

889-7712



Milieu-effectrapport Boorspecie Westerscheldetunnel

Hoofdrapport



TUNNEL
WESTERSCHELDE

Colofon

Milieu-effectrapport Boorspecie Westerscheldetunnel



Rijkswaterstaat Directie Zeeland
Bouwdienst Rijkswaterstaat

juli 1998

Colofon

- Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Directie Zeeland
namens NV Westerscheldetunnel i.o.
- Opdrachtnemer: Bouwdienst Rijkswaterstaat
Hoofdafdeling Waterbouw
- Illustraties: Rijksinstituut voor Kust en Zee
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Rijkswaterstaat Directie Zeeland
- Foto's: Meetkundige Dienst, Afdeling Grafische Technieken
Bert Hopmans
Aerocamera B.V., Michel Hofmeester
- Omslagfoto: Sky-pictures, Goes
- Druk: Grafisch Bedrijf Pitman bv, Goes
- Datum: juli 1998

Projectorganisatie en personele samenstelling

Begeleidingscommissie

- drs. C.M. de Reu,
Rijkswaterstaat Directie Zeeland, voorzitter
- mw. M.E.A. T.J. van der Stoel,
Rijkswaterstaat Directie Zeeland, secretaris
- ir. H.H. Morelissen, Provincie Zeeland
- ing. J. Speksnijder,
Rijkswaterstaat Directie Zeeland
- ir. F.L.G. de Bruijkere,
Rijkswaterstaat Directie Zeeland
- mw. drs. M.E. van Boetzelaer,
Bouwdienst Rijkswaterstaat
- ir. B. Schroeders, Aannemerscombinatie KMW
- drs. C.D. Vlak,
Regionale Inspectie Milieuhygiëne
- drs. L. van Vliet, Ministerie van Landbouw,
Natuurbeheer en Visserij, Directie Zuidwest
- J. Huijsman, Gemeente Borsele
- A.A.A. Suij, Gemeente Terneuzen
- mw. M. Plugge,
Platform Gemeenten Westerschelde
- mr. G.P.J. v.d. Weijde,
Waterschap de Zeeuwse Eilanden
- ir. P. Stouten, Gemeenschappelijke Advies-
dienst Waterschappen Zeeuwsch-Vlaanderen
- ing. A.F. Kruisifix, Zeeland Seaports

Klankbordgroep

- ir. F.L.G. de Bruijkere,
Rijkswaterstaat Directie Zeeland, voorzitter
- mw. K. Hoogenraad en mw. L.J. van Doorn,
Rijkswaterstaat Directie Zeeland, secretaris
- ir. H. De Preter, Administratie Waterwegen
en Zeewezzen, afdeling Maritieme Schelde
(Vlaanderen)
- L. Hemelaer, Administratie Natuur, Milieu en
Landgebruik, afdeling Natuur (Vlaanderen)
- mr. H.J. van Geesbergen,
Zeeuwse Visserijbelangen
- F. de Rooy, Zeeuwse Visserijbelangen
- ir. J.D. Holstein, Nederlandse Kokkelvisserij
- mr. drs. B. Keus, Produktschap Vis

- T. Kramer, Zeeuwse Milieudéfensie
- drs. M. Kocken, Rijksdienst voor Oudheid-
kundig Bodemonderzoek
- dr. G.J. Butth,
Stichting Het Zeeuwse Landschap
- ing. L. Kragt, Staatsbosbeheer Deltagebied
- U. Hassefras, Vereniging Natuurmonumenten
- M. Hensen, Nederlandse Vereniging van
Sportvisserijfederaties
- mw. drs. O.J. van Gorkum,
Breed Overleg Deltawateren
- B. Feijtel,
Land- en Tuinbouw Organisatie Raad

Projectteam

Directie Zeeland

- ir. F.L.G. de Bruijkere voorzitter
- mr. R. Karssen
- mw. J.M. van Baalen
- mw. A. Arnoldus
- ing. J. Speksnijder
- ing. G. Lems
- ing. C.J. van Westenbrugge

Bouwdienst Rijkswaterstaat

- mw. drs. M.E. van Boetzelaer secretaris
- mw. drs. L. Verhage

N.V. Westerscheldetunnel i.o.

- ir. H. Glas

Aannemerscombinatie KMW

- ir. B. Schroeders

Rijksinstituut voor Kust en Zee

- drs. G.J. Rotmensen
- dr. G.Th.M. van Eck
- drs. B.P. Hoogeboom
- mw. drs. K.G. Luursema
- dr. B. de Winder

Dienst Weg- en Waterbouw, Rijkswaterstaat

- ir. J. Broers
- mw. ing. M.B.G. Ketelaars

Provincie Zeeland

- ing. M.J. Provoost
- ing. A. Goud
- ir. A.J. Vos



Inhoud

Colofon	2
Projectorganisatie en personele samenstelling	3
1. Waarom deze m.e.r.-procedure en het vervolg	9
1.1. Aanleiding tot de m.e.r.-procedure	9
1.2. Het MER 'Boorspecie Westerschelde'	9
1.3. Het vervolg van de procedure	10
2. Besluitvorming en relevante wetgeving	13
2.1. Voorgeschiedenis en genomen besluiten over de Westerscheldetunnel	13
2.2. Juridisch kader voorgenomen activiteiten	14
2.3. Aan te vragen vergunningen	17
2.4. Overige relevante wet- c.q. regelgeving	19
3. Beleid in relatie tot voorgenomen activiteiten	23
3.1. Beleid op nationaal niveau	23
3.2. Beleid op provinciaal niveau	24
3.3. Beleid op regionaal niveau	25
4. Wat is het probleem en het doel in dit MER	27
4.1. De plaats en de afmetingen van de Westerscheldetunnel	27
4.2. Het geologisch bodemprofiel	27
4.3. De ligging van het tracé van de tunnel tussen de aanlandingspunten	28
4.4. De boormethode	29
4.5. Toevoeging van steunvloeistof bij het boren	29
4.6. Terugwinning van de steunvloeistof	32
4.7. Het afvoeren van het materiaal	34
4.8. De vrijkomende en gebruikte materialen: soorten en hoeveelheden	35
4.9. Samenvatting probleem en doel in dit MER	41
5. Bestaande situatie en verwachte ontwikkelingen	43
5.1. Inleiding	43
5.2. Het Westerschelde-estuarium	43
5.3. Morfologische aandrijving, structuur en dynamiek in de Westerschelde	43
5.4. Zout- en slibhuishouding	49
5.5. Kwaliteit van bodem en water	51
5.6. Ecologie	52
5.7. Gebruiksfuncties	57
6. Hergebruiksmogelijkheden voor boorspecie	65
6.1. Aanleiding voor hergebruik	65
6.2. Verkenning hergebruiksmogelijkheden van boorspecie	65
6.3. Consistentie en kwaliteit van het materiaal	67
6.4. Toetsing aan milieuregelgeving	71
6.5. Toetsing aan civieltechnische eisen	72

6.6. Toetsing aan afzetmarkt	76
6.7. Samenvatting potentiële hergebruiksmogelijkheden	79
6.8. Toedeling geschikte boorspecie aan hergebruiksmogelijkheden	79
6.9. Toepassing boorspecie tegenover gebruik primaire grondstoffen	82
6.10. Milieu-analyse	84
6.11. Vergelijking hergebruiksmogelijkheden op milieueffecten	88
6.12. Kanttekeningen en belangrijke onzekerheden bij het hergebruik van boorspecie	89

7. Het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde 91

7.1. Inleiding	91
7.2. Aanpak van selectie verspreidingslocaties	92
7.3. Randvoorwaarden	93
7.4. Uitgangspunten	94
7.5. Selectie van locatiegebonden effecten en criteria	95
7.6. Aanwijzing (geen)voorkeursgebieden aan de hand van locatiegebonden criteria	95
7.7. Afweging tussen locatiegebonden criteria en tussen aspecten	98
7.8. Geschikte gebieden voor het verspreiden van de boorspecie	101
7.9. Gevoeligheidsanalyse	104
7.10. Keuze van de verspreidingsvakken	105
7.11. Andere wijze van verspreiden: met pijpleiding	107

8. De alternatieven in dit MER 109

8.1. Inleiding	109
8.2. De varianten	109
8.3. De alternatieven	111
8.4. Hergebruik en verspreiden in het boortraject	113

9. Effecten van de alternatieven 115

9.1. De grote lijn in de effecten van het afvoeren van de boorspecie	115
9.2. Effecten van hergebruik van boorspecie	121
9.3. Effecten van het verspreiden op de aspecten natuur, mens en kwaliteit	125

10. Vergelijking van de alternatieven 137

10.1. Opbouw samenvatting effecten	137
10.2. Samenvatting effecten en vergelijking van de alternatieven	137
10.3. Kosten	141
10.4. Meest milieuvriendelijk alternatief (MMA)	142
10.5. Opmerkingen over de alternatieven	144

11. Leemten in kennis en evaluatieprogramma 145

11.1. Leemten in kennis	145
11.2. Consequenties van de leemten in kennis voor de alternatieven	149
11.3. Mogelijk nader onderzoek	150
11.4. Evaluatieprogramma's voor het verspreiden van boorspecie	151
11.5. Evaluatie programma's voor het hergebruik van boorspecie	152

12. Literatuur 153

13. Lijst van figuren en bijlagen

Figuur 1.1	Besluitvormingsprocedures voor m.e.r. en Wm-vergunning & Wvo-vergunning	11
Figuur 4.1	Dwarsdoorsnede Westerscheldetunnel	27
Figuur 4.2	Geologisch bodemprofiel ter plaatse van de Westerscheldetunnel	28
Figuur 4.3	De boormachine voor de Westerscheldetunnel	30
Figuur 4.4	Schematische weergave van de separatie-installatie	33
Figuur 5.1	Geulen, platen, schorren en hun namen	44
Figuur 5.2	Milieutypen in de Westerschelde	45
Figuur 5.3	Scheepvaartroutes op de Westerschelde	58
Figuur 5.4	Visgronden voor commerciële visserij in de Westerschelde	59
Figuur 5.5	Zandwingebieden concessiehouders 1994-1996	61
Figuur 5.6	Archeologische terreinen en vindplaatsen in het westelijk deel van de Westerschelde	62
Figuur 6.1	Vaartroutes voor boorspecie en voor primaire grondstoffen over de Westerschelde	84
Figuur 7.1	Ligging verspreidingsvakken voor de boorspecie	91
Figuur 7.2	Structuur van aspecten met daaraan gekoppelde criteria	96
Figuur 7.3	Structuur van alleen de locatiegebonden criteria met bijbehorende gewichten	99
Figuur 7.4	Totaalbeeld geschiktheid gebieden voor het verspreiden van zand	101
Figuur 7.5	Totaalbeeld geschiktheid gebieden voor het verspreiden van slib	102
Figuur 7.6	Totaalbeeld geschiktheid gebieden voor het verspreiden van kleibrokken	103
Figuur 7.7	Totaalbeeld geschiktheid gebieden voor het verspreiden van gemengd materiaal	104
Figuur 9.1	Het verspreiden van specie met een onderlosser	121
Bijlage 1.	Overzicht vrijkomende hoeveelheden boorspecie	156
Bijlage 2.	Hoeveelheden bentoniet in grond- en spuistroom	157
Bijlage 3.	Schema basis alternatief	158
Bijlage 4.	Schema pijpleiding-met-schepen-alternatief	159
Bijlage 5.	Schema pijpleiding alternatief	160
Bijlage 6.	Schema hergebruik alternatief	161
Bijlage 7.	Schema milieu alternatief	162
Bijlage 8.	Schema meest milieu vriendelijk alternatief	163



1. Waarom deze m.e.r.-procedure en het vervolg

1.1. Aanleiding tot de m.e.r.-procedure

De Westerschelde vormt een barrière in de Zeeuwse infrastructuur. De verbinding tussen Zeeuwsch-Vlaanderen en Midden-Zeeland wordt op dit moment nog gevormd door de veerdiensten Vlissingen-Breskens en Kruiningen-Perkpolder. Een structurele verbetering van die verbinding is alleen mogelijk door de realisatie van een vaste oeververbinding. Op 29 september 1995 heeft de Ministerraad besloten tot de aanleg van de Westerscheldetunnel tussen Ellewoutsdijk en Terneuzen, waarbij is gekozen voor een geboorde tunnel met aansluitende wegen.

Tijdens het boorproces van de tunnel zullen materialen vrijkomen en naar elders moeten worden afgevoerd, indien ze niet geschikt zijn voor hergebruik in het werk.

Het gaat daarbij in hoofdzaak om grond, zogenaamde boorspecie. Voor het ontwerp, de bouw en het onderhoud van de tunnel is een overeenkomst [25] opgesteld. In een bijlage bij deze overeenkomst is gesteld dat het materiaal dat bij het boren van de Westerscheldetunnel vrijkomt, op een aantal lokaties in de Westerschelde kan worden gestort, mits de benodigde vergunningen worden verkregen.

De m.e.r.-procedure is officieel van start gegaan op 3 juni 1997 met het uitbrengen van de Startnotitie Boorspecie Westerscheldetunnel [43].

In de startnotitie is opgenomen dat *'omdat in de beschikbare stortvakken in de Westerschelde meer dan 500.000 m³ kan worden gestort, moet voor het besluit over de aan te vragen Wm-vergunningen voor het storten van boorspecie de procedure voor de milieu-effectrapportage (m.e.r.-procedure) worden doorlopen.'* Na een periode van inspraak zijn op 23 september 1997 de richtlijnen [30] vastgesteld waar het milieu-effectrapport aan wordt getoetst.

In dit MER worden een aantal oplossingsrichtingen om de boorspecie af te voeren, beschreven. De twee hoofdrichtingen zijn hergebruik en verspreiden in de Westerschelde. Hierbinnen zijn enkele varianten samengesteld, die aansluiten op maatschappelijke belangen en functies in het Westerscheldegebied. Van deze varianten is beschreven welke gevolgen zij hebben voor het milieu.

1.2. Het MER 'Boorspecie Westerschelde'

Op basis van het Besluit Milieu-effectrapportage 1994 is het opstellen van een MER-rapport voorgeschreven ten behoeve van een milieuvergunning voor het oprichten of veranderen van een inrichting bestemd voor het op of in de bodem brengen van afvalstoffen *om deze stoffen daar te laten*, in gevallen waarin de activiteit betrekking heeft op een inrichting waarin 500.000 m³ afvalstoffen of meer op of in de bodem kunnen worden gebracht.

Uit de onderzoeken (ten behoeve van dit MER) is echter meer duidelijkheid verkregen over het verspreidingsgedrag van de te 'storten' boorspecie in de Westerschelde. Geconcludeerd is dat er geen sprake is van storten in juridische zin (zie 2.2.2 van dit MER). Een m.e.r.-procedure voor het 'opslaan', in afwachting van verdere verspreiding, van boorspecie is derhalve *geen wettelijke verplichting*.

Aangezien het MER nagenoeg was voltooid en de resultaten hiervan kunnen worden gebruikt bij de gecoördineerde Wet Milieubeheer-vergunningaanvragen en de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater-vergunningaanvraag, is besloten om *vrijwillig* de m.e.r.-procedure bij de Provincie Zeeland verder te doorlopen. Dat wil zeggen; beoordeling aanvaardbaarheid van het MER, bekendmaking, inspraak en advies en het toetsingsadvies van de Commissie m.e.r..

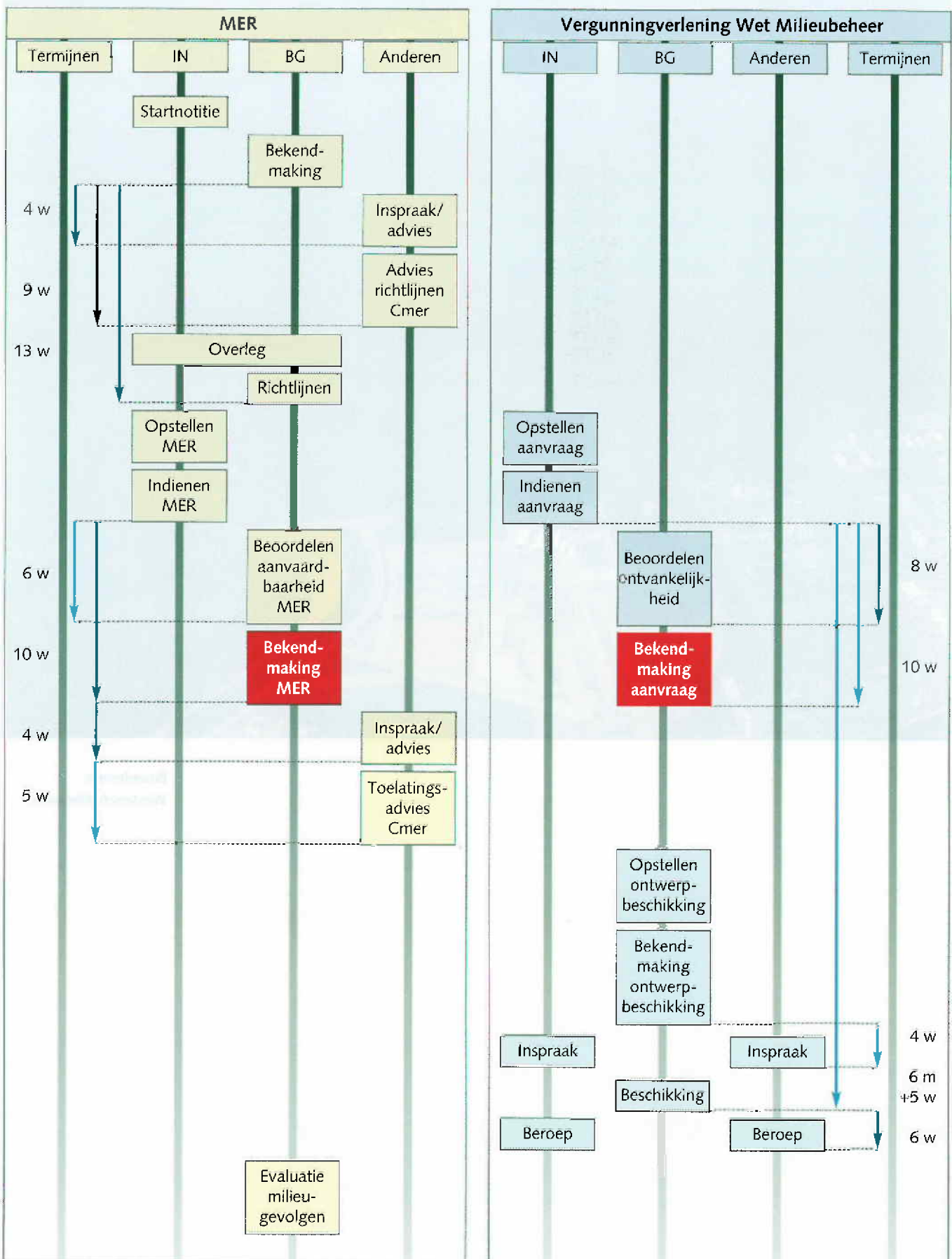
1. Waarom deze m.e.r.-procedure en het vervolg

1.3. Het vervolg van de procedure

Tegelijkertijd met dit MER worden de aanvragen voor de benodigde vergunningen op grond van de Wet Milieubeheer en de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater gepubliceerd.

Daarna volgt een periode van inspraak, toetsing en advies. Het bevoegd gezag zal mede op grond van het MER, de resultaten uit de inspraak en het door de wettelijke adviseurs uitgebrachte advies, een besluit nemen over de te verlenen vergunningen. In figuur 1.1 is het verloop van de m.e.r.-procedure schematisch weergegeven. De overige benodigde ontheffingen en vergunningen zullen zo spoedig mogelijk worden aangevraagd.

Figuur 1.1. Besluitvormingsprocedures voor m.e.r. en Wm-vergunning & Wvo-vergunning





Bouwterrein
Westerscheldetunnel.

2. Besluitvorming en relevante wetgeving

2.1. Voorgeschiedenis en genomen besluiten over de Westerscheldetunnel

De aanleg van een vaste oeververbinding over of onder de Westerschelde is enkele tientallen jaren onderwerp van discussie geweest. De veerdiensten zijn tijdrovend in de verkeersverbinding tussen Zeeuwsch-Vlaanderen en Midden-Zeeland en zij belemmeren daardoor de maatschappelijke en economische ontwikkelingen in de provincie Zeeland.

Begin 1990 is in het kader van een vaste oeververbinding de Tracénota/MER Westerschelde Oeververbinding [26] uitgebracht. Hierin zijn verschillende tracés beschreven en afgewogen. Op 1 maart 1991 hebben Provinciale Staten van Zeeland op basis van deze Tracénota/MER Westerschelde Oeververbinding het tracé voor een vaste oeververbinding vastgesteld, waarbij is gekozen voor tracé 3, dat aan de noordzijde van de Westerschelde ten westen van Ellewoutsdijk en aan de zuidzijde ten westen van Terneuzen loopt.

Het tracé is opgenomen in het streekplan dat op 12 september 1997 is vastgesteld. Tevens is het tracé opgenomen in de bestemmingsplannen van de gemeenten Terneuzen en Borsele. Het bestemmingsplan WOV van de gemeente Terneuzen is in april 1996 onherroepelijk geworden. Het bestemmingsplan WOV van de gemeente Borsele is van kracht, maar is nog niet onherroepelijk. Tegen het bestemmingsplan zijn een aantal beroepen ingesteld.



*Veerboot
Vlissingen-Breskens.*

Op 29 september 1995 heeft de Ministerraad besloten tot de aanleg van de vaste oeververbinding op grond van een voorstel van de Minister van Verkeer en Waterstaat en de Minister van Financiën.

Op 22 mei 1996 is door de Minister van Verkeer en Waterstaat de Bestuursovereenkomst tussen de Provincie Zeeland en het Rijk getekend, waarmee de lopende rechten en verplichtingen van de Provincie door het Rijk zijn overgenomen. Op 27 juni 1996 heeft de Tweede Kamer ingestemd met de financiering, aanleg en exploitatie van de Westerscheldetunnel en heeft afgesproken dat de Ministers van Verkeer en Waterstaat en van Financiën een wet zullen voorbereiden. Deze wet zal de Ministers machtigen de NV Westerscheldetunnel op te richten, die voor eigen rekening en risico de tunnel zal financieren, aanleggen en exploiteren. De NV Westerscheldetunnel zal opereren als eigenaar van de tunnel en als opdrachtgever voor de aannemerscombinatie, die de tunnel gaat bouwen. De NV Westerscheldetunnel, die op dit moment nog in oprichting is, zal naar verwachting eind 1998 opgericht zijn. Op

2. Besluitvorming en relevante wetgeving

28 juni 1996 is tussen de NV Westerscheldetunnel i.o. en de aannemerscombinatie Combinatie Middelplaat Westerschelde v.o.f. het contract voor het ontwerp, de bouw en het onderhoud van de tunnel getekend.

Voor alle benodigde procedures (voor zowel de bouwfase, als de definitieve situatie) is door de projectorganisatie een draaiboek opgesteld. In totaal zijn er voor het werk meer dan honderd verschillende procedures nodig. Zo is er onder andere op 10 maart 1997 door de NV Westerscheldetunnel i.o. een vergunning op grond van de Wet Milieubeheer aangevraagd bij de Gemeente Terneuzen [8]. Deze aanvraag had betrekking op:

Gedurende de bouwfase:

- Een werk-/bouwterrein in de gemeente Terneuzen, met inbegrip van een laad- en losfaciliteit.
- Een werk-/bouwterrein in de gemeente Borsele, met inbegrip van spoelleidingen.

Gedurende de gebruiksfase:

- Verkeerstunnel met dienst ruimten in de gemeenten Terneuzen en Borsele.
- Een bedieningsgebouw in de gemeente Terneuzen.

Bij besluit van 28 juli 1997 is door Burgemeester en Wethouders van de Gemeente Terneuzen de vergunning verleend (Beschikking Wet Milieubeheer 'Westerscheldetunnel'). Deze vergunningsprocedure is gecoördineerd met de procedure voor de vergunning op grond van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater voor het lozen van afvalwater afkomstig van de bouwkuip te Terneuzen, welke vergunning eveneens is verleend bij besluit van 28 juli 1997.

Op 17 oktober 1997 is er door de NV Westerscheldetunnel i.o. als gevolg van voortschrijdend inzicht een wijzigingsvergunning op grond van de Wet Milieubeheer aangevraagd. Deze wijzigingen hebben hoofdzakelijk betrekking op de indeling van het werkterrein in Zeeuwsch-Vlaanderen. De vergunning is verleend bij besluit van 2 maart 1998.

Een aantal relevante onderdelen in de Wm-vergunning(en) die relatie hebben met boorproces zijn:

- bentoniet-menginstallatie,
- opslagreservoirs ('rijpingsbassin') verse bentoniet,
- transportbanden/persleiding i.v.m. afvoer boorspecie,
- laad-losvoorziening voor aanleg schepen,
- scheidingsinstallatie,
- depot voor tijdelijke opslag van boorspecie indien door omstandigheden specie niet gelijk kan worden afgevoerd,
- waterbassin voor opslag van afgewerkte bentonietsuspensie.

2.2. Juridisch kader voorgenomen activiteiten

2.2.1. Juridisch kader hergebruik

In artikel 10.1 Wet Milieubeheer is een algemene opdracht aan het bevoegd gezag ten aanzien van voorkoming van afvalstoffen neergelegd. In het artikel wordt een prioriteitsvolgorde voorgeschreven ten aanzien van het voorkomen van afvalstoffen *in het belang van de bescherming van het milieu*. In het kort komt de bepaling op het volgende neer: 1) preventie, 2) hergebruik en 3) storten.

Overige relevante wetgeving hierbij is het Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewater-bescherming. Het Bouwstoffenbesluit stelt regels ter bescherming van bodem- en oppervlaktewateren ten aanzien van het gebruik van steenachtige bouwstoffen (en grond) in werken. In het besluit wordt in hoofdlijnen aangegeven onder welke voorwaarden het toepassen van bouwstoffen is toegestaan.

Grofweg wordt er een indeling gemaakt in de volgende categorieën bouwstoffen: schone grond, cate-

gorie 1-bouwstof en categorie 2-bouwstof. Aan het toepassen van schone grond welke voldoet aan de samenstellingseisen voor schone grond zoals vastgelegd in bijlage 1 van het Bouwstoffenbesluit worden in het besluit geen eisen gesteld, dit in tegenstelling tot het toepassen van categorie-1 en categorie-2 bouwstoffen.

Het Bouwstoffenbesluit zal op 1 januari 1999 in werking treden en na een overgangsregeling van zes maanden zal het besluit per 1 juli 1999 volledig van toepassing zijn. De gemeente zal het bevoegd gezag zijn voor het toepassen van bouwstoffen op landbodem. Rijkswaterstaat is het bevoegd gezag voor toepassingen in rijkswateren.

Tot het moment dat het Bouwstoffenbesluit volledig in werking treedt, is de beleidsnota 'Werken met secundaire grondstoffen (1994)' van het Interprovinciaal Overleg van belang. Het document geeft aan welke milieuhygiënische voorwaarden de Provincie Zeeland stelt aan de toepassing van secundaire grondstoffen voor de periode totdat het Bouwstoffenbesluit van kracht wordt.

De Provincie Zeeland heeft een en ander uitgewerkt in de beleidsnota 'Kerend Tij Twee, planuitwerking'. Deze nota is een uitwerking van het milieubeleidsplan 'Kerend Tij Twee' en dient als toetsingskader voor vergunningverlening en handhaving.

In de Provinciale Milieuverordening (PMV) van de Provincie Zeeland zijn bepalingen opgenomen met betrekking tot het toepassen van secundaire grondstoffen. In de PMV is tevens een meldingsplicht opgenomen. Ook is in de PMV een verbod opgenomen op toepassing van secundaire bouwstoffen in de integrale milieubeschermingsgebieden en waterwingebieden.

2.2.2. Juridisch kader 'storten'

In de startnotitie is vermeld dat er een vergunning op grond van de Wet Milieubeheer nodig is voor het storten van boorspecie. Gedurende de periode dat gewerkt is aan het Milieu-effectrapport zijn hierover echter nieuwe inzichten ontstaan.

Het is belangrijk dat de activiteit, het 'storten' van boorspecie in de Westerschelde, juridisch zorgvuldig gekwalificeerd wordt. Zo heeft het begrip 'storten' in juridische zin een veel meer genuanceerde betekenis dan in overige wetgeving en in het Nederlands taalgebruik.

In de Wet Milieubeheer en de daarop gebaseerde regelgeving wordt het begrip 'storten' als volgt gedefinieerd: het op of in de bodem brengen van afvalstoffen *om deze daar te laten*.

Naast het begrip 'storten' kent de Wet Milieubeheer de volgende begrippen die mogelijk gebruikt kunnen worden om de activiteit van het in het oppervlaktewater brengen van afvalstoffen¹⁾ te kwalificeren: opslaan, bewerken, verwerken, vernietigen, overslaan, verbranden, het anderszins op de bodem brengen van afvalstoffen.

De kwalificatie van de voorgenomen activiteit is belangrijk om de exacte vergunningsplicht (de categorie van de inrichting op grond van het Inrichten- en Vergunningenbesluit Milieubeheer) en de overige van toepassing zijnde regelgeving te bepalen. Naast de definities die worden genoemd in de wet speelt de jurisprudentie van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State over het 'storten' in water een belangrijke rol. Hieronder zal een en ander worden toegelicht.

Noten

¹⁾ Onder het begrip *afvalstof* wordt verstaan: alle stoffen waarvan de houder zich, met het oog op de verwijdering daarvan, ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moeten ontdoen (art. 1.1 lid 1 Wm). Geconcludeerd moet worden dat het begrip afvalstof geen directe relatie heeft met de feitelijke verontreiniging van de stof. De volgende elementen spelen bij de vraag of er sprake is van een afvalstof een rol: de graad van de verontreiniging, (her)bruikbaarheid van de afvalstof en de 'maatschappelijke opvatting'.

Jurisprudentie over het 'storten' in water

In de uitspraak van de Raad van State van 14 juni 1996 omtrent het in de Westerschelde brengen van 'Vlaamse onderhoudsspecie' wordt naast de vraag of er in casu sprake was van een inrichting in de zin van de Wet Milieubeheer (deze vraag werd bevestigend beantwoord) tevens aandacht besteed aan de vraag hoe de betreffende activiteit gekwalificeerd diende te worden. De overwegingen van deze uitspraak zijn over de vraag of er sprake is van storten enigszins onduidelijk. Doorslaggevend in deze uitspraak is geweest dat de specie zou worden gestort met *het oogmerk om deze blijvend op de bodem* te brengen. Dit werd niet alleen geconcludeerd op basis van de ingediende stukken, maar dit is tevens ter zitting onderschreven door de vertegenwoordigers van de Vlaamse regering.

In een uitspraak van de Afdeling bestuursrechtspraak Raad van State 20 december 1995 met betrekking tot het storten van grond in een plas (AB 1996, 139) kunnen we constateren dat er wel degelijk een onderscheid dient te worden gemaakt tussen het op of in de bodem brengen om deze stoffen daar te laten en 'het opslaan' van bedrijfsafvalstoffen (in afwachting van verdere verspreiding). Dit wordt nog eens bevestigd in een uitspraak van de afdeling op 21 december 1995 met betrekking tot het in het IJmeer brengen van baggerspecie (BR 1996,401).

Gezien het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat het mogelijk is om boorspecie in het oppervlaktewater te brengen zonder dat er sprake is van 'storten' in de zin van de Wet Milieubeheer. Een belangrijk criterium hierbij is het gegeven of alle boorspecie op de 'stortlocatie' *) in de Westerschelde blijft liggen en/of dit de bedoeling (oogmerk) is van de initiatiefnemer.

De feitelijke situatie

Zoals omschreven in paragraaf 9.1.6 van het MER (figuur 9.1) zal naar verwachting het merendeel van de uit een schip geloste boorspecie als een geheel op de bodem terecht komen. Uit de morfologische studies, zoals omschreven in paragraaf 5.3 en 9.3.2 van het MER blijkt dat door toevoer van sediment ten gevolge van de vloedstromen en het baggeren en storten van sediment, zandtransporten ontstaan binnen het estuarium. Zoals aangegeven in paragraaf 7.1 van het MER zal een groot deel van het in de Westerschelde gebrachte materiaal door de stroming weer worden verspreid tot (ver) buiten de oorspronkelijke locatie, hetgeen ook de opzet is. Het grootste deel van het zand en slib verspreidt zich binnen enkele dagen tot enkele weken. Onder normale omstandigheden zullen brokjes van 4 mm tot 1 cm doorsnede zich over korte afstanden nog gemakkelijk verplaatsen. Onder turbulente omstandigheden zullen ook deeltjes tot 2 cm nog gemakkelijk verplaatsen tot buiten de oorspronkelijke locatie. Waarschijnlijk zullen de grotere (klei)brokken, wanneer ze aan stroming blootgesteld blijven, tot fijnere deeltjes uiteenvallen die daarna worden verspreid. De brokken kunnen echter ook onder ander sediment terechtkomen, waarna ze (semi)permanent op de locatie blijven. De bodemsamenstelling van de oorspronkelijke locaties zal derhalve vrijwel zeker niet blijvend veranderen, met uitzondering van erosiebestendige kleibrokken.

Het is nadrukkelijk niet de bedoeling om de boorspecie te laten liggen ter plaatse van de locaties waar de boorspecie in het water wordt gebracht. Er wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de van nature zich ontwikkelende processen in het Westerschelde-estuarium en de morfologische dynamiek en structuur aldaar. Er worden derhalve geen maatregelen voorgesteld om het materiaal te isoleren van de omgeving. De uitgevoerde chemische analyses en de fysische samenstelling geven daartoe ook geen aanleiding.

Noten

*) Met *stortlocatie* wordt bedoeld: het gebied van de Westerschelde binnen de aangewezen coördinaten, waarbinnen op grond van morfologisch/ecologische aspecten verspreid, dan wel gestort mag worden.

Conclusie ten aanzien van vergunningsplicht

Gezien het bovenstaande zullen de milieuvergunningen voor het in het oppervlaktewater brengen van boorspecie worden aangevraagd op grond van categorie 28.1 onder a, 2° juncto 28.4 onder a, 6° van het Inrichtingen- en Vergunningenbesluit Milieubeheer.

Categorie 28 Inrichtingen- en Vergunningenbesluit Milieubeheer

28.1. Inrichtingen voor

a. het opslaan van:

2° bedrijfsafvalstoffen, die ten aanzien daarvan een capaciteit hebben van 5 m³ of meer;

28.4. Gedeputeerde staten zijn het bevoegd gezag ten aanzien van inrichtingen behorende tot deze categorie, voor zover het betreft inrichtingen voor:

a. het opslaan van de volgende afvalstoffen:

6° andere dan de onder 1° tot en met 5° genoemde van buiten de inrichting afkomstige afvalstoffen met een capaciteit ten aanzien daarvan van 50 m³ of meer;

Nu er geconcludeerd is dat er in casu geen sprake is van het 'storten' van boorspecie in de Westerschelde, zal dit begrip vervolgens om juridische redenen niet meer gebruikt worden. Er zal gesproken moeten worden over het verspreiden van boorspecie of het (tijdelijk) opslaan van de boorspecie in afwachting van verdere verspreiding, binnen geselecteerde locaties in de Westerschelde.

2.3. Aan te vragen vergunningen

2.3.1. Vergunningen op grond van de Wet milieubeheer (Wm)

Voor iedere locatie waarbinnen boorspecie in de Westerschelde wordt verspreid, is een vergunning nodig op grond van de Wet Milieubeheer. De aannemerscombinatie KMW zal in beginsel zowel de Wm-vergunningen als de Wvo-vergunning (zie hierna) aanvragen. Wanneer boorspecie van buiten de inrichting afkomstig binnen de begrenzing van de geselecteerde locaties in de Westerschelde wordt verspreid, is Gedeputeerde Staten van de Provincie Zeeland bevoegd gezag en zal zij de vergunningsprocedures van de Wm- en Wvo-vergunningen coördineren.

Wanneer de boorspecie binnen de inrichting 'Westerscheldetunnel' wordt verspreid (zie paragraaf 2.1), is de Gemeente Terneuzen bevoegd gezag en dient er door de N.V. Westerscheldetunnel i.o. een wijzigings- c.q. uitbreidingsvergunning te worden aangevraagd. Hiervan is alleen sprake indien vanaf het werkterrein in Terneuzen met behulp van een pijpleiding boorspecie in de Westerschelde zal worden gebracht. De pijpleidingsvariant is één van de alternatieven die in dit MER wordt beschreven. Het MER zal als bijlage bij de aanvraag worden ingediend.

Op grond van de Wet Milieubeheer (artikel 8.7 Wet Milieubeheer en 7.2 Inrichtingen- en Vergunningenbesluit Milieubeheer) zijn de volgende wettelijke adviseurs aangewezen:

- Burgemeester en Wethouders van de gemeente waarin de inrichting is gelegen (Gemeente Terneuzen en Gemeente Borsele);
- Burgemeester en Wethouders van de gemeenten waarvan de grens is gelegen binnen een afstand van 200 meter van de plaats waar de inrichting is gelegen;
- Regionale Inspectie Milieuhygiëne;
- Vertegenwoordiger van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij in de provincie Zeeland;
- Bevoegd gezag in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater.

Tevens zijn de volgende bestuurlijke en belanghebbende instanties bij het tot stand komen van het MER betrokken en (informeel) om advies gevraagd:

- Waterschap de Zeeuwse Eilanden;
- Gemeenschappelijke Adviesdienst namens de drie waterschappen in Zeeuwsch-Vlaanderen;
- Zeeland Seaport (voorheen Havenschap Vlissingen en Havenschap Terneuzen);
- Taakgroep Westerschelde namens de gemeenten rondom de Westerschelde;
- Rijksdienst van het Oudheidkundig Bodemonderzoek;
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Waterwegen en Zeewezen, afdeling Maritieme Schelde;
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Milieu, Natuur-, Land- & Waterbeheer, afdeling Natuur;
- Vereniging Zeeuwse Milieufederatie;
- Stichting Het Zeeuwse Landschap;
- Staatsbosbeheer;
- Land- en Tuinbouw Organisatie Raad;
- Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten;
- Vereniging tot behoud der Zeeuwse Visserijbelangen;
- Nederlandse Kokkelvisserij;
- Productschap Vis;
- Nederlandse Vereniging voor Sportvisserij;
- Breed Overleg Deltawateren (inzake recreatie);
- Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek.

2.3.2. Vergunning op grond van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (Wvo)

Voor het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde (per schip of via een lozingspijp) zal bij Rijkswaterstaat Directie Zeeland een aanvraag ingediend worden voor een vergunning op grond van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (Wvo). In tegenstelling tot de verschillende Wm-vergunningen zal voor het verspreiden van alie boorspecie één Wvo-vergunning worden aangevraagd. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat de Wvo een andere opzet kent dan de Wet Milieubeheer. Zo werkt de Wvo bijvoorbeeld niet met het begrip 'inrichting' en kent de wet geen verschillende definities voor het 'opslaan' (in afwachting van verdere verspreiding) en 'storten' van specie. Het is wettelijk geregeld dat de besluitvorming over de Wm- en Wvo-vergunning voor hetzelfde initiatief moet worden gecoördineerd. Ook voor de besluitvorming over de Wvo-vergunningen dient het MER daarom ter ondersteuning.

Naast de wettelijke adviseurs op grond van de Wet Milieubeheer treedt tevens het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) op als wettelijk adviseur.

2.3.3. Vergunningen voor de locaties waarbinnen het materiaal wordt verspreid

Naast de Wm-vergunningen en de Wvo-vergunning zijn tevens nog andere vergunningen vereist voor de locaties waarbinnen het materiaal wordt verspreid.

Vergunning op grond van de Wet beheer Rijkswaterstaatswerken (WBR) en de Rivierenwet

De WBR-vergunning(en) en de Rivierenwet-vergunning(en) zullen eveneens worden aangevraagd bij Rijkswaterstaat Directie Zeeland. De WBR is van toepassing westelijk van de lijn Hoofdplaat-Borsele en de Rivierenwet is van toepassing oostelijk van deze lijn.

Met betrekking tot de voorbereiding van de besluiten tot vergunningverlening op grond van de Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken en de Rivierenwet zijn geen wettelijke voorschriften opgenomen over de procedure van vergunningverlening. Titel 4.1 van de Algemene Wet Bestuursrecht (Awb) is dan van toepassing. Het bestuursorgaan kan wel besluiten om facultatief de procedure op grond van afdeling 3.4 Awb (openbare voorbereidingsprocedure) of afdeling 3.5 Awb te volgen.

Tijdelijke vrijstellingen van het bestemmingsplan (artikel 17 Wet op de Ruimtelijke Ordening)

De Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO) biedt de mogelijkheid aan Burgemeester en Wethouders om een tijdelijke vrijstelling te verlenen van het vigerend bestemmingsplan. Een tijdelijke vrijstelling is nodig indien de voorgenomen activiteiten niet in overeenstemming zijn met (de voorschriften van) het geldende bestemmingsplan. De procedure is geregeld in de Woningwet en artikel 19a van de WRO.

Wet op de Waterhuishouding

Afhankelijk van de hoeveelheid boorspecie die per uur wordt verspreid, is er sprake van een melding, dan wel een vergunning op grond van de Wet op de Waterhuishouding. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland is het bevoegd gezag in deze. Titel 4.1 van de Algemene Wet Bestuursrecht is van toepassing.

2.3.4. Aanvullende vergunningen voor lozingspijpvariant

Voor de variant waarbij boorspecie met behulp van een pijpleiding vanaf het werkterrein in Terneuzen wordt verspreid, zijn tevens de volgende vergunningen c.q. ontheffingen aan de orde:

- Tijdelijke vrijstelling(en) van bestemmingsplan(en), artikel 17 Wet op de Ruimtelijke Ordening;
- Aanlegvergunning, artikel 14 Wet op de Ruimtelijke Ordening;
- Bouwvergunning, Woningwet/Wet op de Ruimtelijke Ordening;
- Ontheffing op grond van de Verordening Waterkering en Waterbeheersing Zeeland;
- Ontheffing op grond van de Wegenverordening Zeeland;
- Wet op de Waterhuishouding-vergunning;
- Rivierenwetvergunning.

2.4. Overige relevante wet- c.q. regelgeving

In de vorige paragrafen is behandeld op grond van welke wetten een vergunning dient te worden aangevraagd voor het verspreiden van boorspecie. In deze paragraaf wordt ingegaan op overige wet- en regelgeving. Uit deze wetgeving vloeit geen vergunningplicht voort. Wel zijn gebieden aangewezen die een speciale beschermingsstatus genieten. Het verspreiden in deze gebieden is onmogelijk dan wel zeer ongewenst. De verschillende regelgevingen hebben een belangrijke rol gespeeld bij het opstellen van de randvoorwaarden bij de locatiekeuze welke is beschreven in hoofdstuk 7 van dit MER.

Verdrag inzake de Bescherming van de Schelde

Het verdrag inzake de Bescherming van de Schelde is gericht op samenwerking tussen de verdragspartijen teneinde 'de kwaliteit van de Schelde te behouden en te verbeteren'. De deelnemers aan het verdrag zijn: de Franse Republiek, het Waalse Gewest, het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, het Vlaamse Gewest en het Koninkrijk der Nederlanden. Om invulling te geven aan het verdrag is onlangs een Internationale Commissie voor de Bescherming van de Schelde (ICBS) opgericht.

Convention on Wetlands of International Importance

De 'Convention on Wetlands of International Importance (Ramsarconventie)' van de Verenigde Naties heeft tot doel een halt toe te roepen aan de toenemende aantasting en het verdwijnen van de 'wetlands' nu en in de toekomst. De definitie van wetlands omvat: het gebied waar het water tijdens laag water niet boven de zes meter komt. Nederland heeft verschillende gebieden aangemeld als wetland. Voor de Westerschelde is alleen het Verdrongen Land van Saeftinghe aangemeld.

Europese Vogelrichtlijn (79/409/EEG)

De Europese Vogelrichtlijn (79/409/EEG) heeft betrekking op de instandhouding van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten. Zij betreft de bescherming, het beheer en de regulatie van deze soorten. Een aantal bedreigde soorten wordt regelmatig in en rond de Westerschelde aangetroffen, veel van deze soorten hebben als belangrijkste habitat de schorren en slikken.

Het betreft de volgende soorten: aalscholver, lepelaar, bruine kiekendief, blauwe kiekendief, slechtvalk, kluut, grote stern, visdief, dwergstern, velduil, blauwborst, brandgans, goudplevier, kemphaan, bosruiter en zwartkopmeeuw. Van de Westerschelde is tot op heden alleen het Verdrongen Land van Saefthinghe onder de richtlijn gebracht (en daarmee tevens onder de werking van de Habitatrichtlijn). De Europese Commissie heeft, in het kader van een subsidieverlening aan Nederland, de voorwaarde gesteld dat ook de Hooge Platen onder de Vogelrichtlijn worden gebracht.

Europese Habitatrichtlijn 92/43/EEG

De Europese Habitatrichtlijn (92/43/EEG) heeft als doel bij te dragen aan het waarborgen van de biologische diversiteit door het instandhouden van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna. Door het aanwijzen van speciale beschermingszones dient uiteindelijk een coherent Europees ecologisch netwerk ('Natura 2000') gevormd te worden. In de richtlijn is een lijst met habitats opgenomen die bescherming genieten. Estuaria, schorren en bij eb droogvallende slikken vallen hier onder andere onder.

Procedureel dient elke Lidstaat binnen drie jaar na kennisgeving van de richtlijn een lijst aan de Europese Commissie toe te zenden met vermelding van de in dit kader relevante habitats en inheemse soorten. Vervolgens zal de Europese Commissie een lijst vaststellen van gebieden van communautair belang, waarop gebieden met één of meer prioritaire typen natuurlijke habitats of een of meer prioritaire soorten staan aangegeven. Bedoelde gebieden dienen uiterlijk zes jaar na vaststelling van de lijst, door de lidstaten aangewezen te worden als speciale beschermingszone.

De Westerschelde kwalificeert zich volgens de criteria van de habitatrichtlijn, zij het dat er noch prioritaire habitats noch prioritaire soorten voorkomen. Nederland bereidt momenteel aanmelding van de Westerschelde voor. Vervolgens besluit de Europese Commissie over eventuele plaatsing van de Westerschelde op de communautaire lijst.

Natuurbeschermingswet

Er is een vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet vereist voor handelingen die schadelijk zijn voor het natuurschoon of die een beschermd natuurmonument ontsieren. De gebieden in de Westerschelde die zijn aangewezen tot natuurmonument in het kader van de Natuurbeschermingswet zijn het Verdrongen Land van Saefthinghe, het Schor van Waarde en de Verdrongen Zwarte Polder. Deze gebieden zijn tevens in het streekplan van de Provincie Zeeland als natuurgebied aangewezen. Het voornemen om gebieden tussen gemiddeld hoogwater en NAP -5 meter in de Westerschelde onder de Natuurbeschermingswet (Nb-wet) te brengen, is aangekondigd in het Meerjarenprogramma Natuur en Landschap (1992) van het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij. Naar verwachting zal de procedure in 1998 worden opgestart. Het verspreiden van boorspecie zal zeer waarschijnlijk ook op grond van de 'nieuwe' Nb-wet niet vergunningsplichtig zijn.

Wet op de Ruimtelijke Ordening

Een gemeente kan op grond van het vigerende bestemmingsplan dan wel een voorbereidingsbesluit een aanlegvergunning vereisen voor het verspreiden van specie in de Westerschelde.

In de 'Uniforme planologische regeling buitendijkse gebieden in de Westerschelde' is het vereiste van een aanlegvergunning opgenomen in gebieden tussen gemiddeld hoogwater en NAP -5 meter. De aanlegvergunning mag slechts worden verleend indien geen blijvende onevenredige schade wordt toegebracht aan de natuurwetenschappelijke waarde van het gebied en na vooraf verkregen verklaring van geen bezwaar van Gedeputeerde Staten. De uniforme regeling is de eerste stap om te komen tot bestuurlijke afspraken voor het gehele Westerscheldegebied (exclusief het mondingsgebied) en geldt voor zover de gronden niet reeds een andere bestemming hebben of daarvoor gereserveerd moeten worden.

De gemeente Borsele en de gemeente Terneuzen hebben conform deze regeling een bestemmingsplan vastgesteld.

Vergunningwet Westerschelde

In de vaargeul van de Westerschelde worden reeds gedurende een lange tijd onderhoudsbaggerwerken uitgevoerd om deze open te houden ten behoeve van de toegankelijkheid van de havens aan de Westerschelde. Ten gevolge van het 'Verdrag inzake de verruiming van de vaarweg in de Westerschelde' dat in 1995 is gesloten tussen Nederland en België zal een vaargeulverdieping en een toename van de onderhoudsbaggerwerken plaats gaan vinden in de Westerschelde.

De Vergunningwet Westerschelde heeft bij wet een algemene (speciale) vergunning gegeven, te weten een geïntegreerde vergunning met diensgevolge geïntegreerde vergunningsvoorschriften, die niet is gebaseerd op verschillende specifieke wetten, zoals de Wet Milieubeheer, de Wvo, de Natuurbeschermingswet, enz. De relatie tussen de Vergunningwet en de locatiekeuze voor het verspreiden van de boorspecie is behandeld in hoofdstuk 7.

De Provinciale Milieuverordening (PMV)

Ter bescherming van het milieu zijn in de Provinciale Milieuverordening van de provincie Zeeland (PMV) integrale milieubeschermingsgebieden aangewezen. Voor de Westerschelde gaat het om:

- de Schor van Waarde;
- alle platen, slikken en een deel van de schorren van de Westerschelde en de Voordelta.

Voor deze gebieden zijn onder andere regels vastgesteld inzake het voorkomen of beperken van geluidshinder. Het equivalente geluidsniveau (dat is het gemiddelde geluidsniveau over een bepaald deel van het etmaal) op de grens van een integraal milieubeschermingsgebied mag niet meer zijn dan 40 dBA. Deze 40 dBA is een richtlijn. Er kan derhalve beargumenteerd van deze waarde worden afgeweken bij de vergunningverlening.

In de PMV zijn ook bepalingen opgenomen met betrekking tot het toepassen van secundaire grondstoffen. In de PMV is tevens een meldingsplicht daarvoor opgenomen. Voor toepassing van secundaire bouwstoffen in de integrale milieubeschermingsgebieden en waterwingebieden geldt een verbod.

Vergoeding Westerschelde

In de vergoeding van de Westerschelde worden twee belangrijke functies onderscheiden: de scheepvaartfunctie en de natuurfunctie. De scheepvaartfunctie wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van het Vliegveld en de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de haven van Rotterdam. De natuurfunctie wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de natuurreservaat van de Westerschelde.

De vergoeding van de Westerschelde wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de scheepvaartfunctie en de natuurfunctie. De vergoeding van de Westerschelde wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de scheepvaartfunctie en de natuurfunctie.

De Provinciale Milieufunctie (PMV)

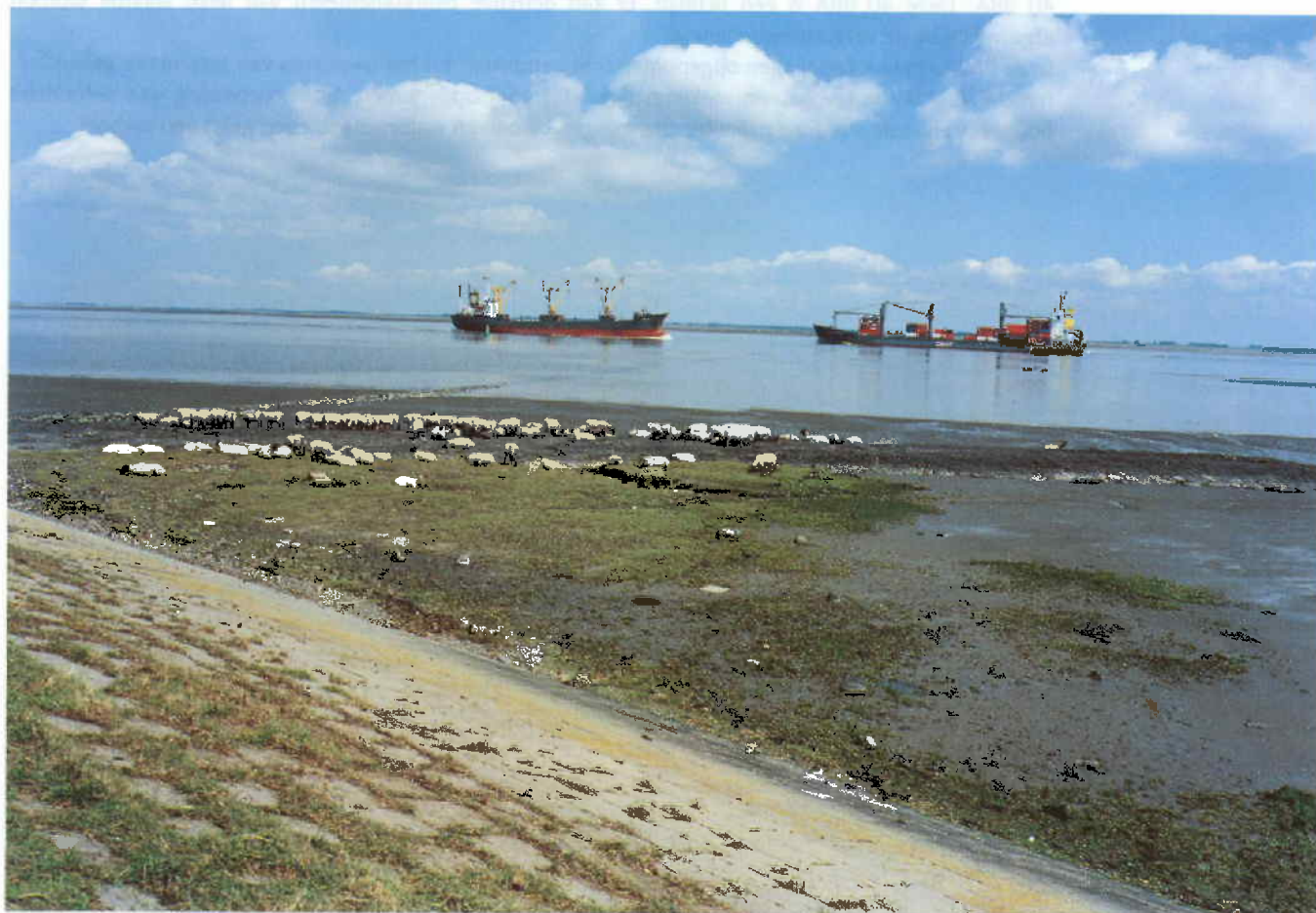
De Provinciale Milieufunctie (PMV) wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de provincie Zuid-Holland. De Provinciale Milieufunctie (PMV) wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de provincie Zuid-Holland.

De Rijksoverheid

De Rijksoverheid wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de Rijksoverheid. De Rijksoverheid wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de Rijksoverheid.

Voor deze gebieden zijn er twee belangrijke functies: de scheepvaartfunctie en de natuurfunctie. De scheepvaartfunctie wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de scheepvaartfunctie en de natuurfunctie. De natuurfunctie wordt bepaald door de ligging van de Westerschelde ten opzichte van de natuurfunctie en de scheepvaartfunctie.

"... met behoud en inachtneming van de scheepvaartfunctie van het gebied en de ontwikkelingsmogelijkheden daarvan, creëren van een zodanige situatie dat natuurfuncties kunnen worden gehandhaafd en hersteld en voorts potentiële natuurwaarden kunnen worden ontwikkeld ..."



3. Beleid in relatie tot voorgenomen activiteiten

3.1. Beleid op nationaal niveau

3.1.1. Derde Nota Waterhuishouding, de Evaluatie Nota Water en een doorkijk naar de Vierde Nota Waterhuishouding

In de Derde Nota Waterhuishouding [17] zijn de hoofdlijnen van het beleid voor de landelijke waterhuishouding aangegeven. Vertaling van het nationaal beleid voor de Westerschelde is nader uitgewerkt in het Beleidsplan Westerschelde (zie par. 2.3.1). Inmiddels is de opvolger van de Derde Nota, de Vierde Nota Waterhuishouding, als regeringsvoornemen [19] uitgebracht en zal naar verwachting in september 1998 van kracht worden.

De Vierde Nota zal het beleid op hoofdlijnen uit de Derde Nota onverkort voortzetten met dien verstande dat de uitvoering van het beleid op een aantal punten versterking behoeft.

Het emissiebeleid uit de Derde Nota Waterhuishouding blijft onverkort van kracht. Als uitgangspunten van het emissiebeleid hanteert de Derde Nota vermindering van de verontreiniging en het 'stand-still'-principe. Vermindering van de verontreiniging wordt verkregen door het hanteren van het inspanningsprincipe: bij elke activiteit waarbij verontreiniging op kan treden is een inspanning vereist om dit te voorkomen en volgens het stand-still-beginsel mogen bestaande kwaliteiten in elk geval niet achteruit gaan.

Overeenkomstig het inspanningsprincipe wordt de 'stand der techniek' toegepast: dit betekent dat voor de meest milieubezwaarlijke stoffen de best beschikbare techniek wordt geëist (BBT) en voor de minder bezwaarlijke stoffen de best uitvoerbare techniek (BUT). De lozers op oppervlaktewater worden gestimuleerd om schone technologie te implementeren en afvalwaterstromen te hergebruiken. Het voorgaande kan in vergunningen worden voorgeschreven.

In de Derde Nota Waterhuishouding en de Evaluatie Nota Water [18] is aangegeven aan welke kwaliteitseisen specie moet voldoen om het in het water te mogen worden verspreiden.

De Evaluatie Nota Water vormt een evaluatie van de doelstellingen van het integrale waterbeleid uit de derde Nota Waterhuishoudingen, halverwege de uitvoeringstermijn van dit plan. Wat betreft de beoordeling van de kwaliteit van waterbodems zijn de normen uit de Derde Nota in de Evaluatie Nota Water deels bijgesteld.

Verspreiden van specie beneden de, in zowel de Derde Nota als de Evaluatie Nota aangegeven, streefwaarden (klasse 0) is altijd mogelijk, voor klasse 1 specie (tussen streefwaarde en grenswaarde) is verspreiding ook mogelijk wanneer de kwaliteit van de waterbodem niet verslechtert. Verspreiden van klasse 2 specie (tussen grens- en toetswaarde) is mogelijk onder bepaalde voorwaarden. Deze voorwaarden voor verspreiding van klasse 2 specie worden in de Wvo-vergunning vastgelegd. Ook hier mag geen verslechtering van de waterbodemkwaliteit optreden.

In de Evaluatie Nota Water wordt aangegeven dat slibaanvoer een essentieel onderdeel is voor het ecologisch functioneren van watersystemen. Watersystemen hebben behoefte aan zand en/of slib voor een goed morfologisch en ecologisch functioneren. Vandaar dat aandacht wordt besteed aan het zoveel mogelijk in evenwicht houden van de zand- en slibbalans binnen het watersysteem. Dit betekent dat na baggeren de specie, indien voldoende schoon, weer teruggestort kan worden in hetzelfde watersysteem. Dit geldt zeker voor dynamische watersystemen zoals de Westerschelde. In de Westerschelde is slib samen met zand de bouwstof voor slikken en schorren en is zand de bouwstof voor platen.

In de doorkijk ten behoeve van de Vierde Nota Waterhuishouding kan opgemerkt worden dat voor het omgaan met vrijkomende baggerspecie in de komende jaren wordt gezien of de huidige klasse-indeling kan worden vervangen door een meer gedifferentieerde aanpak: verspreiden indien verantwoord voor het ontvangende systeem, verwerken (scheiden, reinigen, toepassen) waar mogelijk binnen redelijke

3. Beleid in relatie tot voorgenomen activiteiten

kosten, en dat storten wordt beschouwd als een vooralsnog onontkoombare maar milieu- en kosten-effectieve sluitpost. Dit houdt onder meer in dat voorlopig - onder voorwaarden - na 2000 doorgedaan wordt met verspreiden van klasse 2 specie.

3.1.2. Nationaal Milieubeleidsplan

Het Nationaal Milieubeleidsplan 2 (NMP 2) [22], opgesteld voor de periode 1995-1998 is een voortzetting van het in 1989 verschenen 1^e NMP, waarin het algemeen milieubeleid is geformuleerd. Het beleid is gericht op aanvaardbare en zo mogelijk verwaarloosbare risico's voor mens en milieu. Inmiddels is het derde Nationale Milieubeleidsplan [23] aangeboden aan de Tweede Kamer. Dit plan bevat de strategie voor het milieubeleid voor de periode 1999 tot 2003. De strategie richt zich op het scheppen van de voorwaarden voor een duurzame ontwikkeling nu en in de toekomst in vervolg op de lijnen die hiervoor in het NMP1 en NMP2 zijn uitgezet. Het bevat geen essentiële veranderingen voor het afval- en waterbodembeleid.

3.1.3. Nationaal Natuurbeleidsplan

Volgens het Nationaal Natuurbeleidsplan [16] is de Westerschelde kerngebied in de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), dit wil zeggen een gebied met hoge actuele natuur- en ecologische waarde. Voor dergelijke gebieden geldt in de eerste plaats een basisbescherming, die er op is gericht vanuit het natuurbeleid ongewenste (onomkeerbare) veranderingen in de abiotische situatie en de ruimtelijke structuur te voorkomen.

3.1.4. Structuurschema oppervlaktedelfstoffen

Het Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen [20] stimuleert het hergebruik van grondstoffen uit werken in andere werken. Dit wordt verwoord in conclusie 9 van het Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen: *'Het ontgrondingenbeleid moet bevorderen dat de grondstoffenvoorziening voor de bouw plaatsvindt met oppervlaktedelfstoffen die vrijkomen bij de uitvoering van werken (secundaire ontgrondingen).'* Voor grondstoffen die vrijkomen bij werken is verder nog een andere beleidslijn uit dit Structuurschema van belang: *'Vanuit het oogpunt van algemeen grondstoffenbeleid is het gewenst dat schaarse grondstoffen voor het meest hoogwaardige doel worden toegepast.'*

3.2. Beleid op provinciaal niveau

3.2.1. Provinciaal Milieubeleidsplan, Kerend Tij Twee

De Provincie Zeeland heeft in het Zeeuwse Milieubeleidsplan Kerend Tij [28] het nationale milieubeleid vertaald naar de Zeeuwse situatie en haar eigen visie op het milieubeleid gepresenteerd.

In Kerend Tij 2 [29], opvolger van Kerend Tij uit 1990, wordt het milieubeleid van de Provincie Zeeland voor de periode 1995-1998 uiteengezet. Op het gebied van het afvalstoffenbeleid gelden de volgende doelstellingen:

- verminderen van de afvalstroom in omvang en schadelijkheid;
- besparen van grondstoffen, energie en ruimte;
- realiseren van een milieuhygiënisch verantwoorde en doelmatige afvalverwijdering tegen aanvaardbare kosten.

Bij de realisering van de doelstellingen wordt de volgende volgorde van prioriteiten aangehouden: preventie, hergebruik en nuttige toepassing, verbranding en verspreiden.

De Provincie Zeeland heeft een en ander uitgewerkt in de beleidsnota *'Kerend Tij Twee, plan-uitwerking'*. Deze nota is een uitwerking van het milieubeleidsplan *'Kerend Tij Twee'* en dient als toetsingskader voor vergunningverlening en handhaving.

3.2.2. Beleidsplan Waterbodems & Baggerspecie

Het provinciaal Beleidsplan Waterbodems & Baggerspecie [40] geeft een bundeling en integrale presentatie van het te voeren beleid in Zeeland met betrekking tot waterbodems en baggerspecie. Reeds geformuleerd en geldend beleid wordt in het beleidsplan gepresenteerd inclusief een uitwerking van het beleid op onderdelen waar dat nog niet of onvoldoende is vormgegeven. Het is dus geen beleidsplan van maar voor de provincie Zeeland.

3.3. Beleid op regionaal niveau

3.3.1. Beleidsplan Westerschelde

Het belangrijkste regionale beleidsdocument is het Beleidsplan Westerschelde [3]. Het document is gebaseerd op vastgesteld internationaal en nationaal beleid, verwoord in het Natuurbeleidsplan, het Structuurschema Groene Ruimte, en de Derde Nota Waterhuishouding.

Het Beleidsplan Westerschelde is vastgesteld op 7 maart 1991, te Middelburg door de stuurgroep Westerschelde. De planhorizon van dit beleidsplan is op de korte termijn, de periode tot 1996, op de middellange termijn, de periode tot 2001 en op de lange termijn, de periode vanaf 2001.

Het beleidsplan diende een concreet en actiegericht karakter te hebben, en zich te richten op alle in de Westerschelde voorkomende functies (scheepvaart, visserij, natuur, veiligheid en recreatie).

In het beleidsplan zijn dan ook ten aanzien van de voorkomende functies uitgangspunten, doelstellingen en maatregelen geformuleerd. In een bij het beleidsplan behorende actielijst is onder andere het gezamenlijk streven van Vlaanderen en Nederland om te komen tot een lange termijn herstelplan voor het gehele estuarium opgenomen.

Hoofddoelstelling van het beleidsplan Westerschelde is 'het, met behoud en inachtneming van de scheepvaartfunctie van het gebied en de ontwikkelingsmogelijkheden daarvan (.....), creëren van een zodanige situatie dat natuurfuncties kunnen worden gehandhaafd en hersteld en voorts potentiële natuurwaarden kunnen worden ontwikkeld. Dat dient tevens te leiden tot een goede uitgangssituatie voor de ontwikkeling van visserij- en recreatiefuncties. Het belang van de waterkeringen dient daarbij te worden gewaarborgd.'

Samengevat komen ten aanzien van scheepvaart en veiligheid de volgende beleidsaccenten naar voren:

- Waarborgen van de hoofdfunctie scheepvaart en van de verbindingen van en naar de havens in het Westerscheldegebied;
- Waar mogelijk versterken van de economische functie van de hoofdtransportas door aanpassing van havenfaciliteiten;
- Bijzondere aandacht voor een samenhangend veiligheidsbeleid.

Het beleid met betrekking tot ecologie en waterbeheer in de Westerschelde is gericht op *'het behoud en de versterking van de natuurfunctie, vanwege het estuariene karakter van de gradiënten, van de morfologische dynamiek en van de daarmee samenhangende aquatische en terrestrische levensgemeenschappen'*.

Dit beleid wordt nader geconcretiseerd in korte en middellange termijn doelstellingen. De korte termijn doelstellingen zijn:

- Zoveel mogelijk instandhouden van de natuurlijke morfologische dynamiek op het huidige niveau;
- Handhaving op het huidige niveau van areaal en natuurwaarden van ondiep water, intergetijdengebieden en schorren, ten behoeve van de kinderkamerfunctie voor vis, de functies voor vogels en de functie voor zeehonden. In het westelijk deel dient dit te gebeuren via procesbeheer door middel van de natuurlijke dynamiek. In het meer krappe en kunstmatige oostelijk deel wordt vooral patroonbeheer door het vastleggen van het bestaande patroon en door natuurbouw toegepast;
- Voorkomen van erosie van vooroevers en schorgebieden.

