoorsnedes Formatie van Kreftenheye (Profiel A en B)



De korrelgrootte varieert binnen de Formatie van Kreftenheye soms zeer sterk binnen korte afstanden. Over het algemeen valt de D50 binnen de fracties middenkorrelig tot grof zand (volgens de geologische definitie). De D50 is gemiddeld 290 mm (Frantsen, P.J., Zwanenburg-Nederlof, H.P., 1998). De waarde van de D50 geeft een indicatie of het zand van een locatie geschikt is om verwerkt te kunnen worden tot beton- en metselzand. Voor het samenstellen van beton- en metselzand is een goede korrelgrootteverdeling echter een veel belangrijker maat.

Het sediment van de bodemtoplaag in het wingebied bestaat overwegend uit zand, net als in de rest van het Nederlands kustgebied. De bodemtoplaag (50 cm) bestaat overwegend uit middenkorrelig zand met een D50-waarde tussen 250-400 micrometer. Dichter naar de kust, landwaarts van ca. 20 m dieptelijn, bevindt zich fijn zand met D50-waarde tussen 125 en 250 micrometer. Er is

enige verschuiving naar grover zand in dieper water. Ook de toppen van zandgolven bevatten enigszins grovere zanden.

Het slibgehalte (korrelgrootte kleiner dan 63 mm) in de bodemtoplaag is gering, overwegend kleiner dan 5% (gewichtspcenten). Slibgehalten zijn groter in de diepere dalen van de zandgolven, in de geul en op en in de omgeving van Loswal Noord en Loswal Noordwest en de Haringvlietmond (10-40%). Zolang het slibpercentage kleiner is dan ca. 20% bepaalt het zand de eigenschappen van het sediment. Dit geldt voor het gehele wingebed, met uitzondering van de Haringvlietmond en stortgebieden Loswal Noord en Loswal Noordwest.

2.4 Fysische processen

2.4.1 Inleiding

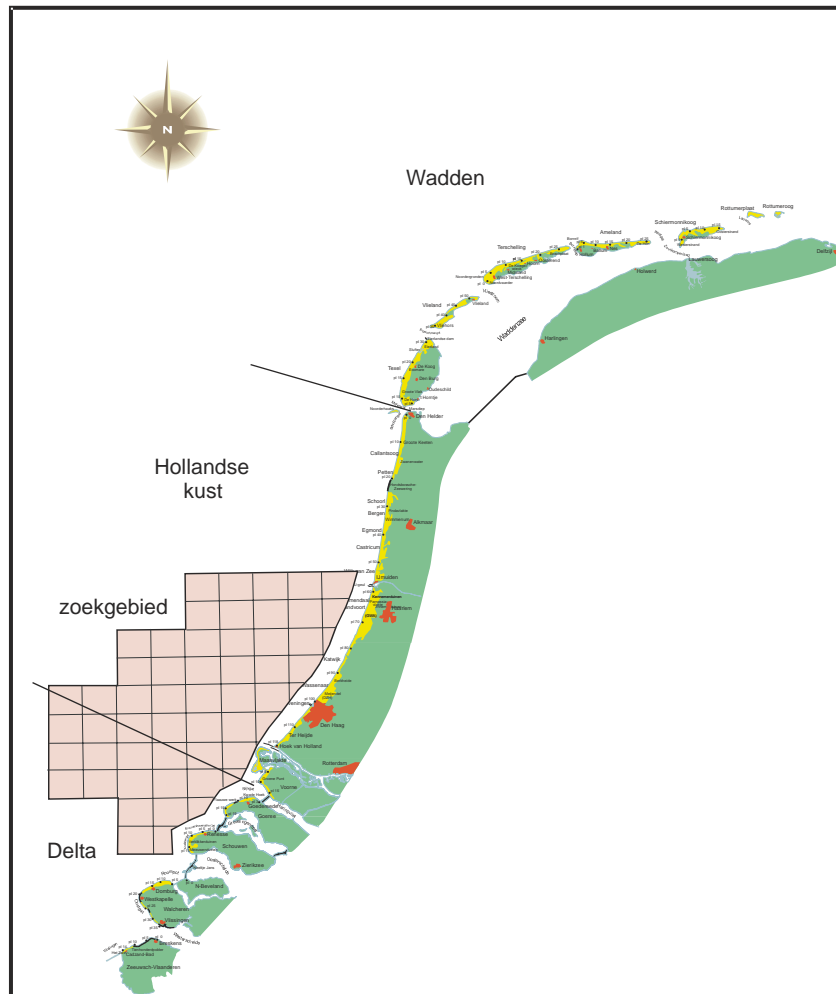
In deze paragraaf worden de fysische processen beschreven die bij de beschrijving van de mogelijke effecten (zie hoofdstuk 5) van belang zijn. Na een inleidende systeembeschrijving worden achtereenvolgens de geomorfologie, de waterbeweging en de transportprocessen behandeld. Informatie over de geologie en bodemsamenstelling is reeds verwoord in de voorgaande paragraaf. Tezamen verwoorden ze de huidige fysische toestand van het wingebed. Deze paragraaf wordt afgesloten met een korte beschrijving van de autonome ontwikkeling van het wingebed.

In de beschrijving staat het wingebed centraal. Indien fysische processen buiten het wingebed (in het studiegebied) hiervan afwijkend zijn en tevens van belang voor de effectbeschrijving in zie hoofdstuk 5, is dit apart vermeld.

2.4.2 Systeembeschrijving Nederlandse kust

De huidige kustlijn van Nederland strekt zich uit van Rottumeroog tot aan het Zwin bij Cadzand en heeft een lengte van 353 km waarvan 254 km uit duinen bestaat. De kust kan in drie deelsystemen worden opgesplitst: de Waddenkust, de gesloten Hollandse kust en de Zeeuwse en Zuidhollandse Delta (Figuur 2.13).

.....
Figuur 2.13 De Nederlandse kust (= studiegebied), met onderscheid tussen de Waddenkust, de Hollandse kust en het Deltagebied + wingegebied



De geomorfologie van het Nederlandse kustgebied is continu aan veranderingen onderhevig, zowel op natuurlijke wijze als door invloeden van menselijk handelen. Dit vindt plaats op verschillende tijd- en ruimteschalen. Op lange termijn (>100 jaar) is relatieve zeespiegelstijging van belang. De beschikbaarheid van sediment en de aanwezigheid van moeilijk erodeerbare lagen van bijvoorbeeld keileem bepalen hoe de kust zich aan deze zeespiegelstijging kan aanpassen. Daarnaast kunnen grootschalige menselijke ingrepen het kuststelsel op deze termijn beïnvloeden. Voorbeelden zijn de uitvoering van de deltawerken en de bouw van de Maasvlakte. Ook de aanleg van havendammen kan als een grootschalige ingreep worden aangemerkt.

Op middellange termijn (10-100 jaar) zijn stroming, golven en wind de belangrijke drijvende krachten voor de natuurlijke processen. Veranderingen van het kuststelsel vinden op kleinere schaal plaats, veelal binnen een deelsysteem. Op diep water wordt het transport van sediment gestuurd door de getijbeweging; in ondiep water bepaalt de golfwerking de grootte van het transport. Met de structurele uitvoering van zandsuppleties sinds 1990 wordt het hoger gelegen profiel van het kuststelsel als geheel gevoed, jaarlijks met ca. 6 miljoen m³ zand.

Op korte termijn (1-10 jaar) spelen seizoensvariaties in windkracht en golfwerking een rol en is tevens het optreden van zware stormen van belang.

Daarnaast wordt de kustontwikkeling lokaal beïnvloed door de uitvoering van zandsuppleties.

2.4.3 Geomorfologie

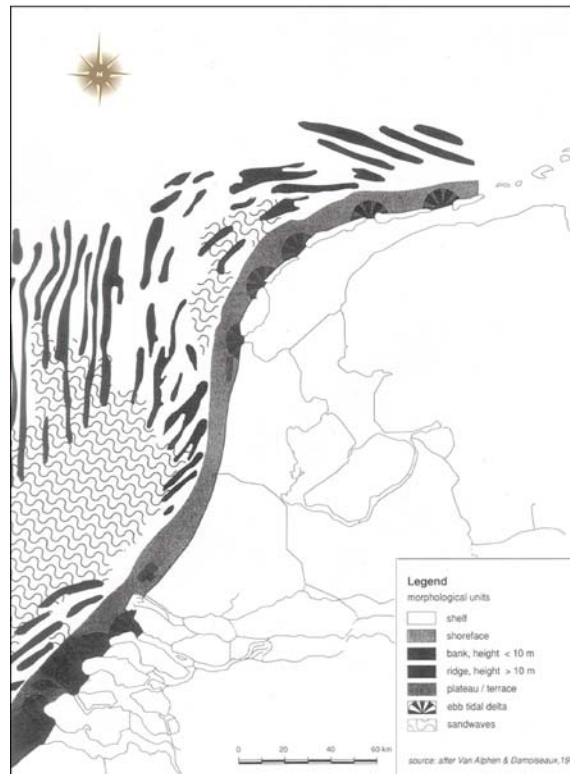
Bodemligging

De landwaartse grens van het wingebied wordt bepaald door de doorgaande NAP -20 m dieptelijn. Deze lijn bevindt zich op minimaal 10 km uit de kust. De bodemdpte neemt naar de zeewaartse grens, op ca. 50 km uit de kust, toe tot ca. NAP -35 m. Daarmee is de zeebodem redelijk vlak (helling < 1:1000). De zuidkant van het wingebied bevindt zich voor de Deltakust, ter hoogte van Schouwen-Duiveland, terwijl de noordkant zich tot aan IJmuiden voor de Hollandse kust uitstrekt.

Rhythmische patronen

Rhythmische patronen zijn karakteristiek voor de zeebodem van het Nederlands kustgebied. Binnen het wingebied zijn patronen van verschillende afmetingen aanwezig (zie Figuur 2.14). Van groot naar klein betreft dit grootschalige banken, zandgolven en megaribbels. Ten behoeve van de winning van beton- en metselzand worden de zandgolven als potentiële wingebieden beschouwd.

.....
Figuur 2.14 Geomorfologie van de Nederlandse kustzone



Bron: Van Alphen en Damoiseaux, 1989

Grootschalige banken (Steenbanken Goeree, Middelbank en Schouwenbank) bevinden zich zowel in het zuidelijk deel als het noordelijk deel van het wingebied. In de zuidpunt van het wingebied liggen, ten westen van Schouwen-Duiveland, enkele grote banken. De oriëntatie van deze banken is in ZW-NO-richting, hun onderlinge afstand enkele km en de top-dalhoogte bedraagt meer dan 10 meter. De banken bevinden zich net zeewaarts van de (doorgaande) 20 meter dieptelijn en grenzen aan de landwaartse zijde aan de Voordelta (zie onder "geomorfologie buiten het wingebied").

Direkt ten noorden van deze banken, ten westen van Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee, liggen twee grote banken: de "Bollen van Goeree". Deze banken zijn in WZW-ONO-richting georiënteerd, hebben een onderlinge afstand van enkele km en kennen een top-dalhoogte van 5 tot 10 m. De banken bevinden zich eveneens rond 20 m waterdiepte en grenzen aan landwaartse zijde aan de Voordelta (zie onder "geomorfologie buiten het wingebied").

In het noordelijk deel van het wingebied bevinden zich banken in de kustzone. Deze worden ook wel de kustaangehechte banken (shoreface-connected ridges) genoemd (Meene, J.W.H. van de, 1994). De oriëntatie van de banken is ZW-NO, de onderlinge afstand van de banken varieert tussen 1 en 4 km en de top-dalhoogte varieert tussen 1 m en in een uitzonderlijk geval tot maximaal 6 m. De banken bevinden zich in waterdieptes tussen 14 en 20 m en grenzen aan landwaartse zijde aan het kustprofiel (de shoreface) van de Hollandse kust.

Van de grootschalige banken kan niet met zekerheid vastgesteld worden of ze stabiel zijn of niet en of ze verplaatsen op een tijdschaal van decennia tot eeuwen. Op korte termijn (jaren) mogen de banken als stabiel verondersteld worden. Onderzoek heeft echter aangetoond dat de meeste van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse banken al duizenden jaren stabiel zijn (Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1981). De kustaangehechte banken verplaatsen zich tussen 0.5 en 1 m in de richting van de dominante vloedstroom noordwaarts (Meene, J.W.H. van de, 1994).

De zandgolven zijn rhythmische patronen van kleinere afmeting. Zeewaarts van grofweg de NAP -20 m dieptelijn is de bodem van het wingebied, voor een groot deel bedekt met zandgolven. De toppen van de zandgolven zijn georiënteerd in NW-ZO-richting, nagenoeg loodrecht op de dominante getijstroomrichting. De toppen van de zandgolven liggen op een gemiddelde onderlinge afstand van 200-350 m met variaties tussen 100 en 500 m. De top-dalhoogte van de zandgolven neemt toe van ca. 2 m hoogte op 10 km uit de kust naar ca. 6 m. hoogte op 20 km uit de kust (Terwindt, J.H.J., 1971; Redeker, F.R., Kollen, J., 1983; Tobias, F.C., 1989).

Van de zandgolven is bekend dat deze in geringe mate dynamisch zijn. Verplaatsing vindt in de meeste gevallen plaats in de richting van het netto noordwaarts gerichte zandtransport en bedraagt hooguit enkele meters per jaar. Geen verplaatsing of een verplaatsing afwijkend van de transportrichting is daarentegen niet uitgesloten.

De zandgolven zelf zijn deels weer overdekt met nog kleinere megaribbels, overwegend aan de zuidzijde van de zandgolftoppen. De megaribbels staan in nagenoeg dezelfde richting georiënteerd, hebben een gemiddelde onderlinge afstand van 13-23 m, met variaties tussen 5 en 45 m. De top-dalhoogtes bedragen gemiddeld 0.25-0.75 m, met variaties tussen 0.2 tot 1.5 m (Terwindt, J.H.J., 1971; Tobias, F.C., 1989).

Over de zandgolven verplaatsen de megaribbels zich in de richting van het netto zandtransport. De migratie is groter dan die van de zandgolven zelf, namelijk tientallen meters per jaar.

Menselijke invloeden

De geomorfologie in het wingebed is en wordt nog steeds door menselijk handelen beïnvloed. Het gaat hier bijvoorbeeld om zandwinning en baggerstort, zie paragraaf 2.2 en Figuur 2.9. Van het midden van het wingebed naar het noorden zijn de belangrijkste ingrepen als volgt:

Rond het midden van het wingebed, ter hoogte van de Rijn-Maasmond ligt de Euro-Maasgeul. De Maasgeul, met een breedte van ongeveer 600 m en diepte rond 26 m, loopt in het verlengde van de Nieuwe Waterweg, over ca. 11 km richting zee. Vanaf dat punt vormt de Eurogeul met gewijzigde oriëntatie de voortzetting tot in nog dieper water. Ter plaatse van de knik tussen Maasgeul en Eurogeul bevindt zich ten noorden van de geul een ankergebied. Gezien de grotere waterdiepte verder uit de kust, vormt de Eurogeul nauwelijks meer een echte verdieping. Er is hooguit sprake van een onderbreking van de aanwezige zandgolftoppen. Middels baggerwerkzaamheden wordt de Euro-maasgeul op de gewenste diepte gehouden.

Verder zijn direct ten noorden van de Maasgeul enkele loswalgebieden aanwezig waar het overtollige slib en zand uit de haven wordt gestort. De doorgaande NAP-20 m dieptelijn, die de landwaartse grens van het wingebed afbakt, loopt dwars over Loswal Noord. Loswal Noordwest en de verdiepte loswal liggen geheel binnen het wingebed. De eerste loswal, Loswal Noord, bevindt zich ca. 5 km uit de kust, ca. 5 km ten noorden van de Maasmond. De landwaartse rand van het wingebed loopt over het midden van de Loswal (zie Figuur 2.9). Over een oppervlakte van zo'n 15 km² is hier zo'n 70 M m³ sediment aanwezig, als restant van de stortactiviteiten. Hierdoor is een ondiepte ontstaan, een soort "terras", die lokaal tot 10 à 12 meter onder het wateroppervlak reikt. Sinds juli 1996 is een tweede loswal ter vervanging van Loswal Noord in gebruik op enkele km ten noorden daarvan: Loswal Noordwest (zie Figuur 2.9). Loswal Noordwest omvat een oppervlakte van ca. 8.5 km². Tussen juli 1996 en oktober 1997 is ca. 14 Miljoen m³ baggerspecie gestort, waarvan nog zo'n 4 m³ op de loswal aanwezig is (zie kader 1). Een derde stortplaats wordt in 2000 in gebruik genomen. Dit betreft de aanleg van verdiepte loswallen ten westen van Loswal Noord. Meer hierover onder "autonome ontwikkeling" (zie paragraaf 2.4.6).

Verder noordwaarts, ongeveer 4 km ten noorden van de haven van Scheveningen, bevindt zich op ca. 5 km uit de kust, tegen de landwaartse grens van het wingebed, de Loswal Scheveningen. Deze loswal, met een oppervlak van ca. 0.5 km² wordt gebruikt voor de stort van baggerspecie uit de haven van Scheveningen. In de periode 1992 t/m 1997 is op Loswal Scheveningen ca. 500.000 ton aan baggerspecie (droge stof) gestort.

De noordrand van het wingebed wordt doorsneden door de IJ-geul. Deze geul is met een breedte van 500 m en een diepte rond 19 m net iets kleiner dan de Euro-Maasgeul. De geul loopt door tot zo'n 23 km uit de kust, waar de omgevingsdiepte even groot is als de geuldiepte.

Tot slot ligt ten noorden van de IJ-geul en net noordwaarts en landwaarts van de rand van het wingebed de Loswal IJmuiden, waar over een oppervlakte van zo'n 3 km² baggerspecie uit de haven van IJmuiden wordt gestort. In de periode 1992 t/m 1997 bedroeg de stort 8.8 miljoen ton (droge stof).

Kader1

De hoeveelheid sediment die gestort wordt is per definitie groter dan de hoeveelheid die ter plaatse van de Loswallen achter blijft. Een deel van het sediment komt namelijk niet op de losplaats terecht, maar daarbuiten, en een deel van het verspreide sediment verdwijnt naderhand door erosie. Gezien de relatief hoge slibpercentages van het gestorte sediment (> 20%) fungeren beide stortgebieden daarom als slibbron voor het betreffende wingebed. Een derde verklaring voor het verschil tussen gestorte en de gemeten hoeveelheid wordt veroorzaakt door consolidatie van het sediment.

Geomorfologie buiten Wingebed

In het volgende is de geomorfologie van het studiegebied buiten het wingebed beschreven, voor zover afwijkend van de geomorfologie in het wingebed.

Landwaarts van het wingebed bevindt zich een overgangszone tot aan de kust. Het kustprofiel of "shoreface" kent een helling tot 1:100 en is daarmee een stuk steiler dan de vlakke bodem van het wingebed.

Het meest landwaartse deel van de kust, de nabije kustzone, kenmerkt zich door een hoge dynamiek: veranderingen in de geomorfologie vinden plaats op relatief korte tijdschalen. Voor een flink deel langs de Nederlandse kust (Noord-Hollandse kust en centrale delen van de Waddeneilanden) bevinden zich in de nabije kustzone één of meer brekerbanken. Deze ritmische structuren liggen overwegend parallel langs de kust en kennen een top-dalhoogte tot maximaal enkele meters.

Verder ten noorden en ten westen van het wingebed bevinden zich grootschalige getijdebanken. De oriëntatie van de banken is in zuid-noord-richting, waardoor deze onder een geringe hoek staan met de heersende getijstroomrichting. Onderlinge afstand van deze banken bedraagt orde 10 km en de top-dalhoogte van deze banken kan meer dan 10 m bedragen.

De Voordelta is de benaming voor de verzameling van ebdelta's zeewaarts van de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden. Ebdelta's zijn opeenhopingen van grote hoeveelheden zand, afgevoerd door de getijgeulen van de landwaarts gelegen getijdebekkens. Dit zijn de Westerschelde, de Oosterschelde, het Grevelingen en het Haringvliet. De Voordelta heeft de laatste decennia flinke verandering ondergaan als gevolg van de aanleg van de deltawerken, waaronder de afsluiting van het Haringvliet, alsmede de aanleg van de Maasvlakte. Meer hierover onder "autonome ontwikkeling buiten wingebed" (paragraaf 2.4.6)

2.4.4 Waterbeweging

Algemeen

In het volgende worden de karakteristieke waterstanden, het stromingspatroon en het golfveld binnen het wingebed besproken. De beschrijving gaat uit van gemiddelde omstandigheden, waartoe ook stormen gerekend worden met een frequentie van ca. eens per 1-5 jaar. Extremere stormomstandigheden worden hier niet beschreven, hoewel deze een grote invloed kunnen hebben op de waterbeweging en sedimenttransporten.

De belangrijkste component van de (gemiddelde) waterbeweging in het wingebed is de tweemaaldaagse getijbeweging (periode ca. 12 uur en 25

minuten). Het getij is een soort lange golf van enkele honderden kilometers lengte die langs de Nederlandse kust van het zuiden naar het noorden loopt. Het getij kent een horizontale component (stroomsnelheid) en een verticale component (waterstand).

Waterstanden

Waterstanden worden dagelijks gemeten in diverse meetstations langs de Nederlandse kust. Langs de Nederlandse kust verloopt de getijslag, d.w.z. het verschil tussen Gemiddeld Hoog Water (GHW) tijdens vloed en Gemiddeld Laag Water tijdens eb, behoorlijk. Bij Vlissingen bedragen het GHW en het GLW respectievelijk NAP +2.05 m en -1.81 m, bij IJmuiden zijn dit NAP + 0.97 m en -0.73 m, terwijl ze bij Delfzijl NAP +1.35 m en -1.64 m bedragen. De getijslag verloopt daarmee van 3.86 m bij Vlissingen naar 1.70 m bij IJmuiden tot weer 2.99 m bij Delfzijl. Rond het midden van het wingebied, ter hoogte van Hoek van Holland variëren de waterstanden gemiddeld tussen +1.2 NAP bij vloed en -0.8 NAP bij eb, een getijslag van ca. 2 m. Deze gegevens zijn afkomstig uit de Getijtafels voor Nederland (Getijtafels, 1999).

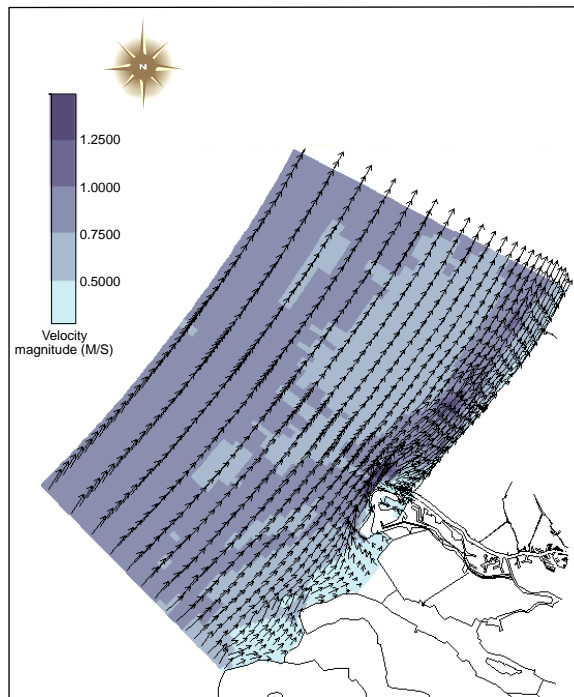
Bovengenoemde waarden betreffen gemiddelde waarden. De maximale en minimale waterstanden varieëren namelijk over een periode van 14 dagen, de doortij-springtijcyclus. Bij doortij is de getijslag kleiner dan gemiddeld en bij springtij juist groter dan gemiddeld. Binnen een getijperiode verloopt de waterstand dan niet geheel symmetrisch: het stijgen van de waterstand tijdens vloed verloopt iets sneller dan het dalen van de waterstand tijdens eb.

Stromingspatroon

De (dieptegemiddelde) getijstroomsnelheden in het wingebied zijn overwegend langs de kust gericht, bij vloed in noordoostelijke richting en bij eb in zuidwestelijke richting. In de richting dwars op de kust (NW-ZO) zijn de stroomsnelheden gering. De karakteristieke grootte van de getijstroomsnelheden tijdens eb en vloed ca. 0.8 m/s, waarbij de vloodsnelheid net iets groter is dan de ebsnelheid. In Figuur 2.15 zijn de maximale vloodstroomsnelheden bij flinke ZW (mee)wind voor een groot deel van het wingebied weergegeven.

De waarde van 0.8 m/s is een opnieuw een gemiddelde. Tijdens springtij zijn de snelheden groter en bij doortij kleiner. Binnen één getijperiode beweegt een waterdeeltje zich heen en weer over een totale afstand van ca. 25 tot 30 km.

.....
Figuur 2.15 Stroomsnelheidsveld oppervlakte laag Rijn-Maasmond, max. vloed, ZW-wind 15 m/s.



Bron: Kuijper, E.V.L. 1997b

Net als voor de waterstanden is het verloop in de stroomsnelheid niet geheel symmetrisch. Ook hier neemt de stroomsnelheid bij vloed sneller toe dan bij eb, waardoor de duur van de ebperiode iets langer is dan de duur van de vloedperiode. De maximale vloodsnelheid is daarentegen net iets groter dan de maximale ebsnelheid. Omdat de vloedstroming plaats vindt tijdens hogere waterstanden wordt tijdens de relatief korte vloedperiode meer water in vloedrichting verplaatst dan tijdens de langere ebperiode in ebrichting. Een getijgemiddelde restverplaatsing in noordoostelijke richting van 2 à 2.5 km oftewel zo'n 0.05 m/s is het gevolg. Lokaal, aan de landwaartse rand rond het midden van het wingebied wordt deze reststroming beïnvloed door de aanwezigheid van de Maasvlakte en het noorderhavenhoofd (zie kader 2).

Dit algemene getijstroombeeld wordt beïnvloed door een aantal factoren. De belangrijkste zijn de wind en de afvoer van zoet water door de Rijn en Maas. Beide invloeden worden kort besproken.

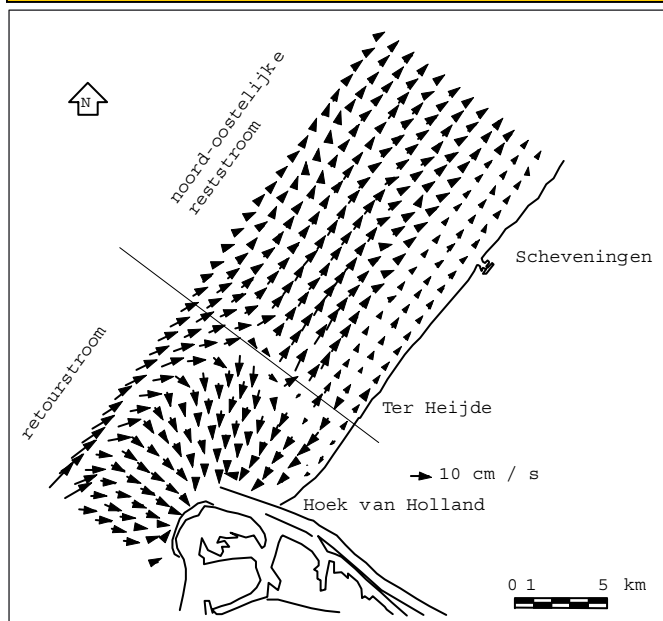
De wind varieert in richting en snelheid, maar kent een jaargemiddelde resultante uit Zuidwestelijke richting. De wind oefent een schuifkracht uit op het wateroppervlak. De bovenste waterlagen gaan daardoor (onder een kleine hoek) met de wind meebewegen, maar het effect dempt sterk uit met toenemende waterdiepte. De hierdoor veroorzaakte stroomsnelheden zijn in de orde van 1 à 2.5% van de windsnelheid. Bij wind loodrecht op de kust treedt een compenserende bodemstroom in tegengestelde richting op. Wind evenwijdig aan de kust kan de noordoostelijke stroomsnelheid versterken of verzwakken. Jaargemiddeld zorgt de windschuifspanning voor een resulterend noord(oost) gerichte stroming in de bovenlaag van de waterkolom van 0.07 tot 0.11 m/s (Ruijter, W.P.M. de, Giessen, A. van der, Groenendijk, F.C., 1992).

Door de Rijn en Maas wordt rivierwater via de Maasmond en via het Haringvliet naar zee afgevoerd. Het zoete water uit de rivieren mengt zich in de Rijn-Maasmond met het zoute zeewater dat langs de bodem naar binnen dringt. Het relatief zoete water stroomt de zee op en omdat zoet water lichter is dan zout water ontstaan er verschillen in dichtheid. Deze dichtheidsverschillen drijven een stroming aan, waarbij relatief zoet water nabij het oppervlak in zeewaartse richting stroomt - onderweg vermengend met zout water - terwijl relatief zout water nabij de bodem in landwaartse richting stroomt. Uit metingen is een jaargemiddeld kustwaartse stroomsnelheid nabij de bodem afgeleid van ca. 0.03 m/s (Ruijter, W.P.M. de, Giessen, A. van der, Groenendijk, F.C., 1992). De zeewaarts gerichte component aan het oppervlak is zwak.

Kader2

Door de aanwezigheid van de Maasvlakte en het Noorderhavenhoofd wordt de stroming lokaal uit de kust gedrukt. Hierdoor krijgt ook het getijgemiddelde stromingspatroon lokaal een ander aanzien. Op enkele km zeewaarts van de Maasvlakte vindt nog steeds een restverplaatsing in noordoostelijk richting plaats, zoals hierboven geschetst. Dichter bij de kust is de restverplaatsing echter meer in kustwaartse richting. Direct ten noorden van de Maasvlakte en noorderhavenhoofd, maar landwaarts van het wingebied, is de restverplaatsing zelfs in zuid- of zuidwestelijke richting. Dit wordt ook wel de retourstroom genoemd (zie Figuur 2.16). De invloed van de retourstroom strekt zich uit tot zeker 10 km ten noorden van het noorderhavenhoofd. Dit betekent dat op de landwaartse rand van het wingebied, ter hoogte van de Maasvlakte en zeker 10 km ten noorden daarvan, de reststroming een iets grotere component in kustwaartse richting kent.

.....
Figuur 2.16 Dieptegemiddeld reststroompatroon rond Maasvlakte: retourstrooming aan noordzijde.



Golfveld

Meetgegevens van golfhoogte, golfrichting en golfperiode worden verzameld op enkele golfmeetstations op dieper water voor de Nederlandse kust. Op basis van deze gegevens kunnen frequentieverdelingen worden afgeleid. In het volgende wordt de informatie van Lichteiland Goeree als kwalitatief karakteristiek genomen voor het totale wingebed.

Zeer frequent zijn golven van 0.5 tot 1 m met golfperioden van 3 tot 5 seconden. De gemiddelde golfhoogte bedraagt ca 1 m. In 10%, respectievelijk 1% van de tijd wordt een golfhoogte van 2.25 m, respectievelijk ruim 3.5 m overschreden. Langere golfperioden komen voor bij deining en bij hoge stormgolven.

Voor meer kwantitatieve informatie over het golfveld in het wingebed dienen ook de meetstations Europlatform en IJmuiden te worden betrokken, waarbij ook informatie over de golfrichtingen beschikbaar is.

Waterbeweging buiten wingebed

De richting van de getijstrooming is afwijkend ter plaatse van de getijdebekkens van de Deltakust en zeegaten van de Waddenzee, alsmede in de Maasmond. De component in de kustdwarse richting is daar van dezelfde orde als de kustlangse component.

Zoet/zout verschillen zijn met name voor (kustwaartse deel van) het wingebed van belang. De dichtheidsgradiënt zorgt ervoor dat er een netto kustwaarts gerichte stroming heerst. Als gevolg hiervan worden aangevoerde nutriënten en zwevende stoffen hoofdzakelijk in de kustzone getransporteerd. Er wordt ook wel gesproken van de "kustrivier" met een hogere troebelheid dan daarbuiten. Omdat de dichtheidsgedreven stroming afhankelijk is van de aanvoer van zoet water, zal het effect seizoensafhankelijk zijn. In de winter/voorjaar wanneer de rivierafvoer het grootst is zal een grotere dichtheidsgradiënt ervoor zorgen dat de kustrivier smaller is dan in de zomer, wanneer de rivierafvoer een stuk kleiner is.

Voor andere delen van de kust verder verwijderd van de Rijn-Maasmond zijn deze verschijnselen van minder groot belang voor de waterbeweging.

In de nabije kustzone is de invloed van golven belangrijk. Door de geringe diepte vindt breking van inkomende golven plaats, waardoor een stroming langs de kust wordt aangedreven. Daarnaast wordt een circulatie dwars op de kust opgewekt, waarbij een kustwaartse stroming in de bovenlaag van de waterkolom optreedt en een zeewaartse stroming in de onderlaag ("undertow" genoemd).

2.4.5 Transportprocessen

Algemeen

Onder invloed van stroming en golven wordt sediment getransporteerd. Het sediment wordt onderscheiden in slib, met deeltjesgrootte tot 63 micrometer, en zand, met een deeltjesgrootte tot maximaal 2 millimeter. In het sedimenttransport wordt verder onderscheid gemaakt tussen transport nabij de bodem, het "bedload" transport en transport van sediment hoger in de waterkolom, het suspensieve transport. Golven spelen een belangrijke rol in de opwoeling van de deeltjes, terwijl het horizontale transport (op dieper water) hoofdzakelijk plaats vindt onder stromingen, aangedreven door het getij, de

wind of door dichtheidsverschillen. In ondiepere kustgedeelten (tot ca. NAP -10 m) veroorzaken golven zelf ook een transport. Een uitgebreide beschrijving van de transportmechanismen en transportformuleringen is te vinden in (Van Rijn, L.C., 1993). Vanwege de complexe relatie tussen waterbeweging en sedimenttransporten zijn berekeningen en metingen van de sedimenttransporten nog altijd met flinke onnauwkeurigheidsmarges omgeven.

De grootte van de zandtransporten wordt in ondiep water (kleiner dan ca. 10 m) dicht bij de kust in belangrijke mate bepaald door de opwoelende werking van golven. Op dieper water neemt de relatieve invloed van golven af totdat in 20 m en dieper water de getijstroom vrijwel overheersen. Het resulterend zandtransport wordt bepaald door het verschil tussen de relatief grote transporten tijdens vloed en eb. Dit verschil is mede afhankelijk van de asymmetrie in het verloop van de stroomsnelheid. De totale transportgrootte (eb en vloed samen) die een raai loodrecht op de transportrichting passeert, is naar schatting tenminste 2 à 5 maal zo groot als het getijgemiddelde transport (de hogere waarden vooral in ondieper water).

Omdat slib fijner en lichter is (kleinere dichtheid) dan zand, wordt het gemakkelijker in transport gehouden. Het slibtransport langs de Nederlandse kust wordt in belangrijke mate bepaald door aanvoer van slib vanuit het kanaal. Schattingen variëren tussen ca. 20 en 50 miljoen ton per jaar. Ongeveer de helft daarvan beweegt zich langs de Belgisch-Nederlandse kust in een strook van afnemende breedte (Salden, R.M., 1998). Eenmaal in de kustzone, wordt het slib in suspensie door het getij, wind en dichtheidsstromingen noordwaarts getransporteerd. Sedimentatie van slib vindt plaats op "golfluwe" plekken waar het moeilijk in transport gehouden kan worden, zoals de havenmondingen aan de kust, de Haringvlietmond en de voordelta en de ondiepe delen van de Waddenzee. Op plaatsen waar slib sedimenteert, vindt consolidatie plaats: de dichtheid van het bodemsediment neemt toe, evenals de weerstand tegen erosie. Er zijn dan grotere stroomsnelheden nodig om het sediment van de bodem te eroderen en in transport te brengen.

Sedimenten

Een beschrijving van de in het wingebied aanwezige sediment, waaronder die in de bodemtoplaag (50 cm) is reeds gegeven in par. 2.3.4. Omdat de bodem overwegend uit zand bestaat - het slibgehalte bedraagt gemiddeld 5% - bepaalt het zand de eigenschappen van het sediment. Uitzondering hierop vormen de stortgebieden Loswal Noord en Loswal Noordwest, waar het slibgehalte tussen de ca. 10 en 40% is.

Zandtransport

De kritieke stroomsnelheid aan de bodem, waarbij het aanwezige zand in beweging kan komen, is orde 0.25 à 0.3 m/s. Deze snelheid wordt door de overschreden. Daarnaast wordt zand opgewoeld door de aanwezigheid van golven. In het wingebied vindt daarom gedurende korte of langere tijd zandtransport plaats, zowel in de vorm van bodemtransport als suspensief transport. De afstand die de zandkorrels in vorm van bodemtransport kunnen afleggen wordt geschat op 0.3 à 1 km per vloed- of ebperiode. In suspensie kan een grotere afstand worden afgelegd (orde 10 km).

Schattingen van het resulterende noord(oost)waartse transport, op grond van waarnemingen aan zandgolven, geulen en de kust (Redeker, F.R., Kollen, J., 1983; Tobias, F.C., 1989) zowel als modelberekeningen (Rijn, L.C. van, 1997), leiden tot 10 à 25 m³/m jaar in 20 m waterdiepte en 50 à 100 m³/m jaar in de

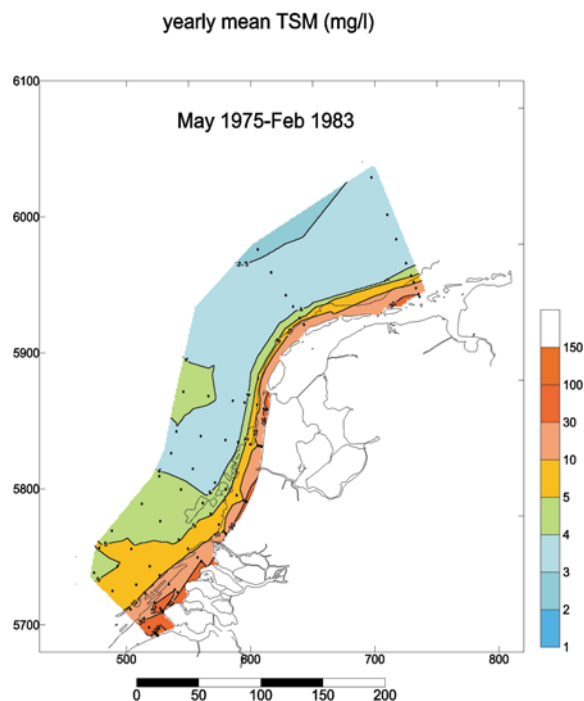
kustzone (rond 10 m waterdiepte); in de brandingszone tot ca. 8 m waterdiepte, waar golfopwoeling de transportgrootte domineert, is dit hoger.

Onder een kustwaarts gerichte reststroming nabij de bodem treedt een gering kustwaarts zandtransport op. Volgens modelberekeningen (Rijn, L.C. van, 1997) bedraagt dit op 20 m waterdiepte naar schatting orde $5 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jaar}$. Deze waarde is echter met grote onzekerheidsmarges omgeven. Het netto transport kan evengoed nul zijn of juist van de kust af. De jaargemiddelde zandtransporten op dieper water zijn een leemte in de huidige kennis.

Slibtransport

De slibtransporten in de Nederlandse kustzone bepalen in belangrijke mate de troebelheid van het Noordzeewater. Het totaal aan zwevend materiaal, oftewel 'total suspended matter' (TSM) bestaat voor het leeuwedeel uit slib. De variabiliteit in het voorkomen van TSM in de bovenlaag van de Noordzee (tot ca. 5 m) langs de Nederlandse kust is afgeleid uit metingen (Suijlen en Duin, 2001). Figuur 2.17 toont de jaargemiddelde TSM-concentraties.

.....
Figuur 2.17 Jaargemiddelde concentraties van de total suspended matter (TSM) langs de Nederlandse kust.



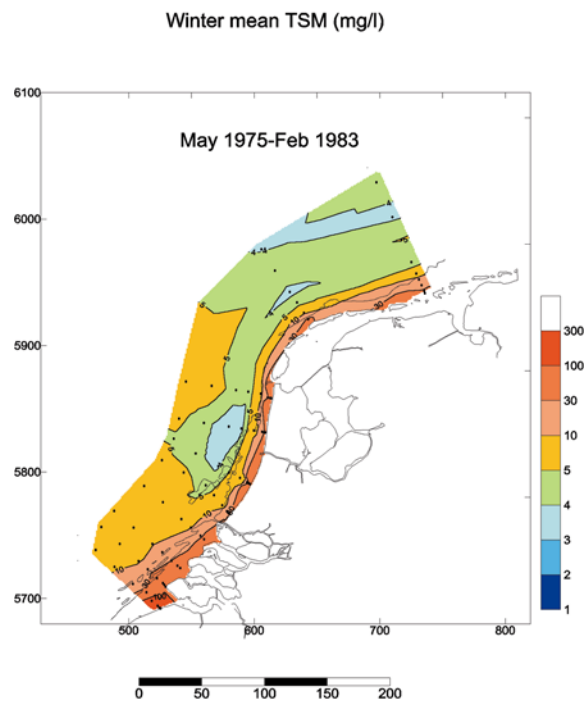
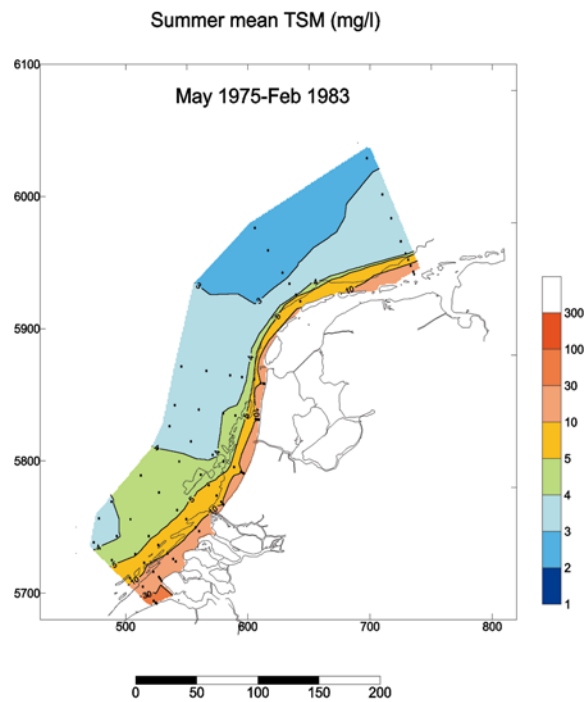
Bron: Suijlen en Duin, 2001

Suijlen en Duin (2001) concluderen dat de TSM-concentratie sterk verband houdt met het golfveld. In de nabije kustzone tot ca. 10 km uit de kust is de gemiddelde TSM-concentratie relatief hoog. Vanwege de kleinere waterdiepte aldaar zorgt het golfveld voor een betere opwoeling. Een lokaal minimum in de TSM-concentratie treedt op tijdens de winterperiode rond het midden van de Hollandse kust op ruim 20 km uit de kust. Dit minimum hangt waarschijnlijk samen met een verhoogde rivierafvoer, waardoor een versterkte estuariene circulatie ontstaat met een sterker landwaarts gerichte (rest)stroming. De zone met hoge TSM-concentraties wordt daardoor dichter tegen de kust gedrukt. Dit resulteert in lagere TSM-concentraties op grotere afstand uit de kust.

Bij toenemende golfenergie neemt de TSM-concentratie navenant toe. Logischerwijs is in de zomermaanden, wanneer de weersomstandigheden

rustiger zijn, de gemiddelde TSM-concentratie lager dan in de wintermaanden. (zie Figuur 2.18).

.....
Figuur 2.18 Gemiddelde concentraties (mg/l) van total suspended matter (TSM) voor respectievelijk de zomerperiode (april t/m november) en winterperiode (december t/m maart).



Bron: Suijlen en Duin (2001).

Op kortere tijdschalen dan de seizoenen treedt een grotere variabiliteit op. Tijdens perioden met rustig zomerweer kan de TSM-concentratie afnemen tot beneden de detectielimiet van 0.1 mg/l. Bij ruwer weer (Bft 7 à 8) kan de TSM-concentratie toenemen tot 20 à 30 mg/l, een factor 6-8 groter dan de

gemiddelde TSM-concentratie in de winterperiode. Tijdens stormomstandigheden ($Bft > 8$), niet gemeten, zullen de TSM-concentraties nog hoger zijn. Direct na een storm nemen de TSM-concentraties binnen twee weken weer af met een factor 3-8.

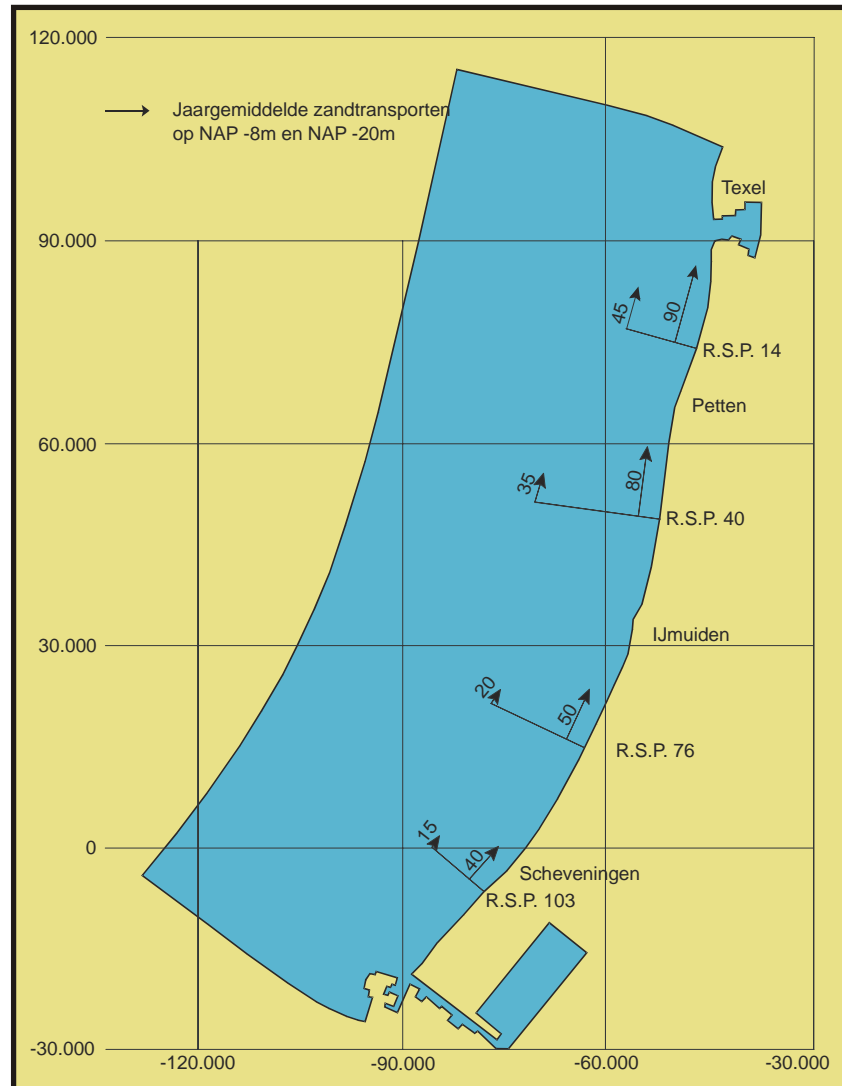
Sedimenttransport buiten het wingebied

In het volgende wordt de aandacht gevestigd op de sedimenttransporten in het studiegebied buiten het wingebied, voor zover afwijkend van de sedimenttransporten in het wingebied.

In het gebied landwaarts van het wingebied (kustprofiel en nabije kustzone) neemt de grootte van zand- en slibtransporten toe, in belangrijke mate vanwege de grotere invloed van de golven bij kleinere waterdieptes. In de nabije kustzone worden ook kustdwars gerichte transporten van belang.

De meest recente informatie over de grootte en richting van de jaargemiddelde zandtransporten langs de Hollandse kust is samengevat in (Walstra et al., 1998). Een uitgebreidere beschouwing is te vinden in (Rijn, L.C. van, 1997). Op 8 meter waterdiepte varieert het jaargemiddelde noord(oost)waarts gerichte zandtransport tussen $40 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jaar}$ nabij Scheveningen tot $90 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jaar}$ nabij Callantsoog (zie Figuur 2.19). Op 20 m waterdiepte zijn de jaargemiddelde zandtransporten kleiner, namelijk tussen $15 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jaar}$ nabij Scheveningen tot $45 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jaar}$ nabij Callantsoog. Belangrijke oorzaak voor de toename in transporten tussen Scheveningen en Callantsoog is de noordwaarts toenemende getij-asymmetrie. In dwarsrichting zijn de jaargemiddelde transporten op zowel 8 m als 20 m waterdiepte gering, tot max. $10 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jaar}$, kustwaarts gericht. Vanwege de grote onzekerheidsmarges zijn de genoemde waarden echter nauwelijks significant (kennisleemte).

.....
Figuur 2.19 Netto jaargemiddeld zand transport m³/jaar) langs de Hollandse kust



Bron: Rijn, L.C. van, Reniers, A., Zitman, T., Ribberink, J.S., 1995

In de Voordelta en in de monding van het Haringvliet vindt sedimentatie van slib plaats. Een deel hiervan zal bij storm eroderen en verder worden getransporteerd. Daarnaast vindt aanslibbing plaats in de Maasmond en het Calandkanaal. Het vermoeden bestaat dat deze aanslibbing sterk gecorreleerd is aan het voorkomen van stormen. Na stormen zou binnen enkele dagen tot weken een verhoogde slibsedimentatie plaats vinden.

Naar schatting (Kok, J. de, Lourens, J.M., 1991) sedimenteert er per jaar in de Maasgeul (km 0 - 5) en in het Rotterdamse havengebied totaal bijna 5×10^6 ton slib. Circa 85% van dit slib is afkomstig uit zee, de rest is aangevoerd via de rivieren.

Andere slibsedimentatiegebieden buiten het wingebied zijn de Waddenzee en het diepere deel van de Noordzee ten Noordwesten van Nederland (de Oestergronden).

2.4.6 Autonome ontwikkeling

Onder autonome ontwikkeling wordt hier verstaan de verandering van de huidige fysische toestand, zowel op natuurlijke wijze als door menselijk

handelen. In het volgende worden enkele ontwikkelingen beschreven die voor het wingebed van belang zijn. Deze ontwikkelingen spelen op een tijdschaal van orde één of meer decennia.

Zandverliezen

Op grote tijdschaal (langer dan 100 jaar) en ruimteschaal (groter dan 100 km), zal zeespiegelstijging de ontwikkeling van de kust beïnvloeden. Daarnaast zal ook de invloed van menselijk ingrepen, denk aan de aanleg van havendammen en de deltawerken, nog vele decennia invloed uitoefenen. Gevolg hiervan is een wijziging van de grootschalige zandbalans.

Recent is een zandbalans voor de Hollandse kust opgesteld over respectievelijk de laatste 30 jaar en 100 jaar (Stam, J.M.T., 1999). Op basis van een trendanalyse is gebleken dat de diepere delen voor de Hollandse kust (tussen NAP -8 en -12 m) overwegend erosief zijn. De totale omvang van de erosie bedraagt ca. 1 miljoen m³/jaar. Voor de dieper gelegen delen zeewaarts van ca. NAP -12 m is geen zandbalans beschikbaar. Op kwalitatieve grond wordt voor die zone wel een erosieve trend verwacht (Stam, J.M.T., 1999).

Loswallen: sedimentstort

Het kustgebied direkt ten noorden van de Euro-Maasgeul (Delfland), ten noorden van Scheveningen en ten noorden van de IJ-geul wordt gebruikt om baggerspecie afkomstig uit de havenmond en het havengebied van respectievelijk Rotterdam, Scheveningen en IJmuiden te storten. Hiermee zijn de lokale ondieptes Loswal Noord, Loswal Noordwest, Loswal Scheveningen en Loswal IJmuiden gecreëerd. Aangezien het gestorte sediment een relatief hoog slibgehalte kent, fungeren de loswalgebieden tevens als slibbron voor de direkte omgeving.

Op Loswal Noord vindt sinds 1996 geen sedimentstort meer plaats. Sindsdien wordt Loswal Noordwest gebruikt voor de stort. Loswal Scheveningen en Loswal IJmuiden zijn nog altijd in gebruik. Met ingang van 2000 zal op enkele km ten westen van Loswal Noordwest een verdiepte loswal in gebruik genomen worden. In totaal kunnen maximaal 6 verdiepte loswallen worden aangelegd over een oppervlakte van ca. 3.75 km². Elke loswal bestaat uit een lokale bodemverdieping van 10 m diep, met een omvang van ca. 5 miljoen m³. De eerste lokale verdieping, in de zuidwestpunt van het gebied, zal in het najaar van 1999 gereed komen. In 2000 zal hierin dan baggerspecie gestort worden tot de oorspronkelijke bodemligging nagenoeg weer is bereikt. De uiteindelijke beïnvloeding van de geomorfologie door de aanwezigheid van de verdiepte loswallen zal daarom gering zijn. Verwacht wordt dat ook de verspreiding van slib vanuit de verdiepte loswal minder zal zijn dan bij Loswal Noord en Loswal Noordwest.

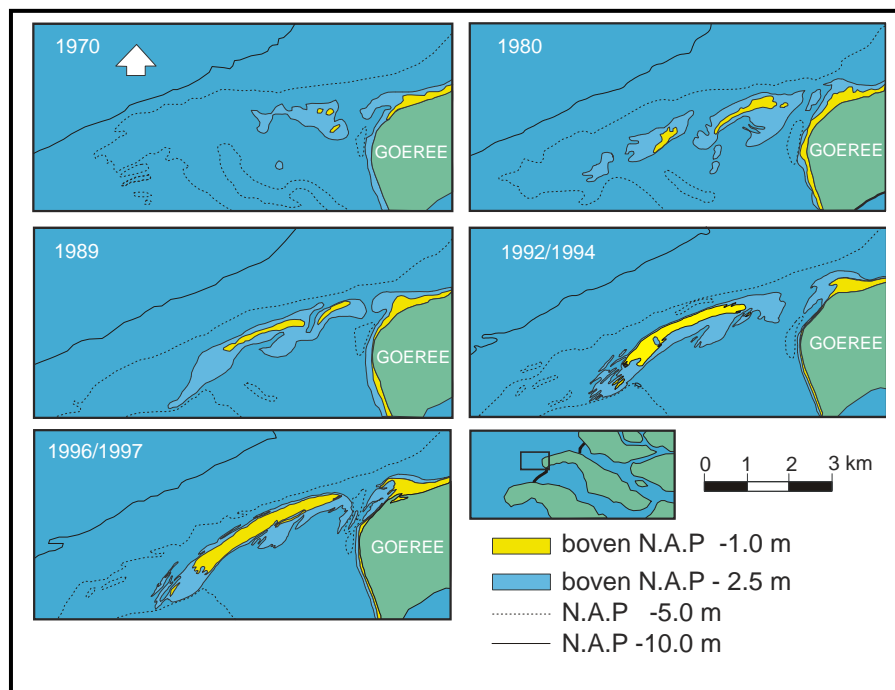
Autonome ontwikkeling buiten het wingebed

In het volgende wordt kort ingegaan op de autonome ontwikkeling van het studiegebied buiten het wingebed, voor zover afwijkend van het wingebed.

De laatste decennia hebben de grootste geomorfologische veranderingen zich voorgedaan in de Voordelta. Met de realisatie van de Deltawerken is de oosterscheldekering aangelegd en zijn de Haringvliet en het Grevelingen afgesloten. Hierdoor zijn de getijdebekken verkleind, met als gevolg dat de invloed van de getijbeweging in de getijdebekken is afgenomen, alsmede de bijbehorende aanvoer van zand naar de ebdelta's. De getijgeulen verzanden en de ebdelta's worden tegen de kust gedrukt en onder invloed van de

getijbeweging in langsrichting uitgesmeerd (zie Figuur 2.20). Deze ontwikkeling zet zich, hoewel in geringere mate, de komende decennia nog door.

.....
Figuur 2.20 Ontwikkeling van Grevelingen ebdelta tussen 1970 en 1996/1997



De nabije kustzone kent een grotere dynamiek dan het wingebied. Niet alleen vanwege de korte tijdschalen waarop morfologische veranderingen zich voordoen, maar eveneens vanwege de grote invloed van menselijk handelen. Zo worden sinds 1990, met name langs de Hollandse kust, zandverliezen die lokaal een structurele kustlijnachteruitgang veroorzaken gecompenseerd via zandsuppleties (op het strand of onder water op de vooroever).

2.5 Ecologie

2.5.1 Inleiding

Het ecosysteem van de Noordzee is een complex en open systeem waarin verschillende abiotische en biotische factoren maar ook gebruiksfuncties een rol spelen. Door stroming van het water vanuit het zuiden naar het noorden is de menging van nutriënten en andere zwevende stoffen in het ecosysteem een onmisbare eigenschap van de Noordzee geworden. Vanwege deze vrije stroming van water zijn de effecten van menselijke activiteiten zoals beton- en metselzandwinning in het ene deel van de Noordzee soms terug te vinden in andere gebieden van het systeem.

In deze paragraaf wordt zowel de huidige ecologische situatie als de verwachte autonome ontwikkeling op het ecosysteem van de Noordzee beschreven. De specifieke ecologische kenmerken in de Noordzee die beïnvloed kunnen worden door de winning van beton- en metselzand zullen in deze paragraaf worden toegelicht.

Deze paragraaf is als volgt opgebouwd: eerst wordt de huidige ecologische situatie in de Noordzee beschreven. Daarbij zijn de belangrijke abiotische aspecten beschreven die met de in de Noordzee voorkomende ecologische groepen gerelateerd kunnen worden om de effecten van de voorgenomen

ingreep te beschrijven. Omdat over de relatie tussen de gebruiksfuncties en de ecologische groepen weinig bekend is wordt in deze beschrijving dit onderwerp niet behandeld. De gebruiksfuncties worden in paragraaf 2.6 gepresenteerd. De ecologische waarden van de kwetsbare gebieden in de omgeving van het wingebied zijn verder in dit hoofdstuk beschreven. Na de beschrijving van de complexiteit van het Noordzee-ecosysteem wordt ingegaan op de ecologische groepen die kwetsbaar kunnen zijn voor de voorgenomen ingreep in het studiegebied. Aansluitend is aan de hand van de zee-AMOEBE van de Noordzee en aanvullende informatie vanuit de systematiek van Graadmeter Ontwikkeling Noordzee (GONZ) de autonome ontwikkeling in het studiegebied beschreven. Binnen deze systematieken worden het al dan niet voorkomen van de belangrijkste ecologische indicator- en doelsoorten gebruikt om de autonome ontwikkeling in de Noordzee te voorspellen.

In hoofdstuk 5 worden de ecologische effecten van de voorgenomen ingreep beschreven.

2.5.2 De huidige ecologische toestand

Om inzicht in de huidige ecologische toestand in de Noordzee te krijgen wordt eerst een korte beschrijving van een aantal belangrijke abiotische factoren en hun relaties met de ecologische groepen beschreven.

Relatie tussen de abiotische factoren en de ecologische groepen

De abiotische factoren in de Noordzee omvatten de fysische en chemische factoren binnen het systeem. De fundamenteel determinant van de verspreidingspatronen van soorten in het marien milieu is de fysiologische tolerantie van de soorten voor het abiotische milieu (Dobson en Frid, 1998). Elk soort heeft een graad van tolerantie voor de fysiochemische toestand in het leefmilieu. Belangrijke elementen in het zeemilieu zijn saliniteit, temperatuur, pH-waarde en licht intensiteit. Niet al deze factoren worden hier beschreven. Alleen de aspecten die bepalend kunnen zijn voor de verspreidingspatronen en de dichtheden van de ecologische groepen in de Noordzee worden in dit hoofdstuk beschreven. Het gaat hierbij om abiotische factoren als waterdiepte, bodemsamenstelling, (sedimenttypen slib, korrelgrootte, hard substraat), bodemomwoeling (stroomsnelheden) en zwevend stofgehalte. Voor gedetailleerde informatie over deze abiotische factoren, zie (Hartholt, J.G., 1998).

Dieptevariatie in de Noordzee

De variatie in de diepte wordt deels veroorzaakt door de sedimentatie van zand en slib in het zuiden en een geringe aanvoer van erosiemateriaal in het noorden. Hierdoor is er een verschil in diepte van 0 - 20 m (NAP) in het zuiden tot 45 - 61 m (NAP) in het noorden (Hartholt, J.G., 1998). De variatie in diepte in de Noordzee heeft een sterke invloed op de dichtheid en het voorkomen van soortgroepen in het gebied. Extreme drukte in de diepe geulen kunnen limiterend zijn voor chemische reacties tussen ionen, oplosbaarheid van gas en viscositeit van het water. De ondiepe kustzone wordt gekenmerkt door een hoge primaire productie (570 gC/m²/jaar) terwijl de diepere offshore (150 - 240 gC/m²/jaar) en de centrale Noordzee (75 - 200 gC/m²/jaar) minder productie hebben (Peeters, J.G.H., Haas, H.A., Peperzak, L., 1991). De hoge primaire productie heeft een sterke invloed op de verdeling van de bentos gemeenschap. De ondiepere kustzone heeft een functie als kinderkamer voor een aantal organismen waaronder garnalen en vissen (schol, tong en schar). In een recente studie over het voorkomen van schelpdieren in de Noordzee blijkt dat grote schelpdierbestanden in de overgangsgebieden tussen ondiepere (<20 m NAP) en diepere (>20 m NAP) zones voorkomen. Het gros van het

schelpdierbestanden bevindt zich in de ondiepe gedeelten binnen 5 - 10 km afstand van de kust (Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M., 1990).

Bodemsamenstelling

De verschillen in bodemsamenstelling zijn mede bepalend voor de vestigingsmogelijkheden van de bodemorganismen. In de Noordzee bezitten de Klaverbank en de slibrijke Oestergronden een specifieke rijke bodemfauna. De zandige en dynamische bodem van de zuidelijke Noordzee is armer aan bodemleven. Vanuit de graadmeter ontwikkelingsproject voor de Noordzee (GONZ) is er aangegeven hoe de bodemsamenstelling het voorkomen van verschillende voedingstypen (suspension feeders, ineterface feeders, surface feeders en subsurface feeders) in de macrobenthosgemeenschap beïnvloedt (Lavalaye, M.S.S., 1999). In slibrijke gebieden komen de suspensie feeders met filters of tentakels (bivalvia, polychaet en crustacea) voor terwijl in de offshore gebieden met hoge dynamieken een relatief grote korrelgrootte de gravende Amphipoda zoals Urothoe en Bathyporeia te vinden zijn.

Bodemomwoeling en stroomsnelheid

Het patroon van de stroming en de stroomsnelheden hebben een sterke invloed op de beschikbaarheid van nutriënten en voedsel voor zowel de pelagische omgeving als op de zeebodem. De levensduur van sommige organismen in het pelagische milieu en op de bodem wordt mede bepaald door de duur van de verblijfstijd van het water. In een aantal gevallen wordt de verspreiding en vestiging van organismen in bepaalde levenstadia bepaald door de stroomsnelheid en stroomrichting.

Zwevend stof

De hoeveelheid zwevend stof in het water heeft invloed op de lichtintensiteit en de golflengte van het licht in het water. De lichtintensiteit in de zee is mede verantwoordelijk voor de bloei van fytoplanton en tevens de productiviteit van het gebied. Bovendien is de troebelheid van het water bepalend voor de zichtdiepte voor vissen en vogels (zichtjagers). In de Noordzee is het gehalte aan zwevende stof het hoogste langs de kust (5.02 - 22.44 mg/l) en neemt zeewaarts af (Hartholt, J.G., 1998).

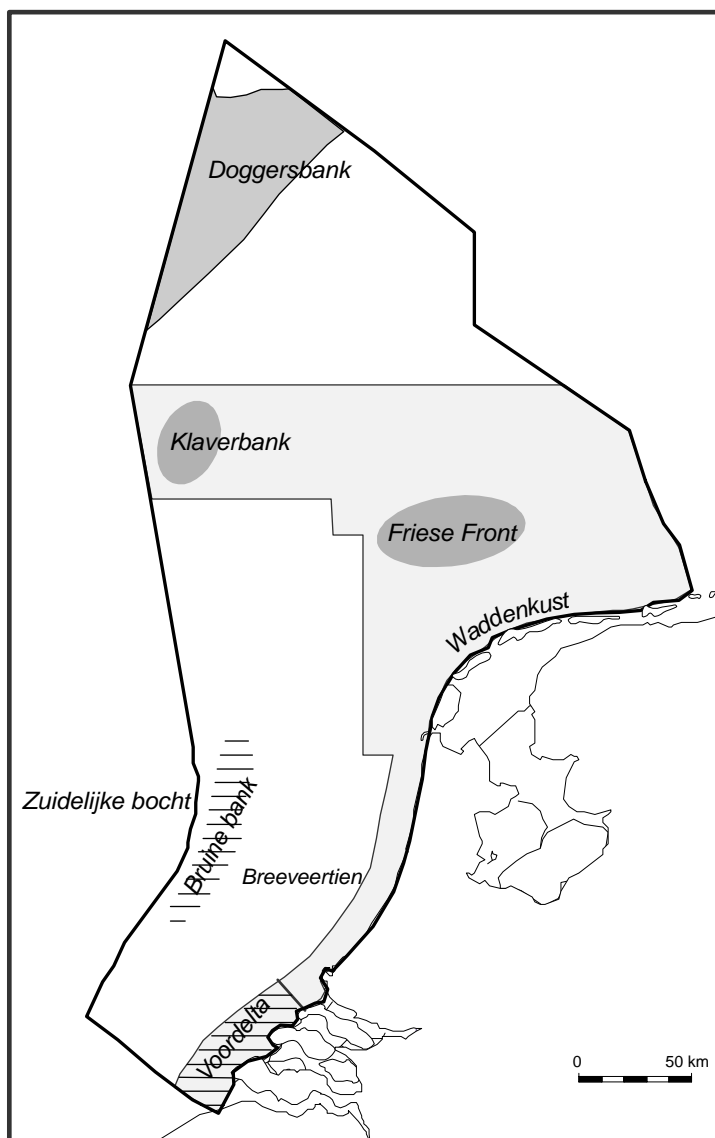
Kwetsbare gebieden

De Noordzee bestaat uit een aantal deelgebieden met specifieke ecologische waarden. De kustzone is een belangrijk voortplantings- en groeigebied voor diverse soorten en soortgroepen. Zeezoogdieren, vogels, vissen en diverse bodemdieren zijn te vinden in de kwetsbare gebieden. De duurzaamheid van de functies van deze gebieden is een streefbeeld voor het Waterbeleid (NW4, 1998). Deze gebieden zijn kwetsbaar voor menselijke handelingen in de Noordzee. Meer informatie over deze gebieden is te lezen in het document "Milieuzonering van het NCP" (DNZ, 1992).

Vanwege de ligging van het wingebied zijn de Voordelta en de Kustzone (zie Figuur 2.21) de gebieden die direct in de omgeving van het wingebied te vinden zijn. De Voordelta en de Kustzone worden in dit rapport als meest kwetsbare gebieden beschouwd. Zowel de ingreep als de effecten vanuit de ingreep kunnen in verscheidende mate de ecologische toestand in deze gebieden direct beïnvloeden. In de verder gelegen gebieden als de Klaverbank, de Waddenzee, de Doggersbank en het Friese Front, verwacht men wél effecten die door vertroebeling worden (zwevende stof) veroorzaakt, maar wordt de ecologische toestand zelf in een mindere mate beïnvloed. Om deze reden worden de ver liggende gebieden in dit hoofdstuk niet in detail

beschreven. De ecologische kwetsbaarheid van de Voordelta en de Kustzone zijn in de volgende paragrafen beschreven.

.....
Figuur 2.21 Kwetsbare gebieden in de Noordzee



Voordelta

Zeewaarts van de kustlijn tussen de Nieuwe Waterweg en de kop van Walcheren ligt de Voordelta. De Voordelta is een dynamisch intergetijde gebied en heeft als hoofdfunctie natuur. Het heeft een bijzondere ecologische betekenis. Na het gereed komen van de Deltawerken in het zuiden van Nederland zijn in dit gebied nieuwe ondieptes en droogvallende platen ontstaan. Dit is een belangrijke kinderkamer voor vissen. In de geulen van de Voordelta is een rijke bodemfauna te vinden. De Voordelta is ook van belang voor rondvis, garnalen, schelpdieren, vogels en zehonden. De Voordelta wordt beschouwd als een Europees ecologisch kruispunt. Het gebied ligt op het kruispunt van drie intensief gebruikte internationale ecologische verbindingen (Bisseling et al, 2001). Het Deltagebied is voor migrerende watervogels een onmisbare schakel in een internationaal netwerk van gebieden, van Noord-Siberie tot aan West-Afrika. De Delta vormt complex verbindingen tussen de noordzee en het stroomgebied van Rijn, Maas en Schelde. De derde ecologische transportweg verbindt het Deltagebied met de Atlantische Oceaan. Via het Kanaal bereiken de uitlopers van de warme golfstroom de Noordzee en

het Delta-gebied. Divers plantonisch leven, zoals palinglarven leggen grote afstanden af om naar het Delta gebied te komen en groeien of trekken verder de rivier op. Het belang van dit gebied voor verschillende ecologische groepen en -processen wordt in de volgende paragrafen toegelicht.

Kustzone

De kustzone ligt tussen de kustlijn en de doorgaande -20 m dieptelijn (Figuur 2.2) en loopt vanaf de Zeeuwse kust langs de Hollandse kust naar de Waddenkust. De kustzone wordt gekenmerkt door relatief hoge gehalten aan voedingsstoffen die door de rivieren aangevoerd zijn. De Kustzone is van belang voor de verschillende ecologische groepen als bodemfauna, vissoorten (voornamelijk schol, haring, en tong) en vogels. De kustzone herbergt zeer specifieke visfauna die gebonden is aan deze ondiepere delen van de Noordzee (Daan, 2000). De kustzone is tevens het leefgebied van zeezoogdieren zoals bruinvis en zeehonden. Het ecologische belang van de Kustzone is uitgedrukt in de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4, 1998) en wordt per ecologische groep en - proces in de volgende paragrafen beschreven.

Bruine bank

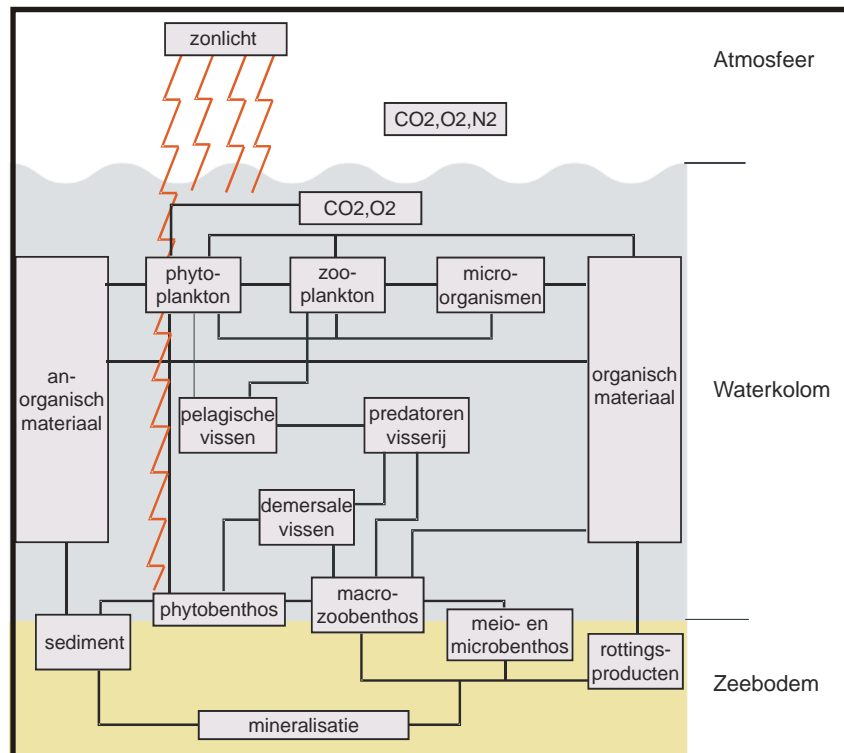
De Bruine bank ligt in de Zuidelijke bocht van de Noordzee en is evenals de kustzone relatief ondiep (tot NAP -30 m). De bodem van dit gebied wordt gekenmerkt door hoog opstekende zandbanken met daarin veen resten en grind. Op de zeebodem ligt voornamelijk fijn tot middelgrof zand. De Bruine bank heeft in vergelijking met de noordelijke banken relatief weinige soorten. De biomassa van de benthische soorten op de Bruine bank is relatief laag en zijn gekarakteriseerd als een *venus gallina*-gemeenschap. De Bruine bank vervult belangrijke functies als kinderkamer voor vissen en als foerageergebied voor vogels. Turbulentie zorgt voor een optimale verticaalmenging van het water. Daarbij treedt de uitwisseling van voedingsstoffen op. Dit leidt tot een verhoogde primaire productie in het gebied.

Complexiteit van het Noordzee ecosysteem

Er bestaan zowel functionele relaties, als trofische relaties tussen de groepen in de Noordzee. Om inzicht in de complexiteit van de relaties in de Noordzee te tonen, is in deze paragraaf de trofische relatie in de Noordzee beschreven. Verder zijn de voorkomens en verspreidingspatronen van de diverse processen en ecologische groepen beschreven.

Door primaire productie is koolstof in de algenbiomassa vast gelegd (zie Figuur 2.22). Dit wordt door de grazers zoals zooplankton gegeten. Het zooplankton - dat de primaire consument in het ecosysteem is - wordt door vissen en macrobenthos gegeten. De macrobenthos vormt de belangrijkste voedselbron voor de hogere trofische niveaus in de milieuzone. De schelpdieren en wormen worden door platvissen en zeehonden gegeten. De jonge kabeljauwachtigen en andere demersal vissen hebben hyperbenthos (vooral garnalen) als voedselbron. Platvis, garnalen, en rondvis vormen de voedselbronnen voor zeehonden in de Voordelta. Zeevogels consumeren de pelagische vis en wormen nabij de broedkolonies.

.....
Figuur 2.22 Schematische weergave voedselketen in de Noordzee



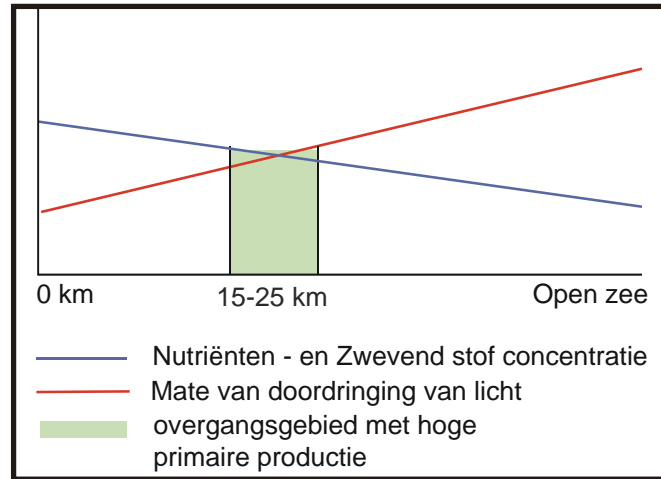
bron: Dalfsen, J. van, 1999

Primaire productiviteit

De voedselketen in de Noordzee begint met primaire productie. Primaire productie is het vastleggen van koolstof in de algenbiomassa. Hierbij worden nutriënten als stikstof (N) en fosfaat (P) in aanwezigheid van licht gebruikt door algen om nieuw organisch materiaal op te bouwen. Dit organische materiaal fungeert als de voedselbron voor zooplankton, vissen en bodemfauna. Deze organismen vormen belangrijke voedselbronnen voor andere organismen als predatoren. Hierdoor is het toenemen van de primaire productie mede bepalend voor de toenemende aanwezigheid van andere levensgemeenschappen in het gebied.

In zowel de kustzone als in de Voordelta voert de Rijn een grote hoeveelheid nutriënten en slib aan. Vanwege de aanwezigheid van een hoog gehalte aan nutriënten (N en P) wordt de primaire productie in deze gebieden voor een groot deel begrensd door het lichtklimaat. De gemiddelde primaire productie in de Kustzone en de Voordelta schommelt tussen de 50-100 mg.C/m²xh (Figuur 2.24 en Figuur 2.25). Verder uit de Kustzone (>ca 25 km) in de omgeving van de Breeveertien en de Bruine bank is het water helder en de concentratie van het aangevoerde zwevende stof en nutriënten (vanuit de rivieren) laag. Hier wordt de primaire productiviteit begrensd door de beschikbaarheid van de nutriënten. Tussen deze twee uitersten (lichtklimaat en nutriënten aanbod) is een overgangsgebied (15 -25 km) voor de licht - en nutriënt gestuurde primaire productie. Het midden van de zuidelijke Noordzee is een voorbeeld van een overgangsgebied. Het heeft een relatief hogere (100-200 mg.C/m²xh) primaire productie vanwege de hoge gehalten aan nutriënten en het hogere mate doordringende licht. Een schematische weergave van de licht en nutriënten limitatie is in Figuur 2.23 weergegeven.

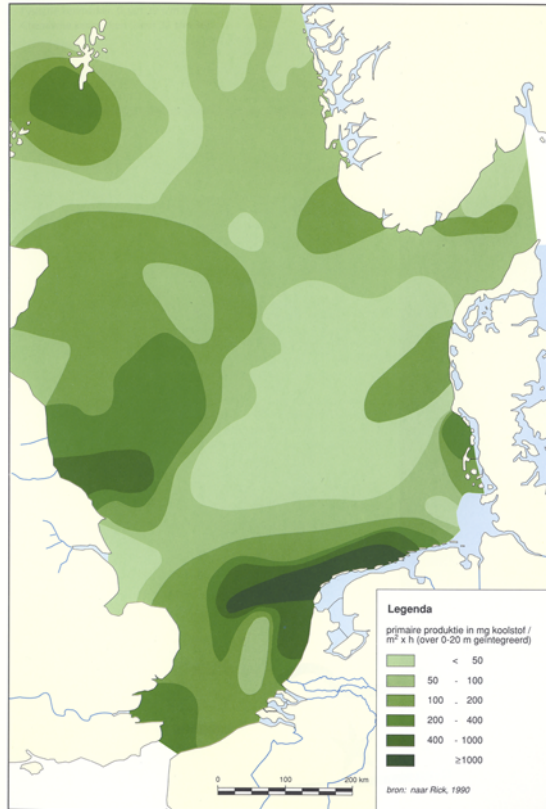
.....
Figuur 2.23 Schematische presentatie van licht en nutriënten limitatie in de Noordzee



De primaire productie wisselt ook met de seizoenen (Figuur 2.24 en Figuur 2.25). Als gevolg van de lage watertemperatuur en het geringe licht in de winter is de primaire productie in de winter lager dan in de zomer.

.....
Figuur 2.24 primaire productie in de zomer

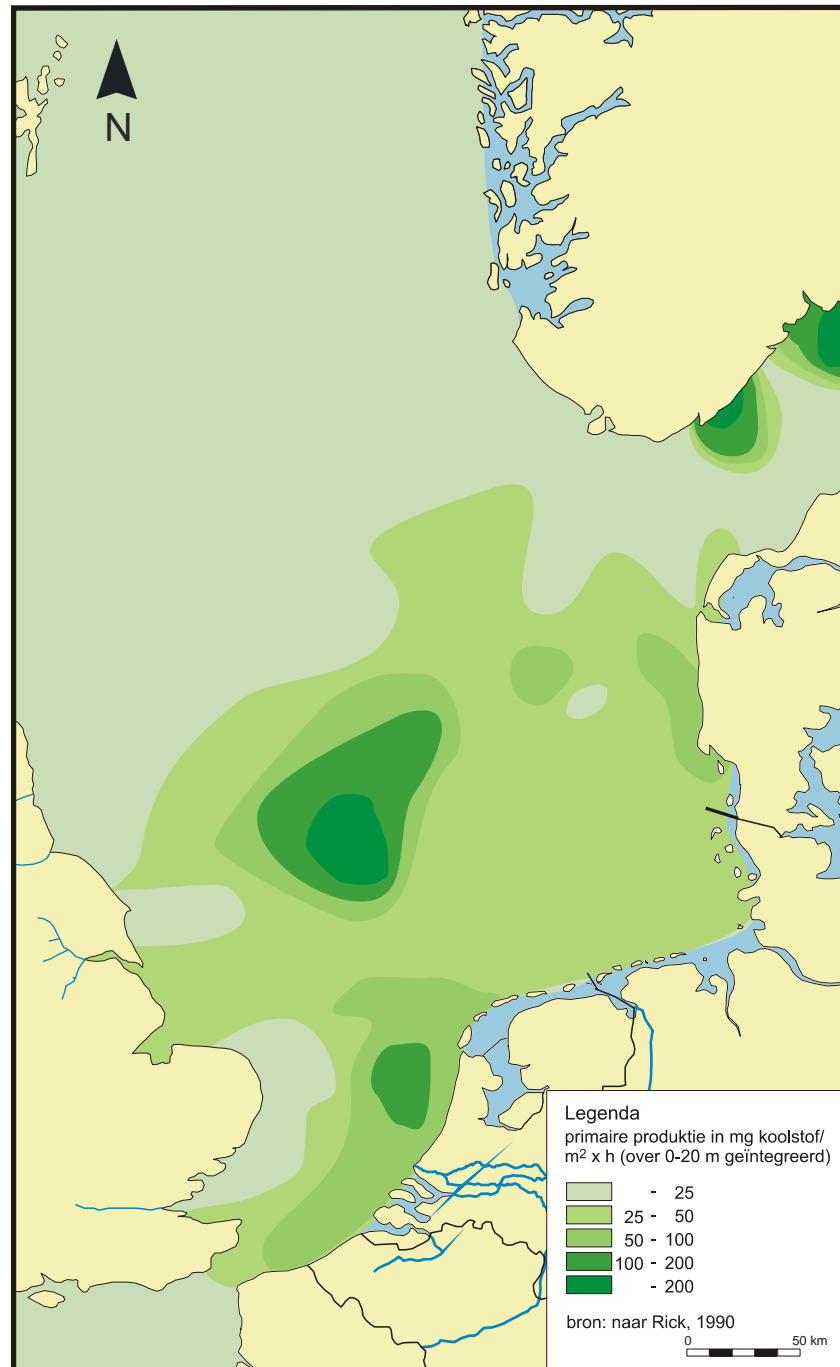
Primaire produktie in de zomer



Bron: ICONA, 1992

Als gevolg van de voorgenomen ingreep zullen de effecten van vertroebeling in de waterkolom een verdere vermindering van de primaire productie in het Noordzee gebied veroorzaken.

.....
Figuur 2.25 Primaire productie in de winter



Bron: ICONA, 1992

Bodemfauna

De bodemfauna in het studiegebied kan qua grootte worden ingedeeld in micro-, -meio- en macrobenthos. Binnen het *microbenthos* zijn de bacteriën en protozoën de belangrijkste groepen. In de beschrijving van de huidige toestand wordt weinig aandacht aan deze groepen besteed vanwege de geringe rol die ze spelen in de verspreidingspatronen van biomassa in de Noordzee. Bovendien spelen ze geen rol bij de keuze voor beschermde gebieden in het studiegebied.

Het *meiobenthos* in het studiegebied bestaat voor 70 tot 80% uit Nematoden in dichtheid gevolgd door de Copepoden en Tubellaria. Deze groepen vormen

een lage maar stabiele biomassa met hoge productiviteit. De soorten rijkdom van deze groepen neemt toe als de korrelgrootte aan de bodem toeneemt.

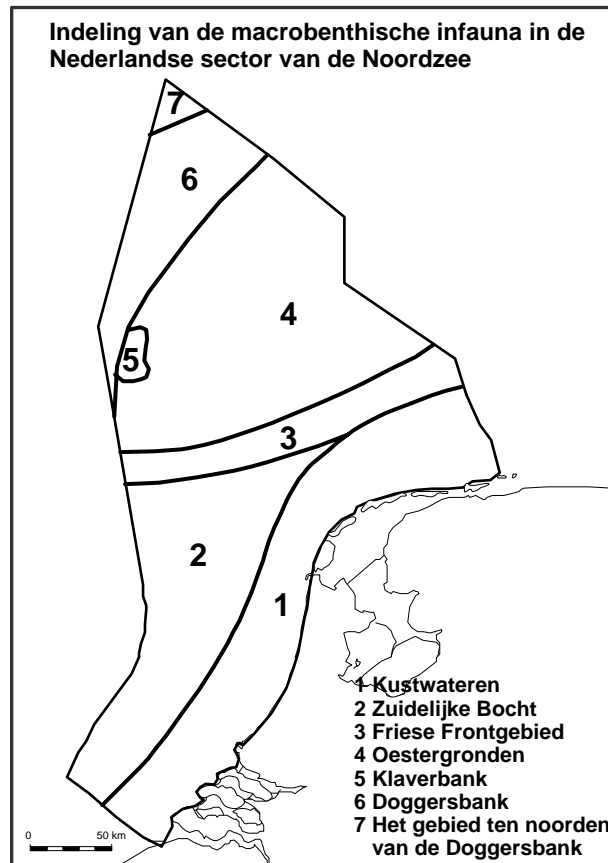
Het *macrobenthos* wordt verder onderscheiden in infauna (in de bodem levend) en epifauna (op de bodem levend). De macrobenthos infauna bestaat uit de polychaete, Mollusken, Echinodermen en Crustaceen. In het algemeen neemt de biomassa, dichtheid, en diversiteit van deze groep toe in noordelijke richting terwijl de individuele gewichten in het studiegebied afnemen.

Huidig verspreidingspatroon en diversiteit van Macrobenthos in de Noordzee
Macrobenthos komt in verscheidende dichtheden overal voor op de Noordzee bodem. De soortensamenstelling van de macrobenthos is sterk bepaald door factoren als waterdiepte, temperatuur en sedimentsamenstelling. Omdat de watertemperatuur hieraan is gecorreleerd, is deze mede bepalend voor de soortensamenstelling. Het studiegebied valt binnen één temperatuurzone en de soortensamenstelling wordt door het sedimenttype bepaald.

In het middengebied van de Hollandse kustzone is de bodemgemeenschap soortenarm. Uit de studie naar schelpdieren in het Noordzeegebied (Cramer, A., 1998) blijkt dat in de laatste decennia veranderingen in de soortensamenstelling hebben plaatsgevonden. Sinds het begin van de zestiger jaren zijn *Abra alba* (witte dunschaal) en *Macoma balthica* (Nonnetje) sterk in aantal afgenomen. Slechts in de laatste jaren zijn de *Macoma balthica* en *Spisula subtruncata* toegenomen terwijl in de ondiepe kustzone de *Cerastoderma edule* is verdwenen vanwege toenemende storm, hoge turbulentie en troebelheid gevolgd door slechtere voedingscondities voor de filterfeeders in het gebied.

Uit literatuur blijkt dat het Nederlandse deel van het Noordzeegebied kan worden ingedeeld in zeven clusters van macrobenthische infauna soorten terwijl de epifauna bestaat uit noordelijke en zuidelijke soorten van stekelhuidigen, kreeftachtigen, zeeanemonen, koralen en sponzen (zie Figuur 2.26). In Tabel 2-1 is het verspreidingspatroon van de macrobenthische fauna (in - en epifauna) in relatie met waterdiepte en sedimenttypen op de Noordzeebodem weergegeven.

Figuur 2.26 Indeling van Macrobenthische infauna in de Nederlandse sector van de Noordzee.



Tabel 2-1 Verspreidingspatroon van Macrobenthos op het NCP

Gebied	Waterdiepte (meters)	Sedimenttype (waterbodem)	Soortensamenstelling (Macrobenthos)	
			Infauna	Epifauna
Kustzone	0 - 30 m	grof tot fijn zand	<i>venus gallina</i> , <i>ophelia borealis</i>	Zeester (<i>Asterias rubens</i>)
Zuiderlijke Bocht	0 - 30 m	grof tot fijn zand	<i>venus gallina</i> , <i>ophelia borealis</i>	
Friese Front	30 - 70 m	slibrijk	Amphiura	Garnaal-Crangan almanni en de zwemkrab (<i>Macropipus holsatus</i>)
Oestergronden	30 - 50 m	fijn zand met 20 % slib	Amphiura	Slangster - <i>Ophiura albida</i>)
Klaverbank	30 -50m	grindbanken	Polychaete wormen en mollusken	Poliepen, mosdieren, kalkkokerwormen
Doggersbank	15 - 30 m	fijn zand,	<i>Venus gallina</i> , <i>Tellina fabula</i>	
Benoorden de Doggersbank	30 -70 m	fijn zand met slib	Mollusken	Anemone en sponzen

(Bron: Afgeleid uit (Bergman et al ,1991))

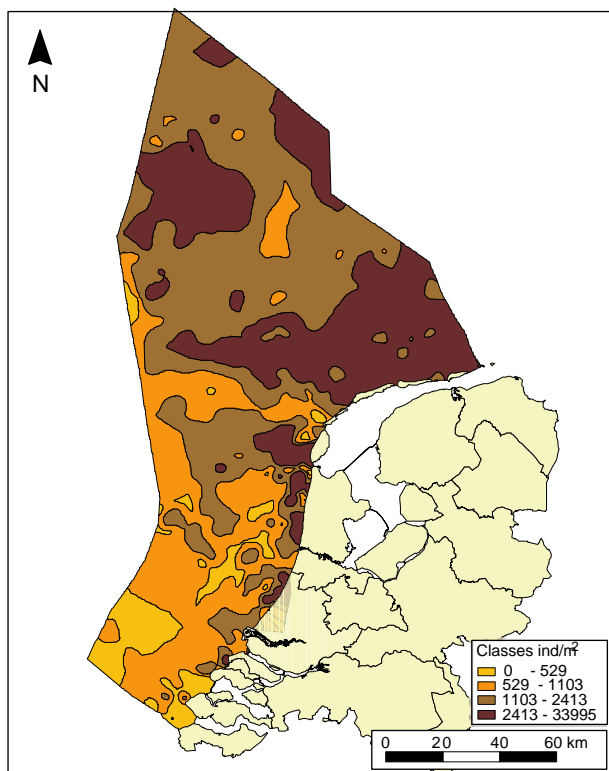
Uit recente studies van macrobenthos op de Noordzee (Holtmann et al, 1996) blijkt uit dat de totale dichtheid van macrobenthos varieert tussen de 15 individuen/m² in de Voordelta en 34.000 individuen per m² ten zuidwesten van

Texel (Figuur 2.27 en Figuur 2.28). De dichtheid van macrofauna in de slibrijke gebieden in de Noordzee is hoger in vergelijking met de zandige bodems van het zuidelijke bocht en van de Noordzee.

Het belang van de bodemfauna in het Noordzee ecosysteem

De meeste soorten van de macrobenthos organismen zijn gevoelig voor menselijke ingrepen op het Noordzee ecosysteem. Zo wordt de beschikbaarheid van *Spisula* sterk beïnvloed door zandwinning, visserij en andere gebruiksfuncties van de Noordzee. De belangrijke sleutelsoorten in een natuurlijk ecosysteem zijn organismen die als prooi en predatoren fungeren (Duel et al, 1997). Het aanbod aan prooien is bepalend voor de ontwikkeling van andere soorten zoals vissen, vogels, en zeezoogdieren. De copepoden vormen een belangrijke schakel in het ecosysteem, doordat zij enerzijds algen begrazen en anderzijds een voedselbron zijn voor vissen en vogels. *Spisula* vormen een belangrijke voedselbron voor vogels.

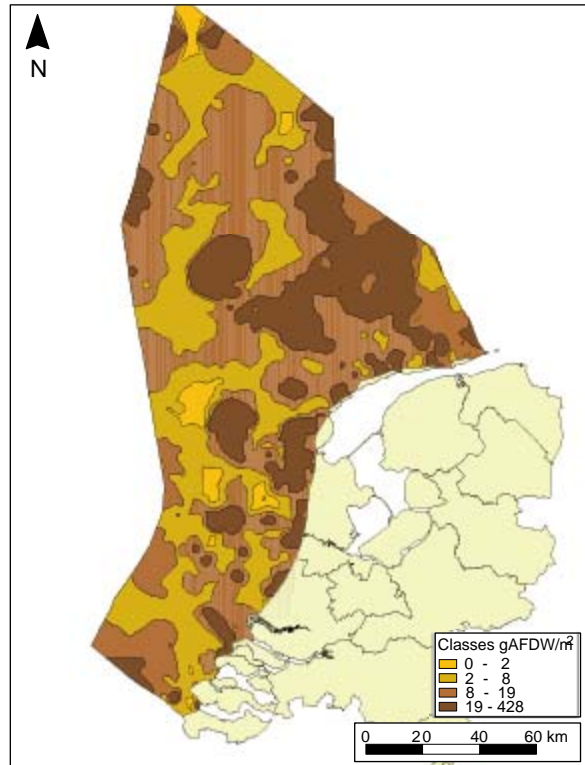
.....
Figuur 2.27 Dichtheidsverdeling van
Macrobenthos



Bron: Holtman et al, 1996

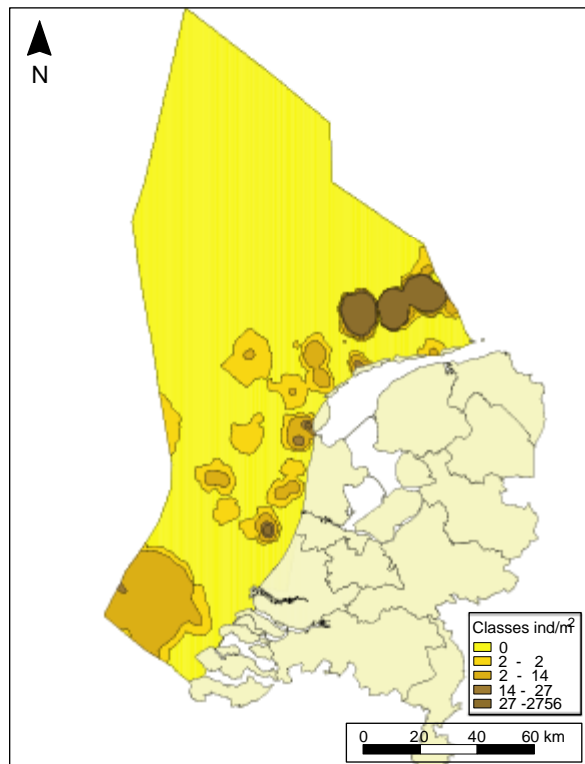
De totale macrofauna biomassa (Figuur 2.27 en Figuur 2.28) is hoger in de kustzone ($425\text{g}/\text{m}^2$) dan in de andere gebieden (Holtmann et al, 1996). In de kustzone en in de directe omgeving van het wingebied liggen rijke *Spisula* banken (Figuur 2.29, Figuur 2.30 en Figuur 2.31). Copepoden komen overal op het NCP voor, maar de dichtheid is het grootste in de gebieden met zandige bodemsamenstelling (Figuur 2.32).

.....
Figuur 2.28 Biomassaverdeling van
Macrobenthos



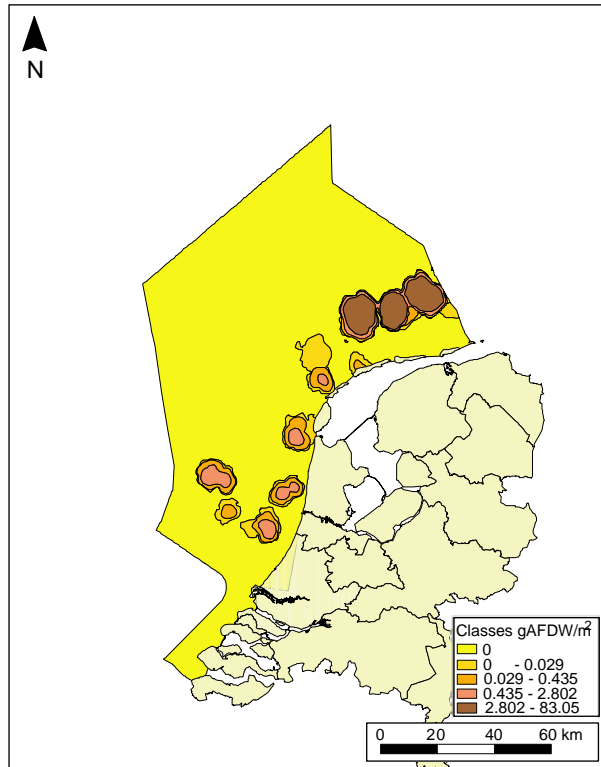
Bron: Holtman et al, 1996

.....
Figuur 2.29 Dichtheitsverdeling van
Spisula elliptica



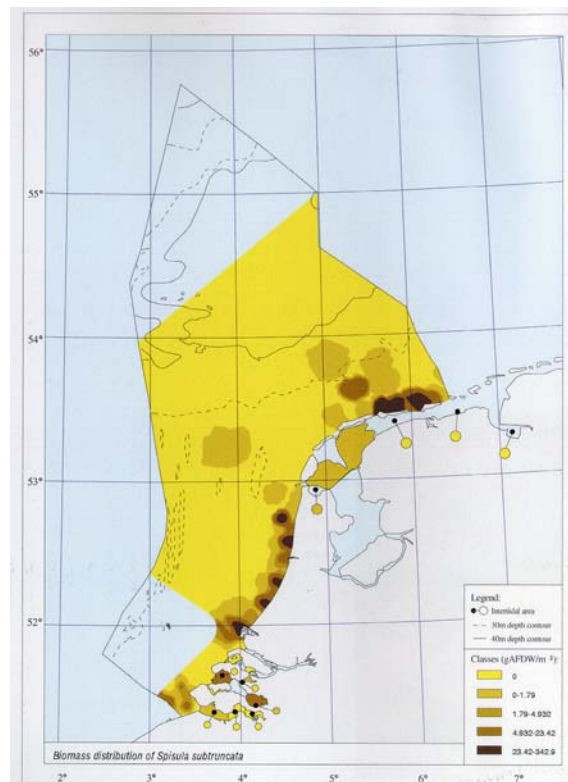
Bron: Holtman et al, 1996

.....
Figuur 2.30 Biomassaverdeling *Spisula elliptica*

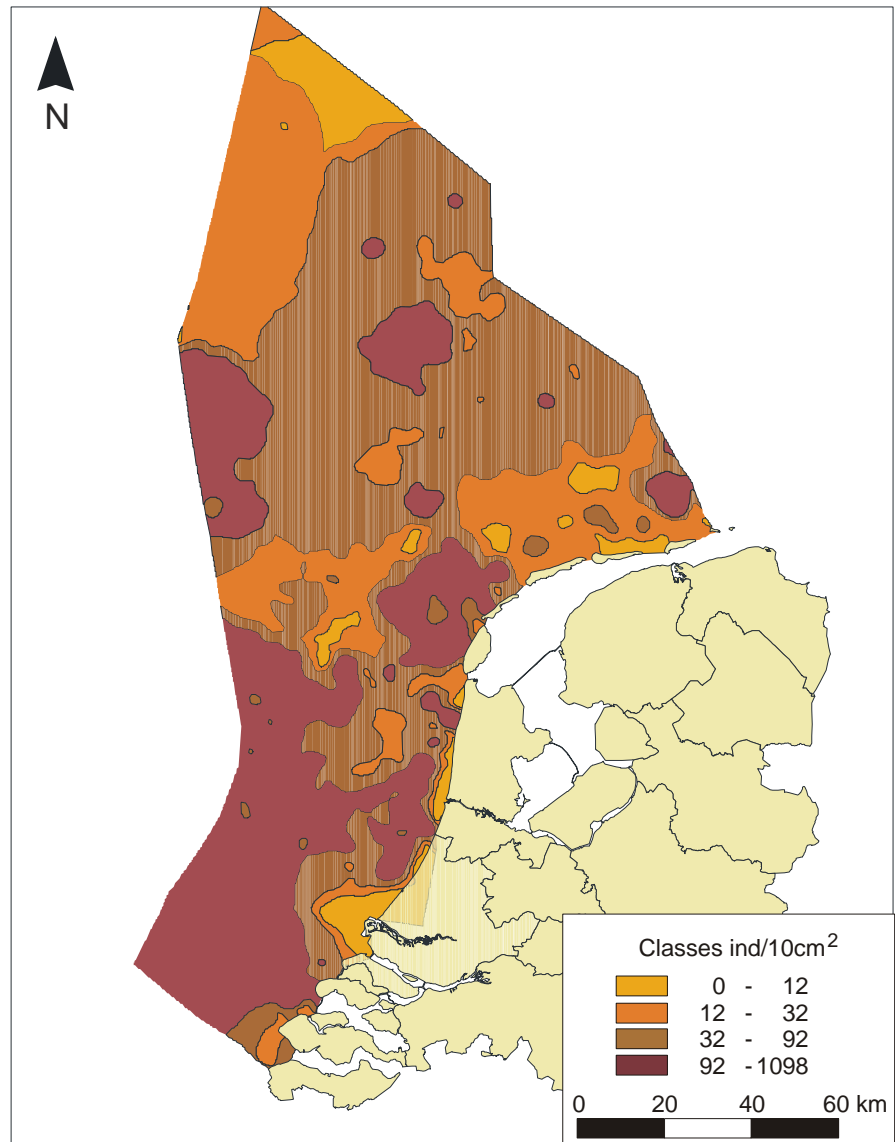


Bron: Holtman et al, 1996

.....
Figuur 2.31 Dichtheitsverdeling van *Spisula subtruncata*



.....
Figuur 2.32 Dichtheidsverdeling
Copepoda



Bron: Holtman et al, 1996

Vissengemeenschap

Het Nederlandse Continentaal Plat ligt in het zuidoostelijke deel van het Noordzeegebied (<40 m diep). Dit gebied is een van de drie meest rijke gebieden in de hele Noordzee met kenmerkende visfauna. De biomassa van de zuidoostelijke visfauna bestaat in de zomer voornamelijk uit platvis en haring (Bergman et al, 1991).

De verspreiding van de meeste vissoorten is sterk afhankelijk van de paaigebieden en de leeftijd. Paaigebieden van vissoorten met vrij in het water zwevende eieren, zoals schol, kabeljauw, makreel en sprat zijn over het algemeen niet sterk begrensd. De paaigebieden van vissoorten die de eieren aan bodemstructuren hechten, zoals haring, stekelrog, grondel en zandspiering, worden door sedimenttype, bodemstructuren en zuurstofgehalte bepaald.

De paaitijd voor kabeljauw duurt van januari tot maart en begint in de zuidelijke Noordzee en eindigt in de noordelijke Noordzee. Jongere jaarklassen van diverse vissoorten bevinden zich in relatief ondiepe kustwateren in de

kustzone. Oudere jaarklassen zwemmen naar diepere wateren (Bruine bank en de Breeveertien). Soorten als schol, tong, schar, koolvis, haring, rog en kabeljauw groeien uitsluitend op in specifieke groeigebieden zoals de kustzone tot de 30 m dieptelijn inclusief de estuaria (Voordelta).

Vogels

Naast de in Nederland broedende zeevogelsoorten (meeuwen en stern) maken ook andere zeevogels tijdens de trekbewegingen gebruik van de Noordzee. De Noordse stormvogel, alk, zeekoet en drieteenmeeuw zijn belangrijke overwinteraars in dit gebied. De meeste zijn volwassen vogels. Deze dieren blijven om een nestplaats te verwerven. Het spreidingspatroon van de vogels in de kustzone hangt voor een deel af van de visserijactiviteiten binnen het gebied. Duikers zijn vaak te vinden in de kustwateren van de Noordzee. Direct na het broedseizoen is de dichtheid van (volwassen) broedvogels in de Noordzee het hoogst. In deze periode bevinden zich zowel de jonge als de volwassen vogels op de Noordzee. Andere zeevogels komen meer verspreid voor en concentreren zich vooral rond visscholen en vissersschepen.

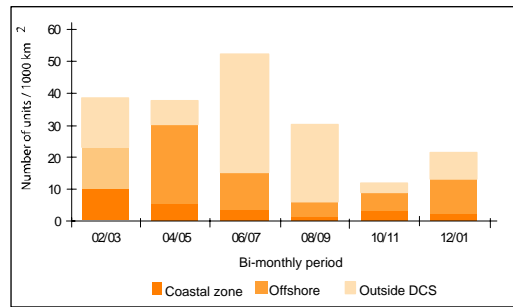
De Voordelta is een foerageergebied voor verschillende vogelsoorten (zee-eenden, sterns). In de minder troebele wateren in het Deltagebied komen vaak futen voor. Het belangrijkste overwinteringsgebied voor de zee-eenden bevindt zich ten noorden van de Waddeneilanden en op het ondiep kustwater voor de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden. Grote aantallen verblijven van tijd tot tijd in de kustwater tussen Noordwijk en Zandvoort. Ze foerageren op grote dichtheden tweekleppigen met name op de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtrancata*).

Zeezoogdieren

In de Noordzee zijn vier soorten walvisachtigen waargenomen die in lokale populaties te vinden zijn: de bruinvis, de witsnuitdolfijn, de tuimelaar en de witflankdolfijn. Deze organismen behoren tot de toppredatoren in de zee en hebben een relatief hoge voedsel consumptie. Ze eten vooral vis en schelpdieren. In Figuur 2.34 is aangegeven waar de bruinvis en de witsnuitdolfijn voorkomen. De bruinvis lijkt in de laatste jaren vooral in de winter terug te keren in het kustgebied van de Noordzee en de zeegaten van de Waddenzee en de Zeeuwse stromen.

In de Figuur 2.33 is een gemiddeld jaarverloop van bruinvis rond het NCP (1985 -1997) weergegeven.

.....
**Figuur 2.33 Seizoensvoorkomen
 bruinvis op en rond het NCP , 1985-
 1997.**



(bron: Witte R.H., Baptist, H.J.M., Bot, P.V.M., 1998)

(bron: Witte R.H., Baptist, H.J.M., Bot, P.V.M., 1998)

Uit deze gegevens blijkt dat de verschillende delen van het NCP een verschillend seizoensverloop kennen. Langs de kust worden maximale aantallen waargenomen in de nawinter en het vroege voorjaar. Dit beeld wordt bevestigd door waarnemingen door de Nederlandse Zeevogelgroep vanaf de kust (Camphuysen C.J., 1993).

Bruinvissen komen wijdverspreid over de Noordzee voor, echter in de Zuidelijk Bocht zijn ze het meest schaars. In de winter lijken er twee hoofdgroepen voor te komen. Een groep in het noordwesten van de Noordzee en een groep in de Deens-, Duitse- en Nederlandse wateren met kleine aantallen aan de Engelse oostkust. De bruinvissen in de Nederlandse wateren lijken tot verschillende Noordzee deelpopulaties te behoren, met een verschillend migratie patroon. In de winter (februari/maart) is de dichtheid van bruinvissen het hoogste vlak aan de kust, binnen de 20 m dieptezone (Baptist, H.J.M., Witte, R.H., Wolf, P.A., 1997; Witte, R.H., Baptist, H.J.M., Bot, P.V.M., 1998). In april/mei lijken ze zich vooral op te houden vlak buiten deze kustzone en dan met name ten noorden van de Waddeneilanden. Witsnuitdolfijnen worden maximaal 3 m lang. Ze hebben een korte, niet erg duidelijk te onderscheiden snuit, tamelijke grote borstvinnen, een spitse tamelijk hoge rugvin. Ze leven in grote of kleine scholen. Ze zwemmen graag, gedurende een korte tijd, met schepen mee.

.....
Figuur 2.34 Verspreidingspatroon van de Witsnuitdolfijn en de Bruinvis



bron: ICONA, 1992

Ook de Witsnuitdolfijn komt over het gehele NCP voor. Het meest frequent in het gebied tussen 53.30° en 54° NB en 3-4° OL. Dit gebied is te beschouwen als de meest zuidoostelijke uitloper van het diepere water dat langs de Engelse oostkust naar het zuiden komt en eindigt in de Bot-ney Cut. In het gehele gebied noord van 53° NB worden geregeld groepjes gezien. Zuidelijk van 53° NB alsmede in de kustzone lijkt de soort zich als een soort van doortrekker te gedragen. De meestal wat grotere groepen houden een duidelijke, meestal noordelijk gerichte trekrichting aan.

2.5.3 Autonome ontwikkeling

In dit hoofdstuk wordt de autonome ecologische ontwikkeling van het studiegebied beschreven. Hierbij wordt aan de hand van huidige ontwikkelingen en zonder de voorgenomen activiteit (beton- en metselzand winning) de ecologische veranderingen in beeld gebracht.

De Noordzee wordt door een breed scala van menselijke activiteiten (visserij, scheepvaart, baggerstort en recreatie) beïnvloed (zie paragraaf 2.6). Bovendien hebben grootschalige natuurlijke veranderingen als zeespiegelstijging, temperatuurstijging en veranderingen in de zand- en slibhuishouding voor de kust, invloed op de ecologische groepen.

Eerst worden de huidige beleidsstandpunten van het Water- en Natuurbeleid beschreven en vervolgens wordt gebruik gemaakt van de zee-AMOEBE om de toekomstige ecologische situatie in de Noordzee te voorspellen. Daarnaast is aanvullende informatie vanuit het Graadmeter Ontwikkelings Noordzee (GONZ) project gebruikt. In dit project worden graadmeters ontwikkeld, met behulp waarvan de toestand en de gevolgen van huidige en toekomstig gebruik op het ecosysteem van de Noordzee kan worden beschreven. Graadmeters maken gebruik van soorten, soortgroepen en processen. De graadmeters zijn momenteel nog in ontwikkeling.

Het huidige beleid voor het studiegebied.

Op internationaal niveau zijn in het verleden diverse conferenties en onderhandelingen geweest om de ecologische toestand van de Noordzee te verbeteren (Achtergrondnota, 1996). De implementatie van de uitkomsten vanuit deze afspraken hebben in de afgelopen jaren grote effecten gehad op de ecologie van de Noordzee. Sterker nog, ze kunnen bepalend zijn voor de toekomstige situatie van het ecosysteem van de Noordzee.

Binnen het nationale beleidsplan van de Natuurbeschermingswet voor kwetsbare gebieden in de Noordzee (Achtergrondnota, 1996) zijn beleidsplannen uit de internationale conferenties voor de Noordzee vertaald. Deze plannen spelen een kenmerkende rol in de autonome ontwikkeling van het studiegebied.

Voor de diverse gebieden in de Noordzee worden verschillende doelstellingen nagestreefd. De nationale doelstellingen voor de Noordzee zijn volledig beschreven in de vierde Nota Waterhuishouding (NW4, 1998). In de Kustzone en de Voordelta gelden de hoogste ecologische doelstellingen. Deze gebieden hebben een hoog beschermingsprogramma die de ecologische ontwikkelingen in de richting van bescherming van het gebied en het herstel van de natuur kan sturen. Daardoor wordt de restauratie van de ecologische kwaliteit van het gebied en de aanliggende wateren beïnvloed.

In de vierde Nota Waterhuishouding (NW4, 1998) wordt geconstateerd dat de kust en de Noordzee steeds intensiever gebruikt wordt. Het gebruik moet duurzaam zijn en mag niet ten koste gaan van de veerkracht van de kust. Vanuit het Natuurbeleid van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) zijn ecosysteem doelen voor de Noordzee vastgesteld. Daarbij is de ontwikkeling van verschillende ecologische groepen in de Noordzee van belang. Indicatorsoorten binnen deze ecologische groepen zijn geselecteerd en de gewenste streefbeeld voor de doelsoorten worden in de komende jaren gedefinieerd. Vanwege de onvolledigheid van de nieuwe beleidsdoelen voor de Noordzee wordt in dit rapport de AMOEBE benadering gebruikt inclusief de daarbij behorende soorten om de toekomstige ontwikkelingen in de Noordzee aan te geven.