De middellange termijn doelstellingen behelst:

- Het handhaven c.q. herstel en versterking van natuurlijke estuariene karakteristieken (paai- en kinderkamerfuncties, rust-, overwinterings-, doortrek- en fourageerfunctie, de typische milieutypen zoals schorren, slikken en ondiep water, overgangen tussen zout en zoet, een natuurlijk verlandings-tempo, en een dynamisch en meervoudig geulensysteem);
- Effecten op de voortplanting van bodemdieren en visetende vogels dienen te worden voorkomen;
- Het streven is gericht op een estuarium met een zodanige water- en bodemkwaliteit dat deze geen belemmering meer vormen voor de optrek van zoutwater-vissoorten naar de zoet water gelegen paaigebieden en dat er weer een levensvatbare populatie van de zeehond aanwezig is.

Het beleid ten aanzien van recreatie is er in zijn algemeenheid op gericht 'de huidige recreatieve mogelijkheden minimaal op hetzelfde niveau te handhaven en daar waar nodig de noodzakelijke voorwaarden voor te scheppen. Daarnaast is het beleid erop gericht om beperkte uitbreiding van de recreatie toe te staan in de gevallen waarin dit na afweging van alle relevante belangen wenselijk wordt geacht'.

Tweejaarlijks wordt er een **Voortgangs- en evaluatierapportage** uitgebracht met als doel:

- evaluatie van het gevoerde beleid;
- inventarisatie van alle relevante ontwikkelingen en toetsing daarvan aan het vastgestelde beleid;
- inzicht bieden in de voortgang van het aan het beleidsplan gekoppelde actieplan;
- vergelijking van nieuwe onderzoeksresultaten met eerder gedane aannamen;
- ruimte bieden voor voorstellen om het beleid bij te stellen.

3.3.2. Nota zandwinbeleid Westerschelde

In de Nota zandwinbeleid Westerschelde [36] wordt als doelstelling ten aanzien van commerciële zandwinning in de Westerschelde gesteld dat zandwinning geen ongewenst effect op het sedimentbudget van het estuarium mag hebben. Ondanks de zeer geringe onttrekking van zand ten opzichte van de totale geulinhoud van de Westerschelde (in de orde van 0,1%), zal zandwinning op langere termijn een aanzienlijk effect hebben op de zandhuishouding van de Westerschelde. De maximale hoeveelheid in de Westerschelde te winnen zand is met ingang van 1990 vastgesteld op 2,6 miljoen m³ per jaar. Gedurende de periode 1998 t/m 2000 zal er een interimbeleid worden gevoerd dat neerkomt op het voortzetten van het tot nu toe gehanteerde zandwinbeleid. Mogelijk wordt in de toekomst de zandwinning afgebouwd. Het beleidsvoornemen is om de zandwinning in de komende beleidsperiode 2000 t/m 2004 in het oostelijk deel van de Westerschelde te concentreren. Dit is gunstig voor het wegwerken van bestaande zandoverschotten als gevolg van vroegere stortingen van baggerspecie. Daarnaast zal door zandwinning in de directe omgeving van de baggerlocaties de omvang van het onderhoud van de vaargeul in de toekomst worden verminderd. Afbouw van de zandwinning komt in zicht wanneer de overschotten die bij de verruiming van de vaargeul in de Westerschelde vrijkomen, uit het systeem zijn verwijderd. Een beslissing hierover wordt in 2004 genomen na evaluatie van de resultaten van morfologisch onderzoek, tijdens en na de komende verdieping van de Westerschelde.

4. Wat is het probleem en het doel in dit MER

4.1. De plaats en de afmetingen van de Westerscheldetunnel

De Westerscheldetunnel zal bestaan uit een volledig geboorde tunnel. Het tracé van de tunnel met aansluitende wegen loopt aan de zuidzijde ten westen van Terneuzen en aan de noordzijde ten westen van Ellewoutsdijk. De tunnel zal bestaan uit twee afzonderlijke tunnelbuizen met ieder een diameter van 11,3 m en een lengte van circa 6,5 km. De twee buizen liggen op een afstand van circa 12 m van elkaar. Elke 250 m bevindt zich tussen beide buizen een dwarsverbinding (zie figuur 4.1). Vanaf Terneuzen daalt de tunnel over een korte afstand naar een diepte van ca. NAP -60 m om onder de Pas van Terneuzen door te kunnen gaan. Vervolgens stijgt het tracé met ongeveer 15 meter en loopt vervolgens min of meer horizontaal. Ter hoogte van de Everingen daalt de tunnel nog iets om vervolgens geleidelijk op te lopen naar maaiveldniveau bij Ellewoutsdijk.

Figuur 4.1
Dwarsdoorsnede
Westerscheldetunnel.



Beide tunnelbuizen zullen vanaf Zeeuwsch-Vlaanderen worden geboord, ieder met hun eigen boormachine. In de tijd zal het boren van de tweede buis drie maanden later beginnen dan het boren van de eerste buis. Het eigenlijke boren zal een continu proces zijn en ongeveer tweeënhalf jaar in beslag nemen. Bij het boren van de tunnel zullen verschillende grondlagen worden doorkruist, waarbij in totaal ca. 1,3 miljoen m³ grond wordt ontgraven. Dit materiaal zal bij Terneuzen boven de grond komen. Bij Terneuzen is een werkterrein ingericht met o.a. ruimte voor de separatie-installatie en de opslag van materialen benodigd voor de bouw van de tunnel.

4.2. Het geologisch bodemprofiel

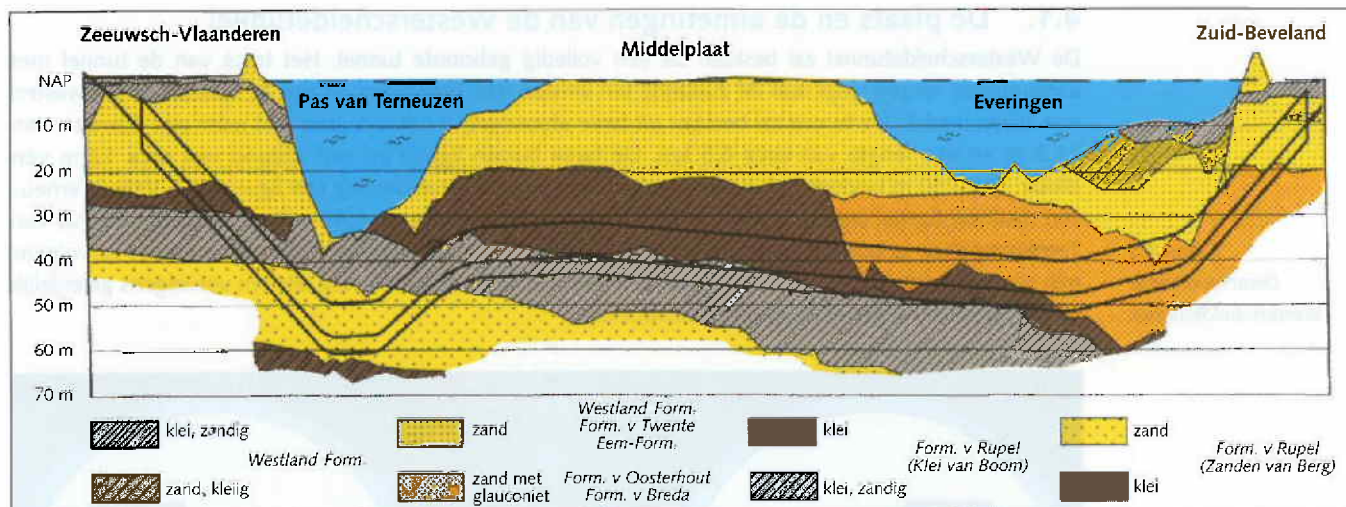
Het tracé van de tunnel doorsnijdt een aantal bodemlagen (figuur 4.2). In [33] is een globale beschrijving van de geologie van de Westerschelde en omgeving gegeven.

■ Zanden van Berg

De oudste en diepste laag bestaat uit glauconiethoudend zand (zie kader). Deze laag wordt uitsluitend op het diepste punt van de tunnel, ter hoogte van de Pas van Terneuzen doorsneden. Bij boringen voelt dit zand 'vettig' aan. De grootte van de korrels varieert tussen matig fijn en matig grof, maar kenmerkend is dat het grootste deel zich in een nauwe bandbreedte bevindt (éénkorreligheid, c.q. steile zeefkromme).

■ Boomse klei

Boven de Zanden van Berg ligt de Boomse klei (ook Klei van Boom genoemd). Een groot gedeelte van het tunneltracé gaat door deze Boomse klei. Dit is een stugge, compacte en zware klei met daarin plaatselijk zandige laagjes. De Boomse klei kan worden ingedeeld in twee lagen. De bovenste laag bestaat hoofdzakelijk uit zware klei. In de onderste laag is het kleigehalte lager en komen er meer zandige laagjes in de klei voor.



Figuur 4.2
Geologisch bodemprofiel
ter plaatse van de
Westerscheldetunnel.

■ *Formatie van Breda, Formatie van Oosterhout*

Boven de Boomse klei bevindt zich ter hoogte van de geul van Everingen opnieuw een laag glauconiethoudend zand, maar van recentere datum dan de eerstgenoemde laag; ten zuiden van de Everingen ontbreekt deze glauconiethoudende zandlaag boven de Boomse klei. Ook voor deze laag geldt de eenkorreligheid.

■ *Eemformatie, Formatie van Twente, Westlandformatie*

De bovenste lagen die ter hoogte van beide tunneluiteinden worden doorsneden, bestaan uit zandlagen, al dan niet afgewisseld met kleilagen. Hier en daar zijn veenachtige lagen aangetroffen. Het zand varieert in korrelgrootte van zeer fijn tot matig fijn.

Glaucaniet

Twee van de grondlagen die door de WST zullen worden doorkruist, zijn glauconiethoudende zandlagen. Deze zandlagen bevatten van nature het mineraal glauconiet waarvan het gehalte kan oplopen tot 30%. Glaucaniet is groen van kleur en bevindt zich in de vorm van korrels (ter grootte van zandkorrels) in de zandlagen. Het mineraal ontstaat door natuurlijke omzetting van kleiïg materiaal aan of vlak onder het oppervlak van een zeebodemsediment. Glaucaniet behoort tot de groep plaatvormige mineralen die mica's worden genoemd. Deze mica-groep behoort net als de kleimineralen tot de fylosilicaten en hun kristalstructuur is dan ook nauw aan elkaar verwant.

4.3. De ligging van het tracé van de tunnel tussen de aanlandingspunten

In een eerder genomen besluit is het tracé van de Westerscheldetunnel vastgelegd (zie paragraaf 2.1). Dat betekent dat het wegtracé over land en de aanlandingspunten van de tunnel hiermee zijn vastgelegd. In principe zou het tracé onder de Westerschelde tussen de twee aanlandingspunten nog kunnen variëren. Dit zou consequenties kunnen hebben voor de hoeveelheden en typen af te voeren grond bij het boren. De gekozen horizontale en verticale ligging wordt hierna toegelicht.

Horizontale ligging van de tunnel

Bijna het gehele horizontale tracé van de tunnel tussen de vastgelegde aanlandingspunten bij Terneuzen en Ellewoutsdijk is een rechte lijn en daarmee zo kort mogelijk gehouden. Aan de noordzijde buigt vlak voor het aanlandingspunt het tracé flauw naar het westen om te zorgen dat het noordelijke tracé over land zo dicht mogelijk langs de punt van de Staartse Nol kan lopen. Aan de zuidzijde loopt het tracé recht tot aan het aanlandingspunt; het tracé buigt pas na de tunneluitrit flauw naar het oosten af vanwege de minimaal benodigde afstand tot het terrein van DOW Chemical.

Zou, met de aanlandingspunten als vast gegeven, het tracé worden verlegd, dan houdt dit een verlenging van de tunnel in en daarmee een toename van de hoeveelheid af te voeren grond.

Daarnaast is de geologische opbouw van de Westerschelde zodanig [33], dat een horizontale verschuiving van het tracé tot enkele honderden meters naar het oosten of westen - wederom met de aanlandingspunten als vast gegeven - er niet voor zou zorgen dat hele andere grondlagen worden doorboord. Ook de verhoudingen tussen de soorten te ontgraven grond zouden niet significant veranderen ten opzichte van het voorgenomen tracé.

Verticale ligging tunnel

De verticale ligging van het tunneltracé is enerzijds bepaald door de minimale gronddekking die boven de tunnel nodig is om redenen van veiligheid en anderzijds door de voorgeschreven ontwerpspecificaties voor de weg in de tunnel, zoals de hellingshoek. Daarnaast is bij de keuze van het verticale tracé zoveel mogelijk de laag van de Boomse klei 'opgezocht', omdat deze zich door zijn stugheid en compactheid relatief goed leent om in te boren. Binnen deze randvoorwaarden is ook wat betreft de verticale ligging van de tunnel het tracé zo kort mogelijk en de hoeveelheid boorspecie is daarmee minimaal.

4.4. De boormethode

De Westerscheldetunnel zal worden gemaakt door middel van een volledig geboorde tunnel (figuur 4.3). Bij tunnels met een grote lengte, zoals de Westerscheldetunnel, gebeurt het boren geheel mechanisch. In de startnotitie [43] zijn verschillende boormethoden beschreven en is de keuze voor de 'slurry schild methode' toegelicht (zie ook de twee kaders op blz. 31). Deze boormethode is zowel om technische als om economische redenen gekozen. De boormethode wordt in het vervolg van dit MER als gegeven beschouwd.

De Westerscheldetunnel zal uit twee tunnelbuizen bestaan [14], die ieder met hun eigen boormachine worden geboord. Het boren van de westelijke buis zal dertien weken later starten dan de oostelijke buis. Bij dit faseverschil in tijd kunnen werkzaamheden die nodig zijn voordat met het boren kan worden begonnen, voor beide buizen na elkaar worden gedaan, hetgeen het logistieke proces minder complex maakt.

De gemiddelde boorsnelheid zal ca. 12 m per etmaal per tunnelbuis bedragen. In het ideale geval kunnen beide buizen met een gemiddelde voortgang van 12 m per etmaal worden geboord en blijft de tussen 'afstand' van drie maanden gehandhaafd. Deze voortgang is echter een aangenomen gemiddelde.

Er wordt met nadruk op gewezen dat de daadwerkelijke voortgang per buis sterk kan variëren, veroorzaakt door variaties in geologische omstandigheden, benodigde inspecties van de boorkamer en het boorfront en uit te voeren reparaties en onderhoudswerkzaamheden.

4.5. Toevoeging van steunvloeistof bij het boren

Zoals in het kader bovenaan op bladzijde 31 is uitgelegd, maakt de slurry schild methode gebruik van een steunvloeistof die bestaat uit water en bentoniet. De algemene eigenschappen van het mineraal bentoniet zijn toegelicht in het kader onderaan op bladzijde 31. De bentoniet zal in droge poedervorm

worden aangeleverd. Om de steunvloeistof te verkrijgen zal de droge bentoniet worden vermengd met water zodat de suspensie ontstaat die geschikt is voor het boorproces [14].

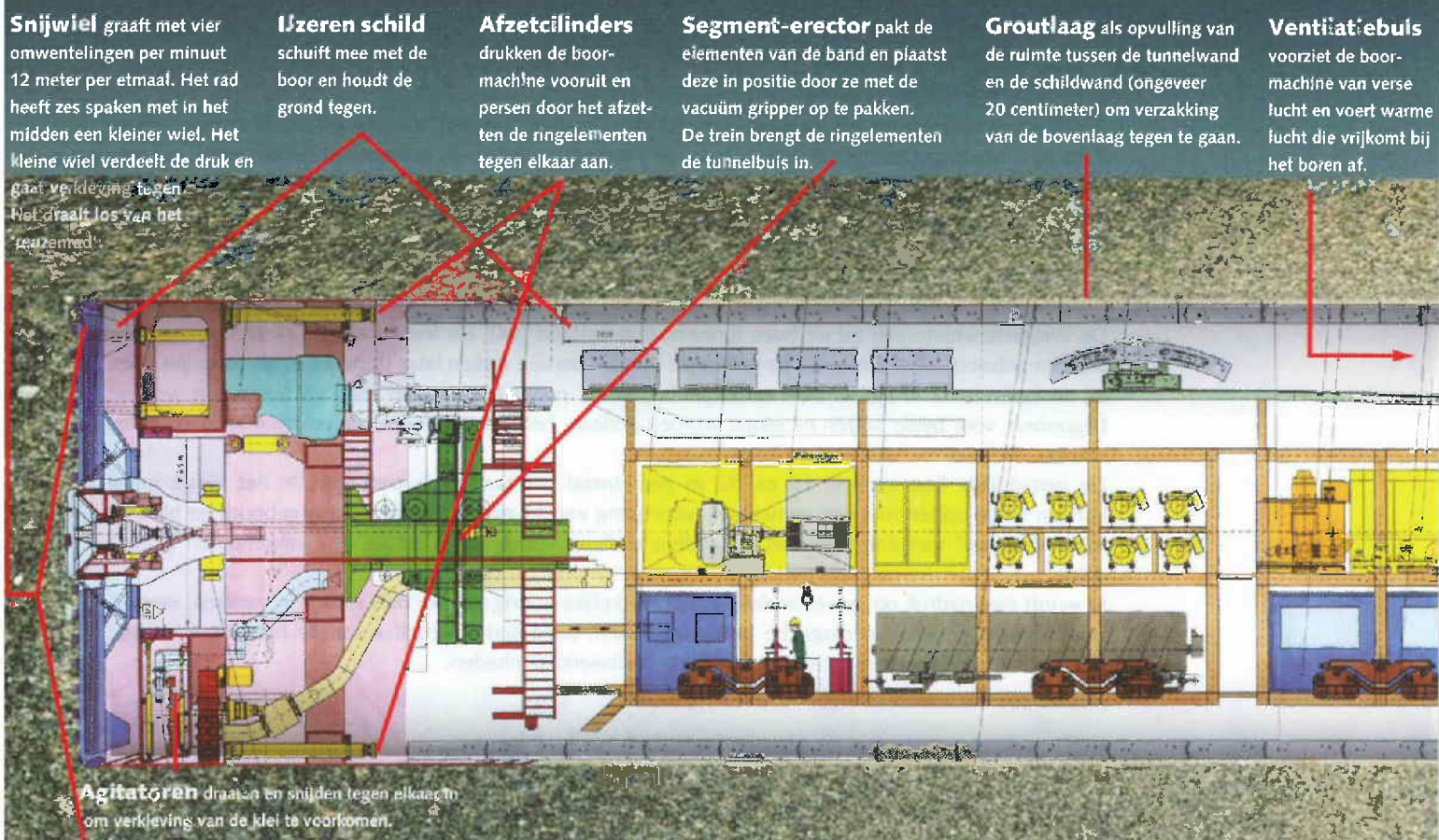
Voor het water waarmee de suspensie wordt aangemaakt, zal industriewater worden gebruikt (zie kader op deze bladzijde). De belangrijkste eis die aan de kwaliteit van het aanmaakwater moet worden gesteld, is dat het zoet water is, of op zijn minst water met een zo gering mogelijk chloridegehalte. Dit is omdat bentoniet in zout water niet het gewenste zwelgedrag vertoont en leidt tot ongewenste uitvloeking van de suspensie [14].

Industriewater

N.V. Deltanutsbedrijven levert aan de industrie zoet oppervlaktewater dat wordt gewonnen uit de Izabella en de Zwart-Sluis polder, gelegen in West-Vlaanderen. Het gewonnen oppervlaktewater wordt opgeslagen/gebufferd in een drietal bekken. Na behandeling (chemische defosfatering, filtratie en chloorbleekloog-dosering) wordt het water als industriewater aan de industrie afgeleverd.

Er wordt nog onderzocht of in de Boomse klei, in plaats van met de hierboven beschreven bentoniet-suspensie, met zout water zonder (of met minimale) toevoeging van bentoniet kan worden geboord. Dit zoute water zal dan uit de Westerschelde moeten worden onttrokken [14].

*Figuur 4.3
De boormachine voor de
Westerscheldetunnel
zal een tunnel met een
doorsnede
van 11,3 meter boren.*



Slurry Schild Methode

Bij deze boormethode wordt een steunvloeistof gebruikt die dient om het boorfront te verzegelen en af te steunen. De steunvloeistof bestaat, normaal gesproken, uit een mengsel van water en bentoniet (suspensie) en wordt onder druk gehouden in de boorkamer. De druk in de boorkamer zal iets hoger dienen te zijn dan de omringende grond- en waterdruk, waardoor de steunvloeistof in de poriën van de bodem dringt en daar een waterdichte en afsteunende laag vormt. Daardoor wordt tezamen met de overdruk in de boorkamer een stabiel boorfront gevormd. Door de stroperige aard van de steunvloeistof en de gevormde pleisterlaag wordt ook het gevaar van een zogenaamde 'blow-out' - het plotseling en ongecontroleerd ontsnappen van steunvloeistof of lucht, waardoor een verlies van stabiliteit aan het boorfront optreedt - beperkt. Bovendien is men hierdoor in staat de boorkop enigszins terug te trekken zodat een ruimte ontstaat die, na afpompen van een deel van de suspensie, betreedbaar is voor reparatie- en onderhoudswerkzaamheden. Bij deze methode kan er voor worden gekozen de boorkamer geheel of slechts gedeeltelijk met steunvloeistof te vullen door gebruik te maken van een luchtbel. Bij een gedeeltelijke vulling is de boorkamer gemakkelijker betreedbaar. Bovendien is op deze wijze een betere controle van het boorproces mogelijk omdat drukverschillen beter zijn op te vangen. Verder is het mogelijk tijdens grotere reparaties de luchtbel in de boorkamer zo groot te maken dat het gehele snijwiel zichtbaar en bereikbaar is. De steunvloeistof dient er verder voor om de grond die bij het boren vrijkomt op te nemen en zo te kunnen verpompen. De slurry schild methode is met name geschikt voor slappe grondlagen van een wisselende samenstelling en voor boren beneden de grondwaterspiegel. De methode is daarnaast uitermate geschikt voor het boren van grote diameters zoals de Westerscheldetunnel. De druk in de boorkamer kan, in tegenstelling tot andere boormethoden, over de hoogte van het boorfront worden aangepast op de grond- en waterdruk ter plaatse.

Bentoniet

Bentoniet is van oorsprong een tufsteen, dat ontstaat bij vulkaanuitbarstingen. Door geologische omzettingen en natuurlijk-chemische processen is een mineralenmengsel ontstaan waarvan het hoofdbestanddeel montmorilloniet is. Verder zijn in het mengsel ondermeer kwarts, glimmer, veldspaat en kalk aanwezig. De korrelgrootte van bentoniet is kleiner dan $2\ \mu\text{m}$ (= micrometer).

Montmorilloniet is een natuurlijk mineraal en behoort tot de groep van de kleimineralen. Vrijwel alle kleimineralen hebben een lagenstructuur, waarvan de basis wordt gevormd door een combinatie van twee of meer van de volgende drie typen plaatvormige structuurelementen: silicium-oxide, aluminium-hydroxide en magnesium-hydroxide. Afhankelijk van de combinatie van deze typen kunnen de kleimineralen op hun beurt weer in groepen worden ingedeeld. Eén daarvan is de montmorillonietgroep. Kleimineralen uit deze groep bestaan uit twee lagen silicium-oxide met daartussen een laag aluminium-hydroxide, wat bij elkaar wel een sandwich wordt genoemd. Kenmerkend voor de montmorillonietgroep is het vermogen tot het opnemen van water of andere organische vloeistoffen tussen de sandwiches, waardoor ze opzwellen. Een kleideeltje bestaat uit een veelvoud van dit soort sandwiches.

Wanneer een grote hoeveelheid van deze kleideeltjes in water wordt opgelost, raken de deeltjes elkaar aan de hoeken en de kanten en verkleven daar enigszins, waardoor een 'gel' ontstaat. Deze gel heeft thixotrope eigenschappen. Dat wil zeggen dat de gel zich onder invloed van een uitwendige kracht als vloeistof gedraagt, maar zonder die kracht als een vaste stof. Deze thixotrope eigenschappen maken de oplossing geschikt als steunvloeistof voor de slurry schild methode.

Het van nature voorkomende natrium-bentoniet heeft deze thixotrope eigenschappen in hoge mate en noemt men daarom actieve bentoniet. Er wordt, met name in Duitsland, ook veel kalium-bentoniet gevonden dat deze eigenschappen in veel mindere mate bezit. Echter met behulp van een soda-behandeling kan laatstgenoemde bentonietsoort worden geactiveerd (kalium-ionen worden daarbij uitgewisseld voor natrium-ionen), waardoor de gewenste eigenschappen kunnen worden bereikt.

4.6. Terugwinning van de steunvloeistof

De consequentie van het gebruik van een steunvloeistof is dat tijdens het boren een vermenging optreedt van de grond en de steunvloeistof. Dit mengsel wordt uit de boorkamer gepompt en naar het werkterrein gepompt. Zonder nadere maatregelen zou met de ontgraven grond de totale hoeveelheid gebruikte bentonietsuspensie worden afgevoerd en zou steeds geheel verse bentonietsuspensie moeten worden gebruikt. Om primaire grondstof (bentoniet en water) te besparen en om economische redenen wordt een zo groot mogelijk deel van de bentonietsuspensie teruggewonnen en opnieuw gebruikt. Er wordt dus zoveel mogelijk een kringloop van bentonietsuspensie gecreëerd. Daartoe wordt de boorspecie vanuit de boorkamer via buisleidingen hydraulisch verpompt naar de bovengronds op het werkterrein bij Terneuzen opgestelde separatie-installatie waar een gedeelte van de bentonietsuspensie wordt teruggewonnen. Het enige doel van de separatie-installatie is dus het totale verbruik van bentonietpoeder en aan het boorproces toe te voegen water zo beperkt mogelijk te houden. De tunnelboormachines in de twee te boren buizen zullen ieder hun eigen separatie-installatie hebben.

4.6.1. Opbouw van de separatie-installatie

Bij het separeren worden uit het mengsel van grond en bentonietsuspensie zoveel mogelijk gronddeeltjes verwijderd. Dit separeren geschiedt op basis van het verschil in korrelgrootte in een aantal stappen, van grove naar fijne gronddeeltjes. Zodoende wordt een zo zuiver mogelijke bentonietsuspensie teruggewonnen om opnieuw bij het boorproces te gebruiken.

Op basis van de samenstelling van de grondlagen die door de Westerscheldetunnel zullen worden doorkruist, is van iedere tunnelbuis de separatie-installatie samengesteld uit de volgende stappen [14]:

■ Voorzeef

Dit is een grove triizeef waarbij het materiaal groter dan 4 mm uit het mengsel van grond en bentoniet wordt gezeefd. De functie van de voorzeef is het beschermen van de navolgende scheidingsapparaten tegen te grote fracties.

■ Twee stappen met hydrocycloonscheiding

Het restmengsel, dat niet op de voorzeef achterblijft, wordt achtereenvolgens over twee stappen geleid, ieder met een hydrocycloon en een ontwateringszeef. In de hydrocycloon, een trechtervormig metalen vat, wordt met behulp van middelpuntvliedende kracht een scheiding aangebracht tussen het grovere en het fijnere deel van de suspensie. De hydrocycloon is een vaste, dus niet roterende, opstelling waarbij de scheiding plaatsvindt door de suspensie onder hoge druk in de cycloon te laten roteren. De ontwateringszeef wordt gebruikt om het afgescheiden materiaal zo droog mogelijk af te kunnen voeren, zodat het waterverbruik wordt geminimaliseerd. Voor de separatie-installatie van de Westerscheldetunnel zijn 2 cycloontrappen voorzien:

– 1e hydrocycloon

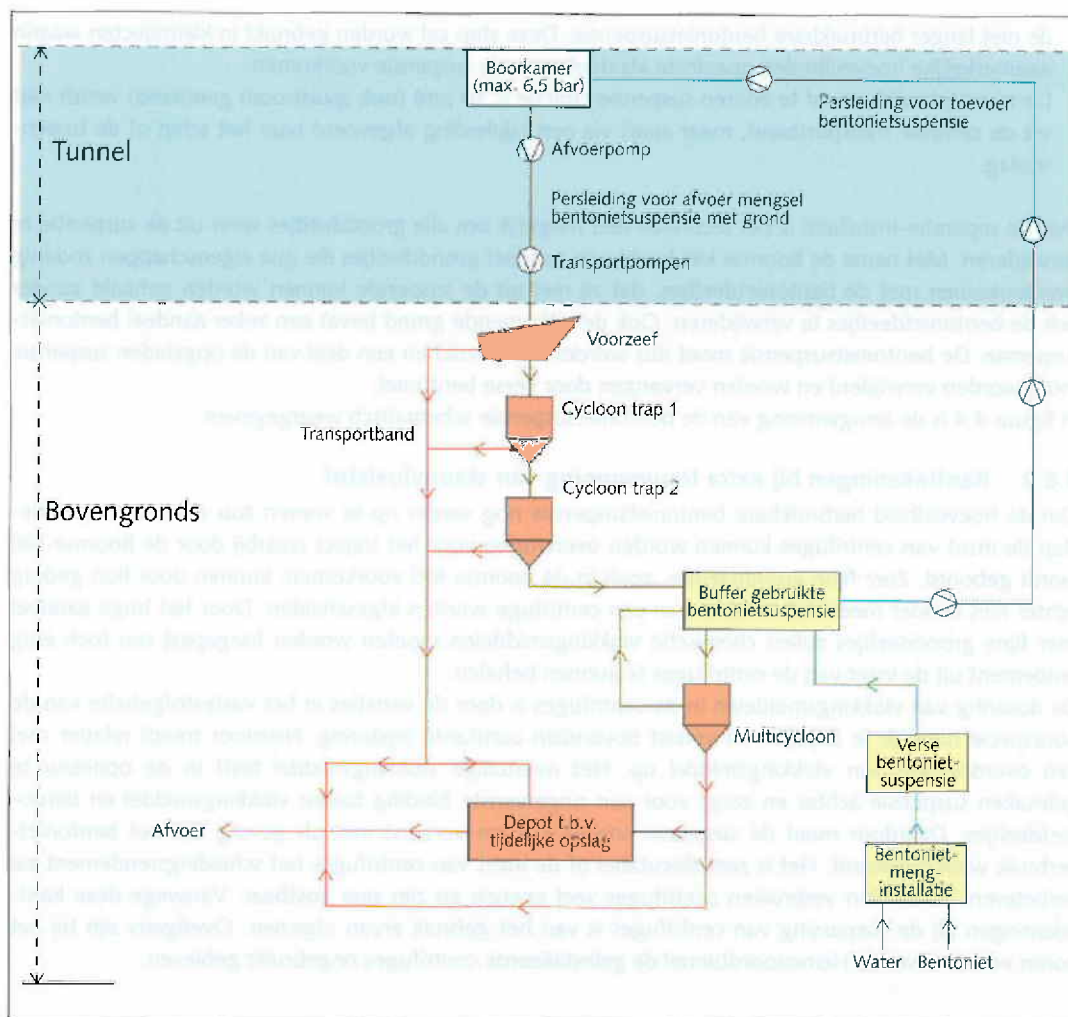
bij deze eerste cycloontrap wordt het materiaal tussen 4 mm en 100 µm, hoofdzakelijk zand ontdaan van slib, afgescheiden. Het restmengsel, de bentonietsuspensie met gronddeeltjes kleiner dan 100 µm, gaat naar de volgende cycloontrap.

– 2e hydrocycloon

van de resterende suspensie wordt in de tweede cycloontrap het materiaal tussen 100 µm en 30 µm afgescheiden. In deze cycloontrap is de ondergrens van 30 µm een theoretische grens, die in de praktijk waarschijnlijk niet zal worden bereikt. De verwachting is dat de tweede cycloontrap in de praktijk kan scheiden tot 40 à 60 µm.

Het materiaal dat in alle drie separatiestappen wordt afgescheiden, wordt in het voornemen via één centrale transportband afgevoerd. Het restmengsel (de fractie < 30 µm) wordt via een buffertank teruggeleid naar het boorfront of (gedeeltelijk) vervangen door verse bentonietsuspensie.

Figuur 4.4
Schematische weergave
van de
separatie installatie.



Op de boortrajecten waar geen klei voorkomt, de zandtrajecten, zal de opnieuw te gebruiken suspensie (fractie < 30 µm) na deze drie separatiestappen nagenoeg vrij van gronddeeltjes kunnen worden gehouden. In de kleitrajecten zal daarentegen (een deel van) de klei in de suspensie in oplossing gaan. Omdat deze kleideeltjes qua grootte veel overeenkomst vertonen met de bentonietdeeltjes, is het niet mogelijk al deze kleideeltjes met de bovenstaande separatiestappen uit de suspensie te verwijderen. Dat betekent dat de opnieuw te gebruiken bentoniet-suspensie geleidelijk wordt 'opgeladen' met grond. Deze deeltjes hebben echter niet de eigenschappen van bentoniet. Als de suspensie teveel is opgeladen, neemt de soortelijke massa van de suspensie sterk toe en is de suspensie slecht tot niet meer verpompbaar en kan bovendien onvoldoende gronddeeltjes in de boorkamer opnemen. Een deel van de opgeladen suspensie moet dan worden verwijderd en worden vervangen door verse bentoniet-suspensie om de soortelijke massa van de te gebruiken suspensie weer onder de aanvaardbare grens te krijgen. Er is de mogelijkheid om vanuit de buffertank in een nevenstroom een deel van de suspensie door een vierde separatiestap te leiden en verder te reinigen:

■ multicycloongroep

Het werkingsprincipe van de multicyclonen is gelijk aan dat van de hiervoor beschreven hydrocyclonen. Het effect van de multicycloon is enerzijds een extra separatiestap voor de terugwinning van bentoniet-suspensie (bentoniet en water) en anderzijds dat een deel van de opgeladen suspensie ingedikt wordt afgescheiden en daarna wordt afgevoerd. Dit betekent een aanzienlijke reductie van

de niet langer herbruikbare bentoniet-suspensie. Deze stap zal worden gebruikt in kleitracen waarin aanmerkelijke hoeveelheden opgeloste kleideeltjes in de suspensie voorkomen.

De niet herbruikbare, af te voeren suspensie (fractie < 30 µm) (ook spuistroom genoemd) wordt niet via de centrale transportband, maar apart via een pijpleiding afgevoerd naar het schip of de tussen-opslag.

Met de separatie-installatie is het technisch niet mogelijk om alle gronddeeltjes weer uit de suspensie te verwijderen. Met name de Boomse klei bevat een aandeel gronddeeltjes die qua eigenschappen zodanig overeenkomen met de bentonietdeeltjes, dat zij niet uit de suspensie kunnen worden gehaald zonder ook de bentonietdeeltjes te verwijderen. Ook de uitkomende grond bevat een zeker aandeel bentoniet-suspensie. De bentoniet-suspensie moet dus worden aangevuld en een deel van de opgeladen suspensie moet worden verwijderd en worden vervangen door verse bentoniet.

In figuur 4.4 is de terugwinning van de bentoniet-suspensie schematisch weergegeven.

4.6.2. Kanttekeningen bij extra terugwinning van steunvloeistof

Om de hoeveelheid herbruikbare bentoniet-suspensie nog verder op te voeren zou als extra separatiestap de inzet van centrifuges kunnen worden overwogen voor het traject waarbij door de Boomse klei wordt geboord. Zeer fijne gronddeeltjes, zoals in de Boomse klei voorkomen, kunnen door hun gedrag echter niet zonder meer door middel van een centrifuge worden afgescheiden. Door het hoge aandeel zeer fijne gronddeeltjes zullen chemische vlokingsmiddelen moeten worden toegepast om toch enig rendement uit de inzet van de centrifuges te kunnen behalen.

De dosering van vlokingsmiddelen in de centrifuges is door de variaties in het vastestofgehalte van de boorspecie moeilijk te bepalen en vereist bovendien constante bijsturing. Hierdoor treedt relatief snel een overdosering van vlokingsmiddel op. Het overtollige vlokingsmiddel blijft in de opnieuw te gebruiken suspensie achter en zorgt voor een ongewenste binding tussen vlokingsmiddel en bentonietdeeltjes. Daardoor moet de suspensie sneller worden ververs met als gevolg dat het bentoniet-verbruik weer toeneemt. Het is zeer discutabel of de inzet van centrifuges het scheidingsrendement zal verbeteren. Bovendien verbruiken centrifuges veel energie en zijn zeer kostbaar. Vanwege deze kanttekeningen bij de toepassing van centrifuges is van het gebruik ervan afgezien. Overigens zijn bij het boren van de Tweede Heinenoordtunnel de geïnstalleerde centrifuges ongebruikt gebleven.

4.7. Het afvoeren van het materiaal

Afvoeren van de boorspecie met schepen

In principe worden de drie grootste fracties uit de separatie-installaties van beide tunnelbuizen via een lopende bandsysteem en de slurry via een pijpleiding rechtstreeks bij elkaar in een schip gebracht en vervolgens afgevoerd. In het voornemen worden de fracties die uit de separatie-installatie komen dus niet apart gehouden maar weer bij elkaar gevoegd, van de twee tunnelbuizen gezamenlijk.

Om eventuele stagnering in de afvoer van de boorspecie op te kunnen vangen, zodat het boorproces ongehinderd door kan gaan, wordt een tijdelijke opslag op het werkterrein aangelegd. De stagnering kan bijvoorbeeld plaatsvinden door het wisselen van schepen of het niet kunnen varen door slechte weersomstandigheden.

De tijdelijke opslag bestaat in het voornemen uit één groot bassin van 20.000 à 25.000 m³. Beide tunnelbuizen maken daar gebruik van. Alle boorspecie uit de separatie-installaties, die niet direct kan worden afgevoerd, wordt gezamenlijk in het opslagbassin gebracht. Ervan uitgaande dat de grond tot ca. 3 m hoogte kan worden opgeslagen, kan in totaal ca. 60.000 à 75.000 m³ boorspecie hier worden opgeslagen. Afhankelijk van de boorsnelheid komt dit overeen met maximaal 6 tot 15 productiedagen wanneer beide boormachines in bedrijf zijn.

Afvoeren (van een deel) van de boorspecie met een pijpleiding

Als (gedeeltelijk) alternatief voor het afvoeren met schepen is het rechtstreeks afvoeren van (een deel van de) boorspecie vanuit de separatie-installatie naar de Westerschelde met behulp van een pijpleiding onderzocht:

- In het geval alleen de slurry (fractie < 30 µm) via de pijpleiding wordt afgevoerd, kan de pijpleiding in plaats van naar het schip rechtstreeks naar de Westerschelde worden gelegd. De grootste drie fracties worden wel met schepen afgevoerd, zoals hierboven is beschreven.
- In het geval alle boorspecie via een pijpleiding wordt afgevoerd, moet eerst in de mengbak van een grondpers opmenging met water plaatsvinden om verpompen van de relatief droge boorspecie mogelijk te maken. Daarvoor wordt rechtstreeks water uit de Westerschelde opgepompt. Om eventuele stagnatie in de afvoer te voorkomen, wordt een depot aangelegd om de boorspecie in op te slaan als de grondpers buiten bedrijf raakt.

De pijpleiding loopt in beide gevallen van het werkterrein in noordelijke richting naar de Westerschelde en vervolgens op de dijk in westelijke richting naar de locatie waar de boorspecie kan worden geloosd. De pijpleiding loopt daarna op het onderwatertalud van de dijk naar beneden tot op een diepte van 20 meter onder het waterniveau.

4.8. De vrijkomende en gebruikte materialen: soorten en hoeveelheden

4.8.1. Inleiding

In deze paragraaf wordt een inschatting gemaakt van de hoeveelheden materialen die bij het boorproces worden gebruikt en vrijkomen. Voor deze hoeveelheden kunnen globale berekeningen worden gemaakt, maar het is niet mogelijk nauwkeurige voorspellingen te doen. Dat komt o.a. doordat het gedrag van de grond bij de boorkop tijdens het boren en bij het transport naar het werkterrein niet exact kan worden voorspeld. Daarnaast is het niet mogelijk om precies aan te geven hoe goed de separatie-installatie de grond en de steunvloeistof kan scheiden, hoeveel grond in welke separatiestap terecht komt en hoe droog de grond uit de separatie-installatie komt. Kortom, er blijft een aantal onzekerheden bestaan die pas bij de praktijk van het boren duidelijk zullen worden.

Daarom zal in de volgende paragrafen worden ingegaan op een te verwachten, gemiddelde situatie.

In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de hoeveelheden van de verschillende materialen die vrijkomen bij het boorproces en de berekeningen die eraan ten grondslag liggen.

4.8.2. Vrijkomende grond bij het boorproces

Totale hoeveelheden boorspecie

Op basis van het geologisch profiel en de buitendiameter van de tunnel ($\varnothing \approx 11,35$ m) is in tabel 4.1 aangegeven welke hoeveelheden uit de verschillende grondlagen opeenvolgend moeten worden ontgraven. In tabel 4.1 zijn alleen de totale hoeveelheden te ontgraven grond aangegeven; in deze tabel wordt nog niet het tijdverschil van de start van boren tussen beide buizen zichtbaar.

In tabel 4.1 is onderscheid gemaakt in trajecten waarbij in één grondlaag tegelijk wordt geboord en trajecten waarbij over het scheidingsvlak van twee grondlagen heen wordt geboord en dus een mengsel van twee grondlagen vrijkomt.

Er is een groot aantal grondboringen en sonderingen in het tracé van de tunnel uitgevoerd om het geologisch profiel samen te stellen, wat betekent dat de inschatting van deze in situ hoeveelheden redelijk nauwkeurig is. Uit tabel 4.1 kan worden afgeleid dat *per tunnelbuis* al ruim 40% van de ca. 660.000 m³ grond zal bestaan uit een mengsel van twee verschillende grondlagen.

Na terugwinning van de steunvloeistof wordt in principe de boorspecie uit de *twee tunnelbuizen* bij elkaar gevoegd om af te voeren. Omdat de twee boormachines zich op verschillende plaatsen in het

Grondlagen in het geologisch profiel	Code en verhouding tussen grondlagen	Hoeveelheid te ontgraven grond (= grond in situ) (m³)
		2 tunnelbuizen samen
zand, met kleilaagjes	100% Z	42.814
mengsel van: – Boomse klei – zand, met kleilaagjes	50% BK 50% Z	41.808
Boomse klei	100% BK	28.944
mengsel van: – Boomse klei – glauconiethoudend zand	50% BK 50% GZ	56.482
glauconiethoudend zand	100% GZ	114.570
mengsel van: – Boomse klei – glauconiethoudend zand	50% BK 50% GZ	56.280
Boomse klei	100% BK	457.276
mengsel van: – Boomse klei – glauconiethoudend zand	43% BK 57% GZ	244.416
glauconiethoudend zand	100% GZ	92.058
mengsel van: – glauconiethoudend zand – zand, met kleilaagjes	78% GZ 22% Z	77.184
glauconiethoudend zand	100% GZ	40.402
mengsel van: – glauconiethoudend zand – zand, met kleilaagjes	50% GZ 50% Z	47.436
zand, met kleilaagjes	100% Z	26.532
Totaal		1.326.202

Tabel 4.1
te ontgraven grond
(van Terneuzen naar
Ellewoutsdijk).

geologisch profiel bevinden, betekent dit dat er nog eens een extra menging van verschillende grondlagen zal optreden. Deze extra menging is afhankelijk van de voortgang die beide boormachines ten opzichte van elkaar hebben. Uitgaande van een gemiddelde voortgang van 12 m per etmaal voor beide buizen blijkt, dat wanneer dus het plaatsverschil van beide tunnelbuizen in rekening wordt gebracht, na samenvoeging van de boorspecie uit beide buizen tegen de 60% uit een mengsel van grondlagen bestaat.

Verdeling van de boorspecie over de separatiefractionen

Alvorens de grond wordt afgevoerd, gaat deze door de separatie-installatie heen en komt daar verdeeld over een aantal fracties van korrelgroottes uit (zie paragraaf 4.6). Tijdens het boren en het verpompen van het mengsel van grond en steunvloeistof naar de separatie-installatie toe heeft er een grote mate

van menging van de grond opgetreden. Wanneer de boormachine over het grensvlak van twee geologische lagen heen aan het boren is, zal tijdens het verpompen de grond uit beide lagen dus met elkaar vermengd raken.

Met nadruk wordt erop gewezen dat de separatie-installatie *niet* zorgt voor een scheiding van de boorspecie in de oorspronkelijke geologische grondlagen. De separatie-installatie zorgt met behulp van de voorzeef en de hydrocyclonen alleen voor een scheiding in korrelgroottefracties.

In tabel 4.2 is de verwachte, gemiddelde verdeling van de boorspecie over de separatiefracties weer gegeven. Uit deze tabel blijkt dat op de trajecten waar de boormachine zich zowel in Boomse klei als in een zandlaag tegelijk bevindt, in de fracties 4 mm-100 µm en 100 µm-30 µm zowel Boomse klei als zand gemengd voorkomt.

Consistentie van de boorspecie

De gegeven verdeling van de vrijkomende boorspecie over de separatiefracties is een verwachting. Deze verdeling is namelijk niet alleen afhankelijk van de korrelgroottesamenstelling van de grondlaag, maar ook van de consistentie waarmee de grond vrijkomt.

Wat betreft de zandlagen wordt verwacht dat de verdeling over de fracties een redelijk goede afspiegeling is van de korrelgroottesamenstelling van de grondlaag.

Bij de Boomse klei zal die afspiegeling zeer waarschijnlijk minder goed zijn. Bij laboratoriumanalyse van de korrelgroottesamenstelling bestaat Boomse klei uit een (zeer) groot aandeel fijn materiaal (< 63 µm) wat volgens de korrelgrootte hoofdzakelijk in de fractie < 30 µm terecht zou moeten komen. Maar in de praktijk van het boren zal de Boomse klei door zijn stugheid waarschijnlijk als krullen worden losgemaakt die daarna tijdens het transport naar de separatie-installatie toe voor een deel tot kleinere en grotere brokjes degraderen en voor een deel helemaal uiteenvallen en in oplossing gaan in de steunvloeistof. De brokjes zullen in de grotere separatiefracties terecht komen.

In tabel 4.2 is daarvoor een veronderstelling gedaan: een deel van de Boomse klei komt als brokjes vrij en blijft achter op de voorzeef of wordt bij de hydrocyclonen afgescheiden. De mate van uiteenvallen en in oplossing gaan in de steunvloeistof van de Boomse klei tijdens het ontgraven en het transporteren door de persleidingen is echter moeilijk te voorspellen.

De getallen in tabel 4.2, vooral wat betreft de Boomse klei, moeten dus als een schatting worden gezien die met veel onzekerheden is omkleed.

Kwaliteit

Ten behoeve van dit MER is van een twintigtal boormonsters de fysische en chemische kwaliteit geanalyseerd [39]. Deze monsters zijn afkomstig uit verschillende geologische lagen die door de tunnel zullen worden doorkruist. Uit deze analyses blijkt dat wanneer de resultaten worden vergeleken met de normen die worden gehanteerd voor de zoete wateren [18], de gehalten van de gemeten stoffen over het algemeen ver beneden de streefwaarde (klasse 0) liggen. In een vijftal monsters is er voor het oliegehalte sprake van een lichte verontreiniging (klasse 1). Een van deze monsters valt daarnaast voor koper in klasse 2. Vergeleken met de uniforme gehaltetoets [18] (de kwaliteitsnorm die wordt gebruikt

Tabel 4.2
Verwachte verdeling
boorspecie over de
verschillende fracties in
de separatie-installatie.

Grondsoort	Afgescheiden deelstroom (massa%)			
	Voorzeef	1e cycloon	2e cycloon	Niet herbruikbare spuistroom
	> 4 mm	4 mm-100 µm	100 µm-30 µm	< 30 µm
Glauconiethoudend zand en niet-glauconiethoudend zand	0	90	10	0
Boomse klei	15	30	30	25

bij het beoordelen van de toelaatbaarheid van de verspreiding van baggerspecie in zoute wateren) voldoet de eindscore van alle monsters aan de uniforme gehaltetoets. De indicaties dat er sprake zou zijn van verontreiniging met arseen worden niet door de analyseresultaten bevestigd. Voor geen enkel monster wordt de streefwaarde voor arseen overschreden.

Dwarsverbindingen

Elke 250 m worden tussen de beide parallel lopende tunnelbuizen zogenaamde dwarsverbindingen gerealiseerd. De lengte van de dwarsverbindingen is gelijk aan de tussenruimte van de tunnelbuizen en bedraagt ca. 12 m. In totaal zal voor het realiseren van de dwarsverbindingen een hoeveelheid van ca. 5000 m³ grond vrijkomen.

Deze dwarsverbindingen kunnen niet met de tunnelboormachine worden gemaakt. De dwarsverbindingen worden gerealiseerd met behulp van een bevrozingstechniek. Voor de bevrozing wordt zeer waarschijnlijk gebruik gemaakt van een gekoelde zoutoplossing die door een gesloten buizensysteem circuleert waardoor het om de koelbuizen heen gelegen grondmassief wordt bevroren. De grond kan daarna worden ontgraven. Bij deze bevrozingstechniek komt de koelvloeistof niet in aanraking met de grond. Er vindt dus geen verontreiniging van de grond plaats. Wel is het mogelijk dat wat zand en cementresten in de uitkomende grond achterblijven.

4.8.3. Vrijkomende materialen die zijn gebruikt ten behoeve van de steunvloeistof

In paragraaf 4.4 is uitgelegd dat bij het boren een steunvloeistof wordt gebruikt die bestaat uit bentoniet en water.

Bentoniet

In bijlage 2 is per grondlaag een schatting gegeven van de gemiddelde hoeveelheid bentoniet die nodig is voor het boren door een geologische laag en de hoeveelheid die na separatie in de grond achterblijft. In totaal zal voor beide tunnelbuizen tezamen maximaal ca. 40.000 ton droge bentoniet nodig zijn. Deze hoeveelheid moet dus als een worst case worden beschouwd.

Op basis van geschiktheidsproeven zijn door de aannemerscombinatie drie bentonietsoorten geselecteerd waaruit in een later stadium op grond van nog nadere proeven een keuze zal worden gemaakt. In een bijlage zijn de specifieke producten genoemd. Deze bentonietsoorten zijn fysisch en chemisch geanalyseerd [14]. De analyseresultaten zijn vergeleken met de zogenaamde uniforme gehaltetoets [18], de kwaliteitsnorm die wordt gebruikt bij het beoordelen van de toelaatbaarheid van de verspreiding van baggerspecie in zoute wateren. Daaruit blijkt dat alle drie de bentonietsoorten voor geen enkele stof deze uniforme gehaltetoets overschrijden. Vergeleken met de normen die worden gehanteerd voor de zoete wateren [18], vallen alle drie de bentonietsoorten in de minst verontreinigde klasse 0.

Water

Toevoeging water ten behoeve van het boorproces

Als vuistregel voor het maximale waterverbruik wordt gerekend op ca. 1 m³ water per m³ in situ te ontgraven grond. Dit betekent dat het totale maximale waterverbruik ca. 1,3 miljoen m³ zou bedragen. De verwachting is dat de totale hoeveelheid aan het boorproces toe te voegen water tussen de 400.000 en 500.000 m³ ligt.

De hoeveelheid benodigd water is in belangrijke mate afhankelijk van de hoeveelheid Boomse klei die in de suspensie in oplossing gaat en via de multicycloon en de spuistroom moet worden verwijderd. De spuistroom is de fractie met het hoogste vochtgehalte. Hoe meer Boomse klei via de spuistroom moet worden verwijderd, hoe meer water er wordt afgevoerd en hoe meer vers water moet worden gebruikt.

Tabel 4.3
Vochtgehalten in de
separatiefractionen.

	Separatiefractionen			
	> 4 mm	4 mm-100 µm	100 µm-30 µm	< 30 µm
Vochtgehalte (massa%)	22	22	34	63

De verwachte vochtpercentages van de deelstromen uit de separatie-installatie zijn in tabel 4.3 aangegeven.

De consistentie van de grond, zoals deze uit de verschillende separatiestappen komt, wordt in hoofdzaak bepaald door het vochtgehalte van de grond; het type materiaal is minder belangrijk. Op basis van de vochtgehalten uit tabel 4.3 wordt verwacht dat de grond in de grootste twee fracties steekvast zal zijn, de derde fractie is dat nauwelijks meer en de kleinste fractie bestaat uit een slurry, een soort volle yoghurt (zie tabel 4.4).

Tabel 4.4
Consistentie van de
grond uit de
separatiefractionen.

Separatiefractione	Vochtgehalte (massa%)	Consistentie
> 4 mm	22	steekvast
4 mm - 100 µm	22	steekvast
100 µm - 30 µm	34	nauwelijks steekvast
< 30 µm	63	slurry

Toevoeging van water ten behoeve van de afvoer via pijpleiding

Indien alle boorspecie via een pijpleiding wordt afgevoerd, moet water worden toegevoegd om de relatief droge boorspecie verpompbaar te maken. Dit water zal rechtstreeks uit de Westerschelde worden gepompt. In totaal zal ca. 35 miljoen m³ water nodig zijn om alle boorspecie te verpompen.

4.8.4. Andere vrijkomende materialen

Additieven

Over ongeveer eenderde deel van het in totaal ca. 6,5 km lange boortracé bevinden de boormachines zich in de Boomse klei. Wanneer de Boomse klei in contact komt met de bentoniet-suspensie dan vertoont deze klei een sterke neiging tot zwellen en verkleven. Te sterke verkleving van de klei kan op den duur resulteren in het verstopt raken van de boorkamer en zal daardoor leiden tot een uitval van het hele boorsysteem. Bij het ontwerp van de boorkop en de boorkamer is al rekening gehouden met het verklefingsrisico, om dit zoveel mogelijk te voorkomen. Ondanks een optimale ontwerpafstemming van de boormachine op de geologische omstandigheden hebben ervaringen met vergelijkbare projecten aangetoond dat het verkleven van de klei niet altijd is te voorkomen. Gebleken is dat met toevoeging van additieven zeer goede resultaten kunnen worden bereikt om het ongewenste verklefingseffect tegen te gaan.

Wanneer bij een dreigende verstopping geen additieven worden toegepast, komt het boorproces volledig stil te liggen. In dat geval zou de boorkamer door duikers met de hand moeten worden gereinigd. Door de grote aanlegdiepte van de Westerscheldetunnel zouden duikers onder zeer hoge druk moeten werken. Dit maakt deze methode van schoonmaken tot een risicovolle en tijdrovende onderneming, zeker als dit volgens het worst case scenario in totaal zo'n honderd keer per tunnelbuis zou moeten worden uitgevoerd. Vanuit bedrijfszekerheid en veiligheid wordt dit als niet aanvaardbaar geacht.

Het gebruik van de additieven zal dus alleen in de Boomse kleilagen en mogelijk ook in de overgangsgedieden plaatsvinden. Het gebruik zal in principe intermitterend plaatsvinden, namelijk alleen wanneer

de verkleefing van de klei te sterk wordt. Op basis van andere boringen in kleilagen is het niet uit te sluiten, dat op sommige (kleinere) trajecten een permanente toevoeging nodig zal zijn.

Als worst case wordt uitgegaan van gemiddeld één à twee keer per week, hetgeen erop neerkomt dat per tunnelbuis 100 keer additieven moeten worden toegevoegd. Dit betekent een totaal verbruik van 20 ton per tunnelbuis. Voor beide buizen samen betekent dit in de worst case een totaal verbruik aan additieven van 40 ton. Per keer dat de boorkamer met additieven wordt schoongemaakt en door-gepoeld, komt ca. 1000 m³ mengsel bestaande uit grond, bentoniet suspensie en additieven vrij en wordt naar de separatie-installatie gepompt. Gelet op hun eigenschappen hechten de additieven zich vrijwel geheel aan de gronddeeltjes. Na de scheiding van de boorspecie en de bentoniet suspensie zal in de worst case totaal 10.000 m³ (200 maal 50 m³) boorspecie vermengd met additieven afgevoerd worden.

Uit de in Europa meest toegepaste produkten zijn een drietal producten geselecteerd die voor toepassing in aanmerking komen. De definitieve productkeuze kan pas in de praktijksituatie tijdens de bouw worden gemaakt omdat daarvoor grootschalige in-situ-proeven noodzakelijk zijn.

4.8.5. Calamiteiten

Tijdens het tunnelboorproces wordt alles in het werk gesteld om het boorproces onder controle te hebben. Maar er kunnen zich situaties voordoen, die niet van tevoren zijn te voorzien en als calamiteit moeten worden beschouwd:

1. Blow out

Indien een blow out zich voordoet - het plotseling wegvallen van de luchtdruk in de boorkamer en daarmee de stabiliteit van het boorfront - dan zal vanuit het boorfront een trechter ontstaan naar boven toe naar de bodem van de Westerschelde of het bovenliggende maaiveld (bijvoorbeeld de Middelpaalt). Deze open verbinding moet zo spoedig mogelijk en van bovenaf worden gedicht met grind. Doet de blow out zich voor ter plaatse van de Pas van Terneuzen of in de buurt van de Everingen dan is voor het lokaliseren van de verbinding tussen het boorfront en de bodem van de Westerschelde de inzet van duikers noodzakelijk. Met behulp van een stortbuis zal de trechter nauwgezet met grond (2-8 mm) worden opgevuld.

De noodzakelijk steundruk aan het boorfront kan mogelijk weer worden bereikt door het verhogen van het bentonietgehalte van de suspensie ter plaatse van het boorfront. Indien dit niet het gewenste effect oplevert, dan moeten andere middelen worden toegepast om een afpleisterende laag te bereiken waardoor de steundruk weer voldoende kan worden opgevoerd. Hierbij kan worden gedacht aan het gebruik van zaagsel of houtspaanders (naald- of loofhout), conventionele kattenbakkorrels, sloef (benaming voor zeer fijne bestanddelen in grond) en mogelijk ook de inzet van additieven als polymeren.

Daarnaast kan het noodzakelijk zijn om een extra bovenbelasting op de bodem van de Westerschelde of het bovenliggende maaiveld aan te brengen. Op de waterbodem zou dit bijvoorbeeld een steenbestorting kunnen zijn.

2. Verhoogd bentonietverlies

Indien de in de systeemkringloop aanwezige hoeveelheid bentoniet suspensie in korte tijd drastisch afneemt, dan duidt dit op de aanwezigheid van holle ruimten of bodemmateriaal met een grove poriënstructuur. In eerste instantie wordt het optredende bentonietverlies gecompenseerd door de toevoer van suspensie vanuit een continu beschikbare suspensiebuffer. Indien na het stilleggen van het boorproces aanhoudende bentonietverliezen optreden, dan zal een bentoniet suspensie met zaagsel worden gemengd. Een met zaagsel gevulde container wordt in de nabijheid van de bentonietmenginstallaties beschikbaar gehouden. De suspensie wordt per spoor naar de boormachine vervoerd en van daaruit direct in het boorfront gepompt.

3. Vervangen van onderdelen en bergen van hindernissen ter plaatse van het boorfront

Wanneer onderdelen van de boormachine aan het boorfront moeten worden vervangen of in de grond aan het boorfront bevindt zich een object (bijvoorbeeld grote stenen) waar niet doorheen kan

worden geboord, dan moet het boorfront onder luchtdruk door mensen worden betreden. In de boorkamer bevindt zich de bentoniet-suspensie en een luchtbel. In deze situatie moet met het volgende rekening worden gehouden:

- men moet zich ervan vergewissen dat de aanwezige bentoniet-suspensie de vereiste samenstelling heeft (indien nodig moet de aanwezige suspensie worden vervangen);
- de druk in de luchtbel moet zorgvuldig worden beheerst en mogelijk worden bijgestuurd. Eventueel moet het bentonietgehalte van de suspensie worden verhoogd of moet zaagsel aan de suspensie worden toegevoegd.

Indien dit nog onvoldoende is om het boorfront veilig te kunnen betreden, dan moet naar andere oplossingen worden gezocht. Een voorbeeld hiervan is het afpleisteren van het boorfront met spuitbeton of het injecteren vanaf het maaiveld.

Indien de boorkamer onder luchtdruk moet worden betreden ter hoogte van bepaalde locaties in het tracé, dan kan het noodzakelijk zijn uit veiligheidsoverwegingen een extra bovenbelasting op de bodem van de Westerschelde aan te brengen. Te denken valt hier aan betonnen zinkstukken.

4.9. Samenvatting probleem en doel in dit MER

Samenvattend is de kern van de probleemstelling dat de verschillende soorten materiaal die bij het boorproces van de Westerscheldetunnel vrijkomen, moeten worden afgevoerd. De samenstelling en de hoeveelheid van het materiaal is bepaald door het ontwerp van de tunnel, het bodemprofiel en de boormethode.

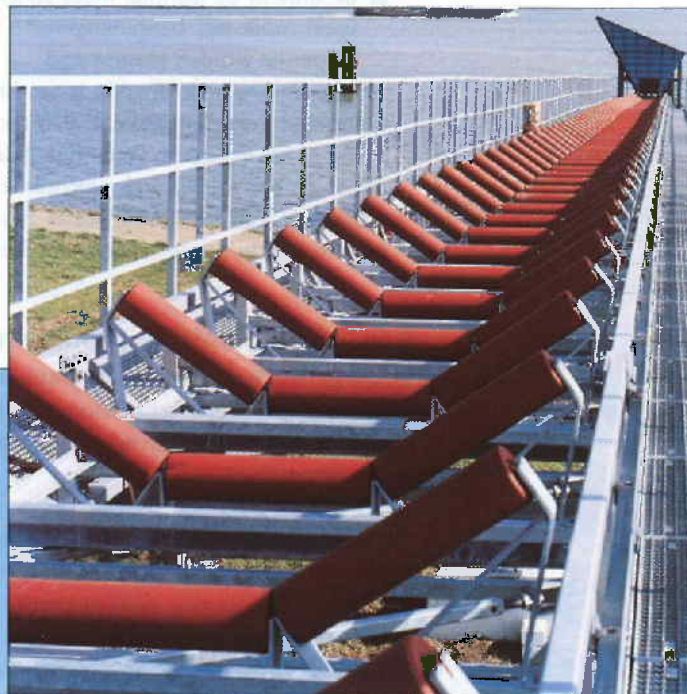
De materialen die vrijkomen, maken voor een groot deel geen onderdeel uit van de huidige sedimenten op de bodem van de Westerschelde en maken ook niet direct deel uit van de morfologische en ecologische processen die zich daar afspelen. Het zijn echter wel natuurlijke bodemlagen die zich onder de Westerschelde bevinden. De bovenste zandlagen uit het boorprofiel zijn van dezelfde geologische oorsprong als de huidige sedimenten op de bodem van de Westerschelde. De Boomse klei wordt op enkele plaatsen in de Westerschelde door diepe geulen aangesneden, zoals in de Pas van Terneuzen en in de Wielingen in het mondingsgebied. Zowel de rest van de vrijkomende grond als de bentoniet-suspensie bestaat uit mineralen die verwant zijn aan de mineralen waaruit de bodem van de Westerschelde is opgebouwd.

Additieven en eventuele andere toevoegingen zijn wel gebiedsvreemd en worden daarom apart behandeld.

De boorspecie (grond en steunvloeistof) is te beschrijven als niet-verontreinigd materiaal.

De eventuele effecten van het afvoeren van de boorspecie op het milieu spitsen zich toe op de van nature aanwezige stoffen in de grond (glauconiet en chloride) en de toevoeging van bentoniet-suspensie als steunvloeistof.

Daarnaast zijn de effecten van additieven en eventueel andere toevoegingen aan het boorproces van belang.



Loswal en transportband
voor aanvoer
grondstoffen naar de
Betonwarenfabriek.

5. Bestaande situatie en verwachte ontwikkelingen

5.1. Inleiding

Dit hoofdstuk geeft aan de hand van een aantal aspecten een omschrijving van de bestaande situatie en de verwachte ontwikkelingen in het gebied van de Westerschelde. De gegevens in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op [34]. De bestaande situatie omvat een beschrijving van de situatie zoals deze nu in het gebied kan worden waargenomen. De verwachte ontwikkelingen gaan in op de richting waarin naar verwachting het Westerschelde estuarium zich zal ontwikkelen, indien de Westerscheldetunnel niet zou worden aangelegd. Deze beschrijving zal later worden gebruikt om er de effecten van het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde tegen af te zetten.

Verruiming van de vaargeul

Ten tijde van het boren van de Westerscheldetunnel is men ook bezig met het verruimen van de vaargeul in de Westerschelde en het storten van de hierbij vrijkomende specie. Medio 1997 is met de verruiming begonnen; zowel de verruiming als het boren van de Westerscheldetunnel zullen begin 2001 worden afgerond. Na de verruiming zal de vaargeul moeten worden onderhouden.

Door de bagger- en stortwerkzaamheden ten behoeve van de verruiming en het onderhoud van de vaargeul zal het Westerscheldegebied de komende jaren aan veranderingen onderhevig zijn. In dit MER zijn de effecten op het Westerscheldegebied die veroorzaakt zullen worden door de verruiming en het onderhoud van de vaargeul, voor zover het mogelijk is deze te voorspellen, opgenomen in de beschrijving van de verwachte ontwikkelingen.

5.2. Het Westerschelde-estuarium

De rivier de Schelde ontspringt nabij St. Quentin in Frankrijk en mondt bij Vlissingen uit in de Noordzee. Het eigenlijke Westerschelde-estuarium, gedefinieerd als dat deel waar zowel de invloed van rivier- als zeewater een rol speelt, strekt zich uit van Gent tot aan de kust bij Vlissingen, in totaal zo'n 160 km.

Kenmerk van een estuarium is dat het stroomopwaarts gaandeweg van karakter verandert als gevolg van het uitdempen van de getij-energie en de toenemende invloed van de rivier. Dit manifesteert zich in het afnemen van de gemiddelde diepte, in een overgang van zout naar zoet en in een overgang van vooral zand naar meer slib in het water en in het bodemsediment.

Het Schelde-estuarium, met als monding de Westerschelde, is pas ontstaan in de vroege Middeleeuwen. Het estuarium is daarmee geologisch nog zeer jong, ook in vergelijking met vele andere estuaria in de wereld die zijn ontstaan na het stijgen van de zeespiegel sinds de laatste ijstijd (ca. 10.000 jaar geleden). Sinds zijn ontstaan is het estuarium tot omstreeks 1700 sterk in oppervlak toegenomen. Na die tijd heeft de mens via bedijkingen het stroombed steeds verder ingeperkt.

De Westerschelde is het enige overgebleven estuarium in het Nederlandse deltagebied en één van de weinige grote estuaria in West-Europa. De overgang tussen zout Noordzeewater en zoet Scheldewater, in dit morfologisch zeer dynamische gebied, biedt een leefgebied aan talloze dieren en planten die alleen kunnen bestaan bij de gratie van eb en vloed en de overgang van een zoet naar een zout milieu.