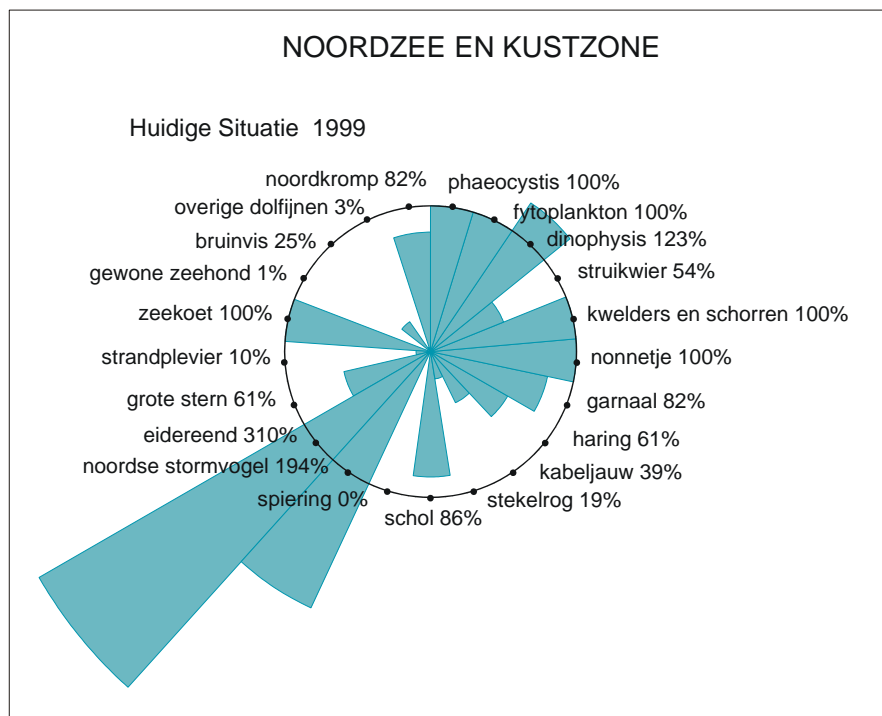
De zee-AMOEBE

Om de toekomstige ecologische ontwikkeling van de Noordzee te beschrijven, is de zee-AMOEBE systematiek gehanteerd. Met deze systematiek zijn de ecologische doelsoorten voor het ecosysteem uitgezet tegen de bovengenoemde beleidstandpunten.

De zee-AMOEBE wordt gebruikt om veranderingen in zowel biologische processen als de aantallen in het zee-ecosysteem te presenteren. Hierbij worden de referentie-aantallen van 32 soorten op een cirkel geplaatst. De afstand tot het middelpunt van de cirkel representeert het aantal van de soort in de referentiesituatie (het jaar 1930). Ten opzicht van deze cirkel zijn de huidige aantallen uitgezet. Dit levert de amoebe-achtige figuur op, zoals hieronder is aangegeven (Figuur 2.35). Een uitgebreide beschrijving van de berekening en werkwijze van de zee AMOEBE systematiek wordt beschreven in in Brink en ten Colijn (1990).

In dit rapport wordt gebruik gemaakt van de zee-AMOEBE van 1996. Dit is de laatste update van de AMOEBE voor de kustzone en de Noordzee. Met de AMOEBE worden zowel de huidige toestand als toekomstige veranderingen hierin weergegeven, zie Tabel 2-2.

.....
Figuur 2.35 De zee-AMOEBE voor 1996



Bron: Achtergrondnota, 1996

Om de toekomstige ecologische situatie te voorspellen is gebruik gemaakt van twee scenario's die zijn doorgerekend tot 2015:

- huidig beleid: de autonome ontwikkeling rekening houdend met bovenstaande beleidsafspraken
- systeem: de autonome ontwikkeling zonder aanpassing van het beleid

.....
Tabel 2-2 Huidige en toekomstige situatie van het studiegebied

	1995	2015	2015
Aspect	Huidige situatie	Huidige beleid	Systeem
Productiviteit in de Voordelta	Relatief hoog	Relatief hoog	Relatief hoog
Fytoplankton en phaeocystis in de Voordelta en Noordzee	100% en 123% streefbeeld gehaald.	100% en 100% Streefbeeld niet gehaald	100% en 100% Dicht bij streefbeeld
Noordkromp (bodem verstoring door visserij)	82% geen verandering in het aantal schelpdieren	geen verandering	geen verandering
Nonnetje (productiviteitsmeter)	100 %	100%	100%
Paai bestanden van schol kabeljauw haring	< bio- minimum 86% 39% 61%	>bio-minimum 100% 100% 100%	>bio- minimum 100% 100% 100%
Stekelrog (visserijdruk)	Laag 19%	Laag 19%	50% minder visserij, selectiever vissen en minder bodemverstoring
Garnalen en bot (natuurlijke factoren)	Bestanden blijven laag 82%	Bestanden blijven laag 82%	Bestanden blijven laag 95%
Stormvogel (overbodige bijvangst van)	94 % (factor hoger dan de	151%	100%

vis)	referentie 1930)		
Zeekoeten	100% (verdubbeld tov referentie 1930)	100%	105%
Eidereend in de Kustzone en Voordelta (mossel aanwezigheid)	310%	310%	310%
Broedvogels in de Kustzone (gebrek aan vis en aanwezigheid van PCBs) Grote stern	Grote stern 61 %	Grote stern 64% vanwege voedsel verbetering	Grote stern 100% vanwege voedsel verbetering
Strandplevieren (aanwezigheid van ongestoorde broedplaatsen)	10% minder ongestoorde broedplaatsen	2%	29%
Bruinvis (zeezoogdieren)	25%	30%	50%
Zeehond	1 % (fractie van de referentie 1930)	2 %	15 %

Uit de analyse van de zee-AMOEBE en de huidige kennis met betrekking tot de graadmeterontwikkeling voor de Noordzee (GONZ) kan het volgende worden afgeleid:

Productiviteit in het studiegebied in het jaar 2015

In de kustzone en in de zuidelijke Noordzee is de productiviteit altijd relatief hoog, het streefbeeld voor de algen *Dinophysis* en *Phaeocystis* wordt niet gehaald in het jaar 2015. In de Voordelta ligt de productiviteit op het deelniveau.

Schelpgemeenschap

Sinds 1995 is de populatie van schelpdieren redelijk constant. In de komende jaren worden geen veranderingen verwacht in de dichtheid van het nonnetje (*Macona balthica*). Dit schelpdier komt voor in de Waddenzee en is tevens een graadmeter voor de productiviteit van het gebied.

Visgemeenschap

De paaibestanden van schol, kabeljauw en haring blijven tot onder het veilige ecologische minimum. Indien de huidige maatregelen om de visserij inspanning naar 30% of meer terug te brengen wordt voortgezet zullen de commerciële vissoorten in 2015 bij de varianten 'systeem' en 'huidig beleid' weer boven het veilige biologische minimum komen.

Bodemfauna

De Stekelrog is een graadmeter voor visserijdruk en is onveranderd gebleven in de afgelopen jaren. Bij de variant 'systeem' is de verwachting dat herstel in 2015 zal plaatsvinden. In het bestand van de garnalen in de kustzone wordt geen veranderingen verwacht. De omvang van de populatie bot in de kustzone is achteruit gegaan ten opzichte van de jaren tachtig.

Vogelgemeenschap

De noordse stormvogel is een indicator voor visserij waarbij een grote hoeveelheid vis als overbodige bijvangst wordt gezet. De huidige populatie ligt een factor vier hoger dan de referentie. Voor de variant 'systeem' is de verwachting dat het aantal vogels zal afnemen. In het aantal zeekoeten worden geen veranderingen in de komende jaren verwacht. Er wordt een migratie van

de eidereenden vanuit de Waddenzee naar de kustzone verwacht. De oorzaak hiervan is de vermindering van de beschikbaarheid van voedsel in de Waddenzee. Voor de broedvogels (grote stern), is de huidige populatie 50% van de referentie. Vanuit het huidige beleidsstandpunt zal geen verbetering in de broedplaatsen plaats vinden. De toename van verstoringen door recreatie en tekort aan broedlocaties zijn de belangrijke factoren. Gebrek aan broedplaatsen heeft verder het aantal strandplevieren gereduceerd. Het huidige beleid voor de Kustzone en Voordelta zal een verdere afname van het aantal strandplevieren veroorzaken.

Zeezoogdieren

Het aantal bruinvissen in de laatste jaren is toegenomen. Het huidige bestand op het NCP ligt tussen 10 en 50% van de referentie. In de kustzone kan tot 25% van de referentie herstellen.

2.6 Gebruiksfuncties

In de volgende paragrafen worden de huidige gebruiksfuncties en de autonome ontwikkeling van deze functies van het zoek- en studiegebied beschreven. De gebruiksfuncties die worden besproken zijn: visserij, scheepvaart, offshore mijnbouw, kabels en buisleidingen, oppervlakedelfstoffen, baggerstort, militaire activiteiten, recreatie. Daarnaast worden nog de functies cultuur-historische waarden en kustverdediging besproken.

2.6.1 Visserij

Bestaande situatie

Visserij wordt uitgeoefend in de gehele Noordzee. Hierbij geldt dat bepaalde gebieden intensiever worden bevist dan andere. Uitgesloten van winning zijn gebieden waar een ruimtelijke scheiding met andere functies van toepassing is. Bijvoorbeeld in de buurt van offshore platforms en rondom pijpleidingen en kabels mag niet worden gevestigd. In opgroeigebieden van jonge vis (binnen 12-mijls zone en de scholbox) gelden beperkende maatregelen.

De Noordzeevisserij bestaat uit verschillende vloottypen die ieder specifieke soorten bevissen. De meest voorkomende vorm van visserij buiten de 12-mijls zone op het NCP is de boomkorvisserij die zich vooral richt op de platvissoorten tong en schol. Daarnaast wordt op het NCP met bodemtrawls en in span op rondvis (onder andere kabeljauw en wijting) gevestigd en vindt een beperkte spanvisserij op haring plaats in het najaar.

Binnen de 12-mijlszone mag alleen door kleinere schepen (minder dan 300 pk, vooral Eurokotters) de boomkorvisserij op platvis uitgevoerd worden. Naast deze intensieve boomkorvisserij wordt er in de kustzone op garnalen gevestigd. Eveneens wordt in de kustzone tot op een diepte van ca 15 meter op schelpdieren gevestigd. Dit betreft met name de vangst van halfgeknotte strandschelp (*Spisula*) en mesheften (*Ensis*). In sommige seizoenen (paaitrek) wordt door andere (vaak Deense) schepen met warnetten gevestigd in het Nederlandse kustgebied. Er is weinig inzicht in de totale visserij-inspanning (bijvoorbeeld aantal visdagen maal de capaciteit) die jaarlijks in de kustzone wordt geleverd.

De Europese Unie reguleert de visserijdruk op de belangrijkste soorten door het jaarlijks vaststellen van maximale vangsthoeveelheden (TAC's/quota). Daarnaast tracht de EU via een saneringsregeling de capaciteit van de Europese

vloot meer in overeenstemming te brengen met de omvang van de commerciële bestanden. Niet-gequoteerde vissoorten vormen over het algemeen geen doelsoorten van de verschillende vloten maar worden als bijvangst op de markt aangeboden. De vangsten in de garnalen- en schelpdiervisserij worden bepaald door vraag en aanbod.

Autonome ontwikkeling

In scenario-studies over de toekomst van de visserij in de Noordzee staan twee aandachtspunten centraal, een vermindering van de visserij-inspanning en het gebruik van meer selectieve vistuigen. Het doel van de Europese Unie is om op middellange termijn een vermindering van de visserijdruk te realiseren voor de bestanden die zich thans in een situatie van overbevissing bevinden. Op basis van internationale verdragen is Europa eveneens gehouden een meer ecologisch verantwoorde visserij te ontwikkelen. Hierbij wordt gestreefd naar de ontwikkeling van meer selectieve vistuigen en vistuigen die minder bodemverstoring veroorzaken. Tevens wordt de ontwikkeling van nieuwe vormen van vis- en wierkweek (aquacultuur) als mogelijke oplossing gezien om in de toenemende vraag naar visproducten te kunnen voorzien.

2.6.2 Scheepvaart

Bestaande situatie

De Noordzee is één van de drukst bevaren zeegebieden ter wereld. Daarbij blijkt dat het NCP het drukst bevaren deel daarbinnen is. Op elk willekeurig moment van de dag varen er gemiddeld ongeveer 387 schepen op het NCP. Jaarlijks worden ongeveer 260.000 scheepsreizen over het NCP ondernomen waarbij circa 28 miljoen zeemijlen (50 miljoen kilometer) worden afgelegd. Het routegebonden scheepvaartverkeer bestaat ongeveer 49%. Niet-route gebonden scheepvaartverkeer betreft vooral de visserij, werkvaart (ten behoeve van offshore mijnbouw) en recreatievaart. Van het route-gebonden scheepvaartverkeer doet ongeveer 60% een Nederlandse haven aan. Omdat Rotterdam een belangrijke havenplaats is, concentreert de scheepvaart zich in het zuidelijk deel (ten zuiden van de 54 gradenlijn) van het NCP (90%). In het noordelijk deel van het NCP is minder scheepvaart; dit deel wordt vooral gebruikt door visserij en offshore mijnbouw.

Teneinde diepstekende schepen te kunnen toelaten in de havens van Rotterdam en IJmuiden (Amsterdam) zijn er toeleidende geulen gebaggerd. Deze geulen staan min of meer haaks op de kust. Schepen met een diepgang groter dan 17.5 m die de Haven van Rotterdam (max. diepgang 22.56 m) aandoen zijn verplicht van de Euro-Maasgeul gebruik te maken. Dit zijn er ca. 310 per jaar. Van deze geulgebonden schepen moeten er ca. 200 per jaar (met een diepgang groter dan 20 m) gebruik maken van het getij om binnen te komen. Voor de Haven van IJmuiden (max. diepgang 16.46 m) zijn schepen met een diepgang groter dan 13.72 m verplicht van de IJgeul gebruik te maken. Dit zijn er ca. 200 per jaar.

Autonome ontwikkeling

Er zijn niet veel gegevens over toekomstige ontwikkelingen voorhanden. Er wordt echter geen noemenswaardige toename verwacht in het aantal schepen dat de havens zal aandoen. Wel wordt verwacht dat het aantal grote schepen toeneemt ten opzichte van de kleinere schepen. Daarnaast zal de containervaart toenemen. Als er door de politiek een stimulans wordt gegeven kan de kustvaart meer toenemen.

2.6.3 Offshore mijnbouw

Bestaande situatie

Op het Nederlands deel van het Continentaal Plat staat een groot aantal vaste mijnbouw-installaties. Ongeveer 70% van de aardoliewinning in Nederland vindt er plaats; voor aardgaswinning is dit ongeveer 25%. Naar verwachting zal de olieproductie na 2000 sterk dalen, terwijl de gaswinning na een lichte stijging na het jaar 2000 op hetzelfde niveau zal terugkeren. Daarmee is offshore mijnbouw een belangrijke gebruiksfunctie van de Noordzee. Wisselwerking met het watersysteem Noordzee vindt plaats in de vorm van lozingen van boorspoeling, productie- en drainagewater tijdens de exploratie- en exploitatiefase, in verband met de supply-scheepvaart, en door akoestische vervuiling tijdens de geofysische verkenningsfase. Het door de olie- en gaswinning geproduceerde afval dat vrijkomt in de vorm van boorgruis en productiewater bevat onder andere olie, PAK's en zware metalen.

Autonome ontwikkeling

Er wordt geen uitbreiding van offshore olie- en gaswinning verwacht qua hoeveelheid te winnen delfstoffen. Echter er komen meer kleine velden en er is een afname van grote velden. De verwachting is daarom dat de huidige winningen in de toekomst zullen afnemen.

2.6.4 Kabels en buisleidingen

Bestaande situatie

In 1996 was er ongeveer 1291 km buisleidingen en 1300 km kabels in gebruik, verspreid over de bodem van het Nederlandse deel van de Noordzee. Deze infrastructuur geeft beperkingen aan de toewijzing van gebieden voor zandwinning. Ter bescherming van de kabels buisleidingen en voor de opsporing en het herstel van mogelijke breuken is aan weerszijde van de kabels en leidingen een veiligheidszone van 500 meter nodig. De aanlanding van buisleidingen mag slechts op 5 locaties aan de kust, kabels mogen echter in de hele kustzone worden aangeland.

Autonome ontwikkeling

De komende jaren zal het aantal buiten gebruik geraakte kabels flink toenemen. Daarnaast zullen in de toekomst nieuwe pijpleidingen en kabels gelegd gaan worden op de Noordzeebodem. Op dit moment is er (vooral) een toenemende vraag naar de aanleg van met name telecommunicatie kabels.

2.6.5 Oppervlakte delfstoffen

Bestaande situatie

Momenteel wordt er jaarlijks zo'n 12 miljoen m³ Noordzeezand gewonnen en gebruikt ten behoeve van kustsuppleties. Dat zand wordt, in verband met kostenbesparingen volgens de in het Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee opgenomen richtlijnen, gewonnen in de nabijheid van het/de te suppleren kustvak(ken). Daarnaast wordt nog zo'n 16 miljoen m³ gewonnen ten behoeve van het gebruik als ophoogzand op het land. Oppervlakedelfstoffenwinning is in principe toegestaan buiten de doorgaande 20 meter dieptelijn en in de vaargeulen. Buiten de vaargeulen mag daarbij (eenmalig) tot een diepte van 2 meter gewonnen worden. In de vaargeulen mag tot 5 meter diepte gewonnen worden. Het RON2 staat diepe zeezandwinning toe (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004).

Er is ruim voldoende suppletie- en ophoogzand beschikbaar in de Noordzee. Daarnaast worden jaarlijks enkele honderdduizenden m³ hoogwaardig zand gewonnen (grof zand dat gebruikt wordt voor hoogwaardige toepassingen, zoals ten behoeve van de beton- en metselindustrie). Dit hoogwaardig zand is in kleinere hoeveelheden in de Noordzee beschikbaar. Bij de winning van zand ten behoeve van suppleties worden deze hoogwaardige zandvoorkomens ontzien. Omdat aan het oppervlak nauwelijks hoogwaardig zand aanwezig is, is het nog niet voorgekomen dat een aanvraag voor winning om deze reden is geweigerd. Naast zandwinning, vindt er op de Noordzee ook schelpwinning plaats. In het gebied Voordelta mag jaarlijks maximaal 40.000 m³ worden gewonnen.

Autonome ontwikkeling

De voor kustsuppleties benodigde hoeveelheden zand zijn sinds 2000 gestegen, onder andere ter compensatie van zeespiegelstijging en zandverliezen op dieper water. De vraag naar Noordzee-zand lijkt de komende jaren zeer sterk toe te nemen in verband met kustuitbreidingsplannen als Maasvlakte 2. Hierdoor kan de jaarlijks te winnen hoeveelheid zand tientallen malen groter worden dan tot nu het geval was.

2.6.6 Baggerstort

Bestaande situatie

De Noordzee herbergt de belangrijkste loslokaties voor baggerspecie uit havens langs de Nederlandse kust. Met name vanuit de Rotterdamse havens en de Euro-Maasgeul worden flinke hoeveelheden (relatief schone) baggerspecie gelost op een daarvoor speciaal aangewezen lokatie in zee (ongeveer 12.000 m³ per jaar). Tot 1995 was dit de Loswal Noord. Aangezien vanaf Loswal Noord te veel slib terugstroomt richting haven en vaargeul, is in 1996 een nieuwe lokatie, Loswal Noordwest, in gebruik genomen. Meer vervuilde baggerspecie wordt in speciaal daarvoor aangelegde depots gestort (bijvoorbeeld Slufter). Voor de havens IJmuiden/IJgeul en de haven van Scheveningen zijn nog twee baggerstortlocaties aanwezig.

Autonome ontwikkeling

Wanneer door het verplaatsen van de baggerstort op Loswal Noord, de verwachte afname van de retourstroom richting havens werkelijkheid wordt zal er in de toekomst minder gebaggerd hoeven te worden. Als het beleid zijn vruchten afwerpt zal de bagger ook schoner worden, waardoor er minder in de Slufter hoeft te worden geborgen en meer naar zee kan. Wat stortlocaties betreft zijn er plannen bagger te gaan storten in zogenaamde verdiepte loswallen. De bagger wordt hierbij in gegraven kuilen in de zeebodem gestort. De voorgenomen locatie van deze verdiepte loswallen is ten Noorden van de Euro-Maasgeul.

2.6.7 Militaire activiteiten

Bestaande situatie

In het structuurschema militaire terreinen zijn op en boven de Noordzee verschillende gebieden aangewezen als militair oefenterrein. Bij oefeningen gaat het doorgaans om schietoefeningen vanaf de kust, vanaf schepen of vanuit vliegtuigen. De schietactiviteiten geschieden op werkdagen, met uitzondering van een periode in de zomer. Daarnaast wordt ook geoefend in de bestrijding van mijnen en in landingen op de kust. Bij de operationele lozingen en de (schiet)oefeningen die worden uitgevoerd komt munitie in zee terecht en wordt de bodemfauna beschadigd door explosies op de zeebodem.

Autonome ontwikkeling

Op korte termijn wordt het verminderen van het aantal oefenterreinen niet voorzien. Vanwege het intensieve ruimtegebruik op de Noordzee is het verplaatsen van deze activiteiten nauwelijks mogelijk.

2.6.8 Recreatie

Bestaande situatie

De Nederlandse Noordzee heeft voor recreatie en toerisme grote betekenis. Het toeristisch-recreatief gebruik van de Noordzee kan ruimtelijk worden gedifferentieerd in twee zones:

- het strand wordt als recreatiegebied gebruikt;
- een (relatief beperkte) strook Noordzeewater dient als watersportgebied

De volgende typen recreatieactiviteiten zijn relevant:

- dagrecreatie (strand, zonnen, zwemmen en picknicken, dagkamperen)
- verblijfsrecreatie
- watersport (onder watersport wordt verstaan recreatietoervaart, sportvisserij, kleine watersport en overig (duiken e.d.))

Naar schatting van de Nederlandse vereniging van sportvissers zijn er in Nederland circa 300.000 zeesportvissers.

Dagrecreatie

De Noordzeekust vormt het belangrijkste dagrecreatiegebied van Nederland. Dagrecreatie manifesteert zich met name in de drukke Noord- en Zuidhollandse badplaatsen. Uit onderzoek blijkt dat de inwoners van West-Nederland gemiddeld één maal per jaar een dagje naar het strand gaan. Het aantal dagrecreanten dat de Noordzeekust bezoekt bedraagt circa 8.3 miljoen per jaar.

Verblijfsrecreatie

Ten aanzien van verblijfsrecreatie worden in diverse bronnen verschillende data genoemd. Vanwege de continuïteit van de datareeks is hier van CBS gegevens uitgegaan. In 1996 vonden er in de Noordzeebadplaatsen circa 7 miljoen overnachtingen plaats (1995: 7.505 miljoen). Daarbij wordt verondersteld dat deze bezoekers voornamelijk vanwege de Noordzeekust een bezoek aan het gebied brachten; het recreatieve gebruik van de Noordzee door verblijfsrecreanten is dus gelijk aan circa 7 à 7.5 miljoen bezoekers per jaar.

2.6.9 Cultuur-historische waarden

De Nederlandse kust is al sinds de vroegere eeuwen bewoond geweest. Als gevolg van zeespiegelstijging en bodemdaling (en daardoor een terugtrekkende kust) zijn veel sporen van vroegere activiteiten bedekt (en beschermd) door sediment. De grootste vondstdichtheid en de beste conserveringstoestand doet zich voor in de Voordelta. Verder bevinden de belangrijkste archeologische waarden zich in de kustzone zeewaarts van de (doorgaande) NAP - 20 meter lijn (Worp, R. van der (red.), 1999). Daarnaast liggen langs de Nederlandse kust gebieden waar de overblijfselen van vergane schepen in uitmuntende staat zijn behouden. Gebieden waar belangrijke archeologische scheepsvondsten zijn gedaan in het wingebied zijn aangegeven in Figuur 2.7.

2.6.10 Kustverdediging

Bestaande situatie

In Nederland wordt de veiligheid tegen overstromen gewaarborgd door een combinatie van duinen, dijken en harde constructies. Een deel van de kustzone, namelijk de vooroever - grofweg van NAP -20 m tot de 1 km grens met het land speelt een directe rol in het dynamische gedrag van de totale zeevering (dat wil zeggen duinen, strand en vooroever). Deze vooroever heeft dan ook een belangrijke functie als waterkering. Het Nederlandse kuststelsel wordt ook wel in drie karakteristieke delen opgesplitst: de Zeeuwse en Zuid-Hollandse delta, de Hollandse kust en de Waddenkust (zie Figuur 2.13).

Het deltagebied wordt gekenmerkt door smalle duinenrijen en dijken. Door de deltawerken is er een ondiep kustgebied ontstaan, de Voordelta.

De Hollandse kust ten zuiden van IJmuiden is overwegend stabiel, met enkele erosieve kustvakken zoals Delfland, Scheveningen en Bloemendaal. Ten noorden Egmond verdwijnen jaarlijks vele m³ zand, zowel op diep als op ondiep water. De oorzaak van de erosie is deels natuurlijk, deels een gevolg van menselijke ingrepen, zoals de verlenging van de havenhoofden van IJmuiden en de afsluiting van het IJsselmeer. De Waddenkust is sterk dynamisch. Vooral aan de koppen van de eilanden vinden grote fluctuaties tussen erosie en sedimentatie plaats.

Om de erosie te compenseren wordt jaarlijks ongeveer 8 miljoen m³ zand op de kust gesuppleerd. Om het zandige fundament van Nederland te behouden is het nodig om de verliezen op diep water in de toekomst ook aan te vullen. In de Kustbalans (1996) is vastgelegd dat dit vanaf het jaar 2000 zal gebeuren.

Toekomstige situatie

Verwacht wordt dat in de toekomst de belasting op de kust zal toenemen als gevolg zeespiegelstijging, toename van het getijverschil langs de Nederlandse kust en vergroting van de stormintensiteit. Dit betekent dat er versnelde erosie op zal treden, wat zal leiden tot een toename van de suppletiebehoefte.

2.7 Toekomstige grootschalige ingrepen

Grootschalige landaanwinningsprojecten, wanneer uitgevoerd, hebben grote invloed op de autonome ontwikkeling. Daarnaast kan de zandwinning noodzakelijk voor deze kustplannen de plaats en wijze van de winning van beton- en metselzand beïnvloeden.

Enkele toekomstige grootschalige ingrepen met gevolgen voor de autonome ontwikkeling zullen in het kort toegelicht worden. De volgende ontwikkelingen worden hier beschouwd:

- Uitbreiding huidige Maasvlakte (tweede Maasvlakte)
- Windmolenpark in zee
- Openstelling Haringvlietsluizen

2.7.1 Uitbreiding huidige Maasvlakte (tweede Maasvlakte)

In een PKB+/MER studie worden mogelijkheden onderzocht om het gesignaleerde ruimtetekort in de haven van Rotterdam op te lossen. Een van de mogelijke oplossingen is het aanleggen van een landaanwinning in de vorm van uitbreiding van de huidige Maasvlakte. Voor de landaanwinning is een grootschalige zeezandwinning noodzakelijk.

De gecombineerde landaanwinning-zandwinning heeft grote effecten op het kustgebied rond de Maasvlakte. Omdat de wijze van uitvoering (locatie e.d.) nog niet bekend is kunnen de mogelijke effecten slechts in algemene termen worden weergegeven. De verwachting is dat er uitbouw van de kust bij Hoek van Holland plaats zal vinden. De kust van Rijnland zal daarentegen erosie ondervinden. Door een toename van de stroomsnelheden (door stroomcontractie) en een verandering van de grootschalige zandtransporten zal een versteiling van de vooroever aan de noordkant plaatsvinden. De Haringvlietmonding zal nog meer in de luwte komen te liggen waardoor de sedimentatie in dit gebied versterkt zal worden. De landaanwinning heeft ook grote effecten op het slib- en larventransport langs de Nederlandse kust. Onderbreking van dit transport door uitbouw van de Maasvlakte kan grote gevolgen hebben voor de slibhuishouding langs de Hollandse kust en in de Waddenzee en op het migratieproces van larven.

2.7.2 Windmolenpark in zee

De Nederlandse overheid streeft naar een besparing van 10% op fossiele energie in 2020 door de inzet van duurzame energiebronnen. In dit kader loopt er een MER studie naar de mogelijke locatie voor het realiseren van een demonstratieproject Near Shore windpark. Het gaat hierbij om het aanleggen van ongeveer 100 windturbines. De turbines worden ieder afzonderlijk op een fundering geplaatst met een onderlinge afstand van circa 400 m. De turbines worden niet op een eiland geplaatst. Eén van de mogelijke locaties ligt aan de rand van het wingebied van dit MER op zo'n 9 km afstand van de kust voor IJmuiden. In de toekomst worden er wellicht nog andere locaties onderzocht. Afhankelijk van de opstelling is een gebied van 20 tot 25 km² nodig. De verwachting bestaat dat er alleen lokale effecten op morfologie, waterbeweging en ecologie optreden als gevolg van gewijzigde stromingen tussen de palen. De uitvoering van het demonstratieproject is gepland voor 2002 en valt daarmee mogelijk binnen de in dit rapport gehanteerde winperiode voor beton- en metselzand. Omdat als gevolg van het windmolenpark geen grootschalige effecten worden verwacht, wordt in dit rapport het aanleggen van een windmolenpark in zee verder niet meegenomen.

2.7.3 Openstellen Haringvlietsluizen

In 1998 is een MER studie voltooid naar de effecten van het gedeeltelijk openstellen van de Haringvlietsluizen. Het doel van deze openstelling was om voorwaarden te bieden voor karakteristieke estuariene levensgemeenschappen en voor een duurzaam gebruik van water aan weerszijden van de sluis. De gevolgen voor het wingebied zijn een gedeeltelijk herstel van de getijgeulen en buitendelta van de Haringvliet en een versterking van de natuurlijke zoet-zout overgang in het noordelijk deltagebied. Daarnaast zal er minder rivierwater via de Nieuwe Waterweg worden afgevoerd en meer via het Haringvliet. Dit kan gevolgen hebben voor de zoet/zout menging op de Noordzee en daarmee op de slibhuishouding. Over de mogelijke openstelling is nog geen besluit genomen.

Uit bovenstaande blijkt dat de openstelling van de Haringvlietsluizen wél gevolgen voor de autonome ontwikkeling van de Noordzee heeft, maar deze hebben geen invloed op de relatie van de fysische processen met de vraag en het aanbod van zand. Om deze reden zal in dit rapport verder niet op de openstelling van de Haringvlietsluizen worden ingegaan.

2.7.4 Conclusie

Indien in de toekomst álle genoemde ingrepen worden uitgevoerd is het mogelijk dat een cummulatie van effecten optreedt. Voor de aanleg van een windmolenpark én een tweede Maasvlakte is veel meer zand nodig dan voor één van de projecten afzonderlijk en verandert ook de verhouding ten opzichte van de taakstelling voor de te winnen hoeveelheid beton- en metselzand op zee. Door het aanleggen van een windmolenpark is minder oppervlak beschikbaar waaronder zich mogelijk voor het samenstellen van beton- en metselzand geschikte zanden bevinden. In dit rapport wordt op deze cummulatieve effecten niet ingegaan.

3 Procesketen zandwinning

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de procesketen van de winning van zand op zee tot gereed product (in dit geval: beton- en metselzand) beschreven. Het gaat hierbij om zand afkomstig uit de formatie van Kreftenheye inclusief het bovenliggende zandpakket. In deze procesketen kunnen verschillende fasen onderscheiden worden:

- De methode van winning. Het gaat hierbij om het losmaken en verwijderen van het bodemmateriaal. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de zogenaamde 'overvloei', een mengsel van water met sediment zand en slib) dat terugvloeit in zee tijdens het laden van het gewonnen materiaal in het schip.
- De wijze van transport naar de bestemming. Dit kan een stortlocatie op zee zijn of een verwerkingsinstallatie op het land.
- De lokatie en methode van verwerking inclusief ontzilting. Beton- en metselzand komt niet kant en klaar voor in de Noordzee, maar wordt door zeven en fractionering (verdeling of scheiding) samengesteld uit zanden die daarvoor geschikt zijn. Het zand moet worden ontzilt omdat het zoutgehalte de constructieve kwaliteit van de metselwerken en (gewapend) beton beïnvloedt.
- De wijze van afvoer van het verwerkte zand.

Zie ook Figuur 3.5 aan het einde van dit hoofdstuk.

Bij iedere fase van de winning kunnen verschillende technieken ingezet worden, ieder met zijn eigen karakteristieken en effecten. In dit hoofdstuk worden van iedere fase de methoden en technieken besproken. Zandwinmethoden en -technieken die op zee helemaal niet bruikbaar zijn worden niet behandeld. In hoofdstuk 5 zal op de optredende milieu-effecten als gevolg van de betreffende winnings-fase worden ingegaan.

Dit hoofdstuk wordt afgesloten met de meest geschikte en waarschijnlijke methode voor elk onderdeel van de procesketen. De keuzes die hierbij worden gemaakt, worden aangehouden in de volgende hoofdstukken van het MER. Als bijvoorbeeld gekozen wordt voor transport door middel van pijpleidingen, betekent dit dat in de effectbeschrijvingen (hoofdstuk 5) alleen zal worden ingegaan op de effecten van de pijpleidingen, en niet op de milieueffecten van transport met behulp van bakken.

3.2 De methode van winning

In deze paragraaf wordt ingegaan op de wijze waarop het bodemmateriaal kan worden losgemaakt en verwijderd. Het optreden van overvloei heeft een sterke samenhang met het winproces. Dit aspect wordt ook in deze paragraaf toegelicht.

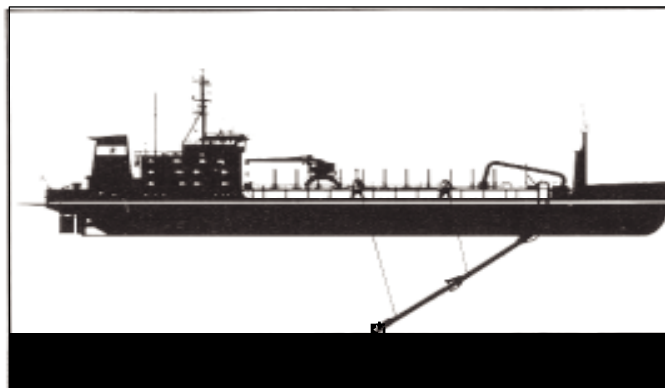
3.2.1 Wintechnieken

Bij het winnen van zeezand zijn twee technieken te onderscheiden: Varend zuigen en stationair zuigen.

Varend zuigen

Varend zuigen gebeurt met een sleephopperzuiger (zie Figuur 3.1). De sleephopperzuiger is een zelfvarend baggerwerktuig. Het werktuig is voorzien van één of meer laterale zuigbuizen, één of meer pompinstallaties en een eigen laadruim (beun of hopper genoemd).

.....
Figuur 3.1 Sleephopperzuiger



bron: RWS, 1998

Aan de zuigbuis is een sleepkop gemonteerd die veelal voorzien is van waterspuiten en/of messen en tanden. Deze dienen om het materiaal vóór de zuigmond te brengen. De sleepzuiger baggert langzaam varend met een snelheid van 1 à 2 m/s. Het baggermengsel wordt via een centrifugaalpomp in het laadruim geperst, waar het zand de gelegenheid krijgt te bezinken. Het overtollige water wordt via de zogenaamde overvloei (zie paragraaf 3.2.2) terug naar zee gebracht. Wanneer het vaartuig vol is wordt het zuigen gestopt en vaart het geladen schip naar zijn bestemming om te lossen.

De grootte van de sleepzuiger, die wordt aangeduid met de inhoud van het laadruim, varieert van 5000 tot 23.000 m³. Voor het buitengaats werken is een sleephopperzuiger uitermate geschikt, er kan namelijk tot een maximale golfhoogte van ongeveer 3 meter nog gewonnen worden.

Bij winning met de sleephopperzuiger is het mogelijk om op verschillende manieren te winnen. In de eerste plaats kan er ondiep gewonnen worden door op één plaats slechts eenmaal te winnen. De zeebodem wordt dan gelijkmatig ontgrond over een groot oppervlak. In de tweede plaats kan er diep gewonnen worden in lange "smalle" putten, door langdurig in een gebied heen en weer te varen.

Stationair zuigen

Stationair zuigen kan op twee manieren: Zand opzuigen van de zeebodem zelf en zand opzuigen van ónder de zeebodem.

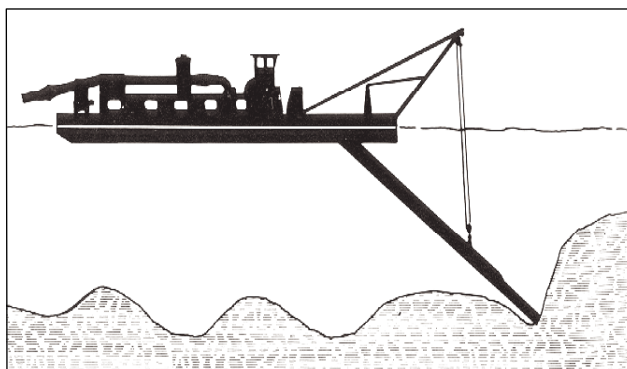
Zand opzuigen van de zeebodem

Stationair zand opzuigen van de zeebodem gebeurt met een winzuiger of een steekhopperzuiger. Een winzuiger is een drijvend baggerwerktuig (zie Figuur 3.2). Het drijflichaam is een rechthoekig ponton. In een bak aan een der korte zijden is een zuigbuis aangebracht, die is opgehangen in een eenvoudige bokconstructie. In het algemeen bevindt de baggerpomp zich halverwege de zuigbuis. Het materiaal wordt opgezogen zonder verdere hulpmiddelen en wordt geperst in langs zij, vrij van het winwerktuig liggende baggerbakken. Met

een winzuiger die perst in een langszij liggende bak kan er gewerkt worden tot golven met een maximale hoogte van ongeveer 0.5 m. Met speciale werktuigen en bakken die nauwkeurig op hun plaats kunnen blijven liggen door een 'dynamic positioning' systeem, kan tot grotere golfhoogten gewerkt worden.

Dynamic positioning is een besturingssysteem voor schepen, waarbij, door koppeling van een satellietnavigatiesysteem met de aandrijving van het schip, het schip uiterst nauwkeurig naar een aangeven positie kan manoeuvreren en op die positie kan blijven liggen.

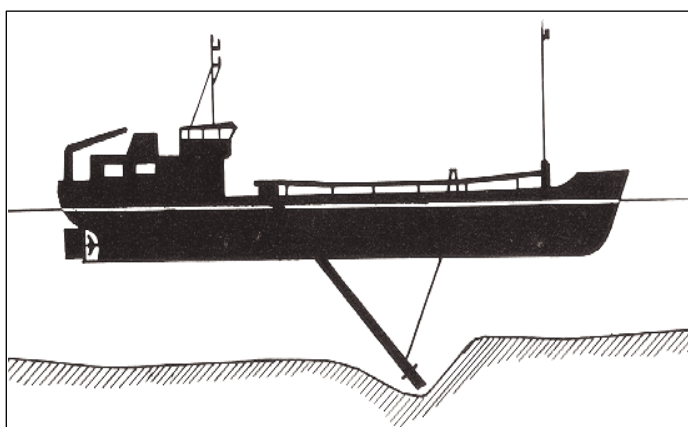
.....
Figuur 3.2 Winzuiger



bron: RWS, 1998

De tweede manier om stationair zand op te zuigen van de zeebodem is door middel van een steekhopperzuiger (zie Figuur 3.3). Het zuigproces van een steekhopperzuiger is te vergelijken met dat van een winzuiger. Het verschil is dat de steekhopperzuiger net als een sleehopperzuiger in zijn eigen ruim laadt. In vergelijking met een sleehopperzuiger is dit vaartuigtype in het algemeen kleiner en daarom meestal niet zeewaardig. Er zijn echter ook grote zeewaardige sleehopperzuigers die te gebruiken zijn als steekhopperzuigers. De werkbaarheids grens van de steekhopperzuiger ligt echter lager dan van een sleehopperzuiger. Bij een maximale golfhoogte van 1.0 m zal de zandwinning tengevolge van de krachtwerking op de zuigbuis stagneren, tenzij speciale constructies zijn aangebracht.

.....
Figuur 3.3 Steekhopperzuiger



bron: RWS, 1998

Bij een stationaire zuiger (winzuiger of steekhopperzuiger) kan beter dan bij een sleephopperzuiger zand op een specifieke plaats gewonnen worden. Daardoor kan selectiever alleen gewenst zand gewonnen worden. Een stationaire zuiger is zeer geschikt voor een klein oppervlak en grotere diepte van de winput. Er blijft echter een onregelmatige onderwaterbodem achter na het zuigproces.

Zand opzuigen van onder de zeebodem (onderzuigen)

Zand vanónder de zeebodem wegzuigen wordt onderzuigen genoemd. Er wordt vanaf een platform of een ponton een zuigbuis tot op zekere diepte in de bodem gestoken. Door water (waterjet methode) of lucht (airlift methode) wordt het zand losgewoeld en naar boven gebracht. Het zand wordt lokaal weggehaald waardoor een holte ontstaat. Om een zandlaag te winnen moet de procedure regelmatig herhaald worden. Dit kan door het platform of ponton te verplaatsen.

De methode kan alleen toegepast worden op plaatsen waar een dieper liggende zandlaag aanwezig is onder een afdekkende kleilaag. Bij niet te grote holten zakt de kleilaag schotelvormig in en blijft de bovenliggende zeebodem intact bij de verzakking. Bij grotere holtes breekt de kleilaag en blijft de zeebodem niet intact. Ontbreekt de afdekkende kleilaag dan zal het zandpakket dat boven de laag ligt die weggezogen wordt, direct naar beneden storten. Op deze wijze ontstaat een put in de zeebodem.

Onderzuigen is voor gebruik op de Noordzee om verschillende redenen nog niet operationeel:

- Op de Noordzee is geen afdekkende kleilaag aanwezig is. Er is nog geen ervaring met de winmethode bij andere bovenliggende lagen.
- Uit hoofdstuk 2 is gebleken dat het gewenste zand (de Formatie van Kreftenheye) zich op veel verschillende lokaties bevindt. Dit heeft tot gevolg dat verplaatsing van het platform of ponton vaak herhaald moeten worden hetgeen veel tijd en kosten met zich meebrengt.

3.2.2 Overvloei

Bij het winnen van zand met een sleep- of steekhopper wordt het opgezogen mengsel van sediment en water met grote snelheid in het beun gespoten. Hier bezinkt het grootste gedeelte van het in het mengsel aanwezige zand. De zware deeltjes (grote zandkorrels) bezinken eerder dan de lichte deeltjes (kleine korrels). Als de beun bijna vol is, vloeit de fijne fractie (fijn zand en slib) die niet bezinkt, samen met het overtollige water door middel van overvloeipijpen weer terug in zee. Het deel dat de beun verlaat, wordt de overvloei genoemd. Door toename van de stroomsnelheden boven het gesedimenteerde zand zal met name aan het eind van het laadproces er veel overvloeiverlies optreden en sediment in het zeewater terecht komen. Het gevolg is dat er vertroebeling optreedt. Vaak is het zo dat het overvloeiproces zorgt voor een verbetering van de kwaliteit van het opgezogen zand doordat de fijne fractie wordt uitgespoeld.

Er zijn verschillende maatregelen denkbaar om het optreden van overvloeiverliezen te beperken zodat de effecten hiervan verminderd kunnen worden. De eerste aanpak betreft het tijds (eerder) stoppen met laden. De tweede aanpak heeft tot doel het overvloeimengsel door het reguleren van de overvloei zo snel mogelijk naar de bodem te laten zakken. Dit kan op verschillende manieren worden ingevuld:

- Een methode om de aanwezigheid van overvloeiverliezen in het bovenste deel van de waterkolom te verminderen is te voorkomen dat er lucht wordt meegenomen met het overvloeiwat. Door het verminderen van de

luchtinsluiting in het overvloeiwat zal het sediment eerder naar de bodem zakken. Door de uitlaat van de overvloed onder het vlak van het schip te plaatsen en door een voldoende grote waterhoogte boven de overvloed te houden zal er veel minder lucht worden meegenomen door het overvloedmengsel.

- Het is mogelijk een gedeelte van de overvloed door recirculatie te gebruiken als jetwater in de sleepkop.
- Het overvloedmengsel kan via een buis worden teruggevoerd naar de zeebodem.

Als gebruik wordt gemaakt van bakken dan verloopt de overvloed anders. Het water loopt in dit geval gewoon over de rand van de beun. De gevolgen hiervan zijn dat er veel lucht meekomt, en de overvloed zeer lokaal optreedt.

3.3 De wijze van transport naar de verwerkingslokatie

In deze paragraaf wordt ingegaan op de manieren waarop het zand van de winlocatie naar de losplaats wordt getransporteerd. De losplaats kan een stortlokatie op zee zijn, of een verwerkingsinstallatie op land. Daarnaast worden verschillende manieren aangegeven waarop het zand op de plaats van bestemming kan worden gedeponeed.

3.3.1 Transport

Het transport van zand op zee kan plaatsvinden door middel van varend transport of door hydraulisch transport door een persleiding. Varend transport kan worden onderscheiden in transport met bakken en met zelfvarende schepen.

Varend transport met bakken

Bij gebruik van een winzuiger wordt het zand geladen in bakken met vaste bodem of bakken die via de bodem kunnen storten. Het koppelen van bakken aan winzuigers is op volle zee niet goed mogelijk. Wel kunnen bakken die voorzien zijn van 'dynamic positioning' gebruikt worden. De bakken moeten hiervoor worden uitgerust met extra apparatuur en schroefvermogen.

Varend transport met zelfvarende schepen

Sleephopperzuigers en steekhopperzuigers zijn zelfvarende baggerwerktuigen die zelf het zand in het beun naar de losplaats varen.

Hydraulisch transport

Hydraulisch transport van bodemmateriaal vindt plaats via een persleiding, die enerzijds verbonden is aan een winzuiger en anderzijds uitkomt op de stortlokatie. Het storten van het mengsel kan zowel boven als onder water plaatsvinden. De aansluiting van de persleiding met het winwerktuig vindt plaats via een relatief korte drijvende persleiding verbonden aan een zinkerleiding. Het drijvende deel van de persleiding dient voor de bewegingsvrijheid van de zuiger. De aansluiting tussen het vrij stabiel liggende winwerktuig en de met de golfbeweging mee dobberende persleiding is kwetsbaar bij golfhoogten van meer dan 3 meter.

Bij hydraulisch transport zijn rechtstreekse pompafstanden mogelijk tot een afstand van 10 kilometer. De afstand waarover het transport plaatsvindt kan worden verlengd door het baggermengsel tussentijds extra op te jagen via zeegaande opjaagstations of boosterstations. Deze methode is echter moeilijk toepasbaar. Ook de aansluiting tussen de boosterstations en de persleiding is gevoelig voor storingen. Als gevolg hiervan geldt dat bij een transportafstand

van meer dan 10 kilometer over de zeebodem het niet zinvol is om met een winzuiger met persleiding te werken.

3.3.2 Deponeren

Voor het deponeren van het zand op de bestemming zijn verschillende technieken beschikbaar: Klappen en persen. De manier van deponeren is afhankelijk van waar de lading gelost dient te worden. Dit kan bijvoorbeeld onder water, op het strand of in een waldepot zijn. Onafhankelijk van de manier van het deponeren wordt vòòr het lossen de lading weer in meer of mindere mate in suspensie gebracht, omdat dit de loseigenschappen bevordert.

Klappen

Een sleeophopperzuiger of steekhopperzuiger heeft vaak meerdere mogelijkheden om het zand te lossen. Over het algemeen is een hopper voorzien van bodemkleppen of een splijtmechanisme. Hiermee kan het zand direct op een loslocatie onder water worden gestort. Deze manier van deponeren wordt klappen genoemd. Klappen is niet meer mogelijk als de waterdiepte als gevolg van de zandstortingen te sterk is afgenomen om nog te kunnen varen. Klappen wordt daarom bij voorkeur ingezet als sprake is van tussenopslag op zee (zie paragraaf 3.4).

Persen

Voor het deponeren kan ook gebruik gemaakt worden van een eigen walpersinstallatie. Bij het gebruik van de walpersinstallatie bestaan drie mogelijkheden:

- Rainbow-systeem of boomen. Hierbij wordt het zand vanaf het dek van de hopper door de lucht richting stortlocatie gespoten. Omdat met het rainbow-systeem niet heel precies op een specifieke lokatie kan worden gericht, wordt deze methode voornamelijk toegepast voor stort op het strand.
- Walpersen. Hierbij wordt een koppeling gemaakt met een reeds aanwezige persleiding. De persleiding mondt uit op de stortlocatie.
- Pijpstorten. Hierbij wordt het zand door de sleepkop op de stortlocatie gespoten. De stortlocatie is in dit geval dichtbij de zeebodem. Omdat tussenopslag op zee niet als reële mogelijkheid in dit rapport wordt beschouwd (zie paragraaf 3.4) wordt in dit rapport verder ook niet ingegaan op pijpstort.

3.4 Tussenopslag

Tussenopslag onder water vindt plaats als het aanbod van zand groter is dan de vraag of de verwerkingscapaciteit. In dit document wordt met tussenopslag niet de periode bedoeld dat het zand bij de verwerkingsinstallatie ligt (in afwachting van de verwerking, of de afvoer naar de klant ná de verwerking) maar de periode tussen winning en verwerking. Omdat beton- en metselzand nog niet grootschalig wordt gewonnen, vindt tussenopslag onder water momenteel alleen plaats voor ophoogzand. In de havens van Rotterdam is een aantal lokaties aangewezen waar tussenopslag mag plaatsvinden (Caland put, put 1016). Het zeezand wordt in de putten gestort, waarna het door een stationaire zuiger wordt opgepompt en met bakken verder landinwaarts wordt vervoerd. Indien tot grootschalige winning van beton- en metselzand zal worden overgegaan, is de capaciteit van deze gereserveerde putten waarschijnlijk onvoldoende. Dit betekent dat er nieuwe lokaties moeten worden aangewezen. Deze putten kunnen in de havens van Rotterdam zijn, maar er kan ook worden gedacht aan tijdelijke overslagputten voor de Hollandse kust waar géén havens in de buurt zijn.

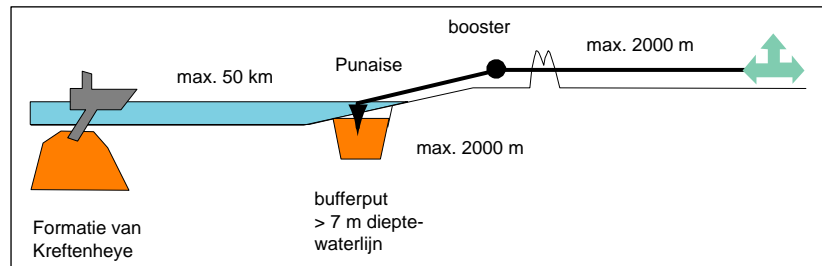
Bij het instellen van tijdelijke overslagputten voor de kust kan worden gekozen voor een open of een gesloten put. Een gesloten put is beschermd is tegen golfwerking. Voor de afsluiting kan gebruik worden gemaakt van bijvoorbeeld damwanden. Eénmalig wordt het bodemleven verwoest, daarna zijn nauwelijks meer milieueffecten te verwachten, omdat het gehele mariene milieu is verdwenen. Voor een open put wordt de bodem lokaal verondiept. Ook bij een open stort wordt het bodemleven verwoest. Daarnaast vindt veel vertroebeling plaats. In beide gevallen (open of gesloten) kan de tijdelijke overslagput worden beschouwd als een bedrijfsterrein onder water. Voor de tussenopslag van beton- en metselzand gaat het om een grootschalige en continue activiteit. De effecten hiervan zullen lokaal zijn. Het wordt overwogen op termijn de wetgeving aan te passen zodanig dat voor aanleg van een permanente overslagput een rapport verplicht is of ter beoordeling van het bevoegd gezag. Om deze reden wordt in dit rapport verder niet ingegaan naar tussenopslag op zee.

Transport vanuit een stortlocatie onder water

Vanuit een stortlocatie onder water kan het zand verder getransporteerd worden door een stationaire zuiger, zoals een winzuiger of cutterzuiger. Ook is het mogelijk het zand verder te transporteren door een stationaire zuiger die in de stortlocatie onder water ligt en het zand naar de wal pompt.

Een voorbeeld van een recent ontwikkelde stationaire zuiger is de "Punaise", zie Figuur 3.4. De Punaise is een onderwater, in de bodem staand en met de verdieping meezakkend, hydraulisch baggerwerktuig (in de vorm van een punaise). De aandrijving is elektrisch en wordt van afstand gevoed en bestuurd. Hierbij kan bij ongunstige weersomstandigheden langer doorgewerkt worden. De door de "Punaise" gemaakte putten worden (regelmatig) door hoppers aangevuld met het verder op zee gewonnen zand. De "Punaise" kan het gewonnen zand tot ca. 2 km verpompen zonder tussenstation of booster. De capaciteit van de "Punaise" is 300 m³/h.

.....
Figuur 3.4 Alternatief lossen door middel van de stationaire zuiger de "Punaise"



3.5 Lokatie en methode van verwerking inclusief ontzilting

3.5.1 Verwerking

De winning van zand vindt plaats met zeewaardige schepen die een grote diepgang hebben. De meest voor de hand liggende plaats voor een verwerkingsinstallatie voor het samenstellen van beton- en metselzand is dan ook een lokatie dicht aan de kust of met een open verbinding naar zee. Behalve op de Maasvlakte is ook aanlanding aan de Amsterdamse en Vliissingse havengebieden realistisch. Daarnaast is aanvoer in havens als Den Helder en Harlingen denkbaar.

In een verwerkingsinstallatie wordt het zand nat gezeefd. Er zijn twee methoden voor het zeven beschikbaar: Het zand wordt over een rij van zeven met steeds kleinere zeefopening geleid, of het wordt door middel van een bezinkproces gescheiden in delen met een verschillende korrelgrootte. Uit het gezeefde zand wordt, afhankelijk van de wens van de klant, beton- of metselzand volgens een bepaalde korrelgrootteverdeling samengesteld.

Bij de winning van grind of zand op het land is het gebruikelijk op de winnende schepen een eerste scheiding toe te passen. De schepen die hiervoor worden gebruikt zijn uitgerust met een verwerkingsinstallatie.

Deze schepen zijn niet per definitie zeewaardig. Voorscheiding (zeven) op zee is tot op heden in Nederland niet operationeel. Door omvang en gewicht van de voorscheidingsinstallatie zal een schip uitgerust met een dergelijke installatie minder zeezand kunnen aanlanden. Bovendien treedt als gevolg van de voorscheiding op zee extra vertroebeling op. In dit rapport wordt ervan uitgegaan, dat voor de winning van zand op zee in de praktijk geen voorscheiding op zee zal plaats vinden.

Capaciteit

Momenteel is er in Nederland een aantal installaties aanwezig die zeezand gelijktijdig met het zeefproces ontzilten. Indien tot grootschalige winning van beton- en metselzand op zee wordt overgegaan zal de omvang van het aanbod van zeezand stijgen, en zal de gezamenlijke verwerkingscapaciteit van deze installaties onvoldoende zijn. Dit betekent dat er één of meerdere installaties moet(en) worden bijgebouwd. Het ligt voor de hand dit te doen op een lokatie dicht aan de kust of met een open verbinding naar zee. Omdat hier reeds brak water aanwezig is, kan ook het spoelwater relatief eenvoudig worden geloosd. De aanwezigheid van een verwerkingsinstallatie heeft invloed op de gebruiksfuncties in de omgeving van de installatie. Gedacht wordt aan de veiligheid van de installatie, de effecten op het woongenot en de mogelijkheden tot recreatie. Indien tot de bouw van nieuwe installaties wordt overgegaan, zullen deze aspecten moeten worden afgewogen in een separate studie.

Een andere mogelijkheid om de verwerkingscapaciteit te vergroten is tussenopslag op zee. Het zeezand wordt in dit geval tijdelijk overgeslagen op een lokatie dicht bij zee, en van daaruit met kleinere schepen en bakken landinwaarts vervoerd. Een alternatief kan zijn om het zand via een pijpleiding (inclusief boosters) te transporteren naar bijvoorbeeld een niet al te ver van de kust of rivier gelegen installatie. De verwerkingsinstallaties landinwaarts zijn geschikt voor het zeven van beton- en metselzand, maar moeten worden uitgebreid met een ontziltingsfaciliteit. Een aandachtspunt hierbij is het lozen van zout (brak) spoelwater op het zoete watersysteem.

3.5.2 Ontziling

Afhankelijk van de beoogde toepassing op het land, kan het op zee gewonnen zand tot nagenoeg elk gewenst nivo worden ontzilt door te spoelen met zoet water.

Ontzilt van ophoogzand kan op de volgende manieren:

- De lading zilt zand wordt op zee in het beun van het schip met zoet water doorgespoeld. Het spoelwater wordt teruggevoerd in zee.
- De lading zilt zand wordt stroomopwaarts varende met (relatief) zoet oppervlaktewater doorgespoeld. Deze wijze van ontziling is op een beperkt aantal rivieren toegestaan. Het spoelwater wordt tijdens het varen op de rivier geloosd.
- De lading zilt zand wordt door middel van een ontziltingsinstallatie (verder) ontzilt tot het gewenste nivo. Het spoelwater wordt met een WVO-vergunning geloosd. De scheidingsinstallatie loost sterk verzilt water op het oppervlaktewater. Hiertoe is een WVO-vergunning nodig. In de praktijk zal deze alleen verleend worden wanneer de lozing plaatsvindt op water waar het bezwaar van chloridelozingen gering is, bijvoorbeeld brak water.

In het algemeen wordt voor ophoogzand de norm van 200 mg Cl⁻ per kg droge stof gehanteerd. Deze eis is vastgelegd in Bouwstoffenbesluit en geeft de mogelijkheid om ontzilt zand toe te passen als schone grond.

Naast bovenstaande manieren voor ophoogzand kan het beton- en metselzand ontzilt worden door:

- Natuurlijke ontziling. Hierbij wordt het op de wal aangevoerde zand door de regen ontzilt. Het drainage water wordt met een WVO vergunning op het oppervlaktewater geloosd.
- Het zand wordt tijdens het zeven met zoet (grond- of industrie-) water over de zeefinstallatie gevoerd. Het spoelwater wordt met een WVO vergunning op het oppervlaktewater geloosd.

Voor alle ontziltingsmethoden geldt in het algemeen hoe droger de lading zeezand wordt aangevoerd hoe minder energie en zoet water hoeft te worden aangewend. Derhalve is drainage tijdens het transport op zee gewenst.

Bij toepassing van zeezand als ophoogzand in het binnenland, geeft een (te) hoog zoutgehalte problemen in de vorm van extra zoutbezwaar op het ontvangende watersysteem. Door het uittredende drainage water kan hierbij verzilting van het grondwater optreden. Bij toepassing van zeezand als beton- en metselzand gelden daarnaast nog strengere eisen omdat het zoutgehalte de constructieve kwaliteit van de metselwerken en (gewapend) beton beïnvloedt.

De verschillende methoden van ontziling die hierboven zijn genoemd, komen niet alle voor de ontziling van beton- en metselzand in aanmerking.

- Bij de ontziltingsmethode waarbij de lading op het schip met zoet water wordt doorgespoeld worden de normen waarschijnlijk niet gehaald zodat aanvullende maatregelen nodig zijn.
- De winning van beton- en metselzand op de Noordzee vindt plaats met zeewaardige schepen. Stroomopwaarts varende ontzilten is voor beton- en metselzand niet haalbaar, omdat zeewaardige schepen een zodanige diepgang hebben, dat zij de (zoet water) rivieren niet kunnen bevaren en waarschijnlijk geen spoelwater mogen lozen.

Natuurlijke ontzilting door de regen van het op de wal overgeslagen beton- en metselzand is afhankelijk van factoren als verblijftijd en regenintensiviteit. Ook op deze manier zullen de normen niet worden gehaald.

Voor beton- en metselzand (industriezand) zijn normen voorgeschreven welke zijn vastgelegd in NEN 5905, NEN 5950 en NEN 3835. Voor toepassing in bijvoorbeeld beton zijn de maximaal toelaatbare gehalten chloriden als volgt:

Tabel 3-1 Maximaal toelaatbare chloridegehalten in beton

Soort beton	maximaal toelaatbaar gehalte (Cl ⁻) in beton uitgedrukt in % (m/m) van de hoeveelheid cement	Cloridgehalte in mg per kg droge stof (mg/kg ds)
beton zonder corrosie gevoelige materialen	1.0	2100
beton met corrosie gevoelige materialen en voorgespannen beton met nagerekt voorspanstaal	0.4	750
voorgespannen beton met voorgerekt voorspanstaal	0.2	300

Voor metselspecie geldt een chloride-gehalte kleiner dan 0.1% ten opzichte van het droge toeslagmateriaal.

Aangezien de klant specifieke eisen stelt aan de diverse korrelgroottes van het aan te landen zand om deze voor beton- en metselzand geschikt te krijgen zal het zand derhalve altijd moeten worden gezeefd om deze verdeling te kunnen bewerkstelligen. Dit betekent dat de meest geschikte methode voor de ontzilting van beton- en metselzand die methode is waarbij de ontzilting tegelijkertijd met het verwerken en zeven in de scheidingsinstallatie plaats zal vinden.

3.6 Wijze van afvoer en afzetmogelijkheden

3.6.1 Afvoer

Zoals aangegeven in paragraaf 3.5.1 ligt een verwerkingsinstallatie voor beton- en metselzand in verband met de aanvoer van zand met diepstekende schepen altijd aan het water. Na verwerking is er sprake van twee producten: Betonzand en/of metselzand dat een product is dat zal worden afgezet op de (landinwaartse) zandmarkt, en een bijproduct waarvoor een verantwoorde bestemming gevonden dient te worden. Het landinwaartse transport vindt plaats per vrachtwagen, binnenvaartschip of trein. Er mag vanuit worden gegaan dat de afvoer voor het grootste deel zal plaatsvinden via het water en dat er beperkt transport plaatsvindt per as omdat de meeste verwerkers van beton- en metselzand aan het water gelegen zijn. In het geval van transport per binnenvaart kan eventueel nog ontzilting stroomopwaarts plaatsvinden. Het bijproduct kan op het land worden afgezet, maar ook terug worden

gebracht naar zee (zie paragraaf 3.6.2). In dit geval vindt het transport terug naar zee plaats per schip (per sleepopper of steekopper).

3.6.2 Afzet

Er zijn verschillende mogelijkheden om het bovenliggende zandpakket en/of het bijproduct af te zetten. Volgens de richtlijnen voor het MER (Richtlijnen, 1999) moet dit zand op een verantwoorde wijze worden afgezet. Verondersteld wordt dat de samenstelling van het bovenliggende zandpakket en/of het bijproduct zodanig is, dat het voor al onderstaande mogelijkheden kan worden ingezet.

Het meest voor de hand ligt de zandmarkt (ophoogzand). In dit geval moet ál het het zand worden ontzilt. Het voordeel hiervan is dat de reguliere ophoogzandwinning gedeeltelijk achterwege kan blijven. Ook kan een combinatie worden gemaakt met de aanleg van landaanwinningsprojecten (bijvoorbeeld een tweede Maasvlakte). In dit geval wordt het bovenliggende pakket direct naar het betreffende project afgevoerd, en dus niet ontzilt. Het bijproduct na afloop van de verwerking (wel ontzilt) kan hier eventueel ook nog naar toe worden gebracht. Verder kan dit zand worden gebruikt om preventief te suppleren. Het zand wordt permanent in de kustzone gestort middels onderwateroeversuppleties of strandsuppleties. Het bovenliggend zandpakket kan direct na winning naar de suppletielokatie worden afgevoerd (niet ontzilt), het bijproduct na de verwerking (wel ontzilt). Als laatste mogelijkheid die in dit rapport wordt beschouwd, kan het zand tijdens het winproces naast de winput worden gelegd, en na afloop van de winning in het uitgeputte wingebed terug worden gestort. Ook kan een combinatie van deze mogelijkheden plaatsvinden.

3.7 Kosten

In de veronderstelling dat in het wingebed daadwerkelijk de verwachte geologische voorkomens aanwezig zijn, is dieper winnen van beton- en metselzand op zee (tot 30m beneden de zeebodem) op dit moment economisch minder aantrekkelijk omdat er op het land voldoende gewonnen kan worden en de te maken kosten voor winnen daar relatief laag zijn. Toch is een verschuiving van winning op het land naar winning op zee niet denkbeeldig, mede gezien de politieke wens hiertoe.

Onderstaande economische factoren spelen bij winning op zee een rol:

1. De winkosten (waterdiepte en diepte waarop de gezochte oppervlakedelfstoffen zich bevinden)
2. De vaarkosten (afstand van de winlokatie tot een depot dan wel aanvoerhaven)
3. De bewerkingskosten (zeven en ontzilt)
4. De depot- en overslagkosten (op binnenvaartschip)
5. De transportkosten over binnenwateren of over land
6. De exploitatie kosten (winst en risico)
7. afdracht aan domeinen speelt belangerijke rol op huidige zandmarkt¹

Of en wanneer daadwerkelijk op grotere schaal op zee gewonnen gaat worden is afhankelijk van de prijs die voor het product op de markt betaald wordt, afgezet tegen de kosten die gemaakt moeten worden om het product te kunnen leveren. Hierbij zal rekening gehouden moeten worden met het feit dat boven het grove zand een laag fijner zand ligt dat verwijderd moet worden, en

¹ Voor Noordzee zand is namelijk veel minder afdracht verplicht.

daarnaast met het percentage grof zand dat in de doellaag (in dit geval de formatie van Kreftenheye) aanwezig is. In Appendix E zijn kentallen gegeven die bij berekeningen voor de kostprijs gebruikt kunnen worden.

3.8 Conclusies

In de voorgaande paragrafen is ingegaan op de verschillende technieken om fasen van de zandwincycclus in te vullen. In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de winmethode, wijze van transport, deponeren en tussenopslag voor de winning van beton- en metselzand die uit voorgaande paragrafen als de meest realistische en waarschijnlijke mogelijkheid zijn gekomen. De methodes die in deze paragraaf worden beschreven, worden aangehouden in de volgende hoofdstukken van het rapport. Als bijvoorbeeld geconcludeerd wordt dat transport door middel van pijpleidingen de beste wijze van transport is, betekent dit dat in de effectbeschrijvingen (hoofdstuk 5) alleen zal worden ingegaan op de effecten van de pijpleidingen, en niet op de milieueffecten van transport met behulp van bakken.

Winnen en Transport

Bij de winning van zand op zee is een sleephopperzuiger het meest geschikt voor gelijkmatige ontgronding over een groot oppervlak. Voor selectief winnen op een specifieke plaats kan een sleephopper worden ingezet die te gebruiken is als steekhopper. Als gebruik wordt gemaakt van deze schepen voor de winning, kan het transport van de winlocatie naar de bestemming het beste ook met sleep- of steekhopperzuigers plaatsvinden.

Overvloei betreft het zand dat terugvloeit in zee tijdens het laden van het gewonnen materiaal in het schip en heeft het optreden van vertroebeling tot gevolg. Er zijn verschillende maatregelen denkbaar om het optreden van overvloeiverliezen te beperken zodat de effecten van overvloei in de waterkolom verminderd kunnen worden. In dit rapport zal alleen worden voorgesteld de overvloei al dan niet te beperken en zal niet nader op de wijze waarop dit kan worden gedaan worden ingegaan. De overvloei vormt één van de bouwstenen waaruit de alternatieven worden samengesteld (zie hoofdstuk 4).

Deponeren en Tussenopslag

De wijze van deponeren van het zand op de bestemming en het verdere transport van het zand hangt af van de locatie en uitvoering van de losplaats. Tussenopslag onder water in de buurt van de kust wordt niet in dit rapport beschouwd (de reden hiervoor is dat de tussenopslag van beton- en metselzand een grootschalige en continue activiteit betreft. De effecten hiervan zullen lokaal zijn. Het ligt in de bedoeling op termijn de wetgeving aan te passen zodanig dat voor aanleg van een permanente overslagput een MER verplicht is of ter beoordeling van het bevoegd gezag). Dit heeft tot gevolg dat voor het lossen van beton- en metselzand alleen een stortlokatie op land in aanmerking komt. Geconstateerd is, dat in dat geval alleen het walpersen een realistische methode is om het zand op de stortplaats te deponeren. Omdat de persleiding direct op de stortlokatie uitmondt, zijn van deze methode geen milieueffecten op zee te verwachten. Dit betekent dat ook op het deponeren in dit rapport verder niet zal worden ingegaan.

Verwerking en Ontzilting

Geconcludeerd is, dat voor beton- en metselzand verwerking en ontzilting altijd gelijktijdig in één installatie zullen plaatsvinden. Alleen op deze wijze kunnen de

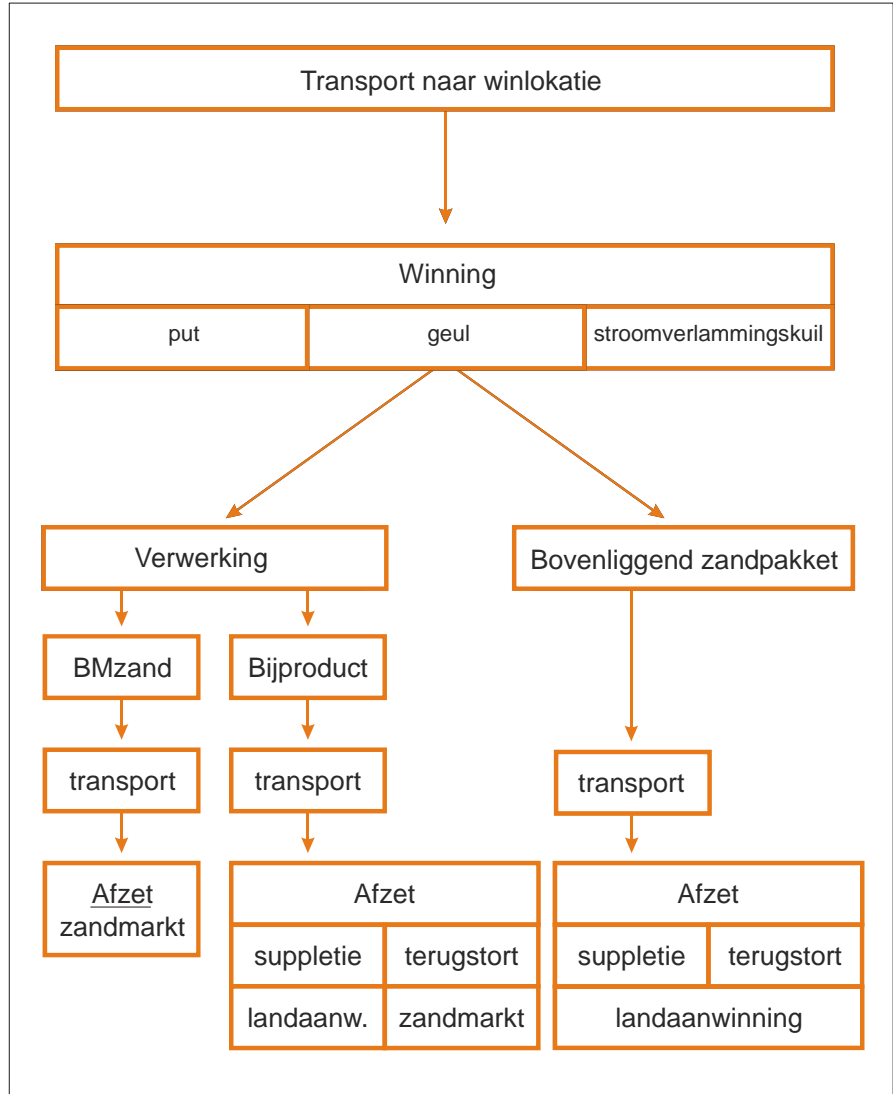
gestelde normen voor het ontziltingsniveau van het beton- en metselzand worden bereikt. Het hierbij vrijkomende spoelwater wordt met een vergunning op het oppervlaktewater geloosd. Afvoer van het gereed product vindt in het algemeen plaats via de binnenvaart. Dit betekent dat de fasen 'verwerking' en 'ontziltiging' in de procesketen van winning tot gereed product geen onderscheidende factoren zijn bij het samenstellen van de alternatieven, en dus geen bouwstenen vormen (zie hoofdstuk 5). In de overige hoofdstukken van dit rapport wordt aangenomen dat de verwerking en ontziltiging van het zand plaatsvindt op de huidige Maasvlakte, een lokatie die dicht aan zee en het wingebed ligt.

Afvoer en Afzet

De afvoer vindt voor het grootste deel plaats via het water omdat de meeste verwerkers van beton- en metselzand aan het water gelegen zijn. Er vindt slechts beperkt natransport plaats per as.

Aangegeven is, dat de afzet van het bovenliggende pakket en het bijproduct na scheiding op verschillende manieren kan plaatsvinden. Het meest voor de hand ligt de zandmarkt. Daarnaast kan dit zand worden gebruikt om preventief te suppleren. Het zand kan tijdens het winproces naast de winput worden gelegd, en na afloop van de winning in het uitgeputte wingebed terug worden gestort. Tot slot kan een combinatie worden gemaakt met de aanleg van landaanwinningsprojecten (bijvoorbeeld een tweede Maasvlakte). De afzet vormt dan ook een bouwsteen bij het samenstellen van de alternatieven.

.....
Figuur 3.5 Procesketen zandwinning



4 Beschrijving varianten zandwinning en winkarakteristieken

4.1 Inleiding

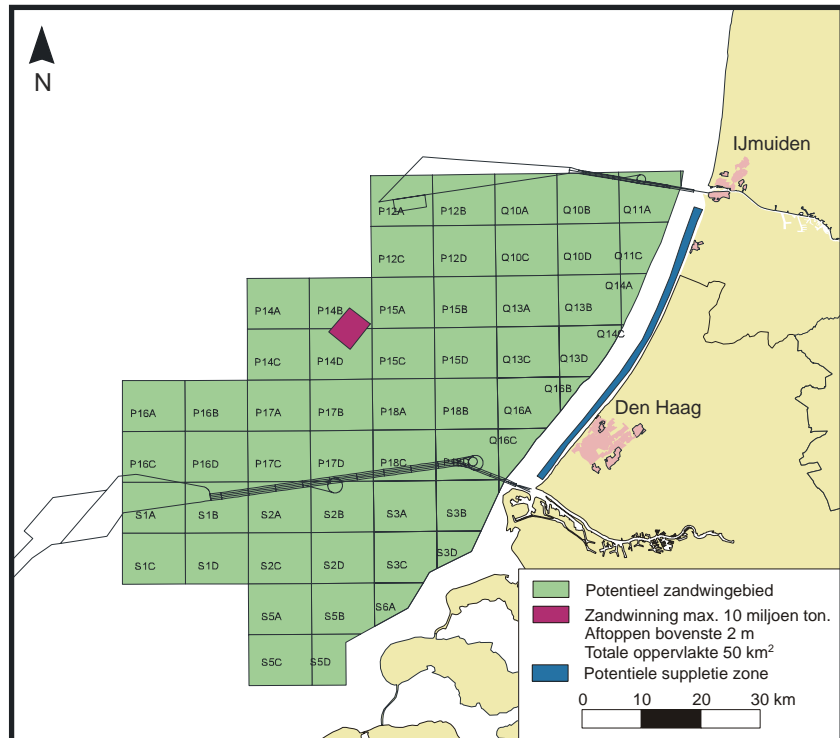
In dit hoofdstuk worden de verschillende wijzen van zandwinning (varianten) beschreven die in onderhavig rapport worden bekeken. Deze varianten worden gekenmerkt door bepaalde karakteristieken. De karakteristieken hebben betrekking op de procesketen van de winning van zand tot het gereed product, maar ook op een aantal andere aspecten van de zandwinning die mede de milieu-effecten van de zandwinning bepalen. De afzet van het bovenliggende zandpakket kan bijvoorbeeld op de markt worden gebracht of worden teruggestort in zee. Wanneer het wordt teruggestort in zee, kan dat in de vorm van suppleties of door terugstort in de winput. Ook wordt voor de verschillende varianten van zandwinning beschreven welke opbrengstscenario's t.a.v. de hoeveelheid te winnen beton- en metselzand in dit rapport worden beschouwd. In hoofdstuk 5 zullen de effecten van de zandwinning worden beschreven. Dit wordt gedaan voor de verschillende varianten van zandwinning en aan de hand van de verschillende winkarakteristieken.

4.2 Varianten van zandwinning

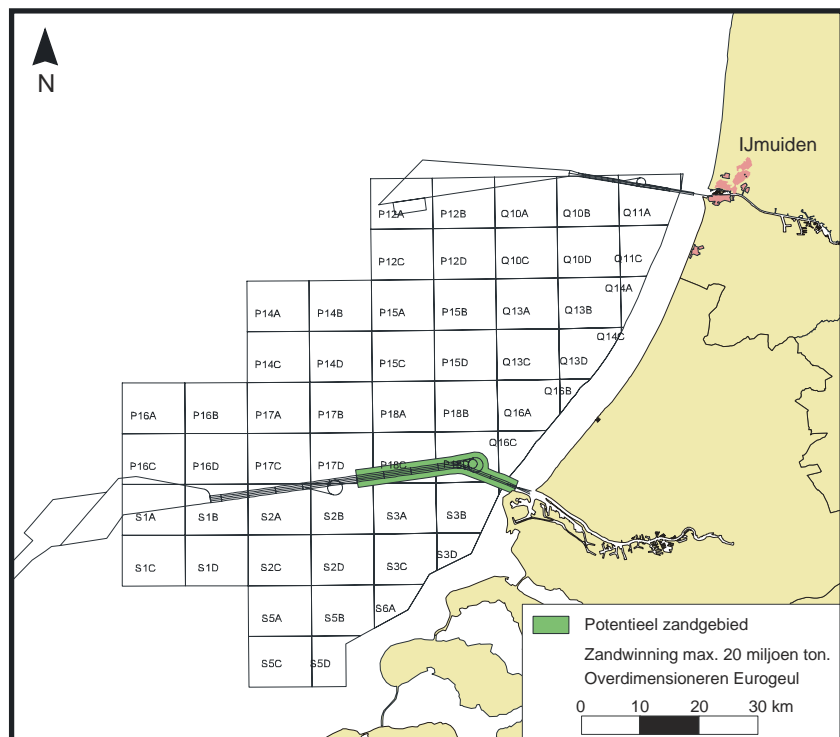
In onderhavig rapport worden de volgende varianten van zandwinning beschouwd:

- winning door aftoppen van zandgolven (de globale omvang van de winning is weergegeven in Figuur 4.1).
- winning door middel van zandwinputten in de Formatie van Kreftenheye – zowel ondiepe (i.e. tot 15 m onder zeebodem) als diepe winning (i.e. tot 30m onder zeebodem). De winputten kunnen vlak buiten de kustzone (buiten de NAP –20 m dieptelijn) gelegen zijn of juist ver buiten de kustzone. Kortom, de potentiële winlocaties omvatten het gehele wingebed als weergegeven in Figuur 2.1.
- winning door overdimensionering (verbreden en verdiepen) van de Euro-Maasgeul. De randen van de huidige Euro-Maasgeul worden verbreed tot 2700 m en de geul wordt verdiept tot NAP -31 m. De ligging van de winplaats is weergegeven in Figuur 4.2.

.....
Figuur 4.1 Indicatie van de lokatie van het wingebied voor het aftoppen van zandgolven



.....
Figuur 4.2 Voorbeeld van een lokatie van het wingebied voor alternatief E10 en E20



4.3 Opbrengstscenario's winning beton- en metselzand

Voor dit rapport wordt uitgegaan van een winning met een opbrengst van maximaal 40 miljoen ton beton- en metselzand over een periode van 10 jaar. Momenteel is echter nog onvoldoende bekend of en zo ja waar in het

wingebied als aangegeven in Figuur 2.1 ook werkelijk deze hoeveelheid beton- en metselzand winbaar is. Mogelijk zijn de aanwezige zandvoorkomens kleiner van omvang. Als in dat geval met een kleinere winning moet worden volstaan, is het van belang te weten wat de milieueffecten van een dergelijke winning zijn. Daarnaast is het nodig inzicht te verkrijgen of de milieueffecten zich al dan niet lineair gedragen. In onderhavig rapport zullen drie verschillende scenario's worden gehanteerd:

1. een winning met een opbrengst van 10 miljoen ton
2. een winning met een opbrengst van 20 miljoen ton
3. een winning met een opbrengst van 40 miljoen ton.

Naast het feit dat niet goed bekend is of de gewenste hoeveelheid beton- en metselzand winbaar is, bestaat er ook onvoldoende inzicht in de ligging van de kansrijke voorkomens. Dit betekent dat voor de verschillende wijzen van zandwinning geen specifieke winlokaties, maar alleen zeer globaal gebieden worden aangegeven waar de zandwinning volgens een bepaalde variant van zandwinning plaats zou kunnen vinden. Deze potentiële wingebieden zijn niet gekoppeld aan de aanwezigheid van de voorkomens van grof zand, maar worden gerelateerd aan de optredende milieugevolgen. Meer informatie is beschreven door Van Heijst, 2004.

4.3.1 Opbrengstscenario's in relatie tot de 3 varianten van zandwinning

Het is niet realistisch te veronderstellen dat alle scenario's (10, 20 en 40 miljoen ton beton- en metselzand) op de eerder uiteengezette 3 varianten van zandwinning van toepassing kunnen zijn.

- In hoofdstuk 2 is aangegeven, dat de verwachting bestaat dat uit de toppen van de zandgolven slechts een kleine hoeveelheid beton- en metselzand winbaar is (minder dan 40 miljoen ton). Aangenomen wordt, dat winning op de toppen van de zandgolven alleen realistisch is voor het scenario van 10 miljoen ton.
- Door overdimensionering van de Euro- Maasgeul kan aan weerszijden van de geul zand worden gewonnen. Binnen het huidige beleid (RON 2) wordt deze mogelijkheid opgehouden. In dit geval zal slechts een relatief kleine hoeveelheid beton- en metselzand gewonnen kunnen worden, omdat de geul volgens het huidig beleid maximaal met 1200m verbreed (tot 2700 m) en tot NAP -31 m verdiept mag worden, en de winning moet passen in het reguliere onderhoud. (Worp, R. van der (red.), 1999, bijlage zandwinning).

In Tabel 4-1 zijn de opbrengstscenario's behorende bij de verschillende varianten van zandwinning samengevat.

.....
Tabel 4-1 scenario's behorende bij de verschillende varianten van zandwinning

Variant zandwinning	Scenario
Aftoppen van zandgolven	10 miljoen ton
Winputten Kreftenheye - ondiep	20 miljoen ton
	40 miljoen ton
Winputten Kreftenheye – diep	10 miljoen ton
	20 miljoen ton
	40 miljoen ton
Overdimensionering Euro-Maasgeul	10 miljoen ton
	20 miljoen ton

4.3.2 Omvang zandhoeveelheid

In deze paragraaf wordt aan de hand van een drietal indicatieve berekeningen een beeld geschetst van de omvang van de te winnen hoeveelheden zand voor de verschillende varianten van zandwinning.

In het voorgaande is gesproken over winning met een opbrengst van 10, 20 of 40 miljoen ton geschikt zand. Allereerst moet gewicht omgerekend worden naar volume. Uitgaande van een porositeit van 0.4 en een soortelijk gewicht (dichtheid) van 2650 kg/m^3 , komt 1 ton (droog) zand overeen met een volume van ca. 0.625 m^3 . Omgekeerd weegt 1 m^3 (droog) zand ca. 1600 kg.

In paragraaf 2.4 is aangegeven dat voor dit rapport wordt aangenomen dat het opbrengstpercentage voor zowel de Formatie van Kreftenheye als de toppen van de zandgolven 25% bedraagt. Een opbrengst van maximaal 40 miljoen ton beton- en metselzand houdt derhalve een winning in van maximaal 160 miljoen ton zand dat geschikt is om beton- en metselzand mee samen te stellen. In het geval de winning plaatsvindt in de Formatie van Kreftenheye moet ook het bovenliggende zandpakket nog worden afgegraven. Hiermee neemt de totale hoeveelheid te winnen zand verder toe.

- Aftoppen zandgolven

Uitgangspunten:

- Opbrengst van maximaal 10 miljoen ton beton- en metselzand;
- Golfenlengte zandgolven ca. 300 m, een voorbeeld van een zandgolf is te zien in Figuur 4.3;
- Aftoppen van bovenste 2 m;
- Binnen één golfenlengte kan zo'n $150 \text{ m}^3/\text{m}$ zand worden gewonnen; Dit betekent dat voor het verkrijgen van 10 miljoen ton beton- en metselzand uit de toppen, 25 miljoen m^3 zand moet worden gewonnen over een gebied van ca. 50 km^2 . Een indruk van de omvang van een dergelijk wingebied kan worden verkregen uit Figuur 4.1).

.....
**Figuur 4.3 Omhullende van zandgolf-
profielenherleid uit herhaalde lodingen
voor de kust van IJmuiden (boven) en
Scheveningen (onder).**

Uit: Terwindt, 1971.

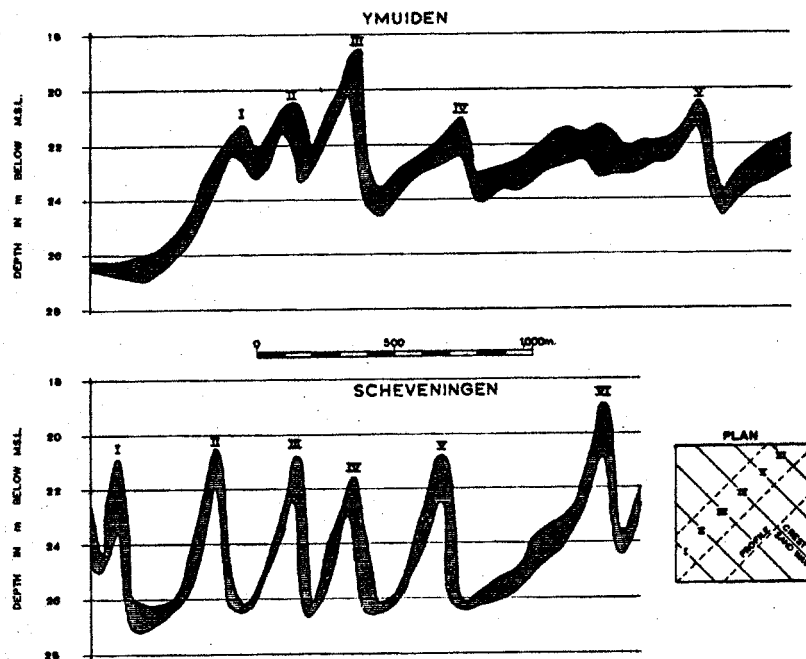


Fig 6.1 Omhullende van zandgolfprofielen herleid uit herhaalde lodingen voor de kust van IJmuiden (boven) en Scheveningen (onder). Uit: Terwindt, 1971.

- Winning in één of meer zandwingebeden

Uitgangspunten:

- Opbrengst van maximaal 40 miljoen ton beton- en metselzand;
- Bovenliggend pakket ongeschikt zand is ca. 5 m. dik;
- Formatie van Kreftenheye reikt in het wingebied tot max. 30 m onder bodem
- Twee gevallen: relatief ondiepe winning (winning 15 m) en relatief diepe winning (winning 30 m).
- Talud van (1:7) (dan wordt een iets groter oppervlak beroerd en komt extra zand vrij dat niet bruikbaar is als beton- en metselzand).

Naar verwachting zal 25 % van het geschikte zand bruikbaar zijn als beton- en metselzand.

Voor een opbrengst van 40 miljoen ton beton- en metselzand is een winning van ca. 100 miljoen m³ (160 miljoen ton) in de Formatie van Kreftenheye nodig. Voor de ondiepe variant heeft het wingebied dan een oppervlakte van ca. 12 km² (rekening houdend met het talud van 1:7). De totale hoeveelheid gewonnen zand bedraagt in dit geval circa 160 miljoen m³ (~250 miljoen ton). Voor de diepe variant heeft het wingebied een oppervlakte van 6 km² (3 x 3, rekening houdend met het talud van 1:7). De totale hoeveelheid gewonnen zand bedraagt in dit geval circa 130 miljoen m³ (200 miljoen ton). In beide gevallen komt het stortgebied - indien terugstort in zee van de bijproducten plaatsvindt - qua omvang grofweg overeen met het wingebied.

- Overdimensioneren (verbreden/verdiepen van de vaargeul)

Uitgangspunten:

- Bovenliggend pakket ongeschikt zand is ca. 5 m. dik.

- De Formatie van Kreftenheye reikt in het wingebied tot max. 30 m onder bodem;
- Opbrengst van maximaal 20 miljoen ton beton- en metselzand uit overdimensionering van de Euro-Maasgeul volgens het huidige beleid. In dit geval vindt de winning als volgt plaats:
 - Verdieping van de Euro-Maasgeul tot NAP -31m;
 - Verbreding van de Euro-Maasgeul over een lengte tot 20km uit de kust tot 2700m;

4.4 Beschrijving winkarakteristieken

Naast de in de vorige paragraaf uiteengezette (locatie) varianten van zandwinning en bijbehorende opbrengstscenario's worden de volgende winkarakteristieken beschouwd.

1. Mate van overvloed
2. De winningsstrategie
3. Periode van de winning
4. Afzetmogelijkheden

Deze worden hieronder uiteengezet.

1. Mate van overvloed

- Volgens de huidige wijze (zie hoofdstuk 3): er worden geen voorwaarden opgelegd aan de wijze waarop er met de overvloed wordt omgegaan, dus de overvloed bedraagt maximaal 100%.
- strenger (minder overvloed toelaten, bijvoorbeeld door het inzetten van andere technieken), tot 10 % overvloed.

2. De winningsstrategie

- zandgolven

De zandgolven liggen dwars op de kust, zodat de winning in langwerpige stroken dwars op de kust plaatsvindt. De zandwinning vindt plaats verspreid over een groot oppervlak. Bij deze wijze van winning ontstaan geen putten, maar wordt de zeebodem afgevlakt (minder reliëf).

- Winning in een zandwingebied

- diepte/oppervlak winput:
 - grote diameter dan wel kleine diameter
 - ondiep (i.e. tot 15 meter onder de zeebodem) dan wel diep (i.e. tot 30 meter onder de zeebodem)
 - winning verspreid over meerdere locaties dan wel winning geconcentreerd op één locatie
- vorm van de winput:
 - langwerpig in dwars- of langsrichting ten opzichte van de stroming
 - rond

- Euro-Maasgeul

Afsteken van de randen van de geul en verdiepen van de geul. De winlocatie loopt in langsrichting langs de geul en in de geul.

3. Periode van de winning

- seizoensafhankelijk, i.e. alleen winning in de herfst- en wintermaanden

- niet seizoensafhankelijk, i.e. winning kan gedurende het hele jaar plaatsvinden

4. Afzetmogelijkheden

- bovenliggend zandpakket
Het bovenliggend zandpakket wordt – al dan niet na ontzilting – of aangewend voor suppleties (In Figuur 4.1 is de potentiële suppletiezone aangegeven), dan wel afgevoerd t.b.v. de zandmarkt, dan wel teruggestort in de winput (na eerst tijdelijk naast de winput te zijn gestort).
- bijproduct na scheiding:
Het bijproduct dat na scheiding en ontzilting ontstaat wordt hetzij benut t.b.v. suppleties hetzij afgevoerd t.b.v. de zandmarkt.

Bij winning in een zandwingebed komt er in totaal 140 miljoen m³ extra zand vrij bij de winning van 40 m³ beton en metselzand. Dit is in principe voldoende om alle suppleties (gedurende 10 jaar) op de Nederlandse kust mee uit te voeren. Bij de winning van 20 m³ beton en metselzand is dit 70 miljoen m³. Deze hoeveelheid dekt niet de totale suppletiebehoefte (in 10 jaar).

De zandwinning in de Formatie van Kreftenheye kan gecombineerd worden met verschillende zandwinprojecten op zee. Op dit moment wordt zand op de Noordzee gewonnen voor suppleties en als ophoogzand op land. De verwachting is dat voor suppleties de komende 10 jaar zo'n 12 miljoen m³/jr nodig is. Voor ophoogzand wordt een inschatting gemaakt van 15-20 miljoen m³/jaar in de komende 10 jaar. Dit betekent dat er naast beton- en metselzand zo'n 25-30 miljoen m³ zand per jaar uit zee nodig is (Koopmans en Van Heijst, 2003).

Naast deze (reguliere) zandbehoefte is het mogelijk dat er nog een grotere zandbehoefte zal ontstaan wanneer er over wordt gegaan tot het realiseren van grote kustplannen. Hierbij kan gedacht worden aan het aanleggen van een tweede Maasvlakte. Hiervoor is tot zo'n 500 miljoen m³ zand nodig (dus 800 miljoen ton). Naast projecten met een zandbehoefte zijn er ook projecten waarbij een zandoverschot ontstaat. Hierbij kan gedacht worden aan het verdiepen en verbreden van vaargeulen. De hoeveelheid zand die hierbij vrijkomt is sterk afhankelijk van de grootte van de verdieping en verbreding maar zal maximaal ongeveer 120 miljoen m³ zijn. Ook kan eventueel gebruik worden gemaakt van het benutten van zand dat uit de verdiepte loswallen voor het storten van baggerspecie komt. Hierbij gaat het echter maar om kleine hoeveelheden beton- en metselzand zand die slechts voor een zeer klein deel aan de vraag naar beton- en metselzand kunnen voldoen. Er kunnen dus verschillende combinaties van het winnen van beton- en metselzand met andere zandwinprojecten worden gemaakt. Hieronder staan deze aangegeven.

Doel		Beton en metselzand		suppleties		ophoogzand		kustplannen	
		Mm ³	Mton	Mm ³	Mton	Mm ³	Mton	Mm ³	Mton
<i>Winning</i>									
Beton en Metselzand (130 Mm ³)	1	25	40	120	192	5	8	-	-
	2	25	40	0	0	125	160	-	-
Euro-Maasgeul (120 Mm ³)	1	12.5	20	107.5	172	0	0	-	-
	2	12.5	20	0	0	107.5	172	-	-
Zandwinning voor Kustplannen (500 Mm ³)		25	40	-	-	-	-	500	800
		0	0	-	-	-	-	500	800

Scenario 1 betekent het overige zand maximaal gebruiken voor suppleties en scenario 2 voor ophoogzand.

Hierbij wordt uitgegaan van dezelfde opbrengstpercentages als aangegeven in paragraaf 4.2 .

Met betrekking tot de uitvoering van kustplannen is er nog te veel onzekerheid om dit aspect binnen dit rapport te behandelen. In het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (waaronder de landaanwinning Tweede Maasvlakte valt) krijgt de combinatie winning beton- en metselzand en zandwinning voor een landaanwinning wel de volle aandacht.

Samenvatting

In Tabel 4-2 zijn de varianten van zandwinning met bijbehorende opbrengstpercentages en winkarakteristieken weergegeven.

.....
Tabel 4-2 Varianten van zandwinning met bijbehorende kenmerken

winkarakteristiek \ variant zandwinning	Opbrengst (milj. ton)	Overvloed	Bovenliggend zandpakket	Bijproduct	Diepte	Ligging	Strategie	Periode
Aftoppen van zandgolven	10	100%	n.v.t.	suppleties	oppervlakte-winning		langwerpige stroken, dwars op de kust, afvlakken bodem	hele jaar
Formatie van Kreftenheye	10, 20, 40	- 100 % - 10 %	-suppleties -zandmarkt -terugstorten in put	suppleties zandmarkt	-tot 15 m -tot 30 m	-buiten de kustzone -in de kustzone	-klein oppervlak -groot oppervlak -meerdere locaties -geconcentreerd	-hele jaar -herfst-& wintermaanden
Overdimensionering Euro-Maasgeul	10, 20	100%	zandmarkt	zandmarkt	geul tot NAP-31m		geul verbreden en verdiepen	hele jaar

5 Effectbeschrijving van de ingrepen

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten als gevolg van de winning van beton- en metselzand beschreven. Dit gebeurt voor de drie varianten van zandwinning (aftoppen van zandgolven, winning in een zandwingebed, overdimensioneren Euro-Maasgeul) aan de hand van de 4 winkarakteristieken (mate van overvloed, winningsstrategie, periode van de winning en afzetmogelijkheden) voor de in het vorige hoofdstuk genoemde opbrengstscenario's (i.e. 10, 20 en 40 miljoen ton).

De winning van beton- en metselzand heeft gevolgen voor de thema's fysica, ecologie en gebruiksfuncties. In paragraaf 5.4 worden de effecten op het thema fysica beschreven. Dit thema kent zelf nauwelijks milieueffecten, maar de veranderende fysica als gevolg van de zandwinning heeft wel gevolgen voor de ecologie en gebruiksfuncties. De fysica is daarom met name aanleverend. In paragraaf 5.5 worden de effecten voor de waterkwaliteit beschreven, in paragraaf 5.6 komen de effecten voor de ecologie aan de orde en in paragraaf 5.7 die voor de gebruiksfuncties. In paragraaf 5.8 wordt ingegaan op de milieueffecten van de winkarakteristieken die geen gevolg hebben voor deze vier thema's maar wel in het algemeen: de effecten als gevolg van het varen met de baggerschepen wordt beschreven in paragraaf 5.8.2 en die van de verwerking van het zand (scheiding, ontziltling, afvoer) in paragraaf 5.8.3 . Aan het eind van dit hoofdstuk zal ingegaan worden op mogelijke mitigerende en compenserende maatregelen.

Bij het opstellen van de effectbeschrijvingen is uitgegaan van (jaar)gemiddelde omstandigheden. Over de effecten in extreme (incidentele uitzonderlijke) situaties (extreme stormcondities, extreme rivierafvoer) is in het algemeen minder bekend. De extreme condities zijn met name van belang voor de kustveiligheid. Voor deze gebruiksfunctie wordt daarom wél op de extreme situaties ingegaan. Overige incidentele situaties worden niet behandeld. Hierop wordt in 6 'leemtes in kennis' nader ingegaan.

5.2 Aspecten

De milieu-effecten die optreden als gevolg van beton- en metselzandwinning hebben gevolgen voor verschillende aspecten op het gebied van de fysica, ecologie of gebruiksfuncties. In Tabel 5-1 is aangegeven voor welke specifieke aspecten de milieu-effecten van de voorgenomen activiteit worden beschreven.

Omdat er nauwelijks duidelijke kwantitatieve beoordelingscriteria zijn voor de Noordzee, zijn de effecten kwalitatief en op basis van expertjudgement ingeschat . Hierbij is uitgegaan van vastgestelde visies en (beleids)doelstellingen die voor de Noordzee gelden.

Tabel 5-1 Toetsingscriteria

Thema	Aspect	Consequentie voorgenomen activiteit op
Fysica	Bodemtopografie	Zandvoorraad kustzone m3
		Herstel bodemligging
	Vertroebeling	lichtdoorlatendheid
Ecologie	Primaire productie	Beschikbaarheid voedsel
	Bodemfauna	Omvang verwijdering bodemfauna
		Beschikbaarheid voedsel
		Omvang begraving bodemfauna
		Omvang sedimentatie bodemfauna
		Mogelijkheden tot herstel
	Vissen	Omvang verwijdering paaigronden en viseieren
		Beschikbaarheid voedsel
Zeezoogdieren	Invloed van geluid	
Vogels	Beschikbaarheid voedsel	
	Invloed van geluid	
Gebruiksfuncties	Visserij	Hinder door zandwinvaartuigen
		Mogelijkheden voor boomkorvisserij
	Scheepvaart	Toegankelijkheid van de haven van Rotterdam
		Veiligheid
	Offshore mijnbouw	Kans op aantasting van de stabiliteit van boorplatforms
	Kabels en leidingen	Kans op blootlegging of ondergraving
	Zandwinning	Kwaliteit en kwantiteit van de gebieden voor reguliere zandwinning
	Schelpenwinning	Omvang schelpvoorkomens in bovenliggend zandpakket
	Baggerstort	Kans op toename sedimentatie
	Militaire activiteiten	kans op betreden militaire gebieden
	Recreatie	De kwaliteit van het kustwater
Kustverdediging	Belasting van de waterkeringen	
	Omvang van het kustonderhoud	
Aardkundige waarden	Hoeveelheid permanent aangetast	
Overig	Transport naar en van winlokatie	Aantal vaarkilometers
	Zeven en ontzilting	Hoeveelheid te verwerken zand

5.3 Recent onderzoek morfologische en ecologische effecten

De laatste jaren is naar aanleiding van de eventuele grootschalige zandwinning voor kustuitbreidingen en voor betonzand en metselzand het onderzoek naar de effecten van zandwinning, en met name van zandwinning dieper dan 2 meter geïntensiveerd. In de jaren 1996 tot 1998 is op initiatief van de

projectorganisatie Maasvlakte 2 modelonderzoek gedaan naar het morfologische gedrag van zandwinputten. Daarnaast is in de jaren 1996 tot 1999 op initiatief van Rijkswaterstaat (onderzoeksprogramma KUST2000) het morfologische gedrag van bestaande (tijdelijke) zandwinputten en de Maasgeul bestudeerd op basis van lodingsgegevens en is de invloed van de geometrie van een wingebied theoretisch en modelmatig onderzocht. De diverse onderzoeken naar de effecten van zandwinputten op morfologie en waterbeweging zijn samengevat in het rapport "Fysische effecten van zeezandwinning" (Hoogewoning, S.E. en M. Boers, 2001). In 1999 en 2000 zijn op initiatief van Rijkswaterstaat (project PUTMOR) metingen verricht in de zogenaamde verdiepte loswal, gericht op onder meer de invloed van de put op het stromingspatroon in en rondom de put. De resultaten van de data-analyse staan beschreven in (Svasek, 2001)

De ecologische effecten van diepe zandwinning zijn onderzocht met behulp van literatuurstudies en modelberekeningen. Daarbij is gebruik gemaakt van veldstudies van ondiepe zandwinningen. Zowel de effecten op de bodemfauna als op de in het water levende organismen zijn onderzocht. Een overzicht van de ecologische effecten van zandwinning op zee wordt gegeven in de rapporten van Ponsioen (1997) en van Dalfsen (1999). Het eerste rapport gaat in op de relatie tussen baggertechnologie en ecologie, het tweede rapport is gericht op de ecologische effecten van grootschalige zandwinning op zee.

5.4 Fysica

5.4.1 Inleiding

Fysische effecten treden op bij de daadwerkelijke winning van zand (stap 2, zie paragraaf 5.1), de aanwezigheid van een zandwingebied (stap 3, zie paragraaf 5.1) en bij het terugstorten van sediment van het winproces. De beschouwing van de fysische effecten bij aanwezigheid van een zandwingebied is gebaseerd op het rapport "Fysische effecten van zeezandwinning" (Hoogewoning, S.E. en M. Boers, 2001). De fysische effecten zelf zijn de basis voor slechts twee toetsingscriteria: "herstel bodemligging" en "zandbalans kustzone". Beoordeling van de criteria vindt plaats in paragraaf 5.4.7. De meeste informatie over de fysische effecten is daarentegen van belang voor toetsingscriteria die verbonden zijn aan de ecologie (paragraaf 5.6) en de gebruiksfuncties (paragraaf 5.7).

De effecten op het thema 'fysica' zijn in een aantal paragrafen gerangschikt. Iedere paragraaf wordt afgesloten met de belangrijkste conclusies uit de betreffende paragraaf, waarbij de invloed van de fysische effecten op de ecologie en de gebruiksfuncties apart vermeld is.

5.4.2 Bodemverstoring door zandwinning en zandstort

Zandwinning

Zoals in de inleiding (paragraaf 5.1) reeds is aangegeven worden in dit rapport de volgende wijzen van zandwinning beschouwd: zandwinning d.m.v. het aftoppen van zandgolven, d.m.v. winning in een lokaal wingebied of winning d.m.v. overdimensionering (verbreden en verdiepen) van de Euro-Maasgeul. Bij aftoppen van zandgolven () worden de top-dalverschillen verkleind of verdwijnt de zandgolven-structuur in zijn geheel. Zandwinning in een zandwingebied () creëert een lokale bodemverdieping van nog onbekende vorm en afmetingen. Overdimensionering (verbreden en/of verdiepen) van de Euro-Maasgeul () maakt een bestaande geuldoorsnede (van bekende vorm en afmetingen) groter.

In alle gevallen wordt door de zandwinning de bodemligging lokaal verlaagd en neemt de gemiddelde waterdiepte dus toe. Bovendien wordt met het gewonnen zand ook de aanwezige bodemfauna verwijderd evenals de oorspronkelijk aanwezige kleinschalige rhytmische structuren, zoals megarijbbels.

De sedimentlagen die na de winning aan het oppervlak komen kunnen een andere samenstelling hebben. De toppen van zandgolven bevatten relatief grof materiaal. De kans is groot dat na de winning sediment van kleinere afmeting aan het oppervlak komt. In geval de winning in een zandwingebied of in de Euro-Maasgeul plaats vindt is de kans groot dat er juist grover sediment aan het oppervlak achter blijft.

Een verandering van bodemstructuur en in mindere mate een gewijzigde bodemsamenstelling (sedimentgrootteverdeling) kan resulteren in een lokale verandering van de bodemruwheid. Verwijdering van rhytmische structuren verlaagt de bodemruwheid. Een toe- of afname van de sedimentgrootte aan het oppervlak kan nog een geringe toe- of afname van de bodemruwheid betekenen.

Zandstort

Afhankelijk van de wijze van zandwinning zal ook stort van ongeschikt zand plaats vinden. De stort kan plaatsvinden direct buiten het wingebied (buiten de kustzone), waarna het na afloop van de winning weer wordt teruggestort in het wingebied. Ook kan het ongeschikte zand in de kustzone worden gestort, waarmee een positieve bijdrage aan de zandbalans wordt geleverd (preventief kustonderhoud).

Bij stort wordt de bodemligging lokaal verhoogd en ligt sediment van gewijzigde samenstelling aan de oppervlakte. Met de stort wordt de aanwezige bodemfauna ter plaatse bedolven. De lokale bodemverstoring zal zich in de loop van de tijd morfologisch willen aanpassen. Deze aanpassing is sterk afhankelijk van de waterdiepte boven het stort: hoe geringer de waterdiepte, hoe groter het sedimenttransport. Bij aftoppen van zandgolven is geen sprake van een ongeschikt bovenliggend zandpakket. Wel kan er na verwerking van het sediment op land een restprodukt overblijven, dat voor stort in aanmerking komt. Bij zandwinning in een wingebied is zowel sprake van een bovenliggend zandpakket als een restprodukt dat voor stort in aanmerking komt. In geval van overdimensionering van de Euro-Maasgeul wordt het bovenliggend zandpakket en het bijproduct aangewend voor de markt of eventueel voor een groot project.

Stort in de kustzone betekent een aanvulling van de sedimenthoeveelheden. Het overtollige zandpakket kan bijvoorbeeld worden gebruikt om eventuele zandverliezen voor de Hollandse kust in de zone tussen grofweg NAP -12 en NAP -20 m te compenseren of om een onderwateroeveraanvulling of strandsuppletie uit te voeren, ten dienste van het kustonderhoud. In het laatste geval worden eisen gesteld aan de samenstelling van het zandpakket. Bij terugstort in het wingebied wordt de tijdelijke stort verwijderd ten gunste van opvulling van het wingebied. Hiermee wordt het herstel naar de oorspronkelijk bodemligging versneld.

Conclusies bodemverstoring

- Door zandwinning en terugstort verandert de bodemligging, de bodemstructuur en de bodemsamenstelling ter plaatse van het win- en stortgebied.
- De gewijzigde bodemstructuur en in mindere mate de gewijzigde bodemsamenstelling beïnvloedt de bodemruwheid. Deze bepaalt de wrijving van de waterkolom met de bodem en heeft daarom invloed op het stroomsnelheidsveld (zie paragraaf 5.4.4).

Relatie met ecologie en gebruiksfuncties:

- Bij het winnen en bij terugstort wordt bodemfauna vernietigd. Het herstel van de bodemfauna wordt mede bepaald door de sedimentsamenstelling in het win- en stortgebied
- In geval van terugstort in het wingebied wordt het morfologisch herstel van het wingebied versneld, met als doel het herstel naar de oorspronkelijke bodemfauna te bevorderen.
- In het geval het ongeschikte zand wordt gestort in de kustzone – hetzij als compensatie van eventuele zandverliezen op dieper water, hetzij als zandsuppletie op de vooroever of op het strand – komt dit het kustonderhoud ten goede (zie ook paragraaf 5.4.7).

5.4.3 Vertroebeling en sedimentatie in de omgeving

Tijdens de zandwinning wordt sediment van de bodem opgewoeld en wordt het fijne zand en slib in het onderste deel van de waterkolom gebracht. Bij het vullen van het baggerschip met het gewonnen sediment vindt overvloei plaats van het overtollige water met slib en ander fijn materiaal. Dit komt in het bovenste deel van de waterkolom terecht. Het toegenomen zand- en slibgehalte zorgt voor een vertroebeling van de waterkolom, waarbij de vertroebeling in de bovenlaag het langst effect heeft (langere tijd om uit te zakken). Niet al het sediment dat door winning of stort in de waterkolom gebracht wordt, zal in transport blijven. Met name het fijne zand zal relatief snel uitzakken, het slib in mindere mate en het fijne slib vrijwel niet. Afhankelijk van de grootte en snelheid van de sedimentatie is begraving van bodemfauna mogelijk. Als gevolg van diffusie verspreidt de vertroebeling zich in de ruimte, maar neemt tegelijkertijd af met toenemende afstand tot de winning.

Tijdens het terugstorten van sediment komt ook een hoeveelheid fijn zand en slib in de totale waterkolom. Deze is echter kleiner dan bij de winning, zodat de vertroebeling van de waterkolom eveneens geringer is (Bokuniewicz, H.J. et al., 1978; Vliet, F.W.J. van, 1997).

De mate van vertroebeling is afhankelijk van de wijze van winning en de mate van overvloei die daarbij wordt toegelaten. . Algemeen gesteld vindt er meer vertroebeling plaats als er meer zand gewonnen wordt. Afhankelijk van de winningsstrategie, vindt er naast winning ook stort plaats. Bij zandwinning waarbij er zand wordt teruggestort in het wingebied, is er derhalve een tweede winning en stort nodig. De vertroebeling kan beperkt worden door bij de winning minder overvloei toe te laten, door de winning over verschillende locaties te verspreiden (vertroebeling dan op verschillende plaatsen i.p.v. op één plaats heel veel vertroebeling) of door zand te winnen tot 30 m onder de zeebodem. In dit laatste geval hoeft er minder zand te worden gewonnen, waardoor er minder vertroebeling optreedt.

In onderstaande alinea's wordt op basis van enkele principe-berekeningen een onder- en bovenschatting gegeven van de toename van de concentratie zwevend stof (TSM, zie hoofdstuk 3) die bij het winnen van zand vrij komt. Er is onderscheid gemaakt tussen vier mogelijke winlocaties:

Winlocatie	Scenario	Wijze van winning	Benodigde zandwinning
I. Zandgolven	10 miljoen ton (6.25 Mm ³)	aftoppen zandgolven	25 miljoen m ³
II. A Kreftenheye	40 miljoen ton (25 Mm ³)	zandwingebied(en) ondiep (10 m)	200 miljoen m ³
II. B Kreftenheye	40 miljoen ton (25 m ³)	zandwingebied(en) diep (30 m)	130 miljoen m ³
III. Euro-Maasgeul	20 miljoen ton (12.5 Mm ³)	verbreden en verdiepen	50 miljoen m ³

Lokale toename TSM-concentratie door zandwinning

Om de maximale en minimale bron-concentraties te bepalen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- het slibgehalte in het te winnen sediment bedraagt tenminste 2% en ten hoogste 5%
- porositeit van het sediment is 40%, soortelijk gewicht van sediment is ca. 2650 kg/m³, gewicht van 1 m³ sediment is 1600 kg
- in geval van winlocatie II is overvloei van slib maximaal (100%) of minimaal (10%), in de overige gevallen is de overvloei maximaal (100%)
- alle slib die via overvloei in suspensie komt, blijft in suspensie
- binnen een getijperiode is het slib vertikaal en horizontaal homogeen gemengd binnen een cirkelvormig gebied met een straal van 1 km (6. 10⁷ m³ water) rondom de winning (Minns, 2000)
- winning vindt gelijkmatig in de tijd plaats
- winning van de maximaal toegestane hoeveelheden vindt plaats in 1 jaar of in 10 jaar; een jaar kent ca. 700 getijperiodes.