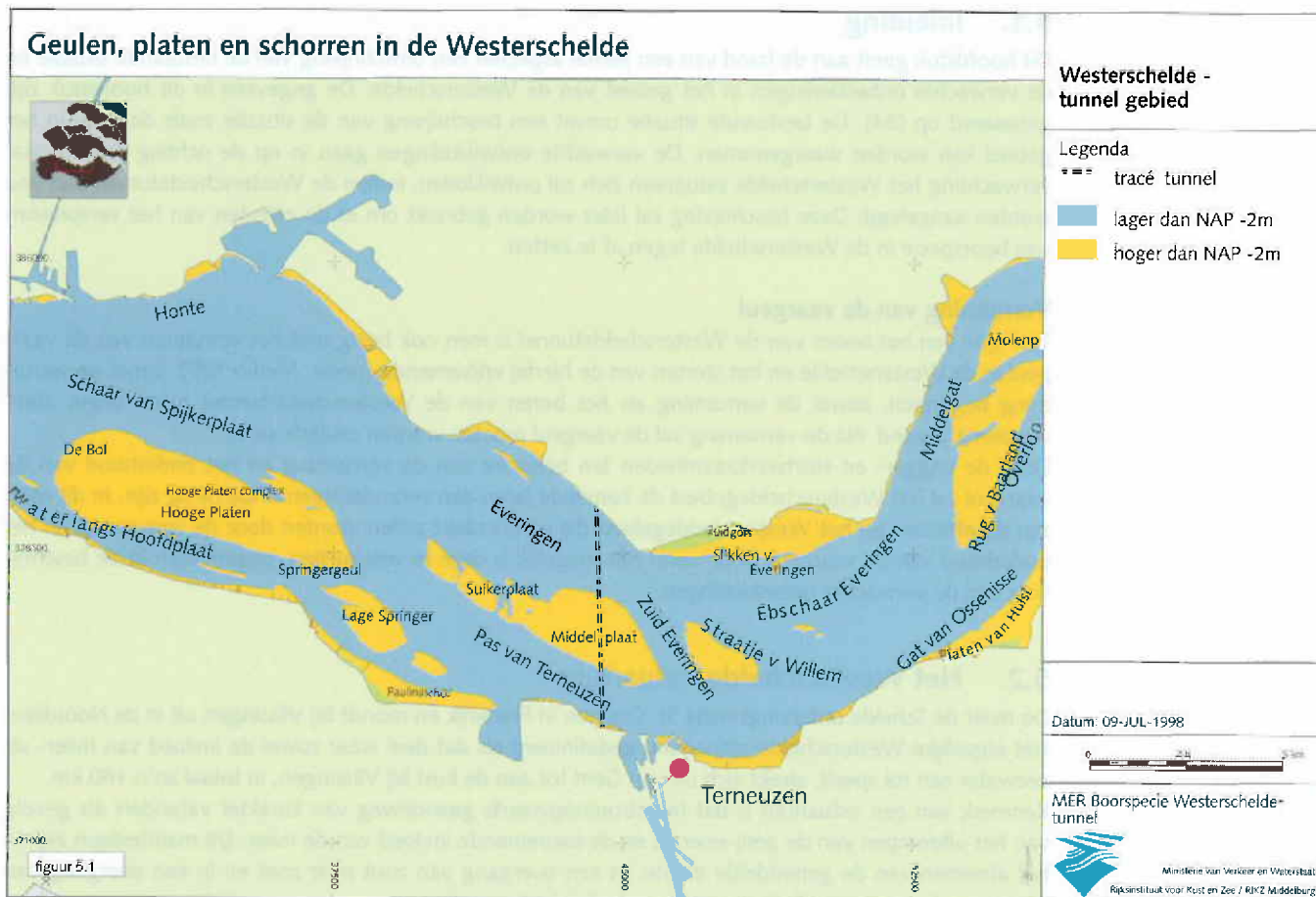
In deze milieu-effectrapportage wordt alleen het Nederlandse deel van het estuarium beschreven. Samenhangend met een verschil in karakter wordt bij de beschrijving van de bestaande toestand vaak gesproken over het oostelijk deel, het middendeel, het westelijk deel en het mondingsgebied van de Westerschelde. In figuur 5.1 is het middendeel en het westelijk deel weergegeven.

5.3. Morfologische aandrijving, structuur en dynamiek in de Westerschelde

5.3.1. Inleiding

Het Westerschelde-estuarium is een trechtervormig kustwater. Aan de ene zijde staat het estuarium in verbinding met de Noordzee en ondervindt het de invloed van eb en vloed, en aan de andere zijde

5. Bestaande situatie en verwachte ontwikkelingen



wordt het beïnvloed door de rivier de Schelde. Door beide invloeden vindt er in het estuarium een continue verplaatsing van water en sediment plaats via het geulensysteem, dat ook zelf steeds aan verandering onderhevig is. Het estuarium is dus geen vast gegeven, maar is ook onder natuurlijke omstandigheden aan veranderingen onderhevig. Bij estuaria wordt zowel sediment van zee als van de rivier aangevoerd. Veel estuaria zijn daarom geneigd te verlanden.

*Figuur 5.1
Geulen, platen, schorren
en hun namen.*

Het estuarium van de Westerschelde is opgebouwd uit een aantal milieutypen (ook morfologische eenheden of ecoseries genoemd), die in hun huidige verdeling in figuur 5.2 zijn weergegeven. In het estuarium zijn drie verschillende typen geulen te onderscheiden: hoofdgeulen, nevengeulen en kortsluitgeulen. In de hoofdgeul is de ebstroom dominant. Dat wil zeggen dat in deze geul meer dan de helft van het totale watervolume dat door deze geul gaat, bestaat uit de ebstroom. De hoofdgeul is over het algemeen diep en slingert met grote bochten van de ene naar de andere oever. De hoofdgeul is in gebruik als hoofdvaarwater.

De nevengeulen zijn vloeddominant. In deze geulen bestaat meer dan de helft van het totale watervolume dat door de geul gaat uit de vloedstroom. Deze geulen zijn over het algemeen minder diep en zijn in gebruik als nevenvaarwater. De kortsluitgeulen vormen, door de zandplaten heen, de verbinding tussen de eb- en vloedgeulen. Zij ontstaan door waterstandverschillen onder invloed van tijdsverschillen in het getij in de geulen aan weerszijden van een plaat.

De hoofdgeul is het diepst in de scherpe buitenbochten (30 à 40 m diep). In de overgangen van twee tegengestelde bochten, in de relatief rechte geuldelen, bevinden zich ondiepten in de ebgeul, de zogenaamde drempels. Omdat het doorstroomprofiel hier groter is en er via de vloedgeulen water wordt

afgetapt, zijn de stroomsnelheden hier lager waardoor er sedimentatie plaatsvindt. Om de vaardiepte te handhaven worden deze drempels regelmatig gebaggerd.

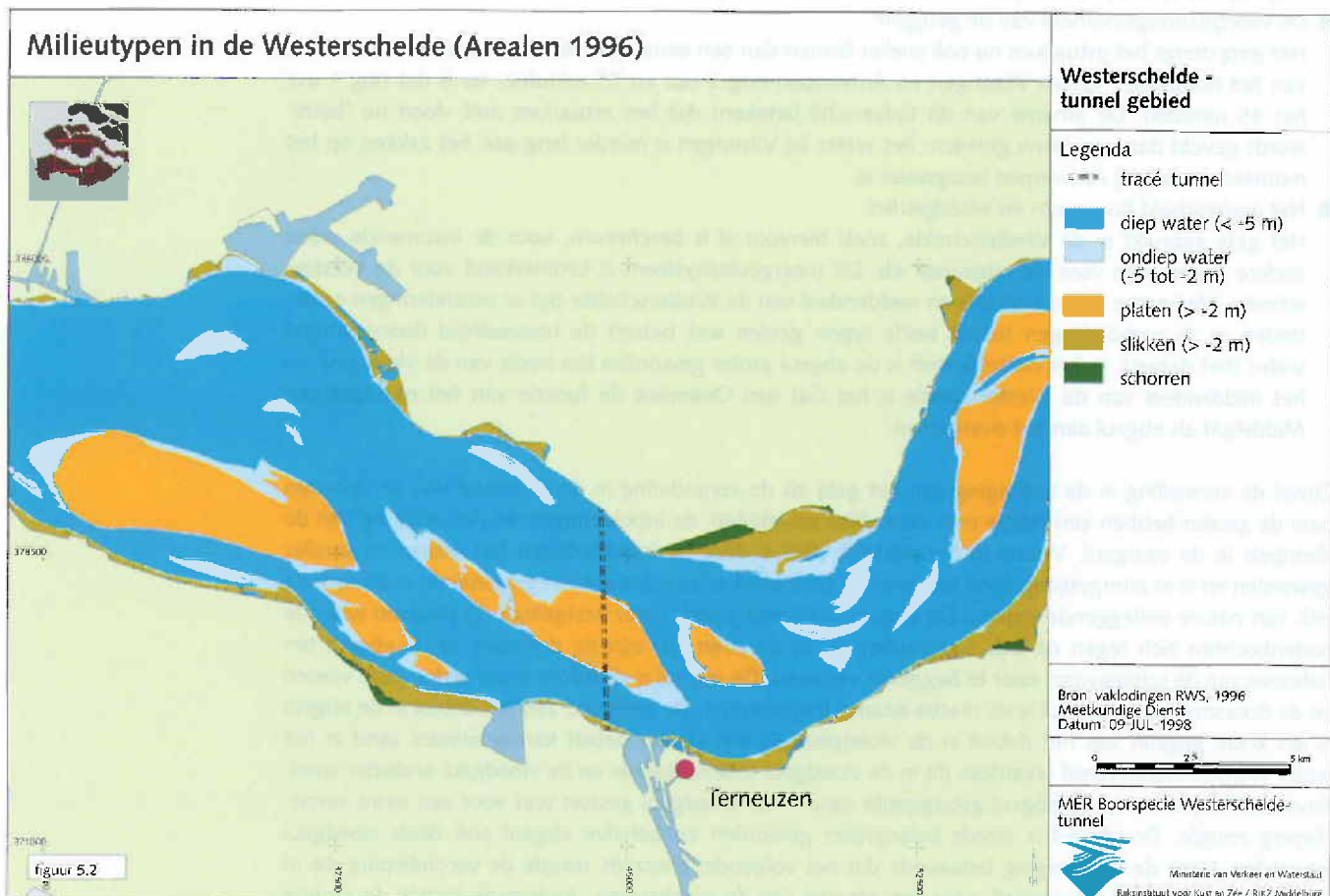
Tussen de geulen bevinden zich de zandplaten, die bij eb droogvallen. Tussen de geulen en de waterkeringen liggen ook hogere delen, de schorren en slikken, waar slib wordt afgezet. De slikken vallen bij eb droog; de schorren liggen hoger, zij lopen alleen bij zeer hoog water onder, zijn begroeid en veelal doorsneden door kleine geulen, de kreken. Een goed voorbeeld van zo'n schorren- en slikkengebied is het Verdrongen Land van Saeftinghe. Op de overgang van de geulen naar de platen en slikken ligt het ondiep water gebied.

De ligging en structuur van de platen, de schorren, de slikken en het ondiep water gebied worden bepaald door de ligging en de grootte van de hoofdgeul. Naast de dynamische geulen vormen de platen, slikken en schorren relatief stabiele elementen in het systeem. Ze staan slechts beperkte tijd onder water met stroomsnelheden die te laag zijn voor erosie. Alleen geulen kunnen door zich te verplaatsen door middel van horizontale erosie of door te verzanden deze gebieden verplaatsen, laten ontstaan of opruimen.

5.3.2. Ontwikkelingen in de Westerschelde in de laatste decennia

Gedurende de laatste decennia heeft een aantal ontwikkelingen in het estuarium, van natuurlijke aard of door menselijke ingrepen gestimuleerd, een rol gespeeld. Die ontwikkelingen staan niet los van elkaar maar beïnvloeden elkaar wederzijds. Oorzaak en gevolg zijn daarom niet altijd even eenvoudig aan te wijzen. De gegevens zijn ontleend aan [32] en [38].

Figuur 5.2
Milieutypen in de
Westerschelde.



Het getij

Het getij is de belangrijkste motor van de estuariene processen in de Westerschelde. Het getij vult en leegt het estuarium twee keer per dag, waarbij ter hoogte van Vlissingen ca. 1 miljard m³ water de Westerschelde in- en weer uitstroomt. De som van dit eb- en vloedvolume wordt het getijvolume genoemd. Dit water wordt in de Westerschelde geborgen in het intergetijdegebied, het gebied dat zich tussen het niveau van hoog- en laagwater bevindt, en in de geulen. De totale hoeveelheid water die tussen hoog- en laagwater kan worden geborgen wordt de komberging genoemd. De komberging van de Westerschelde is groter dan het getijvolume. Dat komt omdat het niet overal op dezelfde tijd hoog- en laagwater is, waardoor de Westerschelde niet overal tegelijk vol of leeg is. Het getij plant zich namelijk als een golf voort door het estuarium. Dat maakt dat het in Antwerpen later hoogwater is dan in Vlissingen.

De volgende karakteristieken van het getij zijn in de afgelopen eeuw veranderd:

■ De waterstanden

Al sinds het begin van de waterstandsmetingen op de Westerschelde eind vorige eeuw is het algemene beeld dat in samenhang met de zeespiegelrijzing zowel het gemiddeld hoog- als laagwater aan het stijgen is. Het hoogwater stijgt sneller dan de zeespiegel; bovendien neemt die stijging toe van Vlissingen richting Antwerpen. Het laagwater stijgt daarentegen minder snel dan de zeespiegel; in het oosten van de Westerschelde is sinds 1960 de stijging zelfs omgeslagen in een daling. Door deze trend is in de loop der tijd het verschil tussen hoog- en laagwater, de getijslag, toegenomen, en wel het meest in het oostelijk deel van de Westerschelde. Het getijverschil is nu bij Vlissingen 3,85 m, loopt op tot 5,15 bij Antwerpen en neemt verder stroomopwaarts weer af.

■ De voortplantingssnelheid van de getijgolf

Het getij dringt het estuarium nu ook sneller binnen dan een eeuw geleden. Toen was het tijdverschil van het hoogwater tussen Vlissingen en Antwerpen nog 2 uur en 25 minuten, nu is dat nog 1 uur het 45 minuten. De afname van dit tijdverschil betekent dat het estuarium met vloed nu 'beter' wordt gevuld dan een eeuw geleden: het water bij Vlissingen is minder lang aan het zakken op het moment dat het bij Antwerpen hoogwater is.

■ Het onderscheid tussen eb- en vloedgeulen

Het getij gebruikt in de Westerschelde, zoals hiervoor al is beschreven, voor de inkomende vloed andere geulen dan voor de uitgaande eb. Dit meergeulensysteem is kenmerkend voor de Westerschelde. Met name in het oostelijk en middendeel van de Westerschelde zijn er veranderingen opgetreden in de verhoudingen tussen beide typen geulen wat betreft de hoeveelheid doorstromend water (het debiet). In het oostelijk deel is de ebgeul groter geworden ten koste van de vloedgeul. In het middendeel van de Westerschelde is het Gat van Ossensisse de functie van het naastgelegen Middelgat als ebgeul aan het overnemen.

Zowel de versnelling in de indringing van het getij als de verandering in de verdeling van de debieten over de geulen hebben een relatie met menselijke activiteiten: de inpolderingen en de verlaging van de drempels in de vaargeul. Vooral in het oostelijk deel is door de inpolderingen het estuarium smaller geworden en is er intergetijdegebied verdwenen. Ook bleef er zo minder bewegingsruimte over voor de zich van nature verleggende geulen. De ebgeul heeft zich steeds meer vastgelegd op plaatsen waar de buitenbochten zich tegen de dijk aan vastliepen. In de jaren '70 zijn de drempels in de ebgeul ten behoeve van de scheepvaart door te baggeren verlaagd. De ebgeul is daardoor meer water gaan voeren en de doorsnede van de geul is als reactie daarop toegenomen. De toename van het debiet in de ebgeul is ten koste gegaan van het debiet in de vloedgeul. Bij een kleiner debiet kan er minder zand in het water worden meegevoerd waardoor dit in de vloedgeul sedimenteerde en de vloedgeul ondieper werd. Bovendien werd het in de ebgeul gebaggerde zand in de vloedgeul gestort wat voor een extra verondieping zorgde. De ebgeul is steeds belangrijker geworden en behalve ebgeul ook deels vloedgeul geworden. Voor de komberging betekende dat het volgende. Enerzijds zorgde de verondieping die in het intergetijdegebied plaatsvond, voor een afname van de komberging. Anderzijds zorgde de grotere

ebgeul er echter voor dat het getij beter en sneller het estuarium kan binnendringen waardoor de komberging toenam.

In het middendeel ging en gaat het bij de functiewisseling van het Middelgat en de overloop van Hansweert vooral om een natuurlijke functiewisseling, hoewel het baggeren in de ebgeul en het storten in de vloedgeul waarschijnlijk wel een rol spelen.

Onder natuurlijke omstandigheden verandert over het algemeen een estuarium in de loop van eeuwen. Vanuit zee en vanaf de rivier wordt sediment aangevoerd dat wordt afgezet in het intergetijdegebied. Hierdoor neemt de komberging af en ook het getijvolume. Dit heeft tot gevolg dat de geulen in afmetingen afnemen, de debieten op hun beurt afnemen en er verdere sedimentatie plaatsvindt. Hierin is de afname in de komberging een maat voor de verlanding van een estuarium.

Bij de Westerschelde ligt dit gecompliceerder omdat verschillende, zowel natuurlijke als menselijke, factoren de komberging tegengesteld beïnvloeden. In de periode 1930-1960 is de komberging afgenomen vooral als gevolg van de inpolderingen. In de periode 1960-1990 wordt de afname in komberging door sedimentatie en storten gecompenseerd door een toename in komberging als gevolg van een toename van het getijverschil en een sterker binnendringen van het getij. Hoe dit zich in de toekomst zal ontwikkelen is nog onduidelijk.

De zandbalans

De zandbalans is in wezen de morfologische boekhouding van het estuarium aan de hand waarvan de grootschalige veranderingen in inhoud en verplaatsingen van sediment kunnen worden bepaald. Het is de optelsom van gemeten inhoudsveranderingen in het estuarium, kunstmatige ingrepen als baggeren, storten en zandwinnen en het natuurlijke zandtransport.

In de Westerschelde als geheel is tussen 1955 en 1993 bijna 300 miljoen m³ sediment gebaggerd en weer teruggestort. Netto is ca. 100 miljoen m³ sediment aan de Westerschelde onttrokken, veelal om dit op land te gebruiken als bouw materiaal. Toch is in dezelfde periode de inhoud van de Westerschelde maar met 10 à 20 miljoen m³ toegenomen. Dit komt doordat aanzienlijke hoeveelheden sediment door de stromingen vanuit het mondingsgebied naar de Westerschelde zijn gevoerd. Met name rond 1970 is er sprake van een grote import; tussen 1981 en 1993 houden im- en export elkaar bijna in balans.

Meer op de Westerschelde ingezoomd is in het oostelijk deel sinds 1955 vooral in het Verdrongen Land van Saeftinghe sediment opgeslagen. Netto erosie heeft sinds 1955 plaatsgevonden ten oosten van Hansweert maar vooral rond het Nauw van Bath en verder naar het oosten. In de periode 1970-1980 is de eerste vaargeulverdieping uitgevoerd en heeft de morfologie zich grotendeels aan de nieuwe situatie aangepast. In deze periode is er een verruiming van het oostelijk deel waar te nemen en zijn de natuurlijke sedimentverplaatsingen in het westelijk deel hoog. In de periode 1981-1993 vindt er voornamelijk erosie plaats in het westelijk deel. In het oostelijk deel vindt er in deze periode een opvallend groot transport landinwaarts plaats van het gebied rond Hansweert naar het tegen België gelegen deel zonder dat de inhoud van beide gebieden is veranderd. Hier is sprake van een retourtransport van sediment dat wordt onderhouden door het baggeren van de drempels van Bath en Valkenisse en het storten op de stortlocaties oostelijker (met name Konijneschor), het zogenaamde 'rondpompen'. Het gebied tussen ongeveer Vlissingen en de Middelpaalt staat sinds 1955 bloot aan erosie. Dit is voornamelijk het gevolg van het doorbreken van de Schaar van Spijkerplaat. Meer naar het westen bleef de totale inhoud ongeveer gelijk. In het mondingsgebied heeft beperkte erosie plaatsgevonden.

De morfologische structuur

Behalve in de zandbalans zijn er ook veranderingen opgetreden in de structuren waar het zand in is opgeslagen: de grootte en de ligging van de geulen, de platen en de slikken en schorren. De ontwikkelingen voor de verschillende milieutypen zijn als volgt geweest:

■ De Westerschelde

Het totale oppervlak van de Westerschelde is tussen 1960 en 1990 met 4% afgenomen tot 31.700 ha. De oorzaken waren inpolderingen, havenaanleg en het hier en daar rechtekken van de zeewering.

■ Geulen

Het geulareaal (gebied beneden NAP -5 m) is sinds 1960 met 800 ha uitgebreid en nam in 1994 meer dan de helft van het totale buitendijkse gebied in beslag. Deze uitbreiding vond, zoals toegelicht bij het getij, vooral plaats in de hoofdgeul. Het geulareaal in de nevengeulen werd daarentegen kleiner. Onder invloed van het natuurlijke uitbochten in combinatie met baggeren en geulwandverdediging liggen de (hoofd)geulen nu over een grote lengte vrijwel gefixeerd tegen de oevers aan.

■ Slikken en schorren

De hierboven genoemde ingrepen en het uitbochten van de geulen zijn vooral ten koste gegaan van de schorren en slikken aan de randen van de Westerschelde. Het areaal aan schor en slik tezamen is afgenomen van 7800 naar 5900 ha.

De slikken zijn door het verder uitbochten van de naastgelegen hoofdgeul, zoals bij Bath, Baalhoek en Hulst, kleiner geworden. Ze zijn over het algemeen door erosie ook verlaagd, soms tot op het moeilijk erodeerbare Hollandveen. Maar op andere plaatsen zijn de slikken uitgebreid, zoals bij De Noord, de Zimmermangeul en het Paulinaschor. Als het verlies door inpolderingen buiten beschouwing wordt gelaten, zijn verlies en uitbreiding van de slikken ongeveer even groot.

De schorren groeiden tussen 1930 en 1960 vrijwel allemaal aan. De uitbreiding was zelfs groter dan wat er verloren ging door inpoldering. Na 1960 zijn de schorren wel verder opgehoogd maar vrijwel alle schorranden zijn gaan eroderen met ongeveer 1 ha per jaar. Door de meer dan voorheen gestroomlijnde bedijking zijn er minder stroomluwe plaatsen waar schorren op natuurlijke wijze weer kunnen ontstaan. Na het doorbreken van de dijk van de 100 ha grote Selenapolder in 1990 is zich hier een schorgebied aan het ontwikkelen en vindt er weer enige uitbreiding van het areaal schor plaats. Het grootste schor is het Verdrongen Land van Saeftinge (2500 ha en ca. 75% van het totale schorareaal in de Westerschelde).

■ Platen

Door het uitbochten van de geulen ontstond in de as van het estuarium meer ruimte voor de uitbreiding van platen. Het plaatareaal is tussen 1960 en 1994 met 460 ha toegenomen en nam in 1994 15% van het totale areaal in beslag.

Behalve in oppervlak groeiden de platen ook in de hoogte. De groei trad met name op in het oostelijke en middendeel van de Westerschelde. Verschillende kortsluitgeulen die de platen doorsneden en verdeelden in kleinere eenheden, zijn opgevuld geraakt met sediment waardoor de platen aaneengroeiden tot grotere en meer compacte platen. Hierdoor nam de totale lengte aan plaatrand af en zijn veel relatief flauwe plaat-geulovergangen verdwenen. Deze groei ging daarom vooral ten koste van het ondiep watergebied.

■ Ondiep water

Het ondiep watergebied ligt tussen NAP -2 en -8 m. Het deel van dit gebied tussen NAP -2 m en -5 m is sinds 1960 met 1300 ha afgenomen tot de huidige 1350 ha en besloeg in 1994 10% van het totale oppervlak.

De morfologische dynamiek

Zoals in de inleiding al kort is aangestipt, is het continu veranderen van uiterlijk, de zogenaamde morfologische dynamiek, een karakteristieke eigenschap van een estuarium. Daarbij kunnen verschillende tijden en ruimteschalen worden onderscheiden.

Van belang zijn op grote schaal het uitbochten en kortsluiten van hoofd- en nevengeulen en de functiewisseling tussen beide typen geulen (macrodynamiek) en op middelgrote schaal het ontstaan, migreren en uitdoven van kortsluitgeulen (mesodynamiek). Vooral in het oostelijke deel zijn de morfologische veranderingen onnatuurlijk. Met name de invloed van het baggeren en storten zorgen ervoor dat de patronen in milieutypen minder dan voorheen kunnen veranderen waardoor er sprake is van een zekere morfologische verstarring. In het midden- en westelijk deel is het minder goed mogelijk om de morfologische veranderingen te koppelen aan de menselijke ingrepen; in dit deel van het estuarium is de beïnvloeding minder sterk in verhouding tot de natuurlijke morfologische veranderingen.

5.3.3. Verwachte ontwikkelingen in de morfologie van de Westerschelde

Het is de verwachting dat na de 43/48 voet verruiming van de vaargeul, op vergelijkbare wijze als bij de eerste verruiming, wederom verruiming van de hoofdgeul zal optreden. Vooral in het oostelijk deel zal de hoofdgeul breder worden en vaster komen te liggen door het steeds op dezelfde plaatsen baggeren en het vastleggen van de buitenbochten door geulwandverdediging. Door een verschuiving van het storten meer naar het westelijk deel van de Westerschelde, zal hier waarschijnlijk een ontwikkeling op gang komen die vergelijkbaar is met de ontwikkelingen in het oostelijke deel ten tijde van de verruiming in de jaren '70.

Het getij zal sneller het estuarium binnendringen. De morfologische dynamiek zal in het oostelijk deel verder afnemen en ook meer zeewaarts minder worden. Het beeld van het karakteristieke meergeulenstelsel zal verder vervagen.

In het westelijk deel zal door het storten in de nevengeulen het areaal aan nevengeulen vrij sterk afnemen. De hoofdgeul zal verbreden. Hierdoor zullen de plaatranden steiler worden en de slikranden zullen eroderen. De schorren zullen enigszins eroderen wat tot gevolg heeft dat de slikken in wezen opschuiven en het areaal aan slik ongeveer gelijk zal blijven. De platen zullen vrij aanzienlijk groter en hoger worden en de kortsluitgeulen door de platen heen zullen meer gaan verzanden. Door deze ontwikkeling zal de achteruitgang van het areaal ondiep water gebied worden omgezet in een lichte toename [42].

5.4. Zout- en slibhuishouding

5.4.1. Zout

In de Westerschelde wordt de zoet-zoutgradiënt bepaald door de 'zoute' getijbeweging vanuit de Noordzee en de 'zoete' rivierinvloed vanuit de Schelde. Het zoutgehalte neemt sterk af in stroomopwaartse richting. In het westelijk deel van de Westerschelde is nauwelijks een gradiënt waar te nemen. Het zoutgehalte is hier groter dan 10 g/l. De grens tussen het zoutwatergebied (> 10 g/l) en het brakwatergebied (0,7-10 g/l) fluctueert sterk: bij lage rivierafvoeren ligt het brakwatergebied stroomopwaarts van Antwerpen, bij hoge rivierafvoeren kan de grens tot voorbij Hoofdplaat liggen. Door de betere indringing van het getij nu ten opzichte van de periode 1950-1970 dringt ook het zout het estuarium nu dieper in. Dit wordt gecompenseerd door zoetwaterlozingen vanuit het Volkerak/Zoommeer en de Antwerpse havens.

5.4.2. Slib

De troebelheid, die nauw samenhangt met de slibconcentratie in het water, is één van de meest variabele kenmerken van een estuarium. Wat betreft het slib (korrelgrootte < 50 µm) zijn er twee bronnen: het mariene slib en het rivierslib, waarbij het grootste deel wordt aangevoerd door de Schelde. Vanuit de Schelde komt ca. 350.000 ton slib per jaar het Westerschelde estuarium binnen, waarvan 2/3 deel afkomstig is van industriële en huishoudelijke lozingen en 1/3 van natuurlijke bronnen. Van dit slib passeert 40% Hansweert in westelijke richting. Vanuit zee komt per jaar ca. 90.000 ton slib het estuarium binnen.

Het slib in de waterkolom bestaat uit een mengsel van organisch en anaorganische bestanddelen. Belangrijke organische bestanddelen zijn levend en dood algenmateriaal, materiaal van hogere (schor)planten en organisch materiaal van industriële en huishoudelijke oorsprong. Belangrijke anorganische bestanddelen zijn, naast ijzer- en mangaancoatings, diverse mineralen als kwarts, veldspaten, carbonaten en diverse soorten kleimineralen.

Slib vervult in een watersysteem twee belangrijke functies. In de eerste plaats vervult het de rol van voedsel. Met name in een estuarium speelt het aangevoerde en ter plaatse geproduceerde organisch deel van het slib een belangrijke rol als voedsel voor bodemdieren zoals mosselen en koksels. In de tweede plaats vervult slib de rol als drager en transportmiddel voor verontreinigingen.

In de waterfase van de Westerschelde bevindt zich in het Nederlandse deel tussen de 200.000 en 500.000 ton slib. In het westelijk deel varieert de troebelheid tussen de 30 en 100 mg/l. In het oostelijk deel, bij de Belgisch-Nederlandse grens, varieert de troebelheid tussen de 60 en 130 mg/l. In het zogenaamde troebelheidsmaximum (tussen de Belgisch-Nederlandse grens en Antwerpen) kan het slibgehalte van het water oplopen tot 150 mg/l. De troebelheid verschilt bovendien sterk per seizoen. In de zomer is de gemiddelde troebelheid in het westelijk deel 20 mg/l en in de winter 80 mg/l.

Variaties in de tijd

Er zijn variaties in het slibgehalte te onderscheiden veroorzaakt door het dagelijkse tij, de veertiendaagse springtij- en doottij-cyclus en de jaarlijkse seizoenen. In de periode tussen eb en vloed (de kentering) neemt de stroomsnelheid in het estuarium af en sedimenteert zwevend materiaal uit de waterkolom op de bodem. Wanneer de vloed- of ebstroom weer op gang komt, neemt de stroomsnelheid weer toe en wordt het materiaal weer vanaf de bodem opgewerveld.

Gedurende de veertiendaagse springtij- en doottij-cyclus neemt de kracht van de vloedstroom toe tijdens springtij en af tijdens doottij. Dit veroorzaakt verschillen in troebelheid in de waterkolom gedurende een doottij en springtij cyclus.

In de zomermaanden zijn de windsnelheden lager dan in de wintermaanden, waardoor er minder golfbeweging is langs de intergetijde gebieden. Organismen leggen dan een deel van het slib vast. Tijdens de zomermaanden is daarom een deel van het slib in de bodem van platen en luwte gebieden opgeslagen. Dit deel bevindt zich in de winter in de waterkolom.

Variaties in de ruimte

Naast verschillen in tijd komen er ook ruimtelijke verschillen voor in het Schelde estuarium. Het estuarium is ruimtelijk gezien namelijk niet uniform van samenstelling. Wel zijn de bodem van het Schelde estuarium en zeker de Westerschelde slibarm in tegenstelling tot veel andere estuaria. Het gemiddelde slibgehalte van de bodem van de Westerschelde ligt rond 5%.

Slib komt vooral voor langs de randen van het estuarium in slikken, schorren en havens. Daar kan het slibgehalte van de bodem oplopen tot 75%. Verder is er een belangrijke slibgradiënt over de lengteas van het estuarium. Daar waar de stroomopwaartse mariene brakke reststroom de stroomafwaartse zoetwaterstroom ontmoet, accumuleert zowel het vanuit zee en de rivier aangevoerde slib. Hier vormt zich één van de meest karakteristieke gebieden van het estuarium: het troebelheidsmaximum. In het Schelde estuarium is dit maximum rond Antwerpen gelegen. Dit betekent ook dat rond Antwerpen in de bodem de fijnste sedimenten voorkomen.

Naast deze natuurlijke gradiënten is er een aantal minder belangrijke ruimtelijke gradiënten die veroorzaakt worden door menselijk activiteiten. Erosie en sedimentatie van slib wordt in het Schelde estuarium deels veroorzaakt door natuurlijke factoren, maar daarnaast ook in aanzienlijke mate door de omvangrijke bagger- en stortactiviteiten in het estuarium, nodig om de Nederlandse havens en de vaarweg naar Antwerpen op diepte te houden. De omvang van het onderhoudswerk van de vaargeul is ongeveer 10 miljoen m³ per jaar. Deze vindt met name plaats op de zogenaamde drempels in het estuarium en betreft vrijwel uitsluitend zand. Daarnaast wordt er jaarlijks in de Nederlandse havens ongeveer 3,5 miljoen m³ gebaggerd. Dit materiaal heeft een slibgehalte van meer dan 50% en wordt teruggestort in de Westerschelde. Naast deze baggerwerkzaamheden vindt er nog een redelijk omvangrijke zandwinning plaats.

Hoewel veranderingen in de slibhuishouding van de Westerschelde moeilijk zijn te meten, wordt aangenomen dat deze tot nu toe niet is beïnvloed door het baggeren en storten. De toename van de slibconcentratie bij het baggeren en storten is, door het relatief lage gehalte aan slib in het gebaggerde materiaal, verwaarloosbaar ten opzichte van de hoeveelheid slib die ieder getij door de stroming in suspensie wordt gebracht. Verder is tot op heden het materiaal gestort in hetzelfde deel van de Westerschelde als waar het is gebaggerd en bovendien op plaatsen waar de slibfractie in de bodem vergelijkbaar is met die in het gebaggerde materiaal.

5.4.3. Verwachte ontwikkelingen in zout- en slibhuishouding

Door de verdere indringing van het getij het estuarium in als gevolg van de 43/48 voet verruiming zal ook de zoutdoordringing toenemen [38].

Wat betreft de slibhuishouding kent het Schelde estuarium in de negentiger jaren de volgende belangrijke autonome ontwikkelingen:

- Een verminderde aanvoer van fluviatiel slib vanuit het bovenstroomse deel van het stroomgebied naar het estuarium door de bouw van AWZI's en industriële zuiveringsinstallaties, sedimentatiebekkens en gecontroleerde overstromingsgebieden en door erosiebeperkende maatregelen. Deze tendens zet zich vermoedelijk nog voort. In tien jaar tijd is de aanvoer met de helft verminderd.
- De grootschalige slibonttrekking in de Beneden Zeeschelde rondom Antwerpen. Door België is hier in de negentigerjaren ruim 2 miljoen m³ klasse 3 slib verwijderd. Dit is grotendeels gebeurd door het slib uit de toegangseufl naar de Callosluizen op de linkeroever ten noorden van Antwerpen weg te baggeren. Hierdoor is de Beneden Zeeschelde veranderd van een verslibbend naar een ontslibbend gebied. De slibverwijdering zal in de toekomst naar alle waarschijnlijkheid worden voortgezet, wellicht op een wat lager niveau.
- De slibberging uit de Antwerpse havendokken - waar het slib in terecht komt via de zeesluizen, Berendrecht- en Zandvlietsluizen - op de rechteroever, op land en het dus niet meer terugstorten van dit havenslib in de Schelde.

Door al deze ontwikkelingen is de aanvoer van (verontreinigd) fluviatiel materiaal van België naar Nederland de afgelopen tien jaar met ruim een factor twee afgenomen. Deze tendens zal zich voortzetten.

- De huidige verdieping van de vaargeul naar Antwerpen. De invloed hiervan op de slibhuishouding is nog moeilijk te voorspellen. Tijdens en vlak na de verdieping zullen de baggeractiviteiten hierdoor tijdelijk met ongeveer 50% toenemen.

5.5. Kwaliteit van bodem en water

5.5.1. Waterkwaliteit

De waterkwaliteit van het estuarium wordt voor een groot deel bepaald door de menging van het bovenstrooms aangevoerde zoete rivierwater met daarin rivierslib met het zoute water uit de Noordzee met daarin zeeslib. Het rivierwater en -slib hebben meestal hoge concentraties aan verontreinigende stoffen (o.a. zware metalen en organische microverontreinigingen), het zeewater en -slib meestal lage concentraties aan verontreinigende stoffen. Daarnaast spelen zijdelingse lozingen door de industrie (Antwerpen, kanaal Gent Terneuzen zone, Sloegebied), AWZI's, kanalen, polderlozingen en een groot aantal diffuse bronnen een rol.

De verontreinigende belasting van de Westerschelde is voor 50% tot 75% afkomstig uit België. De waterkwaliteit van het Schelde estuarium is de afgelopen jaren wel flink verbeterd. De rest wordt in Nederland geloosd en is daarbij ook nog voor een deel afkomstig uit België omdat het kanaal Gent-Terneuzen in Nederland op de Westerschelde uitkomt.

Naast menging van rivier- en zeewater bepaalt een scala aan processen in het estuarium zelf de concentraties van stoffen op een bepaalde plaats. Voor het Schelde estuarium zijn heel kenmerkend de processen die in het estuarium optreden doordat een deel van het stroomgebied van de Schelde stroomopwaarts van Rupelmonde een deel van het jaar geen zuurstof bevat en dus zuurstofloos of anoxisch is. Oxydatie processen zijn daarom heel kenmerkend voor het brakwaterdeel van het Schelde estuarium.

De huidige waterkwaliteit van de Westerschelde is redelijk. De nutriënten, een aantal gewasbeschermingsmiddelen en PCB's (polychloorbifenylen) voldoen niet aan de norm, PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) en spoormetalen meestal wel. De waterkwaliteit verbetert van de Belgisch-

Nederlandse grens tot Vlissingen door de toenemende invloed van de zee. Bij Vlissingen voldoet de waterkwaliteit grotendeels aan de waterkwaliteitsnormen voor de korte termijn.

5.5.2. Bodemkwaliteit

Delen van het estuarium van de Westerschelde behoren tot de meest verontreinigde estuaria van Europa. De verontreiniging van de bodem wordt vooral bepaald door zware metalen, PCB's en PAK's. Deze stoffen zijn sterk aan slib gebonden. Veel van de verontreinigingen komen vanuit de Schelde. Omdat het meeste rivierslib in de Zeeschelde achterblijft, zijn de gehalten daar het hoogst.

De kwaliteit van de waterbodem is over het algemeen goed. Vrijwel overal is de kwaliteit klasse 0, 1 of 2. Lokaal komen kleine oppervlaktes klasse 3 voor. De gehalten van vrijwel alle stoffen in de bodem nemen naar zee toe af. De belangrijkste reden voor deze afname is ook hier de menging van rivier- en zeesediment.

Ter plaatse van de verspreidingslocaties van boorspecie is de klasse van de bodem, voor zover gemeten, klasse 0. Ter hoogte van de uitmonding van het kanaal Gent-Terneuzen vallen veel genomen monsters in klasse 2, voornamelijk met overschrijding voor PAK's. Ter plaatse van de locatie klei1 (zie figuur 7.1) kan de kwaliteit van de bodem daarom slechter zijn (klasse 1 en/of 2).

5.5.3. Verwachte ontwikkelingen in water- en bodemkwaliteit

De komende jaren zullen de ontwikkelingen in de waterkwaliteit langs twee lijnen verlopen.

Enerzijds zal de waterkwaliteit verbeteren doordat de toevoer van verontreinigende stoffen naar het oppervlaktewater nog verder zal gaan afnemen. Daardoor zullen ook de gehalten verontreinigende stoffen in de waterbodem verminderen. De afname in de bodem loopt achter bij de afname in het water omdat de aanvoer van nieuw sediment naar de waterbodem klein is ten opzichte van de hoeveelheid aanwezig sediment. Eerst zullen de zuurstofbindende stoffen afnemen door de bouw van AWZI's, daarna andere stoffen uit puntbronnen en tenslotte de diffuse lozingen. Naar verwachting zal een zekere waterbodem-sanering plaatsvinden onder meer omdat in Zeeland een depot wordt gebouwd. Accidentele verontreinigingen (calamiteiten) zullen afnemen door internationale afspraken en controle. Door de Internationale Commissie ter Bescherming van de Schelde zal dit alles naar verwachting een extra impuls krijgen.

De tweede lijn in de toekomst zal de afname van de oxidatieprocessen in het brakke deel van het estuarium zijn. Dit heeft zowel positieve als negatieve kanten. Voor de zuurstofhuishouding heeft het positieve gevolgen. Voor metalen die onoplosbare sulfiden vormen heeft het negatieve gevolgen. De opgeloste concentraties zijn onder zuurstofrijke oxidische omstandigheden nu eenmaal hoger dan onder de huidige anoxische zuurstofloze omstandigheden. En omdat de opgeloste concentratie in belangrijke mate het ecotoxicologische effect van een stof bepaalt, zullen de ecotoxicologische risico's toenemen.

5.6. Ecologie

5.6.1. Inleiding

Estuaria worden gekenmerkt door de menging van zoet rivierwater en zout zeewater. De fysieke structuur en de getijdewerking maken een intensieve menging mogelijk, zodat een zoutgradiënt aanwezig is. De Westerschelde is één van de grotere estuaria in Europa waar deze gradiënt nog volledig aanwezig is. Door deze menging ontstaat een steeds wisselend evenwicht tussen de aanvoer van organisch materiaal, voornamelijk vanuit de rivier, de afbraak van die bestanddelen die zich in het zoute milieu niet kunnen handhaven, en de opbouw van een voedselweb, met onderlinge relaties, dat aan deze wisselende omstandigheden is aangepast. De ophoping van organisch materiaal in de mengzone trekt veel organismen aan die hier hun voedsel vinden. Dit is de basis voor de functie die een estuarium vervult als voedselgebied voor veel dieren, zoals vissen en vogels. Daarnaast vormt voor deze organismen het estuarium, met haar verschillende morfologische milieutypen, een functie als paai- en opgroei gebied,

broed-, rust- en ruigebied. Op deze wijze is het ecosysteem van een estuarium tevens een belangrijke verbindingsschakel in de trekroutes voor vogels en de migratieroutes voor vis.

5.6.2. De ecologische functies van de milieutypen

De milieutypen, zoals beschreven in paragraaf 5.3.2, vervullen de volgende functies voor het ecosysteem. Tezamen zijn zij de basis van het ecosysteem.

■ Geulen en de geulbodem (dieper dan NAP -5 m)

De geulen zijn de transportroutes van het estuarium. Zand, slib en daaraan gehechte voedingsstoffen vinden via de geulen hun weg naar luwere plaatsen. Algen, bacteriën, dierlijk plankton, larven en zwevend organisch materiaal vormen in dit dynamisch milieu de basis van het estuarien voedselweb. Vis, levend van de op en nabij de bodem levende dieren van platen en slikken, dient als voedsel voor o.m. Fuut, Middeiste Zaagbek en Aalscholver.

■ Ondiep water (plaatranden, nevengeulen en de monding van grote schorkreeken) (tussen NAP -2 en -5 m)

De veel lagere dynamiek in dit milieutype maakt het mogelijk dat jonge schol, tong en bot maar ook garnalen en andere kreeftachtigen kunnen opgroeien. Voedsel is volop aanwezig. Bodemdieren van klein tot groot leven van algen, bacteriën en het organisch materiaal aangevoerd door de getijdestromingen. Dat het bodemleven gevarieerd is, blijkt uit de aanwezigheid van wormen, schelpdieren en kleine kreeftachtigen zoals het slijkgarnaaltje en de kniksprietkreeft.

■ Platen en slikken (tussen NAP -2 en +2 m)

De dagelijkse rechtstreekse invloed van eb en vloed garandeert hier de continue aanvoer van voedsel. Op de bij eb droogvallende platen en slikken bestaat het bodemgebonden leven uit algen, planten en dieren. Naast het aangevoerde en gesedimenteerde materiaal dienen deze als voedsel voor vogels, jonge vis en nabij de bodem levende dieren. Veel soorten steltlopers, zoals scholekster, kluut, steenloper en tureluur, vinden hun voedsel op de slikken. De platen worden door zeehonden gebruikt om te rusten en hun jongen te zogen en door o.a. steltlopers als rust- en voedselgebied.

■ Schorren (boven NAP +2 m)

Kenmerkend voor de schorren is de lage, aaneengesloten vegetatie en het fijne netwerk van kreeken waarlangs het getijwater in- en uitstroomt. De schorren in de Westerschelde zijn brak- en zoutwaterschorren met specifieke plantensoorten zoals Engels slijkgras en Zeekraal (pioniersoorten), en Zeeaster, Lamsoor en Zeebies. Eenden en ganzen gebruiken de schorren als rust-, broed-, rui- en foeragegebied.

5.6.3. Diversiteit van het leven in de Westerschelde

Hierna zal de huidige toestand van de verschillende planten- en diergroepen in de Westerschelde worden beschreven.

Algen

De algen die op de bodem, in het intergetijdegebied, leven (microfytobenthos) en de algen die zweven in de waterkolom (fytoplankton) vormen tezamen de basis van het voedselweb. De concentratie aan algen (chlorofyl- α -concentratie) varieert door de seizoenen heen. In het algemeen is er een piek in de zomer (mei/juni/juli) en een kleinere piek in de nazomer.

Van de productie aan algen is gemiddeld 15 à 20% afkomstig van het microfytobenthos. Dat aandeel kan sterk oplopen als door een hogere troebelheid de productie van fytoplankton gering is. De productie wordt gemeten in de hoeveelheid koolstof die wordt geproduceerd en ligt gemiddeld tussen de 100 en 300 g C/m² per jaar. Bij het fytoplankton is de productie tussen Vlissingen en Perkpolder ongeveer gelijk en neemt verder oostwaarts tot de landsgrens af.

Hogere planten

De hogere planten komen in hoofdzaak voor op de schorren en voor een klein deel op de slikken.

In oostelijke richting neemt op de schorren in samenhang met de zoet-zoutgradiënt de bedekking met

Zeebies en Riet toe. Verder is in die richting een trend van vergrassing van de schorren met Strandkweek waarneembaar, door een grotere opslibbing waardoor het schor minder vaak door zeewater wordt overspoeld.

Het grootste schor is het Verdrunken Land van Saeftinge waar in de afgelopen decennia een natuurlijke successie van vegetatietypen, die hoort bij een zich uitbreidend en ophogend schor, heeft plaatsgevonden. Nu domineren de soorten Strandkweek en Zeebies. De knolletjes van de Zeebies worden massaal gegeten door de Grauwe Gans. Uitgestrekte rietvegetaties duiden op zoet water in de bodem. De schorren van Zuidgors en Waarde worden gekenmerkt door een sterke overheersing van Strandkweek. Het schor van Baarland heeft een gevarieerdere begroeiing en weinig vergrassing. De schorren van Bath en Appenzak hebben uitgestrekte velden met Zeebies en een zich uitbreidende rietvegetatie.

Op de schorren en slikken van Rammekenshoek en het schor van Kaloot zijn enkele soorten te vinden die alleen op deze plaatsen voorkomen. Bij Rammekenshoek zijn dat Klein zee gras en een relatief grote bedekking van Dunstaart. De schorren aan de zuidelijke oever van de Westerschelde (Hoofdplaat, Paulinapolder, Hellegatpolder) hebben grote velden met Gewone zoutmelde, vaak in slechte conditie, en met Engels slijkgras.

Dierlijke bodemleven (macrozoöbenthos)

Het gaat hier om dierlijke organismen die met het blote oog net zichtbaar zijn. Op basis van gegevens uit de periode 1990-1995 [31] blijkt aan de hand van de aspecten zoutgehalte, diepteligging en type sediment het volgende over soortenrijkdom en biomassa.

In de litorale 'laag' (intergetijdegebied boven NAP -2 m) van de Westerschelde is zowel de soortenrijkdom (gemiddeld 3 en maximaal 11 soorten) als de biomassa groter dan verder naar beneden. Doorgaans is een hoge soortenrijkdom gekoppeld aan een hoge biomassa. Het aantal soorten neemt wel af naarmate het zoutgehalte afneemt. De soortenrijkdom varieert niet erg door het seizoen heen, maar de biomassa wel. Verder nemen de soortenrijkdom en de biomassa tot op zekere hoogte toe met een toenemend slijbgehalte in het sediment. Dit betekent dat ten eerste op de slikken en de platen het bodemleven het rijkst is en ten tweede dat het zoute deel van de Westerschelde rijker is dan het brakke deel.

Vissen

De visfauna van een estuarium wordt meestal verdeeld in drie categorieën:

- pelagische soorten, die verblijven en foerageren in de waterkolom (bijv. haring en sprot),
- demersale soorten, die gewoonlijk niet op de bodem rusten, maar wel op of vlak langs de bodem zwemmen en foerageren (bijv. kabeljauw),
- (epi)benthische soorten, die gewoonlijk in of op de bodem verblijven en daar ook foerageren (bijv. platvissen, grondels, zeedonderpaden).

Vooraf van de laatste twee groepen is informatie uit de Westerschelde beschikbaar [11]. In de periode 1988-1992 werden bijna 50 soorten gevonden, wat veel minder is dan in een estuarium mag worden verwacht. Van deze vijftig komen 17 soorten veel tot vrij veel voor. De grijze Garnaal is de meest algemene en talrijkste soort; daarnaast worden platvissen, grondels en krabben veel aangetroffen. Het brakwater (zoutgehalte tussen 0,3 en 17 g/l) in het oostelijke deel van de Westerschelde is zeer rijk aan voedsel wat velerlei vissen, krabben en garnalen aantrekt. De westelijke grens ligt ongeveer bij Hansweert. In het zoutwater (zoutgehalte > 17 g/l) westelijke deel is zowel het aantal soorten als de dichtheden waarin ze voorkomen kleiner.

De Westerschelde is vooral een plaats waar vissen worden geboren (kraamkamer) en waar jonge vis opgroeit (kinderkamer). Vissen ouder dan 2 jaar worden maar zelden in de Westerschelde waargenomen. De meeste soorten maken alleen in specifieke seizoenen gebruik van het estuarium. Voor een aantal soorten is er een piek in de dichtheden tussen juli en oktober wanneer de kleintjes worden geboren en opgroeien; dit zijn o.a. de grondels, kabeljauwachtigen en zeenaalden. Daarnaast is er een piek tussen oktober en februari als jonge mariene soorten, zoals platvissen en zandspijering, overwin-

teren. Vooral de ondiepe geulen en de schorkreken in het oostelijk deel van de Westerschelde zijn van belang voor het opgroeien van vis. Zij vinden er bescherming en voedsel. De kleine vissen vormen zelf ook weer een voedselbron voor grotere vissen.

De Westerschelde vervult voor trekvisserij nauwelijks meer een functie als doortrekgebied tussen de zee en de Schelderivier en haar zijtakken. Dat heeft de volgende oorzaken:

- door vervuiling zijn veel waterlopen stroomopwaarts van de Westerschelde in de zomer gedeeltelijk zuurstofloos waardoor de vissen niet kunnen overleven,
- stuwen, sluizen en pompgemalen vormen fysieke barrières die de migratie van vissen belemmeren,
- veel plekken waar vissen paaien, opgroeien, foerageren, rusten en/of schuilen zijn verdwenen.

Vogels

Voor watervogels is de Westerschelde van groot belang, ook in internationaal verband. Dit komt bijvoorbeeld tot uitdrukking door het feit dat onder de Ramsar Conventie (Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat) de Westerschelde is aangewezen als 'wetland' van internationaal belang. Om hiervoor in aanmerking te komen, moet een gebied o.a. aan de volgende criteria voldoen:

- er moeten regelmatig meer dan 20 000 watervogels voorkomen,
- er moet regelmatig meer dan 1% van de noordwest-europese populatie van een watervogelsoort van het gebied gebruik maken.

In de Westerschelde wordt in alle seizoenen de 1%-norm voor een aantal soorten overschreden (zie tabel 5.1). Daarvan zijn de Grauwe gans, Smient en Pijlstaart de belangrijkste. De normoverschrijding wordt op de volgende manier bepaald. Per maand worden meerdere vogeltellingen verricht. Per seizoen worden de maxima van de maanden in dat seizoen gemiddeld en afgezet tegen de geschatte populatie-omvang. Het dan verkregen percentage is de normoverschrijding.

In de Westerschelde waren in de wintermaanden in de eerste helft van de jaren '90 gemiddeld ca. 200.000 watervogels in de Westerschelde aanwezig. In grote lijnen kan wel worden geconstateerd, dat er per jaar grote veranderingen kunnen optreden in de omvang en de samenstelling van watervogel-populaties.

De vogels kunnen worden ingedeeld naar de type prooi die zij vangen, en daarom maken zij van verschillende milieutypen en delen van de Westerschelde gebruik:

Soort	Najaar	Winter	Voorjaar	Zomer
Grauwe gans	20,6	17,7	1,1	
Pijlstaart	3,8	3,5		
Lepelaar	3,6			
Smient	3,3	3,0		
Zilverplevier	2,8	1,5	3,1	
Bergeend	1,7			2,4
Scholekster	2,3	1,9	1,1	1,1
Bonte strandloper	1,5	2,1		
Drieteenstrandloper	1,1		1,8	
Kluut	1,5		1,1	
Wulp	1,3			1,1
Kanoetstrandloper		1,2		
Bontbekplevier	1,0			

Tabel 5.1
Normoverschrijding
(in %) in 1994/'95 tot
1996/'97 van
internationaal belang-
rijke vogelpopulaties in
de Westerschelde per
seizoen [15].

- De benthivoren, de groep vogels die leeft van bodemdieren, zijn het belangrijkste in de Westerschelde. Dit zijn de steltloper en de Bergeend. Zij komen op de droogvallende slikken en platen voor, vooral in het westelijk en middendeel en dan met name in de periode oktober tot maart.
- De viseters (piscivoren), die tijdens hoogwater op open water zwemmend of duikend hun prooi vangen, zijn qua aantallen veel minder belangrijk maar zijn de afgelopen jaren wel toegenomen. Dit zijn de sterns en de Fuut. Zij foerageren op beschut gelegen plekken waar het doorzicht in het water voldoende is om vis te vangen; dit is o.a. in de haven van Terneuzen.
- Van de omnivoren (alleseters) zijn alleen van de Pijlstaart gegevens bekend. Deze soort is qua aantallen belangrijker dan de viseters tezamen. Zij komt voor in het oostelijk deel met de hoogste dichtheden in de periode september tot februari. De aantallen wisselen wel sterk per jaar.
- Voor de plantenetende vogels, zoals de ganzen en enkele eendensoorten, zijn de schorren langs de Westerschelde van belang. Zij zijn in het westelijk deel afgenomen door het verdwijnen van de schorren van Sloe en Braakman, maar ze zijn de laatste jaren in het Verdrongen Land van Saeftinge sterk toegenomen.

Verder is de Westerschelde belangrijk als rustgebied. In de nazomer ruien veel vogels hier de lichaamsveren en slagpennen.

Daarnaast zijn de Nederlandse Deltawateren voor grote aantallen kustvogels als broedgebied van belang. Daarbinnen vervullen de delen van de Westerschelde voor de volgende vogels een functie als broedgebied (tabel 5.2). Op de Hooge Platen in het westen en in het Verdrongen Land van Saeftinge komen honderden tot enkele duizenden broedparen voor van Grote stern, Visdief en/of Kokmeeuw.

Vogelsoort	Westerschelde		
	Westelijk deel	Middendeel	Oostelijk deel
Grote Stern	x		
Visdief	x		x
Kokmeeuw	x	x	x
Bontbekplevier	x	x	
Strandplevier	x	x	
Dwergstern	x	x	
Kluut	x	x	x

Tabel 5.2
Belang van de
verschillende delen
van de Westerschelde
voor broedvogels.

Zeezoogdieren

De gewone zeehond, waarvan in de jaren '50 nog zo'n 100 tot 150 exemplaren werden geteld, is vrijwel verdwenen. Dit wordt voornamelijk in verband gebracht met ophoping van vervuilende stoffen (PAK's en PCB's) in de voedselketen. Op dit moment kunnen zeehonden zich in een klein groepje handhaven. Ze planten zich wel voort, maar er is geen sprake van groei richting een populatie van enige honderden. De bruinvis is in de jaren '60 voor het laatst in de Westerschelde gezien. Deze soort kan pas terugkomen wanneer de Noordzeepopulatie zich heeft hersteld.

5.6.4. Verwachte ontwikkelingen in de ecologie

In paragrafen 5.3.2 en 5.3.3 zijn de veranderingen in de verhouding tussen de verschillende milieutypen in de Westerschelde toegelicht. Tot nu toe wijzen waarnemingen er niet op dat hierdoor de 'bewoners' van de Westerschelde zijn verdwenen; er zijn nog voldoende soorten aanwezig. De beschikbare ruimte lijkt wel af te nemen. Het oostelijk deel is aan het verlanden en er is sprake van een versteiling van de overgang tussen de geulen en hoge delen. Dit heeft voorts nog geleid tot een achteruitgang van het areaal aan ondiep water gebied en vooral aan de laagdynamische slibrijke gebieden. Dit zijn juist de voedselrijke gebieden die een belangrijke schakel vormen in het ecosysteem van de Westerschelde.

Door de verruiming van de vaarweg wordt verwacht dat deze ontwikkeling zich in het oostelijk deel voortzet. Door middel van geulwandverdedigingen wordt zoveel mogelijk voorkomen dat de schorren en slikken verder eroderen. Het betekent echter wel een verdere afname van de dynamiek.

Door de geringe geulwandverdediging in het westelijk deel zal hier het slik- en schorareaal verder afnemen. Door het meer dan voorheen westwaarts verspreiden van materiaal zal echter waarschijnlijk in het westelijk deel het areaal aan ondiep water gebied licht en het areaal aan platen sterk toenemen. Dit betekent een toename van het foerageer- en rustgebied voor vogels en zeehonden.

5.7. Gebruiksfuncties

5.7.1. Inleiding

Het Westerscheldegebied wordt voor diverse menselijke activiteiten intensief benut. De scheepvaart met aanverwante activiteiten is het meest omvangrijk. Daarnaast zijn visserij en recreatie ook belangrijk. Verder wordt de Westerschelde gebruikt voor zandwinning, schelpenwinning en koelwater voor industriële doeleinden. En er is een aantal plekken met archeologische waarden.

5.7.2. Scheepvaart

Infrastructuur

De Westerschelde vormt voor vijf grote havens (Zeebrugge, Vlissingen, Terneuzen, Gent en Antwerpen) een belangrijke verbinding met de Noordzee en het achterland en wordt dan ook intensief door zee- en binnenvaart gebruikt. Na Rotterdam is Antwerpen de grootste haven van Europa.

Vanaf zee loopt de vaarroute via twee vaargeulen naar de Westerschelde, aan de zuidkant door de Wielingen, aan de noordkant door het Oostgat. In de Westerschelde zelf dient de ebgeul als de hoofdvaarroute. In het westelijk en middendeel worden ook enkele nevengeulen, zoals de Everingen, als vaarweg gebruikt. Van deze nevengeulen is de vaardiepte echter veel beperkter dan van de ebgeul (figuur 5.3). De drempels in de ebgeul worden voortdurend gebaggerd om de vaargeul op diepte te houden. Momenteel worden de drempels voor de tweede keer verlaagd.

In het midden- en westelijk deel van de Westerschelde zijn de belangrijkste havens voor de beroepvaart de Handelshaven van Breskens, de Buitenhaven van Vlissingen, de Sloehaven, de Braakmanhaven en de Oost- en Westbuitenhavens van Terneuzen. Verder zijn er in Vlissingen, Breskens, Ellewoutsdijk en Terneuzen havens voor de recreatievaart ingericht.

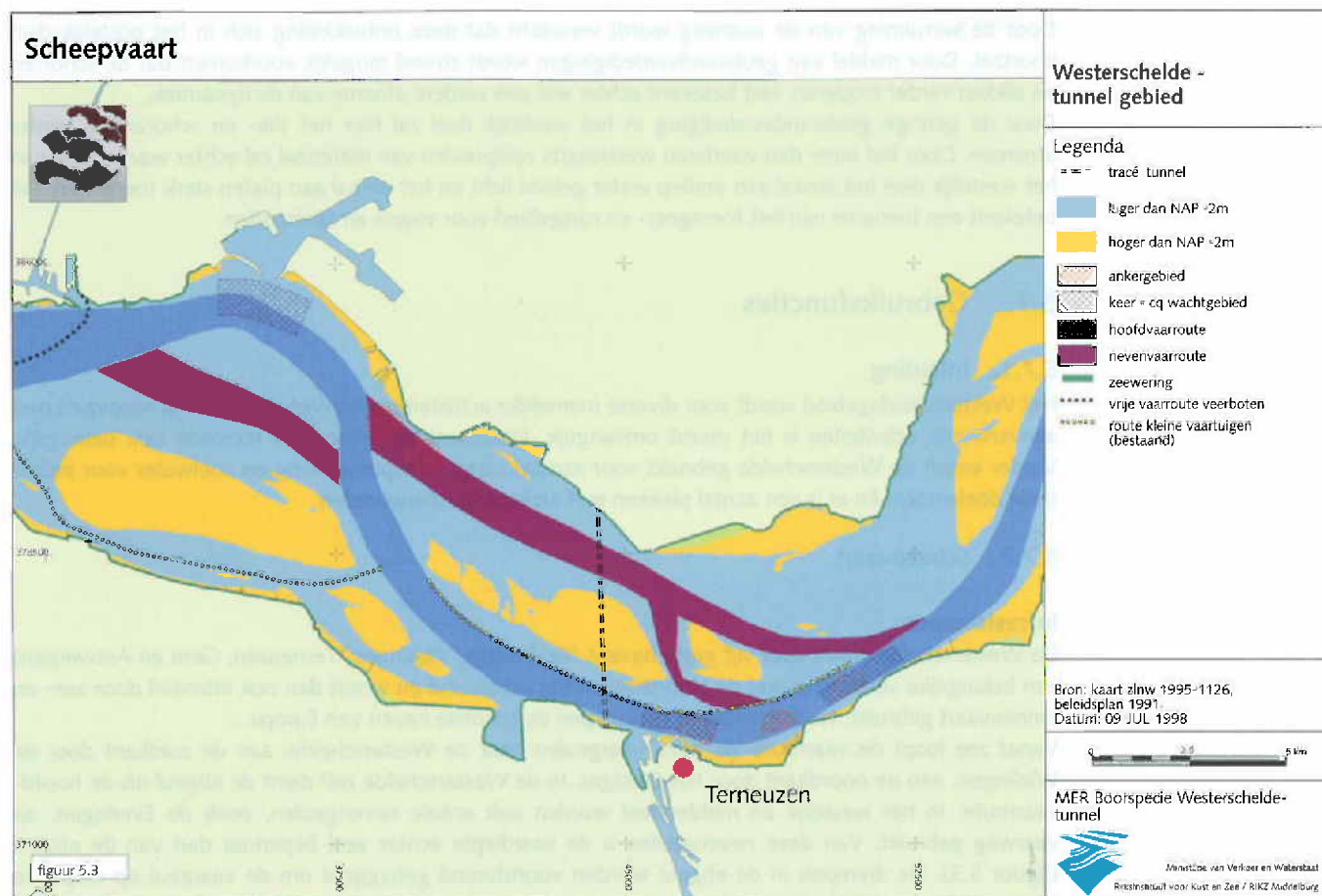
In dit deel van de Westerschelde ligt ook een aantal ankerplaatsen. In de eerste plaats bevindt zich in de Springergeul een ankerplaats bedoeld voor schepen geladen met gevaarlijke stoffen. In de Put van Terneuzen liggen drie ankergebieden bedoeld voor de overslag van zee- naar binnenschepen en duwvaart. Ook in de Everingen liggen vijf ankerplaatsen die ondermeer deze functie hebben. Er worden over de Westerschelde twee veerdiensten, Vlissingen-Breskens en Kruiningen-Perkpolder, onderhouden.

Intensiteit

Op de Westerschelde is het traject Terneuzen-Hansweert het drukst bevaren gedeelte. Dit traject vormt een belangrijke schakel in de zogenaamde noord-zuid verbinding tussen Rotterdam aan de ene kant en Terneuzen, Gent en Noord-Frankrijk aan de andere kant. Vooral de binnenvaart maakt van dit traject intensief gebruik. De zeevaart is het meest intensief vanaf zee naar Vlissingen toe (tabel 5.3). In de periode 1988-1995 is een dalende trend in het aantal scheepsbewegingen waarneembaar geweest.

Vervoer gevaarlijke stoffen

De belangrijkste factor die de veiligheid van de scheepvaart op de Westerschelde bepaalt, wordt gevormd door het vervoer van gevaarlijke stoffen. Op de Westerschelde betreft dit voornamelijk het



Figuur 5.3
Scheepvaartroutes
op de Westerschelde.

vervoer van ammoniak, vloeibare propaan en aardgas. Het gaat om ca. 10% van de totale goederenstroom. Ongeveer de helft van de hoeveelheid van de gevaarlijke stoffen (ca. 9 miljoen ton) wordt door grote zeeschepen vervoerd. De andere helft wordt door veel kleinere binnenschepen vervoerd.

Hoewel er over de gehele Westerschelde transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt, kan men een zekere concentratie signaleren in het gedeelte vanaf de monding tot aan de havens van Terneuzen. Veel schepen hebben als bestemming de Braakmanhaven en de steiger van DOW Chemical. In tabel 5.4 staat weergegeven hoeveel schepen hier in 1996 zijn behandeld.

Traject	Lengte (km)	Aantal scheepsbewegingen per jaar		
		Binnenvaart	Zeevaart	Totaal
Mondingsgebied-Vlissingen	3	6.700	50.500	57.200
Vlissingen-Sloehaven	6	10.500	46.200	56.700
Sloehaven-Braakmanhaven	12	25.000	42.600	67.600
Braakmanhaven-Terneuzen	3	25.500	41.500	67.000
Terneuzen-Hansweert	19	48.000	31.400	81.400
Hansweert-Ned./Belg. grens	25	19.000	31.000	50.000

Tabel 5.3
Scheepvaartintensiteit op
de Westerschelde in
1995 (excl. Recreatie-
vaart, veerdiensten,
loodsdiensten)
(bron: Scheepvaart bij
sluizen en bruggen in
Zeeland, kerncijfers).

Tabel 5.4
Behandelde schepen in
Braakmanhaven / DOW-
Scheldesteiger in 1996
(gevuld of ledig maar
niet ontgast)
(bron: schriftelijke
informatie RWS Directie
Zeeland).

Type schip	Aantal
Zeeschepen	640
Binnenvaartschepen	1795
Totaal	2435

5.7.3. Visserij

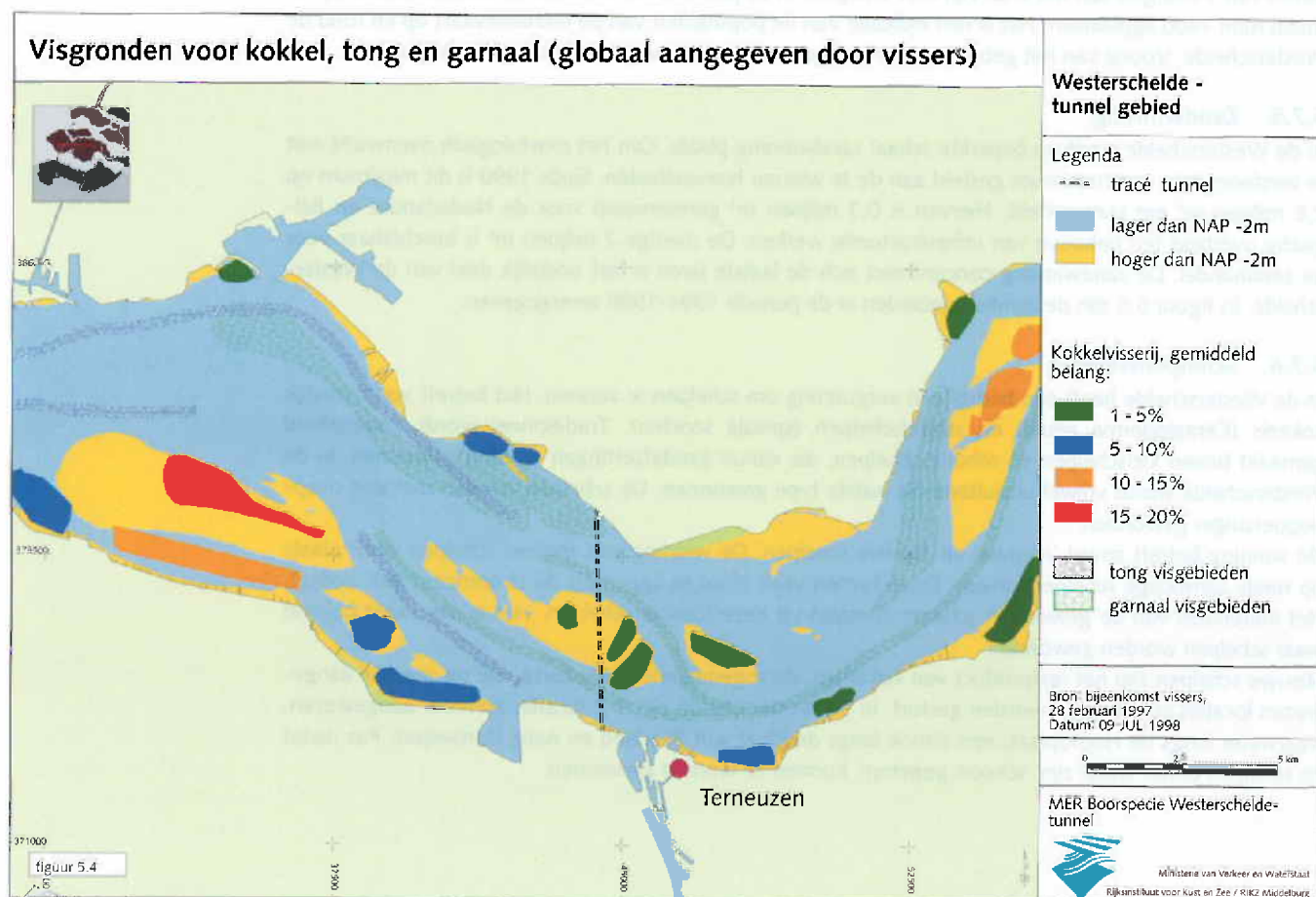
Op verschillende plaatsen in de Westerschelde wordt commercieel gevist op garnaal, tong en kokkels en daarnaast hier en daar zeer beperkt op paling. Op basis van gegevens van vissers zijn de visgronden weergegeven in figuur 5.4.

Jonge garnaallarven gebruiken de getijdebewegingen om de Westerschelde binnen te komen en vestigen zich dan in de ondiepe, voedselrijke gebieden. Deze gebieden vormen de visgronden voor garnaal.

Tong wordt vooral aangetroffen in zout water met een diepte tussen de 1 meter en de maximale diepte van de Westerschelde. De visgronden liggen daarom voornamelijk in het mondingsgebied en westelijk deel van de Westerschelde.

Kokkels bevinden zich voornamelijk op de zandige platen in het westelijk en middendeel van de Westerschelde. Op kokkels mag alleen in een vastgestelde periode in het najaar worden gevist.

Figuur 5.4
Visgronden voor
commerciële visserij in
de Westerschelde.



5.7.4. Recreatie

De recreatie is naast scheepvaart en visserij een andere belangrijke gebruiksfunctie van de Westerschelde en kent verschillende vormen.

Oeverrecreatie

De stranden in het mondingsgebied van de Westerschelde worden in het recreatieseizoen zeer intensief gebruikt. In 1991/'92 is op basis van autotellingen berekend dat op een gemiddelde zomerse dag in juli of augustus ca. 85.000 mensen de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen en ca. 60.000 mensen de zuidkust van Walcheren bezoeken. Het gaat vooral om zwemmen en zonnen, er wordt weinig gesurfd.

Langs de oevers van de Westerschelde zelf is de recreatieve druk veel lager. Op een 'drukke' dag is het aantal bezoekers tussen de drie- en vierduizend. Zij concentreren zich voor een deel bij Rammekenshoek, Baarland, Borssele, Kruiningen, Terneuzen, de Griete en Paulinapolder.

Sportvisserij

Verspreid langs de gehele Westerschelde wordt door sport vissers gevestigd. Dat gebeurt voornamelijk vanaf de oever; sportvisbootjes worden door de stroming en de intensieve scheepvaart weinig gebruikt. Verder worden er ten behoeve van de sportvisserij pieren gestoken op de slikken.

Recreatievaart

Door de recreatievaart is het 's zomers extra druk op het vaarwater in de Westerschelde. Het zeilen concentreert zich voornamelijk in de monding van de Westerschelde. Vooral in de buurt van de jachthaven van Vlissingen kan het druk zijn met schepen. In de jachthavens rondom de Westerschelde zijn in totaal ruim 1400 ligplaatsen. Het is een indicatie van de populariteit van de recreatievaart op en rond de Westerschelde. Vooral van het gebied rond Vlissingen wordt verreweg het meest gebruik gemaakt.

5.7.5. Zandwinning

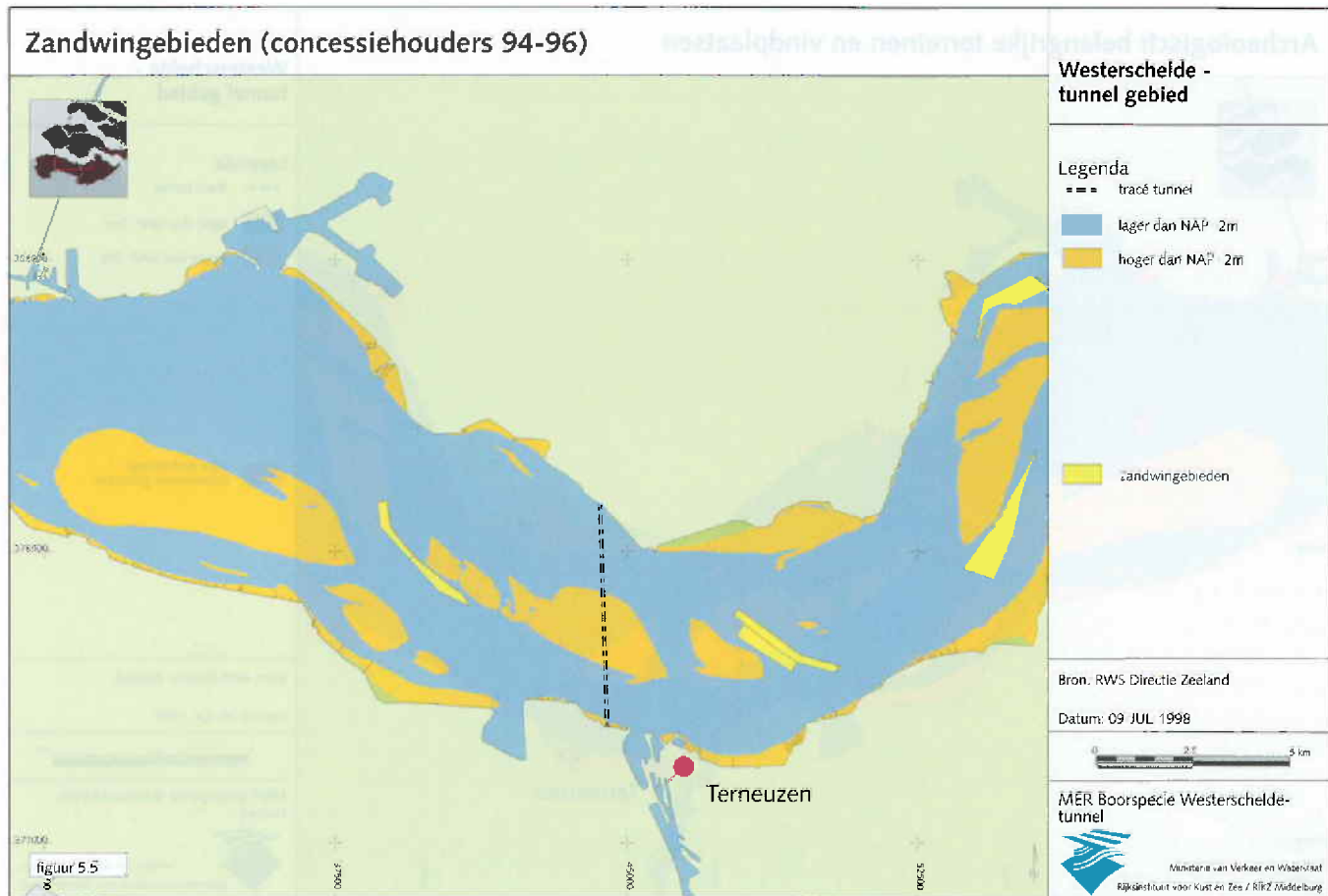
In de Westerschelde vindt op beperkte schaal zandwinning plaats. Om het morfologisch evenwicht niet te verstoren is er een maximum gesteld aan de te winnen hoeveelheden. Sinds 1990 is dit maximum op 2,6 miljoen m³ per jaar gesteld. Hiervan is 0,3 miljoen m³ gereserveerd voor de Nederlandse en Belgische overheid ten behoeve van infrastructurele werken. De overige 2 miljoen m³ is beschikbaar voor de zandhandel. De zandwinning concentreert zich de laatste jaren in het oostelijk deel van de Westerschelde. In figuur 5.5 zijn de zandwingebeden in de periode 1994-1996 weergegeven.

5.7.6. Schelpenwinning

In de Westerschelde heeft één bedrijf een vergunning om schelpen te winnen. Het betreft voornamelijk kokkels (*Cerastoderma edule*) en strandschelpen (*spisula* soorten). Traditioneel wordt onderscheid gemaakt tussen kleischelpen en schone schelpen, die vanuit zandafzettingen worden gewonnen. In de Westerschelde wordt vrijwel uitsluitend dit laatste type gewonnen. De schelpen worden met een sleep-hopperzuiger gewonnen.

De winning betreft zowel 'nieuwe' als fossiele schelpen. De winning van fossiele schelpen vindt plaats op reeds aanwezige schelpenbanken. Deze komen vaak bloot te liggen als de stroomgeul zich verlegt. Het merendeel van de gewonnen schelpen bestaat uit deze fossiele schelpen. Het is niet exact bekend waar schelpen worden gewonnen.

Nieuwe schelpen zijn het restproduct van kokerijen, de zogenaamde kokkeltarra, die op speciaal aangewezen locaties in het water worden gestort. In de Westerschelde zijn drie locaties hiervoor aangewezen: Vaarwater langs de Hoofdplaat, een strook langs de Plaat van Baarland en nabij Hansweert. Pas nadat de schelpen onder water zijn 'schoon gegeten', kunnen ze worden gewonnen.



Figuur 5.5
Zandwingebieden
concessiehouders
1994-1996.

5.7.7. Waterkering

De Westerschelde wordt ten oosten van de lijn Westkapelle-Zwin begrensd door 182 km zeedijk. Op verschillende plaatsen ligt een geul dicht tegen de waterkering aan en moet de stabiliteit van de waterkering in de gaten worden gehouden.

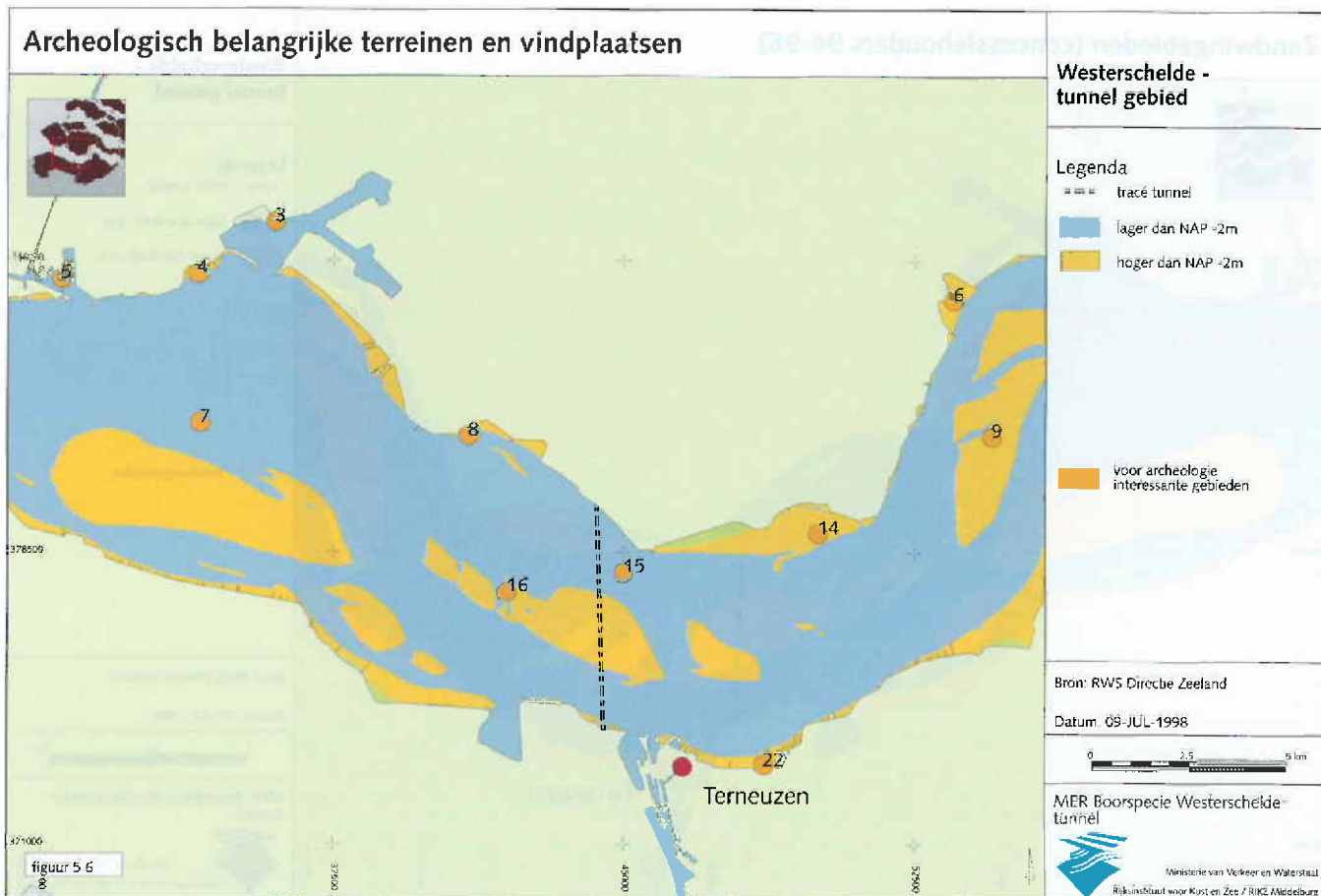
5.7.8. Koelwater

Energiecentrales en andere bedrijven langs de Westerschelde-oeveren betrekken en lozen hun koelwater op de Westerschelde.

5.7.9. Archeologie

In het westelijk deel van de Westerschelde bevinden zich, op basis van informatie van de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB), de volgende archeologisch belangrijke terreinen en vindplaatsen (nummering van het ROB) (figuur 5.6):

- (3) vondst uit de steentijd
- (4) verdrinken gebied bij voormalig fort Zoutman
- (5) vondst uit de Romeinse tijd
- (6) Verdrinken land bij de Biezelingse Ham, ligging van het voormalige dorp Oostende of Vinninge
- (7) vondst van 19e eeuwse schip
- (8) verdrinken dorp Wolfertsdorp
- (12) vondsten uit de vroege middeleeuwen
- (14) vondst uit de steentijd
- (15) vondsten uit de steentijd en bronstijd



5.7.10. Verwachte ontwikkelingen in gebruiksfuncties

Scheepvaart

Zonder verruiming van de vaargeul wordt verwacht dat de dalende trend in de scheepvaartintensiteit op de Westerschelde van de afgelopen jaren zich zou voortzetten. Door de verruiming zouden echter meer schepen van de Westerschelde gebruik kunnen maken. Een explosieve stijging wordt echter niet verwacht. Door de extra bagger- en stortactiviteiten als gevolg van die verruiming zal de verkeersintensiteit toenemen. In het kader van de verruiming worden vijf noodanker gebieden gerealiseerd. Deze gebieden hebben een beperkte omvang en bevinden zich direct aansluitend aan de vaargeul.

Visserij

Het storten van specie in het kader van de verruiming van de vaargeul zou negatieve effecten kunnen hebben als door een langdurige verhoogde sedimentatie gebieden met kokkels en garnalen teveel bedekt raken. Het storten kan ook tot tijdelijke verlaging van het zuurstofgehalte op de stortlocatie leiden; vooral de garnaal is hier gevoelig voor. Door de grote dynamiek in het estuarium wordt echter verwacht dat de specie zodanig snel verspreidt en mengt met zuurstofhoudend water dat de gevolgen voor de visserij gering zullen zijn.

Recreatie

Het beleid is erop gericht een sterke ontwikkeling van de recreatievaart tegen te gaan. Alleen de jachthavens van Vlissingen en Breskens mogen worden uitgebreid.

*Figuur 5.6
Archeologische terreinen
en vindplaatsen
in het westelijk deel van
de Westerschelde.*

Zandwinning

Voor het zandwinbeleid in de Westerschelde geldt vanaf 1 januari 1998 een interimbeleid voor een periode van 3 jaar waarin het beleid van daarvoor wordt voortgezet. Deze zandwinning zal zoveel mogelijk geconcentreerd worden in de directe omgeving van de baggerlocaties.

Ten behoeve van de bouw van de Westerscheldetunnel zal 4,5 miljoen m³ zand in de Westerschelde worden gewonnen.

Schelpenwinning

Er zijn vier gebieden in de Westerschelde waarvoor schelpwinconcessies zijn aangevraagd. Bij het uitkomen van dit rapport is nog niet duidelijk of deze concessies worden verleend.

Waterkering, koelwater en archeologie

Voor deze aspecten zijn geen relevante ontwikkelingen bekend.

Zandwinning.



Landwinning
 Het gebied waar de Westerschelde wordt doorgegraven, is een gebied met een rijk en divers landschap. Het gebied is een belangrijk onderdeel van de Nederlandse kustbescherming en heeft een hoge ecologische waarde. Het gebied is ook een belangrijk onderdeel van de Nederlandse economie, omdat het een belangrijke route is voor de scheepvaart. Het gebied is ook een belangrijk onderdeel van de Nederlandse cultuur, omdat het een belangrijk onderdeel is van de Nederlandse geschiedenis.

Scheepvaart
 Het gebied waar de Westerschelde wordt doorgegraven, is een gebied met een rijk en divers landschap. Het gebied is een belangrijk onderdeel van de Nederlandse kustbescherming en heeft een hoge ecologische waarde. Het gebied is ook een belangrijk onderdeel van de Nederlandse economie, omdat het een belangrijke route is voor de scheepvaart. Het gebied is ook een belangrijk onderdeel van de Nederlandse cultuur, omdat het een belangrijk onderdeel is van de Nederlandse geschiedenis.

Waterschap, bodem en natuur
 Het gebied waar de Westerschelde wordt doorgegraven, is een gebied met een rijk en divers landschap. Het gebied is een belangrijk onderdeel van de Nederlandse kustbescherming en heeft een hoge ecologische waarde. Het gebied is ook een belangrijk onderdeel van de Nederlandse economie, omdat het een belangrijke route is voor de scheepvaart. Het gebied is ook een belangrijk onderdeel van de Nederlandse cultuur, omdat het een belangrijk onderdeel is van de Nederlandse geschiedenis.

Figuur 1



6. Hergebruiksmogelijkheden voor boorspecie

6.1. Aanleiding voor hergebruik

Het beleid van het rijk is erop gericht het hergebruik van materialen te bevorderen. Enerzijds wordt het gebruik van secundaire bouwstoffen (afkomstig uit afval) in plaats van primaire bouwstoffen (die uit de bodem moeten worden gewonnen) gestimuleerd. Anderzijds worden grondstoffen die vrijkomen bij de uitvoering van werken op grote schaal gebruikt bij de uitvoering van andere werken. In hoofdstuk 2 is al meer in detail ingegaan op dit beleid. In het kader van dit beleid zou het aantrekkelijk zijn als de grond uit de Westerscheldetunnel zou kunnen worden hergebruikt.

6.2. Verkenning hergebruiksmogelijkheden van boorspecie

6.2.1. Inleiding

In het kader van dit MER is daarom onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor hergebruik van de boorspecie. Hergebruik van de boorspecie kan zowel voordelen als nadelen hebben. Vooruitlopend op de studieresultaten die hierna worden beschreven, kan als voordeel van het hergebruik van boorspecie het vermijden van het gebruik van primaire grondstoffen worden beschouwd. Mogelijke nadelen van hergebruik zijn extra energieverbruik door transport, ruimtebeslag door opslag en eventuele nabewerkingen zoals rijping of menging.

In dit hoofdstuk zijn eerst de civieltechnische mogelijkheden voor het hergebruiken van de boorspecie, de milieuregelgeving rond toepassing van de boorspecie en de vraag naar grond (boorspecie) beschreven. Daarna zijn de milieueffecten van het hergebruik van de boorspecie vergeleken met de milieueffecten van het gebruik van primaire grondstoffen. In tabel 6.4 is een overzicht gegeven van de hergebruiksmogelijkheden na toetsing aan de civieltechnische eisen, de milieuregelgeving en de markt-vraag. In tabel 6.9 is een overzicht gegeven van de beoordeling van de hergebruiksmogelijkheden op milieueffecten.

6.2.2. Hergebruiksmogelijkheden voor boorspecie

In dit MER is onderzoek gedaan naar hergebruiksmogelijkheden van de vrijkomende boorspecie. De aandacht is gericht op de provincie Zeeland en het westelijk deel van de provincie Noord-Brabant, voor zover gelegen binnen een straal van 50 km van de locatie waar de boorspecie vrijkomt (Terneuzen). De straal van 50 km is gekozen omdat het transporteren van materiaal zoals zand en klei over een afstand groter dan 50 km over het algemeen economisch niet aantrekkelijk wordt geacht. Welke afstand voor transport economisch al dan niet haalbaar is, wordt bepaald door de hoogwaardigheid van het materiaal, de markt-vraag en door de wijze van transport (over de weg of over het water). Een uitzondering op deze 50 km is gemaakt voor het eventuele hergebruik van Boomse klei in de grofkeramische industrie in België. In Boom (België) wordt in dagbouw Boomse klei gewonnen voor de grofkeramische industrie, met bijkomende landschappelijke gevolgen. Hergebruik van Boomse klei uit de Westerscheldetunnel in deze industrie wordt daarom zeer hoogwaardig geacht, waardoor deze hergebruiksmogelijkheid in het kader van dit MER is onderzocht.

Primaire grondstoffen, waarvan het gebruik vermeden zou kunnen worden door hergebruik van de boorspecie, zullen, voor projecten binnen de straal van 50 km rond Terneuzen, over het algemeen afkomstig zijn uit de provincie Zeeland. De winning van zand vindt plaats in de Westerschelde. Winning van klei vindt op dit moment niet plaats in Zeeland. Wanneer er voor bepaalde werken behoefte is aan klei, zal de winning hiervan plaatsvinden op landbouwgrond in de omgeving van het werk.

Na een globale verkenning van de markt voor de boorspecie in de provincie Zeeland en het westelijk deel van de provincie Noord-Brabant, is de volgende lijst met eventuele mogelijkheden voor hergebruik opgesteld, die in het onderzoek verder zijn onderzocht op hun haalbaarheid:

- grondwerk (aanvulling, ophoging en zandbed);
- waterkeringen (kern en bekleding);
- stortplaatsen (afdichtingslaag en afdeklaag);

6. Hergebruiksmogelijkheden voor boorspecie

- geluidswallen;
- natuurbouw (natuurontwikkeling op het land en bescherming van oevers, geul- en schorranden);
- keramische industrie (baksteen en kleikorrels).

Bij grondwerk en geluidswallen komt hergebruik van boorspecie in het Westerscheldetunnelproject zelf aan de orde.

6.2.3. Voorwaarden voor hergebruik van boorspecie

Hergebruik van de boorspecie is alleen mogelijk als de eigenschappen van de boorspecie aan een aantal voorwaarden voldoen. Deze voorwaarden zijn de zogenaamde randvoorwaarden die gesteld worden aan het hergebruik. Het gaat hierbij om de volgende eisen:

- de boorspecie moet voldoen aan de milieuhygiënische eisen, die de milieuregelgeving stelt aan grond voor toepassing in werken op land en/of in het water;
- de boorspecie moet voldoen aan de civieltechnische eisen, die gesteld zijn aan het gebruik van grond voor verschillende toepassingsmogelijkheden;
- er moet op de afzetmarkt een behoefte zijn aan extra grond in de vorm van boorspecie.

Voor de hergebruiksmogelijkheden die voldoen aan de bovenstaande eisen is een milieu- en een kostenanalyse uitgevoerd. In deze analyse zijn de milieueffecten (vermeden primaire grondstoffen, brandstofverbruik en landgebruik) en de kosteneffecten van het gebruik van boorspecie ten opzichte van het gebruik van primaire grondstoffen bepaald.

6.2.4. Grondstromen uit de Westerscheldetunnel

De boorspecie wordt in een separatie-installatie gescheiden in verschillende grondstromen c.q. fracties ten behoeve van de terugwinning van bentoniet uit de steunvloeistof. In het onderzoek naar de mogelijkheden voor hergebruik zijn de grondstromen zoals deze vrij komen uit de separatie-installatie als uitgangspunt gebruikt. In tabel 6.1 staan deze verschillende grondstromen in hoofdlijn genoemd.

In paragraaf 4.8 en 6.3 wordt aandacht geschonken aan hoeveelheden materiaal verdeeld over deze verschillende grondstromen en de fysische en chemische eigenschappen van deze grondstromen.

6.2.5. Noodzakelijke aanpassingen voor hergebruik

In de voorgenomen activiteit (verspreiden van de boorspecie in de Westerschelde) is in het ontwerp van het werkterrein bij Terneuzen, inclusief het ontwerp van de separatie-installatie, geen rekening gehouden met het hergebruik van de boorspecie. Om het hergebruik mogelijk te maken zullen daarom de volgende aanpassingen moeten worden gerealiseerd:

- **aanpassingen van de afvoer uit de separatie-installatie:**
de separatie-installatie is ingericht met het doel zoveel mogelijk bentoniet te onttrekken aan de boorspecie en opnieuw te gebruiken in de bentoniet-slurry ten behoeve van het boorproces. Dit terugwinnen gebeurt in een aantal stappen zoals uitgelegd in hoofdstuk 4. In het voornemen wordt de fractie < 30 µm apart afgevoerd; de andere fracties (fracties > 4 mm, 4 mm-100 µm en 100 µm-

Tabel 6.1
Grondstromen uit de
separatie-installatie.

Soort materiaal	Fracties uit separatie-installatie			
	> 4 mm	4 mm - 100 µm	100 µm - 30 µm	
Boomse klei				< 30 µm: spuistroom of slurry (= bentoniet suspensie verrijkt met gronddeeltjes)
Zand en Glauconiethoudend zand				
Mengsels van zand en Glauconiethoudend zand				
Mengsels van Boomse klei met zand en/of Glauconiethoudend zand				
	> 4 mm	4 mm - 100 µm	100 µm - 30 µm	

30 µm) worden gemengd afgevoerd. Wanneer ervoor gekozen wordt om deze drie fracties te hergebruiken, zal de afvoer uit de separatie-installatie zodanig aangepast moeten worden dat ook deze drie fracties gescheiden afgevoerd kunnen worden. Voor dit vervoer zijn extra transportbanden noodzakelijk;

■ **extra opslag:**

in het voornemen is op het werkterrein een zeer beperkte opslag voor materiaal aanwezig, in de vorm van één bassin, bedoeld als buffer voor een tijdelijke stagnatie in de afvoer van het materiaal. Wanneer de fracties gescheiden gehouden worden voor hergebruik zullen er voor de verschillende fracties buiten het werkterrein afzonderlijk grotere opslagfaciliteiten moeten worden gemaakt;

■ **afvoer van het materiaal:**

in het voornemen is voor de afvoer van boorspecie aan de aanlegsteiger bij het werkterrein ruimte beschikbaar voor één schip. Deze ruimte wordt gebruikt voor de schepen die het deel van de boorspecie verspreiden in de Westerschelde. Wanneer fracties afzonderlijk afgevoerd moeten worden voor hergebruik, zullen daarvoor ergens anders bestaande faciliteiten gebruikt moeten worden of nieuwe ontwikkeld moeten worden, en zullen er maatregelen getroffen moeten worden om het materiaal naar deze afvoerplaats te transporteren.

De aanpassingen aan de separatie-installatie en het werkterrein bedragen orde grootte 11 miljoen gulden [14].

6.3. Consistentie en kwaliteit van het materiaal

De mogelijkheden voor hergebruik van de verschillende deelstromen van de boorspecie worden in de eerste plaats bepaald door de eigenschappen van de grondsoorten die vrijkomen. Daarnaast spelen de bewerkingen en toevoegingen die bij het boorproces plaatsvinden ook een belangrijke rol. Het betekent dat de geschiktheid van de boorspecie voor hergebruik - zowel op het land als in het water - worden bepaald door de consistentie (de fysische hoedanigheid) van de boorspecie, en vooral ook door het gehalte aan bentoniet, glauconiet en/of chloride (kwaliteit genoemd) in de boorspecie. Bij een deel van de boorspecie brengt het gehalte aan bentoniet, glauconiet en/of chloride in de specie dusdanig belangrijke beperkingen en risico's met zich mee voor hergebruik, dat is geconcludeerd dat deze specie niet in aanmerking komt voor hergebruik.

Hierna worden in grote lijn de consequenties van de consistentie en de kwaliteit van de boorspecie voor de hergebruiksmogelijkheden beschreven. Daarbij is steeds onderscheid gemaakt naar de afzonderlijke fracties zoals deze uit de verschillende trappen van de separatie-installatie komen.

6.3.1. Consistentie

De consistentie van de deelstromen uit de separatie-installatie wordt in belangrijke mate bepaald door het vochtgehalte. Tijdens het scheidingsproces vindt enige ontwatering plaats, maar vooral van de kleinste fractie is deze ontwatering gering (de fractie < 30 µm zal dan ook in de vorm van een slurry de separatie-installatie verlaten). De speciestromen zijn op grond van hun consistentie grofweg in te delen in drie klassen:

Speciestroom	Consistentie
Fractie > 4 mm	steekvaste kleibrokken
Fractie 4 mm - 30 µm	steekvast los materiaal
Fractie < 30 µm	slurry

De slurry heeft het hoogste vochtgehalte en zal zonder verder ontwatering niet direct toepasbaar zijn. Ontwatering kan op zogenaamde rijpingsvelden gebeuren en zal naar verwachting 1 à 2 jaar duren, afhankelijk van de laagdikte en de samenstelling van de slurry [35]. Een bewerking waardoor de slurry

mogelijk bruikbaar zou kunnen worden, zou zijn door deze te vermengen met de andere (drogere) fracties. De verwachting is echter dat menging van de slurry met andere fracties een onvoldoende homogeen materiaal oplevert, waarvan o.a. de erosiebestendigheid onvoldoende is [35]. De erosiebestendigheid is van belang bij dijkbekleding en bij natuurbouw in het water.

Naar alle waarschijnlijkheid zal het vochtgehalte van het steekvaste materiaal tijdens de verdere verwerking en opslag snel verder afnemen. Het vochtgehalte is bij deze fracties geen belemmering voor de toepasbaarheid van het materiaal [35].

Hoewel de hoeveelheid zeer moeilijk is te voorspellen, is de verwachting dat na het boren en het transport door de leiding naar de separatie-installatie brokken Boomse klei over kunnen blijven, die bij het scheidingsproces voornamelijk op de zeef (fractie > 4 mm) achter zullen blijven. Deze kleibrokken uit de separatie-installatie zijn naar alle verwachting direct bruikbaar. Eventueel kan een extra bewerking gewenst zijn om minder grote brokken te verkrijgen.

6.3.2. Kwaliteit

De belangrijkste te voorziene problemen voor hergebruik hebben te maken met het bentoniet- en chlooridegehalte van de specie en de aanwezigheid van glauconiet. De kennis over het gedrag van deze stoffen tijdens het boorproces en de invloed op de hergebruiksmogelijkheden is beperkt. Op grond van ervaring en theoretische kennis kunnen een aantal factoren aangegeven worden die een rol spelen bij de beoordeling van de consequenties voor verschillende hergebruiksopties.

Bentoniet

Bentoniet behoort tot de montmorillonietkleien. Deze kleien vertonen een sterk zwellend c.q. krimpend gedrag bij toename c.q. afname van het vochtgehalte. Bentoniet dankt zijn toepassing in het boorproces aan dit sterk waterbindend vermogen. Bij hergebruiksmogelijkheden waar zwel en krimp van het materiaal problemen oplevert, is het van belang dat het bentonietgehalte niet te hoog is. Hieronder wordt een overzicht gegeven van aspecten die een rol spelen bij de beoordeling van het bentonietgehalte voor verschillende hergebruiksopties.

Bentoniet in zand

In overleg met de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat, de faculteit Technische Aardwetenschappen van de Technische Universiteit Delft en Ingenieursbureau Oranjewoud, zijn een aantal voorwaarden geformuleerd waaraan zand vermengd met bentoniet moet voldoen bij toepassing in werken. Als gevolg van te geringe ervaring met de toepassing van zand vermengd met bentoniet in werken kunnen deze voorwaarden niet scherper worden geformuleerd.

Bij toepassing van bentoniethoudend zand dient rekening gehouden te worden met de volgende factoren [35]:

- Een gehalte van 1 à 2 massa% bentoniet in zand (met maximaal 15% < 63 µm) wordt als bovengrens geschat waarbij nog geen problemen worden verwacht als het vochtgehalte tijdens de verwerking van bentoniethoudend zand toeneemt.
- Eventuele problemen bij verwerking kunnen worden beperkt door ervoor te zorgen dat het vochtgehalte voldoende laag zal zijn bij de aanvang van het verwerken van het bentoniethoudend zand. Naarmate het bentonietgehalte toeneemt is dit een belangrijker aandachtspunt.
- Bij verwerking in een ophoging worden bij een bentonietgehalte van maximaal 2 massa% geen nadelige effecten van de optredende krimp en kruip verwacht mits een goede afdekking is aangebracht.
- Als bij verwerking in een aanvulling de verdichting in den droge goed is uitgevoerd, worden bij een bentonietgehalte van maximaal 2 massa% geen problemen verwacht, wanneer de aanvulling na verdichting weer onder de grondwaterspiegel komt te liggen. Uitvoering in den droge houdt in dat het werk is uitgevoerd boven de grondwaterspiegel, waarbij de grondwaterspiegel eventueel kunstmatig is verlaagd.

Bentoniet in glauconiethoudend zand

Glauconiethoudend zand met bentoniet zal zich anders gedragen dan gewoon zand met bentoniet. Het bentoniet zal naar verwachting geen chemische verbinding met het glauconiet aangaan. Het glauconiet-houdend zand zal echter bij bentonietgehaltenes van 6 à 8% vrijwel ondoorlatend worden, omdat de aanwezigheid van glauconiet de doorlatendheid van het zand beïnvloedt. Met extra drainagemaatregelen is dit op te vangen. Gezien het voorgaande is echter de combinatie van glauconiethoudend zand met een gering percentage bentoniet niet wenselijk als ophoogmateriaal.

Bentoniet in klei

Bentoniet in klei zorgt ervoor dat de klei wat meer reageert op variatie van het vochtgehalte. Kruip en krimp verschijnselen zullen dus naarmate het bentonietgehalte toeneemt een grotere rol gaan spelen. Als de consistentie-index van de klei echter $> 0,7$ is, zal de verwerking geen problemen opleveren.

In tabel 6.2 is per deelstroom het bentonietgehalte aangegeven. Dit moet als een *worst case* worden gezien. Bij de bepaling van de percentages in tabel 6.2 is ervan uitgegaan dat de bentoniet, die nodig is voor het boren door een bepaald deeltraject, zich in zijn geheel in één fractie concentreert. In werkelijkheid zal de bentoniet zich verdelen over de verschillende fracties.

Glauconiet

Glauconiet bestaat uit ronde korrels met een grootte rond de 100 μm , en komt voor in mariene sedimenten ('groenzanden'). De kristalstructuur is nauw verwant aan de structuur van bepaalde kleimineralen. Glauconiet zal vanwege zijn kristalstructuur naar verwachting minder reactief zijn dan de in Nederland bekende kleisoorten (o.a. illiet), daarom minder vochtgevoelig zijn en daarmee minder kruip en krimp vertonen. Uit ervaring met het gebruik van glauconiethoudend zand blijkt dat het minder erosiegevoelig is dan gewoon zand. Een belangrijk verschil met bentoniet en andere kleimineralen is dat de glauconietkorrels veel groter zijn waardoor er niet alleen sprake is van het opvullen van de poriën tussen de kwartskorrels, maar ook van een beïnvloeding van het korrelskelet zelf. Het glauconiethoudend zand gedraagt zich plastischer dan gewoon zand, onder bepaalde condities neigt het zelfs naar het gedrag van klei.

Het glauconiethoudend zand dient met een voldoende laag vochtgehalte verwerkt te worden, zodat er geen problemen optreden met kruip en krimp. Naarmate het glauconietgehalte toeneemt, mag worden aangenomen dat het gedrag van dit zand meer zal afwijken van het gedrag van schoon zand. Door het

Grondsoort	Bentonietgehaltenes (in %) in de verschillende fracties		
	$> 4 \text{ mm}$	$4 \text{ mm} - 100 \mu\text{m}$	$100 \mu\text{m} - 30 \mu\text{m}$
Z	- ¹⁾	1	11
GZ	- ¹⁾	1	10
BK	2	1	1
50% Z, 50% BK	11	1	4
50% GZ, 50% BK	12	1	4
57% GZ, 43% BK	14	1	5
22% Z, 78% GZ	- ¹⁾	1	12
50% Z, 50% GZ	- ¹⁾	1	10

Tabel 6.2
Bentoniet gehaltenes
(worst-case)
in de deelstromen.

¹⁾ Tijdens het boren door zand en glauconiethoudend zand wordt verwacht dat er geen fractie $> 4 \text{ mm}$ zal vrijkomen.

meer plastische gedrag van glauconiethoudend zand zal de kans op vervormingen groter zijn. Aan gezien het niet bekend is bij welk glauconietgehalte nog toelaatbare vervormingen optreden bij de toepassingen als constructieve ophoging, wordt glauconiethoudend zand vooralsnog niet geschikt geacht als ophoog- en aanvulmateriaal. Voor toepassingen in geluidswallen wordt het materiaal als geschikt geacht, omdat hierbij veel minder strenge eisen aan vervormingen worden gesteld.

Chloride

In het Bouwstoffenbesluit, dat de toepassing van bouwstoffen regelt, zijn eisen gesteld aan grond voor de toepassing in werken. Voor de categorie schone grond (de minst verontreinigde categorie) is ten aanzien van chloride de eis gesteld van maximaal 200 mg chloride per kg droge stof. Uit de milieu-hygiënische toetsing van de analyseresultaten van de grondlagen waar doorheen wordt geboord, blijkt dat het gemiddelde chloridegehalte deze eis voor schone grond overschrijdt. Gezien deze overschrijding van de samenstellingswaarde is volgens het Bouwstoffenbesluit dan het uitlooggedrag van de specie van belang.

In situaties, waarbij directe contactmogelijkheden bestaan met brak oppervlaktewater of zeewater met een chloridegehalte van meer dan 5.000 mg droge stof/l oppervlaktewater of bodemvocht, gelden geen eisen met betrekking tot het chloridegehalte. De vrijkomende grond kan dan, ongeacht het chloridegehalte, vrij worden toegepast. Dit is het geval bij de hergebruiksmogelijkheden: bekledingen van waterkeringen en natuurbouw (oevers, geulranden en schorranden).

In situaties waar de vrijkomende specie toegepast wordt in werken op het land is de eis die aan schone grond is gesteld ten aanzien van chloride wel van belang. Gezien de overschrijding van de chloride-eis zal ontzilt van de vrijkomende specie noodzakelijk zijn.

Tijdens het boorproces (boren, transport en scheiding) worden de te verwijderen zand- en kleigronden intensief gemengd met de bentoniet suspensie (inclusief proceswater). Hierdoor treedt een bepaalde mate van verdunning van de chloride-concentraties op.

Zandige grondstromen:

Voor de zandige speciestromen wordt verwacht dat de chloride-concentratie door deze verdunning, tijdens het boorproces en de tussentijdse opslag daarna, tot een acceptabel niveau zal zijn gereduceerd en er geen ontzilt van de zandige speciestromen meer nodig zal zijn [35].

Kleiïge grondstromen:

Voor de kleiïge grondstromen wordt echter verwacht dat deze verdunning van de chloride-concentraties niet voldoende zal zijn om aan de eisen voor schone grond uit het Bouwstoffenbesluit te voldoen. Ontzilt van deze kleiïge speciestromen is daarom noodzakelijk voordat ze kunnen worden toegepast.

Fractie	Droge-stofgehalten	Chloridegehalte	
		Best case ¹⁾ mg/kg d.s.	Worst case ²⁾ mg/kg d.s.
> 4 mm	0,78	850	1.150
4 mm - 100 µm	0,78	850	1.150
100 µm - 30 µm	0,66	1.550	2.050
< 30 µm	0,37	5.100	6.800

¹⁾ In de best case vindt er een verdunning plaats van 1:3 door toevoeging van proceswater

²⁾ In de worst case vindt er een verdunning plaats van 1:2 door toevoeging van proceswater

Tabel 6.3
Chloridegehalten van
kleiïge speciestromen na
verdunning door het
boorproces,
(omgerekend naar
droge stof)

In tabel 6.3 zijn de chloridegehalten aangegeven zoals deze voor de kleiige grondstromen berekend zijn na de verdunning als gevolg van het boorproces.

Boomse klei kan, met ontzilting als doel, in een depot worden ontwaterd en gerijpt. Uit onderzoek is gebleken dat tijdens rijping het chloridegehalte af kan nemen. Deze afname is waarschijnlijk te danken aan uitspoeling. Om aan het einde van de rijpingsperiode te voldoen aan de gestelde eis van 200 mg chloride per kg droge stof, is geschat dat de boorspecie bij aanvang van de rijping maximaal een chloridegehalte mag bevatten van 2.000 mg chloride per kg droge stof [10]. Gezien de chloridegehalten in de bovenstaande tabel zijn er voor de fracties > 4 mm, 4 mm-100 µm en 100 µm-30 µm geen problemen te verwachten ten aanzien van het chloridegehalte. Na rijping zullen deze fracties voldoen aan de eisen gesteld aan schone grond in het Bouwstoffenbesluit. De fractie < 30 µm zal echter wel problemen opleveren. Na rijping van deze fractie zal het chloridegehalte nog te hoog zijn om aan de eisen gesteld aan schone grond in het Bouwstoffenbesluit te voldoen. Ook na menging van de fractie < 30 µm met de grove fracties, zal het chloridegehalte te hoog zijn om aan het Bouwstoffenbesluit te voldoen.

Behalve om milieuhygiënische redenen kan een te hoog chloridegehalte ook om andere redenen problematisch zijn in verband met hergebruik. Te hoge chloridegehalten kunnen mogelijk leiden tot dispersie of vervloeien van de Boomse klei. Dit beïnvloedt de erosiebestendigheid en de toepasbaarheid van de klei. Verder zal een te hoog chloridegehalte problemen opleveren bij eventuele plantengroei. Dit speelt onder meer een rol bij de bekleding van dijken en de afdeklaag van stortplaatsen. Daarnaast kan bij een hoog chloridegehalte zuivering van vrijgekomen proceswater noodzakelijk zijn. Tenslotte wordt opgemerkt dat een hoog chloridegehalte door de keramische industrie als ongewenst wordt gezien, omdat de chloride de apparatuur aantast.

6.3.3. Welke materiaalstromen blijven over?

Uit de voorgaande paragrafen kan geconcludeerd worden dat naast de vraag of het materiaal op zich geschikt is voor de hergebruiksoptie, vooral het chloride- en het bentonietgehalte in de speciestromen bepalend zijn. Voor de hergebruiksmogelijkheden vallen bepaalde speciestromen af omdat ze niet aan de eisen van het Bouwstoffenbesluit kunnen voldoen wat betreft het chloridegehalte. Andere speciestromen vallen af vanwege de kans op teveel krimp en kruip verschijnselen als gevolg van een verwacht te hoog bentonietgehalte. Geconcludeerd kan worden dat de volgende speciestromen niet geschikt zijn voor hergebruik:

- Te hoog chloridegehalte:
 - fractie < 30 µm van BK, BK/Z en BK/GZ.
- Te hoog bentonietgehalte:
 - fractie 100 µm-30 µm van GZ, Z en GZ/Z
 - fracties > 4 mm en 100 µm-30 µm van de mengsels BK/Z en BK/GZ.

Voor toepassingen op het land blijven dan over:

- BK: fracties > 4 mm, 4 mm-100 µm en 100 µm-30 µm
- Z, GZ en GZ/Z: fractie 4 mm-100 µm
- BK/Z en BK/GZ: fractie 4 mm-100 µm.

Voor toepassingen in het water speelt het hoge chloridegehalte evenals het bentonietgehalte geen rol. Voor deze toepassingen vallen dus geen fracties af.

6.4. Toetsing aan milieuregelgeving

Ten behoeve van hergebruik moet de boorspecie aan een aantal voorwaarden voldoen, zoals is toegelicht in paragraaf 6.2.3. In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de voorwaarde van de milieuhygiënische eisen die aan de boorspecie worden gesteld voor hergebruik.

6.4.1. Bodembeleid

De analyseresultaten van de grondlagen waar doorheen wordt geboord, zijn beoordeeld aan de hand van het bodembeleid (Ministerie van VROM, mei 1994). Na toetsing van de analyseresultaten aan het toetsingskader voor concentraties van diverse verontreinigingen in grond en grondwater blijkt de grond ter plaatse van het tunneltracé in vrijwel alle analyses te voldoen aan de streefwaarde voor schone grond. In tegenstelling tot eerdere verwachtingen blijkt de Boomse Klei geen verhoogde gehalten aan arseen te bevatten [39]. Ook het te verbruiken bentoniet bevat geen verhoogde gehalten aan zware metalen, en voldoet aan de streefwaarden [14].

6.4.2. Verwerkingsbeleid

In het Bouwstoffenbesluit Bodem- en Oppervlaktewaterbescherming (november 1995) is beleid ontwikkeld voor de toepassing van grond als bouwstof in werken. Om de mogelijkheden te onderzoeken voor eventuele verwerking van de boorspecie uit de Westerscheldetunnel zijn analyseresultaten van bodemonsters getoetst aan de normen van het Bouwstoffenbesluit. Het gehalte aan chloride blijkt maatgevend voor de toepassingsmogelijkheden van de te ontgraven grond. Uit de analyseresultaten blijkt het chloridegehalte te variëren tussen minder dan 50 mg/kg en 3.400 mg/kg. De toegestane waarde volgens het Bouwstoffenbesluit bedraagt voor chloride in schone grond 200 mg/kg droge stof. Als dit gehalte wordt overschreden moet de grond op uitloging worden beoordeeld. Afhankelijk van de immisiewaarde kunnen volgens het Bouwstoffenbesluit dan drie toepassingscategorieën worden onderscheiden.

In het kader van dit MER is geen onderzoek verricht naar het uitlooggedrag van chloride. Wel wordt verwacht dat tijdens het boor-, transport- en scheidingsproces het chloride gehalte van de boorspecie vermoedelijk zodanig zal afnemen dat de boorspecie toepasbaar zal zijn als categorie 1-bouwstof (zie paragraaf 6.3.2).

6.4.3. Conclusie

Uit de milieuhygiënische toetsing blijkt dat volgens het bodembeleid alle grond uit het tunneltracé geclassificeerd kan worden als schone grond. Dat wil zeggen dat er geen sprake is van verontreinigde grond.

Voor het hergebruik zijn de speciestromen tevens getoetst aan het Bouwstoffenbesluit. Hieruit blijkt dat het chloridegehalte maatgevend is voor de toepasbaarheid. In het kader van dit MER is geen onderzoek gedaan naar het gedrag van chloride tijdens het ontgravings- en separatieproces en de overige bewerkingen en naar het gedrag van chloride in de afgescheiden deelstromen in relatie tot de hergebruiksmogelijkheden. Het boorproces kent dusdanig veel onzekerheden, dat de resultaten van een dergelijk onderzoek voorafgaand aan het boren weinig zekerheden zou bieden. In het kader van dit MER is vooralsnog de aanname gedaan dat alle te ontgraven grond op de bodem of in oppervlaktewater kan worden toegepast als een categorie 1-bouwstof. Op basis van de milieuhygiënische eisen zijn daarom vooralsnog geen beperkingen aan het hergebruik van de boorspecie gesteld.

6.5. Toetsing aan civieltechnische eisen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de voorwaarde van de civieltechnische eisen waar de boorspecie aan moet voldoen in het kader van hergebruik (zie paragraaf 6.2.3). Er wordt per hergebruiksmogelijkheid aangegeven of deze wel of niet voldoet aan de civieltechnische eisen en welke overwegingen daarbij een rol spelen.

6.5.1. Grondwerk

Voor grondwerk is alleen zand bruikbaar, volgens de eisen (RAW standaard 1995) die gesteld worden aan de korrelgrootte. Gezien de risico's ten aanzien van zwel en krimp die verbonden zijn aan het gebruik van glauconiethoudend zand, worden het glauconiethoudend zand en ook de mengsels van glauconiethoudend zand met zand als niet geschikt beoordeeld (zie paragraaf 6.3.2).

Van het niet-glauconiethoudend zand heeft de fractie 100 µm-30 µm in de worst-case een te hoog bentonietgehalte (> 2%), waardoor deze fractie niet geschikt wordt geacht voor grondwerk (zie tabel 6.2).

Voor grondwerk is geschikt:
Z: 4 mm-100 µm.

6.5.2. Waterkeringen

Kernmateriaal

Voor kernmateriaal is Boomse klei in principe geschikt. De eisen gelden dat de klei homogeen van samenstelling moet zijn en er mogen geen concentraties zand in voorkomen. Uit het grondonderzoek van Grondmechanica Deift [9] kan worden afgeleid dat de Boomse klei aan deze eisen voldoet. Het bentonietgehalte in de fracties van de Boomse klei is volgens tabel 6.2 voldoende laag, waarmee de Boomse klei verondersteld wordt te voldoen aan de civieltechnische eisen. Het chloridegehalte is in verband met dispersie of vervloeien in de fractie < 30 µm te hoog.

Naast de Boomse klei zijn in principe ook zand, glauconiethoudend zand en de mengsels van Boomse klei met zand en/of glauconiethoudend zand geschikt. Omdat in de kern van de waterkerende dijk het grondwaterniveau en het vochtgehalte daarboven regelmatig varieert, zijn een aantal speciestromen niet geschikt vanwege het hoge bentonietgehalte (zie tabel 6.2).

Het gaat hier om de fractie 100 µm-30 µm van GZ, Z en GZ/Z, en de fracties 100 µm-30 µm en > 4 mm van de mengsels van Boomse klei met GZ en Z. De fractie < 30 µm heeft een te hoog chloridegehalte voor toepassingen op land.

Voor kernmateriaal in waterkeringen is geschikt:
BK: > 4 mm, 4 mm-100 µm, 100 µm-30 µm
GZ, Z, BK/Z, BK/GZ en GZ/Z: 4 mm-100 µm.

Dijkbekleding

Zoals al eerder is genoemd, zal na menging van verschillende fracties van de Boomse klei c.q. mengsels van Boomse klei met (glauconiethoudend) zand een onvoldoende homogeen en erosiebestendig materiaal ontstaan. Daarom blijft in principe alleen de aparte fractie > 4 mm van de Boomse klei als geschikt over. De fracties 4 mm-100 µm en 100 µm-30 µm hebben zonder de fractie < 30 µm een te laag lutumgehalte om toegepast te kunnen worden als dijkbekleding.

Het variërende vochtgehalte in de kleibekleding geeft problemen met de fracties > 4 mm van de mengsels BK/GZ en BK/Z vanwege het te hoge bentonietgehalte.

Voor dijkbekleding van waterkeringen is geschikt:
BK: > 4 mm

6.5.3. Stortplaatsen

De afwerking van een stortplaats bestaat onder andere uit een afdichtingslaag en een afdeklag. De afdichtingslaag dient ervoor infiltrerend regenwater tegen te houden. De afdeklag dient als leeflaag bovenop de stortplaats. Op deze laatste laag zal zich een begroeiing ontwikkelen.

Afdichtingslaag

Als minerale afdichtingslaag van stortplaatsen worden klei of een mengsel van zand met bentoniet toegepast. Van belang bij de minerale afdichtingslaag van klei zijn met name homogeniteit, vochtgehalte en te bereiken verdichting. Aan de klei wordt onder andere de eis gesteld dat het lutumgehalte

(equivalente korreldiameter $< 2 \mu\text{m}$) meer dan 35% dient te zijn. In de deelfracties van de Boomse klei van 4 mm-100 μm en 100 μm -30 μm komt naar verwachting een te geringe hoeveelheid lutum voor. Menging van de beide fracties tussen 4 mm-30 μm met de fractie $< 30 \mu\text{m}$ levert qua lutumgehalte na rijping naar verwachting een geschikt afdichtingsmateriaal op. Echter de fractie $< 30 \mu\text{m}$ heeft een dermate hoog chloridegehalte dat na menging met de andere fracties niet aan de eisen van het Bouwstoffenbesluit zal worden voldaan.

Gezien bovenstaande wordt alleen de fractie $> 4 \text{ mm}$ van de Boomse klei geschikt geacht, omdat dit materiaal bestaat uit kleibrokken die alle korrelgroottefracties uit de Boomse klei bevatten. Eveneens wordt de fractie $> 4 \text{ mm}$ van de mengsels BK/GZ en BK/Z geschikt geacht vanwege het mogelijk hoge bentonietgehalte van rond de 10%. Daarbij dient wel opgemerkt te worden dat er daarbij vanuit is gegaan dat al het bentoniet zich zal concentreren in één fractie. Naar alle waarschijnlijkheid zal het bentoniet zich over de fracties verdelen en zal het bentonietgehalte van de fractie $> 4 \text{ mm}$ dus lager zijn dan 10%. De fractie 100 μm -30 μm van Z, GZ en GZ/Z heeft ook een bentonietgehalte van rond de 10%. Deze fracties worden echter als niet geschikt geacht omdat de eisen gesteld aan een zand/-bentoniet mengsel als afdichtingslaag zeer hoog zijn en verwacht wordt dat de fractie 100 μm -30 μm van GZ/Z, Z en GZ hier niet aan voldoet.

Materiaal dat gebruikt wordt als afdichtingslaag op stortplaatsen moet aan een aantal certificerings eisen voldoen. De boorspecie is niet gecertificeerd en zal dus alvorens verwerkt te kunnen worden, getoetst moeten worden aan een aantal strenge eisen. Ondanks deze eisen voor certificering is hergebruik van de boorspecie als afdichtingslaag voor stortplaatsen in dit MER verder onderzocht.

Voor afdichtingslagen van stortplaatsen is geschikt:

BK: $> 4 \text{ mm}$

Mengsels BK/GZ en BK/Z: $> 4 \text{ mm}$

Afdeklaag

De fracties $> 4 \text{ mm}$, 4 mm-100 μm en 100 μm -30 μm van de Boomse klei en de mengsels van BK/GZ en BK/Z zijn als grondsoort in principe geschikt als afdek materiaal voor stortplaatsen. Daarvan is de fractie $> 4 \text{ mm}$ echter minder geschikt omdat waarschijnlijk een extra bewerking nodig is om een minder grof materiaal te bereiken. Zand en glauconiethoudend zand zijn als grondsoort minder geschikt voor afdekklagen.

Bijkomende onzekerheid is het bentonietgehalte. Het vochtgehalte in de afdeklaag zal regelmatig veranderen. Bij een te hoog bentonietgehalte zal de afdeklaag een te dichte structuur hebben waardoor de beluchting en het vochttransport voor de begroeiing onvoldoende functioneren. Van de fracties $> 4 \text{ mm}$ en 100 μm -30 μm van de mengsels BK/GZ en BK/Z is aangenomen, dat zij vanwege het hoge bentonietgehalte toch niet geschikt zijn als afdek materiaal (zie tabel 6.2).

Ook de chemische samenstelling is van belang met het oog op de kwaliteit van het drainwater en de waterdichtheid van de afdichtingsconstructie. Het zoutgehalte van het ingesloten water dient kleiner te zijn dan 1000 mg/kg droge stof. Het chloride-gehalte van de fractie $< 30 \mu\text{m}$ is aanzienlijk groter, zodat deze fractie niet geschikt is om na rijping en menging met de andere fracties te worden gebruikt. Wat de begroeibaarheid betreft is het geconstateerde zoutgehalte in de fracties $< 30 \mu\text{m}$ geen probleem.

Voor afdekklagen van stortplaatsen is geschikt:

BK: 4 mm-100 μm , 100 μm -30 μm

Mengsels BK/GZ en BK/Z: 4 mm-100 μm .

6.5.4. Geluidswallen

Alle vrijkomende fracties van de grondstromen zijn in principe geschikt voor hergebruik in geluidswallen. Het gaat hier echter om een toepassing op het land. De fracties $< 30 \mu\text{m}$ vallen daarom toch af vanwege het hoge chloride-gehalte. Het vochtgehalte van een geluidswal zal naar verwachting door neerslag sterk variëren. Een te hoog bentoniet gehalte kan op termijn tot scheurvorming leiden als

gevolg van zwel- en kruipverschijnselen mede gezien het lage belastingniveau van de dikwijls relatief beperkte afmetingen van een geluidswal. Dit is ongunstig voor de vormvastheid van de geluidswal. Gezien het voorgaande vallen een aantal speciestromen af vanwege het te hoge bentonietgehalte (zie tabel 6.2). Het gaat om de fractie 100 µm-30 µm van zand, glauconiethoudend zand en een mengsel van beide, en de fracties > 4 mm en 100 µm-30 µm van de mengsels BK/GZ en BK/Z.

Voor geluidswallen is geschikt:

BK: > 4 mm, 4 mm-100 µm, 100 µm-30 µm

BK/GZ, BK/Z: 4 mm-100 µm

Zand, glauconiethoudend zand en GZ/Z: 4 mm-100 µm.

6.5.5. Natuurbouw

Voor natuurbouw dient in relatie tot hergebruik onderscheid te worden gemaakt tussen toepassingen op land en in het water.

Toepassingen op land

Voor de toepassingen op land zijn naar verwachting alle materialen bruikbaar voor niet-constructieve ophoging en aanvulling. De fractie < 30 µm is, in verband met het hoge chloride gehalte, niet geschikt. Verder zijn de fracties van de speciestromen die te veel bentoniet bevatten niet geschikt als de grond in oppervlaktelagen wordt verwerkt, in verband met kruip- en krimpverschijnselen. Bovendien wordt de grond zo ondoorlatend dat begroeiing zich niet goed kan ontwikkelen. Dit is niet het geval voor toepassing van grond op een diepte waar het vochtgehalte nauwelijks varieert. Gezien het voorgaande zijn de fracties van 100 µm-30 µm van zand, glauconiethoudend zand en een mengsel van beide, en de fracties > 4 mm en 100 µm-30 µm van de mengsels BK/GZ en BK/Z niet geschikt voor gebruik in oppervlaktelagen bij natuurbouw op het land.

Voor natuurbouw op land is geschikt:

BK: > 4 mm, 4 mm-100 µm, 100 µm-30 µm

Mengsels BK/Z en BK/GZ: 4 mm-100 µm

Z, GZ en GZ/Z: 4 mm-100 µm.

Toepassingen in water

Voor de toepassingen in het water - bescherming van oevers, geul- en schorranden - geldt hetzelfde als is opgemerkt voor klei als bekleding van dijken. Na menging van de fracties van de Boomse klei zal een onvoldoende homogeen en erosiebestendig materiaal ontstaan. De fracties tussen 4 mm en 30 µm hebben zonder de fractie < 30 µm een te laag lutumgehalte. Daarom blijven alleen de fracties > 4 mm van de Boomse klei en de mengsels van (glauconiethoudend) zand met Boomse klei als geschikt over. De fracties > 4 mm van de mengsels BK/GZ en BK/Z hebben weliswaar een hoog bentonietgehalte (11 à 13% in de worst case), maar dat zal bij het onder water aanbrengen van de fracties uitspoelen. De geulrandverdediging zou dus in principe met de fractie > 4 mm van de Boomse klei kunnen worden uitgevoerd, mits de specie voldoet aan de gestelde eisen van weerstand tegen erosie. Verwacht wordt dat het formaat van de Boomse klei brokken die vrij kunnen komen bij het boorproces niet voldoende groot en zwaar is om in de Westerschelde voldoende erosiebestendigheid te geven.

De fractie < 30 µm zal mogelijk na rijping geschikt zijn voor toepassingen in het water omdat het hoge chloride gehalte hier geen rol speelt. Deze fractie wordt echter minder geschikt geacht omdat de inspanning die nodig is voor het geschikt maken van deze klei voor toepassingen in het water erg groot zal zijn.

Voor natuurbouw in water is geschikt:

BK: > 4 mm

Mengsels BK/Z en BK/GZ: > 4 mm.

6.5.6. Grofkeramische industrie

De Boomse klei kan mogelijk worden afgezet in de grofkeramische industrie (bakstenen en geëxpandeerde kleikorrels).

De civieltechnische eisen die vanuit de grofkeramische industrie worden gesteld aan de klei zijn niet algemeen geldend, maar na inventarisatie bij enkele Belgische producenten, die relatief dicht in de buurt liggen en Boomse klei uit dagbouw in België gebruiken, blijken met name de volgende punten van belang:

Vochtgehalte

Het vochtgehalte is voor de grofkeramische industrie limiterend. De klei moet 'steekvast' zijn. Voor de baksteenindustrie is een watergehalte van 15 à 18 massa% op het nat gewicht nog toegestaan. Dit betekent dat alle fracties verder ontwaterd moeten worden. De fractie $< 30 \mu\text{m}$ zal gedurende 1 à 2 jaar moeten rijpen.

Fractieverdeling

Bakstenen: Voor bakstenen is opgegeven dat de fractie $< 10 \mu\text{m}$ 48 à 55 volume% moet zijn. Aan deze eis wordt door de Boomse klei bij benadering voldaan. Vanuit de Nederlandse baksteenindustrie wordt overigens aangegeven dat zelfs met een lutumgehalte van 0 volume% nog bakstenen te bakken zijn. Deze zeer schrale klei wordt ook wel 'sloef' genoemd. De fractie $> 63 \mu\text{m}$ mag volgens een Belgische producent 10 à 14 volume% bedragen. De Boomse klei voldoet hier niet aan. Nader onderzoek zal moeten plaatshebben of de afwijkende zandgehalten in de Boomse klei voor de Belgische baksteenindustrie acceptabel zijn.

Ook chloriden zijn niet gewenst bij het produceren van bakstenen. Deze geven mogelijk schade aan de machines. Een toelaatbaar chloridegehalte is echter door de Belgische baksteenindustrie niet opgegeven. Vooralsnog kan niet met zekerheid worden gezegd, dat de gerijpte specie van Boomse klei fysisch en chemisch geschikt is voor de grofkeramische industrie. De eisen gesteld door de individuele gebruikers zijn echter niet tot eenduidige algemene eisen te vertalen. Gezien de marktpotentie lijkt nader onderzoek zinvol.

Kleikorrels: De Boomse klei voldoet aan de eis dat meer dan 40 volume% $< 2 \mu\text{m}$ moet zijn. Aan de eis dat 95 volume% $< 90 \mu\text{m}$ moet zijn, wordt door de Boomse klei gedeeltelijk voldaan. Het is zinvol te onderzoeken of rijping van Boomse klei een aantrekkelijke grondstof voor de kleikorrelproducent ARGEX oplevert. Het chloride-gehalte zal ook hier een rol spelen.

Geconcludeerd wordt dat er vooralsnog dermate veel onzekerheden kleven aan de toepasbaarheid van boorspecie in de grofkeramische industrie, dat deze hergebruiksmogelijkheid niet in de verdere analyse is meegenomen. Wel wordt in paragraaf 6.6 zeer globaal ingegaan op de mogelijkheden die op de afzetmarkt kunnen bestaan.

6.6. Toetsing aan afzetmarkt

6.6.1. Uitgangspunten

Als derde voorwaarde voor het kunnen hergebruiken van boorspecie is in paragraaf 6.2.3 gesteld dat er een afzetmarkt voor de boorspecie moet zijn. In de analyse voor dit MER zijn bij de toetsing aan de afzetmarkt alleen die speciestromen onderzocht, die toepasbaar zijn volgens de milieuhygiënische en civieltechnische eisen.

Bij het vaststellen van de marktafzet is, zoals eerder genoemd, de aandacht gericht op de provincie Zeeland en het westelijk deel van de provincie Noord-Brabant voor zover gelegen binnen een straal van 50 km van de locatie waar de speciestromen de tunnel verlaten (Terneuzen). De straal van 50 km is

gekozen omdat het transporteren van materiaal zoals zand en klei over een afstand groter dan 50 km over het algemeen economisch niet aantrekkelijk wordt geacht. Welke afstand voor transport economisch al dan niet haalbaar is, wordt bepaald door de hoogwaardigheid van het materiaal, de marktvraag en door de wijze van transport (over de weg of over het water).

Ten behoeve van een globale bepaling van de afzetmarkt is gebruik gemaakt van gegevens uit de volgende bronnen:

- de rapportage van het DWW-project 'Opnamecapaciteit van de wegenbouw voor secundaire materialen' (uitgevoerd door 'Oranjewoud') [13];
- de 'Inventarisatie voor de Nota Ophoogzand' [5];
- informatie van Rijkswaterstaat Directies Noord-Brabant en Zeeland;
- een aantal (telefonische) contacten met het bedrijfsleven en de overheid in de provincie Zeeland en België.

6.6.2. Toelichting afzetmarkt per hergebruiksmogelijkheid

Hergebruik in het Westerscheldetunnelproject

Het Westerscheldetunnelproject bestaat naast het boren van de tunnels ook uit de aanleg van toeleidende wegen. Daarin moeten aansluitingen en kruisingen met de bestaande infrastructuur en geluidswallen worden gerealiseerd. De mogelijkheden voor het hergebruiken van boorspecie in het Westerscheldetunnelproject zelf worden bij grondwerk en geluidswallen toegelicht.

Grondwerk

Ten behoeve van het Westerscheldetunnelproject is een grote hoeveelheid zand als ophoging voor de toeleidende wegen nodig. Deze hoeveelheden zijn:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| ■ noordzijde (Zuid-Beveland) | 1.672.500 m ³ |
| ■ zuidzijde (Zeeuwsch-Vlaanderen) | 670.000 m ³ |

In de periode van 1998 t/m 2005 wordt in Zeeland en West-Brabant een aantal wegenbouwprojecten uitgevoerd, die gezien de benodigde hoeveelheid zand interessant zijn voor hergebruik van niet-glaucioniethoudend zand. De projecten die voor uitvoering staan gepland in dezelfde periode waarin de Westerscheldetunnel wordt aangelegd, zijn voor de afzetmarkt geselecteerd.