Wanneer deze uitgangspunten gehanteerd worden in combinatie met de te winnen hoeveelheden, kan de bronverspreiding van slib worden berekend en de daaruit volgende lokale toename in concentratie zwevend stof.

De waarden in onderstaande tabel representeren de - over een getijperiode gemiddelde - concentratie Total Suspended Matter (SPM), die optreedt als gevolg van overvloei van slib bij dagelijkse zandwinning. Binnen een getijperiode wordt een uniforme concentratie verondersteld over een gebied van ca. 3 km² met een waterdiepte van 20 m. Op langere tijdschaal zal het vrijgekomen slib zich over een groter gebied verspreiden, waardoor de concentratie TSM afneemt.

.....
**Tabel 5-2 Concentratie Total
 Suspended Matter (SPM) – gemiddeld
 over een getijperiode – bij de
 verschillende varianten van
 zandwinning**

Winlocatie	Duur	slibgehalte	Overvloei	Vrijkomend slib	conc. TSM
I. Zandgolven	1 jaar	5 %	100 %	2 miljoen ton	50 mg/l
	10 jaar	2 %	100 %	0.08 miljoen ton/jaar	2 mg/l
II A. Krefthenheye	1 jaar	5 %	100 %	12.4 miljoen ton	295 mg/l
	1 jaar	5 %	10 %	1.24 miljoen ton	29.5 mg/l
	10 jaar	2 %	100 %	0.5 miljoen Ton/jaar	11.9 mg/l
	10 jaar	2 %	10 %	0.05 miljoen ton/jaar	1.2 mg/l
II B. Krefthenheye	1 jaar	5 %	100 %	9.6 miljoen ton	224 mg/l
	1 jaar	5 %	10 %	0.96 miljoen ton	22.4 mg/l
	10 jaar	2 %	100 %	0.38 miljoen ton/jaar	9.6 mg/l
	10 jaar	2 %	10 %	0.038 miljoen ton/jaar	0.96 mg/l
III. Euro-Maasgeul	1 jaar	5 %	100 %	8 miljoen ton	190 mg/l
	10 jaar	2 %	100 %	0.32 miljoen ton/jaar	7.5 mg/l

Zoals verwacht vindt de maximale (lokale) toename in TSM-concentratie plaats bij maximale winning in één jaar bij maximale overvloei. Voor winlocaties IIA, IIB, en III zijn de berekende concentraties (vetgedrukt) binnen een straal van 1 km rondom de winning flink hoger dan de natuurlijke gemiddelde achtergrondconcentratie of concentraties tijdens een stormachtige omstandigheden.

De lokale concentratie-toename bij winlocatie I is hoger dan de gemiddelde natuurlijke concentratie, maar vergelijkbaar met die tijdens stormachtige omstandigheden. Bij dezelfde duur van winning maar met minimale overvloei (II A en II B) neemt toename van de concentratie af naar waarden die vergelijkbaar zijn met optredende waarden in de ondiepe kustzone (zie figuur 4.16).

De minimale lokale concentratie- toename (schuingedrukt) wordt bereikt bij winning verspreid over 10 jaar, bij een lager slibgehalte en minimale overvloei (II A en II B) en bij de kleinste omvang van zandwinning (I). De lokale toename is in die gevallen kleiner dan de gemiddelde natuurlijke waarde tijdens de zomerperiode (zie figuur 4.17a). In de situaties van maximale overvloei is de toename in concentratie vergelijkbaar met de gemiddelde waarde in de zone direct landwaarts van het wingebied.

Verspreiding TSM-concentratie

De lokale toename in TSM-concentratie zal zich (na de gehanteerde getijperiode) over een groter gebied verspreiden en daarbij in waarde, afnemen. In 20 dagen legt een "pluim slib" een afstand van ongeveer 100 km af. De verdunning die in die tijd optreedt kan (zeer ruw) geschat worden op een factor 100. afhankelijk van wind, zoetwaterverdeling etc. (Minns, 2000). De maximale concentratieverhogingen binnen de pluim variëren dus tussen de 380 mg/l (winlocatie) en 3.8 mg/l (op 100 km afstand). De slibpluim heeft na 100 km een breedte tussen de 15 en 50 km. Modelberekeningen van de effecten van grootschalige zandwinning voor een eiland in zee (Los et al.,

2001) laten zien dat (bij 100 % overvloei) een toename in TSM-concentratie van 5 tot 20 mg/l ontstaat in een band van enkele tientallen kilometers breed langs de Hollandse kust (ten noorden van de winlokatie) tot aan de Deense kust. In de Waddenzee neemt de TSM-concentratie met vergelijkbare waarden toe. Gezien de vergelijkbare orde van hoeveelheid vrijkomend slib, is een dergelijk verspreidingspatroon ook voor het maximum-scenario van de winning van beton- en metselzand denkbaar.

De toename van de troebelheid van de waterkolom kan de ecologie mogelijk nadelig beïnvloeden, bijvoorbeeld vanwege een afname van de primaire produktie, een belemmering van de groei van bodemfauna en vislarven en/of een verminderd vangstsucces van zichtjagers. Bij het beoordelen van de gevolgen van vertroebeling op de ecologie is de achtergrondtroebelheid van belang. Buiten de kustzone (zeewaarts van de NAP -20 m) is de achtergrondtroebelheid namelijk een stuk lager dan in de nabije kustzone. Bovendien is deze buiten de kustzone in de wintermaanden geringer dan in de zomermaanden (zie hoofdstuk 2).

Conclusies vertroebeling en sedimentatie in de omgeving

- Tijdens winning en stort van zand wordt extra sediment in de waterkolom gebracht, wat resulteert in een toegenomen TSM-concentratie (vertroebeling) van de waterkolom.
- De concentratietoename is groter bij winning dan bij stort en neemt af met toenemende afstand van win- of stortlokatie. Bovendien is de relatieve toename afhankelijk van de achtergrondwaarden ter plaatse.
- Een relatief grote concentratietoename wordt verwacht bij winning waarbij de maximale omvang van de zandwinning geconcentreerd is in één jaar en waarbij de overvloei en winning maximaal is. De toename zal in die situatie ook over een grotere zone (orde 100 km) merkbaar zijn.
- De minimale lokale concentratie-toename treedt op bij winning over 10 jaar en minimale overvloei. De toename is kleiner dan de gemiddelde natuurlijke waarden in de zomermaanden.
- Een deel van het overtollige sediment dat tijdens winning en stort in de waterkolom wordt gebracht zal in de omgeving van win- en stortplaats sedimenteren.

Relatie met ecologie

- een verhoogde TSM-concentratie resulteert in een vertroebeling van de waterkolom. Dit heeft gevolgen voor de ecologie. Een afname van de primaire produktie, een belemmering van de groei van bodemfauna en vislarven kunnen verwacht worden.
- Sedimentatie van overtollig sediment in de omgeving van het win- of stortgebied kan de ecologische ontwikkeling van het gebied eveneens beïnvloeden, door begraving van bodemfauna.

5.4.4 Wijziging stroomsnelheden

Als de winning gereed is, verstoort de lokaal verlaagde bodemligging en gewijzigde bodemruwheid het stroomsnelheidsveld. Het karakter en de omvang van de verstoring hangt in belangrijke mate af van de winlocatie en de afmetingen en geometrie van het wingebied, zie ook Hoogewoning, S.E. en M. Boers (2001).

De stroming in de Noordzee kent een driedimensionaal karakter. Om effecten van de bodemverstoring op het stromingspatroon kwalitatief te kunnen beschrijven is uitgegaan van een dieptegemiddelde benadering van de stroomsnelheid. Deze benadering is van toepassing zolang de bodemligging

geleidelijk verandert (taludhelling flauwer dan ca. 1:7). Bij abrupte overgangen in de bodemligging (taludhelling steiler dan ca. 1:7) kunnen verticale circulatiecellen optreden door "loslating" van het stroomprofiel van de bodem. De dieptegemiddelde benadering van het stroomsnelheidsveld houdt dan niet langer stand. Een algemeen geldende kwalitatieve beschrijving is niet langer mogelijk en een gebiedsgerichte aanpak is dan gewenst.

Gebaseerd op de dieptegemiddelde benadering resulteert een toename van de waterdiepte in een evenredige afname van de stroomsnelheid. Een eventuele lokale afname van de bodemruwheid (verminderde wrijving met de bodem) in het wingebed kan resulteren in een geringe toename van de stroomsnelheid. Het eerstgenoemde effect is echter dominant. Een uitzondering daarop is mogelijk het aftoppen van zandgolven. Bij het aftoppen is de toename van de waterdiepte relatief gering, maar neemt de bodemstructuur sterk af. De relatief geringe stroomsnelheidsafname vanwege de toegenomen waterdiepte wordt tegengewerkt door een verminderde bodemruwheid. Welk effect in deze situatie de overhand heeft is niet duidelijk.

In de andere situaties is de invloed van de bodemruwheid te verwaarlozen en kan in principe een afname van de dieptegemiddelde stroomsnelheid verwacht worden, waarbij een grotere windiepte leidt tot een grotere afname van de stroomsnelheid. Dit is het geval voor overdimensionering van de Euro-Maasgeul. Verbreding van de geul betekent een verbreding van het gebied waar een stroomsnelheidsafname plaats vindt. Verdieping van de geul betekent dat de dieptegemiddelde stroomsnelheid zal afnemen (evenredig met de relatieve toename in waterdiepte). De afname van de (dieptegemiddelde) stroomsnelheden dwars op de geul heeft een gunstig effect op de nautische toegankelijkheid van de Rotterdamse haven.

Opgepast moet worden met een lokale overdimensionering - dus niet uitgevoerd over de gehele geulbreedte - direct voor de monding van de Euro-Maasgeul. Hier bevindt zich, door aanwezigheid van de Maasvlakte en de havenhoofden een verhoogd getijdebiet (contractiezone). Een lokale overdimensionering kan de afvoer van het getijdebiet juist bevorderen. Een averechts effect, namelijk een toename in stroomsnelheden dwars over de geul en een verminderde toegankelijkheid van de haven, kan daarvan het gevolg zijn.

In de situatie van een wingebed van specifieke vorm zeewaarts van NAP -20 m dieptelijn is de verwachte stroomsnelheidsafname minder groot. De stroomsnelheidsafname wordt namelijk tegengewerkt doordat het wingebed extra stroming vanuit de omgeving aantrekt. De mate waarin dat gebeurt, is sterk afhankelijk van afmetingen en geometrie van het wingebed. In geval van een wingebed langgerekt in de richting dwars op de getijstroomrichting, vergelijkbaar met de geometrie van de Euro-Maasgeul, zal de extra aangetrokken stroming gering zijn. In de omgekeerde situatie, dus een wingebed langgerekt in de richting van de getijstrooming, is een maximale aantrekking te verwachten die de stroomsnelheidsafname deels compenseert (zie intermezzo). Uit metingen in de verdiepte loswal (Svasek., 2001), met afmetingen 10 m x 600 m (kustdwars) x 1500 m (kustlangs), blijkt dat een flinke toename van het getijdebiet door de verdiepte loswal optreedt. Dit heeft een veel geringere afname van de (dieptegemiddelde) stroomsnelheid tot gevolg.

Uit principe-berekeningen voor grootschalige zandwingebieden lijkt een uitzondering op de afname van de dieptegemiddelde stroomsnelheid op te kunnen treden bij verdiepingen van speciale vorm (Labeur, 1998). Bij relatief grote winoppervlaktes ($> 10 \text{ km}^2$) waarbij de lengte (L) in (dominante) getijstroomrichting enkele malen groter is dan de breedte (B), $L/B > \text{ca. } 5$, wordt een aanzienlijk extra getijdebiet door de lokale verdieping afgevoerd. Dit heeft tot gevolg dat lokaal rond het midden van de verdieping een hogere (dieptegemiddelde) stroomsnelheid kan optreden dan in de oorspronkelijke situatie! Kennis over de invloed van de geometrie van een zandwingebied op de stroming is vooralsnog relatief beperkt.

Bij terugstort van ongeschikt zand in de kustzone worden de stroomsnelheden eveneens beïnvloed. Een geringe toename van de dieptegemiddelde stroomsnelheid is te verwachten, grofweg evenredig met de relatieve afname van de waterdiepte.

Conclusies stroomsnelheden

- In het algemeen zal een toename van de waterdiepte door zandwinning resulteren in een afname van de dieptegemiddelde stroomsnelheid.
- Twee uitzonderingen op de snelheidsafname lijken mogelijk;
 1. In geval van aftoppen van zandgolven kan het effect van een verminderde bodemruwheid de stroomsnelheidsafname door de verdieping tegenwerken; vooralsnog is onduidelijk welk effect de overhand heeft.
 2. Uit principe-berekeningen volgt dat bij bepaalde geometrie van het zandwingebied een toename van de stroomsnelheid lokaal rond het midden van het wingebied mogelijk is. Dit wordt verwacht voor een een relatief groot zandwingebied (oppervlak $> \text{ca. } 10 \text{ km}^2$) met een lengte (L) in de getijstroomrichting (langs de kust) die veel groter is dan de breedte (B) kustdwars: $L/B > \text{ca. } 5$.
- Bij stort van zand in de kustzone zal de stroomsnelheid lokaal toenemen, grofweg evenredig met de relatieve verondieping.

Relatie met gebruiksfuncties

- Een verdieping van de vaargeulen over de gehele breedte resulteert in een afname van de (dieptegemiddelde) snelheid in de geul. Dit zal de nautische toegankelijkheid van de havens van Rotterdam en IJmuiden ten goede komen.
- Een uitzondering daarop betreft een lokale overdimensionering - dus niet uitgevoerd over de gehele geulbreedte - direkt voor de monding van de Euro-Maasgeul. Door stroomcontractie kan de nautische toegankelijkheid verminderen.

Verversing van watermassa's in een wingebied

Onder natuurlijke omstandigheden heeft zich in het verleden een zuurstoftekort voorgedaan in de Duitse Bocht. Dit trad op onder de volgende bijzondere combinatie van omstandigheden:

- een grote zuurstofbehoefte of Biological Oxygen Demand (BOD) net na de algenbloeiperiode. Veel zuurstof wordt gebruikt voor de afbraak van dode algen, bij relatief warm zeewater.
- langdurig rustig warm zomerweer, waardoor over een zeer groot gebied naast de bestaande zoutstratificatie een temperatuurstratificatie ontstond en over langere tijd aanhield, die de verticale uitwisseling van watermassa's onderdrukte.

-
- vanwege de uitgestrektheid van het gebied, was horizontale aanvoer van zuurstofrijkere watermassa's onvoldoende om een zuurstoftekort te voorkomen.

In theorie bestaat een zeer kleine kans dat zuurstofuitputting in de (nabije) kustzone langs de Hollandse kust optreedt. Tot op heden is een dergelijke situatie niet geconstateerd. In het volgende wordt beredeneerd wat de kans op zuurstofuitputting is in het geval van aanwezigheid van een wingebied. De verversing van watermassa's speelt daarin een belangrijke rol. Wil een vergelijkbare situatie als destijds in de Duitse Bocht zich lokaal in een wingebied voordoen, zullen de volgende omstandigheden in combinatie moeten optreden:

1. een hoog zuurstofverbruik door afbraak van algen na de bloeiperiode in de zomermaanden.
2. een beperkte verticale verversing van watermassa's doordat zoutstratificatie en/of temperatuurstratificatie een verticale uitwisseling onderdrukt.
3. een geringe horizontale verversing van watermassa's, doordat het bodemwater relatief lang (orde 10 dagen) in het gestratificeerde gebied verblijft.

Uit situaties van stilstaand water (IJsselmeer) is bekend dat na minimaal 10 dagen het zuurstofgehalte beneden een kritische grens kan belanden of vrijwel nul wordt vanwege een hoog zuurstofverbruik bij de afbraak van dode algen. Vertikale stratificatie treedt op door zoet-zoutverschillen (verschil orde 3 promille) in de directe omgeving van de Rijn-Maasmond. Incidenteel is het hele uitstroomgebied van de Rijn/Maas, de zogenaamde "Rijnpluim", gestratificeerd over een zone met een breedte van 20 tot 30 km, lopend van Goeree tot Callantsoog. Hiertoe behoort ook een flink deel van het wingebied. Deze gestratificeerde situatie duurt zelden langer dan 1 week. Dus alleen bij wingebieden binnen de invloedssfeer van de Rijn-Maasmonding is onderdrukking van de verticale uitwisseling vanwege zoutstratificatie mogelijk.

Zuivere temperatuurstratificatie (dus niet in combinatie met zoutstratificatie) komt in de Noordzee alleen voor waar de waterdiepte > 40 m is over een groot gebied (> enkele duizenden km²), bijvoorbeeld ten noorden van het z.g. "Friese Front". De huidige scenario's voor diepe winning (30 m) gaan uit van een aanmerkelijk kleiner winoppervlak (< 10 km²). Temperatuurstratificatie kan de aanwezige zoutstratificatie binnen de invloedssfeer van de Rijn-Maasmonding is onderdrukking van de verticale uitwisseling vanwege zoutstratificatie mogelijk.

Zuivere temperatuurstratificatie (dus niet in combinatie met zoutstratificatie) komt in de Noordzee alleen voor waar de waterdiepte > 40 m is over een groot gebied (> enkele duizenden km²), bijvoorbeeld ten noorden van het z.g. "Friese Front". De huidige scenario's voor diepe winning (30 m) gaan uit van een aanmerkelijk kleiner winoppervlak (< 10 km²). Temperatuurstratificatie kan de aanwezige zoutstratificatie wel licht versterken (De Kok e.a., 2001), maar blijft van ondergeschikt belang.

Wat de horizontale uitwisseling betreft, wordt de verblijftijd van watermassa's in het wingebied bepaald door de combinatie van de grootte van de (rest)stroomsnelheid en de afmetingen van het wingebied. Op de Noordzee is de (diepte)gemiddelde reststroming in de richting van de vloed in de orde van 3 tot 5 km per dag. Uitgaande van lagere stroomsnelheden in de onderste waterkolom vlak boven de bodem, wordt de minimale restverplaatsing daar geschat op 1 km per dag.

In een wingebied is de waterdiepte groter. In geval van diepe winning (30 m) bij een waterdiepte van 20 m leidt stroomverlamming in het ongunstigste geval tot een reductie van de stroomsnelheid met 60 %, tot minimaal 400 m/dag (ca. 0.5 cm/s). Om het water nabij de bodem tenminste 10 dagen in het wingebied te houden, betekent dat de afmeting van het wingebied in de richting van de restverplaatsing (NO) tenminste 4 km bedraagt. Bij maximale (diepe) winning (125 miljoen m³), bereikt het wingebied de afmetingen van 30 m diep, 1 km breed en 4 km lang. Het is bij een dergelijke geometrie onwaarschijnlijk dat maximale stroomverlamming optreedt (zie intermezzo). Uit metingen in de verdiepte loswal, afmetingen 10 m diep, 500 m breed, 1300 m lang, blijkt het getijdebiet reeds met zo'n 50 % toe te nemen (Svasek, 2001). In het denkbeeldige wingebied voor beton- en metselzand mag dan ook een vergelijkbare toename van het getijdebiet verwacht worden. De restverplaatsing wordt dan ook zeker groter dan 400 m/dag en de verblijftijd in de put kleiner dan 10 dagen.

Om een verblijftijd van 10 dagen te bereiken zal het wingebied nog groter moeten zijn in de richting van de restverplaatsing. Maar een grotere lengte, in combinatie met een kleinere (kustdwarse) breedte, resulteert echter in een verder toenemend getijdebiet en restverplaatsing. Een langgerekt wingebied in de richting van de restverplaatsing fungeert als stroomgeleider waardoor de (dieptegemiddelde) stroomsnelheden in het wingebied vergelijkbaar worden met die in de omgeving. In die situatie is er geen wezenlijk onderscheid meer tussen het wingebied en omgeving met betrekking tot de kans op het optreden van een zuurstofarme situatie.

Daarnaast moet gerealiseerd worden dat in het bovenstaande uitgegaan is van de getijgemiddelde restverplaatsing. Tijdens eb en vloed is de verplaatsing van watermassa's enkele malen groter dan de netto residuële verplaatsing. Tijdens de vloedstroom passeert de watermassa het wingebied en komt er met de ebstroom voor een deel weer in terug. Dat bevordert de horizontale menging aanzienlijk. De tijd dat een watermassa in een winlokatie verblijft neemt daarmee sterk af.

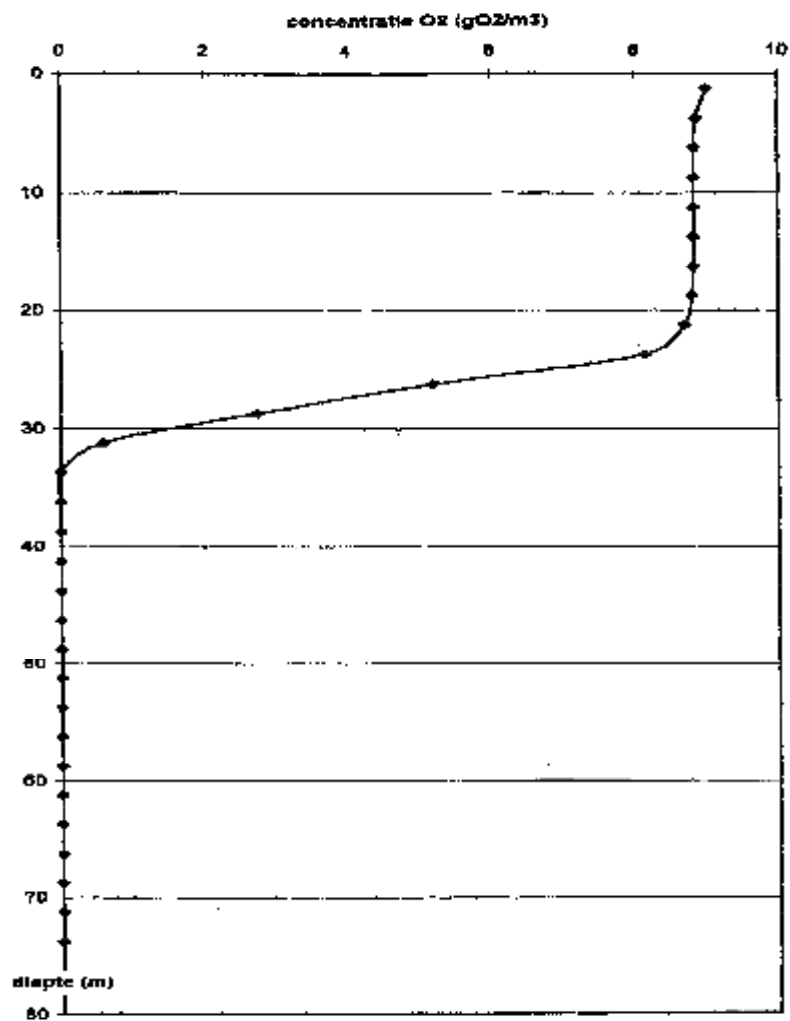
Kortom, de kans op het optreden van zuurstofuitputting van de waterkolom nabij de bodem in het wingebied is dezelfde als de kans dat dit zonder wingebied in de natuurlijke situatie zal optreden, zeer klein dus.

Er is één scenario denkbaar, waarin zuurstofuitputting nabij de bodem kan optreden. Dat betreft een zeer diepe put met steile hellingen, steiler dan 1:7. De getijstrooming kan zich niet volledig aanpassen aan het wingebied, waardoor de onderlaag nauwelijks ververst. Uit modelberekeningen voor een grootschalige zandwinning (500 miljoen m³) in het mondingsgebied van de Nieuwe Waterweg) ten behoeve van de aanleg van Maasvlakte 2. blijkt dat zuurstofloosheid in het wingebied bij een (zeer) diepe put (tot 60 m beneden de lokale bodemligging) met steile hellingen waarschijnlijk is (Van 't Hoff b.v., 1996).

.....
Figuur 5.1 Basisberekening van het zuurstofgehalte (gO_2/m^3) als functie van de waterdiepte.

Uit: Van 't Hoff b.v., 1996.

N.B. de waterdiepte in de omgeving is 25m.



Er ontstaat een waterkolom die in twee zones is te verdelen:

1. een bovenlaag (tot 25 m diep) die intensief ververst wordt in horizontale richting; het verticale transport is sterk geremd door een dominante (vertikale) zoutstratificatie.
2. een onderlaag met een veel geringer transport, vrijwel alleen in verticale richting.

In de bovenlaag zijn de zuurstofconcentraties vergelijkbaar met de omgeving. In de onderlaag is het zuurstoftransport niet groot genoeg om aan de vraag te voldoen, onder meer vanwege een toegenomen zuurstofvraag bij accumulatie van slib in de put. Een zuurstofarme situatie is het resultaat (zie Figuur 5.1).

In geval van een denkbeeldig wingebied voor beton- en metselzand betreft de maximale winddiepte 30 m. Bij deze diepte wordt, in geval van steile hellingen en een beperkt putoppervlak < 10 ha, een vergelijkbare situatie nabij de bodem niet uitgesloten. Anderzijds zal er, vanwege de steile hellingen, wel turbulentie optreden, die de verticale menging weer bevordert. De steile hellingen zullen door zandverplaatsing relatief snel afvlakken en een redelijke hoeveelheid sedimentatie in het wingebied is te verwachten (vergelijk de snelle opvulling van de Simon Stevinput). Begraving van de bodemfauna lijkt in dat geval

eveneens een belemmering voor een snel herstel. Rekolonisatie zal pas optreden als de put weer zover is aangezand, dat de getijstrooming de bodem weer beïnvloedt en de sedimentatie gering is geworden.

Conclusies verversing en relatie met ecologie

- Binnen de invloedssfeer van de Rijn-Maasmonding (ca. 20 km) treedt door uitstroming van rivierwater (vertikale) stratificatie op waardoor de verticale uitwisseling van watermassa's wordt onderdrukt.
- De aanwezigheid van een zandwingebied kan de verblijftijd van watermassa's binnen het gestratificeerde gebied verlengen.
- Gegeven de maximale omvang van zandwinning zal de verblijftijd van watermassa's in het wingebied zeker kleiner zijn dan 10 dagen.
- in theorie bestaat er een zeer kleine kans dat zuurstofuitputting in de (nabije) kustzone langs de Hollandse kust optreedt als gevolg van een bijzondere combinatie van omstandigheden: (1) een hoog zuurstofverbruik door afbraak van algen na de bloeiperiode in de zomermaanden, (2) een beperkte verticale uitwisseling van watermassa's door stratificatie en (3) een geringe horizontale verversing van watermassa's, waardoor het (bodem)water relatief lang (orde 10 dagen) in het gestratificeerde gebied verblijft.
- De kans op zuurstofuitputting in een wingebied is even groot als de kans dat zuurstofuitputting zonder wingebied optreedt: zeer klein. In dat geval heeft de put dus geen effect.
- Een uitzondering daarop is mogelijk een diepe put (waterdiepte > 40 m) met steile hellingen (> 1:7) en een beperkt oppervlak (< 10 ha). In dit specifieke geval wordt een sterk verminderde uitwisseling van watermassa's tussen waterkolom nabij de bodem en de bovenliggende waterkolom voor mogelijk gehouden. Een verminderde zuurstoftoevoer met een verhoogde kans op een zuurstofarme situatie is daarvan het gevolg. Overigens is bij een dergelijk winscenario begraving van de bodemfauna door sterke sedimentatie ook een belemmering voor een snel herstel van de bodemfauna.

5.4.5 Wijziging golfveld

Bij aanwezigheid van een wingebied kan de lokaal verlaagde bodemligging het golfveld beïnvloeden. Golven kunnen van richting veranderen (refractie/reflectie) en verliezen minder energie omdat de bodemwrijving minder merkbaar is.

Deze aspecten zijn mogelijk van belang voor de kustveiligheid en de kustlijnligging. Tijdens een incidentele superstorm kunnen de golven zo hoog worden, dat deze de golfrandvoorwaarden voor de kustveiligheid evenaren of overschrijden. Op basis van de golfrandvoorwaarden worden de dijkhoogtes en -sterkten bepaald. Op lange termijn wordt een geringe, maar structurele wijziging van het golfveld zichtbaar in een gewijzigde zandtransportverdeling aan de kust, waardoor de kustlijnligging kan worden beïnvloed.

Algemeen geldt dat hoe kleiner het oppervlak, hoe ondieper de winning en hoe verder het wingebied uit de kust, des te geringer is de invloed op de golfrandvoorwaarden en de zandhuishouding in de nabije kustzone.

Bij het aftoppen van zandgolven is de bodemverdieping relatief gering. Effecten op het golfveld zijn dientengevolge gering, waardoor effecten op de kustveiligheid en kustlijnhandhaving te verwaarlozen zijn. Wat betreft winning in een zandwingebied kan op basis van modelberekeningen worden aangetoond dat de golfrandvoorwaarden nauwelijks worden beïnvloed (Kuijper, 1997). De invloed op de zandhuishouding is niet verwaarloosbaar,

maar wel gering, zodat deze pas op langere termijn (decennia of langer) merkbaar zijn. De relatief grootste invloed wordt verwacht bij een wingebied dicht bij de kustzone en de relatief minste invloed voor de meest verafgelegen wingebieden.

Bij overdimensioneren van de EuroMaasgeul vindt zandwinning dicht onder de kust plaats. Vanwege de aanwezigheid van de Noorderdam bevindt zich ten noorden daarvan een uitbouw van de kustlijn. Effecten op de kustveiligheid en zandhuishouding zijn daardoor te verwaarlozen ten opzichte van de invloed van de Noorderdam.

Bij het terugstorten van sediment wordt het golfveld eveneens beïnvloed. Ook in dit geval zal refractie van het golfveld optreden en vanwege de grotere ondiepte ter plaatse van de stort verliezen de golven meer energie. Beide aspecten zijn met name in de ondiepere nabije kustzone van belang, bij preventief suppleren.

Conclusies golfveld

- Onder een lokale toename (afname) van de waterdiepte kunnen golfrefractie en -reflectie, alsmede een verminderd (toegenomen) golfenergieverlies optreden

Relatie met gebruiksfuncties

- Gezien de geringe beïnvloeding van het golfveld is geen nadelige invloed op de kustveiligheid te verwachten.
- Wel wordt door een geringe verschuiving in het golfveld de zandhuishouding van de nabije kustzone op langere termijn (decennia of langer) beïnvloed. De relatief grootste invloed wordt verwacht voor wingebieden dicht bij de kustzone, de relatief kleinste invloed voor wingebieden ver van de kust.

5.4.6 Sedimenttransporten

Onder aanwezigheid van het wingebied worden - via een gewijzigde waterbeweging en gewijzigde samenstelling van het oppervlakesediment - de sedimenttransporten ter plaatse van de zandwinning en directe omgeving beïnvloed. Als gevolg van de gewijzigde transportcapaciteit, die bepaald wordt door de lokale stroomsnelheid en golven, zal zich een nieuw evenwicht in het zandtransport instellen. Aanpassing aan de gewijzigde transportcapaciteit vindt plaats bij de overgangen tussen wingebied en omgeving over een zone van enkele honderden meters, waardoor bodemveranderingen zullen optreden. Bij wingebieden en overdimensionering is dit meestal zichtbaar in een afvlakking van de taluds.

Als de winput van speciale vorm is, waarbij een verhoogd getijdebiet wordt afgevoerd (zie waterbeweging) kan een grotere gradiënt in de sedimenttransporten over de randen van het wingebied ontstaan, waardoor een snellere afvlakking van de taluds kan plaatsvinden (zie ook paragraaf 5.4.7)

Slib is in de oppervlaktelaag slechts in geringe hoeveelheid beschikbaar, en wordt hoofdzakelijk aangevoerd vanuit het zuiden en via de rivieren. In geval van aftoppen van zandgolven bestaat de kans eventueel aanwezig slib (en fijn zand) in de oorspronkelijke dalen van de zandgolven geërodeerd wordt na het verdwijnen van de golftoppen.

Bij een lokale verdieping wordt een afname van de stroomsnelheden verwacht, waardoor de kans op de afzetting van slib in het wingebied toeneemt. Of slibsedimentatie in het wingebied optreedt is van belang voor het herstel van bodemfauna. Omdat in de reeds bestaande verdieping de Euro-Maasgeul vanaf ca. 5 km uit de Maasmond nauwelijks slib sedimenteert, wordt verwacht dat slibsedimentatie pas bij een verdieping ten opzichte van de omgeving groter dan tenminste 5 m een rol kan spelen. De minste kans wordt verwacht wanneer er bij de winning relatief ondiepe putten worden gemaakt en wanneer deze winning plaatsvindt in wingebieden die verder uit de kust gelegen zijn, waar de slibstromen minder groot zijn.

Bij overdimensionering (met name verdieping) van de Euro-Maasgeul zal de kans op slibsedimentatie in de geul toenemen, maar ook wordt een toename van slibsedimentatie in de havenmonding en havens verwacht, aangezien de Euro-Maasgeul als een geleider van slib richting havenmonding fungeert. Onderbouwing van deze verwachting is vooralsnog beperkt (Allersma E., Ribberink, J.S., 1992). Gezien de relatie met het onderhoudswerk verdient onderbouwing van deze verwachting belangrijke aandacht.

Evenals bij winning worden bij stort van sediment de sedimenttransporten ter plaatse beïnvloed. In geval van preventief suppleren vindt erosie van de toppen plaats ten gunste van sedimentatie aan weerszijden van het stortgebied. Een ander gevolg van de erosieprocessen is dat de top van de stort na verloop van tijd relatief grover sediment zal bevatten dan de dieper gelegen randen van de stort. Aangezien de stort nauwelijks slib bevat fungeert het gebied niet als slibbron en spelen consolidatieprocessen geen rol. Bij stort in de nabije kustzone worden kustdwarse transportprocessen eveneens belangrijk.

Conclusies Sedimenttransporten

- Als gevolg van de veranderde waterbeweging ter plaatse van en in de directe omgeving van een win- of stortgebied zullen de zand- en slibtransporten lokaal worden beïnvloed.
- Bij aanpassing aan de gewijzigde transportcapaciteit vindt erosie en sedimentatie van zand plaats in de overgangszones tussen win- of stortgebied en directe omgeving. Hierdoor zal de bodemligging van het win- en stortgebied in de tijd veranderen (zie paragraaf 5.4.7)
- In geval van een lokale verdieping bestaat de kans op slibsedimentatie. Deze is relatief het grootst voor diepe zandwingebieden en bij verdieping van de Euro-Maasgeul. De relatief kleinste kans op slibsedimentatie treedt op in ondiepe zandwingebieden.

Relatie met ecologie en gebruiksfuncties

- Slibsedimentatie in een wingebied kan het herstel van de bodemfauna mogelijk belemmeren
- Overdimensionering (met name verdieping) van de Euro-Maasgeul kan een toename van aanslibbing in de havenmonding en havens van Rotterdam tot gevolg hebben. Een kwantitatieve onderbouwing hiervoor ontbreekt vooralsnog.

5.4.7 Morfologische ontwikkeling

In deze paragraaf zullen de effecten van zandwinning worden beschreven op de morfologie. Er wordt uiteengezet wat de verwachte gevolgen zijn voor (het herstel van) de bodemligging en de zandvoorraad in de kustzone.

Herstel van de bodemligging

De morfologische respons van een wingebied is afhankelijk van de ingreep. Een ingreep waarbij de bodemligging niet herstelt kan worden gezien als een onomkeerbare ingreep, een verstoring van de natuurlijkheid van het systeem of een aantasting van de veerkracht. Gezien de omvang van de voorgenomen winning in combinatie met de lokatie ver van de kust (in diepere delen van de kustzone of daarbuiten) zal morfologische aanpassing van het wingebied tenminste enkele decennia en waarschijnlijk langer in beslag nemen.

- Aftoppen van zandgolven

Bij aftoppen van zandgolven wordt het morfodynamisch systeem lokaal verstoord. Herstel van de zandgolfstructuur (heropbouw) wordt niet uitgesloten, maar waarnemingen hebben nog geen herstel aangetoond (Jansen, S.E.A., 1981).

- Winning in zandwingebied

Na winning in een lokaal zandwingebied wordt er op delangere termijn een herstel van de bodemligging verwacht. Sedimentatie in het wingebied gaat ten koste van erosie aan de randen. Het resultaat is een verondieping van het wingebied, met tegelijkertijd een uitbreiding van het oppervlak. Daarnaast zal het zandwingebied verplaatsen (migreren) in de richting van het overwegend noordelijk gerichte netto zandtransport. De grootte van de migratie is echter gering, tussen 1 en 10 m per jaar.

Bij terugstort van sediment wordt het morfodynamisch systeem eveneens verstoord. De minste verstoring treedt op wanneer de terugstort van het bovenliggend zandpakket of bijproducten in het wingebied plaats vindt. In dit geval wordt de aanpassing naar de oorspronkelijke bodemligging zelfs een handje geholpen. Bij preventief suppleren van het bovenliggende zandpakket is de morfologische ontwikkeling afhankelijk van de lokatie van de stort. In de nabije kustzone voltrekt de morfologische ontwikkeling zich sneller (zie ook hoofdstuk 2). Het stortgebied zal naar verloop van tijd afvlakken en zich over een grotere zone uitsmeren. Ook zal de stort zich met een geringe snelheid verplaatsen in de richting van de gemiddelde sedimenttransporten. Uiteindelijk zal het stortgebied tot de oorspronkelijke bodemligging hersteld zijn.

Indien de winningsstrategie zodanig is dat de breedte van de winputten klein is t.o.v. de lengte en de oriëntatie van dergelijke winputten langs de kust gericht is, wordt geen of onvolledig herstel verwacht, zie onderstaand kader.

Tot slot geldt in het algemeen dat als de ingreep (volume) groter is, het langer duurt voordat aanpassing van de bodemligging naar een evenwicht heeft plaats gevonden.

Of de oorspronkelijke bodemligging geheel wordt bereikt, is niet noodzakelijk. Een permanent gering verlaagde bodemligging behoort ook tot de mogelijkheden. De geometrie van het wingebied lijkt daarbij een belangrijke rol te spelen. Zoals in de voorgaande paragrafen over de stroomsnelheden (7.4.4) en sedimenttransporten (7.4.6) is aangegeven, kunnen de effecten afwijken in geval van grootschalige wingebieden met de lengte (L) in kustlangse richting groter dan de breedte (B). Een lokale (tijdelijke) verdieping van het wingebied lijkt mogelijk, alsmede sedimentatie aan land- en zeewaartse zijde van het wingebied. Uit modelberekeningen (Klein, M., 1999) voor grootschalige wingebieden lijken deze effecten reeds op te kunnen treden bij een lengte- en breedte-verhouding van $L/B = 1$.

- Overdimensionering Euro-Maasgeul

In geval van overdimensionering zal een vergelijkbare respons optreden als voor een wingebied. Een uitbreiding van het oppervlak, tezamen met een verondieping van de geul en migratie van de geul in richting van het gemiddelde zandtransport. De (natuurlijke) verondieping van de vaargeul wordt echter tegengegaan door onderhoudswerkzaamheden. Dit betekent dat de totale omvang van de geul langzaam groeit in de tijd; van herstel naar de oorspronkelijke bodemligging is in dit geval geen sprake.

Door erosie van de omgeving en door migratie van het zandwingebied of vaargeul - in de richting van het gemiddelde zandtransport- kunnen nabijgelegen kabels en leidingen bloot komen te liggen. Grootste kans hierop is als de kabels/leidingen direct ten noorden van het wingebied liggen en de winddiepte relatief groot is. Dit hangt samen met de noordelijke richting van het gemiddelde zandtransport.

Zandvoorraad in de kustzone

De zandvoorraad in de gehele kustzone tot NAP -20 m is van belang voor de lange termijn stabiliteit van de kust; de reden waarom zandwinning landwaarts van de (doorgaande) NAP -20 m dieptelijn niet wordt toegestaan. De zandvoorraden in de nabije kustzone (tot NAP -10m) zijn namelijk van belang voor het handhaven van de kustlijn (zie ook de gebruiksfunctie kustverdediging in paragraaf 5.7.11).

- aftoppen van zandgolven

Het aftoppen van zandgolven zeewaarts van de NAP -20 m dieptelijn veroorzaakt waarschijnlijk geen afname van de zandvoorraad van de kustzone. Omdat het zand – dat na verwerking op het land ongeschikt is voor de beton- en metselindustrie – gebruikt wordt voor stort in de kustzone, is hier per definitie een toename van de zandvoorraad.

- Winning in zandwingebied

Afhankelijk van de afstand tot de NAP -20 m dieptelijn en het wingebied zal het herstel van de bodemligging op langere termijn ten koste kunnen gaan van het zandbudget in de directe omgeving, waaronder wellicht de landwaarts gelegen kustzone. Wanneer het ongeschikte zandpakket wordt gebruikt voor preventief suppleren in de kustzone, neemt daarmee de zandvoorraad toe. Deze toename is bovendien groter dan bij het aftoppen van zandgolven.

- Overdimensionering Euro-Maasgeul

Bij overdimensioneren tenslotte wordt direct zand onttrokken aan de kustzone, omdat met beide alternatieven een verruiming (overdimensionering) van de Euro-Maasgeul landwaarts van de NAP -20 m dieptelijn gemoed is.

Conclusies

- Morfologische veranderingen van een wingebied zeewaarts van de NAP -20 m dieptelijn verlopen langzaam (decennia tot eeuwen); de morfologische veranderingen van een stortgebied in de nabije kustzone verloopt sneller (jaren).
- Herstel van een zandgolvenveld na winning is niet uitgesloten, maar waarnemingen hebben dit nog niet aangetoond. Kennis over het ontstaan van zandgolven is beperkt.

-
- Herstel van de bodemligging van een zandwingebied wordt in het algemeen verwacht. Een afwijkende respons lijkt mogelijk bij een wingebied van grote afmetingen en langgerekt in de kustlangse richting. In een dergelijk geval vindt herstel niet of onvolledig plaats en wordt een (tijdelijke) verdieping van het wingebied met sedimentatie aan land- en zeevaartse zijde voor mogelijk gehouden. Kennis van de invloed van geometrie van een grootschalig zandwingebied op de lange termijn morfologische respons is vooralsnog beperkt.
 - De mate van herstel van de bodemligging wordt voor het belangrijkste deel bepaald door de (locatie)variant van de zandwinning (wel of niet gelegen in/nabij de kustzone) alsmede door de de winkarakteristieken:
 - winningsstrategie (i.g.v. winning in een zandwingebied): terugstort sediment in winput dan wel gebruik van sediment t.b.v. zandsuppleties versus t.b.v. afzetmarkt.
 - winningsstrategie (i.g.v. winning in een zandwingebied): grote afmetingen en langgerekt in kustlangse richting
 - De zandvoorraad in de kustzone in relatie tot de winning van beton- en metselzand is voornamelijk afhankelijk van de locatie van de zandwinning (ver buiten de kustzone / direct buiten de kustzone) en van de afzetmogelijkheden (wel/niet suppleren in kustzone).

Relatie met ecologie en gebruiksfuncties

Inzicht in de lange termijn (decennia) morfologische ontwikkeling is enerzijds van belang voor het herstel van bodemfauna en anderzijds voor het bepalen van de invloed op de gebruiksfuncties, waaronder de kustlijnligging en de ligging van kabels en buisleidingen.

Met de winning en stort van zand wordt lokaal aanwezige bodemfauna verwijderd. Daarnaast vindt vertroebeling van de waterkolom plaats, waardoor in de omgeving van het wingebied onder andere de primaire produktie afneemt en de groei van bodemfauna en vislarven wordt belemmerd. Door uitzakken van fijn sediment, kan in de directe omgeving van het stort en wingebied begraving van bodemfauna plaatsvinden.

Bij aanwezigheid van een wingebied is herstel van de bodemfauna in eerste instantie afhankelijk van de sedimentsamenstelling aan het oppervlak. Ter plaatse van het wingebied kan de verversing van het onderste deel van de waterkolom afnemen, waardoor een verminderde zuurstoftoevoer plaats vindt. Tot een waterdiepte van 40 m is de kans hierop verwaarloosbaar. Rekolonisatie die via de waterstroming en via sedimentatie in het wingebied plaats vindt kan vervolgens nog worden belemmerd vanwege slibsedimentatie. Ook de kans op slibsedimentatie is het grootst in geval van een lokaal relatief diep zandwingebied met beperkt oppervlak.

Voor meer informatie over de effecten op ecologie wordt verwezen naar paragraaf 5.6.

Ook zijn er verbanden tussen fysische effecten en gebruiksfuncties. Stort van sediment in de nabije kustzone vindt plaats als preventief kustonderhoud. De aanwezigheid van een wingebied heeft invloed op een aantal gebruiksfuncties. In geval van overdimensioneren van de vaargeul zal de stroming door en over de geul wijzigen. Dit kan de toegankelijkheid van de Rotterdamse haven beïnvloeden. Daarnaast zal bij met name een verdieping van de geul een groter slibtransport richting Rotterdamse havens plaats kunnen vinden.

Wat een wingebed buiten de kustzone betreft, spelen effecten op langere termijn een rol. Indien een wingebed in de nabijheid van kabels en leidingen wordt geprojecteerd, dient rekening te worden gehouden met de verwachte uitbreiding van het oorspronkelijke winoppervlak. Bij een gewijzigd golfveld landwaarts van een wingebed zal een geringe verschuiving in de golfgedreven zandtransporten in de nabije kustzone optreden. Op langere termijn (decennia) leidt dat tot herverdeling van zand in de nabije kustzone. Als gevolg van de aanwezigheid van zandwinputten neemt het reliëf op de zeebodem toe, wat invloed heeft op de mogelijkheden voor de (boomkor)visserij.

5.5 Waterkwaliteit

5.5.1 Huidige situatie

De effecten van winning op de waterkwaliteit zijn afhankelijk van een aantal factoren zoals de ligging van de winlocatie, de winddiepte, de methode van winning. Bij deze effectbeschrijving wordt uitgegaan van zandwinning door middel van sleepopperzuigers (Worp, R. van der, 1999b).

De waterkwaliteit kan beïnvloed worden via de volgende processen:

- Toevoer van organisch materiaal vanaf en vanuit de bodem naar de bovenstaande waterkolom.
- Toevoer van opgeloste, al dan niet verontreinigde, stoffen uit het poriënwater aan het bovenstaande water.

Toevoer organisch materiaal vanaf en vanuit de bodem

Het aan de waterfase toegevoerde bodemmateriaal bevat een zekere hoeveelheid organische stof, bijvoorbeeld in de vorm van levend en dood plankton. Als gevolg van erosie en sedimentatie door biologische activiteit en omdat niet al het organische materiaal direct wordt afgebroken, kan dit organisch materiaal tot tientallen centimeters in de bodem voorkomen. Een gedeelte van de dode organische stof kan in de waterfase als aan de bodem door bacteriën worden afgebroken tot anorganische verbindingen. Deze afbraak vraagt zuurstof, zodat bij een grote toevoer van organische stof deze zuurstofvraag kan leiden tot een daling van het zuurstofgehalte van het gehele systeem. In bepaalde situaties, zoals diepe winputten met stilstaand water in een slibrijke omgeving, kan dit leiden tot lage zuurstofconcentraties. Doordat de waterkolom in het Nederlandse deel van de Noordzee sterk gemengd is zullen dit soort effecten bij winning waarschijnlijk niet optreden.

Toevoer opgeloste stoffen vanuit poriën water

De zandige bodems in de Noordzee bevatten ongeveer 40 volumepercent interstitieel water of poriënwater. Bij de zandwinning komt dit water door opwerveling bij de zuigmond en met de terugvoer via de overvloed in het oppervlaktewater terecht. De effecten van deze toevoer op het verloop van de kwaliteit van het oppervlaktewater hangen af van de toegevoerde hoeveelheden, de optredende verdunning, en de relatieve mate van verontreiniging van het poriënwater ten opzichte van de kwaliteit van het ontvangende zeewater.

De kwaliteit van het poriënwater wordt bepaald door specifieke chemische en biologische processen, welke zich in de bodem kunnen afspelen. Naast de aanwezigheid van diverse stoffen, als nutriënten en microverontreinigingen, is hierbij het gehalte van afbreekbare organische stof in de bodem van groot belang. Zoals al aangegeven, wordt er namelijk zuurstof gebruikt bij de door bacteriën uitgevoerde afbraak (mineralisatie). Als gevolg van de daling in de zuurstofconcentratie zijn ook zuurstofdragende verbindingen, zoals nitraat en met name in zeewater ook sulfaat, in staat de aanwezige organische stof te

oxideren. Bij deze processen ontstaan orthofosfaat en diverse verbindingen als ammonium en sulfide, welke schadelijk zijn voor het aquatisch milieu.

Over de kwaliteit van poriënwater in de Noordzee zijn vrijwel geen gegevens bekend. Naar verwachting levert de toevoer van poriënwater aan het oppervlaktewater in zandige bodems zoals die van de Noordzee geen problemen op met betrekking tot de waterkwaliteit.

5.5.2 Conclusie

De verandering in waterkwaliteit wordt voor zowel de toevoer van organisch materiaal vanaf en vanuit de bodem als van opgeloste stoffen vanuit het poriënwater verwaarloosbaar geacht. De eventueel optredende effecten als gevolg van een verandering in waterkwaliteit worden in dit rapport meegenomen bij de bepaling van de effecten van zandwinning op de fysica, ecologie en gebruiksfuncties. Waterkwaliteit als zodanig komt in de rest van dit rapport dan ook niet meer als separaat aandachtspunt voor.

5.6 Ecologie

5.6.1 Inleiding

De mariene- en zoetwatermilieus (rivieren, estuaria, zee) zijn constant in beweging ten opzichte van het vast onderliggende substraat. Daarbij vormen de abiotische (fysische en chemische) factoren als waterbeweging (golven, en stroming), zwevend stof en temperatuur belangrijke eigenschappen van het ecosysteem. Omdat deze bewegingen constant plaatsvinden tijdens de levenscyclus van de organismen, hebben zij zich gedurende de evolutie kunnen aanpassen en kunnen ze er binnen bepaalde grenzen probleemloos mee leven. Deze organismen zijn grotendeels afhankelijk van de abiotische factoren voor voortplanting, larventransport, voedseltransport en de vestiging en mobiliteit. Veranderingen in de bovengenoemde factoren door menselijk ingrijpen en calamiteiten hebben verschillende invloeden op de aanwezige organismen in het ecosysteem. Afhankelijk van de mate van verandering en het type organisme (bodemfauna, vis, zeezoogdieren en vogels) kunnen de effecten variëren van migratie tot sterfte van organismen.

In dit hoofdstuk zijn de effecten van beton- en metselzandwinning op zowel de ecologische processen (primaire productie, voedselrelaties) als de ecologische groepen (bodemfauna, vissen, zeezoogdieren en vogels) in de Noordzee beschreven. In Tabel 5-3 is een overzicht van de relaties tussen de verwachtte effecten van de voorgenomen ingreep en de ecologische processen en groepen in de Noordzee gegeven.

.....
**Tabel 5-3 Weergave van de relaties
 tussen de effecten van beton -en
 metselzandwinning en de
 geselecteerde ecologische processen en
 -groepen in de Noordzee**

Stap in het winproces		Ecologische processen en -groepen					
		Primaire productie	Trofische structuur (Voedselketen)	Bodem-fauna	Vissen	Zeezoog-dieren	Vogels
Winnen	Geluid schip					X	X
	Fysische aanwezigheid schip					X	X
	Uitgraven (Zeebodem)		X	X	X*		
	Vertroebeling (Zwevend stof)	X	X	X	X	X	X
Aanwezigheid zandwinput	Sedimentatie (Zwevend stof)		X	X	X		
Afzet	Begraven (Terugstorten)			X	X	X	

(X = heeft invloed)
 * paaigronden

5.6.2 Primaire productiviteit

De mate van primaire productie in de Noordzee wordt naast het nutriënten aanbod ook door de doordringingsdiepte voor licht (de eutrofische zone) bepaald. Deze diepte wordt sterk beïnvloed door de hoeveelheid zwevend stof in de waterkolom (zie paragraaf 2.5). Een hoog gehalte aan zwevend stof vermindert de doordringingsdiepte van licht en heeft tot gevolg dat de primaire productie terugloopt (Essink, K., 1993). Als gevolg van de voorgenomen ingreep komt het sediment in zowel de bovenste als de onderliggende lagen in de waterkolom terecht met als gevolg een vermindering van de doordringingsdiepte voor licht in de waterkolom. Dit gaat ten koste van de primaire productie van het gebied. De verhoging van het gehalte aan zwevend stof in de Noordzee is direct gecorreleerd met de vermindering van de primaire productie van het gebied. Naast de verhoging van vertroebeling in de waterkolom is de seizoensgebonden variatie in lichtaanbod (zomer en winter) ook van invloed op de primaire productie.

Om de effecten van de verschillende wijzen van zandwinning op de primaire produktie en het vóórkomen van plaagalgen te bepalen worden in dit hoofdstuk de volgende 3 aspecten bekeken:

- A. Invloed van verhoogde vertroebeling op primaire productie in de kustzone en de open zee.
- B. Invloed van vertroebeling op de vóórkomen van verschillende soortgroepen van fytoplankton (met name plaagalgen).
- C. Invloed van lichtlimitatie op de primaire productie in de zomer- en de wintermaanden.

A) Invloed van verhoogde vertroebeling op primaire productie in de kustzone en de open zee.

De afname van de primaire produktie door een verhoging van het gehalte aan zwevend stof is afhankelijk van de plaatselijke achtergrondconcentratie van zwevend stof. Hoe hoger de achtergrondconcentratie, hoe minder de effecten van verhoogde vertroebeling. Bij een studie naar de verhoging van de

troebelheid bij het winnen van zand bij Hong Kong zijn in de slibpluim van een baggerschip gemiddelde concentraties in de bovenste waterkolom gemeten variërend van 50 - 80mg/l met uitschieters naar 140 mg/l (Demas, 1995). Na een uur waren de achtergrondwaarden van 18mg/l weer bereikt. Bij bovengenoemd voorbeeld geeft dit in gebieden met een relatief hogere achtergrond concentratie (bv. 40 mg/l) relatief minder verhoging van de troebelheid dan in gebieden met een achtergrondwaarde van 18 mg/l.

In de kustzone van de Noordzee is de achtergrondtroebelheid hoger dan in de open zee. Verhoging van het gehalte aan zwevend stof (de troebelheid) zal in de kustzone slechts een relatief klein effect op de primaire productie hebben (van der Veer et al, 1985). In de open zee, met een relatief lage achtergrondwaarde van het zwevend stofgehalte (<10 mg/l), kan een toename van het gehalte aan zwevend stof met een vergelijkbare waarde echter een relatief grote vermindering van primaire productie in het gebied veroorzaken (zie paragraaf 2.5). In deze situatie is de open zee naast nutriënten gelimiteerd ook licht gelimiteerd (door het zwevend stof). Als gevolg hiervan kan de primaire productie relatief gezien tot 60 % verminderen.

In het kader van het onderzoek naar een vliegveldeiland in zee zijn er zeer recent resultaten vrijgekomen van de (mogelijke) effecten die een grootschalige zandwinning kan hebben op het Noordzeesysteem (Los et al, 2001). In deze studie wordt voorspeld dat een ongeveer 10 maal zo grote zandwinning als in dit rapport beschreven (in open zee) met 100% overvloed een redelijk groot effect heeft op de primaire productie langs de Hollandse kust. Het grootste effect is verschuiving in de primaire productie van april naar mei en een afname van de totale primaire productie ten noorden van de winning met 10-40%. In april zorgt een hogere troebelheid voor een lagere primaire productie terwijl het nutriëntenoverschot dat daardoor wordt veroorzaakt voor een hogere primaire productie in mei zorgt. De verdere ecologische effecten van deze verschuiving zijn niet goed bekend. Een zandwinning met maar 10 % overvloed heeft geen significante effecten. De resultaten van deze studie zijn zeer voorlopig.