Het betreft:

- | | |
|--|--|
| ■ tracé Oostburg - Terneuzen (aanvullingszand) | 350.000 m ³ (2002 - 2008) |
| ■ tracé Veere - Middelburg (aanvullingszand) | 100.000 m ³ (1996 - 2000) |
| ■ tracé Veere - Middelburg (aanvullingszand) | 300.000 m ³ (2001 - 2005) |
| ■ tracé Haamstede - Serooskerke (ophoogzand) | 121.000 m ³ (2001 - 2005) |
| ■ tracé Dinteloord - Bergen op Zoom (ophoogzand) | 3.000.000 m ³ (2001 - 2005) |

Op basis van contacten met leveranciers van zand is geschat dat de behoefte aan ophoogzand voor terreinen voor woningen en bedrijven in Zeeland 250.000 à 350.000 m³ per jaar bedraagt. Wegenbouwprojecten hebben echter de voorkeur, omdat hierbij in een korte periode grotere hoeveelheden kunnen worden afgezet.

Waterkeringen

Op basis van informatie van het projectbureau Zeeweringen is gebleken dat in Zeeland geen behoefte is aan grond als kernmateriaal voor waterkeringen. De komende jaren zullen wellicht zeer lokaal geringe kruinverhogingen van waterkeringen in Zeeland plaatshebben die naar verwachting in klei worden uitgevoerd. De benodigde hoeveelheid is echter gering.

Er zou in de toekomst behoefte kunnen ontstaan naar klei in verband met taludverflauwing van het buitentalud voor groene dijken zoals de dijken van de Paulinapolder, van de van Citterspolder en de

dijken langs het Verdrongen Land van Saeftinge. In totaal zou de behoefte aan grond ongeveer 235.000 m³ kunnen zijn:

■ Paulinapolder	37.000 m ³
■ v. Citterspolder	30.000 m ³
■ Saeftinge	168.000 m ³

Stortplaatsen

Eén van de bij de groundbank Zeeland aangesloten bedrijven heeft belangstelling getoond voor de toepassing van Boomse klei als afdichtings- en afdek materiaal voor een tweetal grotere stortplaatsen, de Koegorspolder voor huishoudelijk afval en Sloegebied. Hierbij zal naar verwachting in totaal 400.000 m³ afdichtingsmateriaal en 400.000 m³ afdek materiaal nodig zijn.

Geluidswallen

Ten behoeve van het Westerscheldetunnelproject is een hoeveelheid materiaal nodig voor de aanleg van geluidswallen en berm materiaal. Deze hoeveelheden zijn:

■ noordzijde (Zuid-Beveland)	551.000 m ³
■ zuidzijde (Zeeuwsch-Vlaanderen)	103.000 m ³

Op basis van informatie van de Provincie Zeeland en Rijkswaterstaat Directie Zeeland kan in het algemeen gesteld worden dat verder de behoefte aan grond voor geluidswallen in Zeeland beperkt zal zijn. Omdat momenteel geen andere projecten bekend zijn waarvoor grond voor geluidswallen nodig is, is bij de verdere analyse van het mogelijke hergebruik van de boorspecie uitgegaan van de *fictieve* behoefte van grond voor geluidswallen bij de eerste vier wegenbouwprojecten die bij grondwerk zijn genoemd.

Opgemerkt dient te worden dat in veel wegenbouwprojecten materiaal voor geluidswallen beschikbaar komt in het project zelf en dat er dus geen grond van buiten het project aangevoerd hoeft te worden voor de geluidswallen.

Natuurbouw

Uit informatie van de provincie Zeeland en de gemeente Borsele blijkt dat in Zeeland de natuurontwikkelingsprojecten op het land meestal zo worden uitgevoerd dat de grondbalans in evenwicht is. In de praktijk komt eerder grond vrij voor de markt dan dat er behoefte aan grond is.

In februari 1998 is een bestuursovereenkomst getekend inzake het natuurcompensatie programma Westerschelde. Hierin komen de partijen overeen binnen een periode van 5 tot 10 jaar een aantal natuurcompensatieprojecten uit te voeren. Eén daarvan, het project Zuidgors, is mogelijk relevant voor het hergebruik van de fractie > 4 mm van de Boomse klei. Het is de bedoeling dat het Zuidgors (een slik en schor ten oosten van Ellewoutsdijk) beschermd gaat worden. Een van de mogelijkheden is een leidam van steen, klei of vergelijkbaar materiaal. Hiervoor kan wellicht Boomse klei gebruikt worden doch uitsluitel of het materiaal voldoende stroombestendig is kan nu nog niet worden gegeven. Tevens is het nog niet zeker of de leidammenconstructie uitgevoerd gaat worden. Andere mogelijkheden voor de verdediging van dit schor worden nog bestudeerd. Een visienota door Rijkswaterstaat Directie Zeeland over hoe om te gaan met schorerosie is naar verwachting in het najaar van 1998 gereed. Als gevolg van de onzekerheden over de stroombestendigheid van de vrijkomende Boomse kleifractie en de onzekerheid of de leidamconstructie uitgevoerd zal gaan worden is deze mogelijke toepassing in de milieu- en kostenanalyse niet meegenomen.

Keramische industrie

Door de Belgische baksteenindustrie in de Rupelstreek is belangstelling getoond voor de gerijpte Boomse klei. Nader overleg over de vereiste samenstelling is nodig en lijkt zinvol, gezien de eisen met betrekking tot het lutumgehalte en het zandgehalte. Daarnaast heeft de Belgische baksteenindustrie

zich nog niet uitgelaten over de omvang van de behoefte. Er kan niet met zekerheid worden gesteld dat de voor een deel gerijpte Boomse klei (fractie < 30 µm) fysisch en chemisch geschikt is of kan worden gemaakt voor de Belgische baksteenindustrie. Met name het chloridegehalte speelt een belangrijke rol.

Bij Argex zou de ongerijpte fractie < 30 µm van de Boomse klei, met een hoog lutumgehalte, gebruikt kunnen worden voor het produceren van kleikorrels. Ook hier is nog niet exact aan te geven wat de kwantitatieve en kwalitatieve behoefte van de producent is. Er is in dit stadium dan ook met te weinig zekerheid vast te stellen of de fractie afgezet kan worden bij Argex. Ook hier speelt het chloride- en het watergehalte een belangrijke rol.

Gezien de onzekerheden, zowel op civieltechnisch en milieuhygiënisch gebied als wat betreft de afzetmarkt in de grofkeramische industrie, is deze hergebruiksmogelijkheid niet verder in de analyse meegenomen.

6.7. Samenvatting potentiële hergebruiksmogelijkheden

In tabel 6.4 is het resultaat van de toetsing aan de hiervoor beschreven randvoorwaarden (milieuhygiënisch, civieltechnisch en afzetmarkt) weergegeven. In tabel 6.4 is met stippen aangegeven welke speciestromen voor welke hergebruiksmogelijkheden in aanmerking kunnen komen.

Voor grondwerk, waterkeringen en stortplaatsen worden specifieke eisen aan het materiaal gesteld, waardoor slechts een beperkt aantal speciestromen hiervoor in aanmerking komt. Voor geluidswallen zijn de eisen minder streng, zodat verschillende speciestromen in principe hierin zouden kunnen worden verwerkt.

Deze tabel is hierna als uitgangspunt gebruikt voor de milieuanalyse. Het is nodig bij deze tabel een aantal opmerkingen te plaatsen ten aanzien van de onzekerheden die aan de aangegeven hergebruiksmogelijkheden kleven. Deze staan opgesomd in paragraaf 6.12.

6.8. Toedeling geschikte boorspecie aan hergebruiksmogelijkheden

Inleiding

In de voorgaande paragrafen is aangegeven voor welke hergebruiksmogelijkheden boorspecie in principe kan worden gebruikt op grond van milieuhygiënische en civieltechnische eisen, en een globale verkenning van de markt.

Ten behoeve van een nadere bepaling van de effecten van de hergebruiksmogelijkheden op het milieu voor dit MER is het nodig de geschikte vrijkomende boorspecie qua type en hoeveelheid toe te delen aan de verschillende hergebruiksmogelijkheden.

In de werkelijkheid kleeft aan het hergebruik van de boorspecie nog een aantal onzekerheden (zie paragraaf 6.12), waarvan de afzetmarkt voor de boorspecie en de gevolgen van het boorproces voor de eigenschappen van de boorspecie de belangrijkste zijn. Voordat er daadwerkelijk boorspecie hergebruikt kan worden zullen er proeven aan de boorspecie gedaan moeten worden en zal de afzetmarkt intensiever moeten worden verkend.

Toedeling specie aan hergebruiksmogelijkheden

Voor de toedeling van de geschikte vrijkomende speciestromen aan de hergebruiksmogelijkheden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de boorspecie wordt zo hoogwaardig mogelijk afgezet;
- indien de (fictieve) vraag naar grond groter is dan het aanbod aan specie uit de tunnel, dan worden de projecten die het dichtst bij het werkterrein van de Westerscheldetunnel in Terneuzen liggen het eerst voorzien.

Te ontgraven materiaal	Fractie	Constructief						Niet-constructief			
		Grondwerk			Waterkeringen			Geluids- wallen	Natuurbouw		Keramische Industrie
		1 aanvulling	2 ophoging	3 zandbed	1 kern	2 bekleding	Stortplaatsen 1 afdeklingslaag 2 afdeklingslaag		1 natuurontw. land 2 oeverbescherming	1 baksteen 2 kleikorrels	
Boorise klei (BK)	> 4 mm								1	2	
	100 µm tot 4 mm							•			
	30 µm tot 100 µm							•			
	< 30 µm							•			
glaucioniethoudend zand (GZ)	> 4 mm										
	100 µm tot 4 mm										
	30 µm tot 100 µm										
	< 30 µm										
niet-glaucioniethoudend zand (Z)	> 4 mm										
	100 µm tot 4 mm										
	30 µm tot 100 µm										
	< 30 µm										
mengsel BK/GZ	> 4 mm										
	100 µm tot 4 mm										
	30 µm tot 100 µm										
	< 30 µm										
mengsel BK/Z	> 4 mm										
	100 µm tot 4 mm										
	30 µm tot 100 µm										
	< 30 µm										
mengsel GZ/Z	> 4 mm										
	100 µm tot 4 mm										
	30 µm tot 100 µm										
	< 30 µm										

Tabel 6.4
Speciestromen geschikt
voor hergebruik na
toetsing aan
milieuhygiënische en
civieltechnische eisen
en aan de marktvraag

• = voldoet aan de milieuhygiënische en civieltechnische eisen én aan de marktvraag

Zo hoogwaardig mogelijk afzetten van de specie houdt in dat geprobeerd wordt om de specie (secundaire grondstof) zo veel mogelijk op hetzelfde niveau toe te passen als dat de primaire grondstof toegepast zou worden. Wanneer dit niet mogelijk is zal de specie minder hoogwaardig afgezet worden in een hergebruiksmogelijkheid waardoor het gebruik van primaire grondstof met een minder goede kwaliteit wordt vermeden.

In tabel 6.5 is aangegeven welke hoeveelheden per hergebruiksmogelijkheid kunnen worden hergebruikt. Wellicht ten overvloede wordt hierbij nogmaals opgemerkt dat de verdeling van speciestromen over hergebruiksmogelijkheden als indicatief moet worden beschouwd.

Tabel 6.5:
Vraag aan grond en
toedeling boorspecie.

Hergebruiksoptie	Aard en fractie van de materiaalstromen	Vraag (ton droge stof)	Aanbod (ton droge stof)
<i>Stortplaatsen (afdeklaag)</i>	BK: 4 mm-100 µm 100 µm-30 µm		
Koegorspolder		195.000	195.000
Slogebied		405.000	405.000
<i>Stortplaatsen (afdichtingslaag)</i>	BK/GZ: > 4 mm BK/Z: > 4 mm		
Koegorspolder		169.000	43.000
Slogebied		351.000	-
<i>Waterkeringen</i>	BK: > 4 mm		
Paulinapolder		48.000	48.000
v. Citterspolder		39.000	39.000
Saeftinge		218.000	26.000
<i>Wegenbouw</i>	Z: 4 mm-100 µm		
Noordzijde WST		2.842.000	-
Zuidzijde WST		1.139.000	95.000
Oostburg-Terneuzen		595.000	-
Veere-Middelburg		680.000	-
Haamstede-Serooskerke		206.000	-
Dinteloord-Bergen op Zoom		5.100.000	-
<i>Geluidswallen</i>	GZ, BK, GZ/Z, BK/GZ en BK/Z: 4 mm-100 µm		
Noordzijde WST		937.000	563.000
Zuidzijde WST		175.000	175.000
Oostburg-Terneuzen		43.000	43.000
Veere-Middelburg		43.000	-
Haamstede-Serooskerke		43.000	-
Dinteloord-Bergen op Zoom		43.000	-
Totaal		13.269.000	1.632.000

Vergelijking vraag en aanbod

Het volume van grond wordt bepaald door het vochtgehalte. Van met name de fijnere fracties van de boorspecie is dit volume (zeer) groot door het hoge watergehalte en zal eerst (gedeeltelijk) moeten worden ontwaterd. Voor een vergelijking tussen het aanbod aan specie en de vraag naar grond is hierom de eenheid 'm³' niet reëel.

Om het aanbod aan specie goed te kunnen vergelijken met de vraag naar grond, wordt daarom de vergelijking tussen beide steeds gemaakt in de eenheid 'ton droge stof': de hoeveelheid vaste deeltjes is een betere manier vraag en aanbod met elkaar te vergelijken.

Voor de bepaling van de effecten van transport van de specie c.q. grond op het milieu is het echter wel nodig van een volume uit te gaan. Hiervoor worden voor de specie de vochtgehalten aangehouden die door de aannemer zijn opgegeven voor de uit de separatie-installatie komende boorspecie [14]. Voor primaire grond worden zo realistisch mogelijke vochtgehalten aangehouden.

Voor alle onderzochte toepassingen is de vraag groter dan het aanbod van boorspecie (zie tabel 6.5). Het gehele aanbod aan niet-glaconiethoudend zand kan mogelijk worden afgezet in de wegenbouw. Het gehele aanbod aan Boomse klei (fracties > 30 µm) kan mogelijk worden afgezet in waterkeringen en afdekkingen van stortplaatsen. Het gehele aanbod aan klei-zandmengsels (fractie > 4 mm) wordt afgezet in afdichtingslagen van stortplaatsen. Het resterende aanbod aan herbruikbaar materiaal kan mogelijk worden toegepast in geluidswallen. Voor de fractie < 30 µm zijn echter geen reële hergebruiksmogelijkheden.

Zoals te zien is in tabel 6.5 is voor een aantal hergebruiksmogelijkheden geen specie beschikbaar. Deze hergebruiksmogelijkheden zijn daarom in de hierna volgende milieu-analyse verder niet meegenomen.

6.9. Toepassing boorspecie tegenover gebruik primaire grondstoffen

Vooruitlopend op de resultaten van de milieu-analyse blijkt dat transport en (tussen)opslag van grote invloed is op het onderscheid tussen hergebruik en het gebruik van primaire grondstoffen wat betreft de milieu-effecten. Het is daarom van belang per hergebruiksmogelijkheid enerzijds het aanvoertraject van de te hergebruiken speciestromen uit de boorspecie en anderzijds van de primaire grondstoffen goed in beeld te brengen. Daarin zijn de belangrijkste variabelen: het aantal kilometers waarover de grond moet worden vervoerd, het aantal keren dat overslag nodig is en de lengte van de periode waarin opslag van het materiaal nodig is. Deze factoren vormen dan ook de basis voor de milieu-analyse in de hierna volgende paragrafen.

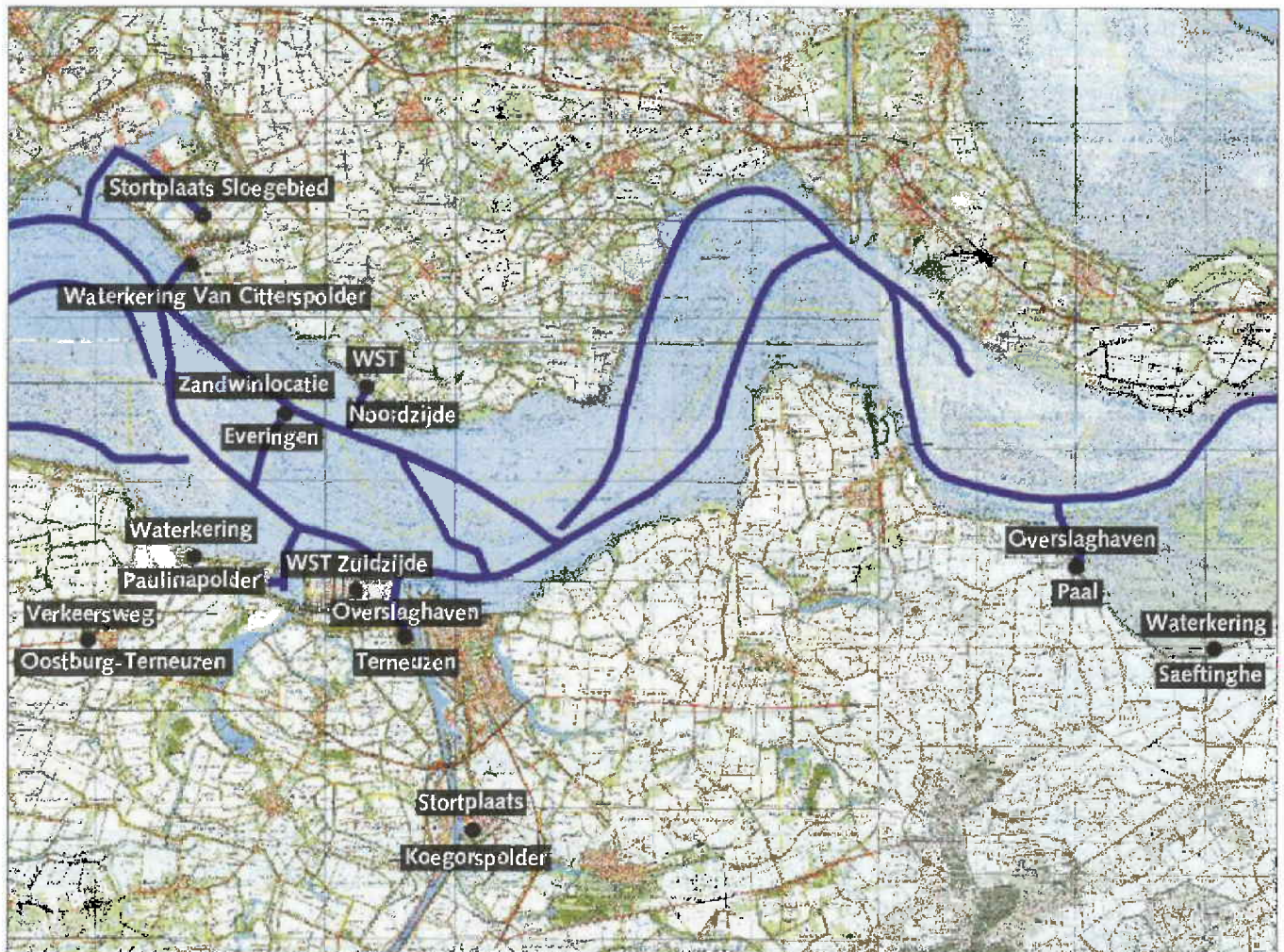
In tabel 6.6 zijn de aanvoertrajecten schematisch weergegeven. Daarbij moeten de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- De speciestromen worden vanuit de separatie-installatie altijd eerst in een opslag gebracht. Het vervoer en de overslag naar deze eerste opslag is niet verwerkt in de analyse omdat de veronderstelling is gedaan dat deze opslag in de nabije omgeving van het werkterrein zal liggen.
- De speciestromen zullen zoveel mogelijk per schip vervoerd worden en zullen in dat geval vanuit de eerste opslag per vrachtwagen worden vervoerd naar het schip.
- De afmeerplaats langs de steiger bij het werkterrein in Terneuzen is niet beschikbaar voor de afvoer van specie voor hergebruik. Er is hier ook niet voldoende ruimte om een extra afmeerplaats te creëren vanwege de verkeersveiligheid van de scheepvaart in de voorhaven van het sluiscomplex in Terneuzen.
De specie zal dus ergens anders in het schip moet worden overgeslagen, waarbij voor de milieu-analyse de veronderstelling is gedaan dat deze afmeerplaats 2 km van de eerste opslag is gelegen. In de praktijk kan deze afstand, afhankelijk van de locatie van de afmeerplaats, groter of kleiner zijn dan deze 2 km (zie figuur 6.1 op bladzijde 84).
- Bij de stortplaatsen wordt de overslag naar de lange termijn opslag en de lange termijn opslag zelf, aan het einde van het aanvoertraject van de boorspecie, niet meegenomen in de milieu-analyse omdat de betreffende stortplaatsen beschikken over voldoende ruimte voor deze langdurige opslag. Er hoeft geen nieuwe ruimte voor opslag te worden gecreëerd.
- De laatste overslag naar het project is niet meegerekend in de milieu-analyse, omdat deze overslag zowel voor het hergebruik van boorspecie als voor het gebruik van primaire grondstoffen geldt. Met andere woorden deze laatste overslag is niet onderscheidend.

Toepassing		Aanvoertraject								
Stortplaatsen afdeklaag										
Koegorspolder										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 9km	overslag	lange opslag				
primair	zand	schip: 10 km	overslag	as: 7 km						
primair	klei	as: 5 km								
Slogebied										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 2 km	overslag	schip: 23 km	overslag	as: 0,5 km	overslag	lange opslag
primair	zand	schip: 14 km	overslag	as: 0,5 km						
primair	klei	as: 5 km								
Stortplaatsen afdichtingslaag										
Koegorspolder										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 9 km	overslag	lange opslag				
primair	klei	as: 5 km								
Waterkeringen										
Paulinapolder										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 10 km	overslag	2 mnd opslag				
primair	klei	as: 5 km								
van Citterspolder										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 2 km	overslag	schip: 14 km	overslag	as: 1 km	overslag	2 mnd opslag
primair	klei	as: 5 km								
Saeftinge										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 2 km	overslag	schip: 34 km	overslag	as: 7 km	overslag	2 mnd opslag
primair	klei	as: 5 km								
Wegenbouw en Geluidswallen										
noordzijde WST										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 2 km	overslag	schip: 13 km	overslag	as: 3,5 km		
primair	zand	schip: 4 km	overslag	as: 3,5 km						
zuidzijde WST										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 2,5 km						
primair	zand	schip: 10 km	overslag	as: 3 km						
Oostburg-Terneuzen										
hergebruik	boorspecie	1 maand opslag	overslag	as: 12 km						
primair	zand	schip: 10 km	overslag	as: 12 km						

Tabel 6.6
Aanvoertrajecten
grondstromen voor
hergebruik en primaire
opslag

Tabel 6.6
Aanvoertrajecten
grondstromen voor
hergebruik en primaire
grondstoffen.



Figuur 6.1
Vaarroutes voor boor-
specie en voor primaire
grondstoffen over de
Westerschelde.

6.10. Milieu-analyse

6.10.1. Methode voor bepaling milieueffecten

Hergebruik van boorspecie kan invloed hebben op een aantal milieu-aspecten. Ten eerste kan door hergebruik een zekere hoeveelheid primaire grondstoffen worden uitgespaard. Ten tweede is daardoor de landschappelijke aantasting als gevolg van ontgravingen minder. Dit speelt alleen een rol als primaire grondstoffen op land worden gewonnen. Bij winning in water speelt dit landschappelijke aspect geen rol. Ten derde is energie nodig om de benodigde grond naar de bestemming te transporteren. Aan het energiegebruik zijn emissies gekoppeld. Hergebruik van zand en klei kan meer energie kosten dan het gebruik van primaire grondstoffen als gevolg van de grotere afstand waarover het te hergebruiken materiaal moet worden getransporteerd. De transportafstand neemt daarom een belangrijke plaats in in de afweging tussen hergebruik en gebruik van primaire grondstoffen.

Om tot een goed beeld te komen van de effecten van hergebruik voor het milieu moeten dus verschillende milieu-aspecten naast elkaar worden gezet en tegen elkaar worden afgewogen. Het zijn bovendien niet uitsluitend lokale milieu-effecten, er kunnen ook buiten Nederland effecten van energiegebruik als gevolg van daaraan gekoppelde emissies optreden. Voor dit soort vergelijkingen wordt vaak een milieugerichte levenscyclusanalyse (LCA) gebruikt. LCA wordt gezien als de meest objectieve methode voor het maken van vergelijkingen tussen producten of processen.

In dit MER is echter afgezien van de methode LCA. De redenen hiervoor zijn:

- LCA is vrij complex en daardoor niet zo doorzichtig;
- de weegfactoren die worden gebruikt in LCA zijn nog in ontwikkeling;
- in LCA kan men niet altijd goed omgaan met lokale omstandigheden, waarvan bij hergebruik van de boorspecie sprake is;
- bij het onderzoek ten behoeve van dit MER bleek dat de verschillen in energiegebruik en emissies tussen hergebruik en het gebruik van primaire grondstoffen grotendeels terug te brengen zijn tot de verschillen in transportafstand.

In dit MER is ervoor gekozen om met behulp van een eenvoudiger methode de milieu-effecten van de hergebruiksopties te beoordelen. De milieueffecten zijn bepaald aan de hand van de volgende drie milieucriteria:

- vermeden primaire grondstoffen;
- brandstofverbruik ten gevolge van transport en bewerkingen;
- landgebruik.

6.10.2. Vermeden primaire grondstoffen

Het vermeden gebruik van primaire grondstoffen door hergebruik van boorspecie zal in het licht van de actuele situatie van de winning van primaire grondstoffen in Zeeland bekeken moeten worden. Vrijwel de gehele behoefte aan ophoogzand wordt op dit moment voorzien vanuit de Westerschelde. Deze winning kan in ieder geval doorgaan tot en met het jaar 2002. Voor de periode daarna moet nog worden beslist of zandwinning uit de Westerschelde mogelijk blijft. Kleiwinning vindt momenteel nauwelijks plaats in Zeeland. Maar omdat de Zeeuwse bodem grotendeels uit klei bestaat, is het veelal mogelijk om klei te winnen door verlaging van agrarisch gebied in de directe omgeving van een werk.

Alle vrijkomende grond uit de separatie-installatie, die geschikt is voor hergebruik, kan in principe worden toegepast, omdat de vraag naar grond in de geselecteerde projecten groter is dan het aanbod van boorspecie. De hoeveelheid vermeden primaire grondstoffen is dan ook maximaal gelijk aan het aanbod van geschikte boorspecie uit de separatie-installatie (zie tabel 6.5).

6.10.3. Brandstofverbruik

Transport en overslag van grondstoffen (primaire of boorspecie) naar de betreffende projecten kost energie. Om de verschillen in energiebehoefte van deze bewerkingen tussen het gebruik van primaire grondstoffen en van boorspecie te kunnen vergelijken, is het energieverbruik uitgedrukt in liters brandstof.

Het energieverbruik kan tegelijkertijd als maat voor de emissies, die optreden als gevolg van transport en overslag, worden beschouwd. De emissies zijn afhankelijk van het transportmiddel en de transportafstand. De emissies hebben effect op diverse milieuthema's: versterking van het broeikaseffect, zure regen, overbemesting en smogvorming. Verder zijn sommige stoffen giftig voor mensen of andere organismen.

Bij het berekenen van de brandstofbehoefte per hergebruiksmogelijkheid is uitgegaan van het aanvoertraject zoals dat is weergegeven in tabel 6.6. In deze berekening zijn de aangegeven transportafstanden per schip en/of vrachtwagen en het aantal overslaghandelingen van belang. Uit de vergelijking van de brandstofbehoefte bij hergebruik van boorspecie en bij gebruik van primaire grondstoffen is een mogelijke brandstofbesparing afgeleid voor de verschillende hergebruiksmogelijkheden. Deze vergelijking is weergegeven in tabel 6.7.

Uit tabel 6.7 blijkt dat hergebruik in sommige gevallen extra energie kost en in sommige gevallen energie bespaart ten opzichte van het gebruik van primaire grondstoffen. Hoe verder een toepassing uit de buurt van het werkterrein van de Westerscheldetunnel in Terneuzen ligt, hoe eerder er géén sprake meer is van brandstofbesparing door hergebruik. Dit effect is bij de waterkeringen, waarin alleen klei wordt toegepast, het grootst. Omdat klei lokaal kan worden gewonnen, is als gevolg van de kleine

Hergebruiksoptie	Brandstofverbruik (x 1000 liter)		Besparing brandstofverbruik door hergebruik (x 1000 liter)
	Bij hergebruik boorspecie	Bij inzet primaire grondstoffen	
Afdeklaag stortplaatsen			
– Koegorspolder	193	186	-7
– Sloegebied	626	321	-304
Afdichtingslaag stortplaatsen			
– Koegorspolder	43	34	-8
Waterkeringen			
– Paulinapolder	52	38	-14
– v. Citterspolder	42	31	-11
– Saeftinge	63	21	-42
Wegenbouw			
– zuidzijde WST	29	81	53
Geluidswallen			
– noordzijde WST	685	395	-290
– zuidzijde WST	53	150	97
– Oostburg-Terneuzen	51	68	16
Totaal	1.836	1.326	-510

Tabel 6.7
Vergelijking brandstofverbruik bij hergebruik en inzet van primaire grondstoffen.

transportafstanden het totale energieverbruik van klei als primaire grondstof relatief laag. Hierdoor kost hergebruik van klei uit de boorspecie meestal meer energie dan het gebruik van primaire klei.

Bij het hergebruik van zand is de besparing van energie ook afhankelijk van het verschil in transportafstand tussen het primaire zand en het zand uit de boorspecie. Uit tabel 6.7 blijkt dat ook voor zand alleen bij de projecten redelijk dicht in de buurt van het werkterrein sprake is van een brandstofbesparing.

6.10.4. Landgebruik

Zowel bij hergebruik van boorspecie als bij gebruik van primaire grondstoffen is over een bepaalde periode sprake van ruimtebeslag op land. Dit landgebruik wordt uitgedrukt in $m^2 \times \text{jaar}$; het oppervlak dat in gebruik wordt genomen maal de periode dat dit oppervlak in gebruik is.

Om de boorspecie te kunnen hergebruiken is ruimte nodig voor:

- het bewerken van de boorspecie tot een geschikte grondstof;
- het opslaan van de grondstof in afwachting van verder transport of verwerking.

Bij beide gaat het om een tijdelijke opslag van een maand tot enkele maanden (zie tabel 6.6).

Voor het gebruik van primaire grondstof is ruimte nodig voor:

- de winning van primaire grondstoffen;
- eventuele opslag van de grondstof in afwachting van verder transport of verwerking.

Bij de opslag gaat het om een tijdelijke opslag van een maand tot enkele maanden (zie tabel 6.6). Ook bij de winning van primaire grondstof - in casu de winning van klei - gaat het om een tijdelijk gebruik van landbouwgrond om de klei af te graven. Bij de winning van klei is een herstelperiode van de landbouwgrond van twee jaar gerekend.

Tabel 6.8
Vergelijking landgebruik
tussen hergebruik
en inzet
primaire grondstoffen.

Hergebruiksoptie	Landgebruik (m ² .jaar x 1000)		Besparing landgebruik door hergebruik (m ² .jaar x 1000)
	Bij hergebruik boorspecie	Bij inzet primaire grondstoffen	
Stortplaatsen (afdeklaag)			
– Koegorspolder	4	173	170
– Sloegebied	9	360	351
Stortplaatsen (afdichtingslaag)			
– Koegorspolder	1	44	43
Waterkeringen			
– Paulinapolder	3	49	47
– v. Citterspolder	2	40	38
– Saeftinge	1	27	25
Wegenbouw			
– zuidzijde WST	2	0	-2
Geluidswallen			
– noordzijde WST	10	0	-10
– zuidzijde WST	3	0	-3
– Oostburg-Terneuzen	1	0	-1
Totaal	35	693	658

Voor de verschillende hergebruiksmogelijkheden is het vermeden landgebruik afgeleid uit de vergelijking van het landgebruik voor hergebruik van boorspecie enerzijds en voor het gebruik van primaire grondstoffen anderzijds. Deze vergelijking is weergegeven in tabel 6.8.

Het benodigde oppervlak voor opslag is erg klein, nog geen 1 ha. jaar, en speelt daarom een kleine rol in het totale landgebruik.

Bij hergebruiksmogelijkheden waar primair zand wordt vervangen door zand uit de boorspecie vindt weinig besparing op landgebruik plaats. De reden hiervoor is dat primaire zandwinning uitsluitend in de Westerschelde plaatsvindt en het landgebruik van het baggeren van zand in de Westerschelde als verwaarloosbaar wordt gezien aangezien dit onder water plaatsvindt.

De uitkomst van het criterium landgebruik wordt voornamelijk bepaald door de winning van primaire klei waarvoor het afgraven van landbouwgrond nodig is. Hergebruik van klei uit de boorspecie levert daardoor forse besparingen in landgebruik op. Bij deze beoordeling is ervan uitgegaan dat de afgegraven landbouwgrond eerst een herstelperiode moet doormaken voordat het land opnieuw als landbouwgrond in gebruik kan worden genomen.

Het zou ook mogelijk kunnen zijn dat het afgraven van landbouwgrond voor de winning van primaire klei wordt gekoppeld aan het inrichten van natuurgebied. In dat geval gaat het om 'werk met werk' maken, heeft de winning van klei in feite een positief effect en komt het criterium landgebruik in een ander daglicht te staan. De voordelen van hergebruik van boorspecie worden dan minder groot.

6.11. Vergelijking hergebruiksmogelijkheden op milieueffecten

In tabel 6.9 is per hergebruiksmogelijkheid van de milieu-effecten besparing op primaire grondstoffen, brandstofverbruik en landgebruik, zoals deze in de paragrafen 6.10.2 tot en met 6.10.4 zijn beschreven, een overzicht gegeven. De grote lijnen in de milieu-effecten zien er als volgt uit.

Besparing primaire grondstoffen

Alle vrijkomende boorspecie, die geschikt is voor hergebruik, kan in principe in projecten worden toegepast.

Brandstofverbruik

Uit tabel 6.9 blijkt dat het gebruik van boorspecie over het algemeen een groter brandstofverbruik tot gevolg heeft dan het gebruik van primaire grondstoffen. De oorzaak ligt voornamelijk in het verschil in transportafstanden. Hergebruik is qua brandstofverbruik alleen voordelig voor de hergebruiksmogelijkheden aan de zuidzijde van de Westerschelde waarvoor zand als primaire grondstof wordt gebruikt (wegenbouw en geluidswallen), omdat deze relatief dicht in de buurt van het werkterrein van de Westerscheldetunnel liggen en het primaire zand over een grotere afstand moet worden aangevoerd. Voor de stortplaats Koegorspolder, die ook aan de zuidzijde van de Westerschelde ligt, slaat de brandstofbalans al licht negatief uit omdat is aangenomen dat de primaire klei, nodig voor de afdek- en afdichtingslaag, van dichtbij kan worden gehaald. Voor alle hergebruikslocaties die verder weg liggen, is het brandstofverbruik voor hergebruik van boorspecie hoger dan voor het gebruik van primaire grondstoffen.

Landgebruik

De besparing op landgebruik door het gebruik van boorspecie is bij een aantal hergebruiksmogelijkheden groot. Dit is het gevolg van het vermeden landgebruik bij de winning van primaire klei door afgraving van landbouwgrond. Daarbij is aangenomen dat de landbouwgrond na herstel opnieuw als landbouwgrond in gebruik wordt genomen. Het winnen van primaire klei komt in een positiever

Hergebruiksoptie	Besparing primaire grondstoffen (m³)	Besparing brandstof (liter *1000)	Besparing landgebruik (m².j *1000)
Stortplaatsen (afdeklaag)			
- Koegorspolder	130.000	-7	170
- Sloegebied	270.000	-304	351
Stortplaatsen (afdichtingslaag)			
- Koegorspolder	33.000	-8	43
Waterkeringen			
- Paulinapolder	37.000	-14	47
- v. Citterspolder	30.000	-11	38
- Saeftinge	20.000	-42	25
Wegenbouw			
- zuidzijde WST	56.000	53	-2
Geluidswallen			
- noordzijde WST	331.000	-290	-10
- zuidzijde WST	103.000	97	-3
- Oostburg-Terneuzen	25.000	16	-1
Totaal	1.035.000	-510	658

Tabel 6.9
Overzicht resultaten
van milieueffecten.

daglicht te staan als de afgegraven landbouwgrond daarna als natuurgebied zou worden ingericht. Bij de hergebruiksmogelijkheden waar als primaire grondstof zand wordt gebruikt (wegenbouw en geluidswallen) is geen sprake van besparing op het landgebruik door het gebruik van boorspecie. Dit komt omdat voor het baggeren van primair zand in de Westerschelde geen landgebruik gerekend wordt, omdat de functie van de baggerlocatie door het baggeren niet verandert (water blijft water).

6.12. Kanttekeningen en belangrijke onzekerheden bij het hergebruik van boorspecie

Aan het eind van dit hoofdstuk waarin de mogelijkheden voor hergebruik van de boorspecie uiteen zijn gezet, is het van belang een aantal onzekerheden die samenhangen met het hergebruik van boorspecie nog eens samen te vatten.

1. Afzetmarkt

Ten eerste is de uitgevoerde toetsing aan de afzetmarkt summier. Er is gekeken welke projecten qua materiaal, plaats en tijdspad in aanmerking zouden kunnen komen voor hergebruik van de grondstromen. Dit wil nog niet zeggen dat de grondstromen ook daadwerkelijk voor deze projecten ingezet zullen worden. Dit hangt ondermeer af van de uiteindelijke kwaliteit van de boorspecie, het tijdstip van vrijkomen in relatie tot de planning van de betreffende projecten en eventueel reeds geplande inzet van (secundaire) grondstoffen. De hergebruiksmogelijkheden die in dit MER onderzocht zijn moeten dus gezien worden als indicatie. Voordat besloten wordt tot hergebruik van de boorspecie zal dus zeker nog onderzoek naar de markt voor de boorspecie in relatie tot de eigenschappen van de boorspecie moeten worden gedaan.

2. Eigenschappen speciestromen

Ten tweede zijn er wat betreft de speciestromen een aantal onzekerheden. Deze onzekerheden worden veroorzaakt door het boorproces, het transport van de boorspecie door de persleidingen naar het oppervlak en de separatie-installatie waar de boorspecie gescheiden wordt in verschillende fracties. Er zal pas meer duidelijkheid over de eigenschappen van de speciestromen komen wanneer het boorproces in gang is gezet. Het gaat hierbij om de volgende onzekerheden:

■ *Bentonietgehalte*

Het bentonietgehalte van de verschillende grondstromen is berekend in de 'worst case'. Dit houdt in dat er een zekere kans bestaat dat het bentonietgehalte in bepaalde grondstromen lager is dan aangegeven in tabel 6.2. Dit is gunstig voor de totale hoeveelheid boorspecie die eventueel hergebruikt kan worden, omdat een grote hoeveelheid van de boorspecie afgeschreven is als gevolg van het hoge bentonietgehalte. Voor enkele hergebruiksmogelijkheden is dit echter ongunstig (bijvoorbeeld afdichtingslaag stortplaats) omdat deze hergebruiksmogelijkheden juist een grondstroom vereisen met een relatief hoog bentonietgehalte.

■ *Vochtgehalte*

Het vochtgehalte van de grondstromen is afhankelijk van de hoeveelheid water die gebruikt zal worden tijdens het boorproces. De hoeveelheid proceswater die nodig is om het boorproces goed te laten verlopen is echter op dit moment nog een onzekere factor. Er is een veronderstelling gedaan, maar pas tijdens het boren zal blijken wat het daadwerkelijke vochtgehalte van de speciestromen is.

■ *Fysische eigenschappen vrijkomende specie*

Tijdens het boorproces kunnen er wijzigingen optreden in de fysische eigenschappen van de grond, waardoor de speciestromen niet meer geschikt zijn voor een hergebruiksmogelijkheid. De speciestromen zullen nadat ze de separatie-installatie hebben verlaten getest moeten worden op hun fysische eigenschappen.

■ *Hoeveelheid kleibrokken*

De hoeveelheid kleibrokken die zal worden afgescheiden is onzeker. Hier zal pas tijdens het boren zekerheid over komen. Indien alle Boomse klei tijdens het boorproces in suspensie gaat en als slurry vrijkomt, betekent dit dat er geen specie vrijkomt die geschikt is voor o.a. waterkeringen.

■ Milieuhygiënische kwaliteit

In de analyse van de hergebruiksmogelijkheden is uitgegaan van de veronderstelling dat alle te ontgraven grond op de bodem of in oppervlaktewater kan worden toegepast als een categorie 1-bouwstof volgens het Bouwstoffenbesluit. Om inderdaad aan de eisen voor categorie 1-bouwstof te kunnen voldoen zal het uitlooggedrag, wat betreft chloride, van de speciestromen onderzocht moeten worden. De ervaring in andere projecten leert dat er geen problemen verwacht hoeven te worden bij de zandige grondstromen. Voor de kleiige grondstromen kan dit zonder nadere uitloogproeven niet worden gesteld.

■ Toevoegen van additieven

Tijdens het boren door de Boomse klei bestaat het risico van verklevingen, wat uiteindelijk kan leiden tot het uitvallen van het hele boorsysteem. Om deze verklevingen tegen te gaan kunnen additieven toegevoegd worden aan de steun- en transportvloeistof. De additieven hechten zich vrijwel volledig aan de kleideeltjes en zorgen ervoor dat de gronddeeltjes minder aan elkaar kionteren. Verwacht wordt dat hierdoor het hergebruik van boorspecie, vermengd met additieven, bemoeilijkt zal worden. Door de additieven zal de binding tussen de gronddeeltjes minimaal zijn waardoor de grond als het ware geen of een minimale structuur en consistentie heeft. Bij de tweede buis van de Tweede Heinenoordtunnel is preventief additief toegevoegd, waardoor het boren door klei gemakkelijker gaat. Hier blijkt de invloed van de additieven op de consistentie van de uitgekomen grond beperkt en wordt hergebruik vooralsnog niet als onmogelijk beschouwd.

Investeringsen

Naast deze onzekerheden zal er voor het mogelijk maken van hergebruik van de boorspecie een aantal investeringen moeten worden gedaan op en rond het werkterrein in Terneuzen. Het gaat hierbij om de volgende investeringen:

■ aanpassingen van de afvoer uit de separatie-installatie

De separatie-installatie is ingericht met het doel zoveel mogelijk bentoniet te onttrekken aan de boorspecie en opnieuw te gebruiken in de bentoniet-slurry ten behoeve van het boorproces. Dit terugwinnen gebeurt in een aantal stappen zoals uitgelegd in hoofdstuk 4. In het voornemen wordt de fractie < 30 µm apart afgevoerd; de andere fracties (fracties > 4 mm, 4 mm-100 µm en 100 µm-30 µm) worden gemengd afgevoerd. Wanneer ervoor gekozen wordt om deze drie fracties te hergebruiken, zal de afvoer uit de separatie-installatie zodanig aangepast moeten worden dat ook deze drie fracties gescheiden kunnen worden afgevoerd. Voor dit vervoer zijn extra transportbanden noodzakelijk;

■ extra opslag

In het voornemen is op het werkterrein een zeer beperkte opslag voor materiaal aanwezig, in de vorm van één bassin, bedoeld als buffer voor een tijdelijke stagnatie in de afvoer van het materiaal. Wanneer de fracties gescheiden gehouden worden voor hergebruik zullen er voor de verschillende fracties buiten het werkterrein afzonderlijk grotere opslagfaciliteiten moeten worden gemaakt;

■ afvoer van het materiaal

Voor de afvoer van boorspecie is aan de aanlegsteiger bij het werkterrein ruimte beschikbaar voor één schip. Deze ruimte wordt gebruikt voor de schepen die het deel van de boorspecie verspreiden in de Westerschelde. Wanneer fracties afzonderlijk afgevoerd moeten worden voor hergebruik, zullen daarvoor ergens anders bestaande faciliteiten gebruikt moeten worden of nieuwe ontwikkeld moeten worden, en zullen er maatregelen getroffen moeten worden om het materiaal naar deze afvoerplaats te transporteren.

Alle bovenstaande onzekerheden zijn van belang op het moment dat er een afweging gemaakt wordt tussen het verspreiden van de boorspecie in de Westerschelde of het hergebruik van de boorspecie.

7. Het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde

7.1. Inleiding

In de overeenkomst [25] die is afgesloten met de aannemerscombinatie die de tunnel zal bouwen, is opgenomen dat het materiaal dat bij het boren van de Westerscheldetunnel vrijkomt, op een aantal locaties in de Westerschelde kan worden verspreid, mits voldaan wordt aan de vigerende milieu-eisen. Eén van de mogelijkheden voor het afvoeren van de boorspecie die in dit MER zijn uitgewerkt, is daarom het verspreiden van de boorspecie in de Westerschelde.

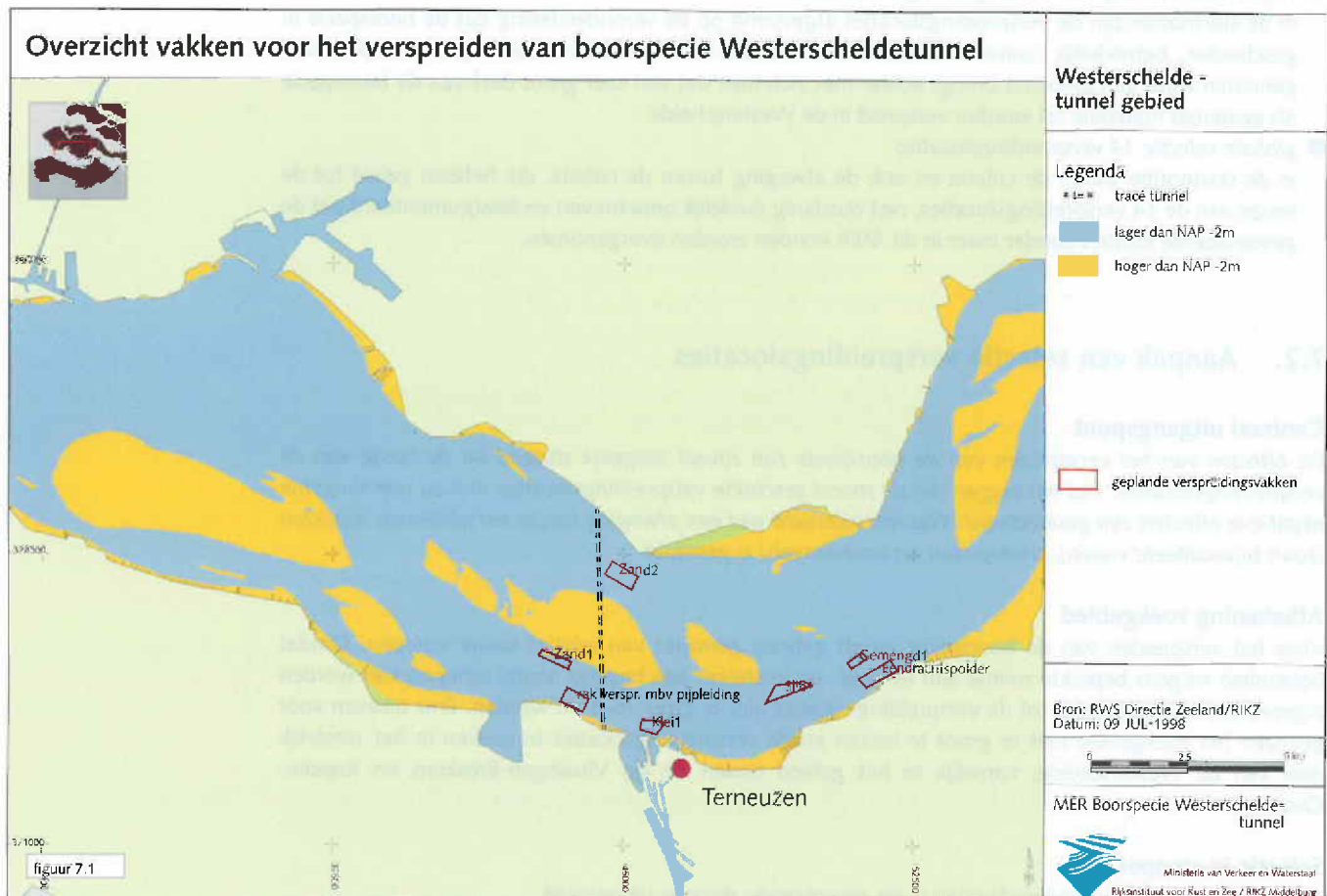
In dit hoofdstuk is beschreven hoe met behulp van een afweging tussen verschillende soorten effecten, die het verspreiden van de boorspecie in de Westerschelde kan hebben, de meest geschikte verspreidingslocaties in de Westerschelde zijn geselecteerd. In figuur 7.1 zijn de geselecteerde verspreidingsvakken aangegeven.

Verspreiden met behulp van schepen

Een mogelijkheid is dus om alle boorspecie met behulp van schepen te verspreiden in de Westerschelde. Het type schip waarmee wordt gelost, is een zelfvarende splitsbak met een inhoud van ca. 1000 m³. Deze vaart naar de verspreidingslocatie waar door het openen van de bak de specie rechtstreeks in het water wordt gelost en naar de bodem zinkt.

De af te voeren boorspecie wordt in een schip geladen, dat ligt afgemeerd aan een laad- en losvoorziening in de voorhaven voor de sluis in het kanaal Gent-Terneuzen. Deze voorziening is specifiek voor de bouw van de Westerscheldetunnel gemaakt. Voor het afvoeren van de boorspecie kan slechts één schip tegelijk hier afgemeerd liggen.

Figuur 7.1
Ligging
verspreidingsvakken
voor de boorspecie.



7. Het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde

Verspreiding van het geloste materiaal

Na het lossen zal een groot deel van het materiaal door de stroming weer worden verspreid tot (ver) buiten de verspreidingslocatie. Dat is ook de opzet. Het is de bedoeling dat de boorspecie na lossen zich op een natuurlijke wijze verspreidt over de Westerschelde. Het grootste deel van het zand en het slib verspreidt zich binnen enkele dagen tot enkele weken. Het slib kan zich in die tijd over de hele Westerschelde verspreiden, de afstanden voor zand zijn kleiner.

Bij de kleibrokken kunnen brokjes tot 1 cm zich onder normale omstandigheden over korte afstanden makkelijk verplaatsen. Deze brokjes kunnen daarom na enkele dagen tot enkele weken van de verspreidingslocatie zijn verdwenen. Onder turbulente omstandigheden geldt hetzelfde voor brokjes tot 2 cm. Grotere brokken blijven veel langer (tot permanent) liggen op de locatie.

Nieuwe selectie van verspreidingslocaties ten opzichte van de startnotitie

In de startnotitie [43] is een 14-tal locaties in de Westerschelde geselecteerd voor het verspreiden van de boorspecie. Daaronder zijn enkele verspreidingslocaties die ook zijn aangewezen voor het storten van baggerspecie die bij de verruiming van de vaargeul vrijkomt, en een aantal nieuwe locaties. Bij de voorbereiding van dit MER is besloten om de selectie van de verspreidingslocaties opnieuw uit te voeren, en wel om de volgende redenen:

- **geen gebruik bestaande locaties**
inmiddels is gebleken dat het om juridische redenen niet mogelijk is om de stortlocaties die voor de baggerspecie van de verruiming van de vaargeul zijn aangewezen, ook voor de boorspecie uit de WST te gebruiken (zie hoofdstuk 2).
- **vrijkomende boorspecie veelal gemengd materiaal**
in de startnotitie zijn de verspreidingslocaties afgestemd op de veronderstelling dat de boorspecie in gescheiden, betrekkelijk 'zuivere' materialen (zand, slib of kleibrokken) zou vrijkomen. De voorgenomen wijze van afvoeren brengt echter met zich mee dat een zeer groot deel van de boorspecie als gemengd materiaal zal worden verspreid in de Westerschelde.
- **globale selectie 14 verspreidingslocaties**
in de startnotitie waren de criteria en ook de afweging tussen de criteria, die hebben geleid tot de keuze van de 14 verspreidingslocaties, niet dusdanig duidelijk omschreven en beargumenteerd dat de geselecteerde locaties zonder meer in dit MER konden worden overgenomen.

7.2. Aanpak van selectie verspreidingslocaties

Centraal uitgangspunt

De effecten van het verspreiden van de boorspecie zijn zoveel mogelijk sturend bij de keuze van de verspreidingslocaties. Dat wil zeggen dat de meest geschikte verspreidingslocaties met zo min mogelijk negatieve effecten zijn geselecteerd. Waarbij uiteraard wel een afweging tussen verschillende aspecten (zoals bijvoorbeeld visserij, scheepvaart en broedvogels) is gemaakt.

Afbakening zoekgebied

Voor het verspreiden van de boorspecie wordt gebruik gemaakt van relatief kleine schepen. Omdat bovendien wegens beperkte ruimte aan de laad- en lossteiger een beperkt aantal schepen kan worden ingezet, zal de vaarafstand tot de verspreidingslocaties niet te groot moeten worden. Er is daarom voor gekozen het zoekgebied niet te groot te kiezen en de verspreidingslocaties te zoeken in het westelijk deel van de Westerschelde, namelijk in het gebied tussen de lijn Vlissingen-Breskens en Kapelle-Ossensisse.

Selectie in stappen

De selectie van de verspreidingslocaties is via de volgende stappen uitgevoerd:

1. Randvoorwaarden en uitgangspunten

In de Westerschelde zijn op basis van een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten gebieden waar de boorspecie niet mag worden gelost, uitgesloten.

2. (Niet-)voorkeursgebieden per aspect

Binnen de resterende gebieden is voor verschillende aspecten bekeken waar de effecten van het verspreiden van de boorspecie zo klein mogelijk zijn. Dat heeft geresulteerd in het in kaart brengen van gebieden waar bij voorkeur niet of wel zou moeten worden gelost; dit is voor ieder aspect apart gedaan.

3. Afweging tussen aspecten

Om tot één totaalbeeld te kunnen komen van de meest geschikte gebieden voor het verspreiden van de boorspecie, zijn de kaarten van de verschillende aspecten over elkaar heen gelegd en 'bij elkaar opgeteld', waarbij aan ieder aspect een gewicht is toegekend. Hoe groter het gewicht, hoe zwaarder het aspect meetelt in het totaalbeeld. In het ontstane totaalbeeld kunnen de meest geschikte gebieden voor het verspreiden van de boorspecie worden aangewezen.

4. Aanwijzen van de verspreidingslocaties

Als laatste zijn binnen de meest geschikte gebieden de verspreidingslocaties met hun begrenzingen aangegeven.

7.3. Randvoorwaarden

Fysieke of wettelijke beperkingen leggen de volgende randvoorwaarden op aan het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde:

■ Waterdiepte

Voor het lossen van de specie vanuit de splijtbakken is een minimale waterdiepte van 6 m nodig. Dat heeft ertoe geleid dat de gebieden waar de bodem minder dan 6 m beneden gemiddeld hoogwater (GHW) ligt, zijn uitgesloten voor het verspreiden van de boorspecie.

■ Gebieden met speciale status

Gebieden met een speciale status, namelijk staatsnatuurmonumenten, natuurgebieden en stiltegebieden zijn niet als zoekgebied meegenomen.

Het gaat om de volgende gebieden.

Gebied	Beheerder
Zuidgors	Natuurmonumenten
Kapellebank	Staatsbosbeheer
Paulinaschor	Zeeuwsch Landschap
Hooge Platencomplex	Zeeuwsch Landschap
Hooge Platen - Lage Springer (stiltegebied)	-

■ Verwekingsgevoeligheid van de ondergrond van waterkeringen

Het is in het kader van de Wet op de waterkering niet toegestaan specie te lossen tegen het (onderwater)talud van de waterkering aan op plaatsen waar de ondergrond uit losgepakt zand bestaat, en er een geul naast de waterkering ligt met een diepte groter dan 9 m en een hellingshoek groter dan ca. 4°. Als hier teveel specie wordt gelost, bestaat de mogelijkheid dat het zand gaat schuiven en er een dijkval optreedt; dit zijn zogenaamde verwekingsgevoelige oevers.

In verband hiermee is bij deze oevers een strook van 100 m vanaf de waterkering uitgesloten voor het verspreiden van boorspecie.

■ Niet verspreiden in stortvakken in gebruik voor baggerspecie van de verruiming van de vaargeul

Dit is toegelicht in hoofdstuk 2.

7.4. Uitgangspunten

In dit MER is nog een aantal andere gebieden voor het verspreiden van boorspecie uitgesloten. Het gaat hier vooral om beleidsmatige uitgangspunten uit het Beleidsplan Westerschelde [3]:

■ *Geen zand verspreiden in de hoofdgeul te dicht bij de drempels*

In beginsel zou het verspreiden van zand in de hoofdgeul in de buurt van de drempels voor een versnelde aanzanding van deze drempels zorgen en daarmee de baggerinspanning ten behoeve van het vaargeulonderhoud vergroten. Dit is niet gewenst. Bij de verruiming van de vaargeul wordt op enkele plaatsen echter toch baggerspecie (zand) in de hoofdgeul gestort, maar daarbij is wel een afstand van minimaal 2,5 km tot de dichtstbijzijnde drempel aangehouden. Voor het verspreiden van het deel van de boorspecie dat uit zand bestaat, is deze zelfde afstand aangehouden. De ligging van de hoofdgeul is overigens gebaseerd op de morfologische schematisatie van Huijs [12].

■ *Geen zand verspreiden in de hoofdvaargeul ondieper dan NAP -20 m*

Vanwege de noodzakelijke diepte van de hoofdvaargeul voor de scheepvaart mag geen zand worden verspreid op plaatsen waar de diepte binnen de betonning minder dan 20 m beneden NAP is.

■ *Geen boorspecie verspreiden rond de drempels in de nevengeulen*

In de nevengeulen mag wel boorspecie worden verspreid, maar in verband met de scheepvaart mag na het verspreiden de diepte niet kleiner zijn geworden dan de meest ondiepe locatie in de nevengeul vóór het verspreiden. Daarbij is aangenomen dat door het voortdurend verspreiden van boorspecie de diepte tijdelijk met maximaal 3 m afneemt. Dit betekent praktisch gesproken, dat er geen boorspecie mag worden verspreid op de drempels in de Everingen (namelijk de Zuid-Everingen, Straatje van Willem en de Ebschaar Everingen) en in het Middelgat.

■ *Niet verspreiden in noodankergebieden*

In het zoekgebied bevinden zich 5 noodankergebieden. Deze gebieden dienen als uitwijkplaats voor schepen, zodat een veilige afwikkeling van de scheepvaart mogelijk is, en moeten door baggeren op diepte worden gehouden. Het rondvaren van de splijtbakken is hier vanwege de veiligheid niet gewenst. Het verspreiden van boorspecie in deze gebieden is niet gewenst vanwege de toename van de baggerinspanning.

In verband met het aanzanden van deze gebieden is bovendien een bufferzone van 500 m rond deze gebieden aangehouden waar het verspreiden van het zand in de boorspecie niet is toegestaan.

■ *Niet verspreiden in ankergebieden*

Deze reguliere ankergebieden hebben al een beperkte diepte en worden niet door baggeren op diepte gehouden. Verder dient de bodemstructuur bij voorkeur compact te zijn voor een maximale grip voor scheepsankers. Het verspreiden van boorspecie in deze gebieden is niet gewenst, zowel vanwege de vermindering van de diepte als vanwege de veel lossere pakking van recent gesedimenteerde specie.

In het zoekgebied zijn 10 ankergebieden aanwezig. De vijf ankergebieden die aaneengesloten in de Everingen liggen, dreigen nu al te ondiep te worden door het storten van baggerspecie uit de vaargeul in het bestaande stortvak Everingen. Vanwege dit probleem is rond deze vijf gebieden een extra bufferzone van 500 m aangehouden waar geen boorspecie mag worden verspreid. Deze afstand is gebaseerd op de afstand tussen de vijf ankergebieden en het stortvak Everingen.

■ *Niet verspreiden op locaties waar scheepswrakken liggen*

Vanaf 1998 zal een groot deel van de scheepswrakken in de vaargeul van de Westerschelde worden geborgen. Het verspreiden van boorspecie op deze locaties zal de bergingsoperaties bemoeilijken en is daarom niet gewenst. Er is een bufferzone van 100 m rond de te bergen scheepswrakken aangehouden waar geen boorspecie mag worden gelost.

■ *Geen boorspecie verspreiden in de buurt van het bestaande stortvak Ebschaar van Everingen*

Deze stortlocatie, die wordt gebruikt voor baggerspecie uit de vaargeul, blijkt sneller dicht te zanden dan was verwacht. Op advies van het Belgische Ministerie van Leefmilieu, die de bagger- en stortactiviteiten in de vaargeul coördineert, is een bufferzone van 1 km rond dit stortvak aangehouden waar geen boorspecie mag worden verspreid.

Hoofdingreep	Deelingreep	Gevolg	Effect op aspect			
			Natuur		Gebruiks- functies	Kwaliteit
			Morfologie	Ecologie		
Transporteren van vrijkomende boorspecie	Vaarbewegingen van de splijtbakken	■ Geluidsproductie ■ Visuele effecten van voorbij varende schepen		• •	• •	
Verspreiden van vrijkomende boorspecie	Lossen van de boorspecie	■ Suspensie van bodemmateriaal in het water: vertroebeling ■ Inbreng van organische stoffen en vrijzetting van sulfiden ■ Verhoging arseengehalte		• • •	• • •	• • •
	Bedekking van de bodem	■ Reliefwijziging ■ Verhoogde sedimentatie ■ Wijziging in bodemsamenstelling	• • •	• • •	• • •	• • •

Tabel 7.1
Ingrepen
en bijbehorende
effecten.

7.5. Selectie van locatiegebonden effecten en criteria

De volgende stap in de selectie van de verspreidingslocaties is gebeurd aan de hand van de mogelijke effecten van het verspreiden van de boorspecie in de Westerschelde. In tabel 7.1 is aangegeven welke type ingrepen bij het verspreiden van de boorspecie plaatsvinden, welke gevolgen die hebben en voor welke aspecten dit effecten met zich mee kan brengen. Wat betreft die effecten is een scheiding aan te brengen in effecten die van plaats tot plaats verschillen en effecten die voor de Westerschelde als geheel gelden. Voor de selectie van de verspreidingslocaties zijn alleen de eerste van belang: de zogenaamde locatiegebonden effecten.

In figuur 7.2 zijn de beoordelingscriteria aangegeven aan de hand waarvan de grootte van alle effecten zijn bepaald en de effecten zijn beoordeeld. In deze figuur zijn de locatiegebonden criteria met blauw aangegeven. Hierna wordt alleen op deze criteria ingegaan; de niet-locatiegebonden criteria komen in hoofdstuk 9 aan bod.

7.6. Aanwijzing (geen)voorkeursgebieden aan de hand van locatiegebonden criteria

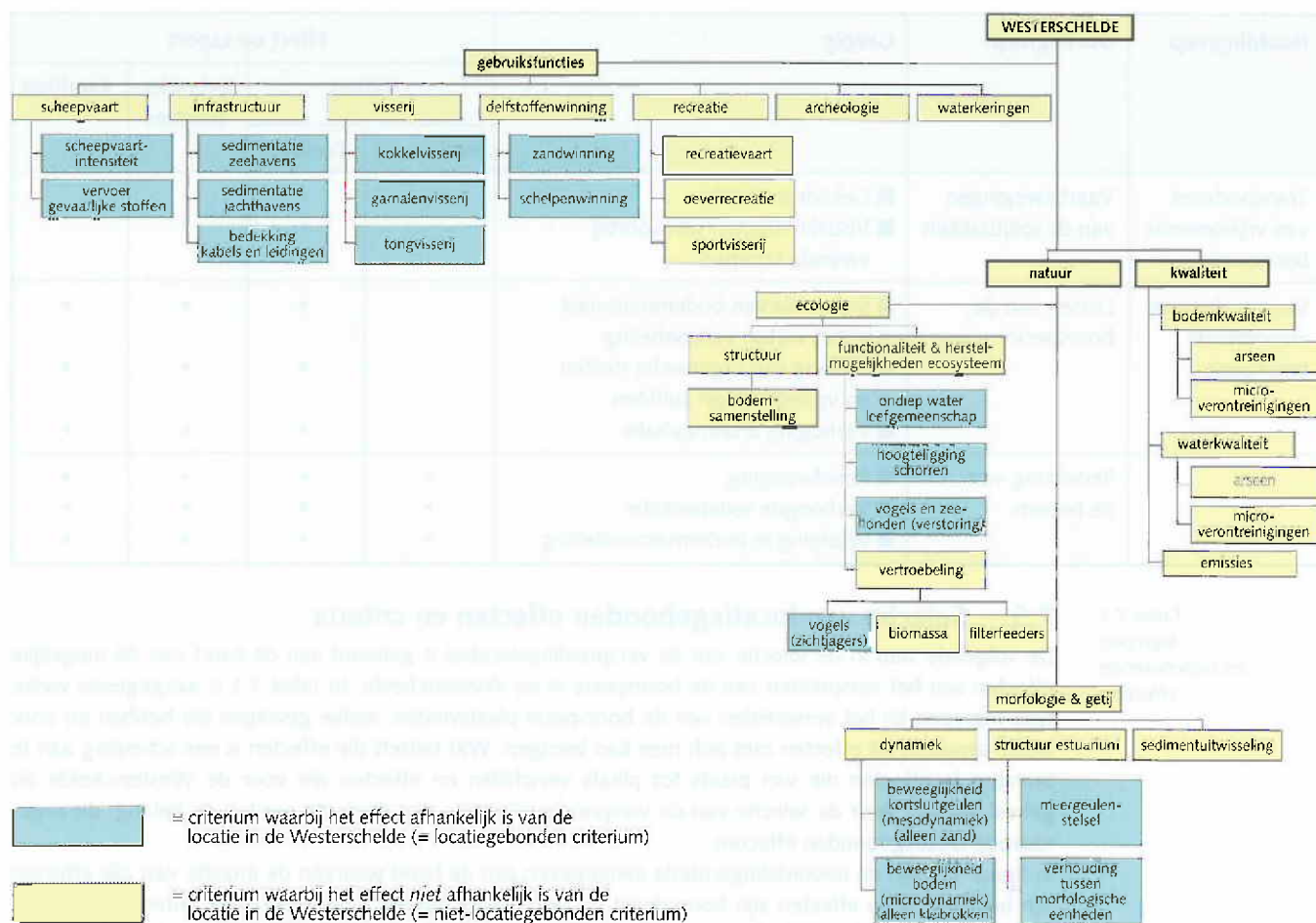
Aan de hand van de locatiegebonden criteria en bijbehorende effecten zijn gebieden aangewezen, die meer of minder geschikt zijn voor het verspreiden van boorspecie, en waar daarom bij voorkeur wel of geen boorspecie moet worden verspreid. Deze gebieden zijn in kaart gebracht. Buiten de (niet-)voorkeursgebieden is aangenomen dat de geschiktheid van gebieden voor verspreiden neutraal is.

In de beschrijving van de criteria is tussen haakjes aangegeven voor welk type boorspecie het criterium van belang is: zand, slib, kleibrokken of alle boorspecie. Dit onderscheid is gemaakt omdat deze verschillende typen boorspecie zich op verschillende manieren gedragen in het systeem van de Westerschelde en niet allemaal bij ieder criterium een rol spelen. In hoofdlijn zullen na het lossen zand en slib door de stroming worden verspreid. Slib zal al snel met de stroming worden meegevoerd over een groot deel van de Westerschelde; bij zand duurt het wat langer. Kleibrokken kunnen voor een deel op de verspreidingslocatie blijven liggen.

Morfologie & getij

■ criterium: meergeulenstelsel (zand)

Als nevengeulen, door het verspreiden van zand of door natuurlijke sedimentatie, te ondiep worden, verliezen zij hun functie als geul [41]. Dan dreigt het karakteristieke kenmerk van de Westerschelde



van het meergeulensysteem te verdwijnen. Op plaatsen waar de omvang van de nevengeul nu al door het storten van baggerspecie afneemt (Ebschaar van Everingen) en ondieper is dan NAP -12 m, moet bij voorkeur geen zand uit de boorspecie worden verspreid.

criterium: verhouding tussen morfologische eenheden (zand)

De boorspecie is op zich een toevoeging van sediment aan het estuarium. Als gevolg van het verspreiden van met name het zand uit de boorspecie in nevengeulen kan de tendens van het groeien van de platen, die nu al optreedt door het storten van baggerspecie, extra worden bevorderd. Het heeft daarom de voorkeur de boorspecie te verspreiden op plaatsen vanwaar het zand uit het estuarium naar zee wordt getransporteerd; dit is vooral in het westen van het zoekgebied. En het heeft de voorkeur de boorspecie te verspreiden op plaatsen waar nu al sediment neerslaat; dit is op een aantal verspreid liggende plaatsen.

criterium: beweeglijkheid van kortsluitgeulen (zand)

De kortsluitgeulen vormen de verbinding tussen de vloed- en ebgeulen door de zandplaten heen; hun ligging varieert door de jaren heen. Als hier veel zand wordt verspreid, worden de kortsluitgeulen ondieper en verliezen zij hun beweeglijkheid. Dat betekent een afname van de (meso)dynamiek van het estuarium, hetgeen niet gewenst is. Er moet dus bij voorkeur geen boorspecie worden verspreid in kortsluitgeulen.

criterium: beweeglijkheid bodem (kleibrokken)

Grotere kleibrokken zullen langzaam of nauwelijks verspreiden na het lossen, zodat bij herhaaldelijk lossen van kleibrokken een bult van specie kan ontstaan. Dit verstoort de lokale beweeglijkheid van

*Figuur 7.2
Structuur van aspecten
met daaraan gekoppelde
criteria.*

- de bodem en het stromingspatroon, hetgeen niet gewenst is. In de diepste delen van de ebgeul (de turbulentieputten) is de stroming echter zo sterk, dat dit effect niet of nauwelijks zal optreden. Klei-brokken moeten daarom bij voorkeur in diepe putten (dieper dan NAP -30 m) worden gelost.

Ecologie

■ criterium: *ondiep water leefgemeenschap (alle boorspecie)*

- Het milieutype ondiep water vormt een belangrijke schakel binnen het ecosysteem. Het bodemleven, dat aan de basis van het voedselweb staat, concentreert zich in dit milieutype. Daarnaast is het ondiep water rust- en voedselgebied en kinderkamer voor vissen. Bedekking met specie door (herhaald) verspreiden van boorspecie kan voor veel bodemdieren, larven en jonge vissen fataal zijn. Verspreiden van boorspecie in het ondiep watergebied is daarom niet gewenst. Dit geldt voor alle gebieden die boven NAP -8 m liggen.

■ criterium: *hoogteligging schorren (slib)*

- Door het verspreiden van het slib in de boorspecie is er in principe meer materiaal aanwezig voor de uitbreiding van schorren. Er wordt echter verwacht dat bestaande schorren verder zullen ophogen, zoals ook met het Verdrongen Land van Saeftinghe gebeurt. Daardoor zal de overspoeling met zout water afnemen en de vegetatie vergrassen, hetgeen niet gewenst is. Er moet bij voorkeur geen boorspecie in de buurt van de Schorren van Zuidgors en Paulinapolder worden verspreid.

■ criterium: *verstoring vogels en zeehonden (alle boorspecie)*

- Vogels en zeehonden zijn gevoelig voor verstoring, zowel als gevolg van de visuele aanwezigheid van schepen als gevolg van het geluid dat schepen produceren. Uit onderzoek ([4], [7]) is gebleken dat een afstand van 400 m tot hun rust- en voedselgebieden voldoende is om verstoring te voorkomen. Dat betekent dat de boorspecie bij voorkeur op een afstand groter dan 400 m vanaf slikken en platen moet worden verspreid.

■ criterium: *voedselbron vogels (zichtjagers) (slib)*

- Voor vogels die op zicht hun voedsel in het water vangen, moet de troebelheid van het water niet te hoog zijn. Door het verspreiden van vooral slib neemt de troebelheid van het water tijdelijk toe. Als er in het voedselgebied van deze zichtjagers boorspecie wordt verspreid, kan dat een probleem worden. Dat geldt vooral voor de Dwergster omdat hij door zijn kleine actieradius niet goed kan uitwijken naar een ander gebied. De Dwergster zoekt vooral voedsel in het Vaarwater langs Hoofdplaat. Daar moet bij voorkeur geen slib worden verspreid.

Scheepvaart

■ criterium: *intensiteit scheepvaart (alle boorspecie)*

- De hoofdvaarroute in de Westerschelde is zeer druk bevaren. Op het traject Terneuzen-Hansweert is de scheepvaartintensiteit het hoogst, waardoor op dit traject de kans op aanvaring hoger is dan op andere trajecten. Op dit traject moeten daarom bij voorkeur geen splijtbakken in de hoofdvaargeul manoeuvreren om boorspecie te lossen.

■ criterium: *vervoer gevaarlijke stoffen (alle boorspecie)*

- Op het traject Sloehaven-Braakmanhaven is de intensiteit van de scheepvaart weliswaar lager dan tussen Terneuzen en Hansweert, maar de kans dat op dit traject een groot schip dat gevaarlijke stoffen vervoert, bij een aanvaring is betrokken, is wel hoger. Ook op dit traject moeten daarom bij voorkeur geen splijtbakken in de hoofdvaargeul manoeuvreren om boorspecie te lossen.

Infrastructuur

■ criteria: *sedimentatie in zeehavens en jachthavens (zand en slib)*

- Door de lage stroomsnelheden zijn havens bij uitstek plaatsen waar slib neerslaat. Als het lossen van de boorspecie te dicht in de buurt van havens gebeurt, kan daar door verspreiding een snellere verondieping dan normaal optreden. Dit is niet gewenst.
- Na het lossen verspreidt het grootste deel van het slib en een deel van het zand zich al binnen één getij over de bodem. De verspreidingsafstand is relatief beperkt en vooral afhankelijk van de hellings-

hoek van de bodem vanuit de havenmond richting de geul buiten de haven. Daarom is afhankelijk van deze hellingshoek van de bodem, een bufferzone vóór de havenmonden berekend waar bij voorkeur geen boorspecie moet worden verspreid.

Daarnaast verspreidt zich in suspensie met de stroming een klein deel van alleen het slib; dit gebeurt wel over grotere afstanden. Om zoveel mogelijk te voorkomen dat dit direct in havens terecht komt, is in dit kader [38] door Rijkswaterstaat in overleg met de havenschappen vastgesteld dat bij voorkeur geen slib binnen een afstand van 5 km van haveningangen moet worden verspreid.

■ criterium: *bedekking kabels en leidingen (alle boorspecie)*

In het zoekgebied ligt één leidingenstrook voor hoofdtransportleidingen tussen Terneuzen en Ellewoutsdijk. Binnen een afstand van 180 m aan weerszijden van deze strook moeten ruimtelijke ontwikkelingen op hun aanvaardbaarheid worden getoetst. Ook het verspreiden van boorspecie valt hieronder. Daarom is aangenomen dat bij voorkeur geen specie binnen deze afstand tot de leidingenstrook moet worden verspreid.

Visserij

■ criteria: *kokkel-, garnalen- en tongvisserij (alle boorspecie)*

Wanneer kokkels en garnalen, die in en bij de bodem leven, teveel met zandige specie overdekt raken, kunnen zij niet overleven. Verspreiden van teveel slibrijke specie kan tot teveel vertroebeling en daardoor tijdelijke zuurstofloosheid zorgen. Dat is negatief voor de visstand. Hoewel de effecten van het verspreiden van boorspecie binnen visgronden niet groot wordt geacht, is er toch voor gekozen bij voorkeur geen boorspecie te verspreiden binnen de belangrijkste visgronden van kokkels, garnalen en tong in de Westerschelde.

Delfstoffenwinning

■ criterium: *zandwinning (alle boorspecie)*

In de Westerschelde zijn enkele gebieden aangewezen voor het winnen van zand voor o.a. constructieve doeleinden. Door het verspreiden in deze gebieden van slibrijke boorspecie, kleibrokken of glauconiethoudend zand verandert de samenstelling van het zand en wordt de bruikbaarheid minder. Daarom moet bij voorkeur geen boorspecie in deze gebieden worden verspreid.

■ criterium: *schelpenwinning (alle boorspecie)*

Het verspreiden van boorspecie binnen schelpwinlocaties 'verontreinigt' deze gebieden en maakt de schelpen commercieel minder aantrekkelijk. Er moet daarom bij voorkeur geen boorspecie in deze gebieden worden verspreid. Dat geldt voor de gebieden waar nieuwe schelpen, de zogenaamde kokkeltarra, worden gewonnen. De huidige winlocaties van fossiele schelpen zijn niet bekend. Er is wel rekening gehouden met vier locaties waarvoor een vergunningaanvraag loopt.

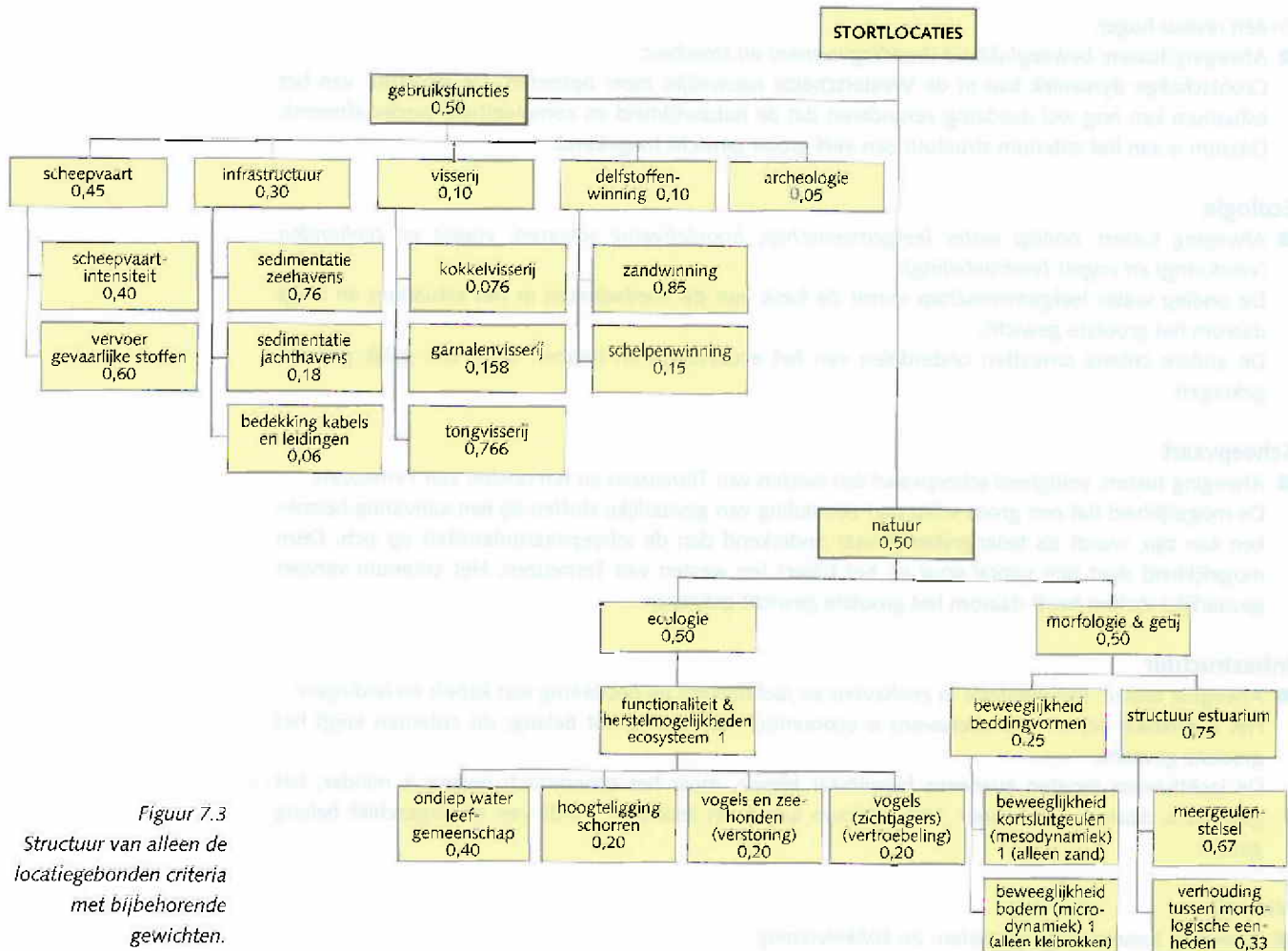
Archeologie

■ criterium: *bedekking van archeologische waarden en scheepswrakken (alle boorspecie)*

Het bedekt raken met boorspecie van archeologische terreinen of vindplaatsen of van scheepswrakken is niet gewenst. Daarom moet bij voorkeur geen boorspecie op en rond deze plaatsen worden verspreid; daarbij is een bufferzone van 50 m rond deze plaatsen aangehouden.

7.7. Afweging tussen locatiegebonden criteria en tussen aspecten

Voor ieder criterium uit paragraaf 7.6 zijn dus voor het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde voorkeurs-, geen-voorkeurs- en daar tussenin neutrale gebieden aangewezen. Om één samengevat kaartbeeld te verkrijgen waarin de meest geschikte gebieden voor het verspreiden kunnen worden aangewezen, zijn al die verschillende (geen)voorkeursgebieden bij elkaar 'opgeteld'. Om dat te kunnen doen is aan ieder criterium, en dus de bijbehorende (geen)voorkeursgebieden, een gewicht toegekend. Hoe groter het gewicht, hoe meer de (geen)voorkeursgebieden van een criterium in het eindbeeld herkenbaar zullen zijn.



Figuur 7.3
Structuur van alleen de
locatiegebonden criteria
met bijbehorende
gewichten.

Deze gewichten zijn in figuur 7.3 aangegeven, waarin alleen de locatiegebonden criteria uit figuur 7.2 zijn overgenomen.

Van boven naar beneden zijn in deze hiërarchische boomstructuur vertakkingen naar een volgend gedetailleerder niveau te onderscheiden. Binnen iedere vertakking is de som van de gewichten gelijk aan 1. Hierna worden deze niveaus en de gewichten van laag naar hoog toegelicht.

7.7.1. Afweging tussen criteria

De toekenning van de gewichten op het niveau van de afzonderlijke criteria is gebaseerd op zogenaamd 'expert judgement'. Dat wil zeggen dat deskundigen van Rijkswaterstaat deze verdeling hebben vastgesteld.

Morfologie & getij

■ Afweging tussen: meergeulenstelsel en verhouding tussen morfologische eenheden:

Het meergeulenstelsel is van grote invloed op de getijdoordringing in de Westerschelde. De ontwikkeling van de morfologische eenheden wordt hier grotendeels door bepaald. Daarom is aan het criterium meergeulenstelsel een veel groter gewicht toegekend dan aan de verhouding tussen morfologische eenheden.

En één niveau hoger:

■ **Afweging tussen: beweeglijkheid (beddingvormen) en structuur:**

Grootschalige dynamiek kan in de Westerschelde nauwelijks meer optreden. De structuur van het estuarium kan nog wel dusdanig veranderen dat de natuurlijkheid en compleetheid verder afneemt. Daarom is aan het criterium structuur een veel groter gewicht toegekend.

Ecologie

■ **Afweging tussen: ondiep water leefgemeenschap, hoogteligging schorren, vogels en zeehonden (verstoring) en vogels (vertroebeling):**

De ondiep water leefgemeenschap vormt de basis van de voedselketen in het estuarium en krijgt daarom het grootste gewicht.

De andere criteria omvatten onderdelen van het ecosysteem en hebben ieder een gelijk gewicht gekregen.

Scheepvaart

■ **Afweging tussen: veiligheid scheepvaart ten westen van Terneuzen en ten oosten van Terneuzen:**

De mogelijkheid dat een groot schip met een lading van gevaarlijke stoffen bij een aanvaring betrokken kan zijn, wordt als belangrijker gevaar onderkend dan de scheepvaartintensiteit op zich. Deze mogelijkheid doet zich vooral voor op het traject ten westen van Terneuzen. Het criterium vervoer gevaarlijke stoffen heeft daarom het grootste gewicht gekregen.

Infrastructuur

■ **Afweging tussen: sedimentatie in zeehavens en jachthavens en bedekking van kabels en leidingen:**

Het bereikbaar blijven van zeehavens is economisch van zeer groot belang; dit criterium krijgt het grootste gewicht.

De jachthavens moeten eveneens bereikbaar blijven, maar het economisch belang is minder; het gewicht is daarom ook kleiner. Het criterium kabels en leidingen wordt van ondergeschikt belang geacht.

Visserij

■ **Afweging tussen: tong-, garnalen- en kokkelvisserij:**

De gewichten voor de verschillende typen visserij zijn bepaald op basis van het economisch belang. Tong is veruit het belangrijkste, daarna volgen garnalen en kokkels.

Delfstoffenwinning

■ **Afweging tussen: zandwinning en schelpenwinning:**

Het zwaartepunt van de delfstoffenwinning in de Westerschelde ligt bij de zandwinning. Dit criterium krijgt daarom het grootste gewicht.

Schelpen worden voornamelijk gewonnen in de Noordzee. Alleen met slecht weer wordt in de Westerschelde gewonnen. Dit criterium krijgt daarom een klein gewicht.

7.7.2. Afweging tussen aspecten

Morfologie & getij en ecologie

De morfologie vormt de basis voor een optimaal functionerend ecosysteem. Maar een morfologisch systeem, dat dynamisch is, garandeert nog geen ecologisch optimum. Dat betekent dat de morfologische toestand van de Westerschelde niet volledig als indicator kan worden gebruikt voor de ecologische toestand. Daarom moeten zowel morfologie als ecologie in de gewichtenverdeling zichtbaar zijn. Er is gekozen voor een gelijk gewicht voor beide.

Scheepvaart, infrastructuur, visserij, delfstoffenwinning en archeologie

Op grond van het belang dat in het Beleidsplan Westerschelde aan deze aspecten wordt toegekend, is de verdeling van gewichten vastgesteld. Scheepvaart en infrastructuur, die nauw met elkaar samenhangen, vertegenwoordigen een belangrijke economische factor voor de regio; zij krijgen samen een groot gewicht. De andere aspecten worden naar verhouding van (veel) minder belang geacht en krijgen een klein gewicht.

7.7.3. Afweging tussen gebruiksfuncties en natuur

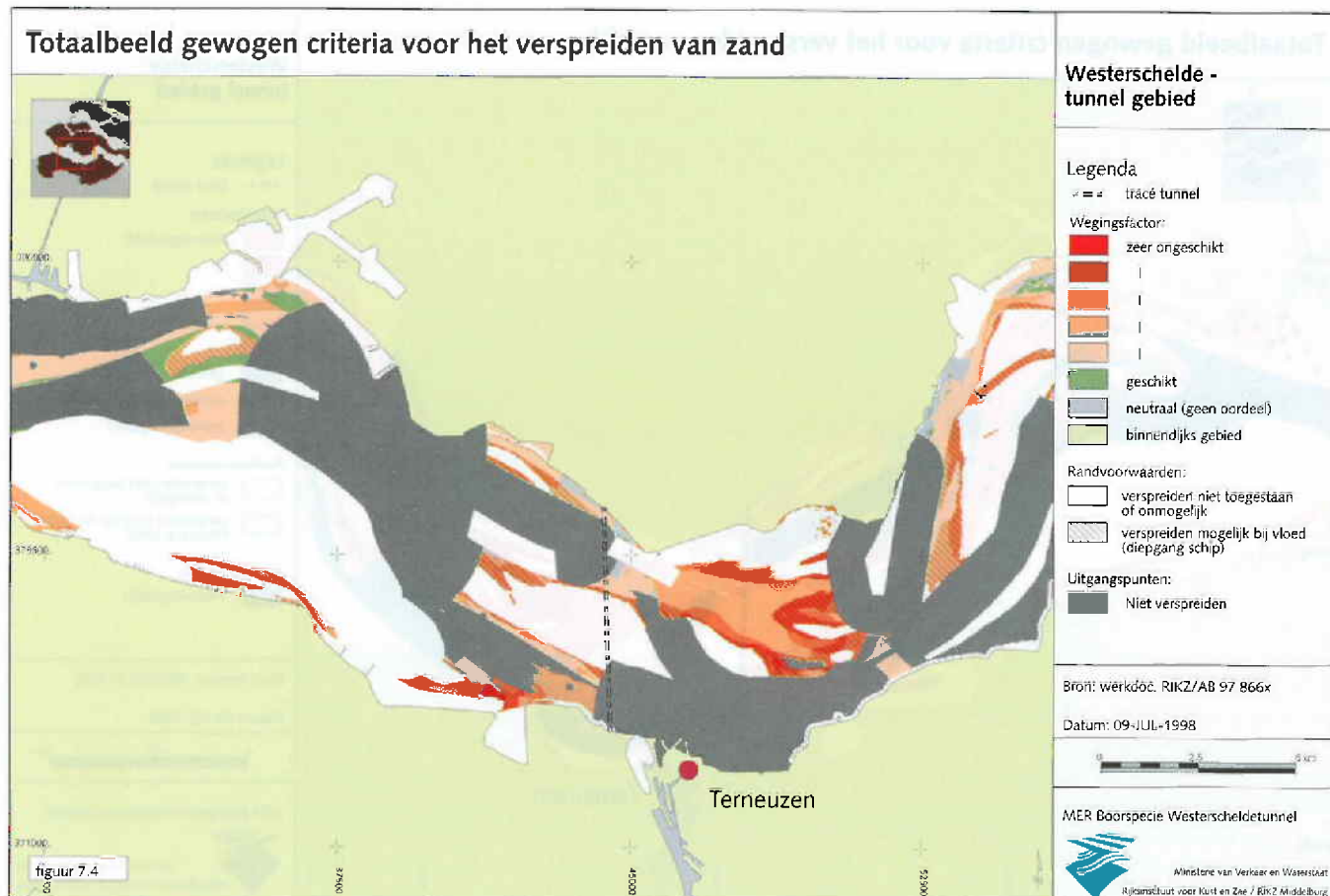
Op het hoogste niveau moet er een afweging worden gemaakt tussen gebruiksfuncties en natuur. Omdat de verdeling van gewichten een subjectief karakter heeft en samenhangt met de invalshoek die wordt gekozen, is aan beide een gelijk gewicht toegekend.

7.8. Geschikte gebieden voor het verspreiden van de boorspecie

Op basis van de verdeling van gewichten, zoals in figuur 7.3 is weergegeven, zijn de afzonderlijke kaarten met (geen)voorkeursgebieden stapsgewijs bij elkaar 'opgeteld', zodat een totaal kaartbeeld ontstaat waarin de meest geschikte gebieden om de boorspecie te verspreiden kunnen worden aangewezen.

Daarbij is nog steeds onderscheid gemaakt tussen de verschillende typen boorspecie (zie figuur 7.4 tot en met figuur 7.7).

Figuur 7.4
Totaalbeeld geschiktheid
gebieden voor het
verspreiden van zand.



7.8.1. Geschikte gebieden

Zand

Voor het verspreiden van zand in de Westerschelde is er in het totale zoekgebied slechts een klein gebied dat als geschikt uit de afweging naar voren komt. Het overgrote deel hiervan ligt echter op betrekkelijk grote afstand van het werkterrein van de tunnel, namelijk ten zuiden van het Sloegebied. Deze afstand wordt als te groot beschouwd om met de relatief kleine splijtbakken steeds naar toe te moeten varen.

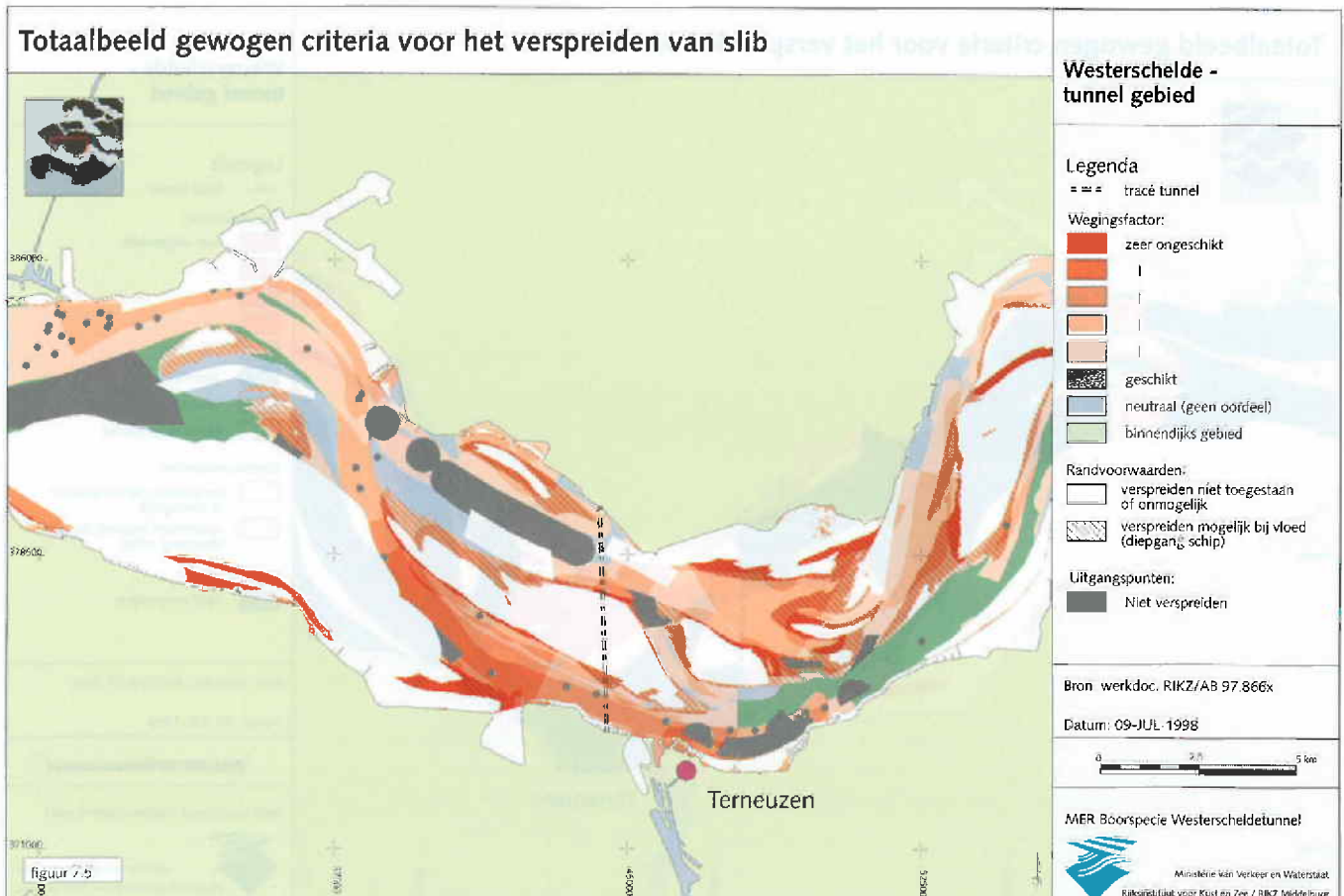
Dichter in de buurt van het werkterrein ligt ten zuiden van de stortlocatie Ellewoutsdijk, die in gebruik is voor specie uit de vaargeul, een klein gebied waar de effecten van het verspreiden van zand als neutraal worden ingeschat. Verder ligt net ten noorden van de hoofdvaargeul tegen de Middelpaalt aan nog een strook die als licht ongunstig wordt beoordeeld.

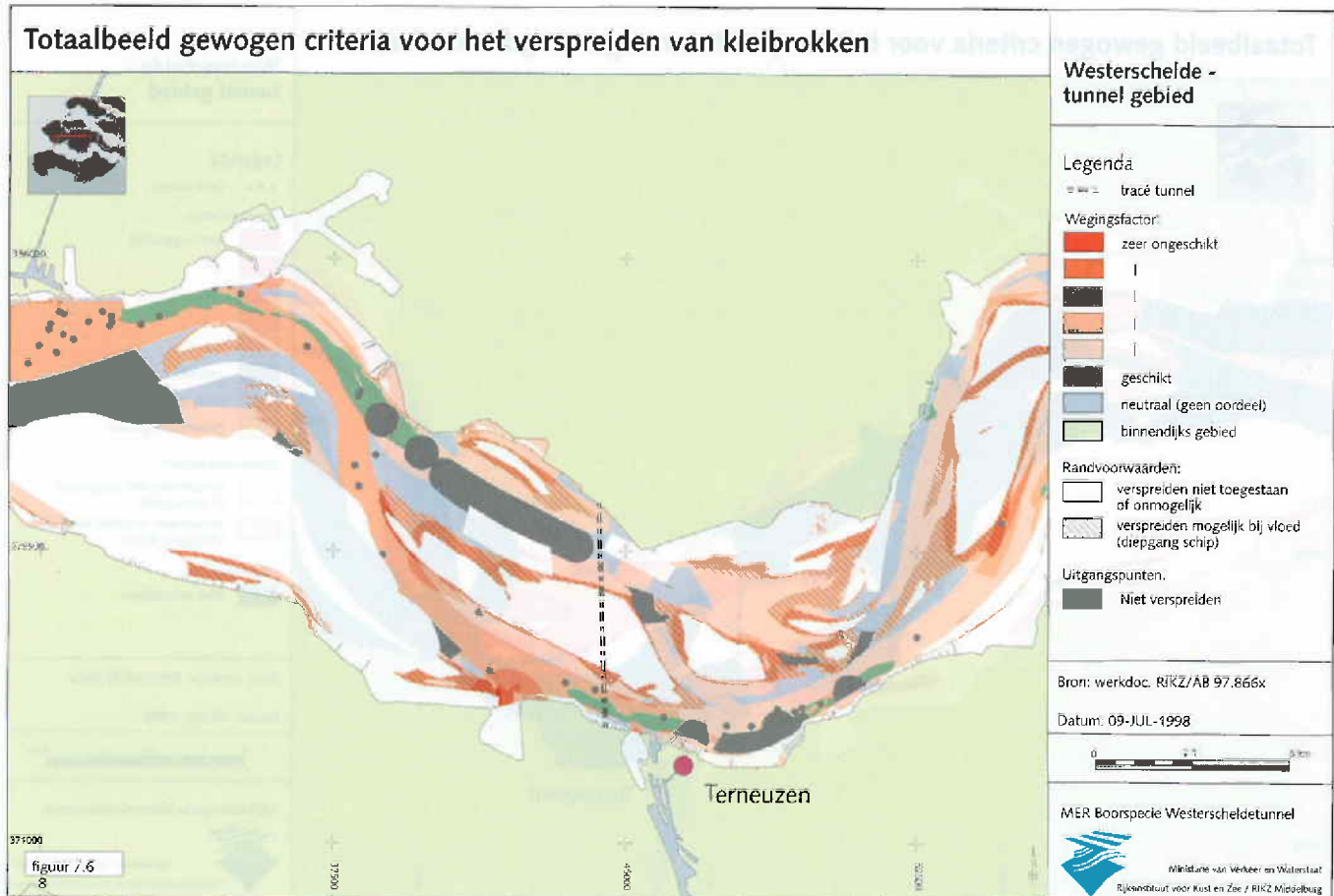
Slib

Voor het verspreiden van slib in de Westerschelde zijn veel meer gebieden als geschikt aan te merken. Het betreft ook hier een gebied ten zuiden van het Sloegebied.

Maar veel dichterbij de buurt van het werkterrein is ten oosten van Terneuzen een deel van de hoofdvaargeul met aanliggende stroken geschikt voor het verspreiden van slib. Deze gebieden zullen worden gebruikt voor de situering van de verspreidingsvakken voor slib.

*Figuur 7.5
Totaalbeeld geschiktheid
gebieden voor het
verspreiden van slib.*





*Figuur 7.6
Totaalbeeld geschiktheid
gebieden voor het
verspreiden van
kleibrokken.*

Kleibrokken

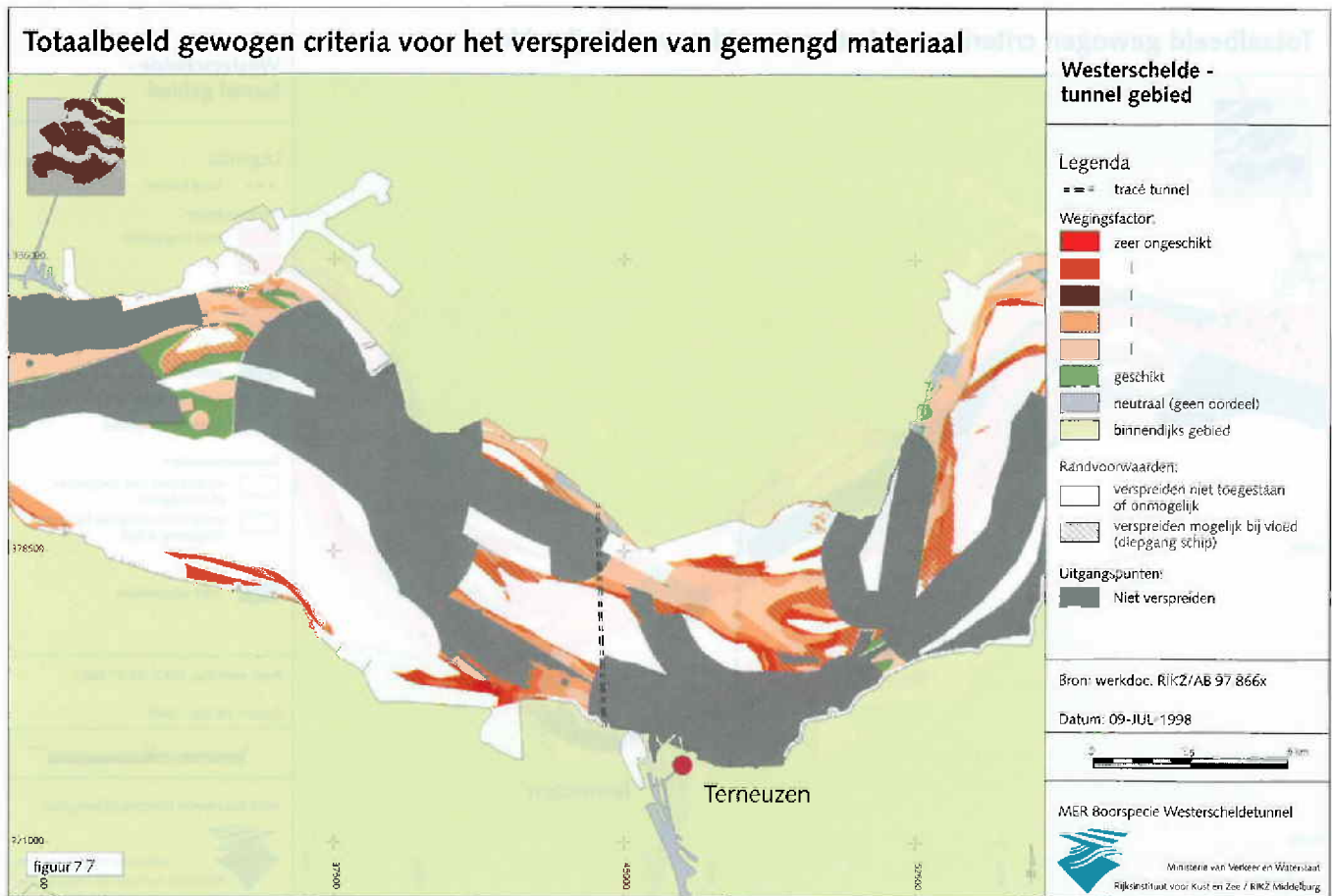
Voor het verspreiden van kleibrokken in de Westerschelde bestaan de gebieden die geschikt zijn uit de zogenaamde turbulentieputten. Dat zijn de diepe putten in de hoofdgeul. Deze putten liggen in de buurt van het Sloegebied, voor de oever bij Terneuzen en meer naar het oosten bij de Eendrachtspolder. Ook hiervoor wordt de afstand naar het Sloegebied als te groot beschouwd.

Gemengd materiaal

De gebieden die geschikt zijn voor het verspreiden van gemengd materiaal in de Westerschelde vertonen overeenkomst met die voor zand en voor een deel met die van kleibrokken. Als geschikt komt ten eerste naar voren een gebied en een put in de hoofdgeul ten zuiden van het Sloegebied; de afstand hier naar toe wordt als te groot beschouwd. Ten tweede zijn geschikt ten oosten van Terneuzen een put bij de Eendrachtspolder en een kleine strook dicht in de buurt hiervan aan de noordzijde van de hoofdvaargeul.

7.8.2. Kenmerken typen boorspecie

In het voorgaande is gesproken over de verschillende typen boorspecie, namelijk: zand, slib, kleibrokken en gemengd materiaal. In de praktijk van het boren zal in principe de boorspecie na de separatie-installatie weer bij elkaar worden gevoegd in één schip. Dat betekent dat de boorspecie in het schip altijd uit een mengsel van verschillende fracties zal bestaan.



Afhankelijk van de plaats van beide boormachines in het geologisch profiel en de heterogeniteit van de geologische lagen zullen de verschillende fracties een bepaald aandeel hebben in het totaal. 'Zuiver' zand en 'zuiver' slib en 'zuiver' kleibrokken zullen hoogst waarschijnlijk niet vrijkomen.

Toch kunnen de boorspeciестromen, die dus een bepaalde verhouding tussen de fracties hebben, wat betreft hun verspreidingsgedrag na het lossen in de Westerschelde wel als zand of slib of kleibrokken worden beschouwd. In schema 7.1 is aangegeven hoe groot het aandeel van bepaalde fracties moet zijn om het materiaal als een bepaald type boorspecie te kunnen beschouwen. In feite gaat het dus om 'zandig', 'slibrijk' en 'kleibrokken rijk' materiaal. Het schema laat bijvoorbeeld zien dat slib voor minstens de helft uit de kleinste fractie ($< 30 \mu\text{m}$) moet bestaan, maar dat ook andere fracties aanwezig mogen zijn.

De boorspecie wordt als 'gemengd' beschouwd als aan geen van de criteria voor de andere typen boorspecie wordt voldaan. Voor het verspreiden is het niet nodig om dit materiaal eerst te scheiden in de andere typen boorspecie. Gemengd materiaal betekent alleen dat alle fracties een behoorlijk aandeel in de specie kunnen hebben - bijvoorbeeld zowel zand als slib - en dat niet één van de fracties overheerst. Bij de keuze van de verspreidingslocaties is daar rekening mee gehouden.

Figuur 7.7
Totaalbeeld geschiktheid gebieden voor het verspreiden van gemengd materiaal.

7.9. Gevoeligheidsanalyse

De gebieden die geschikt zijn voor het verspreiden van de boorspecie, zijn ontstaan door een stapsgewijze 'optelling' van criteria en aspecten met toepassing van gewichten. In een gevoeligheidsanalyse zijn de gewichten in de bovenste niveaus van de boom met locatiegebonden criteria (figuur 7.3) gevarieerd om te zien of de ligging of de grootte van deze gebieden hierdoor zou veranderen.

Schema 7.1
Typen boorspecie.

Type verspreidingsvak	Fractie uit de separatie-installatie			
	> 4 mm	100 µm-4 mm	30-100 µm	< 30 µm
Kleibrokken	≥ 40%			
Zand		≥ 80%		
Slib				≥ 50%
Gemengd	mengsels die niet voldoen aan bovenstaande criteria			

7.9.1. Verdeling gewicht tussen morfologie en ecologie

In figuur 7.3 is de verdeling tussen morfologie en ecologie 50-50%.

Indien deze verdeling naar beide kanten sterk tot zeer sterk wordt verschoven, dan blijkt er weinig te veranderen wat betreft het oppervlak en de ligging aan gebieden die het meest geschikt zijn voor het verspreiden van boorspecie.

Bij een verschuiving ten gunste van ecologie, neemt het oppervlak aan zeer ongunstige gebieden weliswaar toe, maar voor de keuze van de verspreidingslocaties komen deze zeer ongunstige gebieden toch niet in aanmerking. Indien de verdeling wordt verschoven ten gunste van morfologie, dan blijkt het oppervlak aan gebieden die licht ongunstig zijn om de boorspecie te verspreiden, aanmerkelijk toe te nemen.

Geconcludeerd mag worden, dat de verdeling 50-50% tussen morfologie en ecologie een goed beeld geeft van de gebieden die geschikt zijn om de boorspecie te verspreiden.

7.9.2. Verdeling gewicht tussen gebruiksfuncties en natuur

In figuur 7.3 is de verdeling tussen gebruiksfuncties en natuur 50-50%.

Bij een verschuiving van de verdeling ten gunste van gebruiksfuncties neemt het oppervlak aan meest geschikte gebieden verder af tot bijna niets. Het oppervlak aan licht ongunstig gebied neemt echter aanmerkelijk toe. Bij een verschuiving ten gunste van natuur verandert er niet wezenlijk iets in de ligging van de gebieden ten opzichte van de verdeling 50-50%.

Geconcludeerd mag worden, dat de verdeling 50-50% tussen gebruiksfuncties en natuur een goed beeld geeft van de gebieden die geschikt zijn om de boorspecie te verspreiden.

7.10. Keuze van de verspreidingsvakken

7.10.1. Ligging verspreidingsvakken

Binnen de gebieden die in paragraaf 7.8 als meest geschikt zijn aangemerkt om boorspecie te verspreiden, moeten nog de precieze verspreidingsvakken worden aangewezen. Hoewel ten zuiden van het Sloegebied een gebied ligt dat voor alle typen boorspecie geschikt is, zijn hier geen verspreidingsvakken aangewezen. De afstand die vanaf Terneuzen hiernaartoe moet worden overbrugd met het geringe aantal beschikbare, relatief kleine schepen, is te groot om een continue afvoer van boorspecie vanaf het werkterrein te kunnen garanderen. De verspreidingsvakken zijn daarom dicht bij Terneuzen aangewezen. Zij zijn aangegeven in figuur 7.1.

Zand

Voor zand zijn 2 verspreidingsvakken aangewezen.

■ Zand1

Dit vak ligt aan de noordkant van de hoofdvaargeul tegen de Middelpaalt aan. De diepte van het vak is het grootst tegen de vaargeul aan, NAP -12,5 m; het vak wordt ondieper naar de Middelpaalt

toe. Het huidige bodemmateriaal varieert in korrelgrootte tussen de 250 en 50 μm . De stroomsnelheid ligt tussen 0,5 en 0,75 m/s afhankelijk van het tijdstip in de getijcyclus.

■ Zand2

Dit vak ligt in een nevengeul, net ten zuiden van het bestaande stortvak Ellewoutsdijk, dat voor de baggerspecie uit de vaargeul wordt gebruikt. De diepte van het vak is ongeveer NAP -25 m. Het bodemmateriaal bestaat uit grof zand ($>250 \mu\text{m}$) en de stroomsnelheid varieert tussen 1,0 en 1,5 m/s afhankelijk van het tijdstip in de getijcyclus.

Slib

Voor slib zijn 2 verspreidingsvakken aangewezen.

■ Slib1

Dit vak ligt in het oostelijk deel van de Pas van Terneuzen. Dit gebied is sinds de jaren '60 sterk geërodeerd. De diepte in dit vak varieert tussen NAP -10 en -3 m.

■ Eendrachtpolder

Dit vak ligt tegen de zuidkant van de hoofdvaargeul in het oostelijk deel van de Pas van Terneuzen. Op deze plaats ligt een turbulentieput (dieper dan NAP -30 m) waar de stroomsnelheden kunnen oplopen tot boven 1,75 m/s. Het huidige bodemmateriaal bestaat uit zeer grof sediment omdat alleen dit blijft liggen bij deze hoge stroomsnelheden.

Kleibrokken

Voor kleibrokken is 1 verspreidingsvak aangewezen.

■ Klei1

Dit vak ligt niet ver van de ingang van het kanaal Gent-Terneuzen. Ook op deze plaats ligt een turbulentieput (dieper dan NAP -30 m). De stroomsnelheden in deze put zijn hoog, maar minder hoog dan in het vak Eendrachtpolder. Hierdoor is het huidige bodemmateriaal in het vak klei1 ook minder grof.

Gemengd materiaal

Voor gemengd materiaal zijn 2 verspreidingsvakken aangewezen.

■ Gemengd1

Dit vak ligt aan de noordkant van de hoofdvaargeul, tegenover het vak Eendrachtpolder. De stroomsnelheden zijn hier redelijk hoog. Het bodemmateriaal varieert qua korrelgrootte tussen 175 en 250 μm .

■ Voor gemengd materiaal kan ook het vak **Eendrachtpolder** worden gebruikt.

7.10.2. Kenmerken van de verspreidingsvakken

Het oppervlak en de vorm van de verspreidingsvakken is gebaseerd op de gebieden die bij de locatiekeuze als meest geschikt uit de afweging naar voren kwamen. De eis aan deze verspreidingsvakken is dat zij voldoende capaciteit hebben voor de boorspecie.

Op grond van de gegevens uit hoofdstuk 4 is de maximaal benodigde capaciteit van de verspreidingsvakken geschat. Het verspreidingsvak 'gemengd1' heeft uit voorzorg zulke afmetingen gekregen dat, tezamen met het vak Eendrachtpolder, het vak voldoende groot is om alle boorspecie hier te kunnen verspreiden.

De capaciteit van de verspreidingsvakken is bepaald door het oppervlak van het vak en de toegestane mate van ophoging van de bodem. Om het morfologische evenwicht in de Westerschelde niet ingrijpend te verstoren, mag de ophoging van de bodem in de meeste verspreidingsvakken aan het einde van de verspreidingsperiode maximaal 3 m zijn. Omdat het verspreiden van de boorspecie over een periode van ca. tweeënehalf jaar is uitgespreid, is aangenomen dat in die periode minimaal een laag van 1 m dikte uit een verspreidingsvak erodeert. De maximaal te lossen laagdikte is dan in feite 4 m. Voor de locatie Eendrachtpolder is gezien de huidige diepte van het vak een verondieping van 6 m

Tabel 7.2
Oppervlak en capaciteit
van de
verspreidingsvakken.

Verspreidingsvak	Oppervlak (ha)	Capaciteit (m³)
Zand1	16	630.000
Zand2	29	1.180.000
Slib1	26	1.040.000
Klei1	16	490.000
Gemengd1	9	370.000
Eendrachtpolder (slib, gemengd)	28	1.990.000

mogelijk. Het oppervlak en de globale capaciteit van de verspreidingsvakken is weergegeven in tabel 7.2. De capaciteit moet als indicatief worden beschouwd omdat het verspreide materiaal voor een groot gedeelte niet zal blijven liggen.

7.10.3. Gebruik van de verspreidingsvakken

Per type boorspecie - behalve voor kleibrokken omdat de verwachte hoeveelheid betrekkelijk klein zal zijn - zijn dus 2 verspreidingsvakken aangewezen. Dit is gedaan om de volgende redenen:

■ *Gelijkmatige verdeling zand over het gebied*

Het zand moet zo gelijkmatig mogelijk over het gebied worden verspreid, zodat het morfologisch evenwicht zo min mogelijk wordt verstoord. Dat wil zeggen een gelijkmatige verdeling over hoofd- en nevengeul. Dit betekent dat wanneer er in een periode zand en gemengd materiaal vrijkomt, het zand in het verspreidingsvak zand2 moet worden gelost.

■ *Zo min mogelijk vertroebeling*

De gelijkmatige spreiding over de vakken geldt ook voor slib. Op die manier worden de tijdelijke negatieve (ecologische) effecten door vertroebeling zoveel mogelijk geminimaliseerd. Vooral in de periode april-augustus is dit van belang.

■ *Voorkomen cumulatieve effecten boorspecie en baggerspecie*

Het vak zand2 bevindt zich naast het stortvak Ellewoutsdijk waar baggerspecie uit de vaargeul wordt gestort. Om te voorkomen dat cumulatieve effecten van het verspreiden van boor- en baggerspecie kunnen optreden, dient bij voorkeur niet gelijktijdig gebruik te worden gemaakt van de vakken Ellewoutsdijk en zand2.

7.11. Andere wijze van verspreiden: met pijpleiding

In de startnotitie [43] en ook bij de hiervoor beschreven selectie van de verspreidingsvakken is ervan uitgegaan dat de boorspecie met behulp van schepen in de Westerschelde zal worden verspreid.

Tijdens het opstellen van dit MER is gebleken dat het bij het verspreiden van alle boorspecie met schepen om een redelijk aantal vaarbewegingen gaat (zie hoofdstuk 'Effecten'). Deze wijze van afvoeren zal daarom voor een zekere mate van hinder voor de reguliere scheepvaart kunnen zorgen.

Daarom is, naast het verspreiden van de boorspecie met schepen, het verspreiden van (een deel van) de boorspecie door middel van een pijpleiding, die rechtstreeks van het werkterrein van de tunnel over de waterkering heen naar de Westerschelde loopt, in dit MER meegenomen. Op deze wijze hoeft er niet of veel minder met splijtbakken te worden gevaren.

Voor de beoordeling van het verspreiden van boorspecie met behulp van een pijpleiding is het volgende van belang:

■ *Geen hinder scheepvaart door pijpleiding*

De hoofdvaargeul over de Westerschelde loopt vlak langs het werkterrein van de tunnel. Uitgangspunt voor de constructie van een pijpleiding is dat de scheepvaart er niet door mag worden gehin-

derd. Uit een globaal ontwerp blijkt dat het mogelijk is de pijpleiding zo aan te leggen dat aan dit uitgangspunt wordt voldaan.

■ *Geschiktheid verspreidingslocatie*

Daarnaast is beoordeeld of het deel van de Westerschelde direct naast het werkterrein geschikt is voor het verspreiden van boorspecie. Bij de beoordeling van het verspreiden met een pijpleiding speelt de hinder van de scheepvaart geen rol. Wanneer het aspect scheepvaart wordt weggelaten uit de optelling van de verschillende (geen)voorkeursgebieden, dan blijkt dat de diepe turbulentieput, die min of meer direct naast het werkterrein in de Pas van Terneuzen ligt, geschikt is voor het verspreiden van alle boorspecie.

Het verspreidingsvak voor het verspreiden met behulp van een pijpleiding is aangegeven in figuur 7.1. Voor de bepaling van de capaciteit van dit verspreidingsvak is een maximale verondieping van 8 m aangehouden. De capaciteit is aangegeven in tabel 7.3.

Verspreidingsvak	Oppervlak (ha)	Capaciteit (m ³)
Pijpleidinglocatie	24	2.190.000

Tabel 7.3
Oppervlakte en
capaciteit van de
pijpleidinglocatie.

8. De alternatieven in dit MER

8.1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de alternatieven beschreven die in hoofdstuk 9 van dit MER op hun effecten zullen worden beoordeeld. Omdat er rond het boorproces nog veel onzekerheden bestaan, zijn de alternatieven opgebouwd aan de hand van enkele thema's, die onder andere hun verankering vinden in het vigerend beleid. De hoeveelheden boorspecie die in ieder alternatief worden verspreid c.q. hergebruikt, moeten als een benadering worden beschouwd.

In totaal zijn vijf alternatieven samengesteld. In twee alternatieven wordt een deel van de boorspecie hergebruikt en het resterende deel van de boorspecie wordt verspreid in de Westerschelde. In de andere drie alternatieven wordt alle boorspecie in de Westerschelde verspreid, waarbij de manier van verspreiden verschilt. De basisinformatie voor de alternatieven kan worden gevonden in de hoofdstukken 6 en 7.

Stapsgewijze opbouw alternatieven

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt de opbouw van de alternatieven stapsgewijs toegelicht. Eerst worden binnen hergebruik enerzijds en binnen verspreiden in de Westerschelde anderzijds verschillende varianten samengesteld. Bij het hergebruik bestaan deze varianten uit sets van hergebruiksmogelijkheden. Bij het verspreiden worden twee verschillende manieren van verspreiden onderscheiden. Vervolgens vormt één variant voor hergebruik tezamen met één variant voor verspreiden in de Westerschelde bij elkaar een alternatief.

8.2. De varianten

8.2.1. Varianten voor hergebruik

Teruggrijpend op hoofdstuk 6 is daarin een aantal mogelijkheden voor hergebruik geselecteerd, die voldoen aan de civieltechnische en milieuhygiënische eisen, waarvoor mogelijk een afzetmarkt aanwezig is en waarvoor voldoende boorspecie beschikbaar is. Deze hergebruiksmogelijkheden, inclusief de locatie voor het hergebruik, zijn beoordeeld met behulp van een drietal milieucriteria: 'vermeden primaire grondstoffen', 'brandstofverbruik ten gevolge van transport en bewerkingen' en 'landgebruik'. In tabel 8.1 zijn de hergebruiksmogelijkheden met de scores op deze criteria nogmaals weergegeven. Aan de hand van deze scores zijn twee varianten voor hergebruik opgesteld, die ieder een thema hebben meegekregen. Elke variant bestaat uit een set van hergebruiksmogelijkheden (zie de laatste twee kolommen van tabel 8.1).

Varianten en bijbehorende thema's voor hergebruik

De varianten voor hergebruik en de thema's die ten grondslag liggen aan de samenstelling van deze varianten, zijn:

■ Variant: Zoveel mogelijk hergebruik

In aansluiting op het rijksbeleid dat erop is gericht het hergebruik van materialen te bevorderen, is in deze variant de mogelijkheid tot uitsparing van primaire grondstoffen van doorslaggevend belang geacht. Dit betekent dat alle hergebruiksmogelijkheden met bijbehorende locatie, die in hoofdstuk 6 zijn geselecteerd, in deze variant zijn opgenomen.

■ Variant: Hergebruik met milieuvoordeel

In deze variant is het uitsparen van primaire grondstoffen niet beschouwd als doel op zich, maar is het achterliggende doel van hergebruik, namelijk minder milieuschade te veroorzaken, ook als overweging meegenomen. Dat betekent dat mogelijkheden voor hergebruik naast het uitsparen van primaire grondstoffen ook op andere milieuaspecten een aanwijsbaar voordeel moeten opleveren. Vertaald naar dit MER betekent dit, dat in deze variant de mogelijkheden voor hergebruik hetzij ten aanzien van landgebruik, hetzij ten aanzien van energiegebruik een positief resultaat moeten geven. Op basis van tabel 8.1 leidt dit ertoe dat alle mogelijkheden voor hergebruik in deze variant zijn opgenomen behalve het hergebruik van boorspecie in geluidswallen in het noordelijke toeleidende

Hergebruiksmogelijkheid	Besparing primaire grondstoffen (m³)	Besparing brandstof (l *1000)	Besparing landgebruik (m².j *1000)	Varianten	
				Zoveel mogelijk hergebruik	Hergebruik met milieuvoordeel
Afdeklaag stortplaatsen					
– Koegorspolder	130.000	-7	170	•	•
– Sloegebied	270.000	-304	351	•	•
Afdichtingslaag stortplaatsen					
– Koegorspolder	33.000	-8	43	•	•
Waterkeringen					
– Paulinapolder	37.000	-14	47	•	•
– Sitterspolder	30.000	-11	38	•	•
– Saeflinge	20.000	-42	25	•	•
Wegenbouw					
– zuidzijde WST	56.000	53	-2	•	•
Geluidswallen					
– noordzijde WST	331.000	-290	-10	•	•
– zuidzijde WST	103.000	97	-3	•	•
– Oostburg-Terneuzen	25.000	16	-1	•	•

Tabel 8.1
Varianten voor
hergebruik.

tracé naar de Westerscheldetunnel. Hergebruik in deze geluidswallen scoort zowel op energiegebruik als op landgebruik negatief.

8.2.2. Varianten voor verspreiden van de boorspecie in de Westerschelde

Varianten en bijbehorende thema's voor verspreiden

Ook voor het verspreiden van de boorspecie zijn twee varianten geformuleerd. De thema's voor deze varianten hebben te maken met de verschillende wijze waarop de boorspecie wordt verspreid:

■ Variant: Verspreiden met schepen

In deze variant wordt, in overeenstemming met de gesloten overeenkomst voor de bouw van de tunnel, alle boorspecie die wordt verspreid in de Westerschelde, met schepen naar de betreffende verspreidingsvakken gebracht om daar te worden gelost.

■ Variant: Verspreiden met pijpleiding en schepen

In deze variant is gezocht naar een mogelijkheid om de hinder van de schepen die de boorspecie naar de verspreidingsvakken moeten brengen, zoveel mogelijk te beperken. De meest doeltreffende manier hiervoor is om de slibfractie (fractie <30 µm) na het vrijkomen uit de separatie-installatie per pijpleiding niet naar het schip te brengen en vervolgens weg te varen, maar direct per pijpleiding in de Westerschelde te lozen. Het totaal aantal vaarbewegingen naar de verspreidingsvakken kan hiermee worden beperkt. In deze variant wordt dus een deel van de boorspecie rechtstreeks per pijpleiding in de Westerschelde geloosd, het resterende deel wordt per schip naar een verspreidingsvak gebracht.

■ Variant: Verspreiden met pijpleiding

In deze variant wordt alle boorspecie direct via een pijpleiding in de Westerschelde geloosd en hoeft er dus niet met schepen te worden gevaren.

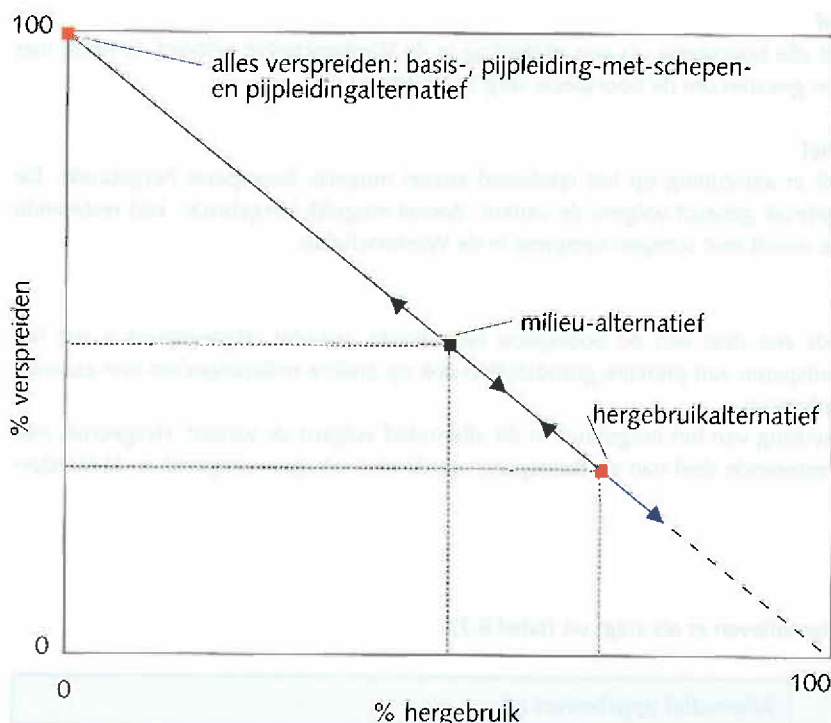
8.3. De alternatieven

Opbouw alternatieven

De alternatieven in dit MER zijn opgebouwd met behulp van de hierboven beschreven varianten. Dat wil zeggen dat bij ieder alternatief eerst een keuze is gemaakt voor het in meer of mindere mate hergebruiken van de boorspecie, waarna het resterende deel van de boorspecie in de Westerschelde wordt verspreid.

Alternatieven als verkenning van het veld waarbinnen effecten optreden

Op deze plaats wordt nogmaals benadrukt dat de alternatieven zijn bedoeld als een verkenning van het veld waarbinnen de effecten van hergebruik en verspreiden van boorspecie in de Westerschelde zullen optreden. Met deze alternatieven zijn de uitersten van het veld in beeld gebracht. In de onderstaande figuur is dat schematisch weergegeven. De grafieklijn van linksboven naar rechtsonder geeft de verhouding aan tussen verspreiden en hergebruik. Het laatste stuk van de lijn is gestippeld: het is niet mogelijk alle boorspecie te hergebruiken, omdat niet alle boorspecie daar geschikt voor is.



In het punt linksboven zal alle boorspecie worden verspreid in de Westerschelde en geen boorspecie worden hergebruikt. Het aandeel verspreiden bij het basisalternatief en de pijpleidingalternatieven is bekend, namelijk 100%. Welke exacte hoeveelheden boorspecie daarbij horen, is afhankelijk van een aantal niet exact te voorspellen factoren bij het boorproces.

De andere twee punten op de lijn geven de alternatieven weer waarin een deel van de boorspecie zal worden hergebruikt. Gezien de onzekerheden die er bestaan omtrent de geschiktheid van de boorspecie voor hergebruik, moeten deze alternatieven niet als een exact punt op deze lijn worden beschouwd. In werkelijkheid liggen beide alternatieven op de lijn met een zekere marge eromheen.

Het is met andere woorden niet mogelijk één van deze alternatieven te kiezen en deze exact als beschreven uit te voeren. Het is wel mogelijk met behulp van deze alternatieven een goed beeld te krijgen van de effecten die kunnen optreden.

De alternatieven

De volgende vijf alternatieven worden in dit MER gepresenteerd:

■ 'Basis' alternatief

In dit alternatief wordt alle boorspecie met schepen verspreid in de Westerschelde. Er wordt geen boorspecie hergebruikt.

Dit alternatief is gebaseerd op de overeenkomst die is afgesloten voor de bouw van de Westerscheldetunnel, waarin is opgenomen dat alle boorspecie kan worden verspreid in de Westerschelde, mits voldaan wordt aan de vigerende milieu eisen.

■ 'Pijpleiding-met-schepen' alternatief

In dit alternatief wordt alle boorspecie verspreid in de Westerschelde. Er wordt geen boorspecie hergebruikt. Om de hinder van extra vaarbewegingen ten behoeve van het wegbrengen van de specie zoveel mogelijk te beperken, wordt de slibfractie per pijpleiding direct in de Westerschelde geloosd. Het resterende deel van de boorspecie wordt per schip in de Westerschelde verspreid.

■ 'Pijpleiding' alternatief

In dit alternatief wordt alle boorspecie via een pijpleiding in de Westerschelde geloosd. Er hoeft niet met schepen te worden gevaren om de boorspecie weg te brengen.

■ 'Hergebruiks' alternatief

In dit alternatief wordt in aansluiting op het rijksbeleid zoveel mogelijk boorspecie hergebruikt. De invulling van het hergebruik gebeurt volgens de variant 'Zoveel mogelijk hergebruik'. Het resterende deel van de boorspecie wordt met schepen verspreid in de Westerschelde.

■ 'Milieu' alternatief

In dit alternatief wordt een deel van de boorspecie hergebruikt, waarbij uitgangspunt is dat het hergebruik naast het uitsparen van primaire grondstoffen ook op andere milieuaspecten een aanwijsbaar voordeel moet opleveren.

Daarom gebeurt de invulling van het hergebruik in dit alternatief volgens de variant 'Hergebruik met milieuvoordeel'. Het resterende deel van de boorspecie wordt met schepen verspreid in de Westerschelde.

Samenvattend zien de alternatieven er als volgt uit (tabel 8.2).

Naam alternatief	Alternatief opgebouwd uit:	
	Hergebruik	Verspreiden
'Basis'	Geen hergebruik	Alle specie verspreiden met schepen
'Pijpleiding met schepen'	Geen hergebruik	Slibfractie verspreiden met pijpleiding, resterende deel met schepen
'Pijpleiding'	Geen hergebruik	Alle specie verspreiden met pijpleiding
'Hergebruik'	Zoveel mogelijk hergebruik	Resterende specie verspreiden met schepen
'Milieu'	Hergebruik met milieuvoordeel	Resterende specie verspreiden met schepen

Tabel 8.2
Overzicht van
alternatieven.

8.4. Hergebruik en verspreiden in het boortraject (bijlagen 3 t/m 8)

8.4.1. Schematische weergave

Het is duidelijk dat per alternatief de totale hoeveelheid boorspecie die wordt hergebruikt en het resterende deel dat wordt verspreid in de Westerschelde, verschilt. Om inzichtelijk te maken waar in het boortraject boorspecie kan worden hergebruikt en hoeveel, en waar in het traject specie wordt verspreid in de Westerschelde, is voor ieder alternatief het boortraject schematisch uitgezet. Per tunnelbuis is per week aangegeven in welke geologische laag wordt geboord. Daarnaast is aangegeven welk deel wordt hergebruikt en welk deel wordt verspreid. Direct zichtbaar is dat is aangenomen dat met het boren van de tweede buis wordt gestart 13 weken na de start van het boren van de eerste buis.

Er wordt nadrukkelijk op gewezen dat de schema's als een indicatie moeten worden beschouwd. De schema's gaan uit van een continue voortgang van de boormachines in beide tunnelbuizen. De kans dat de voortgang via dit ideale schema verloopt, is klein. Bij een andere voortgang verschuiven beide buizen ten opzichte van elkaar. De hoeveelheden boorspecie die voor hergebruik zijn bestemd, veranderen niet door deze verschuiving in voortgang tussen de tunnelbuizen. Maar de samenstelling van de specie uit beide buizen tezamen kan wel veranderen, zodat wellicht in bepaalde perioden een ander type verspreidingsvak moet worden gebruikt.

8.4.2. Hergebruik

Met gekleurde (paars/rode tinten) blokken is aangegeven waar in het traject boorspecie geschikt is voor een bepaalde hergebruiksmogelijkheid. Daaruit blijkt dat voor één bepaalde hergebruiksmogelijkheid over het algemeen in een aantal verschillende perioden gedurende de totale boortijd van ongeveer tweeënhalf jaar boorspecie apart afgescheiden moet worden voor hergebruik.

In hoofdlijn zijn de twee grootste fracties (>4 mm en 4 mm- 100 μ m) en een deel van de fractie 100 μ m- 30 μ m geschikt voor hergebruik. De fractie <30 μ m zal altijd moeten worden verspreid in de Westerschelde. De hoeveelheden boorspecie die hergebruikt kunnen worden moeten gezien worden als indicatieve hoeveelheden. In de verdeling van de boorspecie over de verschillende in de separatie-installatie af te scheiden grondstromen (de verschillende separatietrappen) kunnen aanzienlijke fluctuaties optreden.

8.4.3. Verspreiden

Acceptatiebeleid voor de keuze van het type verspreidingsvak

Het deel van de boorspecie dat niet wordt hergebruikt, wordt verspreid in de Westerschelde. Daarbij wordt de uit beide tunnelbuizen tegelijk vrijkomende boorspecie bij elkaar in één schip gebracht en afgevoerd. Naar welk type verspreidingsvak de specie wordt gebracht, is afhankelijk van de samenstelling van de boorspecie.

De keuze van het verspreidingsvak is echter niet één-op-één gekoppeld aan de geologische laag. Want uit één en dezelfde geologische laag zullen verschillende fracties, zowel grove als fijne, vrijkomen. Bovendien wordt de specie uit de twee tunnelbuizen, die zich wellicht in twee verschillende geologische lagen bevinden, bij elkaar gevoegd en wordt eventueel een deelstroom afgescheiden ten behoeve van hergebruik.