B) Invloed van vertroebeling op de voorkomen van verschillende groepen (als plaag algen) van fytoplankton

Een voortdurende beschikbaarheid van voldoende nutriënten in combinatie met een voldoende hoge temperatuur en een adequate lichtintensiteit veroorzaakt een hoge primaire productie. In het voorjaar kan, als gevolg van de jaarlijkse verschillen in de lichtintensiteit en de temperatuur van het zeewater, de start van de bloei van de fytoplankton met ongeveer 2 maanden variëren. Deze grote variatie treedt vaker op in de heldere open zee dan in het troebele kustwater voor de kust van Zuid-Holland (Giestkes & Kraay, 1975).

Omdat de voorgenomen ingreep in bijna alle alternatieven de troebelheid in de waterkolom zal verhogen zal de lichtintensiteit verlaagd worden. De kans is daarom groot dat de door de ingreep veroorzaakte vertroebeling niet tot een vroege bloei van fytoplanktonsoorten zal leiden. In het algemeen is het niet duidelijk wat de invloed is van een verhoogde troebelheid op de soortensamenstelling van algen. Daarom is het ook niet goed mogelijk om de invloed van de verhoogde vertroebeling in de waterkolom op het voorkomen van plaagalgen te bepalen. In een eerdere modelstudie (Los et al, 2001) is bijvoorbeeld geconstateerd dat de zomerbloei van plaagalgen groter wordt ten koste van de voorjaarsbloei. De onzekerheden bij deze resultaten zijn echter nog groot.

Door een eventuele verschuiving in bloeien is er wel een kans dat het maximum van een bepaalde algensoort zal verschuiven in tijd. Vanwege de onduidelijkheid over de effecten van vertroebeling op de soortensamenstelling

van algen wordt hier in de volgende beschrijvingen (in het algemeen) niet verder op ingegaan.

C) Invloed op primaire productie in de zomer - en de wintermaanden

In de Noordzee wisselt de primaire productie met de seizoenen. Vanwege de lage temperatuur en het beperkte licht is de primaire productie in de winter relatief lager dan in de zomer. Omdat de primaire productie in de winter lager is en er in dit seizoen een verhoogde troebelheid aanwezig is zal zandwinning in de winter minder effect op de primaire productie hebben dan in de zomer.

De twee invalshoeken genoemd onder A) en C) worden nu gebruikt om de effecten van de verschillende wijzen van zandwinning op de primaire productie te beschrijven.

Effecten zandwinning op de primaire productie

De mate van primaire productie wordt bij de effectbeschrijving afgemeten aan de hand van de concentratie van zwevend stof ofwel de mate van vertroebeling tijdens de voorgenomen ingreep. Het uitgangspunt is dat het zand gedurende 10 jaar wordt gewonnen en het slibgehalte 5% is. Lokaal (ter plaatse van de winning, uniform verspreid over een gebied van ongeveer 3 km²) is dan de volgende troebelheid te verwachten bij een winning van 40 miljoen ton (zie paragraaf 5.4.3):

Winlocatie	diepte	overvloei	Concentratie lokaal (mg/l)
zandgolven	-	100%	5
Kreftenheye	15 m	10%	3
		100%	30
	30 m	10%	2
		100%	22

Bij minder grote winning zal de vertroebeling evenredig afnemen.

- Aftoppen van zandgolven

Voor het aftoppen van zandgolven wordt gedurende het gehele jaar in het gehele wingebed de toppen van de zandgolven weggegraven. Hierdoor wordt vertroebeling in de wingebeden zowel in de zomer als in de winter verwacht. Omdat het bij het aftoppen van zandgolven over een relatief kleine hoeveelheid beton- en metselzand gaat en het slibgehalte in de toppen laag is zal de vertroebeling in de waterkolom lokaal zijn en de verblijfstijd van vertroebeling kortdurend zijn. De verwachte effecten op de primaire productie zijn daarbij verwaarloosbaar.

- Winning in een zandwingebed

Wanneer de winning plaatsvindt ver buiten de kustzone – waar de achtergrondconcentratie zwevend stof geringer is dan in de kustzone – zal dit een relatief grote vertroebeling veroorzaken. Winning ver buiten de kustzone is daarmee relatief ongunstig voor de lichtdoordringing in de water kolom. De verminderde lichtintensiteit zal leiden tot de vermindering van de primaire productie in de betreffende gebieden. Afhankelijk van de intensiteit van de winning, kan de belemmering van het licht door de vertroebeling variëren van een korte periode en lokaal naar een lange periode en grote omvang.

Wanneer de winning in de herfst- en wintermaanden plaatsvindt, zal de extra vertroebeling relatief minder nadelig gevolgen voor de primaire productie hebben in vergelijking met winning in het voorjaar/zomer. Dit omdat de

primaire productie in die herfst- en wintermaanden minimaal is. Ook is de natuurlijke troebelheid in deze periode groter.

Wanneer de winningsstrategie zodanig is dat er diepe winputten gemaakt worden met kleine omvang, blijft het areaal verstoord oppervlak beperkt. De winningsstrategie heeft daarmee een geringer effect op de primaire productie dan wanneer er ondiepe zandwinning plaatsvindt met een groter winoppervlak.

Wanneer er bij de winning weinig overvloed wordt toegestaan, zal er relatief weinig slib vrijkomen. De bij een dergelijke winning veroorzaakte vertroebeling tijdens de ingreep is minder dan bij winningsstrategieën waarbij er geen beperking aan de overvloed wordt gesteld. Er zal een maximale lokale verhoging in de troebelheid van 2.6 mg/l plaatsvinden. .

Wanneer de winningsstrategie zodanig is dat de winning wordt gecombineerd met reguliere zandwinning, zal de vertroebeling relatief gering zijn (de extra vertroebeling door de reguliere zandwinning is namelijk niet aanwezig).

- **Overdimensionering Euro-Maasgeul**

Het overdimensioneren van de Euro-Maasgeul heeft weinig negatieve gevolgen op de primaire productie, omdat de winning van de beton- en metselzand is gekoppeld aan de reguliere onderhoudsactiviteiten en verbreding van de bestaande vaargeul. De troebelheid ten gevolge van reguliere winning is hierdoor al relatief groot. De extra effecten van vertroebeling worden daarom als verwaarloosbaar beschouwd.

Samengevat:

De mate waarin er effecten op de primaire productie te verwachten zijn, is met name afhankelijk van:

- de locatie van de zandwinning (buiten kustzone / in kustzone buiten de kwetsbare gebieden)
- **de hoeveelheid te winnen beton- en emtselzand** (10, 20 of 40 miljoen ton),

alsmede van de volgende winkarakteristieken:

- **mate van overvloed** (wel of geen maximum aan de overvloed)
- winningsstrategie (i.g.v. winning in een zandwingebied), i.d.g. windiepte (geringe windiepte + grote omvang wingebied versus diepe winning + kleine omvang wingebied) en wel/niet combineren met reguliere zandwinning
- **winperiode: winning in herfst/winter versus winning in het hele jaar (dus inclusief in de lente- en zomermaanden)**
- afzetmogelijkheden (i.g.v. winning in een zandwingebied): wel/niet terugstorten in winput

(De factoren die het meest van invloed zijn, zijn vetgedrukt weergegeven).

Het meest negatieve effect treedt op bij een maximale hoeveelheid te winnen beton- en metselzand (40 miljoen ton) in combinatie met een winningstrategie waarbij er geen maximum wordt gesteld aan de mate van overvloed en waarbij de winning plaatsvindt gedurende het hele jaar.

5.6.3 Trofische structuur (voedselketen)

In de Noordzee kan het ecologisch functioneren van het ecosysteem aan de hand van de voedselketen beoordeeld worden. De aanwezigheid van sleutelorganismen (de prooien en de predators) in het systeem is van belang voor de gezondheid van het systeem. Verwijdering van de bodemfauna door

zandwinning heeft een direct effect op de trofische structuur (voedselrelaties) in de wingebieden. De macrobenthos vormt de voornaamste voedselbron voor hogere trofische niveaus in het mariene ecosysteem. Predators zoals diverse vissen en vogels gebruiken de macrobenthos soorten als voedselbron. Verwijdering van de bodemfauna betekent verwijdering van de voedselbron voor andere organismen (Dalfsen, J.A., van Essink, K., 1997; Groot, S.J. de, 1986). De effecten van uitgraven van macrobenthos, vertroebeling (zichtjagersvissen en vogels) en begraving van macrobenthos kunnen aanleiding zijn voor een tekort aan voedselbronnen in de Noordzee. Omdat bovengenoemde effecten apart worden behandeld bij de verschillende ecologische groepen zal hier geen beschrijving van de effecten op de trofische structuur plaatsvinden.

5.6.4 Bodemfauna

De effecten van beton en metselzandwinning in de Noordzee kunnen op diverse manieren de bodemfauna in de Noordzee beïnvloeden. Deze beïnvloeding kan zowel direct als indirect zijn. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste effecten van de voorgenomen ingreep beschreven.

Directe beïnvloeding: Verwijdering, begraven of afvoeren van de plaatselijke bodemfauna.

De directe invloed van beton - en metselzandwinning op de bodemfauna bestaat uit verwijdering en begraven van bodemorganismen in het wingebied. Als gevolg van de aanleg van winputten wordt de bodemfauna in het gebied samen met het zand verwijderd en afgevoerd. Daardoor wordt sterfte of verplaatsing van de lokale infauna (organismen die in de bodem leven) en de sessiele epifauna (vast zittende organismen die boven de bodem leven) veroorzaakt. Bij sommige wijze van zandwinning wordt bij het maken van winputten het bovenliggende zandpakket verwijderd en (tijdelijk) naast de winput gestort of het wordt gebruikt ten behoeve van suppleties. Het gevolg daarvan is de begraving van de plaatselijke bodemfauna. Afhankelijk van de dikte van de bedekking (zie de paragraaf over sedimentatie van bodemfauna) en het type uitgegraven materiaal zal begraving dodelijk voor de dieren zijn. Doordat de bodemfauna in de Noordzee en kustzone niet homogeen verdeeld is dient speciaal rekening gehouden te worden met de kwetsbare ecologische gebieden. Aanleg van winputten in deze gebieden kan tot een tijdelijk of langdurig verlies van bodemfauna in dat gebied leiden. Voor zeldzame bodemdieren bestaat daarnaast nog het gevaar dat ze volledig uit het ecosysteem verdwijnen. Hieronder wordt voor de in onderhavig rapport beschouwde wijzen van zandwinning de directe beïnvloeding van zandwinning op de bodemfauna beschreven in termen van verwijdering en begraving van bodemfauna.

Verwijdering bodemfauna

- **Aftoppen van zandgolven**

Bij het aftoppen van zandgolven worden de toppen van de zandgolven binnen een deel van het wingebied (kwetsbare en niet kwetsbare gebieden) verwijderd. Omdat alleen oppervlakkig wordt gewonnen zal verwijdering van een relatief grote hoeveelheid bodemfauna plaatsvinden. De wijze van zandwinning heeft dus in het algemeen ongunstige effecten voor de plaatselijke bodemfauna.

- **Winning in zandwingebied**

Wanneer er sprake is van winning met een geringe winddiepte, wordt hiermee een relatief groot oppervlak beïnvloed. Dit heeft daarom een ongunstig effect op de bodemfauna. Wanneer er daarentegen sprake is van een grote winddiepte

(en de winputten een kleine diameter hebben) wordt er relatief weinig bodemfauna verwijderd. In dit geval zijn de effecten (t.o.v de referentiesituatie) kleiner.

Wanneer de winputten buiten de – vanuit ecologisch oogpunt gezien – kwetsbare gebieden liggen, heeft dit minder negatieve gevolgen dan wanneer de winputten in deze gebieden zouden liggen.

- **Overdimensionering Euro-Maasgeul**

Bij overdimensioneren wordt gewonnen in een gebied dat al zeer dynamisch is door het reguliere onderhoud dat al jaarlijks in de vaargeul plaatsvindt. Met uitzondering van de randen van de geul is dit gebied al relatief arm aan bodemfauna. De verwijdering van de gekoloniseerde bodemfauna in en aan de randen van de vaargeulen zal zeer plaatselijk zijn en vrijwel verwaarloosbaar.

Samengevat

De effecten op bodemfauna (in de vorm van verwijdering) worden in de belangrijkste mate bepaald door:

- de **locatie van de zandwinning** (wel/niet in ecologisch kwetsbare gebieden)
- de **hoeveelheid te winnen beton- en emtselzand** (10, 20 of 40 miljoen ton):

alsmede door de de volgende winkarakteristieken:

- Winningstrategie (i.g.v. winning in een zandwingebied): **omvang van het wingebied**; diepe winning/geringe afmetingen winput versus ondiepe winning/groot winoppervlak

(De factoren die het meest van invloed zijn, zijn vetgedrukt weergegeven).

Het meest negatieve effect (in de vorm van verwijdering van bodemfauna) treedt op bij een maximale hoeveelheid te winnen beton- en metselzand (40 miljoen ton) in combinatie met een grote omvang van het wingebied bij een winning die plaatsvindt in de ecologisch kwetsbare gebieden (met daarin aanwezigheid van bodemfauna).

Begraving bodemfauna

- **Aftoppen van zandgolven**

Bij het aftoppen van zandgolven wordt het boven het beton- en metselzand liggende zandpakket (gedeeltelijk) in de suppletie gebieden gestort. Hierdoor zal de bodemfauna in de betreffende gebieden begraven worden. In het huidige kustveiligheidsprogramma ten behoeve van de Noordzee is kustsuppletie een doorlopende activiteit. Het storten van zand in de betreffende suppletie gebieden binnen deze alternatieven voegt weinig effecten toe op de effecten van de reguliere suppleties op de plaatselijke bodemfauna.

- **Winning in zandwingebied**

Bij winning in een zandwingebied waarbij het bovenliggende zandpakket in de kustzone wordt gesuppleerd, geldt hetzelfde verhaal als hierboven beschreven bij het aftoppen van zandgolven.

Bij winning waarbij het bovenliggende zandpakket (tijdelijk) naast de winput wordt gestort, wordt de plaatselijke bodemfauna rondom de putten begraven. Dit heeft derhalve als effect een afname van de plaatselijke bodemfauna.

Wanneer het bovenliggende zandpakket niet terug wordt gestort in zee maar naar de markt wordt gebracht – zoals o.a. het geval is bij het overdimensioneren van de Euro-Maasgeul – heeft dit verwaarloosbare effecten.

Samengevat:

De winkarakteristieken die van invloed zijn op de begraving van bodemfauna zijn:

- Afzetmogelijkheden bovenliggend zandpakket (i.g.v. winning in een zandwingebied): terugstort in de winput, gesuppleerd in de kustzone of afzet op de zandmarkt

Indirecte beïnvloeding

Bij indirecte beïnvloeding van zandwinning op bodemfauna gaat het om vertroebeling (a), sedimentatie (b) en mogelijkheden tot herstel (c).

a. effecten zandwinning op vertroebeling

Tijdens de winning van beton – en metselzand wordt vertroebeling veroorzaakt. Afhankelijk van het gehalte en de duur van het verblijf van het zwevende stof vindt een verandering in de fysische omgeving van de aanwezige macrofauna plaats. De indirecte gevolgen daarvan zijn voornamelijk veranderingen in het functioneren van de organismen. Het proces van voedselopname door verschillende bodemorganismen kan door vertroebeling verstoord worden. Voor sommige bodemorganismen (filtervoeders) maakt hun fysiologische en morfologische adaptatie het mogelijk om in troebele omstandigheden te leven. Ze voeden zich met de verteerbare fractie van het zwevend stof, fytoplankton, bacteriën en verteerbare detritus. Voor deze organismen zijn de effecten van troebelheid relatief minder verstorend dan voor de organismen met andere voedingsstrategieën.

Mossels en kokkels (in de Voordelta) zijn in staat om de effecten van een verhoogde concentratie van gesuspendeerd materiaal op efficiënte wijze te neutraliseren. Door de eliminatiesnelheid en de consumptiesnelheid van de door organisch materiaal gebonden klei te verhogen, kunnen deze organismen een gewijzigde situatie overleven (Kiorboe, T., Mohlenberg, F., Nohr, O., 1981). Het blijft nog onduidelijk in hoeverre de fysiologische aanpassingen functioneren bij toenemende concentraties van onverteerbaar gesuspendeerd materiaal.

In het geval van langdurige vertroebeling wordt de groei van de bodemfauna door vertroebeling belemmerd door de vermindering van de inname van de voedingsmateriaal. In literatuur is bewezen dat een tijdelijke verhoging van zwevend stof met 20% geen nadelig effect op de groei van kokkels heeft. Een stijging naar 200 – 300 mg per liter kan in principe een sterk nadelige invloed op de groei van de kokkels hebben (Essink, K., 1993). De voorjaarsperiode is in dit verband het meest risicovol. Het is de periode van voortplanting en dan is meer energie nodig om te reproduceren en overleven. Een hoge concentratie gesuspendeerd materiaal zal niet genoeg energie leveren om voldoende te reproduceren.

De effecten van vertroebeling op de strategie van voedsel vergaren bij bodem organismen zijn kleiner bij generalisten (die zich kunnen voeden met diverse voedselsoorten) dan de specialisten (die zich met een beperkt aantal voedsel soorten kunnen voeden). Zo zullen het nonnetje (*Macoma balthica*) en de platte slijkgaper (*Scrobicularia plana*) in mindere mate onder stress staan dan de

mossels en kokkels, aangezien het nonnetje en de slijkgaper ook materiaal op de bodem tot zich nemen.

Effecten van de verschillende varianten van zandwinning op vertroebeling

Als gevolg van de voorgenomen ingreep kan vertroebeling worden verwacht, hetgeen de hierboven beschreven effecten heeft op het voedingspatroon en de voedingsstrategieën van bodemfauna (generalisten en specialisten). Hieronder zullen de effecten voor de verschillende varianten van zandwinning worden beschreven op de vertroebeling getoetst. Bij toenemende vertroebeling gaat de bodemfauna achteruit.

- Aftoppen van zandgolven

Bij de winning op zandgolven neemt de troebelheid lokaal met maximaal 5 mg/l toe wanneer op één locatie wordt gewonnen. De winning op zandgolven vindt echter over een groter gebied plaats en de verhoging lokaal zal een stuk lager zijn. De effecten zijn daarom verwaarloosbaar.

- Winning in zandwingsgebied

Wanneer er bij de zandwinning 100% overvloed wordt toegestaan, komt alle vrijkomende slib in suspensie tijdens winning. Het gehalte aan zwevende stof in de omgeving van de winning neemt daarbij toe tot maximaal 32 mg/l in geval van een ondiepe winning en tot maximaal 26 mg/l in geval een diepe winning. De vertroebeling spreidt zich over een groot gebied maar zal tegelijkertijd verdunnen. Maximaal zal er in een groot gebied ten noorden van de winput gedurende de winning een verhoging in de troebelheid optreden van enkele mg/l. Minimaal zal alleen in de omgeving van de winlocatie zelf effect waarneembaar zijn. Deze verhoging heeft nadelige gevolgen voor de bodemfauna. De kokkels kunnen bv. overleven bij verhoging van de troebelheid tot 20%. Langdurige verhoging boven 20% verstoort de groei van de kokkels. Met name nabij de winlocatie zelf zullen daarom negatieve effecten op bodemdieren optreden.

Wanneer er bij de winning slechts 10% overvloed wordt toegestaan, zal de maximale troebelheid lokaal met 2 mg/l verhoogd worden (t.o.v. de achtergrondconcentratie) De effecten zijn in dit geval verwaarloosbaar omdat bodemdieren (voor zover bekend) bij een veel hogere troebelheid kunnen overleven.

Wanneer de winning net buiten bij de kustzone plaatsvindt, is de gemiddelde achtergrondconcentratie van het slib hoger dan wanneer de winning ver buiten de kustzone plaatsvindt, respectievelijk 5-10 mg/l en 3 – 5 mg/l onder normale jaargemiddelde omstandigheden. In geval van winning direct buiten de kustzone is het relatieve effect van de vertroebeling dus kleiner. In dit laatste geval vindt de winning echter wel plaats dichtbij een gebied (i.e. de kustzone) waar zich veel meer bodemdieren bevinden.

- Overdimensionering Euro-Maasgeul

Bij het overdimensioneren wordt verwacht dat de vertroebeling kortdurend en plaatselijk zal zijn. Daarnaast is de achtergrondconcentratie in dit gebied al redelijk hoog en vindt er door de het vele baggerwerk al vaak vertroebeling plaats. De door het overdimensioneren veroorzaakte vertroebeling zal daarom leiden tot verwaarloosbare effecten op de plaatselijke bodemfauna.

Samengevat:

De mate van vertroebeling (door toedoen van zandwinning) hangt in de belangrijkste mate af van de **locatie van de zandwinning** (i.e.

ver buiten de kustzone waar de achtergrondconcentratie relatief laag is of dichtbij de kustzone waar de achtergrondconcentratie relatief hoog is), alsmede van de de volgende winkarakteristieken:

- **mate van overvloed:** wel of geen maximum aan de overvloed
- winningsstrategie i.g.v. winning in een zandwingebied: geringe windiepte + grote omvang wingebied versus diepe winning + kleine omvang wingebied

(De factoren die het meest van invloed zijn, zijn vetgedrukt weergegeven).

De grootste toename van de vertroebeling treedt op bij een winning die plaatsvindt ver buiten de kustzone, gecombineerd met een winning waarbij er geen maximum aan de overvloed wordt gesteld. De grootste negatieve effecten op bodemfauna door vertroebeling t.g.v. zandwinning treden op bij winning vlak buiten de kustzone waar zich relatief veel bodemdieren bevinden, in combinatie met een winning waarbij er geen beperkingen aan de mate van overvloed worden gesteld.

b. Effecten zandwinning sedimentatie

Sedimentatie van gesuspendeerd materiaal heeft een nadelige invloed op de bodemfauna. Door sedimentatie worden de infauna, de sessiele fauna en de viseieren (in paaigebieden) begraven. De mate waarin bodemorganismen gevoelig zijn voor bedekking hangt af van de dikte van de laag en het vermogen van deze dieren om door het sediment omhoog te kruipen of te groeien, zodat ze weer in contact komen met het water erboven.

Het vermogen van de verschillende organismen om zich aan verhoogde sedimentatie aan te passen is zeer verschillend. Elke soort heeft een maximale dikte van de sedimentlaag, de zogenaamde "fatale dikte" waarboven sterfte optreedt. In Tabel 5-4 zijn de tolerantiegrenzen in cm zand of slib voor verschillende soorten weergegeven.

.....
Tabel 5-4 Tolerantiegrenzen in cm zand en slib voor verschillende soorten bij een incidentele en permanente begraving (bron: Bijkerk, R., 1988)

Soort	incidentele begraving zand	incidentele begraving slib	permanente begraving zand	permanente begraving slib
strandgaper	12	8	5	2
capitella			5	
wapenworm	50	50	10	
kokkel	16	12	17	
nonnetje	50	40	17	15
zandzager	90	60	17	35
wadpier			17	10
draadworm				11
mossel	2	1		
bathyporeia	40	20		
slijkgaper	50	40		

Naast de dikte van de bedekking is ook het type gesuspendeerd materiaal van belang. Dit vormt een belangrijke factor voor het bepalen van de mate van begraven van de bodemfauna (Bergman et al, 1991). Begraving door zandig materiaal is dodelijk voor "tubevoeders", sessiel benthos (mollusken en polychaeten), garnalen en zwemkrabben. In de zuidelijke Bocht, kustwateren en Klaverbank bestaat het suspensiemateriaal voor een groot deel uit zand. In de Doggersbank, Oestergronden en Friese-front (met fijn zand en slib) is het gesuspendeerde materiaal voor een groot deel fijn zand en slib.

In deze paragraaf wordt geen speciale aandacht aan de bodemsamenstelling besteed. De effecten van zandwinning op de bodemsamenstelling zijn in paragraaf 5.4.2 beschreven.

Uit de literatuur is bekend dat een relatief groot percentage van het gesuspendeerde materiaal tijdens zandwinning sedimenteert in de nabij gelegen gebieden van de winput. Met kleine stroomsnelheid (<0.1 m/s) sedimenteert 99.9% van het gesuspendeerde sediment in de winput of in de directe omgeving ervan (Kenny, A.J., Rees, H.L., 1996). De kleinere fracties (<0.063 mm) gaan naar de verder weg gelegen gebieden (1000m) waar ze langzamer kunnen sedimenteren. De afstand waarbinnen de sedimentatie plaatsvindt, is afhankelijk van de golven, de stroomsnelheid de saliniteit en de temperatuur van het water (Kenny, A.J., Rees, H.L., 1996). Bij gelijkblijvende golven, saliniteit en temperatuur is sedimentatie van zwevend stof sterk afhankelijk van de afstand tussen de winputten en het sedimentatie gebied. Begraving van de bodemfauna kan leiden tot belemmering van de groei of in het uiterste geval sterfte van de organismen. Het aanleggen van zandwinputten naast kwetsbare gebieden kan daarom een negatieve invloed op de bodemfauna hebben. Hoe korter de afstand tussen de winput en de kwetsbare gebieden, hoe sneller de bodemorganismen door sedimentatie begraven worden. Omdat het zandige en zwaardere materiaal in de waterkolom in de directe omgevingen van de putten sedimenteert is de kans groot dat sedimentatie meer schade aan de dichtbijzijnde bodemfauna brengt dan aan bodemfauna die op een grotere afstand van de winput ligt. Wanneer de winputten gelegen zijn op een redelijke afstand van de kwetsbare gebieden, wordt de kans sterk gereduceerd dat er in die mate sedimentatie optreedt die dodelijk is voor bodemfauna. Het effect bij een dergelijke winningsstrategie is daarom verwaarloosbaar.

De mate van sedimentatie – en daarmee dus de effecten op bodemfauna – is tevens afhankelijk van de hoeveelheid zwevend stof dat bij een bepaalde winning vrijkomt. Wanneer er bij de winning een maximale overvloed wordt toegestaan van 10%, zal er daarom weinig slib in de waterkolom vrijkomen. De hoeveelheid te sedimenteren materiaal wordt daardoor sterk verminderd.

Bij overdimensioneren (i.e. het verdiepen en verbreden van de reeds bestaande vaargeulen), zal hierdoor plaatselijk een vertroebeling worden veroorzaakt, gevolgd door geringe en lokale, sedimentatie. Omdat het gebied al relatief arm is aan bodemfauna en er relatief weinig sedimentatie optreedt zullen de effecten klein en verwaarloosbaar zijn.

Samengevat:

De mate van sedimentatie (door toedoen van zandwinning) hangt in de belangrijkste mate af van de **mate van overvloed** bij de winning. De grootste negatieve effecten op bodemfauna door sedimentatie t.g.v. zandwinning treden op bij winning vlak buiten de kustzone waar zich relatief veel bodemdieren bevinden, in combinatie met een winning waarbij er geen beperkingen aan de mate van overvloed worden gesteld.

c. herstel van de bodemfauna

Na de zandwinning en/of terugstort van de restproduct(en) in de winput begint het proces van herstel van de bodemfauna. De soort van de koloniserende fauna wordt bepaald door de mate van de fysische veranderingen (diepte en bodemsamenstelling) van de winput (Bergman et al, 1991). Rekolonisatie van wingebieden door bodemdieren zal plaatsvinden via de aanvoer van eieren, larven en via migratie van overige levensstadia. Hierover zijn gegevens beschikbaar van onderzoek naar zandwinning bij Terschelling (Dalfsen, J.A.

van, Essink, K., 1997). In diepere (30 - 70 m) putten met fijn zand en slib komen mollusken, anemonen en sponzen terecht. De clusters van koloniserende dieptes en bodemsamenstelling per winput zijn in Tabel 2-1 in paragraaf 2.5 weergegeven. De tijdsduur voor volledig herstel van de koloniserende fauna varieert van soort tot soort en in sommige gevallen, wanneer de bodemsamenstelling onveranderd blijft, is deze afhankelijk van de migratieafstand van de fauna. Uit literatuur blijkt dat hervestiging van deze organismen een maand tot meer dan vijftien jaar kan duren (Krause, J.C., Noordheim, H. van, Gosseck, F., 1996).

Herstel en kolonisatie door bodemorganismen gaat sneller in ondiepe gebieden met getijdeninvloed dan diepere gebieden met weinig getijdeninvloed (Bergman et al, 1991). In diepe putten kan bij een bepaalde putgeometrie, door afname van getij-geïnduceerde stroming in de put, laagvorming (stratificering) optreden. Deze stratificatie kan een gebrek aan zuurstof in de put tot gevolg hebben. Gebrek aan zuurstof in de winputten en de slibbodem tezamen sluiten herstel van de oorspronkelijke bodemgemeenschap in de put vrijwel volledig uit. Het effect van stratificatie is in paragraaf 5.4 beschreven. De meiobenthos soorten (Nematoden, Copepoden en Tubellaria, Foraminiferen) herstellen sneller dan de macrobenthos. Binnen de meiobenthos soorten herstellen de Nematoden binnen enkele dagen en de Foraminiferen slechts heel langzaam (Bergman et al, 1991). Het volledige herstel van langlevende mollusken duurt meer dan 10 jaar. In ongestoorde (gering stromende) gebieden (de Klaverbank) met langlevende mollusken heeft onderzoek aangetoond dat herstel van deze gemeenschap tientallen jaren duurt. In gevallen waarin de oorspronkelijke bodemsamenstelling verstoord wordt (harde naar zachte bodemsamenstelling) is de kans op herstel van de voormalige bodemgemeenschap kleiner (Hygum, B., 1993). Zo is de verdieping van het gebied door zandwinning een nadelige factor voor de rekolonisatie van de oorspronkelijke fauna.

Van belang zijnde winkarakteristieken voor herstel van de oorspronkelijke bodemfauna

Hieronder worden de winkarakteristieken uiteengezet die bepalend zijn voor het herstel van de bodemfauna beoordeeld. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de mogelijkheden tot en de tijdsduur van herstel van de bodemfauna. In diepe winputten is de verwachting dat het herstel van de bodemfauna langer zal duren. Dergelijke winningsstrategieën hebben op basis van een langere periode van herstel een negatief effect

- **aftoppen van zandgolven**

Bij het aftoppen van zandgolven worden de toppen van de zandgolven verwijderd. Hier wordt het bodemprofiel oppervlakkig afgetopt. Herstel van de bodemfauna zal bij deze wijze van winning relatief snel verlopen.

- **Winning in een zandwingebied**

Bij een winning waarbij de winputten ondiep zijn en waarbij de winputten een kleine omvang hebben, is de kans op herstel van de bodemfauna relatief groot. Wanneer de winputten diep zijn met een kleine omvang, is er een kleine kans aanwezig dat er stratificatie optreedt (zie paragraaf 5.4.4), hetgeen ongunstig is voor het herstel van de bodemfauna. Het terugstorten van het bovenliggend pakket in de winput is daarentegen gunstig voor het herstel. Bij zandwinning waarbij er diepe winputten gemaakt worden die gelegen zijn in het uitstroomgebied van Rijn en Maas, is de kans op het optreden van

zoutstratificatie in deze putten erg klein. Zoutstratificatie treedt alleen op in de bovenste 5 à 10 m en niet in de winput zelf.

- **Overdimensioneren Euro-Maasgeul**

Bij het overdimensioneren zal het herstel van bodemfauna afhankelijk zijn van het onderhoudsschema en van de grootte van de verandering van de dimensies (diepte en breedte) van de Euro-Maasgeul. De huidige vaargeul wordt nu al onderhouden. Als de tijdsduur tussen de perioden van onderhoud erg klein is, is de kans kleiner dat de bodemfauna zich snel herstelt. De kans op herstel is in de geul door de grote dynamiek nu dus ook al klein.

Samengevat:

De belangrijkste winkarakteristieken die van invloed zijn op het herstel van de oorspronkelijke bodemfauna zijn:

- de winningstrategie i.g.v. winning in een zandwingsgebied: diepe winputten versus ondiepe winputten en daaraan gekoppeld de omvang van de winput en de grootte van het (beïnvloede) oppervlak
- Afzetmogelijkheden bovenliggend pakket i.g.v. winning in een zandwingsgebied: wel of niet terugstorten in winput

5.6.5 Vissengemeenschap

De effecten van zandwinning op de volwassen visgemeenschap zijn gering. Uit onderzoek is gebleken dat pelagische en demersale vissen de troebele gebieden rond de zandwinputten mijden (Bergman et al, 1991). Viseieren in paaigronden en ingegraven vissen als tong en zandspiering daarentegen worden door zandwinning uitgegraven en kunnen door sedimentatie begraven worden. Zichtjagers (vissen die afhankelijk zijn van de hoeveelheid licht en de helderheid van het water om prooidieren te lokaliseren en te herkennen) worden door een hoge vertroebeling in het waterkolom gehinderd. In de volgende paragrafen worden de effecten van zandwinning op viseieren, vis larven en zichtjagers beschreven.

Uitgraven van vis eieren en paaigronden

In de voorgenomen ingreep worden tijdens de winning viseieren verwijderd. Met name in de kustzone en nabij liggende gebieden komen belangrijke paaigebieden voor diverse vissoorten voor. Daarvan is schol een van de belangrijkste soorten. Aanleg van winputten in de nabij gelegen gebieden van de kustzone zal ten koste van het verlies van een grote hoeveelheid viseieren gaan.

Aantasting van viseieren en paaigronden

- **Aftoppen van zandgolven**

Bij het aftoppen van zandgolven worden de toppen van de zandgolven in een deel van het wingsgebied verwijderd. Het gaat hierbij om een groot oppervlak. Omdat echter alleen de toppen worden verwijderd (bovenste 2 m, van ongeveer 5-6 m) wordt het luwere 'dal' gebied niet verstoord. Waarschijnlijk bevinden de viseieren zich voornamelijk in het niet verstoorde gedeelte, maar de kennis hiervan is gering. Gezien de onzekerheden wordt toch rekening gehouden met een mogelijke aantasting van de paaigronden.

- **Winning in een zandwingsgebied**

Bij zandwinning met kleine winputten en een kleine omvang is het aangetaste oppervlak weliswaar relatief groot, maar zo lang er niet gewonnen wordt in belangrijke paaigebieden zijn de effecten gering.

Wanneer de winning plaatsvindt in de herfst of in de winter, zijn de paaiperioden nog niet aangebroken. De effecten zijn daarom verwaarloosbaar .

Wanneer de winputten in de kustzone worden aangelegd daar waar paaigronden aanwezig zijn, worden deze daardoor aangetast. Een dergelijke winning heeft daarom zeer ongunstige effecten. Wanneer de winputten worden aangelegd buiten de kwetsbare gebieden, zullen de paaigebieden vermeden worden. De effecten zullen dan verwaarloosbaar zijn, ook in het geval de winputten klein van omvang en diepte zijn en er daarmee een relatief groot oppervlak wordt aangetast.

- **Overdimensioneren Euro-Maasgeul**
Het overdimensioneren zal geen invloed op de viseieren en paaigronden hebben. Het beton- en metselzand wordt alleen in en langs de vaargeul uitgegraven. In de vaargeulen verwacht men weinig viseieren en paaigronden.

Samengevat:

De mate waarin er effecten op de vissengemeenschap (aantasting van viseieren en paaigronden) te verwachten zijn, worden voornamelijk veroorzaakt door:

- de locatie van de zandwinning (buiten kustzone / in kwetsbare gebieden in de kustzone met aanwezigheid van paaigronden)
- **de hoeveelheid te winnen beton- en emtselzand** (10, 20 of 40 miljoen ton),

alsmede door de de volgende winkarakteristieken:

- winningsstrategie (i.g.v. winning in een zandwingebied): winputten met geringe windiepte en kleine omvang (zodat een relatief groot oppervlak wordt aangetast) versus winning met een grote windiepte en kleine omvang winput
- **winperiode: winning in herfst/winter versus winning in het hele jaar**

(De factoren die het meest van invloed zijn, zijn vetgedrukt weergegeven).

Het meest negatieve effect treedt op bij een maximale hoeveelheid te winnen beton- en metselzand (40 miljoen ton) in combinatie met een winningsstrategie waarbij de windiepte gering is en de omvang van de winput klein klein (zodat een relatief groot oppervlak wordt aangetast, afhankelijk van de hoeveelheid te winnen zand), in combinatie met winning in de kwetsbare gebieden waarbij de winning in het voorjaar/zomer plaatsvindt.

Vertroebeling

Vertroebeling van slib heeft invloed op de vislarven en vroeg juveniele stadia van vissen. Een verhoogde troebelheid in het waterkolom vermindert de uitwisseling van gassen en respiratie bij larven (Hoogeboom, B.P., Rotmensen, G., 1998). Een ander effect van een verhoogde vertroebeling op vislarven is een verandering in de verticale distributie van de larven. Vislarven gebruiken de lichtintensiteit voor diepteregulatie. Bij verhoogde troebelheid is het doordringen van licht in de waterkolom beperkt. Daardoor worden de larven misleid naar ondieper en ongunstiger wateren (Cattrijsse, A., 1997). Hierdoor nemen gebieden met goede fourageermogelijkheden af. Omdat de effecten van vertroebeling voor vislarven vergelijkbaar zijn met die van zichtjagers zal niet apart ingegaan worden op de verandering in de hoeveelheid vislarven door toedoen van de vertroebeling.

Vangstsucces van zichtjagers

Vertroebeling door zandwinning kan effect hebben op het vangstsucces van vissen die zichtjagers zijn. Visuele predators (zoals haring, makreel en tarbot) zijn afhankelijk van de hoeveelheid licht en de helderheid van het water om prooidieren te lokaliseren en te herkennen. Verandering van de troebelheid beïnvloedt zowel de mogelijkheden voor een predator om een prooi te vangen als de ontsnappingsmogelijkheden van de prooi zelf. In dit opzicht kan een verhoging van de troebelheid in het water leiden tot een afname van zichtjagende vissen in het fourageergebied. Van haring en sprong is bekend dat zij troebel water vermijden (Baveco, 1998). In een laboratorium is het effect van troebelheid op zichtjagers voor makreel gedemonstreerd. De makreel vermijdt troebelheid van meer dan 10 mg/l. Als de verhoging van de troebelheid gedurende een langere periode aanwezig blijft, is het gevolg dat de makreel migreert. Voor de haring heeft een geringe concentratie van gesuspendeerd materiaal een duidelijk effect op het voedingsproces van haringlarven (van der Veer et al, 1985; Hygum, B., 1993): De verticale distributie van de larven wordt beïnvloedt en daardoor neemt het voedingssucces af. In paragraaf 5.6.4 is uiteengezet wat voor het optreden van vertroebeling de relevante winkarakteristieken zijn. Algemeen kan gesteld worden dat wanneer er bij een bepaalde winning en toegepaste winningsstrategie – die plaatsvindt in ecologisch rijke gebieden (met aanwezigheid van zichtjagers) – er een grote mate van vertroebeling plaatsvindt, dit ongunstige effecten heeft op het vangstsucces van de zichtjagers.

Sedimentatie

Sedimentatie van zwevend stof heeft alleen gevolg voor viseieren (dus niet voor volwassen vissen). Gehele of gedeeltelijke (50%) bedekking van viseieren met een laagje sediment leidt tot een vertraagde ontwikkeling van embryo's. Een zeer hoge sedimentatie kan leiden tot de verhoging van de sterfte van de viseieren (Baveco, 1998). Viseieren kunnen worden beschouwd als bodemfauna en om deze reden wordt de sedimentatie op viseieren hier verder niet beoordeeld (zie eventueel de sedimentatie op bodemfauna).

5.6.6 Zeezoogdieren

Bij de voorgenomen ingreep zullen gedurende 10 jaar baggerschepen varen tussen het wingebied en de verwerkingsplaatsen. Tijdens deze periode zullen de effecten van geluid en de fysieke aanwezigheid van de schepen storend voor de zeezoogdieren zijn. De geluiden die door scheepvaart gemaakt zijn kunnen de communicatie tussen zeezoogdieren verstoren (Bergman et al, 1991). Deze verstoringen veroorzaken diverse gedragsveranderingen van de verschillende zeezoogdieren. De Witsnuitdolfijnen zwemmen vaak op de hekgolf van de schepen mee. Bruinvis en dwergvinvis vluchten altijd voor motorschepen. Verder verstoren de veel gebruikte sonarapparatuur en echo-sounders de echolocatie van kleinere zeezoogdieren (bruinvis en dolfijnen).

Zeehonden houden van gebieden met weinig menselijke activiteiten en zijn in de zoogperiodes van juni tot augustus gevoelig voor verstoringen. De mate van rust in de gebieden tijdens de zoogperiodes is mede bepalend voor de gezondheid voor de zeehondpopulaties (Brasseur, S.M.J.M., Reijnders, P.J.H., 1994; Boer, T.A. de, 1996). Mogelijke effecten van verstoringen op zeehonden in zoogperiodes kunnen variëren van jeugdmortaliteit tot stress en energieverlies. Jeugdmortaliteit wordt in de meeste gevallen veroorzaakt door het verlies van ouders, verstoorte voedselopname, verkorte rust- en zoogtijd en ontsteking van de navelwond door het vluchten vanuit het rustgebied.

Verder is de fysieke aanwezigheid van varende schepen van invloed op het gedrag van zeezoogdieren. Belangrijk gedrag zoals het zoeken naar voedsel, het ontlopen van predatoren, het afbakenen van territorium en het regelen van de trek wordt door de schepen verstoord. Het huidige beleid is er op gericht, het aantal zeehonden te laten groeien.

Effecten zandwinning op zeezoogdieren

Hieronder zullen voor de in onderhavig rapport te beschouwen varianten van zandwinning de winkarakteristieken uiteengezet worden die de fysieke hinder alsmede de hoeveelheid geluid bepalen. Algemeen kan gesteld worden dat bij alle varianten geluid gemaakt wordt. De hoeveelheid geluid die per schip wordt geproduceerd is niet goed bekend (zie ook paragraaf 5.8). Aangenomen wordt dat het gemaakte geluid voor alle varianten gelijk is. Afhankelijk van de winningsstrategie, vindt de winning gedurende heel het jaar plaats of juist alleen in de herfst- en wintermaanden. De zoogperiode van zeehonden is vanaf juni tot augustus. Zandwinning in deze periodes is meer verstorend voor de zeehonden. Het is van belang om tijdens de ingreep rekening met de zoogperiodes te houden. Daarnaast speelt de winlocatie een belangrijke rol. Wanneer deze gelegen is in of dicht in de buurt van de rust- en leefgebieden van zeezoogdieren, heeft dit een ongunstig effect. O.a. bij het aftoppen van zandgolven is dit het geval.

Bij het overdimensioneren van de Euro-Maasgeul is het te verwachten effect op de rust- en leefgebieden van de zoogdieren geringer, omdat de achtergrondverstoring in de vaargeul al hoog is. Daarnaast liggen de leefgebieden van de zoogdieren op een redelijke afstand van de vaargeul.

Samengevat:

De belangrijkste factoren die van invloed zijn op de zeezoogdieren zijn de locatie van de zandwinning (winning wel/niet in leefgebieden zeezoogdieren) alsmede de winkarakteristiek 'winperiode': winning wel/niet in de zoogperiode.

5.6.7 Vogels

De effecten van zandwinning op vogels kunnen zich onderscheiden in directe en indirecte effecten. Geluid en beweging van schepen kunnen als direct effect worden aangemerkt. Bij indirecte effecten gaat het om vertroebeling (vermindering van voedselaanbod voor zichtjagers en het verwijderen van voedsel (schelpenbanken)).

Geluid en beweging van de schepen

De aanwezigheid van de schepen (met name de scheepsbewegingen) in het studiegebied kunnen verstorend werken op de vogels in het gebied. Het onderzoek naar gedragsverandering van vogels en zeehonden door scheepsbewegingen heeft laten zien dat de afstand waarbinnen verstoring door scheepsactiviteiten optreedt, zeer beperkt is (DZL, 1998). De tijdsduur van de overschrijding van een bepaald geluidsniveau is in deze studie meegerekend. Na verloop van tijd treedt gewenning op voor een bepaalde geluidscontour. Bij vogels zal verstoring optreden wanneer het geluidsniveau van de baggerschepen boven de 60 dB(A) komt (DZL, 1998).

Invloed van geluid op vogels door toedoen van zandwinning

Hierbij speelt met name de winlocatie een belangrijke rol. Wanneer de winning namelijk plaatsvindt in de ecologisch kwetsbare gebieden waar de broedgebieden van de vogels voorkomen, heeft het geluid een ongunstige invloed op de vogels. O.a. bij het aftoppen van zandgolven is dit het geval. Ook de winperiode is van belang, voor vogels is het gunstiger wanneer de

winning buiten het broedseizoen plaatsvindt, dus in de herfst- en wintermaanden.

Bij het overdimensioneren van de Euro-Maasgeul zal het geluidsniveau voor de vissende vogels verstorend zijn in de nabij de vaargeul liggende fourageerplaatsen.

Samengevat:

De belangrijkste factoren (in relatie tot zandwining) die van invloed zijn op de zeezoogdieren zijn de locatie van de zandwining (wining wel/niet in broedgebied vogels) alsmede de winkarakteristiek 'winperiode': winning wel/niet in de broedperiode.

Vermindering van voedselaanbod

Indirecte effecten op de vogels in de kustzone kunnen zich voordoen indien schelpenbanken worden verwijderd. De verwijdering van de *Spisula* banken (met name *Spisula Subtruncata*, fig 4.25c) door zandwining betekent de verwijdering van de voedselbron voor de zee-eenden. Deze verwijdering kan tot migratie van de vogels leiden. Verder kan vertroebeling het vangstsucces van zichtjagende vogels beïnvloeden. Uit onderzoek naar de effecten van vertroebeling volgen aanwijzingen dat voor dwergsterns een beperking lijkt op te treden vanaf 25 cm doorzicht (Steinen, E.W.M., Brenninkmeijer, A., 1994). Voor de grote stern mag worden verwacht dat dit effect minder sterk zal zijn. Omdat de effecten van vertroebeling op zichtjagende vogels onvoldoende duidelijk zijn wordt in deze paragraaf alleen de vermindering van het aanbod van schelpdieren (als voedsel voor de vogels) beschouwd bij de effectbeschrijving van de verschillende varianten.

Effecten zandwining op voedselaanbod voor vogels

- **aftoppen van zandgolven**

Bij het aftoppen van zandgolven worden de toppen van de zandgolven afgetopt en worden de winputten overal in het wingebied aangelegd. De kans bestaat dat schelpenbanken worden verwijderd en daarmee neemt de beschikbaarheid van voedsel voor de vogels in het gebied af. Wanneer de winning plaatsvindt buiten de fourageergebieden van de schelpdier etende vogels (bijvoorbeeld zee-eenden), zijn de effecten verwaarloosbaar. Als er bij een dergelijke winning schelpdieren worden verwijderd heeft dit namelijk geen invloed op het voedselaanbod voor de vogels.

- **wining in een zandwingebied**

Wanneer de winning buiten de kwetsbare gebieden plaatsvindt, is er minder effect op de schelpenbanken te verwachten. Het behouden van de aanwezige habitats is van belang. Er zullen geen schelpdieren in kwetsbare gebieden worden verwijderd, maar er bestaat wel een kans op verwijdering van schelpdieren in de overige gebieden (waar de dichtheden van schelpdieren lager is).

- **Overdimensioneren Euro-Maasgeul**

Voor het overdimensioneren worden negatieve effecten op het voedsel aanbod voor de vogels verwacht. De plaatselijke schelpdieren bestanden in de vaargeulen zullen worden verwijderd.

Samengevat:

De belangrijkste factor (in relatie tot zandwinning) voor de beschikbaarheid van voedsel voor vogels is de locatie van de zandwinning, namelijk of deze wel of niet plaatsvindt in de kwetsbare gebieden waar zich schelpenbanken bevinden.

5.6.8 Samenvatting

Als gevolg van de voorgenomen beton- en metselzandwinning worden diverse effecten vanuit de onderliggende ingrepen (winning, transport, tussenopslag en storten) op de ecologie van de Noordzee verwacht. Deze effecten hebben verschillende mate van beïnvloeding op de ecologische groepen in de Noordzee. Vanwege het globale karakter van dit rapport is het onmogelijk om alle mogelijke effecten van de voorgenomen ingreep op de ecologie te beschrijven. Het creëren van een duidelijk beeld van de effecten op de ecologie zoals in dit deel van het rapport gepresenteerd geeft een algemeen inzicht in de onvermijdelijke effecten die door de voorgenomen ingreep te verwachten zijn. Tijdens de voorgenomen ingreep wordt vanwege een verhoogde vertroebeling de primaire productie verlaagd. Omdat de bovenste rijke laag van de zeebodem wordt verwijderd zullen bodemorganismen verwijderd worden. Paaigronden voor de vissen (bijvoorbeeld schol) gaan verloren. Bovendien wordt migratie en sterfte van de bodemorganismen veroorzaakt. De rekolonisatie van de plaatselijke fauna wordt bemoeilijkt door de verandering in zowel de bodemdiepte als de bodemsamenstelling. Bovendien verandert het stromingspatroon in het gebied vanwege de aanwezige winputten. Deze verandering van het stromingspatroon heeft invloed op de voedselaanbod en voedingsstrategie van zowel de pelagische als op de bodem levende organismen. De fysieke aanwezigheid en de gemaakte geluiden door de schepen tijdens winning zijn verstoring voor zowel vogels als zeezoogdieren. Migratie van volwassen - en de sterfte van de juveniele zeezoogdieren betreffen de meest voorkomende gevolgen van verstoringen van de habitats van deze dieren.

5.7 Gebruiksfuncties

5.7.1 Inleiding

Het probleem bij gebruiksfuncties is dat ze erg locatiespecifiek zijn. Omdat we niet precies kunnen aangeven waar het zand zal worden gewonnen – er zijn immers slechts globale winningsgebieden gedefinieerd (zie hoofdstuk 4) – is het niet mogelijk om de effecten van de zandwinning goed te bepalen. De beschrijving van de effecten zal daarom voornamelijk kwalitatief en globaal zijn. De fysische effecten, beschreven in paragraaf 5.4, zijn de basis van de effectbeschrijving. In Tabel 5-5 is een overzicht gegeven van de relaties tussen verwachtte effecten van de voorgenomen ingreep en de gebruiksfuncties in de Noordzee.

.....
Tabel 5-5 Verband tussen fysische effecten en gebruiksfuncties

Stap in winproces	Fysisch effect							
		Scheepvaart	Visserij	Kabels & leidingen	Kustonderhoud	Baggerstort	Kustveiligheid	Recreatie
Winning	Bodemverstoring bij stort				X			
	Vertroebeling					X		X
Aanwezigheid wingebied	Wijziging stroomsnelheden	X						
	Wijziging golfveld				X		X	
	Sedimenttransport	X						
	Morfologische ontwikkeling	X	X	X	X			

5.7.2 Visserij

Effecten op de visserij kunnen zich op verschillende terreinen manifesteren. Ten eerste kunnen de extra vaarbewegingen voor hinder zorgen voor de visserij. Daarnaast heeft de aanwezigheid van de aanwezigheid van putten invloed op de mogelijkheden voor boomkorvisserij. Deze visserijvorm heeft liever enkele grote dan vele kleine putten omdat dan slechts enkele goed aanwijsbare verstoringen van de bodem op zullen treden. Winning van zand in een belangrijk visgebied kan betekenen dat de visserijdruk in andere gebieden toeneemt met als gevolg een afname van de vangst per schip. In (Piet, G.J., e.a., 1998) is de intensiteit van de visserij voor verschillende lokaties aangegeven. In deze studie is de Noordzee in een aantal vakken opgedeeld. Omdat het wingebied in zijn geheel in één van deze vakken valt, is het niet mogelijk onderscheid te maken tussen de verschillende varianten van zandwinning wat betreft het winnen van zand in een belangrijk visgebied. De indirecte effecten van het winnen van beton- en metselzand op de visserij, namelijk via de beïnvloeding van de vispopulatie, zijn bij ecologie beschreven.

Beoordeling van de alternatieven

Bij de beoordeling van de effecten zijn ten eerste het aantal vaarbewegingen van belang. In principe zal het aantal vaarbewegingen en de tijd dat deze schepen op zee doorbrengen verstrend kunnen werken op de visserij. Het exacte aantal vaarbewegingen voor het winnen van beton- en metselzand kan niet worden gegeven. Wanneer het wingebied echter ver gelegen is zullen de baggerschepen langer op zee zijn en daarom per definitie meer hinder op kunnen leveren voor de vissersboten. Bij veel winnen kunnen de varianten die dichtbij gelegen zijn echter wel hinder opleveren. Wanneer de winning zo veel mogelijk op 1 locatie plaatsvindt en de winning vindt niet ver van de verwerkingsplaats plaats, blijven de effecten redelijk beperkt. Ten tweede kunnen zich effecten op de boomkorvisserij voordoen. Wanneer de winning zodanig is dat daarbij veel kleinere putten worden gemaakt, kan dit voor de boomkorvisserij problemen op leveren.

Samengevat:

De belangrijkste factoren (in relatie tot zandwinning) voor hinder van de (boomkor)visserij zijn de hoeveelheid te winnen zand alsmede de locatie van de zandwinning, die namelijk mede bepalend is voor de afstand tot de verwerkingsplaats. Voor de boomkorvisserij is daarnaast de omvang van de winput een belangrijke factor.

5.7.3 Scheepvaart

Effecten op scheepvaart kunnen worden onderverdeeld in twee categorieën. De eerste zijn effecten op de toegankelijkheid van de havens en vaargeulen. Er kunnen directe en indirecte effecten optreden. Directe effecten kunnen optreden door verandering in de hydrodynamische condities in de vaargeulen en haventoeegangen. Indirecte effecten treden op door een vergroting van de aanslibbing in havens en vaargeulen waardoor het baggeronderhoud zal toenemen.

Als tweede kunnen effecten op de veiligheid ontstaan. De kans op aanvaringen kan door de extra scheepvaartbewegingen toenemen. De kans op aanvaringen neemt met name toe als er veel in vaargeulen gevaren zal moeten worden en helemaal wanneer er in vaargeulen wordt stilgelegd of heel langzaam gevaren.

Een verdieping en/of overdimensionering van de vaargeul betekent dat de (diepte) gemiddelde stroomsnelheid in de vaargeul af zal nemen. Dit kan als gunstig beschouwd worden voor de scheepvaart omdat hierbij de toegankelijkheid van de Rotterdamse haven toe zal nemen. Door overdimensionering is het wel mogelijk dat de haven meer slib zal gaan vangen. Daarnaast neemt bij dit alternatief de kans op aanvaringen in de vaargeul toe omdat in de geul zal worden gewonnen.

Door zandwinning ten zuiden van de Maasgeul is er een kans aanwezig dat de havens van Rotterdam meer slib gaan vangen. Dit is echter ook afhankelijk van het effect van de zandwinkuil(en) op het stromingspatroon en of deze kuilen zelf niet als slibvang zullen gaan optreden. Verandering in het stromingspatroon kan ook effecten hebben op de toegankelijkheid van de haven. Om hier betrouwbare uitspraken over te doen is het eerst nodig om te weten waar de zandwinkuilen precies komen te liggen en dit aspect zal dus bij de vergunningverlening of uitvoeringsMER moeten worden behandeld.

5.7.4 Offshore mijnbouw

Rond platforms wordt een zone van 500 meter uitgesloten van winning. Grote effecten op de offshore mijnbouw zullen zich dan ook niet voordoen. Diepe zandwinputten kunnen zich eventueel wel verplaatsen in de richting van de platforms. Dit gaat met een snelheid van ongeveer 1-10 meter per jaar. Tegelijkertijd zullen deze putten echter verondiepen (en wel tegelijkertijd verbreden). Omdat de fundering van de platforms diep steekt en deze door staalslakken tegen erosie is beveiligd is de kans op een effect dus zeer klein. Daarnaast is de levensduur van platforms (maximaal) 40 jaar.