De keuze van het verspreidingsvak wordt echter wel bepaald door de omvang van het aandeel van de verschillende fracties in de boorspecie. Daarvoor zijn de volgende acceptatiecriteria gehanteerd (zie schema 8.1). Voor het kunnen verspreiden in de verspreidingsvakken 'kleibrokken', 'zand' en 'slib' moet het aandeel van een bepaalde fractie een bepaald percentage overschrijden. Indien aan geen van deze percentages wordt voldaan, wordt de boorspecie in een verspreidingsvak van het type 'gemengd' verspreid.

Op basis van deze criteria is voor ieder alternatief de vrijkomende boorspecie toegekend aan een bepaald type verspreidingsvak. Dit is schematisch met gekleurde (geel/blauwe/groene tinten) blokken

Type verspreidingsvak	Fractie uit de separatie-installatie			
	> 4 mm	100 µm-4 mm	30-100 µm	< 30 µm
Kleibrokken	≥ 40%			
Zand		≥ 80%		
Slib				≥ 50%
Gemengd	indien niet aan bovenstaande criteria wordt voldaan			

Schema 8.1
Acceptatiecriteria voor
het verspreiden.

aangegeven (zie bijlage 3 t/m 8). Hieruit blijkt dat per alternatief de typen verspreidingsvakken die worden gebruikt en de hoeveelheden boorspecie die erin worden verspreid, verschillen.

Met de veronderstellingen die zijn gedaan over het aanwezig zijn van kleibrokken in de boorspecie, blijkt dat desondanks het verspreidingsvak van het type 'kleibrokken' in geen enkel alternatief wordt gebruikt, omdat het aandeel kleibrokken niet groot genoeg is.

Alles verspreiden in de Westerschelde

Als alle boorspecie wordt verspreid met behulp van schepen, gaat ongeveer de ene helft naar verspreidingsvakken van het type 'zand' en de andere helft naar 'gemengde' verspreidingsvakken; de andere typen verspreidingsvakken worden bij dit alternatief niet gebruikt. Bij het pijpleiding-met-schepen-alternatief wordt een klein deel van de boorspecie geloosd in het verspreidingsvak dat hiervoor is bedoeld; het grootste deel van de boorspecie gaat naar verspreidingsvakken van het type 'zand'. Het verspreidingsvak van het type 'slib' wordt niet gebruikt in het pijpleiding-met-schepen-alternatief. In het pijpleiding-alternatief wordt alle boorspecie in één verspreidingsvak gelost.

Deels hergebruik, deels verspreiden

Bij de twee alternatieven met hergebruik wordt ten behoeve van dat hergebruik op veel plaatsen in het boortraject dusdanig veel van de grootste fracties van de boorspecie afgescheiden, dat een mengsel overblijft dat geschikt is om in verspreidingsvakken van het type 'slib' te lossen. Bij deze twee alternatieven worden de 'zand'- en 'gemengde' vakken in veel mindere mate gebruikt.

9. Effecten van de alternatieven

In dit hoofdstuk worden de effecten van de alternatieven, zoals die zijn samengesteld in hoofdstuk 8, beschreven. Allereerst wordt aandacht besteed aan een aantal hoofdzaken die het gevolg zijn van het afvoeren van de boorspecie. Vervolgens wordt meer specifiek ingegaan op de effecten van de verschillende alternatieven, zowel ten aanzien van hergebruik als ten aanzien van het verspreiden in de Westerschelde.

9.1. De grote lijn in de effecten van het afvoeren van de boorspecie

9.1.1. De typen materiaal en hun hoeveelheden

Wanneer alle boorspecie wordt verspreid, wordt in totaal ongeveer 2,1 miljoen ton droge stof aan het Westerscheldesysteem toegevoegd.

Wat betreft de effecten die dit heeft, moet onderscheid worden gemaakt naar de verschillende materialen waaruit de boorspecie bestaat.

Zand

De maximale hoeveelheid zand uit de boorspecie die wordt verspreid, ligt rond de 1 miljoen ton droge stof. Het Westerscheldesysteem bestaat voor een groot gedeelte uit zandig materiaal. Deze eenmalige hoeveelheid boorspecie betekent op zich wel een toevoeging aan de Westerschelde maar mag als hoeveelheid te verspreiden materiaal klein worden beschouwd in verhouding tot de jaarlijks terugkerende hoeveelheden die worden gestort in het kader van de verruiming van de vaargeul (ca. 14 miljoen m³ per jaar, de komende vier jaar) en het onderhoud daaropvolgend (ca. 8 miljoen m³ per jaar). Bovendien wordt voor de bouw van de Westerscheldetunnel ca. 4,5 miljoen m³ niet-glauconiethoudend zand uit de Westerschelde onttrokken. Daarnaast vindt ook voor andere toepassingen zandwinning plaats, die juist aan een maximum is gebonden om het morfologisch systeem van de Westerschelde niet teveel te ontregelen.

Slib

De maximale hoeveelheid slib uit de boorspecie die wordt verspreid, ligt rond de 1 miljoen ton droge stof en is hoofdzakelijk afkomstig van de Boomse klei. De geologische laag van de Boomse klei ligt op enkele plaatsen in de ebgeul in de Westerschelde aan het oppervlak en is dus niet gebiedsvreemd voor het Westerscheldesysteem. Ook het verspreiden van slib in de Westerschelde is niet nieuw. Er wordt regelmatig slib uit de havens in de Westerschelde gestort, om de havens op diepte te houden. De hoeveelheid slib afkomstig van havenonderhoud dat in het westelijk deel van de Westerschelde wordt gestort bedraagt jaarlijks ca. 5 miljoen m³.

De genoemde hoeveelheid slib gaat ervan uit dat alle Boomse klei door het boorproces uiteen valt tot een slurry en als slib wordt verspreid. Mogelijk komt een deel van de Boomse klei als brokken vrij. Een deel van de Boomse klei wordt dan als slib verspreid en een deel als kleibrokken.

Uit het bovenstaande komt naar voren dat de hoeveelheden te verspreiden boorspecie in vergelijking met de hoeveelheden die jaarlijks worden gestort in het kader van het reguliere onderhoud van de vaargeul en de havens, klein zijn.

9.1.2. Bentoniet en glauconiet

Behalve zand en slib komen in de boorspecie enkele stoffen voor die niet van nature in het Westerscheldesysteem voorkomen.

Bentoniet

Tijdens het boorproces wordt bentoniet toegevoegd aan de boorspecie. Hoewel de bentoniet in de separatie-installatie zoveel mogelijk wordt afgescheiden van de boorspecie en opnieuw kan worden gebruikt in het boorproces, zal een bepaald deel van de bentoniet achterblijven in de te verspreiden

9. Effecten van de alternatieven

boorspecie. In totaal zal voor het boren van de tunnel maximaal ca. 40.000 ton droge bentoniet worden gebruikt.

De consequenties van het gebruik van bentoniet suspensie voor de civieltechnische eigenschappen van de boorspecie en daarmee voor de hergebruiksmogelijkheden is beschreven in hoofdstuk 6. Het bentonietgehalte van de boorspecie is mede bepalend of een aantal grondstromen geschikt is voor bepaalde hergebruiksmogelijkheden.

Deze hoeveelheid bentoniet zal, in het geval alle boorspecie wordt verspreid, in z'n geheel in de Westerschelde terecht komen. Ten opzichte van de hoeveelheid grond die vrijkomt, bedraagt het aandeel bentoniet gemiddeld minder dan 2%.

Ten aanzien van het gedrag van bentoniet zijn oriënterende laboratoriumproeven gedaan en wordt verwacht dat het bentoniet flocculeert, dat wil zeggen dat bentonietdeeltjes aan elkaar gebonden worden tot 'vlokjes'. De bentonietvlokken zullen zich dan gaan gedragen als het verwante kleimineraal montmorilloniet dat van alle kleimineralen in de Westerschelde het meest voorkomt. Vanwege de lage concentraties bentoniet in de boorspecie zal de invloed op de wijze van verspreiding van de boorspecie na lossen van de boorspecie gering zijn [41].

Om een schatting te kunnen maken van de effecten van bentoniet op organismen is in [41] een vergelijking gemaakt met het storten van boorgruis bij olieboringen op zee waar wel biologisch onderzoek naar is gedaan. Dit onderzoek heeft geen meetbaar effect van de lozing van boorgruis op de samenstelling van de bodemfauna kunnen vaststellen. Hoewel de samenstelling van boorvloeistof bij olieboringen wezenlijk afwijkt van de boorvloeistof bij tunnelboringen, kan toch wel de conclusie worden getrokken dat de effecten van bentoniet op de bodemfauna waarschijnlijk gering zullen zijn. Op vissen worden geen acute effecten van verhoogde slibconcentraties (inclusief bentoniet) verwacht. Op basis van de literatuur zijn geen uitspraken mogelijk over het effect van extra vertroebeling op de foerageer-efficiëntie van vissen. Vooral vissen in het larvenstadium en jonge vissen zijn gevoelig voor verhoogde concentraties van slib [6]. Mogelijk kunnen tijdelijk negatieve effecten van het verspreiden van slib optreden in gebieden die belangrijk zijn als rust- en foerageergebied van vissen in deze stadia.

Glaucaniet

De consequenties van glaucaniet voor de civieltechnische eigenschappen van de boorspecie en daarmee voor de hergebruiksmogelijkheden is uitgebreid beschreven in hoofdstuk 6. Het glaucanietgehalte van de boorspecie is mede bepalend of een aantal grondstromen geschikt zijn voor bepaalde hergebruiksmogelijkheden.

Tijdens het boorproces zal, in het geval alle boorspecie wordt verspreid in de Westerschelde, in totaal ongeveer 800 000 ton droge stof glaucaniethoudend zand afgevoerd en verspreid worden. Het percentage glaucanietkorrels in dit zand kan oplopen tot maximaal 30%. De verwachting is dat het verspreiden van deze glaucanietkorrels weinig effecten met zich mee zal brengen. Het zand en de glaucanietkorrels zullen na het verspreiden snel op de bodem terecht komen. In dit milieu zijn de glaucanietkorrels stabiel, omdat de glaucanietkorrels onder gelijkwaardige omstandigheden gevormd zijn; zij zullen daarom niet oxideren.

Wel kunnen er tijdelijke effecten optreden door oxidatie van het arseen in het glaucaniethoudend zand. Er is niet met zekerheid te zeggen of het aanwezige arseen gebonden is aan de glaucanietkorrels of aan het pyriet, dat ook voorkomt in het glaucaniethoudend zand.

Wanneer het arseen gebonden is aan de glaucanietkorrels is de kans gering dat het arseen door oxidatie vrijkomt in het water van de Westerschelde, omdat de glaucanietkorrels waarschijnlijk zonder te oxideren zullen bezinken op de bodem. Het arseengehalte in het sediment neemt dan tijdelijk wel toe. Het huidige arseengehalte van de sedimenten in de verspreidingslocaties bedraagt 5 tot 10 mg/kg. Het arseengehalte van het glaucaniethoudend zand in situ ligt rond 15 mg/kg. Dat betekent dat, als alle te

verspreiden specie uit glauconiethoudend zand bestaat, het arseengehalte van het bovenste sediment op de verspreidingslocatie maximaal drie maal zo hoog kan worden. Door verplaatsing van het zand door de stroming zal deze toename van tijdelijke aard zijn. De kwaliteit van de bodem blijft evenwel klasse 0. Echter niet alle boorspecie bestaat uit glauconiethoudend zand. De maximale totale vracht arseen die mogelijk verspreid zal worden in de Westerschelde ligt daardoor rond de 12 ton arseen, verdeeld over een periode van ruim één jaar.

Tijdens het boorproces, transport naar de separatie-installatie, scheiding en transport naar het schip, is het echter wel mogelijk dat de glauconietkorrels (gedeeltelijk) oxideren, waardoor mogelijk arseen vrijkomt. Of dit inderdaad gebeurt zal afhankelijk zijn van de stabiliteit van de glauconietkorrels tijdens de bewerkingen en van de lengte van de periode tussen het boren en het verspreiden van de boorspecie in de Westerschelde. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat glauconietkorrels redelijk stabiel zijn en dat daardoor de kans op oxidatie klein zal zijn. Wanneer er wel oxidatie plaats vindt en arseen vrijkomt in de Westerschelde zal het arseengehalte duidelijk onder de maximaal toelaatbare risico-concentratie blijven.

Waarschijnlijker is dat het arseen niet aan de glauconietkorrels maar aan pyriet is gebonden. Pyriet zal waarschijnlijk wel gedeeltelijk oxideren waardoor arseen vrijkomt in het water van de Westerschelde. Dit geeft een tijdelijke verhoging van de huidige arseenconcentratie in het water van de Westerschelde met maximaal 30 tot 100% op de verspreidingsplaats, maar zelfs met de maximale verhoging blijft het gehalte duidelijk onder de ecotoxicologisch maximaal toelaatbare risico-concentratie. Ecotoxicologisch zijn er dan ook geen problemen te verwachten van het verhoogde arseengehalte in de Westerschelde. Na afloop van de lossing zal de concentratie overigens weer snel dalen tot ongeveer de huidige concentratie door verdunningseffecten.

9.1.3. Kwaliteit boorspecie

Uit analyses blijkt dat de boorspecie niet of nauwelijks verontreinigd is [39]. In vrijwel alle geanalyseerde monsters liggen de gehalten (ver) beneden de streefwaarde (klasse 0). In slechts enkele monsters worden de normen voor olie en koper licht overschreden (klasse 1).

9.1.4. Additieven

Gebbruik additieven

In hoofdstuk 4 is beschreven onder welke omstandigheden in de Boomse kleilagen en de overgangsgebieden, additieven aan het boorproces worden toegevoegd. Het is waarschijnlijk niet mogelijk het gebruik van deze additieven te voorkomen. Ondanks een optimale ontwerpafstemming van de boormachine op de geologische omstandigheden hebben ervaringen met vergelijkbare projecten aangetoond dat het verklevan van de klei niet altijd is te voorkomen. Gebleken is dat met toevoeging van additieven zeer goede resultaten worden bereikt om het ongewenste verklevingseffect tegen te gaan. Een andere mogelijkheid om met duikers de boorkamer schoon te maken iedere keer als de boorkop vastloopt, is gezien de grote druk waaronder deze duikers zouden moeten werken door de grote diepte waarop de Westerscheldetunnel wordt aangelegd, erg risicovol en zeer tijdrovend en daarom geen alternatief.

Additieven worden in principe niet continu, maar intermitterend toegevoegd. In een worst case scenario zal per tunnelbuis ca. 100 maal additieven worden toegevoegd. Dit betekent een totaal verbruik van 20 ton additieven per tunnelbuis. Voor beide buizen samen betekent dit in de worst case een totaal verbruik aan additieven van 40 ton additieven. Per keer dat de boorkamer met additieven wordt schoongemaakt en doorgespoeld, komt ca. 1000 m³ mengsel bestaande uit grond, bentonietsuspensie en additieven vrij.

Na scheiding in de separatie-installatie zal in de worst case in totaal ongeveer 10.000 m³ boorspecie vermengd met additieven afgevoerd moeten worden. Het is echter niet geheel uit te sluiten dat op sommige deeltrajecten een permanente toevoeging van additieven nodig is.

	SC 50	TFA 6	STOKOPOL C3812
Samenstelling	1:1 suspensie van: carboxymethyl cellulose in de medicinale olie Marcol 52 (zogenaamde 'witte olie')	Mengsel van: - alkylpolyether (50-100%) - butylglycol (1-5%) - 2-(2-butoxyethoxy)ethanol (1-5%)	Stof polyacrylamide (in granulaatvorm), hetwelk is gevormd als copolymeer uit acrylamide en natriumacrylaat
Benodigde aanpak volgens RIZA methodiek	Aanpak B	Aanpak A	Aanpak A
Ecotoxicologie	Niet schadelijk voor in het water levende organismen	Schadelijk voor in water levende organismen bij concentraties > i-MTR	Schadelijk voor in water levende organismen bij concentraties > i-MTR
Indicatief Maximaal Toelaatbaar Risico- niveau (i-MTR) volgens de EPA-methode	> 1 mg/l	10 tot 30 µg/l	330 µg/l

Consequenties van gebruik additieven

Het gebruik van additieven kan dus waarschijnlijk niet worden voorkomen.

Verwacht wordt dat de additieven zich vrijwel volledig aan de klei zullen hechten [14], waardoor het technisch zeer lastig is om de toegevoegde additieven weer van de boorspecie te scheiden. Aangenomen dat de additieven zich nagenoeg geheel aan de Boomse klei hechten, is het gehalte additief in de grond die per keer apart moet worden afgevoerd, ca. 0,25%.

De aannemer test momenteel drie verschillende producten op hun werking om verkleefing van de klei tegen te gaan. Deze drie produkten zijn onderzocht op hun bezwaarlijkheid voor oppervlaktewater volgens een methodiek die RIZA toepast bij de beoordeling van stoffen in het kader van de Wvo [2]. Uit het onderzoek komt naar voren dat voor één van de drie additieven toepassing van de best uitvoerbare techniek (aanpak B) geldt en voor de overige twee stoffen toepassing van de best bestaande techniek (aanpak A). Zie tabel 9.1 voor productinformatie over de drie additieven. Deze technieken laten zich vertalen in de volgende maatregelen:

- inzetten van technieken waarbij de additieven kunnen worden afgescheiden van het te storten materiaal, dan wel dat dit materiaal kan worden gereinigd voor zover technisch (aanpak A) of economisch (aanpak B) mogelijk;
- het gebruik van additieven uitsluitend in noodzakelijke gevallen als andere minder milieubezwarende maatregelen niet meer helpen;
- de dosering zal worden geminimaliseerd en gecontroleerd plaatsvinden.

Het bevoegd gezag voor de Wvo bepaalt bij de vergunningverlening of bij de uit te voeren toepassing van additieven voldaan is aan deze maatregelen (inspanningsverplichting).

Na doorvoering van deze maatregelen mag de restlozing het maximaal toelaatbare risicogehalte (tabel 9.1) voor de betreffende stof in oppervlaktewater niet overschrijden. Door de aannemer wordt er nog gezocht naar andere additieven met vergelijkbare milieu-eigenschappen als het additief SC 50.

Additieven beïnvloeden mogelijk de civieltechnische eigenschappen van de boorspecie, waardoor hergebruik van boorspecie mogelijk bemoeilijkt wordt. Echter, bij de tweede buis van de Tweede Heinerootdunnel wordt momenteel preventief additief toegevoegd, waardoor het boren door de klei gemakkelijker is. Gebleken is dat de additieven in de loop van de tijd kunnen afbreken waardoor de

Tabel 9.1

Productinformatie
van de 3 geselecteerde
additieven.

invloed van de additieven op de consistentie van de boorspecie beperkt wordt, zodat hergebruik van de boorspecie niet als onmogelijk moet worden beschouwd.

Uit het bovenstaande kan het volgende worden geconcludeerd:

Ten eerste is het aantal keren dat additieven toegevoegd zullen worden aan de bentoniet suspensie onzeker.

Ten tweede wordt verwacht dat de menging met additieven voor hergebruik geen problemen met zich mee zal brengen.

Ten derde geschiedt verspreiden in de Westerschelde alleen als voldaan wordt aan de hiervoor genoemde criteria.

Gezien deze conclusies rond het gebruik van additieven is besloten om bij de beschrijving van de effecten van hergebruik en verspreiden, de effecten van additieven niet mee te nemen. *Met andere woorden: bij de hierna beschreven effecten van hergebruik en verspreiden is ervan uitgegaan dat geen additieven zijn toegevoegd.*

9.1.5. Calamiteiten

Ondanks dat alle mogelijke voorzorgsmaatregelen zijn genomen om de kans op calamiteiten zo klein mogelijk te houden kunnen zich tijdens het boorproces situaties voordoen die niet van tevoren zijn te voorzien. In paragraaf 4.8 worden een aantal van deze calamiteiten en mogelijke oplossingen beschreven.

De calamiteiten hebben mogelijk een aantal effecten op het boorproces en de boorspecie:

- **vertraging in het boorproces:** het gevolg hiervan zou kunnen zijn dat één buis ten opzichte van de andere buis vertraging oploopt waardoor de boorspecie uit beide buizen samen een andere samenstelling heeft dan verwacht, wat mogelijk gevolgen heeft voor de afzet van materiaal naar de markt;
- **extra kosten als gevolg van de maatregelen en als gevolg van de vertraging;**
- **vermenging van de boorspecie:** om bepaalde calamiteiten te voorkomen of op te lossen kunnen een aantal materialen gebruikt worden. Het gevolg hiervan is dat de boorspecie vermengd kan raken met grind, zaagsel, conventionele katebakkorrels, sloef en additieven;
- **veiligheidsrisico's in het geval van een calamiteit.**

9.1.6. Het verspreiden van de specie

Welke hoeveelheden boorspecie in welke verspreidingsvakken

In hoofdstuk 8 is per alternatief met behulp van gekleurde schema's inzichtelijk gemaakt hoe groot de hoeveelheden te verspreiden boorspecie zijn en in welk type verspreidingsvak zij worden verspreid. Om een goed beeld te geven van de verschillen in effecten tussen de alternatieven is het van belang de te verspreiden boorspecie aan de specifieke verspreidingsvakken toe te kennen. Dat is weergegeven in tabel 9.2.

Uitgangspunt is om de boorspecie proportioneel met de capaciteit van de verspreidingsvakken van hetzelfde type te verdelen. Met andere woorden: van de boorspecie die wordt verspreid in een 'zand'-vak krijgt het 'zand'vak met de grootste capaciteit ook het grootste aandeel. Dit uitgangspunt is gekozen met het oog op een compromis tussen de negatieve effecten die zowel in het vak 'zand1' als vak 'zand2' optreden.

Vaarbewegingen

Voor het bepalen van de effecten van het verspreiden van boorspecie, zowel op de ecologie als op een aantal gebruiksfuncties van de Westerschelde, is het van belang inzicht te hebben in het aantal vaarbewegingen van de onderlossers. Per verspreidingsbak kan ongeveer 1000 m³ materiaal ('natte kuubs') vervoerd worden. Voor het bezoek aan een verspreidingslocatie zal een verspreidingsbak altijd twee vaarbewegingen nodig hebben, namelijk de heen- en de terugweg. Op basis van deze gegevens is per alternatief het aantal vaarbewegingen bepaald (zie tabel 9.3).

	Basis alternatief	Pijpleiding- met-schepen- alternatief	Pijpleiding alternatief	'Hergebruik' alternatief	'Milieu' alternatief
'Zand'vakken					
• Zand 1	362.000	563.000	-	15.000	123.000
• Zand 2	723.000	1.127.000	-	31.000	243.000
• Eendrechtspolder	-	150.000	-	-	-
Totaal zand	1.086.000	1.840.000	-	46.000	366.000
'Slib'vakken					
• Slib 1	-	-	-	180.000	153.000
• Eendrechtspolder	-	-	-	90.000	76.000
• Pijpleidinglocatie	-	300.000	-	-	-
Totaal slib	-	300.000	-	270.000	229.000
'Kleibrokken'vak					
• Klei 1	-	-	-	-	-
'Gemengde' vakken					
• Gemengd 1	423.000	-	-	70.000	101.000
• Eendrechtspolder	632.000	-	-	105.000	151.000
• Pijpleidinglocatie	-	-	2.140.000	-	-
Totaal gemengd	1.055.000	-	2.140.000	175.000	252.000
Totaal te verspreiden	2.140.000	2.140.000	2.140.000	491.000	847.000

Het verspreiden met een schip

De specie zal in een verspreidingsvak worden gelost met behulp van onderlossers. In figuur 9.1 is het verspreiden schematisch weergegeven. In het verspreidingsvak wordt de bodem van de onderlosser open geklapt. Het grootste deel van de specie valt door het gewicht ervan in één keer als een geheel (een zogenaamde dichtheidsstroom) naar beneden. De specie bereikt binnen enkele seconden de bodem. De inslag van de specie op de bodem zal resulteren in erosie en opwerveling van bodemmateriaal. Na de verticale inslag op de bodem zal de specie zich horizontaal in een cirkel verspreiden van ca. 100 m. De kleislurry zal zich in de stroomrichting maximaal 200 m verspreiden.

Een klein deel van de specie, maximaal ca. 10%, komt in zwevende toestand in het water en is zichtbaar als een vertroebelingswolk. Deze wolk zakt veel langzamer uit naar de bodem dan de dichtheidsstroom. Door de getijdestroom kan deze wolk tot ver buiten het oorspronkelijke verspreidingsgebied tot bezinking komen.

Hoewel de troebelheid van het water in de Westerschelde onder normale omstandigheden al betrekkelijk hoog is en bovendien sterk kan variëren, kan tijdens het verspreiden van fijn materiaal de troebelheid in en rond het verspreidingsvak oplopen tot een zwevend stof gehalte van maximaal 500 mg/l. In

Tabel 9.2
Hoeveelheden te verspreiden boorspecie per alternatief per verspreidingsvak (tonnen droge stof).

Verspreidingslocatie	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	'Hergebruik' alternatief	'Milieu' alternatief
Zand 1	580	900	-	24	196
Zand 2	1156	1803	-	50	388
Slib 1	-	-	-	288	244
Klei 1	-	-	-	-	-
Gemengd 1	676	-	-	112	162
Eendrachtspolder	1018	240	-	312	364
Totaal	3430	2943	-	786	1354

Tabel 9.3
Aantal vaarbewegingen
per alternatief.

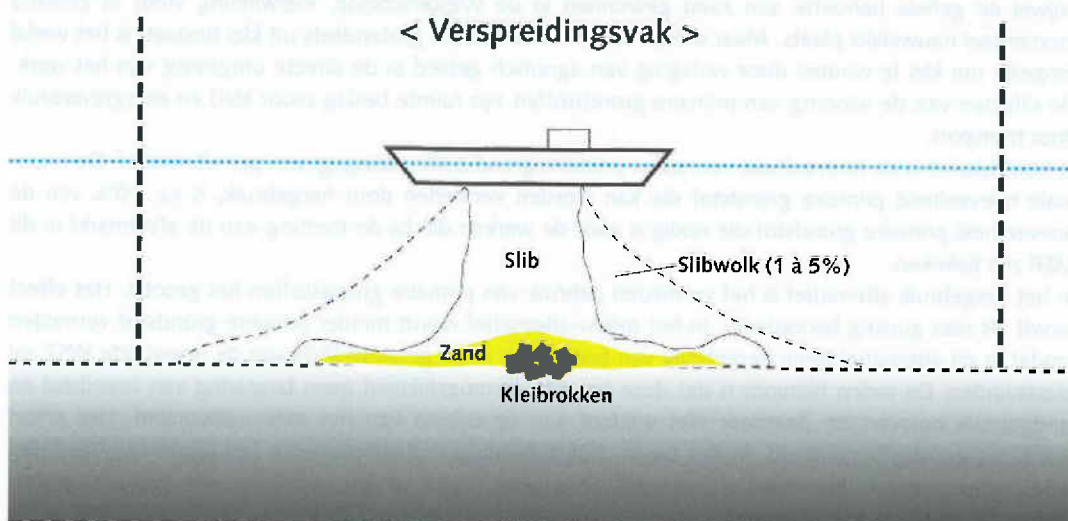
ongeveer een uur tijd is het gehalte echter alweer tot eentiende van deze concentratie gezakt. Bij het herhaald verspreiden in een verspreidingsvak kan daarom lokaal over de periode dat dit herhaald verspreiden optreedt, een verhoging van de troebelheid ontstaan. Wanneer het verspreiden echter wordt beëindigd, zal deze troebelheid snel verdwijnen. Op langere termijn zal er geen verhoging van het slibgehalte van het water van de Westerschelde optreden. Een eventuele verhoging valt weg tegen de natuurlijke variatie in het slibgehalte.

Dit proces geldt voor alle mengsels van zand en slib. Wanneer klei als brokken wordt verspreid, zal zich nauwelijks verspreiding van materiaal voordoen. De valenergie van de brokken gaat bij het raken van de bodem verloren in het vervormen en uiteenvallen van de brokken; de brokken blijven op de verspreidingsplaats liggen.

9.2. Effecten van hergebruik van boorspecie

9.2.1. Inleiding

Het hergebruik van de boorspecie brengt effecten met zich mee op het gebied van milieu. In de alternatieven zijn verschillende sets van hergebruiksmogelijkheden opgenomen. In het hergebruiksalternatief zal zoveel mogelijk materiaal hergebruikt worden, in het milieu-alternatief zal alleen materiaal hergebruikt worden wanneer dat gunstig is ten aanzien van brandstofverbruik en/of landgebruik. In het basis-, het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleidingalternatief zal geen hergebruik plaatsvinden.



Figuur 9.1
Het verspreiden
van specie
met een onderlosser.

In deze paragraaf worden aan de hand een viertal criteria de effecten van het hergebruik ten opzichte van het gebruik van primaire grondstoffen beschreven. Als basis voor de beschrijving dient het overzicht in tabel 6.9.

Voor ieder criterium is aan het eind van de beschrijving van het effect aan elk alternatief een kwalitatieve score toegekend. Voor de toekenning van de scores is gebruik gemaakt van de volgende schaalverdeling:

Score	Omschrijving
++	zeer gunstig effect
+	gunstig effect
0	geen effect
-	ongunstig effect
--	zeer ongunstig effect

9.2.2. Effecten op het milieu

Wanneer de boorspecie hergebruikt zal worden, heeft dit invloed op het milieu. In de eerste plaats heeft hergebruik tot gevolg dat er minder primaire grondstoffen gewonnen hoeven te worden. In de tweede plaats zijn er verschillen tussen het hergebruik van de boorspecie en het gebruik van primaire grondstoffen wat betreft het energieverbruik en het landgebruik. De effecten op het milieu zijn daarom onder te verdelen in:

- vermeden primaire grondstoffen;
- brandstofverbruik ten gevolge van transport en bewerkingen;
- landgebruik.

Vermeden gebruik van primaire grondstoffen

Door het gebruik van boorspecie in plaats van primaire grondstoffen, wordt de winning van die betreffende hoeveelheid primaire grondstoffen in Zeeland vermeden. Het belang van het vermijden van het gebruik van primaire grondstoffen is vooral gelegen in de mate van schaarste van de grondstof. Zand en klei worden in Zeeland op dit moment niet als schaarse grondstoffen gezien. In Zeeland wordt vrijwel de gehele behoefte aan zand gewonnen in de Westerschelde. Kleiwinning vindt in Zeeland momenteel nauwelijks plaats. Maar omdat de Zeeuwse bodem grotendeels uit klei bestaat, is het veelal mogelijk om klei te winnen door verlaging van agrarisch gebied in de directe omgeving van het werk. De effecten van de winning van primaire grondstoffen zijn ruimte beslag (voor klei) en energieverbruik door transport.

In hoofdstuk 6 is de hoeveelheid vermeden primaire grondstoffen aangegeven per alternatief. De maximale hoeveelheid primaire grondstof die kan worden vermeden door hergebruik, is ca. 10% van de hoeveelheid primaire grondstof die nodig is voor de werken die bij de toetsing aan de afzetmarkt in dit MER zijn bekeken.

In het hergebruik alternatief is het vermeden gebruik van primaire grondstoffen het grootst. Het effect wordt als zeer gunstig beoordeeld. In het milieu-alternatief wordt minder primaire grondstof vermeden omdat in dit alternatief geen hergebruik van boorspecie in de geluidswallen van de noordzijde WST zal plaatsvinden. De reden hiervoor is dat deze hergebruiksmogelijkheid geen besparing van brandstof en landgebruik oplevert en daardoor niet voldoet aan de criteria van het milieu-alternatief. Het effect wordt als gunstig beoordeeld. In het basis-, het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleidingalternatief wordt geen primaire grondstof uitgespaard. Er is geen effect op het vermijden van primaire grondstoffen bij deze drie alternatieven.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Vermeden primaire grondstoffen	0	0	0	++	+

Brandstofverbruik

Voor het transport van grondstoffen is energie nodig. Voor deze benodigde energie wordt brandstof verbruikt waardoor verontreinigende stoffen vrijkomen, die negatieve effecten zoals bijvoorbeeld zure regen, broeikaseffect, overbemesting en smogvorming kunnen versterken. De benodigde energie voor transport is daarmee ook een maat voor de emissies die zullen optreden.

Bij hergebruik van boorspecie is energie nodig voor het transport en overslag van boorspecie van het werkterrein in Terneuzen naar de verwerkingslocaties van het desbetreffende project. Doordat de boorspecie voordat deze hergebruikt kan worden in veel gevallen eerst opgeslagen wordt, zal het aantal malen overslag over het algemeen groter zijn dan bij het gebruik van primair materiaal.

Bij het gebruik van primaire grondstoffen wordt het brandstofverbruik bepaald door de winning van de grondstof en door de afstand waarover de grondstof moet worden vervoerd (inclusief overslag) van de plaats van winning tot de plaats waar deze verwerkt zal worden. Zand wordt uit de Westerschelde gewonnen; de vervoersafstand zal variëren van project tot project. Voor klei is de vervoersafstand in veel gevallen zeer beperkt omdat kleiwinning in Zeeland plaatsvindt op agrarisch land in de buurt van het werk.

Het deel van de boorspecie dat niet wordt hergebruikt, zal worden verspreid in de Westerschelde. Ook hier is energie nodig voor het transport naar de verspreidingsvakken.

In tabel 9.4 is per alternatief globaal het brandstofverbruik aangegeven. De getallen moeten als orde grootte worden beschouwd. Het betreft het totale brandstofverbruik. Dat wil zeggen dat dit een optelling is van enerzijds het brandstofverbruik voor het verspreiden en anderzijds het brandstofverbruik voor het transport van grondstoffen naar de geselecteerde hergebruiksmogelijkheden. (Bij de hergebruiksmogelijkheden is als referentie de hoeveelheid grondstoffen genomen die maximaal door geschikte boorspecie kan worden vervangen.)

In het basis-, het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleidingalternatief wordt alle boorspecie verspreid in de Westerschelde en moet daarom voor de hergebruiksmogelijkheden alle grond als primaire grondstof worden aangevoerd. Bij het hergebruik- c.q. milieu-alternatief kunnen de hergebruiksmogelijkheden helemaal c.q. deels worden 'gevuld' met boorspecie; bij het milieu-alternatief hoeft nog maar een beperkte hoeveelheid primaire grondstof te worden aangevoerd. De niet herbruikbare boorspecie moet nog wel worden verspreid in de Westerschelde.

Uit tabel 9.4 blijkt het volgende. Het brandstofverbruik van het pijpleidingalternatief is aanmerkelijk hoger dan van de andere alternatieven. Dat komt omdat bij dit alternatief in totaal veel meer kubieke meters moeten worden afgevoerd. Om de boorspecie te kunnen verpompen moet na de separatie-installatie een grote hoeveelheid water worden toegevoegd.

Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
1800	2400	3300	2000	1800

Tabel 9.4
Totaal brandstofverbruik
per alternatief
(liter * 1000).

Van de overige alternatieven ligt bij het pijpleiding-met-schepen-alternatief het brandstofverbruik het hoogst. De brandstof besparing die voortkomt uit het minder hoeven varen met schepen omdat de slurryfractie niet per schip wordt verspreid, is beperkt. Het verspreiden van de slurryfractie per pijpleiding kost relatief veel brandstof.

Het brandstofverbruik van het hergebruikalternatief is wel lager dan dat van het pijpleiding-met-schepen-alternatief, maar wel hoger dan het basis- en het milieu-alternatief. Over het algemeen kost het transport en overslag van boorspecie naar de hergebruiksmogelijkheden meer energie dan de aanvoer van primaire grondstoffen. Dat komt omdat in veel gevallen de af te leggen afstand bij hergebruik groter is dan de afstand die afgelegd moet worden bij het gebruik van primaire grondstoffen. Ondanks het feit dat in het hergebruikalternatief de minste boorspecie hoeft te worden verspreid in de Westerschelde, ligt het totale brandstofverbruik toch hoger.

Bij het basis- en het milieu-alternatief ligt het totale brandstofverbruik in dezelfde orde van grootte en is het laagst. Bij deze alternatieven moet wel meer specie worden verspreid dan bij het hergebruikalternatief, maar het brandstofverbruik van de aanvoer van grondstoffen (hetzij primair hetzij boorspecie) naar de hergebruiksmogelijkheden is dermate lager dat het totale brandstofverbruik bij deze alternatieven lager uitvalt.

Bij de beoordeling van de alternatieven is het basisalternatief als referentie gebruikt en krijgt de score 0. Het milieualternatief verbruikt dezelfde orde grootte hoeveelheid brandstof en krijgt eveneens de score 0. Het pijpleiding-met-schepen- en het hergebruikalternatief krijgen de score '-' vanwege het grotere brandstofverbruik. Het brandstofverbruik van het pijpleidingalternatief is nog weer hoger en krijgt een score '- -'.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Brandstofverbruik	0	-	--	-	0

Landgebruik

Om de boorspecie te kunnen hergebruiken is ruimte nodig voor het bewerken van de boorspecie tot een geschikte grondstof en de opslag van de grondstof in afwachting van verder transport of verwerking. In het geval van primaire grondstoffen is van bewerken en/of opslag nauwelijks sprake, omdat zand en klei gewonnen zullen worden op het moment dat er een behoefte bestaat of gaat ontstaan.

Het landgebruik zal daarom voornamelijk worden bepaald door de winning van de primaire grondstoffen zelf. Aan de winning van zand uit de Westerschelde wordt geen landgebruik toegerekend, omdat de winning de functie van het gebied niet verandert (water blijft water). De winning van klei heeft daarentegen wel een ruimtebeslag omdat voor klei agrarisch gebied wordt afgraven tot een laagdikte van 1,5 meter. (Daarbij is ervan uitgegaan dat het land een herstelperiode nodig heeft om daarna weer als landbouwgrond in gebruik te worden genomen. Indien de afgraving van primaire klei zou worden gecombineerd met de inrichting van bijvoorbeeld een natuurgebied, komt de winning in een ander daglicht te staan. De winning heeft dan in feite een positief effect, waardoor de voordelen van hergebruik van klei uit de boorspecie wat betreft het landgebruik wegvalt.)

Aan het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde wordt geen landgebruik toegekend, omdat ook hier de functie van het gebied niet verandert.

In tabel 9.5 is het totale landgebruik per alternatief weergegeven. Hieruit kan het volgende worden afgeleid. Het totale landgebruik is voor het basis-, het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleiding-

Tabel 9.5
Totale landgebruik
per alternatief
(m².jaar *1000).

Basis alternatief	Pijpleiding- met-schepen- alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
700	700	700	35	25

alternatief aanmerkelijk hoger dan bij beide andere alternatieven. Dit wordt volledig bepaald doordat de hergebruiksmogelijkheden volledig 'opgevuld' moeten worden met primaire grondstoffen, waarvan vooral de winning van klei een groot landgebruik met zich meebrengt.

Bij het hergebruikalternatief en het milieu-alternatief is geen sprake van winning van primaire klei. Het veel beperktere landgebruik wordt veroorzaakt door het tussentijds opslaan van boorspecie voordat deze kan worden hergebruikt. Het landgebruik hiervan is echter beperkt.

Bij de beoordeling van de alternatieven is het basisalternatief als referentie gebruikt en krijgt de score 0. Bij het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleidingalternatief is het landgebruik hetzelfde, deze alternatieven krijgen daarmee ook de score 0. Het hergebruik- en milieu-alternatief scoren op landgebruik veel beter en krijgen beide de score '++'.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding- met-schepen- alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Landgebruik	0	0	0	++	++

9.3. Effecten van het verspreiden op de aspecten natuur, mens en kwaliteit

9.3.1. Methode van effectbeschrijving

In paragraaf 9.1 is ingegaan op de grote lijn van de effecten van het verspreiden van alle boorspecie. In de hiernavolgende paragrafen wordt meer specifiek ingegaan op de effecten van het verspreiden van boorspecie op de aspecten natuur, mens en kwaliteit. De effecten worden beschreven aan de hand van de criteria zoals die in hoofdstuk 7 zijn geformuleerd.

De verschillen in effecten tussen de alternatieven hangen over het algemeen samen met de verschillende hoeveelheden boorspecie die worden verspreid in de Westerschelde en de specifieke verspreidingsvakken die in een alternatief worden gebruikt. De hoeveelheden en de locaties van verspreiden zijn aangegeven in tabel 9.2.

De effecten zijn beschreven ten opzichte van een referentiesituatie waarin de verruiming van de vaargeul in de Westerschelde heeft plaatsgevonden.

De effecten zijn grotendeels kwalitatief beschreven. Voor ieder criterium is aan het eind van de beschrijving van het effect aan elk alternatief een kwalitatieve score toegekend. Voor de toekenning van de scores is gebruik gemaakt van de volgende schaalverdeling:

Score	Omschrijving
++	zeer gunstig effect
+	gunstig effect
0	verwaarloosbaar effect
-	enigszins ongunstig effect
--	ongunstig effect

9.3.2. Effecten op de morfologie en stroming van de Westerschelde

Het getij in de Westerschelde

Effecten op het getij kunnen met name worden veroorzaakt door het ingrijpen in de morfologie van de Westerschelde. Van de relatief grootschalige ingreep van de verruiming en het onderhoud van de vaargeul en het storten van baggerspecie, dat daarmee samenhangt, wordt verwacht dat het in het westelijk deel en middendeel van de Westerschelde geen effect zal hebben op het getij.

De maximale hoeveelheid boorspecie die wordt verspreid, is zeer gering in vergelijking met de hoeveelheid te storten baggerspecie, zodat er van het verspreiden van boorspecie geen effecten worden verwacht op het getij. Het is niet mogelijk tussen de alternatieven onderscheid te maken.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Getij	0	0	0	0	0

De morfologische structuur van de Westerschelde

Het verspreiden van de boorspecie in de geselecteerde verspreidingsvakken vindt plaats in het deel van de Westerschelde waar ook een groot deel van de baggerspecie, afkomstig van de verruiming en het onderhoud van de vaargeul, wordt gestort.

Het verspreiden van de boorspecie in deze vakken sluit hiermee aan op de recent ontwikkelde verspreidingsstrategie voor de Westerschelde.

Effecten op meergeulensysteem

Het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde kan, in aanvulling op de activiteiten rond de verruiming en het onderhoud van de vaargeul, lokaal bijdragen aan vergroting van het ondiep water gebied, uitbreiding van plaatcomplexen en afname van het areaal aan nevengeul.

Het bestaan van het meergeulensysteem komt in het geding wanneer minder dan 10% van het totale eb- en vloedtransport plaatsvindt in de nevengeulen. Dit kan worden veroorzaakt door het verspreiden van voornamelijk zand in de nevengeulen. Door het storten van de baggerspecie in de Everingen, in het kader van de verruiming en het onderhoud van de vaargeul, zal voor het systeem Everingen-Pas van Terneuzen deze kritische waarde in zicht komen.

Het verspreiden van extra zand uit de boorspecie in de Everingen kan deze kritische waarde eerder binnen bereik brengen.

In tabel 9.6 is het maximale aandeel van de hoeveelheid te verspreiden boorspecie (verspreidingsvak 'zand2') aangegeven ten opzichte van de hoeveelheden baggerspecie die worden gestort in de nevengeul Everingen.

Uit tabel 9.6 blijkt dat het maximale aandeel van de boorspecie klein is.

Jaar	Te verspreiden hoeveelheid in de nevengeul Everingen (miljoenen m ³)		Aandeel boorspecie t.o.v. baggerspecie (%)
	Baggerspecie	Boorspecie	
1999	5,8	0,3	5
2000	5,8	0,3	5
2001	4	0,2	5

Tabel 9.6
Hoeveelheid boorspecie
t.o.v. baggerspecie
in nevengeul Everingen.

Effecten op de drempels in de vaargeul

In zijn algemeenheid zal in een dynamisch systeem, zoals de Westerschelde, een feedback mechanisme in werking treden als er een verstoring in het systeem optreedt. Dat betekent o.a. dat na het baggeren van de drempels in de vaargeul deze weer opnieuw aanzanden. In principe is de aanzanding evenredig met de hoeveelheid zand die is verwijderd. In de praktijk blijkt echter dat aanpassingen van de bodem in de omgeving van de drempel tot gevolg hebben dat de natuurlijke diepte (als het baggeren zou worden stop gezet) in de loop van de tijd iets groter wordt. Na de verruiming van de vaargeul zal het onderhoudsbaggerwerk dus geleidelijk wat afnemen.

Als een drempel en een verspreidingslocatie dicht bij elkaar liggen, zal de retourstroom vanuit de verspreidingslocatie direct op de drempel terecht (kunnen) komen. Hoe verder de verspreidingslocaties van de drempels vandaan liggen, hoe groter de kans dat het zand niet (snel) op de drempels terecht komt. Er zijn namelijk nog meer sedimentatiegebieden in de Westerschelde waar het zand ook terecht kan komen. Bij een grote afstand tussen drempel en verspreidingslocatie zal een aanzienlijk deel van de te verspreiden specie in deze overige sedimentatiegebieden terecht komen.

Het verspreiden van (zandige) boorspecie leidt in principe tot een versnelde aanzanding van drempels. De mate waarin dit tot extra baggerinspanning leidt, is met de huidige kennis niet te voorspellen. Extra sedimentatie op drempels kan tot een minimum worden beperkt door de afstand tussen de verspreidingslocaties van boorspecie en de drempels zo groot mogelijk te houden. Dit is gedaan door het grootste zandvak (zand2) in een nevengeul te situeren, ver van de drempels in de hoofdgeul. De andere verspreidingslocatie voor zand (zand1) bevindt zich wel in de hoofdgeul maar op minimaal 2,5 km vanaf de dichtstbijzijnde drempel. De verwachting is dat deze afstand voldoende is om versnelde sedimentatie op de drempels te beperken.

Conclusie

Verwacht wordt dat de effecten van het verspreiden van boorspecie in de nevengeul op het meergeulensysteem verwaarloosbaar klein zijn ten opzichte van de effecten van het storten van de baggerspecie op die plaats. Ook de effecten op extra aanzanding van de drempels in de hoofdgeul worden als zeer beperkt beschouwd; bij de keuze van de verspreidingslocaties is hier al rekening mee gehouden. Deze conclusies gelden voor alle alternatieven, waarbij geen onderscheid tussen de alternatieven kan worden gemaakt.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Morfologische structuur	0	0	0	0	0

De beweeglijkheid van de beddingvormen in de Westerschelde

Op veel plaatsen is de beweeglijkheid van de hoofdgeul reeds aan banden gelegd door geulrandverdedigingen. Bovendien is in het oostelijk deel van de Westerschelde gebleken dat het storten van baggerspecie ertoe bijdraagt dat de geulen op hun plaats blijven. In het westelijk deel komt mogelijk door het storten van baggerspecie, in het kader van de verruiming en het onderhoud van de vaargeul, deze ontwikkeling ook op gang. De verwachting is dat het verspreiden van de beperkte hoeveelheid boorspecie nauwelijks zal bijdragen aan de vastlegging van de hoofd- en nevengeulen.

De beweeglijkheid van bepaalde kortsluitgeulen en lokale geulen wordt al verminderd door de werkzaamheden in het kader van de verruiming van de vaargeul; dit geldt, o.a. voor het Middelpaats-complex. De hoeveelheid boorspecie is in vergelijking met de hoeveelheid baggerspecie dermate gering,

dat het verspreiden van de boorspecie dit proces alleen in lichte mate kan versnellen. Het effect van de boorspecie zal ook tijdelijk zijn, maar wel van langere duur dan de verspreidingsperiode zelf.

Het verspreiden van veel boorspecie in vak 'zand1' kan het verzanden van kortsluitgeulen ter plaatse bevorderen. De hoeveelheid specie die in het vak 'zand1' wordt verspreid, is bij het basis- en het pijpleiding-met-schepen-alternatief aanmerkelijk groter dan bij de andere alternatieven. Het is echter moeilijk te voorspellen of het verzanden ook daadwerkelijk zal optreden. Het effect van het basis- en het pijpleiding-met-schepen-alternatief op de beweeglijkheid van de lokale kortsluitgeul wordt voor beide als enigszins ongunstig beschouwd. Voor de andere alternatieven is het effect verwaarloosbaar.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Beweeglijkheid beddingvormen	-	-	0	0	0

Effecten op de sedimentuitwisseling in de Westerschelde

In het estuarium van de Westerschelde is, zoals vaak in een estuarium, sprake van een vloedgedomineerd sedimenttransport. Dat wil zeggen dat door de stroming er netto sediment (voornamelijk zand) het estuarium in en stroomopwaarts wordt getransporteerd. Deze toevoer van sediment is van invloed op de lange termijnontwikkeling van het estuarium. Door baggeren en storten worden gebieden gecreëerd met een tekort c.q. overschot aan sediment, waardoor eveneens zandtransporten ontstaan en waardoor uitwisseling van sediment tussen het mondingsgebied en het estuarium zich kan wijzigen.

Bij de verruiming van de vaargeul wordt het meeste materiaal (voornamelijk zand) in het oostelijk deel van de Westerschelde gebaggerd terwijl de baggerspecie voornamelijk in het westelijk deel wordt gestort. In het westelijk deel ontstaat dus een sedimentoverschot waardoor een retourstroom op gang zal komen van west naar oost. Hoe groter het overschot in het westelijk deel, hoe groter de kans dat er niet alleen een retourstroom op gang komt naar het oostelijk deel, maar ook een sedimentstroom naar het mondingsgebied zal ontstaan. Het verspreiden van de boorspecie zal het sedimentoverschot in het westelijk deel versterken, maar zal in vergelijking met de hoeveelheid baggerspecie klein zijn. Het extra verspreiden van boorspecie in de Westerschelde zal daarom slechts een geringe en bovendien tijdelijke invloed hebben op de sedimentuitwisseling tussen het westelijk en oostelijk deel en tussen het westelijk deel en het mondingsgebied. De effecten worden als verwaarloosbaar beschouwd. Dit geldt voor alle alternatieven, waarbij geen onderscheid tussen de alternatieven kan worden gemaakt.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Sediment-uitwisseling	0	0	0	0	0

9.3.3. Effecten op de ecologie van de Westerschelde

Ondiepwater leefgemeenschappen

Ondiep water gebieden vormen een belangrijke schakel binnen het ecosysteem, onder andere door het voorkomen van bodemdieren, die op hun beurt weer als voedsel dienen voor andere organismen. Voor

vissen dienen ze als rust- en fourageergebied en vervullen ze een functie als kinderkamer voor larven en jonge vissen. Daarnaast bezitten deze gebieden op zich een rijke biomassa en soortenrijkdom. Bedekking met een sedimentlaag kan voor veel bodemdieren en juveniele vissen en larven fataal zijn. In de keuze van locatie van de verspreidingsvakken is hier al rekening mee gehouden door de verspreidingsvakken te kiezen buiten het ondiep watergebied. De effecten van het verspreiden op de ondiepwatereleefgemeenschappen mag daarom als verwaarloosbaar worden beschouwd. Dit geldt voor alle alternatieven.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Ondiep water leefgemeenschappen	0	0	0	0	0

Ophoging van schorren

Zonder het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde, maar wel met de verruiming van de vaargeul inbegrepen, is de verwachting dat het areaal van de slikken in het westelijk deel van de Westerschelde stabiel zal blijven en in het middendeel licht zal toenemen. Het verspreiden van slib uit de boorspecie zou lokaal kunnen zorgen voor een versterkte opslibbing van slikken en schorren. Door de ophoging van schorren zullen deze minder vaak overspoelen. Dit leidt langzaamaan tot een verandering in de vegetatie naar een type dat niet of minder als specifiek voor de schorren in de Westerschelde wordt beschouwd. Om deze effecten zoveel mogelijk te voorkomen zijn de verspreidingsvakken voor slib (slib 1 en Eendrachtspolder) gesitueerd in een gebied dat niet in de nabijheid van belangrijke schorgebieden ligt en waar de stroomsnelheden hoog zijn, zodat het slib na het lozen juist snel zal worden verspreid en zich niet lokaal zal ophopen. Het effect van het verspreiden van boorspecie op het ophogen van schorren mag daarom als verwaarloosbaar worden beschouwd. Dit geldt voor alle alternatieven.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Ophoging schorren	0	0	0	0	0

Vogels en zeehonden (verstoring)

Vogel- en zeehondenpopulaties kunnen verstoring ondervinden door de fysieke aanwezigheid van schepen en door het geluid dat schepen produceren. Dit kan optreden als de onderlossers binnen een afstand van 400 m tot slikken en platen komen om de specie te verspreiden.

Alleen het vak 'zand1' ligt binnen een verstoringsbuffer, namelijk die rond de Middelplaat. Hoewel de geluidproductie van de schepen beneden het achtergrondniveau ligt, kan de regelmatige fysieke aanwezigheid van de schepen in dit vak, voor de duur van de bouw van de tunnel, een lichte verstoring veroorzaken van vogelpopulaties die rusten en voedsel zoeken op de Middelplaat. Zeehonden komen in dit gedeelte van de Westerschelde niet of nauwelijks voor en ondervinden daarom geen effect van het verspreiden van boorspecie.

De hoeveelheid specie die in het vak 'zand1' wordt verspreid, is bij het basisalternatief en het pijpleiding-met-schepen-alternatief aanmerkelijk groter dan bij de andere alternatieven. Het effect van het

basis- en het pijpleiding-met-schepen-alternatief wordt voor dit criterium als enigszins ongunstig beschouwd. De hoeveelheid specie die bij het milieu-alternatief in het vak 'zand' wordt verspreid is kleiner dan bij het basis- en het pijpleiding-met-schepen-alternatief, maar vele malen groter dan bij de resterende alternatieven. Er is daarom voor gekozen het effect van het milieu-alternatief voor dit criterium ook als enigszins ongunstig te beschouwen.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Verstoring vogels en zeehonden	-	-	0	0	-

Vertroebeling

Toename van de vertroebeling door het verspreiden van vooral slib in de Westerschelde kan invloed hebben op het vangstsucces van vogels die op het zicht op vis jagen (zichtjagers), omdat het doorzicht vermindert. Ook kan toename van de vertroebeling een negatief effect hebben op vooral de larven van vissen en jonge exemplaren. Bij de keuze van de verspreidingsvakken is hier al zodanig rekening mee gehouden, dat deze effecten worden geminimaliseerd.

Daarnaast kan door het verspreiden van de boorspecie in de Westerschelde de lichtindringing in het water verminderen en daardoor de productie van fytoplankton worden beperkt. Mogelijk speelt dit enigszins ter plaatse van de verspreidingsvakken een rol in de perioden van fytoplanktongroei, namelijk aan het einde van het voorjaar en in de zomer. Verder kan toename van de vertroebeling een negatieve invloed hebben op de bodemfauna, en dan vooral op soorten als mossels en kokkels die het water filtreren om te fourageren. Ook hier is al rekening mee gehouden, door de verspreidingsvakken zoveel mogelijk te kiezen op locaties waar de bodem beneden het niveau ligt waarop de bodemfauna vooral voorkomt.

Desondanks kan bodemfauna negatief beïnvloed worden door specie die in suspensie gaat tijdens het verspreiden. De eventuele effecten die optreden zijn echter van tijdelijke aard. Na beëindiging van het verspreiden zal herstel van de bodemfauna optreden.

Verwacht wordt dat het effect van vertroebeling door het verspreiden van boorspecie zeer gering is. Bij elkaar worden de effecten op vertroebeling als verwaarloosbaar beschouwd. Dat geldt voor alle alternatieven.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Vertroebeling	0	0	0	0	0

9.3.4. Effecten op het gebruik van de Westerschelde door de mens

Scheepvaart

De verkeersintensiteit neemt op enkele vaarroutes toe door het afvoeren van boorspecie per schip naar de verschillende verspreidingsvakken. In tabel 9.3 is per alternatief het aantal vaarbewegingen aangegeven dat ontstaat door het afvoeren van de boorspecie per schip. In het basisalternatief, waarin alle

boorspecie wordt verspreid in de Westerschelde, leidt dit tot een totale toename van het aantal vaarbewegingen met ongeveer 3500 verspreid over de boorperiode. Per jaar, tijdens de boorperiode, betekent dit op de trajecten in de hoofdgeul naar de verspreidingsvakken een toename van de verkeersintensiteit van maximaal ca. 5%. Bij het hergebruikalternatief is dit minder dan 1%.

De mogelijke gevolgen voor de verkeersveiligheid hangen met name af van de complexiteit van het af te leggen vaartraject naar het verspreidingsvak. Het kruisen van de hoofdvaarroute is daarin een belangrijke factor. Ieder schip dat boorspecie wegbrengt, moet in ieder geval twee maal de hoofdvaarroute kruisen.

Een andere factor is de ligging van de verspreidingsvakken ten opzichte van de hoofdvaarroute. Alle verspreidingsvakken liggen buiten de hoofdvaarroute, behalve de verspreidingsvakken Eendrachtspolder en 'klei1'. (Het vak 'klei1' wordt naar verwachting niet of nauwelijks gebruikt.) De splitsbakken zullen echter altijd de specie al varend verspreiden, wat slechts enkele minuten zal duren.

Hoewel de verkeersintensiteit in de omgeving van Terneuzen door het afvoeren van de boorspecie met schepen dus wel iets toeneemt, wordt verwacht dat de verkeersveiligheid niet significant verslechtert. De toename van de scheepvaartintensiteit ten gevolge van het afvoeren van boorspecie doet zich ook alleen voor tijdens de boorperiode van ca. 2,5 jaar.

Verder is bij de keuze van de verspreidingsvakken als uitgangspunt gehanteerd dat de diepte van de vaargeul door het verspreiden van de boorspecie niet zodanig mag verminderen, dat de scheepvaart er hinder van zou kunnen ondervinden. Dit geldt dus ook voor de ligging van het verspreidingsvak 'Eendrachtspolder'.

De beoordeling van dit criterium is gerelateerd aan de toename van het aantal vaarbewegingen en het wel of niet verspreiden in het verspreidingsvak 'Eendrachtspolder', dat in de hoofdvaargeul ligt. Voor het basisalternatief en het pijpleiding-met-schepen-alternatief is de toename van het aantal vaarbewegingen het grootst en vergelijkbaar met elkaar. Bij het basisalternatief wordt ook een hoeveelheid in het vak 'Eendrachtspolder' verspreid; bij het pijpleiding-met-schepen-alternatief niet. De effecten van het basisalternatief worden daarom als negatiever beschouwd dan het pijpleiding-met-schepen-alternatief. De toename van het aantal vaarbewegingen is voor het hergebruik- en milieu-alternatief aanmerkelijk kleiner. Er wordt wel een beperkte hoeveelheid specie in het vak 'Eendrachtspolder' verspreid. Bij het pijpleidingalternatief wordt helemaal niet met schepen gevaren om de boorspecie te verspreiden.

Het effect van het basisalternatief wordt als ongunstig beschouwd. De effecten van het pijpleiding-met-schepen- en het milieu-alternatief worden als enigszins ongunstig beschouwd. De effecten van het hergebruikalternatief worden als verwaarloosbaar beschouwd. Het pijpleidingalternatief heeft helemaal geen effecten op de scheepvaart.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Scheepvaart	--	-	0	0	-

Infrastructuur

Bij het instand houden van scheepvaartinfrastructuur op de Westerschelde speelt de sedimentatie van slib in havens een rol. De verspreidingsvakken zijn zodanig gesitueerd dat, met name, het verspreiden van slib zo min mogelijk direct in havens terecht komt. Het effect op havens mag daarom als verwaarloosbaar worden beschouwd. Dit geldt voor alle alternatieven.

Daarnaast is bij infrastructuur de invloed op de kabel- en leidingenstrook tussen Terneuzen en Ellewoutsdijk bij het verspreiden van boorspecie van belang. Bij de keuze van de verspreidingsvakken

(zie hoofdstuk 7) komt voor het zand in de boorspecie in de totale afweging van criteria een gebied ten zuiden van Ellewoutsdijk als relatief gunstig naar voren; het vak 'zand2' is hier gesitueerd. Dit verspreidingsvak ligt echter dicht tegen de kabel- en leidingenstrook aan, zodat een kans bestaat dat erosiekuilen, die mogelijk ontstaan bij het verspreiden, aan deze strook kunnen raken. Dit verspreidingsvak ligt daarom minder gunstig. In het basis- en het pijpleiding-met-schepen-alternatief wordt een aanmerkelijke hoeveelheid boorspecie in het vak 'zand2' verspreid. Zij scoren daarom ongunstig op het criterium infrastructuur. Bij de twee alternatieven met hergebruik is deze hoeveelheid (zeer) beperkt; het effect wordt als verwaarloosbaar beschouwd. Bij het pijpleidingalternatief wordt helemaal geen boorspecie in het vak 'zand2' verspreid.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Infrastructuur	-	-	0	0	0

Visserij

De verspreidingsvakken zijn zoveel mogelijk gesitueerd buiten de gebieden waar wordt gevist op tong, garnaal en kokkels. Als resultaat van de totale afweging van criteria overlappen de verspreidingsvakken 'zand1' en 'gemengd1' toch gedeeltelijk met de aangegeven gronden waar wordt gevist.

Bij het basisalternatief, het hergebruik- en het milieu-alternatief wordt van deze beide verspreidingsvakken gebruik gemaakt. De hoeveelheden die in het basisalternatief worden verspreid in de Westerschelde zijn het grootst, bij het hergebruikalternatief het kleinst, het milieu-alternatief ligt daartussenin. In het pijpleiding-met-schepen-alternatief wordt alleen in het vak 'zand1' verspreid, maar wel een relatief grote hoeveelheid boorspecie. De effecten van het basis-, het pijpleiding-met-schepen- en het milieu-alternatief worden als ongunstig beschouwd. De effecten van het hergebruikalternatief worden als verwaarloosbaar beschouwd. Bij het pijpleidingalternatief wordt noch in 'zand1' noch in 'gemengd1' boorspecie verspreid; het alternatief heeft geen negatieve effecten op de visserij.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Visserij	-	-	0	0	-

Delfstoffenwinning

De verspreidingslocaties voor de boorspecie zijn op plaatsen gesitueerd waar geen delfstoffen als zand en schelpen worden gewonnen. De effecten van alle alternatieven zullen daardoor minimaal zijn en worden als verwaarloosbaar beschouwd.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Delfstoffen-winning	0	0	0	0	0

Archeologische vindplaatsen en scheepswrakken

De verspreidingsvakken zijn zoveel mogelijk gesitueerd op plaatsen waar zich geen archeologische waarden of scheepswrakken bevinden. Als resultaat van de totale afweging van criteria ligt het verspreidingsvak 'zand2' toch over een plaats waar vondsten uit de steentijd en bronstijd zijn gedaan. In het vak 'zand2' worden vooral in het basisalternatief en het pijpleiding-met-schepen-alternatief betrekkelijk grote hoeveelheden boorspecie verspreid. In het milieu-alternatief worden in dit vak ook redelijk grote hoeveelheden verspreid. Het effect op archeologie wordt voor deze alternatieven als enigszins ongunstig beoordeeld. In het hergebruikalternatief is de hoeveelheid die hier wordt verspreid (zeer) gering; het effect is verwaarloosbaar. In het pijpleidingalternatief wordt geen boorspecie in het vak 'zand2' verspreid; er treden dus geen effecten op archeologie op.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Archeologie	-	-	0	0	-

Waterkeringen

Bij de keuze van de verspreidingsvakken is als randvoorwaarde opgenomen dat geen boorspecie verspreid mag worden op plaatsen waar het gevaar bestaat dat door deze lossingen van boorspecie de stabiliteit van de waterkering of oever wordt aangetast. Aan deze randvoorwaarde wordt voor alle verspreidingsvakken voldaan, waardoor er voor geen van de alternatieven effecten op de waterkeringen zullen optreden.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Waterkering	0	0	0	0	0

Recreatie

De oeverrecreatie langs de Westerschelde zal niet worden beïnvloed door het transporteren en verspreiden van boorspecie. Aangezien het grootste deel van de sportvissers vanaf de oevers vist, zal ook in dit geval de hinder zeer beperkt zijn. De recreatievaart concentreert zich in het mondingsgebied van de Westerschelde. Daar wordt geen boorspecie verspreid. Daarom mag worden aangenomen dat de recreatievaart niet of nauwelijks hinder zal ondervinden van de schepen die de boorspecie zullen verspreiden in de Westerschelde. Concluderend is voor alle alternatieven het effect van het verspreiden van boorspecie op de recreatie verwaarloosbaar.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Recreatie	0	0	0	0	0

9.3.5. Effecten op de kwaliteit van bodem en water

Bodemkwaliteit

Door het verspreiden van de boorspecie worden geen wezenlijk nieuwe stoffen aan de Westerschelde toegevoegd. Zowel de boorspecie als de bentoniet zijn opgebouwd uit mineralen die of al in de Westerschelde aanwezig zijn of nauw verwant zijn aan mineralen aanwezig in de Westerschelde.

Ook wat betreft de gehalten van stoffen geldt dat de bodemkwaliteit niet significant verslechtert. Uit analyses [39] blijkt dat de boorspecie niet of nauwelijks verontreinigd is. In vrijwel alle geanalyseerde monsters liggen de gehalten (ver) beneden de streefwaarde (klasse 0). In slechts enkele monsters wordt de streefwaarde voor olie en koper licht overschreden (klasse 1).

In de glauconiethoudende zanden komt arseen in gebonden vorm voor; het is alleen niet goed bekend aan welke stof het is gebonden: of aan het mineraal glauconiet of aan andere mineralen als ijzersulfiden (o.a. pyriet). De wijze van binding bepaalt het gedrag van arseen. Indien het arseen aan glauconiet is gebonden, blijft het vrij zeker in gebonden vorm en blijft met de inmiddels gesedimenteerde specie op de bodem van de Westerschelde. In dat geval kan het arseengehalte van het huidige bodemsediment (5-10 mg/kg) tijdelijk en plaatselijk met maximaal een factor drie toenemen. De toegestane normen worden echter niet overschreden. Verspreiding van de boorspecie na verloop van tijd zal door verdunning voor een daling van het gehalte tot de huidige achtergrondconcentratie zorgen.

In het basis- en het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleidingalternatief zal al het glauconiethoudend zand worden verspreid in de Westerschelde. In het hergebruikalternatief wordt het grootste deel van het glauconiethoudend zand hergebruikt. In het milieu-alternatief wordt ongeveer eenderde van het glauconiethoudend zand hergebruikt.

Waterkwaliteit

De waterkwaliteit wordt in zijn algemeenheid niet negatief beïnvloed door het verspreiden van boorspecie. Indien het arseen in de glauconiethoudende zanden niet aan het glauconiet maar aan ijzersulfiden is gebonden, bestaat de kans dat (een deel van) het arseen door oxidatie in oplossing gaat en dus in het water terecht komt. De huidige arseen concentratie in de Westerschelde rond Terneuzen is ca. 3 µg/l. Indien wordt aangenomen dat alle arseen in oplossing zou gaan - hetgeen niet aannemelijk is - kan de arseenconcentratie rond de verspreidingsplaats met maximaal enkele µg/l toenemen. De huidige concentratie ligt al boven de streefwaarde van 0,8 µg/l. De arseenconcentratie ligt echter zowel in de huidige situatie als na het verspreiden van de boorspecie ver onder de maximaal toelaatbare concentratie in verband met ecotoxicologische risico's van 25 µg/l.