5.7.5 Kabels en buisleidingen

Negatieve effecten op kabels en leidingen treden op wanneer deze door het winnen van zand bloot komen te liggen. Om dit te voorkomen is vastgelegd dat een zone aan weerszijden van kabels en leidingen van 500 meter is uitgesloten van de winning van (beton- en metsel)zand. Deze 500 meter is gebaseerd op de huidige toegestane winning van 2 meter onder het zeebodemoppervlak. Voor het winnen van beton- en metselzand is de winningsdiepte echter veel groter. Deze diepere kuilen hebben een veel grotere randzone beïnvloeding dan de ondiepe kuilen. Bij het winnen tot grote diepte direct naast deze 500 meter kunnen dan de kabels en buisleidingen eventueel bloot komen te liggen. De put kan daarnaast door erosie van de randen en verflauwing van de hellingen zich op lange termijn (enkele honderden meters) uitbreiden waardoor de kabels en leidingen kunnen worden aangetast. Deze uitbreiding zal zich sneller voordoen wanneer de initiële taluds van de hellingen steil zijn en deze uitbreiding is recht evenredig met de grootte en diepte van de

put. Daarnaast kan de zandwinput zich in de netto transportrichting verplaatsen. De orde van deze verplaatsing is ongeveer 1 tot 10 meter per jaar. Wanneer de kuil gedeeltelijk wordt dichtgegooid na het winnen zullen deze effecten veel kleiner zijn.

Beschrijving effecten

Omdat de wingebieden globaal zijn aangegeven en het gedrag van de zandwinkuilen nog slecht voorspelbaar is, is het moeilijk aan te geven of zich effecten zullen voordoen. Wanneer diepe zandwinkuilen kabel- en leidingen beïnvloeden kunnen de effecten wel groot zijn (denk bv. aan breken pijpleiding). Alleen in het zuidoostelijk deel van het wingebied bevinden zich geen kabels en leidingen. In dit gebied winnen heeft dus de voorkeur voor dit aspect. Bij alternatieven waarbij grote en/of diepe putten worden gemaakt is de kans op negatieve beïnvloeding het grootst. Wanneer de winningsstrategie echter zodanig is dat de kuilen weer worden dichtgegooid, wordt de kans op verplaatsen van de put gereduceerd. Het overdimensioneren van de vaargeul zal waarschijnlijk weinig effect hebben op kabels en leidingen, ondanks de diepte (en breedte) van de verstoring, omdat er direct ten noorden van de vaargeul geen kabels en leidingen aanwezig zijn.

Samengevat:

De belangrijkste factoren (in relatie tot zandwinning) met betrekking tot het aspect kabels en leidingen zijn de locatie van de zandwinning (wel/niet in gebieden waar zich kabels en leidingen bevinden) alsmede de volgende winkarakteristieken:

- winningsstrategie: omvang en diepte winputten
- afzetmogelijkheden: wel/niet terugstorten bovenliggend zandpakket in winput

5.7.6 Zandwinning

Effecten op zandwinning zullen zich voordoen wanneer de kwantiteit en/of kwaliteit van de te winnen hoeveelheden veranderen. Bij zandwinning gaat het om het gebied zeewaarts van de doorgaande NAP -20 meter dieptelijn waarbinnen specifieke zandwinvergunningen zijn afgegeven, voor toekomstige zandsuppleties en ten behoeve van de ophoogzandwinning. De kwaliteit van het zand kan worden aangetast doordat de bodemsamenstelling als gevolg van sedimentatie van slib (ingebracht in waterkolom tijdens de winning) zal veranderen. Het zand kan zo niet meer geschikt zijn voor de bestemming. De kans op dit effect is relatief klein omdat in deze gebieden nu ook geen slib (permanent) sedimenteert. Ten tweede kan de hoeveelheid van het (voor winning aangewezen) zand door de winning ter plekke en door erosie als gevolg van het 'wandelen' van de put gereduceerd worden.

Tot slot: In dit rapport is aangenomen dat het bijproduct van de beton- en metselzandwinning afgezet kan worden op de zandmarkt. In dit geval kan het worden toegepast als ophoogzand. Dit heeft tot gevolg dat de reguliere winning voor ophoogzand kan afnemen, waardoor in principe minder milieueffecten optreden. Omdat de winning van beton- en metselzand en de vraag naar ophoogzand niet op elkaar afgestemd zijn, zijn deze milieuvoordelen echter niet goed in kaart te brengen.

Effecten op de zandwinning

Wanneer er geen beton- en metselzand gewonnen wordt in de gebieden waar de zandwinconcessies liggen, zijn er dan ook geen effecten te verwachten. Wanneer de winningsstrategie zodanig is dat daarbij het bovenliggende pakket als suppletiezand wordt gebruikt, hoeven sommige concessies niet voor

winning te worden gebruikt. Wanneer de beton- en metselzandwinning wordt afgestemd op de reguliere winning, biedt dit voordelen.

Samengevat:

Bepalende factoren voor effecten op zandwinning zijn de locatie van de zandwinning (wel/niet in de gebieden waar zandwinconcessies liggen) alsmede de afzetmogelijkheden (wel/niet suppleren van bovenliggend zandpakket).

Ook van belang is of de winning van beton- en metselzand wordt afgestemd op de reguliere winning

5.7.7 Schelpenwinning

In de Landelijke Beleidsnota Schelpenwinning (LBS, 1998) is aangegeven dat er weinig winbare voorkomens van schelpen in de Noord- en Zuidhollandse kustzone aanwezig zijn. Winning in deze zone wordt daarom niet als realistisch gezien. Alleen in de Voordelta zullen schelpen worden gewonnen. In de Formatie van Kreftenheye komen geen schelpen voor. In het er boven liggende zand echter wel. Bij het weghalen van deze laag kan (bij weghalen en terugstorten) worden gekeken naar de aanwezigheid van schelpenpakketten en de mogelijkheid om deze als delfstof te gebruiken. Alleen voor winningsstrategieën waarbij het bovenliggende zandpakket op de markt wordt afgezet is het mogelijk dat er schelpen als delfstof op land worden gebracht.

5.7.8 Baggerstort

Het belangrijkste effect dat zich kan voordoen op de baggerstortlocaties Loswal Noord/Noordwest en de verdiepte Loswal is dat er in de verdiepte Loswal extra sedimentatie plaats kan vinden door het winnen van beton- en metselzand in de directe omgeving. Dit is het geval wanneer de verdiepte Loswal gaat fungeren als sedimentvang voor het materiaal dat is opgewerveld bij de winning. Indirecte effecten ontstaan wanneer er door de winning in de nabijheid van de vaargeul en havens van Rotterdam meer sedimentatie zal plaatsvinden waardoor er meer gebaggerd moet worden en hierdoor de stortlocaties sneller 'vol' raken.

5.7.9 Militaire activiteiten

In het wingebed bevinden zich militaire schietoefengebieden, oefengebieden voor mijnnevagers en mijnleggers en munitiestortplaatsen. Afhankelijk van de oefenfrequentie (meestal ad-hoc) is het winnen van zeezand onder voorwaarden en op basis van een communicatiematrix toegestaan. Voor de winning van beton- en metselzand geldt in principe hetzelfde. Afhankelijk van de daadwerkelijke winlocatie binnen of buiten de oefengebieden en de dagen dat er geen oefeningen zijn, zijn er geen effecten met betrekking tot de militaire activiteiten te verwachten. De munitiestortplaatsen zijn uitgesloten van winning.

5.7.10 Recreatie

Effecten op recreatie doen zich op twee terreinen voor. Ten eerste kunnen de vaarbewegingen van de sleepopperzuigers de recreatievaart op zee verstoren. Dit effect is echter zeer klein. Ten tweede kan de waterkwaliteit van het kustwater worden beïnvloed. Een verandering in hoeveelheid slib kan namelijk de lichtdoordringing in het water beïnvloeden. Het lichtklimaat heeft invloed op de concurrentiepositie van verschillende algen ten opzichte van elkaar. Een verminderde lichtdoordringing heeft tot gevolg dat de condities voor Phaeocystis, een plaagalg, zullen verbeteren. Wanneer Phaeocystis in grote aantallen voorkomt kan het water bruin kleuren en veroorzaakt deze bij bepaalde weersomstandigheden schuim op het strand en stankoverlast. Dit maakt het strand en kustwater minder aantrekkelijk voor recreatie. Wanneer

een ingreep tot verhoogde troebelheid zal leiden, zoals het winnen en terugstorten van zand, is het mogelijk dat deze negatieve effecten op zullen treden. Het effect van een veranderd lichtklimaat op de concurrentiepositie van algen is echter zeer complex en is onder meer afhankelijk van de beschikbaarheid van nutriënten en de periode in het jaar (MER Loswal Noord, 1993). Het effect van een zandwinning op de golven voor de kust is verwaarloosbaar, dus ook de effecten daarvan op recreatie.

In Los et al (2001) is geconstateerd dat een zeer grootschalige zandwinning (1.5 miljard m³ in ongeveer 8 jaar) redelijk grote effecten heeft op de voorkomende algenbloei. Zo vindt in een groot gebied noordwaarts van de winning een afname plaats en een verschuiving in bloei van april naar mei. Bij de kleinschaligere zandwinning in deze studie zal het effect kleiner zijn. Omdat plaagalgen eerder voorkomen bij een slechter lichtklimaat bestaat de kans dat het aandeel plaagalgen echter in het door zandwinning beïnvloede gebied zal toenemen. Hierover bestaat echter nog veel onzekerheid. Wanneer de winning zoveel mogelijk buiten lente- en zomermaanden plaatsvindt, is weinig effect te verwachten. Wanneer de winning zodanig is dat daarbij een beperking aan de mate van overvloed wordt gesteld, vindt er daarnaast nauwelijks vertroebeling plaats. Wanneer de winning ver buiten de kustzone plaatsvindt, zal het effect van een dergelijke winning ook zeer gering zijn. De kans op verhoogde troebelheid is ook bij het aftoppen van zandgolven zeer klein omdat alleen oppervlakkig grofzand wordt gewonnen. Wanneer de winning daarentegen in de kustzone plaatsvindt, zal er wel een verhoogde troebelheid optreden met bovengenoemde effecten als mogelijk gevolg.

Samengevat:

Bepalende factoren m.b.t. aspect recreatie zijn de locatie van de zandwinning (wel of geen winning in de kustzone) alsmede de winkarakteristieken winperiode (wel of niet buiten de lente- en zomermaanden) en de mate van overvloed (wel of geen beperking stellen aan de mate van overvloed).

5.7.11 Kustverdediging

Effecten op de kustverdediging kunnen zich op twee terreinen manifesteren. Ten eerste kan de primaire kustveiligheid worden beïnvloed doordat de basispeilen of golfhoogte ter hoogte van de waterkering zullen veranderen. Ten tweede kan de basiskustlijn worden beïnvloed. De basiskustlijn is de kustlijn van 1990 die is gekozen als norm voor dynamisch handhaven. Wanneer de kustlijn wordt aangetast wordt deze onderhouden met behulp van zandsuppleties. Verandering van erosie en sedimentatiepatronen, veroorzaakt door beton- en metselzandwinning, kan leiden tot een verandering in de hoeveelheid kustonderhoud. Een vergroting van het kustonderhoud leidt niet alleen tot een grotere kostenpost maar veroorzaakt ook extra verstoring van de bodem. Effecten op de kustverdediging kunnen alleen worden veroorzaakt door de aanwezigheid en het eventueel 'wandelen' van de zandwinputten. Effecten op de golfhoogte en basispeilen zijn bij winning vanaf de -20 meter lijn verwaarloosbaar (zie paragraaf 5.3).

Bij het onderzoek naar effecten van de tweede Maasvlakte en de daarvoor benodigde zandwinning is geconcludeerd dat deze ingrepen weinig tot geen effecten hebben op de golfhoogte en basispeilen (van der Worp, 1999). Het verdiepen van de vaargeul zal dus (waarschijnlijk) ook weinig invloed hebben op de kustveiligheid.

Wanneer er relatief grote zandwinputten dicht bij de kust worden gesitueerd is de kans op beïnvloeding van de kustlijn het grootst (zie paragraaf 5.3). Dit geldt met name voor het overdimensioneren van de vaargeul omdat er hierbij sprake is van een permanente verdieping dicht bij de kust. Dit geldt ook wanneer er grote diepe winputten geslagen worden in of dichtbij de kustzone. Wanneer de winning ver buiten de kustzone plaatsvindt, is de kans op negatieve beïnvloeding van de kustlijn veel kleiner. Het aftoppen van zandgolven, waarbij alleen ondiep wordt gewonnen en varianten waarbij ondiepe, kleine putten ver van de kust worden gemaakt, hebben nauwelijks negatieve effecten.

Wanneer de winning zodanig is dat er extra zand vrijkomt voor suppleties, nemen hierdoor de kosten voor kustonderhoud af (hierbij moet het effect van het verschil in vaarafstand tussen de aangewezen zandwinconcessies en de beton- en metselzand locaties wel worden meegenomen).

Samengevat:

De belangrijkste factoren voor kustonderhoud zijn de locatie van de zandwinning (al dan niet dicht bij de kust) alsmede de winkarakteristieken winningsstrategie (grote diepe putten of kleine ondiepe putten) alsmede de afzetmogelijkheden (wel of niet suppleren van vrijkomend zand).

5.7.12 Cultuurhistorische waarden

Cultuurhistorische waarden, waarbij voornamelijk moet worden gedacht aan scheepswrakken, worden beïnvloed wanneer deze blootstaan aan sedimentatie- en erosieprocessen. Hierbij worden erosieprocessen negatiever beoordeeld omdat hierbij de waarden voorgoed vernietigd kunnen worden. Bij sedimentatie blijven deze waarden wel behouden en zijn de wrakken alleen minder makkelijk bereikbaar. In het wingebied zijn volgens de huidige informatie drie locaties aanwezig waar belangrijke archeologische scheepswrakken zijn gevonden (zie figuur 4.6). Winning in de buurt van deze locaties kan negatieve effecten geven. Bij alle varianten is dit mogelijk. Het is echter moeilijk aan te geven of er nog meer archeologisch waardevolle wrakken in het gebied liggen. Er bestaat een verplichting in het kader van het verdrag van Malta om archeologische vondsten te behouden die tijdens ingrepen zijn gevonden. Voor het Nederlands Noordzeegebied is een archeologische waarderingskaart opgesteld waaruit de kans op het aantreffen van belangrijke cultuurhistorische waarden valt af te lezen. Met de daarin aangegeven waardevolle gebieden zal rekening gehouden moeten worden. Deze verplichting kan in de vergunning voor de zandwinconcessies worden opgenomen. Op dit moment kunnen de effecten op cultuurhistorische waarden nog niet worden ingeschat .

5.7.13 Aardkundige waarden

Aardkundige waarden zijn geomorfologische of geologische verschijnselen die bijzondere bescherming verdienen omdat ze kenmerkend zijn voor de ontstaanswijze van een gebied. Aardkundige waarden op land zijn al in grote mate gedefinieerd en effecten op deze waarden kunnen daarom redelijk worden bepaald. De bepaling van aardkundige waarden op de zeebodem is in ontwikkeling. Er kan hierbij zowel gedacht worden aan specifieke vormen van de zeebodem (bijvoorbeeld zandbanken) als aan dieper gelegen lagen die als bodemarchief worden beschouwd. Voor het Nederlands Noordzeegebied wordt momenteel een aardkundige waardenkaart opgesteld. Er kan nu dan ook niet goed aangegeven worden waar in het wingebied belangrijke aardkundige waarden aanwezig zijn. Als deze kaart gereed is zal met de daarin aangegeven waardevolle gebieden rekening gehouden moeten worden. zandwinconcessies

worden opgenomen. Op dit moment kunnen de effecten op cultuurhistorische waarden nog niet worden ingeschat.

Het winnen van beton- en metselzand laat over het algemeen de (grootschalige) geomorfologische structuur van de Noordzeebodem intact. Alleen bij het aftoppen van zandgolven worden de top-dalverschillen verkleind of verdwijnt de zandgolven-structuur in een groot gebied in zijn geheel. Of de zandgolven na aftoppen weer zullen ontstaan is onduidelijk.

5.7.14 Samenvatting

De aanwezigheid van een wingebied heeft invloed op een aantal gebruiksfuncties in de kustzone. Volgens een aantal varianten uit dit rapport wordt in de nabije kustzone sediment gestort met preventief kustonderhoud als doel. In geval van overdimensioneren van de vaargeul kan enerzijds de toegankelijkheid van de Rotterdamse havens worden vergroot. Anderzijds kan door wijziging van de stroming door en over de geul de toegankelijkheid negatief worden beïnvloed (meer dwarsstroming). Daarnaast zal bij met name een verdieping van de geul een groter slibtransport richting Rotterdamse havens plaats kunnen vinden. Bij sommige varianten kan een verhoogde troebelheid in de kustzone optreden waardoor de kwaliteit van het zwemwater achteruit kan gaan.

Wat een wingebied buiten de kustzone betreft, spelen met name effecten op langere termijn een rol. Indien een wingebied in de nabijheid van kabels en buisleidingen wordt geprojecteerd, dient rekening te worden gehouden met de verwachte uitbreiding van het winoppervlak. Bij een gewijzigd golfveld landwaarts van een wingebied zal een geringe verschuiving in de golfgedreven zandtransporten in de nabije kustzone optreden. Op langere termijn (decennia) leidt dat tot herverdeling van zand in de nabije kustzone.

Extra vaarbewegingen als gevolg van de zandwinning kunnen voor hinder zorgen voor de visserij. Door de aanwezigheid van zandwinputten neemt het reliëf op het zeebodemoppervlak toe, wat invloed heeft op de mogelijkheden voor boomkorvisserij. De effecten op de omvang van de vispopulatie zijn in de paragraaf 'belangrijkste ecologische effecten' hierboven beschreven.

5.8 Overige milieueffecten

5.8.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de milieueffecten als gevolg van het transport van en naar winlokatie en de verwerking (zeven en ontzilting) van het zand beschreven. Het gaat hierbij met name om emissies en brandstofverbruik.

5.8.2 Milieueffecten winning, transport en deponeren

Voor een groot deel van de procesketen van zandwinning wordt gebruik gemaakt van sleephoppers. De milieuaspecten van deze scheepvaart bestaan uit het verbruik van energie, de emissie van uitlaatgassen en geluidsproductie. De uitlaatgassen beïnvloeden het broeikas-effect, de hoeveelheid zure regen, de overbemesting en de smogvorming. Daarnaast zijn sommige stoffen giftig voor mensen en/of organismen.

Emissies

De emissies van schepen zijn onder meer afhankelijk van scheepstype en -grootte, de vaarsnelheid en van de kwaliteit van de olie. De eerste soort emissies zijn die aan de lucht door de uitstoot van uitlaatgassen. Daarnaast zijn

er emissies die direct in het water terechtkomen. Tot slot wordt door de schepen ballast- en afvalwater geloosd waarin olie en andere stoffen aanwezig zijn. In tabel C.2 in Appendix C wordt de gemiddelde emissie van eutrofiërende stoffen en microverontreinigingen door het varen per schip op de Noordzee gegeven.

De uitstoot van emissies is afhankelijk van de fase van het winproces waarin het baggerschip zich bevindt (vol- en leegvaren versus zuigbedrijf). De emissies voor diepe winning komen naar verwachting gemiddeld overeen met die van ondiepe winning. In tabel C.3 in Appendix C is de uitstoot van NOX gegeven voor de drie verschillende klassen van sleephoppers.

Om de emissies te beperken worden de algemeen geldende voorzieningen voor de scheepsbouw toegepast.

Brandstofverbruik

Het brandstofverbruik is afhankelijk van de fase van het winproces waarin het baggerschip zich bevindt (vol- en leegvaren versus zuigbedrijf). Het brandstofverbruik voor diepe winning komt naar verwachting gemiddeld overeen met dat van ondiepe winning. In tabel C.4 in Appendix C is het brandstofverbruik gegeven voor de drie verschillende klassen van sleephoppers.

Geluid

Varen veroorzaakt een akoestische verstoring op en onder water. Er is geen specifieke beleidsnorm voor geluid op de Noordzee van toepassing. Omdat op zeewaardige sleephoppers dag en nacht bemanning aanwezig is, worden dergelijke schepen zo geluidsarm mogelijk gebouwd. Om de geluidsoverlast te beperken worden de algemeen geldende voorzieningen voor de scheepsbouw toegepast.

De scheepvaart produceert geluid met een frequentie die met name tussen de 20 en 200 Hz ligt, met een maximale sterkte van 160 tot 170 Db bij 40 tot 120 Hz (Baan et al., 1998). Dit kan tot een afstand van 150m van het schip tot verstoringen van organismen leiden.

Het is niet bekend of het geluidsniveau van een baggerschip tijdens het varen verschilt van dat tijdens het zuigbedrijf. Ook is niet bekend of bij diepere winning meer geluid zal worden geproduceerd dan bij ondiepe winning. Daarnaast is niet bekend óf er een verschil is in geluidsniveau onder en boven water, en daarmee ook niet hoe groot dit verschil is.

In het algemeen wordt aangenomen dat de geluidseffecten gering zijn, maar in feite is er een leemte kennis over de geluidseffecten van de scheepvaart.

De omvang van de milieueffecten wordt bepaald door het aantal uren dat de sleephoppers in bedrijf zijn, ofwel de tijd die nodig is om het zand te winnen, te transporteren en te storten. Voor alle varianten vindt winning en stort op overeenkomstige wijze plaats. Zoals reeds is opgemerkt, hangen de milieueffecten van de zandwinning niet significant af van de diepte van de aan te brengen winplaats- of zone. De onderscheidende factor tussen de varianten wat de bedrijfsduur betreft wordt derhalve alleen door de af te leggen transportafstand bepaald.

In alle gevallen neemt het aantal vaarkilometers ten opzichte van de nulsituatie toe. Het vertrek- en aankomstpunt van de schepen is de huidige Maasvlakte. Wanneer de zandwinning plaatsvindt dichtbij de Maasvlakte, wordt deze

toename verwaarloosbaar geacht. In hoofdstuk 4 is aangegeven waar in het wingebed volgens deze varianten de zandwinning mag plaatsvinden. Als de winlocaties ver buiten de kustzones gelegen zijn en er moet 40 miljoen ton moet worden gewonnen, betekent dit dat er veel vaarkilometers moeten worden gemaakt. Winning op de toppen van de zandgolven kan plaatsvinden in het hele wingebed.

5.8.3 Milieueffecten van de verwerking van zand

Inleiding

Voor de verwerking van het zand zijn verschillende onderdelen te onderscheiden. Scheiding en ontzilting vinden plaats in een verwerkingsinstallatie. Deze heeft als milieueffecten de uitstoot van emissies, brandstofverbruik, watergebruik en geluidsproductie. Na verwerking moet het eindproduct worden afgevoerd. Dit vindt plaats door middel van de binnenvaart of vrachtwagens. De milieueffecten hiervan zijn brandstofverbruik en emissies.

Emissies door scheiding en ontzilting

De verwerking en ontzilting van beton- en metselzand zal bij voorkeur plaats vinden op een lokatie dicht aan zee (zie hoofdstuk 4) en dit zal in de meeste gevallen een industrieel gebied betreffen. De verwerkingsinstallatie kan dan gebruik maken van elektriciteit (in tegenstelling tot stookolie bij afwezigheid van elektriciteit) en dan zijn er minder emissies. Deze emissies vinden elders plaats.

Energieverbruik door scheiding en ontzilting

De verschillen tussen individuele installaties waarin gelijktijdig wordt gezeefd en ontzilt zijn groter dan de verschillen tussen zoet zand en zout zand. Het energiegebruik voor de verwerking van zoet betonzand bij industriezandwinning in het binnenland op daarvoor geschikte baggerschepen is ca. 12.5 MJ per ton zand (DWW, 1998) (zie ook Appendix C)

Het zand waaruit momenteel beton- en metselzand wordt samengesteld is met name afkomstig uit winningen in het Nederlandse rivierengebied en Duitsland. Als het beton- of metselzandgehalte in het zeezand half zo hoog is dan de in landzand gebruikelijke waarden van 40-60%, is per ton eindproduct in eerste benadering twee keer zoveel energie nodig voor de veredeling.

Watergebruik door scheiding en ontzilting

Tussen de op dit moment bestaande bewerkingsinstallaties voor zeezand/zeegrind bestaan grote verschillen in de hoeveelheid water die wordt gebruikt. Het benodigde watervolume varieert van ongeveer 20% tot ongeveer 60% van het verwerkte volume zand. Er worden geen hoge eisen gesteld aan het water; in een enkel geval wordt zelfs onbewerkt oppervlaktewater gebruikt (DWW, 1999).

Een beperkte hoeveelheid chloride blijft achter in het poriewater. Een deel hiervan zal bij opslag bij de gebruiker (betonfabriek) onder invloed van regen wordt uitgespoeld naar het oppervlaktewater. Omdat de gebruikers soms aan kleinere wateren gevestigd zijn kan dit kritisch worden wanneer het zand niet voldoende ontzilt is.

Geluid door scheiding en ontzilting

Het scheiden van het zand vindt plaats op haven/industrieterreinen waarvoor in het algemeen een geluidszonering geldt (minder dan 60 Db, etmaalwaarde). Ten aanzien van de geluidseisen zijn verschillende door het Rijk opgestelde

circulaires beschikbaar. Voor activiteiten die langer dan een half jaar duren is gewoonlijk een vergunning krachtens de Wet Milieubeheer verplicht. Het geluidsniveau van de verwerking is mede afhankelijk van het materiaal dat wordt gescheiden: Als er stenen in aanwezig zijn, geeft dit meer geluid dan als het alleen zand bevat. Er zijn verschillende geluidsbepalende maatregelen mogelijk. De transportbanden van de verwerkingsinstallatie kunnen bijvoorbeeld van rubber worden voorzien, aggregaten kunnen in geluidsisolerende containers worden geplaatst, en motoren kunnen trillingsgeïsoleerd worden opgesteld (Houtkamp, F., Wetering, R. v.d., Cleton, D.A., 1999).

Emissies door afvoer

Emissies die ontstaan door de afvoer zijn zeer gedetailleerd bekend. In tabel C.5 in Appendix C worden de emissies van vervoer per vrachtwagen of binnenvaartschip weergegeven in kg/ton CO₂. De CO₂-emissie is een goede indicator voor het energiegebruik.

Brandstofverbruik van de afvoer

De afvoer per binnenvaart kent per ton zand een brandstofverbruik van 0.26 MJ per km (gemiddelde) tot 0.36 MJ per km (opvaart rivieren). Afvoer per vrachtwagen kent per ton zand een brandstofverbruik van 0.68 MJ per km (DWW, 1996). Aangezien de meeste zandverwerkende bedrijven in West-Nederland zijn ingericht op aanvoer over water zal dit overigens slechts weinig voorkomen en waar het gebeurt hooguit over korte afstanden (DWW, 1999).

Verondersteld wordt dat de verwerking en afvoer van zand voor alle alternatieven op dezelfde wijze plaatsvindt. Er vindt altijd meer verwerking plaats dan in het geval er geen beton- en metselzand wordt gewonnen.

De te verwerken hoeveelheid zand wordt bepaald door de wijze waarop het bovenliggende zandpakket wordt afgezet en de hoeveelheid te winnen zand waaruit beton- en metselzand kan worden samengesteld. Bij het aftoppen van zandgolven wordt er gewonnen op de toppen van de zandgolven. Er is geen bovenliggend zandpakket. Wanneer het bovenliggend zandpakket wordt ingezet ten behoeve van suppleties, betekent dit dat het niet naar een verwerkingsinstallatie wordt gebracht. Ditzelfde geldt wanneer het bovenliggende pakket tijdelijk naast de winplaats- of zone wordt gelegd, om het na afloop van de winning in de put terug te storten. Het wordt dus niet verwerkt. Wanneer de winning zodanig is dat het volledige bovenliggende zandpakket op het land wordt gebracht en verwerkt, zullen zich hierbij geen extra milieueffecten voordoen. Het zand dat op het land gebracht wordt namelijk gestuurd door de zandmarkt..

5.9 Mitigatie en compensatie

Bij zandwinning kunnen bepaalde maatregelen worden voorgeschreven die de te verwachten negatieve effecten kunnen verkleinen. De resterende negatieve milieu-effecten dienen te worden gecompenseerd door middel van positieve maatregelen elders.

5.9.1 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn maatregelen die voorgesteld worden om de negatieve effecten van bepaalde ingrepen van de voorgenomen activiteit te beperken. Bij zandwinning op zee zijn de volgende mitigerende maatregelen denkbaar:

- Het inzetten van meer milieuvriendelijke wintechnieken wanneer deze beschikbaar komen en bruikbaar zijn:
 - De methode van onderzuigen (zie hoofdstuk 3). Bij deze techniek vindt, behalve op de plaats waar de zuiger de bodem ingaat, geen verstoring plaats van de aanwezige habitats aan het zeeoppervlak. Gebruik van deze techniek op de Noordzee wordt vooralsnog echter als niet realistisch ingeschat.
 - In dit rapport is de mogelijkheid van het voorscheiden op zee van de fijne fractie als niet realistisch aangemerkt. Mogelijk zal deze aannahme in de toekomst niet van toepassing blijken, omdat het wél mogelijk wordt het zeegaande materieel te voorzien van een voorscheidingsinstallatie. Het fijne zand kan worden teruggestort in een winput op zee, zodat alleen het grove zand hoeft te worden aangeland bij een sorteerinstallatie. De sorteerinstallatie op land kan dan kleiner zijn en minder water gebruiken. Ook worden op die manier transportkosten bespaard.
 - De overvloed kan naast de beschreven methodes in hoofdstuk 3 verder worden beperkt door nog voor te schrijven dat de overvloed dicht naar de zeebodem moet worden teruggevoerd (bijvoorbeeld met behulp van een pijp) zodat niet de gehele waterkolom vertroebeld raakt.
 - Bij het terugstorten in de winput kan worden voorgeschreven dat gebruik dient te worden gemaakt van een methode die het materiaal dicht bij bodem terug stort (bijvoorbeeld met behulp van een pijp) om het optreden van vertroebeling te verminderen.
- Combineren met het maken van putten voor Loswallen. Voordat hier slib in zal worden gestort, kan mogelijk eerst het beton- en metselzand dat dan relatief dicht aan het oppervlak komt, worden gewonnen. Anderzijds kan na afloop van de winning van beton- en metselzand de gemaakte winput worden volgestort met baggerspecie.

5.9.2 Compenserende maatregelen

Compenserende maatregelen zijn maatregelen die de resterende negatieve milieueffecten compenseren met positieve ontwikkelingen op een andere plaats. Het uitvoeren van dit soort maatregelen in het kader van het winnen van beton- en metselzand worden in dit rapport echter niet voorgesteld om de volgende redenen:

- Compensatie voor het ontgronden op zee in het zeegebied zelf is niet mogelijk. Steeds zullen bij het winnen van zand in zee voor compenserende maatregelen tijdelijk natuurwaarden verloren gaan. Dit is niet het doel van compensatie.
- Over compensatie op het land kunnen wel voorstellen worden gedaan maar deze worden als niet relevant beschouwd, omdat de schade die wordt aangericht aan het zeemilieu niet kan worden opgelost door op land natuurontwikkeling voor te schrijven.
- De werkelijke compensatie kan pas worden bepaald wanneer de inrichting van de zandwinning bekend is.

Afhankelijk van de uitgevoerde zandwinning is er misschien wel compensatie noodzakelijk (volgens het SGR of de Vogel- en Habitatrichtlijnen. De mogelijkheden hiervoor dienen in een uitvoeringsMER, of milieuonderzoek, worden aangegeven. Het is eventueel ook mogelijk om financiële compensatie toe te passen.

6 Leemtes in kennis

6.1 Inleiding

Veel kennis over de effecten van zandwinning is uit de praktijk of eerdere studies bekend. Aan de hand van deze bestaande kennis zijn de effectbeschrijvingen uit hoofdstuk 5 opgesteld. Echter, op een aantal punten is ook geconstateerd dat de huidige stand van zaken niet volstaat om de verwachte effecten in voldoende mate van detail te kunnen beantwoorden. In een aantal gevallen zijn aannames gemaakt over het te verwachten gedrag van de betreffende leemte(s). Dit heeft tot gevolg dat het oplossen van deze leemtes wellicht de in dit rapport gemaakte effectbeschrijvingen kan beïnvloeden. In dit hoofdstuk wordt een overzicht van deze leemtes gegeven. In deze paragraaf worden de leemtes beschreven aan de hand van de procesketen van winning tot gereed product (zie hoofdstuk 3). Eerst wordt echter ingegaan op een drietal algemene punten die betrekking hebben op de volledigheid van dit rapport.

6.2 Gemaakte aannames in dit rapport

Meteorologische condities

Bij de effectbeschrijvingen is uitgegaan van gemiddelde meteorologische condities. Dit betekent dat er geen uitspraken kunnen worden gedaan over de effecten tijdens of na zandwinning als gevolg van extreme stormcondities. De mogelijke gevolgen van extreme condities zijn:

- Een ontkoppeling van zoete en zoute waterlagen in de verticaal. Hierdoor kunnen zij verschillende stroomsnelheden aannemen, en verandert de hele circulatie in de Noordzee.
- Er kan meer vertroebeling optreden door de effecten van de storm dan er tijdens winning wordt veroorzaakt. In dit geval is niet de vertroebeling door de zandwinning, maar die door de storm bepalend voor de milieueffecten. Het gevolg hiervan is bijvoorbeeld dat er tijdens een storm meer vernietiging van bodemfauna plaatsvindt dan tijdens een zandwinning.

Een uitzondering moet worden gemaakt voor de gebruiksfunctie 'kustveiligheid'. Voor deze gebruiksfunctie is expliciet wél gekeken naar de extreme condities.

Integrale effecten op de waterbeweging

In het rapport is nauwelijks aandacht geschonken aan de invloed op de waterbeweging bij combinatie van verstoringen. Er is bijvoorbeeld een verhoogde kans van slibsedimentatie in een diep zandwingebied nabij de stortgebieden voor baggerspecie. Ook kan worden gedacht aan een lokale verdieping van de vaargeul direct voor de havenmonding: een verhoogd getijdebiet kan hiervan het gevolg zijn. Bij overdimensionering van de Euro-Maasgeul kan het onderhoudswerk in de geul, maar ook in de havenmonding en havens toenemen. Verondersteld wordt namelijk dat de vaargeul als een soort slibgeleider richting havenmonding en havens fungeert. Een kwantitatieve onderbouwing blijkt echter niet mogelijk, omdat vele factoren aan het

slibtransport en slibsedimentatie bijdragen. Wellicht kan worden aangetakt bij het onderzoek naar slibstromen, zoals dat binnen het kader van de Monitoring Alternatieve Loswallen (MAL) plaats vindt.

Ook dient rekening gehouden te worden met de gecombineerde effecten van eventueel toekomstige grootschalige zandwinning- en landaanwinning. Daarnaast is in dit rapport in het algemeen slechts gesproken over één wingebied, terwijl een verspreiding van wingebieden tot de mogelijkheden behoort.

Vraag zandmarkt

Of, wanneer en hoeveel beton- en metselzand gewonnen gaat worden, is afhankelijk van de actuele vraag op de zandmarkt. De markt voor beton- en metselzand is vrij constant. In dit rapport is uitgegaan van een evenredige verdeling van de totale hoeveelheid benodigd beton- en metselzand over 10 jaar.

6.3 Ligging van de winplaats- of zone

6.3.1 Ligging geschikte zandformaties

De belangrijkste leemtes in kennis betreffen de lokaties waar de voor het samenstellen van beton- en metselzand geschikte zanden zich bevinden en de omvang de beschikbare voorkomens. Als gevolg hiervan is het niet mogelijk geweest de exacte omvang, ligging en vorm van de winplaatsen van beton- en metselzand in het wingebied vast te stellen. Hierdoor hebben de milieueffectbeschrijvingen in dit rapport een algemeen karakter.

Monitoring

Zoals aangegeven in paragraaf 2.3.2 wordt er binnen verschillende kaders onderzoek uitgevoerd naar de ligging van formaties waarin zich mogelijk grof zand bevindt en de eventuele opbrengstpercentages hiervan.

6.3.2 Cultuurhistorische en aardkundige waarden

Het is momenteel niet duidelijk waar in het wingebied belangrijke cultuurhistorische en aardkundige waarden aanwezig zijn. Voor het Nederlands Noordzeegebied worden momenteel een archeologische en een aardkundige waarderingskaart opgesteld waaruit de kans op het aantreffen van belangrijke cultuurhistorische en aardkundige waarden valt af te lezen. Als deze kaarten gereed zijn zal met de daarin aangegeven waardevolle gebieden rekening gehouden moeten worden.

6.3.3 Visserij

Het is niet in grote mate van detail bekend waar wordt gevestigd en wat de omvang van de visserij is. Als gevolg hiervan zijn de effecten van de zandwinning voor de visserij niet goed te bepalen.

6.4 Transport naar de win- en verwerkingslocatie

Het is niet bekend of het geluidsniveau van een baggerschip tijdens het varen verschilt van dat tijdens het zuigbedrijf. Ook is niet bekend of bij diepere winning meer geluid wordt geproduceerd dan bij ondiepe winning. Daarnaast is niet bekend óf er een verschil is in geluidsniveau onder en boven water, en daarmee ook niet hoe groot dit verschil is. In het algemeen wordt aangenomen dat de geluidseffecten gering zijn, maar in feite is kennis over de geluidseffecten van de scheepvaart een leemte in kennis.

6.5 Winning van het zand

Bij de winning komt fijn zand en slib uit de zeebodem vrij en dit vertroebelt de waterkolom. Een gevolg daarvan is dat de waterkolom minder doorzichtig is. Dit heeft een nadelige invloed op onder andere de primaire produktie en de bodemfauna. De werking hiervan is nog niet voldoende bekend. Ook over de invloed van vertroebeling op de benthosgemeenschap en zichtjagende vogels is onvoldoende bekend. Daarnaast is te weinig bekend over de achtergrondtroebelheid, de omvang van de vertroebeling als gevolg van bijvoorbeeld visserij of stormen en de ruimtelijke verspreiding daarvan. Meer kwantitatieve informatie zal een betere effectbeschrijving tot gevolg hebben. Het bepalen van de effecten van vertroebeling en de doorvertaling hiervan op de ecologie is een belangrijke leemte in kennis.

6.6 De aanwezigheid van een winplaats- of zone na winning

In deze studie zijn verschillende varianten genoemd, waaronder het aftoppen van zandgolven zeewaarts van de doorgaande NAP -20 m dieptelijn, de winning in een wingebed zeewaarts van de doorgaande NAP -20 m dieptelijn en overdimensioneren van vaargeulen. Met name zandwinning in een diep zandwingebed zal leiden tot een wijziging van de fysische randvoorwaarden ter plaatse van een wingebed, waarmee in de situatie van de huidige ondiepe zandwinning (RON 2) geen rekening is gehouden. De fysische randvoorwaarden zijn onder meer bepalend voor het herstel van het bodemleven ter plaatse van het wingebed.

6.6.1 Fysische randvoorwaarden: diepe zandwinput

Na de winning komt sediment van gewijzigde samenstelling aan de oppervlakte. Zowel het sediment in de Formatie van Kreftenheye als de laag die daar boven op ligt, kan diverse stoffen bevatten die mogelijk effect kunnen hebben op de waterkwaliteit van de Noordzee. Of deze stoffen aanwezig zijn, om welke stoffen het dan gaat, en op welke wijze zij de waterkwaliteit beïnvloeden is niet bekend. In eerste instantie zal het herstel van de bodemfauna bepaald worden door de initiële samenstelling. Daarnaast zal sediment van afwijkende samenstelling ter plaatse van het wingebed kunnen sedimenteren. In het geval van een diepe winput is er een kans op sedimentatie van fijn sediment of slib. De omvang van sedimentatie en de samenstelling van het gesedimenteerde materiaal zijn mede bepalend voor het herstel.

Wat betreft de winning in een lokaal gebied is nauwelijks ervaring met zandwinning dieper dan de toegestane 2 m. In de Waddenzee zijn in het verleden enkele diepere zandwinningen uitgevoerd, maar de condities ter plaatse wijken te veel af om hierover uitspraken af te leiden voor het Noordzeegebied. Aan twee zandwingebeden voor de kust bij Ameland kunnen eveneens geen algemene uitspraken ontleend worden, aangezien deze in de actieve zone (landwaarts van NAP -10m) hebben plaats gevonden. Het enige relatief diepe zandwingebed is op dit moment de verdiepte loswal (zie figuur 4.7 uit hoofdstuk 4), met een totaal volume van ca. 5 Mm³, een diepte van 10 m en oppervlakte van ca. 1400 x 600 m². Gezien de onbekendheid met relatief grote verdiepingen is een fysische monitoring (bodemplugging, bodemsamenstelling, waterbeweging) van deze verdiepte loswal uitgevoerd in het najaar van 1999 (Boers, 2005).

Slibsedimentatie

Gebaseerd op de waarnemingen dat slibsedimentatie gering is in de huidige IJgeul en Euro-Maasgeul, is de kans op slibsedimentatie klein voor een

wingebied met geringe diepte (tot ca. 5 m). Slibsedimentatie in zandwingebieden met kleinere windiepte is minder waarschijnlijk, doch niet uitgesloten, bijvoorbeeld indien het wingebied zich in de nabijheid van slibbronnen zoals de loswallen bevindt. Een goed beeld van de kritische windiepte waarbij slibsedimentatie van belang kan worden ontbreekt echter, mede omdat naast locatie, onder andere de grootte van het winoppervlak, de vorm en oriëntatie van het wingebied een rol spelen.

Zuurstoftoevoer en herstel van het bodemleven

Afgezien van de sedimentsamenstelling is de zuurstoftoevoer een essentiële randvoorwaarde voor het bodemleven. Bij een diepe winput (met relatief beperkt oppervlak) zal de stroomsnelheid in de put flink afnemen. Tezamen met een eventuele versterking van verticale gelaagdheid (stratificatie) - vanwege een verminderde verticale menging - kan de zuurstoftoevoer naar het onderste deel van de waterkolom afnemen, mogelijk tot beneden een voor het bodemleven minimaal vereiste waarde. Stratificatie leidt tot de sterfte van de organismen in de put. Gebrek aan zuurstof kan ook de afbraakprocessen van organisch materiaal vertragen. Daardoor wordt waterstofsulfide (H₂S) gevormd. Opwerveling van dit giftige putwater tijdens stormen kan leiden tot sterfte van organismen in de omgeving van de put. Als gevolg hiervan verlengt de (re)kolonisatie periode van de winput.

Kustonderhoud

Als gevolg van de aanwezigheid van een wingebied zal het golfveld direct aan landwaartse zijde worden beïnvloed. Op langere termijn (decennia) kan dit in de kustnabije zone een lokale herverdeling van sediment tot gevolg hebben. Zicht op de omvang van de herverdeling, afhankelijk van locatie en omvang van het wingebied ontbreekt.

Rekolonisatie

Wat de ecologische aspecten van de aanwezigheid van een diepe put betreft kan worden opgemerkt dat er onvoldoende inzicht is in het proces van (re)kolonisatie.

6.6.2 Fysische randvoorwaarden: overdimensioneren Euro-Maasgeul

Onderhoud en toegankelijkheid Rotterdamse havens

Wanneer overdimensionering van de Euro-Maasgeul plaatsvindt, zal het stroombeeld ter plaatse van de geul wijzigen. Dit is in eerste instantie van belang voor de scheepvaart, aangezien het stroombeeld de toegankelijkheid van de haven van Rotterdam bepaalt. De waterbeweging voor de havenmonding is echter vrij complex als gevolg van stroomcontractie door aanwezigheid van de Maasvlakte en het Noorderhavenhoofd. Kennis over de waterbeweging in deze stroomcontractiezone is echter beperkt.

Slibtransport

Naast de waterbeweging wordt ook het slibtransport richting havens beïnvloed. Op kwalitatieve grond kan worden verwacht dat bij, met name, verdieping van de geul het slibtransport richting de havens en daarmee het onderhoudswerk toeneemt. Onduidelijk is de (relatieve) grootte van het effect. Een beter inzicht in dit effect is van belang voor de inschatting van onder andere het te verwachten baggeronderhoud.

"Kustrivier"

Een derde aspect van overdimensionering van de Euro-Maasgeul, is een mogelijke wijziging van de rivieruitstroom. Dit heeft effect op de

dichtheidsgedreven stromingen en de verticale stratificatie voor de Hollandse kust, die de breedte bepaalt van de kuststrook waarin het transport van slib en nutriënten zich concentreert. De laatstgenoemde strook langs de kust wordt ook wel de "kustrivier" genoemd. Kennis over de invloed van overdimensionering op de kustrivier is beperkt.

6.6.3 Lange termijn herstel bodemligging

Morfologische ontwikkeling

De morfologische ontwikkeling van een zandwinput is een belangrijke leemte in kennis. Het gaat hierbij om twee aspecten:

Door zandwinning wordt de bodemligging lokaal verlaagd. Kennis over het herstel van de bodemligging naar de oorspronkelijke morfologie is gering. Van de zandgolven is niet met zekerheid te zeggen of deze zullen herstellen na het aftoppen. Er is één voorbeeld bekend (Jansen, S.E.A., 1981), waar bij wijze van proef een zandgolf over een lengte van 1 km met ca. 1.5 m is verlaagd. Over een periode van 6 jaar werd geen aanwijzing gevonden voor een heropbouw, doch op langere tijdschaal werd deze niet uitgesloten. In geval van een wingebied wordt wel uitgegaan van een herstel in de richting van de oorspronkelijke bodemligging, maar zijn er tevens kwalitatieve aanwijzingen dat de bodem zich niet volledig naar de oorspronkelijke ligging hoeft aan te passen. Een blijvende verdieping of zelfs een tijdelijke groei van de verdieping lijkt eveneens mogelijk, afhankelijk van de vorm van het wingebied. Over een uiteindelijke evenwichtsligging afwijkend van een vlakke bodem is weinig bekend. Informatie daarover is van belang om in te schatten of de fysische randvoorwaarden blijvend veranderen.

Verder bestaat er onzekerheid in de tijdschaal waarop aanpassing van de bodemligging plaats vindt. Dit hangt in belangrijke mate samen met de onzekerheidsmarges (minimaal factor 2) in de (netto) zandtransporten voor de Nederlandse kust. De omvang van de uitbreiding van het oppervlak van een wingebied is van belang wanneer er kabels en leidingen in de nabijheid van het wingebied aanwezig zijn. Als gevolg van de onzekerheid in het transport is ook de omvang van de uitbreiding van het oppervlak van de winput (het morfologisch invloedsgebied) met deze onzekerheid omgeven.

6.7 Verwerking (zeven en ontzilting) van het zand

In deze stap van de procesketen van winning tot gereed product zijn geen leemtes in kennis vastgesteld die de in dit rapport gemaakte effectbeschrijvingen beïnvloeden.

6.8 De afzet van het gereed product en de bijproducten

In deze stap van de procesketen van winning tot gereed product zijn geen leemtes in kennis vastgesteld die de in dit rapport gemaakte effectbeschrijvingen beïnvloeden.

Literatuur

Achtergrondnota, 1996, "Achtergrondnota Toekomst voor water", Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-96.030. Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Rapport RIZA-96.0580

Allersma, E., Ribberink, J.S., 1992, "Zeezandwinning. Analyse van de morfologische effecten van zandwinning in de Euro-Maasgeul." Waterloopkundig Laboratorium, rapport H1258

Alphen, J.S.L.J. van, Damoiseaux, M. A., 1989, "A geomorphological Map of the Dutch shoreface and adjacent part of the continental shelf", Geologie en Mijnbouw 68: pp33-443

Baan, P.J.A., Menke, M.A., Boon, J.G., Bokhorst, M., Schobben, J.H.M., Haenen, C.P.L., 1998, "Risico Analyse Mariene Systemen (RAM), verstoring door menselijk gebruik", Waterloopkundig Laboratorium, Rapport T1660. Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee

Badloo, P., 1998, "Milieuvriendelijke zandwinning. Minimaliseren van de pluimvorming tijdens de zandwinning met een sleepopperzuiger. Deel 1."

Balson, P.S., Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., Paepe, R., Baeteman, C., 1991, "Ostend: sheet 52oN/02oE", Sea Bed Sediments and Holocene Geology, 1:250 000 series British Geological Survey, Geological Survey of The Netherlands & Belgian Geological Survey

Baptist, H.J.M., Witte, R.H., Wolf, P.A., 1997, "Harbour porpoise Phocoena phocoena monitoring on the Dutch sector of the North Sea", In Evans P.G.H., Parsons E.C.M & Clark S.L. (eds) European research on cetaceans - 11. Proceedings of the Eleventh Annual Conference of the European Cetacean Society, Stralsund, Germany 10 - 12 March 1997: 105 - 108. Kiel, Germany

Baveco, J.M., 1998, "Vissen in troebel water", RDD Aquatic Ecosystems, Groningen

Beheersplan Nat, 1998, "Beheersplan Nat t.b.v. Productbegroting 2000-2004", Rijkswaterstaat Directie Noordzee, concept versie 30-6-1998

Bergman, M.J.N., Lindeboom, H.J., Peet, G., Nelissen, P.H.M., Nijkamp, H., Leopold, M.F., 1991, "Beschermd gebied Noordzee", Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Rapport NIOZ-1991-3

Betonplatform, 1998, "beton-milieu-database"

Bijkerk, R., 1988, "Ontsnappen of begraven blijven", RDD Aquatic Ecosystems, Groningen

Bisseling, C.M., C.J.F.M. van Dam, A.C.Schippers, P.van der Wielen, W.Wiersinga, 2001 "Met de natuur in zee", Rapportage project "Ecosysteendoelen Noordzee", Kennisfase. Rapport Expertisecentrum LNV nr.48, Wageningen, 2001.ISSN 1568 – 1912.

Bokuniewicz, H.J. et al., 1978, "Field study of the mechanics of the placement of dredged material at open water deposal sites", Volume I and II, Department of Geology and Geophysics, Yale University technical report, D-78-7

Boer, T.A. de, 1996, "De effecten van waterrecreatie op de natuur in de Oosterschelder, Voordelta en Waddenzee, een literatuuronderzoek", IBN-DLO Wageningen, Rapport 207

Boers, M., 2005, "Effects of a deep sand extraction pit; Final report of the PUTMOR measurements at the Lowered Dump Site". Rijkswaterstaat, rapport RIKZ/2005.001.

Brasseur, S.M.J.M., Reijnders, P.J.H., 1994, "Invloed van diverse verstoringsbronnen op het gedrag en habitat gebruik van de gewone zeehonden: consequenties voor de inrichting van gebieden", IBN-DLO Wageningen, Rapport 113

Brink, B.J.E. ten, Colijn, F., 1990, "Ecologische ontwikkelingsrichtingen zoute wateren", Rijkswaterstaat Dienst Getijdenwateren, Werkdocument GWWS-90.009

Busschbach, H, Groenewoud, W., Zevenboom, W. , Smit, M., Lanter, R., 1998, "TNLI rapport: Interactie zeegebonden gebruik", Rijkswaterstaat Directie Noordzee

Cameron, T.D.J., Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1984, "Flemish Bight: sheet 52oN/02oE", Quaternary Geology, 1:250 000 series British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands

Cameron, T.D.J., Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1984, "Flemish Bight: sheet 52oN/02oE", Sea Bed Sediments and Holocene Geology, 1:250 000 series British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands

Cameron, T.D.J., Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1986, "Indefatigable: sheet 53oN/02oE", Quaternary Geology, 1:250 000 series British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands

Camphuysen C.J., 1993, "Scavenging seabirds behind fishing vessels in the northeast Atlantic, with emphasis on the southern North Sea", NIOZ-Report 1993-1. BEON Report 1993-20

Cattrijse, A., 1997, "Vissen in troebel water", Rijksuniversiteit Gent, Sektie Mariene Biologie

Cramer A., 1998, "MER Schelpenwinning ter onderbouwing van het landelijk beleid", Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-98.030

Dalfsen, J. van, 1999, "Ecologische effecten van grootschalige zandwinning", Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/AB-98.105x

Dalfsen, J.A. van, Essink, K., 1997, "Risk analysis of coastal nourishment techniques (riacon)", National evaluation report (The Netherlands), Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, report no. RIKZ-97.022

Demas, 1995, "Suspended solidsconcentration in dredging plumes. Final Report.", Demas bv. Dredging consultants, Gouda

Dobson, M.,C Frid, 1998, "Ecological Response to abiotic conditions in 'Ecology of Aquatic systems' ", Addison Wesley Longman limited 1998, Edinburgh Gate, Harlow, Essex CM202JE, England. ISBN 0 582298040

Daan, N., 2000, "De Noordzee visfauna en criteria voor het vbaststellen van doelsoorten voor het natuurbeleid". RIVO Rapport C031/00. 90 blz.

Duel, H., Heessen, H., Jak, R., Lanters, R., Leopold, M., Marchand, M., 1997, "GONZ (Graadmeter ontwikkeling Noordzee): toetsingkader voor het water-en natuurbeleid voor Noordzee.", Waterloopkundig Laboratorium, Delft ix, 128 pp.

DNZ, 1992, "Environmental Zoning of the Dutch Continental Shelf", Rijkswaterstaat Directie Noordzee, Report NZ-N-90.07

DNZ, 1998, "Startnotitie behorend bij het MER voor de winning van beton- en metselzand op de Noordzee", Rijkswaterstaat Directie Noordzee

DWW, 1996, "Energie-extensivering in de GWW-sector", Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouw, Rapport W-DWW-96-083

DWW, 1999, persoonlijke communicatie met J. Broers van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat

DZH, 1996, "Ontwikkelingen in de Westerschelde, prognose voor de komende 25 jaar", Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Nota AX-96.009/NWL96.4, Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ 96.006

DZL, 1998, "Milieu aspect studie, Baggerspeciéstort Westerschelde", Rijkswaterstaat Directie Zeeland

Ebbing, J.H.J., Frantsen, P.J., Nederlof, H.P., Laban, C., 1994, "Sheet Rabsbank", 1:100.000 series Geological Survey of The Netherlands

Essink, K.,1993, "Ecologische effecten van baggeren en storten in het Eems Dollard estuarium en waddenzee", Rijkswaterstaat Dienst Getijdenwateren, Rapport DGW-93-020

Frantsen, P.J., Zwanenburg-Nederlof, H.P., 1998, "Onderzoek voorkomen van de Formatie van Kreftenheye in de blokken Q13, Q14, Q16 en het aangrenzende deel van de blokken P12. P15, Q10. Q11. Onderzoek naar de winbare voorkomens beton- en metselzand zuidelijk deel NCP", TNO-NITG, Rapport TNO-NITG 98-101-B

Getijtafels, 1999, "Getijtafels voor Nederland", Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Sdu Uitgeverij Koninginnegracht

Gosselck, F., Lange, D., Michelchen, N., 1996, "Effects of the extraction of gravel and gravel sands from the coastal shelf of Meckelnburg-Vorpommern on

the Baltic sea ecosystem", Study on behalf of the Agency for Environment and Nature Mecklenburg-Vorpommern

Groenewold, A., van Scheppingen, Y.C.M., 1990, "De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Noord-Nederlandse kustzone 1989", Rijkswaterstaat Directie Noordzee en Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren en Stichting ter bevordering van de Nederlandse Oceanografie, MILZON rapport 90-01. p.1-24

Groot, S.J. de, 1986, "De winning van bodemmateriële", Visserij, jrg.39, nr.1 (1986), pp. 10-15

Harrison, D.J., Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1987, "Indefatigable sheet 53oN-02oE", Sea Bed Sediments and Holocene geology. 1:250 000 series British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands

Hartholt, J.G., 1998, "Abiotische gegevens van de Noordzee", Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-98.102x

Hoogeboom, B.P., Rotmensen, G., 1998, "De effecten van het storten van boorspecie in de Westerschelde. Deelstudie in het kader van de MER Boorspecie Westerscheldetunnel", Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-98.013

Hoogewoning, S.E.; Boers, M; 2001, "Fysische effecten van zeezandwinning", Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-2001.050

Holtmann, S.E.; Groenewold,A., Schrader,K.H.M.S., Asjes, J., Craeymeersch, J.A., Duineveld,G.C.A., Bostelen, A.J. van, & Meer,J.van der, 1996b. Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport,Public Works and Water Management, North sea Directorate, Rijswijk.

Houtkamp, F., Wetering, R. v.d., Cleton, D.A., 1999, "Geluidsproblematiek baggermaterieel", SIGHT adviesbureau, Rapportnummer HW80105.def

Hygum, B.,1993, "Environmental effects of gravel and sand suction. A literature study on the biological effects of raw material extraction in marine environments", DMU-Report no. 81 (The Danish Environmental Investigation Agency and the Danish National Forest and Nature Agency)

Implementatieplan, 1999, "Implementatieplan alternatieven winning beton- en metselzand. Fase 1. inventarisatie. Versie 08", Stuurgroep implementatieplan alternatieven winning beton- en metselzand

ICONA, 1992, "Noordzee atlas voor het Nederlands beheer en beleid", Stadsuitgeverij Amsterdam

Jansen, S.E.A., 1981. "Een analyse van het gedrag van zandgolven in een baggerproefvak gelegen op ca. 30 km uit de Nederlandse kust ter hoogte van Ter Heyde", Rijkswaterstaat Directie Noordzee, Rapport NZ-N 81.25 (S)

Jeffery, D.H., Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1988, "Silver Well: sheet 54oN/02oE", Sea bed sediments and Holocene Geology, 1:250.000 series British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands

Jeffery, D.H., Frantsen, P., Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1989, "Silver Well: sheet 54oN/02oE", Quaternary Geology, 1:250 000 series British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands

Jeffery, D.H., Graham, C., Wright, S., Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1990, "Dogger: sheet 55oN/02oE", Sea Bed Sediments and Holocene Geology, 1:250 000 series British Geological Survey, Geological Survey of The Netherlands

Jeffery, D.H., Laban, C., Mesdag, C.S., Schüttenhelm, R.T.E., 1991, "Dogger: sheet 55oN/02oE", Quaternary Geology, 1:250.000 series British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands

Kenny, A.J., Rees, H.L. ,1996, "The effects of marine gravels extraction on the macrobenthos: early post dredging recolonisation", Marine Pollution Bulletin, 28, 7., 442-447

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., Nohr, O.,1981. "Effect op suspended bottom material on growth and energetics *Mytilus edulis*", Mar.Biol.Ecol.61:283-288

Klein, M., 1999, "Large-scale pits. Hydrodynamical modelling of large-scale sandpits", afstudeerwerk Universiteit Delft, WL-rapport Z2615

Kok, J.M. de, Valk, C.de, Kester, J.H.Th.M. van, Goede, E. de en Uittenbogaard, R.E., 2001.

Salinity and temperature stratification in the Rhine plume. A model study. Estuarine, Coastal and Shelf Science 2001. in press

Kok, J. de, Lourens, J.M., 1991, "Fysische en ecotoxicologische aspecten van de verschillende stortalternatieven van Loswal Noord." Rijkswaterstaat Dienst Getijdenwateren, Werkdocument GWAO 91-10122

Koopmans, T.P.F. en M.W.I.M. van Heijst, 2003, "Koppeling van beton- en metselzandwinning met winning van suppletie- en ophoogzand" Rijkswaterstaat, Rapport DWW-2003-073.

Krause, J.C., Noordheim, H. van, Gosseck, F., 1996, "Effects of submarine gravel extraction on benthic fauna in the Baltic sea off Mecklenburg-Vorpommern", German journal of Hydrology, Supplement6, 189 - 199.

Kreeke, J. van de, en Hoogewoning, S.E., 1999, "Plan van aanpak fysische monitoring verdiepte loswal", Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-99.128X (concept)

Kuijper, E.V.L., 1997, "Veiligheid van de waterkeringen in relatie tot Maasvlakte2: Extreme golfklimaat", Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, werdocument RIKZ/AB-97.102X

Kuijper, E.V.L., 1997b, "Maasvlakte 2: De beïnvloeding van water-en zandbeweging langs de Nederlandse Kust", Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-97.010 (2e editie)

Kustbalans, 1996, "Kustbalans 1995. De tweede kustnota", Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Laban, C., Mesdag, C.S., 1996, "Oyster Grounds: sheet 54oN/04oE", Quaternary Geology, 1:250 000 series. Geological Survey of The Netherlands

Laban, C., Schüttenhelm, R.T.E., 1981. "Some new evidence on the origin of the Zeeland ridges", Holocene marine sedimentation in the North Sea basin. Special publication No. 5, International Association of Sedimentologists, pp. 239-245

Labeur, R.J., 1998, "Waterbeweging in Zandwingebieden t.b.v. Product K2000*ZW", Bureau Svasek, Rapport 98454/1081

Lavalaye, M.S.S., 1999, " GONZ rapport. Graadmeters van de Noordzee- Infaunal Trophic Index (ITI) van het macrobenthos en structuur macrobenthos gemeenschap (verhouding r-en K-strategen)", Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Texel

LBS, 1998, "Landelijke beleidsnota Schelpenwinning", Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Los, H., Boon, J., Tatman, S., Wijsman, J. en Winterwerp H., 2001. "Description & model representation of an artificial island & effects on transport and ecology", MARE, report WL I Delft Hydraulics 2001006 Z3030.10. Concept 31 July 2001.

Meene, J.W.H. van de, 1994, "The shoreface connected ridges along the central Dutch coast", Universiteit Utrecht, Proefschrift KNAG/Fac. Ruimtelijke wetenschappen

Meent, de, NITG-TNO, 1999, "Verkenning aanwezigheid beton- en metselzand in het Kreftenheye-Urk complex. Lokatieonderzoek Noordzee", in concept

Milieu-effectrapportage, 1994, "Besluiten voor een leefbaar Nederland. Handleiding", DHV Milieu en Infrastructuur BV i.s.m. Twijnstra Gudde Management Consultants, Amersfoort

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004, "Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee. Rijkswaterstaat", Directie Noordzee.

Minns, A.W., 2000. "Verspreiding van productiewater vanaf platforms in zee, Waterloopkundig Laboratorium, rapport Z3019, november 2000.

MER Loswal Noord, 1993, "Een nieuwe Loswal Noord voor het lossen van baggerspecie in zee? Milieu-effectrapport. Verplaatst of verdiept?" Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam

NBP, 1990, "Natuurbeleidsplan", Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, den Haag

NITG, 1997A, "De Formatie van Kreftenheye in P16, P17 en P18", Rapport NITG 97-245-B

NITG, 1997B, "Onderzoek voorkomen van Formatie van Kreftenheye in de blokken S2, S3, S5 en S6", Rapport NITG 97-161-B

NITG, 1998, "Aanvullende rapportage betreffende het voorkomen van Formatie van Kreftenheye in de Noordzee", Rapport NITG 98-101-B2

NW4, 1998, "Vierde Nota Waterhuishouding. Regeringsbeslissing", Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Peeters, J.G.H., Haas, H.A., Peperzak, L., 1991, "Eutrofiering, primaire productie en zuurstofhuishouding in de Noordzee", Rijkswaterstaat Dienst Getijdenwateren, Werkdocument GWHA-91.083

Piet, G.J., e.a., 1998, "De microverspreiding van de Nederalndse boomkorvisserij gedurende de periode van 01-01-1993 tot en met 31-12-1997, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, RIVO Rapport C032/98

Ponsioen, J., 1997, "Zeezandwinning. Baggertechnologie en ecologische effecten", Rijkswaterstaat Directie Noordzee / Universiteit Twente Civiele Technologie en Management

Provincie Zuid-Holland, 1997, "MER beton- en metselzandvoorziening: fase1"

Redeker, F.R., Kollen, J., 1983, "De vorm en vormverandering van zandgolven en megaribbels in proefgebied Goeree", Rijkswaterstaat Directie Noordzee, Rapport NZ-N-83.05

Richtlijnen, 1999, "Richtlijnen voor de inhoud van het milieu-effectrapport voor de winning van beton- en metselzand op de Noordzee", Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Rijn, L.C. van, 1993, "Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas", Aqua publications Amsterdam

Rijn, L.C. van, 1997, "Sediment transport and budget of the central coastal zone of Holland", Coastal Engineering

Rijn, L.C. van, Reniers, A., Zitman, T., Ribberink, J.S., 1995, "Yearly-averaged sand transport at the -20m and -8m NAP depth contours of the Jarkus-profiles 14, 40, 76 and 103", Delft Hydraulics, Rapport H1887

Rijsdijk, K.F., 1995, "Onderzoek voorkomens industriezand zuidelijke Noordzee. Detailonderzoek op de kam van een zandgolf in het blok S2", Rijksgeologische Dienst Haarlem, Rapport OP6533

Ruijter, W.P.M. de, Giessen, A. van der, Groenendijk, F.C., 1992, "Current and density structure in the Netherlands coastal zone." Uit: Dynamics and exchanges in Estuaries and the Coastal zone, 1992; D. Prandle ed.

RON/MER, 1993, "Regionaal ontgrondingenplan Noordzee/Milieu-effect rapport", Rijkswaterstaat Directie Noordzee

RWS, 1988, "Handboek zandsuppleties", W.D. Meinema BV. Uitgave Waltman 1988, pp. 310

Salden, R.M., 1998, "Een model voor het transport van slib in de Nederlandse kustzone.", Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-98.119X

Salden, R.M., Mulder, H.P.J., 1996, "De slibbalans voor de Nederlandse kustwateren onder invloed van slibonttrekking als gevolg van strengere kwaliteitstoetsing van baggerspecie", Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-96.116x

Stam, J.M.T., 1999, "Zandverlies op diep water aan de Hollandse kust", Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-99.006

Stam, J.M.T., 1999, Persoonlijke communicatie

Steinen, E.W.M., Brenninkmeijer, A., 1994, "De Grote stern: voedselsamenstelling. Troebeling en telemetric", DLO-Instituut voor Bos en Natuuronderzoek

Stichting Zand, 1999, persoonlijke communicatie met G. van Solkema

Suijlen, J.M and R.N.M. Duin, 2001. Variability of total suspended matter concentrations in the upper layer of the Dutch coastal zone in the North Sea. Working document RIKZ/OS/2001.150x.

SGR, 1993, "Structuurschema Groene Ruimte, deel 3; Kabinetsstandpunt", Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Ministerie van VROM

Svasek, b.v., 2001. "PUTMOR, field measurements at a temporary sand pit, part 2: data analysis. Report 01244/1177, June 2001.

Terwindt, J.H.J., 1971. "Sand waves in the southern bight of the North Sea," **Marine geology, 10. 1971**. No. 1

Tobias, F.C., 1989, "Morphology of sandwaves in relation to current, sediment and wave data along the Eurogeul, North Sea." Rijksuniversiteit Utrecht Report, no.: Geopro 1989.01

TNO, 1999, "Kader voor ruimtelijk beheer op de Noordzee. Systematische benadering van ruimtelijke beheersproblemen op de Noordzee", TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, TNO Infrastructuur, Transport en Regionale Ontwikkeling

Van der Veer et al, 1985, "Effects of extraction of marine sediments on fisheries", In: ICES Cooperative Research. Report no.182. Copenhagen 1992

Van Heijst, M.W.I.M. (ed), 2004, "Beton- en metselzand uit de Noordzee?; Eindrapport van de PIA Subwerkgroep Zeezand Resultaten van de haalbaarheidsstudie naar beton- en metselzandwinning voor de Hollandse en Zeeuwse Kust". Rijkswaterstaat. Rapport DWW-2004-001.

Vliet, F.W.J. van, 1997, "Verspreiding Boorspecie Westerscheldetunnel bij storten in de Westerschelde", Delft Hydraulics/Waterloopkundig Laboratorium, Rapport J1441

VBKO, 1999, persoonlijke communicatie met H. Bijnsdorp van de Vereniging van waterbouwers in Bagger-, Kust- en Overwerken

Walstra et al., 1998, "Sand transport at the middle and lower shoreface of the Dutch coast.", Waterloopkundig Laboratorium, Rapport Z2378

Witte, R.H., Baptist, H.J.M., Bot, P.V.M., 1998, "Increase of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Dutch sector of the North Sea", *Lutra* 40:33-40

Worp, R. van der (red.), 1999, "Integrale Projectnota Landaanwinning, Samenwerkingsverband Maasvlakte2 Varianten;
Bijlage kust en Zee (red. Douwe Dillingh), oktober 1999

Worp, R. van der (red.), 1999, "Integrale Projectnota Landaanwinning zandwinning", Samenwerkingsverband Maasvlakte2 Varianten,
Bijlage Zandwinning (red. G. Berger), december 1999

Begrippen- en afkortingenlijst

.....

Begrippenlijst

AMOEBE	Presentatietechniek om de veranderingen in zowel de mate van biologische processen als de aantallen van doelvariabelen in het zee ecosysteem te presenteren
Aardkundige waarden	Geomorfologische of geologische verschijnselen die bijzondere bescherming verdienen omdat ze kenmerkend zijn voor de ontstaanswijze van een gebied
Autonome ontwikkeling	De natuurlijke ontwikkeling van het studiegebied die plaatsvindt zonder dat er beton- en metselzand wordt gewonnen
Alternatief	Wijze waarop de voorgenomen activiteit wordt uitgevoerd
Basiskustlijn	De kustlijnligging van 1990
Basispeil	Waterstand die één maal in de 10.000 jaar wordt bereikt of overschreden
Besluit milieu-effect rapportage (1994)	Een wettelijk geregelde procedure van milieu-effectrapportage. Een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een milieu-effectrapport (MER) en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de activiteit
Betonzand	Term die gebruikt wordt door zandwinners en de Bouwsector. Het bestaat uit korrels van 0 tot 8 mm. Gangbaar betonzand heeft een cumulatieve zeefrest van 28-30% op de zeef van 1 millimeter, 88-92% op de zeef van 250 µm en 100% op de zeef van 125 µm
Beton- en metselzand	Zand toegepast in betonmortel, betonwaren en metselspecie
Beun	Laadruim van een zandwinschip
Biomassa	Gewicht van levend materiaal
Broedval	Moment waarop larvale schelpdieren zich op de bodem vestigen
Boomkorvisserij	Visserij op platvis met een horizontaal opengehouden net, voorzien van over de bodem slepende kettingen
Booster(station)	Tussentijds opjaagstation
Bouwstenen	Onderdelen van de procesketen van de winning van zand en een aantal andere aspecten van de zandwinning die gezamenlijk de milieu-effecten van de zandwinning bepalen
Bovenliggend zandpakket	Laag zand die boven op de Formatie van Kreftenheye ligt
Bijproduct	Zand dat overblijft na het samenstellen van het beton- en metselzand uit het gewonnen grof zand
Compenserende maatregelen	Maatregelen die naast de mitigerende maatregelen worden voorgesteld om de resterende negatieve milieueffecten van bepaalde ingrepen van de voorgenomen activiteit te compenseren met positieve ontwikkelingen op een andere plaats
Consessie	Vergunning tot ontginning van gronden, bijvoorbeeld ten behoeve van olie- of gaswinning
Consolidatie van slib	Proces waarbij de dichtheid van het bodemsediment toeneemt evenals de weerstand tegen erosie
Copepoda	Kleine kreeftachtigen (<2 mm) die tot het zoöplankton en het benthos behoren: onderdeel van het meiofauna
Criterium	Meetbare eenheid aan de hand waarvan de effecten van zandwinning worden getoetst
Crustacea	Kreeftachtigen
Cultuurhistorische waarden	Gebieden of objecten die van cultuurhistorisch (archeologisch, historisch-geografisch, historisch bouwkundig) belang zijn
Demersaal	Bodemgebonden

Detritus	Organisch materiaal van biologische oorsprong met een primaire korreldiameter < 63 μ
Doorgaande –20m dieptelijn	Schematische weergave van de –20 m dieptelijn
Dynamic positioning	Een besturingssysteem voor schepen, waarbij door koppeling van een satellietnavigatiesysteem met de aandrijving van het schip, het schip uiterst nauwkeurig naar een aangeven positie kan manoeuvreren en op die positie kan blijven liggen
Ecosysteem	Een duidelijk onderscheidbare ruimte (bv. bos, duinen, rivier, of zee) mét de daarin thuishorende planten en dieren en hun onderliggende relaties
Emissie	Uitstoot van stoffen naar lucht of water
Epifauna	Op de bodem levende bodemdieren
Estuarium	Het overgangsgebied tussen rivier en zee, waarin de getij-invloed merkbaar is; in een estuarium verandert het water geleidelijk van zoet naar zout
Filterfeeders	Zeedieren die zich voeden door kleine organismen als het ware uit het water te filteren
Formatie	Aardlaag die onder bepaalde omstandigheden is afzet en daardoor bepaalde kenmerken vertoont met betrekking tot samenstelling of verbreiding
Formatie van Kreftenheye	Geologische aardlaag waarin zich mogelijk grofzandvoorkomens aanwezig zijn die geschikt zijn om beton- en metselzand mee samen te stellen
Fourageren	Voedsel verzamelen
Getijdenbekken	Bekken dat met het getij vol of leegloopt; in een getijdenbekken is in beginsel geen invloed van een rivier; wanneer in een getijdenbekken ook een rivier uitstroomt dan wordt gesproken van een estuarium
Getijdengebied	Een kust- of 'zeearm-' landschap, waarin natuurlijke processen ongestoord kunnen plaatsvinden en getijdenbeweging de vorming van slikken, platen en schorren veroorzaakt
Getijslag	Verschil tussen hoog- en laagwaterstand
Habitat	Leefgemeenschap
Habitatrichtlijn	Handvest waarin gebieden zijn aangewezen die bescherming genieten wegens de aanwezigheid van zeldzame habitats
Hopper	Laadruim van een zandwinschip
Industriezand	Zand dat wordt gewonnen op de Noordzeebodem en wordt toegepast in de industrie (beton- en metselzand)
Infauna	In de bodem levende bodemdieren
Juveniel	Jong
Kustzone	Zee en strand oostwaarts van de doorgaande -20m dieptelijn
Kustrivier	Strook evenwijdig lopend aan de kust waarin het transport van nutriënten en zwevende stoffen geconcentreerd is
Kwetsbare gebieden	Gebieden in de Noordzee met specifieke ecologische waarden die belangrijke voortplantings- en groeigebieden zijn voor diverse ecologische groepen
Loswal	Lokatie in zee waar baggerspecie mag worden gestort
Macrobenthos	Bodemdieren groter dan 1 mm
Meest milieuvriendelijk alternatief (mma)	Het alternatief dat naar verwachting de geringste milieueffecten zal hebben
Meiofauna	Kleine dieren die in de bodem zitten (< 1 mm)
Milieueffect Rapport	Een rapport waarin de resultaten worden neergelegd van het onderzoek naar de milieu effecten van een voorgenomen activiteit en van redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven daarvoor
Mitigerende maatregelen	Maatregelen die worden voorgesteld om de negatieve effecten van bepaalde ingrepen van de voorgenomen activiteit te beperken
Morfologie	Toestandsbeschrijving van de bodemligging

Nabije kustzone	Zee en strand oostwaarts van de doorgaande –10 m dieptelijn
Nematoda	Zeer kleine rondwormen: in de Noordzee kwantitatief een van de belangrijkste diergroepen; onderdeel van het meiofauna
Nulalternatief	Het alternatief waarbij het beton- en metselzand niet in de Noordzee maar elders (op land) gewonnen wordt
Offshore	In zee, buitengaats
Onderzuigen	Zandwinningstechniek waarbij zand vanónder de zeebodem weg wordt gezogen
Ontzilten	Het spoelen van zeezand met brak of zoet water teneinde het zoutgehalte, door verdringing van het tussen de zandkorrels aanwezige zoute water, te verlagen
Opbrengstpercentage	Percentage grofzandvoorkomens in een bodemlaag
Ophoogzand	Zand dat wordt gewonnen van de Noordzeebodem en wordt toegepast om op het vastland land op te hogen
Oppervlakedelfstoffen	Delfstoffen die voorkomen in de bodem (zowel land- als waterbodems) en die kunnen worden gewonnen zonder dat ondergrondse mijnbouw nodig is
Overvloei	Een mengsel van water met sediment (zand en slib) dat terugvloeit in zee tijdens het laden van zand van het gewonnen materiaal in een schip
Pelagisch	In de waterkolom/fase levend
Polychaeta	Gesegmenteerde wormen, in bezit van vele borstels
Porositeit	Deel van het sedimentvolume dat niet wordt ingenomen door vaste stof
Primaire grondstoffen	Grondstoffen die als zodanig in de natuur voorkomen. Alle oppervlakedelfstoffen zijn primaire grondstoffen. In een aantal gevallen is (enige) bewerking nodig voordat Oppervlakedelfstoffen kunnen worden toegepast als grondstof
Primaire productie	Het vastleggen van koolstof in de algenbiomassa
Primaire ontgroning	Ontgroning die direct gericht is op het winnen van oppervlakedelfstoffen
Procesketen	Stappen in het productieproces die doorlopen moeten worden om het gewonnen zand gereed te maken voor beton- en metselzand
Reguliere zandwinning	Zandwinning met een oppervlak van minder dan 500 hectare die, afhankelijk van de situatie op de markt, met enige regelmaat plaatsvindt
Richtlijnen	Document waarin aanwijzingen zijn vastgelegd die bedoeld zijn om specifiek richting te geven aan de inhoud van een op te stellen milieu-effectrapport
Scenario	Omvang van de opbrengst van de winning van beton- en metselzand (10. 20 of 40 miljoen ton)
Secundaire ontgroning	Ontgroning die niet gericht is op het winnen van oppervlakedelfstoffen, maar waar wel oppervlakedelfstoffen bij vrijkomen
Startnotitie	Document waarin het 'wat', 'waar' en 'waarom' van een m.e.r.-plichtige voorgenomen activiteit wordt aangegeven. Vormt het eerste onderdeel van de m.e.r.-procedure.
Stratificatie	Verticale gelaagdheid
Stroomcontractie	Lokale toename van de afvoer van water
Stroomverlammingskuil	Een verdieping van 40 m van de Euro-Maasgeul. Dit betreft één van de potentiële winlokaties voor zand die wordt bestudeerd in het kader van de eventuele aanleg van een tweede Maasvlakte
Studiegebied	Het gebied waar de effecten van de winning en verwerking van beton- en metselzand zijn te verwachten
Suppletie	Kunstmatige aanvulling van het zand in een kustvak door toevoeging van buiten het kustvak afkomstig zand

Suppletiezand	Zand dat wordt gewonnen van de Noordzeebodem en wordt toegepast voor kustonderhoud
Trofische structuur	Voedselketen
Varianten	Wijze om een bouwsteen in te vullen
Vogelrichtlijn	Handvest waarin gebieden zijn aangewezen die bescherming genieten wegens de aanwezigheid van bepaalde soorten (beschermde) vogels
Vooroever	Deel van de kustzone, grofweg van –20 m NAP tot de 1 km grens met het land
Winlocatie	Plaats die bestemd is voor de winning van stoffen door ontgroning
Winningsvergunning	Vergunning op basis van de Ontgrondingenwet, afgegeven door het bevoegd gezag
Zand	Grondstof die volgens de geologische definitie de fractie klastische deeltjes omvat met een diameter van 63 µm tot 2000 µm
Wingebied	Het gebied waar zich de meest kansrijke voorkomens van grof zand dicht onder de kust bevinden
Zichtjagers	Vissen en vogels die afhankelijk zijn van de hoeveelheid licht en de helderheid van het water om prooidieren te lokaliseren en te herkennen

Afkortingenlijst

µm	Micrometer (0.001 millimeter)
AWB	Algemene Wet Bestuursrecht
BaP	Benzoapyreen, organische microverontreiniging
CO ₂	Koolstofdioxide
D10/20/40	Doorzicht alternatief, opbrengst 10/20/40 miljoen ton
D50	Mediaanwaarde, die korrelgrootte waarbij 50% van het gewicht van de zandfractie grover en 50% van het gewicht van de zandfractie fijner is
DNZ	Rijkswaterstaat directie Noordzee
E10/20/40	Economisch alternatief, opbrengst 10/20/40 miljoen ton
EEZ	Exclusieve Economische Zone
EHS	Ecologische Hoofdstructuur
Flu	Fluorantheen, organische microverontreiniging
GHW	Gemiddeld Hoog Water
GLW	Gemiddeld Laag water
GONZ	Graameter Ontwikkeling Noordzee
H10/20/40	Habitat alternatief, opbrengst 10/20/40 miljoen ton
IMO	International Maritime Organization
IPO	Interprovinciaal Overleg
K10/20/40	Kustontwikkelingsalternatief, opbrengst 10/20/40 miljoen ton
LCCO	Landelijke Coördinatiecommissie Ontgrondingen
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
LLWS	Laag laag water spring. Gemiddelde over een periode van 4 jaar van het laagste opgetreden springlaagwater van elke maand. Waterpeil dat in het wingebied van dit MER ongeveer 75 cm onder NAP ligt
m.e.r.	Besluit milieu-effect rapportage (1994)
MAL	Monitoring Alternatieve Loswallen
MER	Milieu Effect Rapport
MMA	Meest Milieuvriendelijk Alternatief
NBP	Natuurbeleidsplan
NCP	Nederlands deel van het Continentaal Plat. Zeebodemoppervlak zeewaarts van de 12 mijls zone (22 km) gemeten vanaf de laagwaterlijn
NEN	Norm van het Nederlands Normalisatie Instituut
NEVRIP	Nederlandse Vereniging van Regionale Industriezandproducenten

NITG-TNO	Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO (voorheen Rijks Geologische Dienst)
NOX	Stikstofoxide(n)
NW4	Vierde Nota Waterhuishouding
NZMC	Noordzee Ministers Conferentie
OSPAR	Internationaal verdrag
OW	Ontgrondingenwet
PAK	Polyaromatische Koolwaterstof
PCB	Polychloorbifenyyl
PKB	Planologische Kernbeslissing
RON	Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee (1993)
RON/MER	Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee gecombineerd met de MER (1993)
RON2	Tweede Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee (2004)
RIKZ	Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee
RRO	Rijksreglement Ontgrondingen
RWS	Rijkswaterstaat
RWS-HK	Het hoofdkantoor van Rijkswaterstaat
SGR	Structuurschema Groene Ruimte
SOD	Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen (1996), Planologische Kernbeslissing deel 1 t/m 4
TBT	Tributyltin, organische microverontreiniging
V&W	Het ministerie van Verkeer en Waterstaat
VROM	Het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne
W20/40	Werk-met-werk alternatief, opbrengst 20/40 miljoen ton
WBR	Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken
WM	Wet Milieubeheer
WSP	Watersysteem Plan
WVO	Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren

Appendix A: Geologie

De belangrijkste formaties uit de periode vanaf het Saalien worden hieronder beschreven. De in de beschrijving genoemde sedimentsamenstelling en dikten gelden voor het gebied ten westen van Nederland.

Holocene formaties:

Banjaard Formatie

Periode: Laat-Atlanticum tot heden (vanaf ca. 6000 jaar geleden) In deze formatie worden twee

members onderscheiden die lateraal in elkaar overgaan. Ze bestaan uit zandige en siltige

ebgetijdedelta-afzettingen afkomstig uit het kustgebied.

Raan Member

- Grijs tot lichtgrijs, matig fijn tot zeer grof (met D50 waarden van 150 - 420 μm) zand met kleilagen en -laminae en soms silthoudend. De dikte varieert van kleiner dan 1 m tot groter dan 15 m.

- *Hompels Member*

Grijs, zeer fijn tot matig fijn (met D50 waarden van 110 - 150 μm) slibhoudend zand met kleilaagjes. De dikte varieert van kleiner dan 1 m tot groter dan 5 m.

Buitenbanken Formatie

Periode: Boreaal tot Vroeg-Atlanticum (ca. 9000 - 7000 jaar geleden)

Bruingeel, matig fijn tot uiterst grof (met D50 waarden van 180 - 600 μm)

zand, vaak grindhoudend. De dikte varieert van kleiner dan 1 m tot groter dan 8 m.

Elbow Formatie

Periode: Preboreaal tot Atlanticum (ca. 10.000 - 5000 jaar geleden)

Grijze tot lichtgrijze klei gelamineerd met matig fijn, slibhoudend zand of uiterst fijn tot zeer grof (met D50 waarden van 90 - 420 μm) zand (slibhoudend) met kleilagen en kleilaagjes. De sedimenten zijn afgezet in een wadden- of ebgetijdedelta-omgeving.

De dikte varieert van kleiner dan 1 m tot groter dan 8 m.

Pleistocene formaties:

Twente Formatie

Periode: Vroeg- tot Laat-Weichselien

Goed gesorteerd, fijnkorrelig periglaciaal zand met wat siltinschakelingen en een dikte tot meer dan een meter.

Bruine Bank Formatie

Periode: Laat-Eemien tot Vroeg-Weichselien:

Klei met plaatselijk enig fijn grind en weinig schelpresten. Dikte tot ca. 2 m.

Formatie van Kreftenheye

Periode: Laat-Saalien tot Laat-Weichselien

Voornamelijk matig tot zeer grof (maar met D50 waarden van 180 - 800 μm), grind, schelpen en houtresten bevattend zand.

Het is een fluviatiele afzetting van de rivieren Rijn en Maas. De dikte varieert van kleiner dan 1 m tot groter dan 9 m.

Eem Formatie

Periode: Eemien

Grijs, zeer fijn tot uiterst grof (met D50 waarden van 110 - 600 μm), licht tot sterk grind- en schelphoudend zand met plaatselijk kleilaagjes. Een belangrijk grindbestanddeel vormt vuursteen.

De formatie is een fluviatiele, estuariene of kustnabije mariene afzetting. De dikte varieert van kleiner dan 1 m tot groter dan 6 m.

Bligh Bank Formatie

Periode: Atlanticum tot heden (vanaf ca. 8000 jaar geleden)

Voornameijk geelbruin, matig fijn tot uiterst grof zand (met D50 waarden van 150 tot 1000 μm) zand met hier en daar kleilaagjes en grindbandjes. De dikte varieert van kleiner dan 1 m tot groter dan 10 m. Het is een open mariene afzetting die zijn grootste dikte in de zandbanken en zandgolven bereikt.

Appendix B: Korrelgrootteverdelingen

In deze appendix worden de korrelgrootteverdelingen voor beton- en metselzand gegeven. Deze zijn beoordeeld en geaccordeerd door de landelijke industriezandproducenten verenigd in de Stichting Zand, alsmede de regionale industriezandproducenten van de Nederlandse Vereniging van Regionale Industriezandproducten (NEVRIP). Opgemerkt dient te worden, dat het voorbeelden van zanden betreft. Daarnaast dient de kanttekening te worden gemaakt, dat de definities die door producenten en gebruikers van industriezand worden gehanteerd afwijken van de geologische definities van zand (en grind) (Stichting Zand, 1999).

Betonzand

Betonzand is zand waarvan de grootte gemiddeld in het midden ligt van korrelgroep 0-4, zoals deze in NEN 5905, (1997) is weergegeven. De korrels van dit zand zijn verdeeld tussen de 0 en 8 mm en van alle zandfracties zijn korrels aanwezig.

Tabel B.1 Voorbeeld van een uitwerking van een zeefanalyse van een gemiddeld betonzand "30-90". Afwijkingen van enkele procenten zijn in de praktijk toelaatbaar.

Zandfractie in mm	Maatgevende zeef in mm	Zeefrest in grammen (*1)	Cumulatieve zeefrest in grammen	Cumulatieve zeefrest in %	Eisen NEN 5905, zand 0 - 4
> 8	8	0	0	0	0
4 - 8	4	120	120	12	1 - 15
2 - 4	2	100	220	22	-
1 - 2	1	80	300	30 (*2)	15 - 70
0.5 - 1	0.5 (*3)	300	600	60	-
0.25 - 0.5	0.25	300	900	90 (*2)	80 - 100
0.125 - 0.25	0.125	90	990	99	
dichte bak - 0.125	bak	10	1000	100	
		totaal: 1000 g			

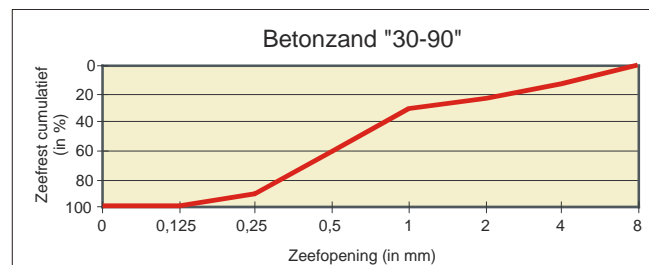
(*1) Zeefrest: Korrels tussen een bepaalde zeefmaat waarop deze zijn blijven liggen en de eerstvolgende grotere zeefmaat.

(*2) In de praktijk gebruikte codering om de kwaliteit van betonzand aan te duiden, hier '30-90'. Interpretatie: Bij hogere getallen wordt het zand grover, bij lagere fijner. Neemt alleen het tweede getal toe, dan heeft het zand dus minder fijne fracties.

(*3) 0.5mm wordt ook aangemerkt als 500micron of 500 μm .

Figuur B.1.

Betonzand "30-90"



Metselzand

In de praktijk blijken twee typen metselzand te worden toegepast: Zanden die in de geprefabriceerde metselmortels worden verwerkt, en

'gewoon' metselzand dat in de bouwplaats in allerlei toepassingen wordt verwerkt.

Metselzand dat wordt verwerkt in geprefabriceerde metselmortels is zand met een korrelverdeling zodanig dat de 1 mm zeefrest aan de fijne kant van NEN3835, (1991), ligt, en de 250 µm zeefrest met name aan de grove kant. De korrels van dit zand zijn verdeeld tussen de 0 en 4 mm en van alle zandfracties zijn korrels aanwezig.

Metselzand dat wordt gebruikt in overige toepassingen op de bouwplaats is zand met een korrelverdeling zodanig dat deze voldoet aan NEN 3835, (1991), of klantenwensen in afwijking van NEN3835. Ook bij dit zand geldt dat de korrels zijn verdeeld tussen de 0 en 4 mm en dat van alle zandfracties korrels aanwezig zijn.

Tabel B.1 Voorbeeld van een uitwerking van een zeefanalyse van metselzand "19-91" en metselzand "10-80" voor overige toepassingen. Afwijkingen van enkele procenten zijn in de praktijk toelaatbaar.

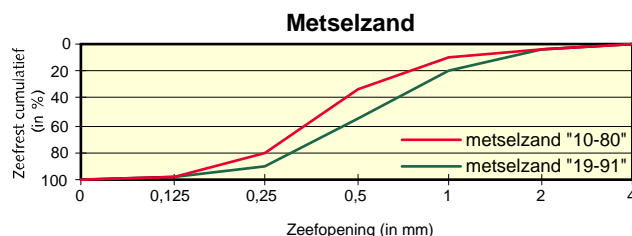
Zandfractie in mm	Maatgevende zeef in mm	Cumulatieve zeefrest in % voor 19-91	Cumulatieve zeefrest in % voor 10-80	Eisen NEN 3835
> 4	4	0	0	≤10
2 - 4	2	4	4	≤ 30
1 - 2	1	19 (*1)	10 (*2)	5 - 45
0.5 - 1	0.5	55	34	20 - 70
0.25 - 0.5	0.25	91 (*1)	80 (*2)	60 - 90
0.125 - 0.25	0.125	99	99	≥ 85
dichte bak - 0.125	bak	100	100	≥ 98

(*1) In de praktijk gebruikte codering om de kwaliteit van betonzand aan te duiden, hier '19-91'.

(*2) In de praktijk gebruikte codering om de kwaliteit van betonzand aan te duiden, hier '10-80'.

Figuur B.2.

Metselzand



Standaard beton- en metselzand

Voor het standaard betonzand en het standaard metselzand genoemd in paragraaf 4.4 zijn de volgende korrelgrootteverdelingen van toepassing:

Tabel B.3 Korrelgrootteverdelingen standaard beton-en metselzand.

Zandfractie in mm	Maatgevende zeef in mm	Cumulatieve zeefrest in % voor standaard betonzand	Cumulatieve zeefrest in % voor standaard metselzand
> 4	4	2-10	0
2 - 4	2	14-23	5-7
1 - 2	1	25-35	16-25
0.5 - 1	0.5	55-65	46-57
0.25 - 0.5	0.25	85-95	85-90
0.125 - 0.25	0.125	98-100	94-100
dichte bak - 0.125	bak	100	99-100

Appendix C: Overige milieueffecten

Milieueffecten scheepvaart

In deze appendix worden sleephopperzuigers in de drie klassen 'groot', 'gemiddeld' en 'klein' onderscheiden. Deze hoppers hebben de volgende karakteristieken:

Tabel C.1 Karakteristieken sleephopperzuigers

Omvang	Beuninhoud in m ³	Vermogen in kW	
		Voortstuwing	Totaal baggerbedrijf
groot	18.000	14.000	22.500
gemiddeld	10.300	10.300	15.000
klein	3.900	4.000	5.000

De cijfers die hierna worden gepresenteerd komen wat betreft emissies en brandstofverbruik voor een sleephopper en stationaire zuiger overeen. Voor het geluid niet want sleep- en steekhoppers zijn zeewaardig en er dus op gebouwd, stationaire zuigers niet.

Emissies

De eerste soort emissies zijn die aan de lucht door de uitstoot van uitlaatsgassen. Het gaat hierbij om PAK's (polyaromatische koolwaterstoffen), PCB's (polychloorbifenylen) en NOX (stikstofoxide(n)). Voor het NOX wordt aangenomen dat 40% via atmosferische depositie in zee terecht komt, voor de PAK's en PCB's wordt verondersteld dat deze volledig in het zeewater neerslaan. Daarnaast zijn er emissies die direct in het water terecht komen. Deze logen uit aangroeiwerende verven en verf ter voorkoming van corrosie die op de scheepswand aanwezig zijn. Tot slot wordt door de schepen ballast- en afvalwater geloosd waarin olie en andere stoffen aanwezig is. In tabel C.2 wordt de gemiddelde emissie van eutrofiërende stoffen en microverontreinigingen door het varen per schip op de Noordzee gegeven.

Tabel C.2 Gemiddelde emissie van eutrofiërende stoffen en microverontreinigingen door het varen per schip op de Noordzee

Emissiewijze	Stof	Gemiddelde emissie op de Noordzee (g/km)	Emissie op de Noordzee (ton/jaar)
Naar lucht	NOX	730	14.000
Direct in Water	koper	1.5	29
	zink	0.7	13
	tributyltin (TBT)	0.6	11
Afval- en Ballastwater	olie	1500	28.500
	benzoapyreen (BaP)	0.025	0.5
	fluoranthaan (Flu)	0.15	2.9

Bron: (Baan et al., 1998)

De uitstoot van emissies is afhankelijk van de fase van het winproces waarin het baggerschip zich bevindt. In tabel C.3 is de uitstoot van NOX gegeven voor de drie verschillende klassen van sleephoppers. In deze tabel zijn de waarden van de emissies bepaald per gevaren kilometer. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze voor twee verschillende snelheden gelden: Het vermogen van een varend schip (snelheid 15 knoop, ongeveer 27,5 km/h) en het vermogen tijdens het zuigbedrijf

(4 knoop, ongeveer 7,5 km/h). Het snelheidsverschil tussen vol- en leegvaren is dermate klein, dat met één waarde voor de emissies kan worden gewerkt.

Tabel C.3 Uitstoot van NOX voor de drie verschillende klassen van sleehoppers

Omvang	Uitstoot NOX	Emissie NOX m ³ /km	
		Vol- en laagvaren (15 kn)	Zuigbedrijf (4 kn)
groot	11.8 g/kWh	3.7	22.4
gemiddeld	onbekend	2.4 (geschat)	14 (geschat)
klein	9,9 g/kWh	0.9	4,2

Bron: (VBKO, 1999)

De gegevens in de tabel vormen de gemiddelde uitstoot voor winning tussen de 5 en 25 meter diepte. In het algemeen heeft diepe winning een grotere uitstoot tot gevolg dan ondiepe winning, maar de hoeveelheden wijken nauwelijks van de gemiddelden af. Gegevens over de uitstoot voor winningen dieper dan 25 m zijn niet bekend. De verwachting is, dat ook in dit geval de gemiddelde waarden kunnen worden gehanteerd.

Om de emissies te beperken worden de algemeen geldende voorzieningen voor de scheepsbouw toegepast.

Brandstofverbruik

Tabel C.4. Brandstofverbruik voor de drie verschillende klassen van sleehoppers

Het brandstofverbruik is afhankelijk van de fase van het winproces waarin het baggerschip zich bevindt. In tabel C.4 is het brandstofverbruik gegeven voor de drie verschillende klassen van sleehoppers. In deze tabel zijn de waarden van het brandstofverbruik bepaald per gevaren kilometer. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze voor twee verschillende snelheden gelden: Het vermogen van een varend schip (snelheid 15 knoop) en het vermogen tijdens het zuigbedrijf (4 knoop). Het snelheidsverschil tussen vol- en leegvaren is dermate klein, dat met één waarde voor het brandstofverbruik kan worden gewerkt.

Omvang	Brandstofverbruik m ³ /km	
	Vol- en laagvaren (15 kn)	Zuigbedrijf (4 kn)
groot	3.150 l/hr = 0.1135 m ³ /km	5.063 l/hr = 0.684 m ³ /km
gemiddeld	2.300 = 0.0828	3.375 = 0.456
klein	900 = 0.0324	1.125 = 0.152

Bron: (VBKO, 1999)

De gegevens in de tabel vormen het gemiddelde brandstofverbruik voor winning tussen de 5 en 25 meter diepte. In het algemeen heeft diepe winning een groter brandstofverbruik tot gevolg dan ondiepe winning, maar de hoeveelheden wijken nauwelijks van de gemiddelde af. Gegevens over het brandstofverbruik voor winningen dieper dan 25 m zijn niet bekend. De verwachting is, dat ook in dit geval de gemiddelde waarden kunnen worden gehanteerd.

Milieueffecten van de verwerking van zand

Energieverbruik door scheiding en ontzilting

Het gelijktijdig zeven en ontzilten van zand gebeurt momenteel op een aantal plaatsen in Nederland. Uit het energiegebruik van de installaties van

Amsterdam en Vlissingen is een gemiddeld verbruik bepaald. De omvang hiervan bedraagt 1.1 kWh elektriciteit per ton zand. Omgerekend naar brandstofverbruik komt dit neer op ongeveer 10 MJ diesel. Dit is sterk vergelijkbaar met het energiegebruik voor de verwerking van zoet betonzand bij industriezandwinning in het binnenland op daarvoor geschikte baggerschepen (ca. 12.5 MJ per ton zand) (DWW, 1998). In feite zullen de verschillen tussen individuele installaties zijn dan de verschillen tussen zoet zand en zout zand.

Emissies door Afvoer

Emissies zijn zeer gedetailleerd bekend. In tabel C.5 worden de emissies van vervoer per vrachtwagen of binnenvaartschip weergegeven in kg/ton CO₂. De CO₂-emissie is een goede indicator voor het energiegebruik.

.....
Tabel C.5 Emissies van vervoer per vrachtwagen of binnenvaartschip in kg/ton CO₂

Stof	Vrachtwagen	Binnenvaartschip
SO ₂	1	1
NOX	22	19
koolwaterstoffen	3	1
CO	3	1
stof/roet	1	1

Bron: (TAUW Milieu, niet gepubliceerde gegevens)

Brandstofverbruik van de Afvoer

De afvoer per binnenvaart kent per ton zand een brandstofverbruik van 0.26 MJ per km (gemiddelde) tot 0.36 MJ per km (opvaart rivieren). Afvoer per vrachtwagen kent per ton zand een brandstofverbruik van 0.68 MJ per km (DWW, 1996). Aangezien de meeste zandverkende bedrijven in West-Nederland zijn ingericht op aanvoer over water zal dit overigens slechts weinig voorkomen en waar het gebeurt hooguit over korte afstanden (DWW, 1999).

Appendix D: Kosten zandwinning

In deze appendix wordt ingegaan op de financieel-economische aspecten bij winnen van oppervlakedelfstoffen op de Noordzee. Onderstaande gegevens zijn afkomstig uit het concept van het RON2 Bijlage 7 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004).

Bij de financieel-economische aspecten van het winnen van oppervlakedelfstoffen op zee kan in principe een onderscheid gemaakt worden tussen:

- a. de financieel-economische aspecten van de winning van oppervlakedelfstoffen op zich;
- b. de financieel-economische effecten van de winning van oppervlakedelfstoffen op andere gebruiksfuncties;
- c. de financieel-economische gevolgen van de toepassing van zand afkomstig van zee op het land.

In het MER behorend bij het RON/MER is in 1991 ingegaan op a. en b. Sindsdien hebben zich niet veel veranderingen voorgedaan in deze financieel-economische aspecten. Het gestelde in hoofdstuk 11 en 12 van het Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee, Milieu-effectrapport Deel B, Nota van Toelichting (1 september 1991), is daarom nog bruikbaar.

Nog steeds kan in het algemeen worden gesteld dat de kosten van de winning van oppervlakedelfstoffen voornamelijk bepaald worden door:

1. de winkosten (waterdiepte en diepte waarop de gezochte oppervlakedelfstoffen zich bevinden);
2. vaarkosten (afstand van de winlocatie tot een depot c.q. aanvoerhaven);
3. de bewerkingskosten (zeven en ontzilten);
4. de depot- en overslagkosten (op binnenvaartschip);
5. de transportkosten over binnenwateren of over land;
6. exploitatiekosten (winst en risico);
7. kosten bankgarantie.

Daarnaast spelen domeingelden, legeskosten bij de vergunning onder de Ontgrondingenwet, loodsgelden en havengelden een rol. In onderstaande tabel is aangegeven met welke kosten in welk geval rekening moet worden gehouden.

	legeskosten aanvraag	domeinverg. activiteit	domeinverg. per gewonnen m ³	bankgarantie
primaire winning	X	-	X	-
secundaire winning	-	-	X	X
Proefwinning	-	X	X	-
(onderwater) suppletie	-	-	-	-

Als uitgangspunt voor berekeningen kunnen als indicatieve kentallen gehanteerd worden:

transportkosten zee	€ 0,045 per m ³ per kilometer
transportkosten land:	
binnenvaartschip	€ 0,04 per m ³ per kilometer
vrachtauto	€ 0,18 per m ³ per kilometer
ontziltingskosten	€ 0,15 - 0,25 per m ³

wachttijd ontzilten	p.m.
domeinvergoeding zeezand	€ 0,63 per m ³ (in 2004)
domeinvergoeding zeegrind	€ 0,85 per m ³ (in 2004)
domeinvergoeding schelpen	€ 0,83 per m ³ (in 2004)
depot kosten	p.m. (afhankelijk van inschrijving)
legeskosten	€ 2268,90 per (verkorte) procedure tot maximaal € 13.614,40 per uitgebreide procedure
havengelden	€ 0,785 per m ³ (Rotterdam, in 2004)
loodsgelden	(meestal) vrijstelling

De kentallen zijn aan verandering onderhevig.

Als omrekeningsfactor voor dichtheden worden gehanteerd:

- ophoogzand gemiddeld 1,6 ton/m³
- beton en metselzand gemiddeld 1,7 ton/m³
- grind gemiddeld 1,8 ton/m³
- schone schelpen 0,65 ton/m³
- kleischelpen 0,78 ton/m³

Wanneer grote hoeveelheden ophoogzand vrijkomen bij het winnen van grove zanden kan dit leiden tot verstoringen in de afzetmarkt voor ophoogzand. Doordat op grof zand relatief een grotere marge zit kan het meegeproduceerde ophoogzand tegen lagere kosten op de markt worden afgezet. Het is echter de vraag of dit effect zich in de werkelijkheid zal voordoen. Indirect verkleint het namelijk de marge op het grove zand.

Indien door het uitvoeren van een grootschalig project een grote behoefte aan ophoogzand ontstaat, verandert de marktbehoefte aan ophoogzand. Op dat moment kan het bijproduct ophoogzand tegen marktprijzen worden afgezet, waardoor geen marktverstoring zal optreden. Het grove zand kan dan zonder bijkomende kosten op de markt gebracht worden.

Bij de financieel-economische aspecten van het winnen van oppervlakedelfstoffen op zee kan in principe een onderscheid gemaakt worden tussen:

- a. de financieel-economische aspecten van de winning van oppervlakedelfstoffen op zich;
- b. de financieel-economische effecten van de winning van oppervlakedelfstoffen op andere gebruiksfuncties;
- c. de financieel-economische gevolgen van de toepassing van zand afkomstig van zee op het land.

In het MER behorend bij het RON/MER is in 1991 ingegaan op a. en b. Sindsdien hebben zich niet veel veranderingen voorgedaan in deze financieel-economische aspecten. Het gestelde in hoofdstuk 11 en 12 van het Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee, Milieu-effectrapport Deel B, Nota van Toelichting (1 september 1991), is daarom nog bruikbaar.

Nog steeds kan in het algemeen worden gesteld dat de kosten van de winning van oppervlakedelfstoffen voornamelijk bepaald worden door:

1. de winkosten (waterdiepte en diepte waarop de gezochte oppervlakedelfstoffen zich bevinden);
2. vaarkosten (afstand van de winlokatie tot een depot c.q. aanvoerhaven);
3. de bewerkingskosten (zeven en ontzilten)
4. de depot- en overslagkosten (op binnenvaartschip);

5. de transportkosten over binnenwateren of over land;
6. exploitatie kosten (winst en risico)

Daarnaast spelen domeingelden, legeskosten bij de vergunning onder de Ontgrondingenwet, loodsgelden en havengelden een rol.

Als uitgangspunt voor berekeningen kunnen als kental gehanteerd worden (de kentallen zijn aan verandering onderhevig):

Transportkosten zee	hfl 0.10 per m ³ per kilometer
Transportkosten land	
Binnenvaartschip	hfl 0.08 per m ³ per kilometer
Vrachtauto	hfl 0.40 per m ³ per kilometer
Ontziltingskosten	hfl 0.30 - 0.50 per m ³
Wachttijd ontzilten	p.m.
Domeinvergoeding	hfl 0.90 per m ³ (tot 2001)
Depot kosten	p.m. (afhankelijk van inschrijving)
Legeskosten	hfl 5.000.- per (verkorte) procedure tot maximaal hfl 30.000 per uitgebreide procedure
Havengelden	hfl 1.60 per m ³ (Rotterdam, 1997-1998)
Loodsgelden	(meestal) vrijstelling

Als omrekeningsfactor voor dichtheden worden gehanteerd:

Ophoogzand gemiddeld	1.6 ton/m ³	1.6 ton/ m ³
Beton en metselzand gemiddeld		1.7 ton/ m ³
Grind gemiddeld		1.8 ton/ m ³
Schone schelpen		0.65 ton/ m ³
Kleischelpen		0.78 ton/ m ³

Wanneer grote hoeveelheden ophoogzand vrijkomen bij het winnen van grove zanden kan dit leiden tot verstoringen in de afzetmarkt voor ophoogzand. Doordat op grof zand relatief een grotere marge zit kan het meegeproduceerde ophoogzand tegen lagere kosten op de markt worden afgezet. Het is echter de vraag of dit effect zich in de werkelijkheid zal voordoen. Indirect verkleint het namelijk de marge op het grove zand.

Indien door het uitvoeren van een grootschalig project een grote behoefte aan ophoogzand ontstaat, verandert de marktbehoefte aan ophoogzand. Op dat moment kan het bijproduct ophoogzand tegen marktprijzen worden afgezet, waardoor geen marktverstoring zal optreden en dus het grove zand tegen zo laag mogelijk kosten kan worden aangevoerd.

Lijst van figuren en tabellen

.....

Figuren

Figuur 2.1 Wingebied	9
Figuur 2.2 -20 m dieptelijn en 12 mijls lijn	10
Figuur 2.3 Kabels en leidingen	11
Figuur 2.4 Platforms.....	11
Figuur 2.5 Wingebied met uitsluitingen.....	12
Figuur 2.6 Militaire gebieden	12
Figuur 2.7 Cultuur/historische waarden	13
Figuur 2.8 Wingebied met uitsluitingen en winning onder voorwaarden	13
Figuur 2.9 Zandwingebieden en baggerstortlocaties.....	14
Figuur 2.10 Diepteligging top Formatie van Kreftenheye in meters beneden LLWS.....	17
Figuur 2.11 Dikte Formatie van Kreftenheye in meters.....	18
Figuur 2.12 Dwarsdoorsnedes Formatie van Kreftenheye (Profiel A en B).....	18
Figuur 2.13 De Nederlandse kust (= studiegebied), met onderscheid tussen de Waddenkust, de Hollandse kust en het Deltagebied + wingebied.....	20
Figuur 2.14 Geomorfologie van de Nederlandse kustzone.....	21
Figuur 2.15 Stroomsnelheidsveld oppervlakte laag Rijn-Maasmond, max. vloed, ZW-wind 15 m/s.	26
Figuur 2.16 Dieptegemiddeld reststroompatroon rond Maasvlakte: retourstroming aan noordzijde.	27
Figuur 2.17 Jaargemiddelde concentraties van de total suspended matter (TSM) langs de Nederlandse kust.....	30
Figuur 2.18 Gemiddelde concentraties (mg/l) van total suspended matter (TSM) voor respectievelijk de zomerperiode (april t/m november) en winterperiode (december t/m maart).	31
Figuur 2.19 Netto jaargemiddeld zand transport m ³ /jaar) langs de Hollandse kust	33
Figuur 2.20 Ontwikkeling van Grevelingen ebdelta tussen 1970 en 1996/1997.....	35
Figuur 2.21 Kwetsbare gebieden in de Noordzee	38
Figuur 2.22 Schematische weergave voedselketen in de Noordzee.....	40
Figuur 2.23 Schematische presentatie van licht en nutriënten limitatie in de Noordzee	41
Figuur 2.24 primaire productie in de zomer	42
Figuur 2.25 Primaire productie in de winter.....	43
Figuur 2.26 Indeling van Macrobenthische infauna in de Nederlandse sector van de Noordzee.....	45
Figuur 2.27 Dichtheidsverdeling van Macrobenthos	46
Figuur 2.28 Biomassaverdeling van Macrobenthos	47
Figuur 2.29 Dichtheidsverdeling van Spisula elliptica	47
Figuur 2.30 Biomassaverdeling Spisula elliptica.....	48
Figuur 2.31 Dichtheidsverdeling van Spisula Subtruncata	48
Figuur 2.32 Dichtheidsverdeling Copepoda	49
Figuur 2.33 Seizoensvoorkomen bruinvis op en rond het NCP , 1985-1997. ...	51
Figuur 2.34 Verspreidingspatroon van de Witsnuitdolfijn en de Bruinvis.....	52
Figuur 2.35 De zee-AMOEBA voor 1996.....	54
Figuur 3.1 Sleehopperzuiger.....	65
Figuur 3.2 Winzuiger	66
Figuur 3.3 Steekhopperzuiger	66

Figuur 3.4 Alternatief lossen door middel van de stationaire zuiger de "Punaise"	71
Figuur 3.5 Procesketen zandwinning	77
Figuur 4.1 Indicatie van de lokatie van het wingebied voor het aftoppen van zandgolven	79
Figuur 4.2 Voorbeeld van een lokatie van het wingebied voor alternatief E10 en E20.....	79
Figuur 4.3 Omhullende van zandgolf-profielenherleid uit herhaalde lodingen voor de kust van IJmuiden (boven) en Scheveningen (onder)	81
Figuur 5.1 Basisberekening van het zuurstofgehalte (gO_2/m^3) als functie van de waterdiepte.	98

Tabellen

Tabel 2-1 Verspreidingspatroon van Macrobenthos op het NCP	45
Tabel 2-2 Huidige en toekomstige situatie van het studiegebied	54
Tabel 3-1 Maximaal toelaatbare chloridegehalten in beton	73
Tabel 4-1 scenario's behorende bij de verschillende varianten van zandwinning	80
Tabel 4-2 Varianten van zandwinning met bijbehorende kenmerken.....	85
Tabel 5-1 Toetsingscriteria	87
Tabel 5-2 Concentratie Total Suspended Matter (SPM) – gemiddeld over een getijperiode – bij de verschillende varianten van zandwinning	92
Tabel 5-3 Weergave van de relaties tussen de effecten van beton -en metselzandwinning en de geselecteerde ecologische processen en -groepen in de Noordzee.....	107
Tabel 5-4 Tolerantiegrenzen in cm zand en slib voor verschillende soorten bij een incidentele en permanente begraving (bron: Bijkerk, R., 1988)	115
Tabel 5-5 Verband tussen fysische effecten en gebruiksfuncties.....	124