Samenvattend kan worden gesteld dat tijdelijk en ter plaatse van de verspreidingsvakken de bodem- en waterkwaliteit onder invloed van het verspreiden van glauconiethoudende zanden enigszins verslechtert. Dat geldt voor het basis-, het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleidingalternatief, waarbij alle boorspecie wordt verspreid, en in mindere mate voor het milieu-alternatief. In het hergebruikalternatief wordt bijna de totale hoeveelheid glauconiethoudend zand hergebruikt; het effect van het verspreiden in dit alternatief is daarom verwaarloosbaar. Verwacht wordt dat het verspreiden van boorspecie vermengd met additieven geen problemen met zich meebrengt (zie voor de beschrijving van de effecten 9.1.4).

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Bodem- en waterkwaliteit	-	-	-	0	-

Tabel 9.7
Verspreidingsvakken en
nabijgelegen milieu-
beschermingsgebieden.

Verspreidingsvak	Milieubeschermingsgebied	Overlapping richtwaarde 40 dB(A) rond stiltegebieden
Zand1	Middelplaat	ja, maar nu ook al overschrijding door reguliere scheepvaart
Zand2	Slikken van de Everingen	nee
Slib1	Plaat ten westen van Straatje van Willem	nee
Eendrachtspolder	Platen van Hulst	nee
Klei1	geen	nee
Gemengd1	geen	nee

Emissies

Luchtkwaliteit

Het varen met schepen naar de verspreidingsvakken om de boorspecie wég te brengen, maar ook de dieselpompen in het pijpleidingalternatief, brengen emissies naar de lucht met zich mee. Dit is al verdisconteerd in de bepaling van het brandstofverbruik in paragraaf 9.2.2.

Geluid

In de Provinciale Milieuverordening (PMV) van de provincie Zeeland zijn in de Westerschelde de platen, slikken en een deel van de schorren aangewezen als 'integraal milieubeschermingsgebied' en daarmee ook tot stiltegebied. De geluidsproductie van de schepen waarmee de boorspecie verspreid wordt kan mogelijk invloed hebben op deze gebieden.

De stiltegebieden die zouden kunnen worden beïnvloed door de schepen, staan vermeld in tabel 9.7. (NB. De schepen waarmee de boorspecie verspreid wordt maken geen gebruik van de pijpleiding-locatie.)

Voor stiltegebieden hanteert de provincie als richtwaarde een referentieniveau van maximaal 40 dB(A) aan de grens van een dergelijk gebied (equivalente geluidsniveau).

De afstand tot de verspreidingsschepen waarop dit equivalente geluidsniveau wordt overschreden, is berekend met behulp van een rekenmethode van VROM [21], het akoestisch onderzoek dat is gedaan voor de Milieu Aspecten Studie naar baggerspeciéstoringen [38] en conform de PMV. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat per dag 8 schepen een verspreidingslocatie bezoeken. Dit moet als een maximum worden beschouwd. Het effect van andere geluidsbronnen wordt bij de berekeningen niet meegenomen. De berekeningen zijn beschreven in [34].

Uit de berekeningen blijkt dat op basis van 8 verspreidingen per etmaal de 40 dB(A) geluidscontour op ca. 300 m afstand rondom de geluidsbron ligt. Als het aantal verspreidingen 6 per etmaal is, daalt de afstand tot ca. 260 m. Dit komt omdat in de berekening wordt gecorrigeerd voor de totale tijdsduur per dag dat een schip in een verspreidingsvak aanwezig is.

Hoe korter de totale tijd, hoe groter de correctie.

Op grond van het maximale aantal schepen waarmee boorspecie verspreid wordt per etmaal kan een cirkelvormige 40 dB(A) geluidscontour van 300 m rondom het midden van ieder verspreidingsvak worden getrokken.

Bij 4 verspreidingslocaties is de afstand tussen verspreidingslocatie en milieubeschermingsgebied groter dan 300 m en ligt de geluidsbelasting als gevolg van het verspreiden van boorspecie dus beneden de richtwaarde voor stiltegebieden.

Bij de verspreidingsvakken 'zand1' en 'slib1' ligt de situatie anders:

Zand1

Bij de berekende geluidscontour rond dit verspreidingsvak voor boorspecie is sprake van een beperkte overlapping met de 40 dB(A) contour van de Middelpilaat. De richtwaarde wordt dus enigermate overschreden. In het overlappende gedeelte van beide contouren zal de 45 dB(A) echter niet worden overschreden.

Het verspreidingsvak zand1 ligt echter direct achter de betonning van de hoofdvaargeul door de Pas van Terneuzen. Ten behoeve van de Milieu Aspecten Studie [38] voor het storten van baggerspecie is de geluidsbelasting van de Middelpilaat door de reguliere scheepvaart berekend. Daaruit blijkt dat voor het gedeelte van de Middelpilaat rond het verspreidingsvak zand1 de 40 dB(A) contour door de reguliere scheepvaart al in beperkte mate wordt overschreden. Dat betekent dat de verspreiding van boorspecie niet of nauwelijks tot een verslechtering van de huidige situatie leidt.

Slib1

In de kaart 'Integrale Milieubeschermingsgebieden', behorende bij de PMV Zeeland, worden de milieubeschermingsgebieden begrensd door de NAP -5 m dieptelijn. Er is er sprake van een aanzienlijke overlapping van de plaat ten westen van het Straatje van Willem door de 40dB(A) contour als gevolg van de verspreidingsactiviteiten. Volgens deze kaart bevindt zich zelfs een deel van het verspreidingsvak binnen het gebied begrensd door de NAP -5 m lijn.

Volgens één van de randvoorwaarden bij de keuze van de verspreidingslocaties zijn echter de gebieden ondieper dan NAP -6 m juist uitgesloten. Het punt is dat de kaart van de integrale milieubeschermingsgebieden is gebaseerd op de situatie rond 1990-1991. Voor de bepaling NAP -6 m lijn voor de verspreidingslocaties is daarentegen gebruik gemaakt van veel recentere dieptecijfers uit 1996. Bij vergelijking blijkt dat de grootte van de plaat ten westen van het Straatje van Willem aanzienlijk is veranderd in de tussenliggende periode. De PMV laat ruimte voor een dergelijke verandering van de begrenzing van een milieubeschermingsgebied in de Westerschelde.

Dat betekent dat op grond van de veel recentere ligging van de NAP -5 m lijn mag worden geconcludeerd dat er geen sprake is van overlapping van de 40 dB(A) contour rond de plaat ten westen van het Straatje van Willem door de verspreidingsactiviteiten van boorspecie.

Concluderend kan worden gesteld dat een toename van de geluidsbelasting van milieubeschermingsgebieden zich alleen bij het vak 'zand1' voordoet. De geluidsbelasting is echter niet meer dan de huidige geluidsbelasting van het reguliere scheepvaartverkeer. De effecten worden daarom als verwaarloosbaar beschouwd. Bovendien gaat het om een tijdelijk effect, voor de duur van de bouwperiode van de tunnel.

Criterium	Effectscore per alternatief				
	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Emissies	0	0	0	0	0

10. Vergelijking van de alternatieven

In dit hoofdstuk zijn de effecten van de vijf alternatieven, die in hoofdstuk 9 zijn beschreven, naast elkaar gezet. De scores die aan de verschillende criteria zijn toegekend, zijn in een overzicht weergegeven, de effecten zijn samengevat en met elkaar vergeleken. Op deze wijze wordt de grote lijn in de effecten van het afvoeren van de boorspecie uit de Westerscheldetunnel zichtbaar. Daarnaast zijn de kosten van de alternatieven beschreven.

10.1. Opbouw samenvatting effecten

In tabel 10.1 is een overzicht gegeven van de waardering van de effecten van de alternatieven, zoals die in hoofdstuk 9 is toegekend. Het meest milieuvriendelijk alternatief wordt in paragraaf 10.4 beschreven.

De tabel is opgebouwd uit twee 'blokken':

■ Watermilieu:

In het eerste blok is de waardering van de effecten op het watermilieu van de Westerschelde weergegeven. Het blok geeft een waardering van de effecten op de hoofdfuncties van de Westerschelde: natuur, mens en kwaliteit. De effecten worden veroorzaakt door het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde.

■ Overig milieu:

In het tweede blok is de waardering van de effecten op het overige milieu weergegeven. Deze effecten hebben betrekking op de eindige voorraden van grondstoffen en energie, en op de aantasting van het landschap door de winning van grondstoffen. De effecten hangen samen met de mate waarin boorspecie kan worden hergebruikt en de wijze van afvoeren. Een groter hergebruik betekent enerzijds dat er minder boorspecie hoeft te worden verspreid en anderzijds dat meer primaire grondstoffen kunnen worden vervangen door boorspecie.

Belangrijk voor dit overzicht is dat beide blokken apart moeten worden bekeken. Binnen ieder blok kunnen de alternatieven met elkaar worden vergeleken. Het is niet mogelijk per alternatief de waardering van de verschillende blokken bij elkaar 'op te tellen', omdat de referentie voor de effectbeoordeling voor beide blokken verschillend is. Bij 'optelling' van beide blokken zouden 'appels met peren' worden vergeleken, hetgeen niet juist is.

10.2. Samenvatting effecten en vergelijking van de alternatieven

Uit tabel 10.1 worden de volgende grote lijnen wat betreft de effecten van het afvoeren van de boorspecie zichtbaar.

10.2.1. Watermilieu

Samenvatting effecten

In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat de effecten van het verspreiden van boorspecie op de functies van de Westerschelde beperkt zijn. Het gaat om een tijdelijke activiteit met tijdelijke effecten. Ook in de context van de omvang en de duur van andere activiteiten in de Westerschelde, zoals het baggeren en storten in verband met de verruiming en het onderhoud van de vaargeul en het onderhoud van havens, mag worden geconcludeerd dat er bij het verspreiden van de boorspecie geen sprake is van aanzienlijke milieu-effecten.

■ Natuur:

Bij het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde gaat het om relatief kleine en eenmalige hoeveelheden zand en slib in verhouding tot de steeds terugkerende hoeveelheden zand en slib die worden gestort in het kader van de verruiming en het onderhoud van de vaargeul in de Westerschelde en het onderhoud van havens langs de Westerschelde.

Bij de keuze van de verspreidingsvakken is al zoveel mogelijk rekening gehouden met de eventuele

10. Vergelijking van de alternatieven

negatieve effecten die door het verspreiden van boorspecie op zouden kunnen treden. De ligging van de verspreidingsvakken is zodanig gekozen, dat de effecten op de Westerschelde kunnen worden geminimaliseerd.

Tabel 10.1 Overzicht waardering effecten van de alternatieven.

Watermilieu	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief	MMA
Natuur						
<i>Morfologie</i>						
■ Getij	0	0	0	0	0	0
■ Morfologische structuur	0	0	0	0	0	0
■ Beweeglijkheid beddingvormen	-	-	0	0	0	0
■ Sedimentuitwisseling	0	0	0	0	0	0
<i>Ecologie</i>						
■ Ondiep water leefgemeenschappen	0	0	0	0	0	0
■ Ophoging schorren	0	0	0	0	0	0
■ Verstoring vogels en zeehonden	-	-	0	0	-	0
■ Vertroebeling	0	0	0	0	0	0
Mens						
■ Scheepvaart	--	-	0	0	-	0
■ Infrastructuur	-	-	0	0	0	0
■ Visserij	-	-	0	0	-	0
■ Delfstoffenwinning	0	0	0	0	0	0
■ Archeologie	-	-	0	0	-	0
■ Waterkering	0	0	0	0	0	0
■ Recreatie	0	0	0	0	0	0
Kwaliteit						
■ Bodem- en waterkwaliteit	-	-	-	0	-	0
■ Emissies	0	0	0	0	0	0

Overig milieu	Basis alternatief	Pijpleiding-met-schepen-alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief	MMA
Vermeden primaire grondstoffen	0	0	0	++	+	++
Brandstofverbruik	0	-	--	-	0	-
Vermeden landgebruik	0	0	0	++	++	++

Op de morfologie van de Westerschelde worden er nauwelijks effecten verwacht. Wel kan het verspreiden plaatselijk in de buurt van enkele verspreidingsvakken de beweeglijkheid van kortsluitgeulen verminderen. Dit effect zal tijdelijk zijn.

Ook op de ecologie worden weinig effecten verwacht. Wel kan het verspreiden van het slib uit de boorspecie voor een tijdelijke verhoging van de troebelheid zorgen. Dit effect zal echter verdwijnen zodra de verspreiding van de boorspecie ophoudt. Omdat bij de keuze van de locaties zoveel mogelijk rekening is gehouden met dit effect, worden de effecten van de toename in troebelheid op de ecologie als verwaarloosbaar beschouwd. Bij het verspreidingsvak 'zand1' kan de fysieke aanwezigheid van de schepen waarmee de boorspecie verspreid wordt tijdelijk voor een verstoring van vogelpopulaties op de Middelpaalt zorgen.

■ Mens:

De belangrijkste effecten van het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde, hoewel nog steeds beperkt, doen zich voor bij een aantal gebruiksfuncties op de Westerschelde. Het verspreiden van de boorspecie met schepen veroorzaakt extra scheepvaartbewegingen in een vaargeul die al druk is bevaren. De schepen moeten voor het bereiken van de verspreidingsvakken de vaargeul kruisen, hetgeen op zich voor een extra risico voor aanvaringen zorgt. Toch gaat het om een beperkt aantal extra scheepvaartbewegingen ten opzichte van de huidige scheepvaartintensiteit. Het effect is bovendien tijdelijk, het geldt voor de duur van de bouw van de tunnel. Daarnaast kan het verspreiden van grotere hoeveelheden boorspecie in de 'zand' vakken en/of het 'gemengde' vak beperkte effecten hebben op de kabel- en leidingenstrook tussen Terneuzen en Ellewoutsdijk, zeer lokaal op visgronden en op één archeologische vindplaats.

■ Kwaliteit:

De boorspecie uit de Westerscheldetunnel is niet verontreinigd. Uit analyses [39] is gebleken dat het om schoon materiaal gaat.

Wel bevinden zich in de boorspecie de mineralen bentoniet en in bepaalde gedeelten van het boortraject glauconiet, die op zich niet van nature in het Westerscheldesysteem voorkomen. Het bentoniet is echter verwant aan kleimineralen die wel in de Westerschelde voorkomen. Van het bentoniet wordt verwacht dat het zich gedraagt als het slib dat in de Westerschelde aanwezig is. De hoeveelheid bentoniet die wordt verspreid is bovendien zeer beperkt ten opzichte van de hoeveelheid slib in de boorspecie. De effecten van bentoniet op organismen (bodemfauna en vissen) worden gering geacht. Mogelijk kunnen tijdelijk negatieve effecten van het verspreiden van slib (inclusief bentoniet) optreden in gebieden die belangrijk zijn als rust- en foerageergebied van vissen in het larvenstadium en jonge vissen.

Ook het glauconiet in de glauconiethoudende zanden is verwant aan mineralen die in het huidige sediment van de Westerschelde voorkomen. Bij het verspreiden van deze zanden worden dus geen geheel vreemde stoffen aan de Westerschelde toegevoegd. Het glauconiet in de glauconiethoudende zanden is gevormd onder omstandigheden die zich nu voordoen in de Westerschelde. Daarom wordt verwacht dat bij het verspreiden van deze zanden het materiaal snel zal bezinken en dat het glauconiet grotendeels stabiel zal zijn en in het sediment blijft. In de glauconiethoudende zanden komt arseen voor, dat, afhankelijk van het gedrag van het arseen, een tijdelijke verhoging van het arseengehalte in het sediment of in de waterfase geeft. Ook bij een maximale verhoging blijven de concentraties duidelijk onder het gestelde maximaal toelaatbare risico.

Het verspreiden van boorspecie vermengd met additieven in de Westerschelde brengt naar verwachting geen problemen met zich mee (zie paragraaf 9.1.4)

Vergelijking alternatieven

De effecten op het watermilieu overziende hebben alle vijf alternatieven geen of zeer beperkte effecten op de functie natuur.

Op de functies mens en kwaliteit scoren het basis-, het pijpleiding-met-schepen- en het milieu-alternatief minder gunstig dan het hergebruik- en het pijpleidingalternatief. Dit heeft de volgende twee oorzaken:

1. De eerste oorzaak heeft een direct verband met de hoeveelheid boorspecie die wordt verspreid in de Westerschelde. Hoe meer boorspecie wordt verspreid, hoe meer scheepvaartbewegingen dit met zich meebrengt. De hoeveelheden boorspecie zijn bij het basis- en het pijpleiding-met-schepen-alternatief aanmerkelijk groter en bij het milieu-alternatief groter dan bij het hergebruik-alternatief. Een uitzondering vormt het pijpleiding-alternatief: alle boorspecie wordt weliswaar verspreid in de Westerschelde maar de boorspecie wordt niet met schepen weggebracht. De grotere hoeveelheden hebben ook voor de kwaliteit ongunstiger effecten. Bij het hergebruik-alternatief wordt slechts een kleine hoeveelheid glauconiethoudend zand verspreid. Bij het basis-, het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleiding-alternatief wordt al het glauconiethoudend zand verspreid, en bij het milieu-alternatief een gedeelte.
2. De tweede oorzaak hangt samen met welke verspreidingsvakken in een alternatief worden gebruikt. Negatieve effecten zijn verbonden aan het verspreiden van grote hoeveelheden in beide zandvakken. In het basisalternatief, het pijpleiding-met-schepen-alternatief en minder in het milieu-alternatief worden relatief grote hoeveelheden in deze zandvakken verspreid. Bij het hergebruik-alternatief zijn de hoeveelheden in deze zandvakken zeer beperkt. Bij het pijpleiding-alternatief wordt geen boorspecie in de zandvakken verspreid. Daarnaast zijn negatieve effecten verbonden aan het verspreiden van grote hoeveelheden in het 'gemengde' vak en het vak 'Eendrachtspolder'. Dit is van toepassing op vooral het basisalternatief en ook op het pijpleiding-met-schepen- en het milieu-alternatief. Bij het hergebruik-alternatief zijn de hoeveelheden boorspecie in deze vakken het kleinst. De relatief ongunstige effecten van het verspreiden van grote hoeveelheden in de genoemde vakken hebben betrekking op infrastructuur, visserij en archeologie. Bij het pijpleiding-alternatief wordt geen boorspecie in deze vakken verspreid.

10.2.2. Overig milieu

Samenvatting effecten

De effecten op het overig milieu hangen samen met de mate waarin boorspecie kan worden hergebruikt en de gevolgen die dat heeft voor de toevoer van boorspecie in plaats van primaire grondstoffen naar de hergebruikslocaties en de beperking van de hoeveelheden te verspreiden boorspecie.

Van dit hergebruik zijn de effecten bekeken op een aantal milieuthema's:

- het vermijden gebruik van primaire grondstoffen,
- het energieverbruik (in de vorm van brandstofverbruik),
- het landgebruik (in de vorm van winning en de opslag van grondstoffen).

Hergebruik van boorspecie heeft een positief effect op het vermijden van primaire grondstoffen. Ook op het landgebruik heeft hergebruik een positief effect. Dit wordt in hoofdzaak bepaald door de uitsparing van primaire klei, waarvoor landbouwgronden in de buurt van de hergebruikslocatie zouden moeten worden afgegraven. Deze landbouwgronden worden daardoor verlaagd, zijn tijdelijk niet te gebruiken als landbouwgrond en hebben een periode van herstel nodig. Voor het energieverbruik hangt het effect sterk samen met de afstand waarover de boorspecie of de primaire grondstof moet worden vervoerd naar de hergebruikslocatie. Als de hergebruikslocatie niet dicht in de buurt van het werkterrein van de Westerscheldetunnel ligt, is de afstand waarover primaire grondstoffen aangevoerd moeten worden doorgaans korter en daarmee het energieverbruik minder. De verminderde hoeveelheid te verspreiden boorspecie en het daarmee samenhangende lagere energieverbruik weegt daar niet tegenop.

Bij de alternatieven waarbij alle boorspecie wordt verspreid in de Westerschelde, blijkt dat het afvoeren met een pijpleiding relatief veel brandstof kost.

Vergelijking alternatieven

Bij de vergelijking van effecten van de alternatieven op het overig milieu is het basisalternatief als uitgangspunt gekozen; de waardering van de effecten van dit alternatief is daarom '0'.

Het pijpleiding-met-schepen- en het pijpleidingalternatief scoren deels '0' op het overig milieu. Bij deze alternatieven wordt ook geen boorspecie hergebruikt en er is dus geen sprake van vermeden gebruik van primaire grondstoffen en vermeden landgebruik. De combinatie van het verspreiden van de boorspecie deels met schepen en deels met een pijpleiding of helemaal met een pijpleiding is qua brandstofverbruik negatiever dan het basisalternatief. Bij het pijpleidingalternatief moeten door de menging met water om de specie te kunnen verpompen in totaal veel meer kubieke meters worden afgevoerd, hetgeen resulteert in een hoger brandstofverbruik dan bij de andere alternatieven.

Bij het hergebruikalternatief wordt alle boorspecie die in dit MER als geschikt is beoordeeld, hergebruikt. Bij het milieu-alternatief wordt ook, maar minder, boorspecie hergebruikt. Beide alternatieven hebben daarmee op zich een (zeer) gunstig effect op het uitsparen van primaire grondstoffen. Het gaat wel om materialen (zand en klei) die in Zeeland niet als schaarse grondstoffen worden beschouwd. Op het vermeden landgebruik hebben het hergebruik en milieu-alternatief een zeer gunstig effect, met name bepaald door de uitsparing van primaire klei.

Wat betreft de energiebehoefte (het brandstofverbruik) is het beeld anders. Door hergebruik hoeft minder boorspecie te worden verspreid in de Westerschelde. Dit betekent op zich een besparing aan brandstof. Doordat een aantal hergebruikslocaties relatief ver weg liggen van het werkterrein in Terneuzen, is de transportafstand en daarmee het brandstofverbruik naar deze hergebruikslocaties voor boorspecie groter dan de afstand waarover primaire grondstoffen moeten worden aangevoerd. Bij het hergebruikalternatief telt dit zo zwaar aan dat dit niet opweegt tegen de verminderde hoeveelheid te verspreiden boorspecie. Bij het hergebruikalternatief wordt in totaal meer brandstof verbruikt. Het totale effect is dus ongunstig. Bij het milieu-alternatief is de relatief ver weg liggende locatie aan de noordzijde van de Westerscheldetunnel waar bovendien relatief veel materiaal in geluidswallen verwerkt zou kunnen worden, uit het alternatief weggelaten. Hierdoor ligt het totale brandstofverbruik in dezelfde orde van grootte als bij het basisalternatief.

10.3. Kosten

10.3.1. Effecten op kosten

Naast de effecten van het verspreiden en/of hergebruik op het milieu zijn er effecten op kosten. Zowel het verspreiden van de boorspecie als het hergebruik brengt kosten met zich mee door het benodigde transport van de boorspecie, hetzij naar de Westerschelde, hetzij naar een hergebruikslocatie. Het hergebruik van boorspecie geeft echter ook opbrengsten. Daar staat weer tegenover dat ten behoeve van het hergebruik extra investeringen moeten worden gedaan om gescheiden afvoer van de boorspecie uit de separatie-installatie mogelijk te maken.

Tabel 10.2
Kosten en opbrengsten
per alternatief
(in miljoenen gulden).

	Basis alternatief	Pijpleiding- met-schepen- alternatief	Pijpleiding alternatief	Hergebruik alternatief	Milieu alternatief
Aanpassing separatie-installatie	0	0	0	11	11
Aanleggen pijpleiding	0	3,5	0	0	0
Besparing brandstof voor verspreiding met schepen	0	0,05	0	0,13	0,09
Kosten transport boorspecie naar hergebruikslocatie	0	0	0	11	7
Opbrengsten vanuit hergebruik	0	0	0	11	8

In tabel 10.2 zijn deze kosten en opbrengsten per alternatief weergegeven. De kosten zijn beschreven vanuit het gezichtspunt van het project Westerscheldetunnel. De kosten zijn zodanig beschreven, dat zij de extra kosten en/of besparingen ten opzichte van het basisalternatief aangeven. Het basisalternatief is dus de referentie.

Uit tabel 10.2 kan het volgende worden afgeleid. In het basisalternatief wordt alle specie verspreid in de Westerschelde en dus geen boorspecie hergebruikt. Dat betekent dat er geen extra investeringen hoeven worden gedaan in een aanpassing van de separatie-installatie, en er zijn ook geen besparingen of opbrengsten.

In het pijpleiding-met-schepen-alternatief moet een extra investering worden gedaan voor de aanleg van een pijpleiding die de slurryfractie rechtstreeks vanuit de separatie-installatie naar de Westerschelde kan pompen. De besparing op brandstofkosten door het minder hoeven varen naar de verspreidingslocaties is klein ten opzichte van de brandstofkosten voor de inzet van de pijpleiding. De separatie-installatie hoeft niet te worden aangepast.

Bij het pijpleidingalternatief wordt ook geen boorspecie hergebruikt en hoeven geen investeringen te worden gedaan voor aanpassing van de separatie-installatie. Bij dit alternatief moet een pijpleiding worden aangelegd; daar staat echter tegenover dat de inzet van schepen niet nodig is. De totale kosten zijn voor dit alternatief nagenoeg gelijk aan de kosten voor de afvoer van al de vrijkomende boorspecie per schip. Daarom zijn de kosten voor het pijpleidingalternatief op 0 gesteld, zodat het totaal overeenkomt met het basisalternatief.

Bij het hergebruik- en milieu-alternatief houden de kosten voor transport van boorspecie naar de hergebruikslocatie en de opbrengsten van de boorspecie elkaar in evenwicht. De besparing aan brandstofkosten door de kleinere hoeveelheid boorspecie die met schepen moet worden verspreid, is slechts beperkt. Daar bovenop moeten investeringen worden gedaan voor de aanpassing van de separatie-installatie en van de opslagbassins op het werkterrein.

10.3.2. Milieurendement van hergebruik van boorspecie

Het beleid van het rijk is erop gericht het hergebruik van materialen te bevorderen. Het voordeel dat hergebruik oplevert voor het milieu ten opzichte van het gebruik van primaire grondstoffen in verhouding tot de kosten die het hergebruik met zich meebrengt, wordt het milieurendement genoemd.

Uit hoofdstuk 6 blijkt dat door hergebruik van boorspecie primaire grondstoffen kunnen worden uitgespaard en dat landgebruik, ten behoeve van opslag van grond en winning van primaire grondstoffen, kan worden vermeden. In die zin levert het hergebruik een voordeel voor het milieu op.

Wat betreft het energieverbruik door winning en transport blijkt dat het beeld minder gunstig is. De afstand vanaf het werkterrein van de Westerscheldetunnel tot een hergebruikslocatie is al gauw zodanig groot dat de afstand waarover de boorspecie moet worden vervoerd groter is dan de afstand waarover primaire grondstoffen naar die locatie zouden moeten worden vervoerd. Wat betreft het energieverbruik is het voordeel voor het milieu neutraal tot negatief.

Wat betreft de kosten blijkt dat het transport van de boorspecie naar de hergebruikslocaties en de opbrengsten van de boorspecie elkaar ongeveer in evenwicht houden. Daarbij moeten nog wel investeringen worden gedaan voor aanpassing van de afvoer van de boorspecie uit de separatie-installatie. Uit economisch oogpunt is het hergebruik van boorspecie ongunstig.

Geconcludeerd kan worden dat hergebruik van boorspecie tegenover een gedeeltelijk milieuvoordeel een economisch nadeel met zich meebrengt.

10.4. Meest milieuvriendelijk alternatief (MMA)

Het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) is een alternatief waarbij de nadelige gevolgen voor het milieu zoveel mogelijk worden beperkt. Ook het meest milieuvriendelijk alternatief dient een redelijk alternatief te zijn. In dit MER is het MMA opgebouwd uit de onderdelen van de hiervoor beschreven alternatieven die zo min mogelijk negatieve en zoveel mogelijk positieve effecten voor het milieu met zich meebrengen. Analooq aan de opbouw van de alternatieven, zoals in hoofdstuk 8 is beschreven,

wordt in het MMA een deel van de boorspecie hergebruikt en het resterende deel in de Westerschelde verspreid.

10.4.1. Samenstelling MMA

Het beleid van het rijk is erop gericht het hergebruik van materialen te bevorderen. Het vermijden van het gebruik van primaire grondstoffen staat daarbij voorop. Vanuit dit beleid is er in het MMA voor gekozen zoveel mogelijk boorspecie te hergebruiken. In hoofdstuk 6 is beschreven welke grondstromen uit de boorspecie voor hergebruik geschikt zijn. Op grond van de maximale hoeveelheid herbruikbare boorspecie is in hoofdstuk 8 de variant 'zoveel mogelijk hergebruik' samengesteld. Deze variant is ook in het MMA opgenomen. Het resterende deel van de boorspecie zal in de Westerschelde worden verspreid. Er is in het MMA voor gekozen dit door middel van een pijpleiding te doen. Dit brengt de minste negatieve effecten op het milieu met zich mee.

Het MMA is dus als volgt opgebouwd.

Naam alternatief	Alternatief opgebouwd uit:	
	Hergebruik	Verspreiden
Meest milieuvriendelijk alternatief	Zoveel mogelijk hergebruik	Resterende specie verspreiden met pijpleiding

10.4.2. Beoordeling MMA

De beoordeling van de effecten van het MMA is weergegeven in de laatste kolom van tabel 10.1:

■ Watermilieu

De effecten op het 'watermilieu' kunnen door het verspreiden van het resterende deel van de boorspecie via de pijpleiding worden geminimaliseerd. In het hergebruikalternatief wordt hetzelfde resterende deel van de boorspecie met schepen verspreid. De negatieve effecten van het verspreiden met schepen in het hergebruikalternatief hangen met name samen met het verspreiden van boorspecie in de vakken 'zand1', 'zand2' en 'gemengd1', en met het varen met schepen. Deze effecten betreffen de criteria: beweeglijkheid beddingvormen, verstoring van vogels, scheepvaart, infrastructuur, visserij en archeologie.

Hoewel in het hergebruikalternatief voor deze criteria de effecten op het watermilieu klein zijn en als verwaarloosbaar worden beschouwd, kunnen deze effecten door middel van het verspreiden van de boorspecie met behulp van een pijpleiding in plaats van schepen nog verder worden teruggebracht. In het MMA worden deze verspreidingsvakken niet gebruikt en er wordt niet met verspreidingschepen gevaren. Het verspreiden van boorspecie in de pijpleidinglocatie brengt de minste negatieve effecten met zich mee.

Ten opzichte van het hergebruikalternatief kunnen de effecten van het MMA op het watermilieu op deze manier nog verder worden gereduceerd.

■ Overige milieu

De effecten van het MMA op het 'overig milieu' komen overeen met die van het hergebruikalternatief. Zoveel mogelijk boorspecie wordt hergebruikt, zodat het effect op het vermeden gebruik van primaire grondstoffen zeer gunstig is. Omdat hiermee ook zoveel mogelijk winning van primaire klei kan worden voorkomen, is het effect op vermeden landgebruik ook zeer gunstig. Net als bij het hergebruikalternatief ligt het beeld voor het brandstofverbruik minder gunstig. De afstand waarover de boorspecie moet worden vervoerd naar de hergebruikslocatie is in een aantal gevallen groter dan de afstand waarover primaire grondstoffen zouden moeten worden aangevoerd.

10.5. Opmerkingen over de alternatieven

Toedeling van boorspecie aan hergebruikslocaties

In hoofdstuk 6 is onderzocht welke grondstromen uit de boorspecie geschikt zijn voor hergebruik. Om de effecten van hergebruik te kunnen beoordelen is het nodig geweest de vrijkomende, voor hergebruik geschikte grondstromen toe te delen aan concrete projecten. Op basis van een summier markt-onderzoek zijn deze projecten geselecteerd. Bij enkele van deze projecten kunnen de volgende opmerkingen worden geplaatst:

■ Westerscheldetunnelproject

Bij het hergebruik is aangenomen dat een hoeveelheid boorspecie kan worden gebruikt in de geluidswallen langs het wegtracé dat aan de noord- en zuidzijde op de Westerscheldetunnel aansluit. Vooral aan de noordzijde gaat het om een betrekkelijk grote hoeveelheid. De geluidswallen langs het tracé aan de noord- en de zuidzijde van de tunnel zullen in principe worden opgebouwd uit het materiaal dat uit het wegcunet wordt uitgegraven. Het is dus nog de vraag of een deel van de boorspecie in deze geluidswallen kan worden verwerkt.

■ Oostburg-Terneuzen

Bij dit wegtraject is aangenomen dat er geluidswallen langs zullen worden aangelegd. Dit traject komt echter in landelijk gebied te liggen en de werkelijke vraag naar grond voor geluidswallen langs dit traject zal waarschijnlijk zeer beperkt zijn. In feite gaat het hier om een fictieve vraag naar grond. De hoeveelheid boorspecie die in dit MER aan geluidswallen langs dit traject is toegedeeld, is echter wel beperkt in verhouding tot het totaal aan her te gebruiken boorspecie.

Het verschil tussen het hergebruik- en het milieu-alternatief is het al of niet inzetten van boorspecie in geluidswallen aan de noordzijde van de Westerscheldetunnel. Indien op de hierboven genoemde twee hergebruikslocaties geen boorspecie kan worden hergebruikt, vervalt in feite het hergebruik-alternatief en blijft wat betreft het hergebruik van boorspecie het milieu-alternatief over.

Hergebruik van boorspecie en het criterium landgebruik

Bij de beoordeling van het hergebruik in de verschillende alternatieven is het landgebruik één van de criteria. Bij de winning van primaire klei is ervan uitgegaan dat de afgegraven landbouwgrond eerst een herstelperiode moet doormaken voordat het land opnieuw als landbouwgrond in gebruik kan worden genomen. Het zou ook mogelijk kunnen zijn dat het afgraven van landbouwgrond voor de winning van primaire klei wordt gekoppeld aan het inrichten van bijvoorbeeld natuurgebied. In dat geval gaat het om 'werk met werk' maken en heeft de winning van klei in feite een positief effect. Het voordeel van het kunnen vermijden van winning van primaire klei door de inzet van boorspecie valt dan weg. De besparing op landgebruik valt dan ook weg. Dat betekent dat de beoordeling op het criterium vermeden landgebruik in tabel 10.1 voor het hergebruik-, het milieu- en het meest milieuvriendelijk alternatief geen '++' meer is, maar '0' wordt.

Gevolgen van hergebruik voor extra verkeer over land

Hergebruik van boorspecie brengt extra verkeer over land met zich mee. Alle te hergebruiken boorspecie zal per vrachtauto van het werkterrein worden afgevoerd, hetzij direct naar de hergebruikslocatie, hetzij naar een aanlegsteiger vanwaar de specie verder per schip wordt vervoerd. Het gaat daarbij om een zeer groot aantal bewegingen per vrachtauto. Dit zal extra geluidsoverlast op land met zich meebrengen. Terwijl de grenzen die in de vergunning voor de inrichting van het werkterrein bij Terneuzen zijn gesteld aan de geluidproductie weinig ruimte meer over laten voor extra geluidproductie.

11. Leemten in kennis en evaluatieprogramma

In dit hoofdstuk is aangegeven op welk gebied op dit moment leemten in kennis aanwezig zijn. Deze leemten in kennis zijn hoofdzakelijk gebaseerd op onzekerheden die in eerdere hoofdstukken van dit MER naar voren zijn gekomen. Het gevolg van deze leemten in kennis is dat aan de beschreven alternatieven een aantal onzekerheden verbonden zijn.

Naast deze leemten in kennis wordt beschreven op welke wijze de effecten van het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde en het hergebruik van de boorspecie geëvalueerd kunnen worden, waarbij voor het verspreiden van boorspecie waarschijnlijk aangesloten kan worden bij bestaande onderzoeksprogramma's.

11.1. Leemten in kennis

11.1.1. Onzekerheden als gevolg van het boorproces

Het boorproces zelf en de daarna volgende bewerkingen van de boorspecie brengen een aantal onzekerheden mee over de samenstelling en de consistentie van de materiaalstromen.

Tijdverschil tussen beide tunnelbuizen

De Westerscheldetunnel zal uit twee tunnelbuizen bestaan, die ieder met hun eigen boormachine en eigen separatie-installatie, worden geboord. Het boren van de westelijke buis zal dertien weken later starten dan de oostelijke buis. In het ideale geval kunnen beide buizen met een gemiddelde voortgang van 12 meter per etmaal worden geboord en blijft de tussen 'afstand' van drie maanden gehandhaafd. De daadwerkelijke voortgang kan per buis echter sterk variëren, veroorzaakt door variaties in geologische omstandigheden, benodigde inspecties van de boorkamer en het boorfront en uit te voeren reparatie- en onderhoudswerkzaamheden. De boorspecie uit beide tunnelbuizen wordt, na scheiding van de bentoniet suspensie, in principe samengevoegd en afgevoerd. Variaties in de boorsnelheid van beide buizen veroorzaken veranderingen in de samenstelling en het tijdstip van vrijkomen van bepaalde grondstromen uit de separatie-installatie ten opzichte van de gemodelleerde situatie, die in dit MER is beschreven. De samenstelling van de bij elkaar gevoegde grond is dus niet van te voren met zekerheid aan te geven.

Bentonietverbruik

In totaal zal voor beide tunnelbuizen tezamen maximaal ca. 40.000 ton droge bentoniet nodig zijn. Deze hoeveelheid moet dus als een worst case worden beschouwd. De werkelijke hoeveelheid bentoniet die verbruikt zal worden tijdens het boorproces is afhankelijk van:

- het scheidingsrendement van de separatie-installatie;
- de hoeveelheid bentoniet die tijdens het boorproces nodig blijkt te zijn, afhankelijk van de stabiliteit van het boorfront.

Een gedeelte van de bentoniet die gebruikt zal worden tijdens het boren zal ondanks de separatie-installatie terecht komen in de boorspecie. Door de onzekerheden over het scheidingsrendement en de hoeveelheid bentoniet die in de verschillende trajecten gebruikt zal worden is de verdeling van de bentoniet over de verschillende grondstromen (fracties) ook onzeker. Hier zal pas duidelijkheid over komen tijdens het boorproces. In het MER wordt daarom voor de verdeling van bentoniet over de fracties rekening gehouden met de worst case.

Waterverbruik

Voor de aanmaak van de bentoniet suspensie zal industriewater gebruikt worden. Het maximale waterverbruik voor de twee tunnelbuizen samen bedraagt 1.300.000 m³. De verwachting is dat de totale hoeveelheid aan het boorproces toe te voegen water ergens tussen de 400.000 en 500.000 m³ ligt. De hoeveelheid benodigd water is in belangrijke mate afhankelijk van de hoeveelheid Boomse klei die in suspensie gaat en via de multicycloon en de spuistroom moet worden verwijderd. De spuistroom is de

fractie met het hoogste vochtgehalte. Hoe meer Boomse klei via de spuistroom moet worden verwijderd, hoe meer water er wordt afgevoerd en hoe meer vers water moet worden toegevoegd aan het boorproces. Door de aannemer wordt op dit moment nog onderzocht of in de Boomse klei met zout water zonder (of met een minimale) toevoeging van bentoniet kan worden geboord. Dit zoute water zou dan uit de Westerschelde moeten worden onttrokken. Indien dit mogelijk blijkt betekent dit een besparing op de hoeveelheid benodigd industriewater (en de hoeveelheid bentoniet). Het chloridegehalte van de boorspecie zal echter toenemen. Dit heeft tot gevolg dat boorspecie afkomstig uit de trajecten waar geboord wordt met zout water, minder goed bruikbaar zijn voor hergebruik, vanwege een hoger chloridegehalte.

Gebruik van additieven

Wanneer de boormachines zich in de Boomse klei bevinden kunnen er problemen ontstaan door zwellen en verkleven van de Boomse klei met de bentoniet suspensie. Een te sterke verkleving van de klei kan op den duur resulteren in het verstopt raken van de boorkamer en daardoor leiden tot een uitval van het hele boorsysteem. Gebleken is dat met toevoeging van additieven goede resultaten worden bereikt om het ongewenste verklevingseffect tegen te gaan. Het gebruik van additieven zal in principe intermitterend plaatsvinden, namelijk alleen wanneer de verkleving van de klei te sterk wordt. Het is echter niet geheel uit te sluiten, dat op sommige deeltrajecten een permanente toevoeging van additieven nodig zal zijn. De kans op deze verklevingen is echter zeer moeilijk in te schatten. Hierdoor is de hoeveelheid additieven die gebruikt zal worden tijdens het boorproces moeilijk te voorspellen. In de worst-case wordt ervan uitgegaan dat voor beide tunnelbuizen samen in totaal 200 keer additieven moeten worden toegevoegd. In totaal zal dan 40 ton additieven verbruikt worden en vermengd worden met ongeveer 10.000 m³ van de boorspecie. De boorspecie, vermengd met additieven, is mogelijk niet meer geschikt voor hergebruik.

Consistentie van de boorspecie

De door de aannemer aangegeven verdeling van de vrijkomende boorspecie over de separatiefracties van de separatie-installatie is een verwachting. Deze verdeling is namelijk niet alleen afhankelijk van de korrelgroottesamenstelling van de grondlaag, maar ook van de consistentie waarmee de grond vrijkomt. Tijdens het boren door Boomse klei wordt verwacht dat een deel van het materiaal vrij zal komen in kleine tot grote brokjes en brokken. De mate van uiteenvallen en in suspensie gaan van de Boomse klei tijdens het ontgraven en transporteren door de persleidingen naar de separatie-installatie is echter moeilijk te voorspellen en zal pas duidelijk worden tijdens het boorproces.

Fysische eigenschappen van de materiaalstromen

Als gevolg van het boren en transporteren wordt de grond uit de tunnelbuizen vermalen, vermengd en versmeerd. Deze bewerkingen van de grond kunnen tot gevolg hebben dat de fysische eigenschappen van de grond veranderen.

De toetsing van de boorspecie aan de technische eisen voor de hergebruikstoepassingen is nu op basis van theoretische beschouwingen gemaakt, echter een dergelijke theoretische benadering geeft onvoldoende zekerheid over de daadwerkelijke toepasbaarheid in werken. Voor de civieltechnische toepassingen zal de theoretische toetsing daarom moeten worden aangevuld met een beoordeling van de fysische eigenschappen van het vrijgekomen materiaal door experts en beproeving in een laboratorium. Pas dan wordt voldoende zekerheid over de toepasbaarheid verkregen. Een dergelijk onderzoek kan pas werkelijk uitgevoerd worden tijdens het boorproces.

N.B.: Het boren van de Westerscheldetunnel kan niet zonder meer vergeleken worden met het boren van de 2e Heinenoordtunnel, en wel om de volgende redenen:

- weliswaar wordt in beide projecten een boormethode gebruikt die op hetzelfde principe berust (met hydroschild en bentoniet suspensie), als gevolg van verschillen tussen de geologische profielen zullen de grondslag en de bentoniet suspensiedoseringen verschillen tussen beide projecten;

- tevens zal, als gevolg van verschillen tussen de geologische profielen, de samenstelling van de grondstroom uit de separatie-installatie bij de Westerscheldetunnel verschillen van de 2e Heinenoordtunnel.

11.1.2. Onzekerheden ten aanzien van hergebruik

Ten aanzien van het hergebruik van boorspecie zijn een aantal onzekerheden te noemen die betrekking hebben op de afzetmarkt en de eigenschappen van de boorspecie.

Afzetmarkt

De uitgevoerde toetsing aan de afzetmarkt voor grondstoffen is gebaseerd op een desk study, aanvullend met summier inventarisatie bij potentiële afnemers. Er is gekeken welke projecten qua materiaal, plaats en tijdpad in aanmerking zouden kunnen komen voor hergebruik van de grondstromen. Dit wil nog niet zeggen dat de grondstromen ook daadwerkelijk voor deze projecten ingezet kunnen worden. Dit hangt ondermeer af van:

- de uiteindelijke kwaliteit van de boorspecie;
- het tijdstip van vrijkomen in relatie tot de planning van de betreffende projecten;
- de reeds geplande inzet van (secundaire) grondstoffen in de betreffende projecten;
- benodigde voorzieningen en de te doorlopen procedures voor transport en de tijdelijke opslag van te hergebruiken materialen.

De hergebruiksmogelijkheden die in dit MER onderzocht zijn moeten dus gezien worden als een verkenning van de mogelijkheden voor hergebruik van de boorspecie.

Eigenschappen speciestromen

Wat betreft de eigenschappen van de speciestromen zijn er onzekerheden die, zoals omschreven in de vorige paragraaf, worden veroorzaakt door het boorproces, het transport van de boorspecie door de persleidingen naar de separatie-installatie waar de boorspecie gescheiden wordt in verschillende fracties. Deze onzekerheden uiten zich in de volgende eigenschappen:

- **Vochtgehalte:** Het vochtgehalte van de grondstromen is afhankelijk van de hoeveelheid water die gebruikt zal worden tijdens het boorproces. Indien het vochtgehalte in de vrijkomende grondstromen relatief hoog is, is het mogelijk noodzakelijk om de grondstromen voordat ze toegepast worden in werken eerst te ontwateren.
- **Bentonietgehalte:** Het bentonietgehalte van de verschillende grondstromen is berekend in de 'worst case'. Dit houdt in dat er een reële kans bestaat dat het bentonietgehalte in bepaalde grondstromen lager is dan aangegeven. Dit kan gunstig uitpakken voor de totale hoeveelheid boorspecie die eventueel hergebruikt kan worden, omdat een aantal toepassingen van de boorspecie buiten beschouwing zijn gelaten als gevolg van het hoge bentonietgehalte. Voor enkele hergebruiksmogelijkheden is dit echter ongunstig (bijvoorbeeld afdichtingslaag stortplaats) omdat deze hergebruiksmogelijkheden juist een grondstroom vereisen met een relatief hoog bentonietgehalte.
- **Fysische eigenschappen vrijkomende specie:** Tijdens het boorproces kunnen er wijzigingen optreden in de fysische eigenschappen van de grond, waardoor de speciestromen niet meer geschikt zijn voor een hergebruiksmogelijkheid. De speciestromen zullen in de praktijk nadat ze de separatie-installatie hebben verlaten beproefd moeten worden op hun fysische eigenschappen.
- **Hoeveelheid kleibrokken:** De hoeveelheid kleibrokken die zal worden afgescheiden is onzeker. Indien alle Boomse klei tijdens het boorproces in suspensie gaat en als slurry vrijkomt, betekent dit dat er geen specie vrijkomt in de vorm van kleibrokken, die geschikt is voor o.a. waterkeringen. Ook wordt hiermee het wel of niet gebruik maken van het verspreidingsvak kleibrokken beïnvloed.
- **Milieuhygiënische kwaliteit:** In de analyse van de hergebruiksmogelijkheden is uitgegaan van de veronderstelling dat alle te ontgraven grond op de bodem of in oppervlaktewater kan worden toegepast als een categorie 1-bouwstof volgens het Bouwstoffenbesluit. Om inderdaad aan de eisen voor categorie 1-bouwstof te kunnen voldoen zal het uitlooggedrag, wat betreft chloride, van de

speciestromen onderzocht moeten worden. De ervaring in andere projecten leert dat er geen problemen verwacht hoeven te worden bij de zandige grondstromen. Voor de kleiige grondstromen kan dit zonder nadere uitloogproeven niet worden gesteld.

■ Toegevoegen van additieven

Tijdens het boren door de Boomse klei bestaat het risico van verklevingen, wat uiteindelijk kan leiden tot het uitvallen van het hele boorsysteem. Om deze verklevingen tegen te gaan kunnen additieven toegevoegd worden aan de steun- en transportvloeistof. De additieven hechten zich vrijwel volledig aan de kleideeltjes en zorgen ervoor dat de gronddeeltjes minder aan elkaar klonteren. Verwacht wordt dat hierdoor het hergebruik van boorspecie, vermengd met additieven, bemoeilijkt zal worden. Door de additieven zal de binding tussen de gronddeeltjes minimaal zijn waardoor de grond als het ware geen of een minimale structuur en consistentie heeft.

Bij de tweede buis van de Tweede Heinenoordtunnel wordt momenteel preventief additief toegevoegd, waardoor het boren door klei gemakkelijker gaat. Hier blijkt de invloed van de additieven op de consistentie van de uitgekomen grond beperkt en wordt hergebruik vooralsnog niet als onmogelijk beschouwd.

11.1.3. Onzekerheden ten aanzien van verspreiden van boorspecie

De effecten van het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde, zoals beschreven in dit MER, zijn voorspeld op basis van de huidige kennis van het systeem en bestaande rekenmodellen. De aannamen die hierbij zijn gedaan zullen onzekerheden bevatten. Op deze onzekerheden zal nu kort worden ingegaan.

Morfologie

■ De voorspellingen die in de Milieu Aspecten Studie konden worden gedaan ten aanzien van de areaalveranderingen ten gevolge van de verruiming van de vaargeul, hebben een dermate grote bandbreedte dat er geen duidelijke uitspraken kunnen worden gedaan over het effect van de relatief geringe hoeveelheid te verspreiden boorspecie op deze areaalveranderingen.

■ Voor de bepaling van de verspreiding van zand en slib na het lossen van de boorspecie zijn relatief eenvoudige modellen gebruikt. Leemten die nog ingevuld moeten worden, zijn:

- Het werkelijke proces van erosie en sedimentatie van zand en slib;
 - Waar sedimenteert het zand uit de boorspecie? Op de drempels? Vindt er export naar de Noordzee plaats? Wat is de bijdrage van de boorspecie aan de hoeveelheid te baggeren materiaal?
 - Waar sedimenteert het slib uit de boorspecie? Op de schorren en slikken? In de havens?
- Hoe gedragen zich slib, zand en mengsels van slib en zand tijdens en direct na het lossen van het materiaal in de Westerschelde.

■ De schakel tussen het gedrag direct na lossen van de boorspecie en de morfologische veranderingen op lange termijn is niet bekend. Het is wel bekend dat door de grootschalige ingrepen in het Westerschelde, zoals baggeren en verspreiden van materiaal, de dynamiek van het systeem kleiner wordt. De rol van het verspreiden van materiaal in de veranderingen in de dynamiek op verschillende tijdschalen is echter nog niet goed kwantificeerbaar.

Slibhuishouding

De effecten van het verspreiden van slib in de Westerschelde zijn beschreven op grond van een model. Als aanname in dit model is de verspreidingsperiode voor het verspreiden van de Boomse klei ingekort van 1,5 jaar naar 3 maanden.

Dit leidt tot een overschatting van de slibconcentratie omdat het water in de Westerschelde in werkelijkheid vaker wordt verversd en naar zee zal worden afgevoerd, waardoor de slibconcentraties in de Westerschelde lager zullen zijn dan nu door het model wordt aangegeven. Daarnaast werkt het model met gemiddelde getij condities en meteorologische omstandigheden. Omdat de effecten van springtij-doodtij en het optreden van stormen niet is meegenomen, zal er minder (permanente) sedimentatie op

platen plaatsvinden dan nu door het model wordt aangegeven. Tevens is in het model de sedimentatie van slib op schorren niet meegenomen. De modelresultaten geven daarom een grove indicatie van de ruimtelijke verspreiding, concentratie en sedimentatie van slib.

Het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde is maar één van de factoren die van invloed zijn op de slibhuishouding en is bovendien van tijdelijke aard. Om een beter totaalbeeld te verkrijgen wordt er gewerkt aan een model dat de invloed van alle ingrepen in de Westerschelde bepaalt. Met deze modelering kan misschien een beter inzicht worden verkregen in het effect van het verspreiden van boorspecie in combinatie met andere van invloed zijnde ingrepen.

Kwaliteit

Ten eerste bestaat er onzekerheid over de binding van arseen aan de glauconiethoudende zanden. Of arseen is gebonden aan het mineraal glauconiet of dat arseen is gebonden aan andere mineralen zoals ijzersulfiden (o.a. pyriet). De wijze van binding bepaalt het gedrag van arseen tijdens het verspreiden van glauconiethoudende zanden. De mogelijkheid bestaat dat het arseen zal oxideren en vrij zal komen in de waterfase, maar het is ook mogelijk dat het arseen aan het materiaal gebonden blijft en dat daardoor het arseen gehalte van de waterbodem tijdelijk toeneemt.

Ten tweede is niet met volledige zekerheid te zeggen hoe bentoniet zich gedraagt in zout water. Naar alle waarschijnlijkheid zal het bentoniet, dat verspreid zal worden in de Westerschelde, zich gedragen als het aanverwante kleimineraal montmorilloniet, dat van nature al in de Westerschelde voorkomt. In dit MER is hier dan ook vanuit gegaan.

Ecologie

De effecten van verhoogde vertroebeling op verschillende soorten bodemfauna en vissen in de Westerschelde zijn veelal op basis van algemene theoretische achtergronden en literatuuronderzoek voorspeld. Er zijn weinig directe en goed kwantificeerbare ingreep-effectrelaties bekend van de gevolgen van verhoogde troebelheid.

Daarnaast is niet exact bekend hoeveel sediment waar terecht komt, in welke tijdsduur en wat hiervan de directe en indirecte effecten zullen zijn. Ook deze effecten zijn veelal soortspecifiek en zijn voor veel diersoorten in de Westerschelde nog niet bekend, zeker niet in kwantitatief opzicht.

Gebruiksfuncties

De effecten op grondstoffenwinning zijn bepaald op grond van aangewezen zandwinlocaties en aan-gevraagde schelpwinlocaties. Onduidelijk is of hier ook werkelijk zand of schelpen worden gewonnen.

11.2. Consequenties van de leemten in kennis voor de alternatieven

De hierboven genoemde onzekerheden met betrekking tot het hergebruik en de effecten van het verspreiden van boorspecie en als gevolg van het boorproces hebben consequenties voor de alternatieven, voornamelijk in de vorm van de hoeveelheden te verspreiden materiaal en/of te hergebruiken materiaal.

De totale hoeveelheid te verspreiden materiaal en de hoeveelheid te hergebruiken materiaal in de alternatieven hebben door deze onzekerheden een grote bandbreedte gekregen.

- **Totale hoeveelheid te verspreiden materiaal per alternatief:** De onzekerheid over de totale hoeveelheid te verspreiden materiaal is voornamelijk het gevolg van de hoeveelheid te hergebruiken boorspecie, de hoeveelheid te gebruiken proceswater (vochtgehalte van de grondstromen) en de hoeveelheid Boomse klei die in suspensie gaat of juist in kleibrokken afgevoerd kan worden.
- **Verdeling van de boorspecie over de verschillende typen verspreidingsvakken:** De onzekerheid over de verdeling van de boorspecie over de verschillende typen verspreidingsvakken is het gevolg van:
 - De consistentie van de grondstromen. Naarmate de Boomse klei en de mengsels met Boomse klei meer in suspensie gaan tijdens het boorproces, zal er een grotere hoeveelheid boorspecie in de slibvakken verspreid moeten worden.

- De aannamen met betrekking tot de verdeling van de boorspecie over de verschillende fracties (uit de separatie-installatie). Indien deze aannamen veranderen zal er een verschuiving plaatsvinden van materiaalstromen tussen de verschillende typen verspreidingsvakken.
- Veranderingen in het tijdsverschil tussen beide tunnelbuizen. Indien één tunnel 'snelser' geboord wordt dan verwacht, zal de samenstelling van het materiaal van beide tunnelbuizen veranderen en daarmee de verdeling over de verspreidingsvakken.
- **Hoeveelheid te hergebruiken materiaal:** De onzekerheid over de totale hoeveelheid te hergebruiken materiaal wordt veroorzaakt door:
 - de hoeveelheid boorspecie met een te hoog gehalte aan additieven om te kunnen hergebruiken;
 - de hoeveelheid boorspecie met een te hoog bentonietgehalte om te kunnen verwerken;
 - het chloridegehalte van de boorspecie en het uitlooggedrag voor chloride van de boorspecie;
 - de mogelijke afzetmarkt voor de boorspecie;
 - de financiële consequenties van hergebruik (o.a. benodigde investeringen voor hergebruik en de hoogte en hardheid van de leges en mogelijke milieubelastingen).

11.3. Mogelijk nader onderzoek

11.3.1. Wat is mogelijk nog te onderzoeken vóórdat het boorproces start

Om meer duidelijkheid te krijgen over hoeveel boorspecie hergebruikt kan worden en hoeveel boorspecie in de Westerschelde verspreid zal moeten worden, zou het mogelijk zijn om, vóórdat het boren begint, een aantal onderzoeken te doen:

- Onderzoek naar de mogelijke afzetmarkt van boorspecie in projecten wat betreft:
 - kwaliteit van het materiaal en de geschiktheid voor bepaalde toepassingsmogelijkheden (o.a. onderzoek naar de mogelijkheden van inzet van Boomse klei in de Belgische keramische industrie);
 - aansluiting in de tijd van het vrijkomen van bepaalde grondstromen uit de tunnel en de vraag naar die grondstromen binnen in aanmerking komende projecten;
 - inzet van andere secundaire grondstoffen en het beleid inzake de inzet van secundaire grondstoffen.
- Onderzoek naar de consequenties voor de hergebruiksmogelijkheden door het gebruik van zout water zonder (of met een minimale) toevoeging van bentoniet, in plaats van het gebruik van industriewater met bentoniet (dit geldt overigens alleen voor de Boomse klei).
- Onderzoek naar het uitlooggedrag van kleiige grondstromen ten aanzien van chloride.

N.B.: Bovenstaand onderzoek moet uitsluitsel geven voor de besluitvorming over het uiteindelijk ontwerp van de separatie-installatie.

11.3.2. Wat is mogelijk te onderzoeken als het boorproces gestart is

Een aantal onzekerheden betreffende de boorspecie kunnen pas onderzocht worden wanneer het boorproces gestart is en daadwerkelijk materiaal uit de tunnelbuis onderzocht kan worden. Het gaat hierbij om de volgende onderzoeken:

- Onderzoek naar het gedrag van glauconiethoudend zand met betrekking tot sterkte- en vervormingseigenschappen en de daarmee samenhangende afzetmogelijkheden.
- Onderzoek naar het gedrag van de verschillende grondfracties met daarin bentoniet met betrekking tot de sterkte- en vervormingseigenschappen en de daarmee samenhangende afzetmogelijkheden.
- Onderzoek naar de efficiëntie van de separatie-installatie wat betreft de fractieverdeling tijdens het scheidings- en hydro-cyclonage proces van de Boomse klei en de mengsels van Boomse klei met zand en glauconiethoudend zand in relatie tot bentoniet.
- Onderzoek naar het chloridegehalte in de verschillende grondstromen waarbij het effect op het chloridegehalte van de diverse bewerkingen binnen de doorloop van het gehele boorproces onder-

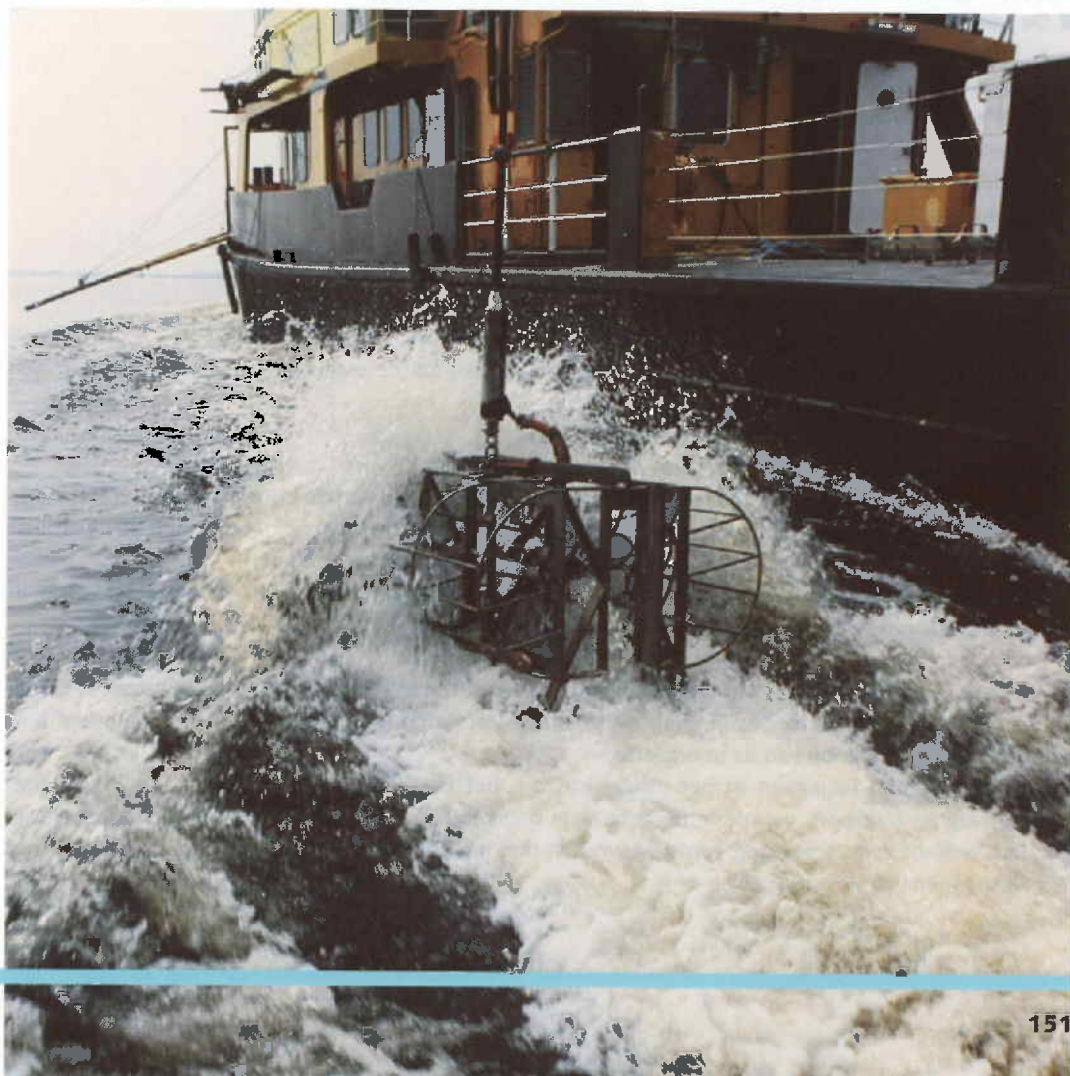
- zocht wordt. Deze verschillende bewerkingen zijn het boren, het transport door de tunnelbuis, het scheiden, de hydro-cyclonage, het transport na de cycloon en de opslag.
- Onderzoek naar het vrijkomen van arseen als gevolg van oxidatie tijdens het verspreiden van glauconiethoudend zand en het vrijkomen van arseen als gevolg van het boorproces, transport en scheiding.
- Onderzoek naar de hergebruiksmogelijkheden voor boorspecie vermengd met additieven.

11.4. Evaluatieprogramma's voor het verspreiden van boorspecie

In het kader van de verdieping en de verruiming van de vaargeul van de Westerschelde is inmiddels een onderzoeksprogramma opgestart (MOVE), waarbij het Westerschelde systeem gemonitord zal worden, met als doel meer te weten te komen over de effecten van het storten van baggerspecie. Ook over de effecten ten gevolge van het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde zal door de metingen meer informatie worden verkregen. Naast het monitoringprogramma MOVE wordt er tevens gewerkt aan een monitoringprogramma voor de slibhuishouding. Dit gebeurt in het kader van het project SCHOON.

11.4.1. MOVE: Monitoring Verdieping Westerschelde en mondingsgebied

In het programma van MOVE zullen fysische, chemische en biologische veranderingen ten gevolge van de verdieping en verruimingswerkzaamheden aan de Westerschelde worden gemeten. De fysische veranderingen zullen worden waargenomen aan de hand van systeemkenmerken (water en bodem). De biologische en chemische veranderingen zullen worden gevolgd met behulp van metingen van water-



Meetvis met Argus
(milieu-
onderzoeksvaartuig).

en bodemkwaliteit en veranderingen van ecotopen, primaire productie, macrozoöbenthos, vogels, vissen en garnalen.

Verder zal het huidige beleid en de verdieping worden geëvalueerd met behulp van de meetgegevens. Tenslotte zal door het monitoringprogramma de kennis van het systeem worden verbeterd en zullen ingreep-effect relaties duidelijker worden.

11.4.2. SCHOON

In het project SCHOON wordt onderzocht wat de invloeden zijn van het storten van havenspecie op de troebelheidszones in de Westerschelde en de kustzone. Dit onderzoek zal verbreed worden naar invloeden van de menselijke ingrepen (waaronder het storten van specie in het kader van de verdieping en het verspreiden van boorspecie) op de slibhuishouding en de troebelheidszones in de Westerschelde.

In het kader van dit onderzoek zijn twee permanente meetlocaties ingericht. Gedacht wordt om de in situ metingen uit te breiden met remote sensing metingen. Bij de locatie van deze meetpalen is rekening gehouden met de slibverspreidingen in het kader van de aanleg van de Westerscheldetunnel. Aan de hand van deze twee meetlocaties zal het verloop van de troebelheid zijn vast te stellen.

11.4.3. Evaluatieprogramma bij het verspreiden van boorspecie

De evaluatieprogramma's die hierboven zijn beschreven zijn niet specifiek opgezet voor het verspreiden van boorspecie in de Westerschelde. Bij de effecten van het verspreiden van boorspecie zijn er onzekerheden aan te geven die tot nu toe niet in bovenstaande programma's aan de orde komen. In hoeverre de bestaande evaluatieprogramma's (MOVE en SCHOON) kunnen worden uitgebreid met onderzoek naar deze onzekerheden is op dit moment nog niet bekend. Naar onder andere de volgende onzekerheden zal tijdens het verspreiden van de boorspecie dan ook nog specifiek moeten worden gekeken:

- De samenstelling van het te verspreiden materiaal:
 - hoeveelheid bentoniet in de boorspecie;
 - hoeveelheid boorspecie vermengd met additieven;
- De effecten van het verspreiden van:
 - bentoniet;
 - additieven;
 - glauconiethoudend zand;
- Het sedimentatie gedrag van boorspecie (zand en slib) in de Westerschelde.

11.5. Evaluatie programma's voor het hergebruik van boorspecie

Indien er sprake is van hergebruik van de boorspecie, dan zal de evaluatie van het hergebruik zich toespitsen op de volgende onderwerpen:

- de totale hoeveelheid boorspecie die is hergebruikt;
- de hoeveelheid materiaal die is afgezet per toepassing;
- bepaald zal worden welke primaire grondstoffen door hergebruik van de boorspecie zijn uitgespaard;
- voor niet hergebruikte deelstromen zal worden nagegaan wat de reden is dat deze deelstromen niet hergebruikt kunnen worden (technisch, milieuhygiënisch of markt-economisch);
- er zal een vergelijking gemaakt worden tussen het mogelijke hergebruik zoals weergegeven in hoofdstuk 6 van het MER en het gerealiseerde hergebruik.

Tevens kan worden nagegaan wat de kosten zijn geweest van het hergebruik van de boorspecie, d.w.z. de werkelijke kosten van aanpassing aan de separatie-installatie, transport en opslag, verminderd met de opbrengst van verkoop van de boorspecie.

Verder kan worden nagegaan of het mogelijk is om het energiegebruik als gevolg van opwerking, tussenopslag en transport, van de te hergebruiken boorspecie, in kaart te brengen. Indien dit mogelijk lijkt, kan wellicht een vergelijking gemaakt worden met het energiegebruik dat is uitgespaard door het niet verspreiden van de boorspecie.

12. Literatuur

- [1] AVIV (1997). Risico-analyse Westerschelde. Fase II. Brongerichte maatregelen, project 9515.
- [2] Benschop, P. (1997). De beoordeling van stoffen en preparaten in het kader van de Wvo. Rapport 97.024. RIZA, Lelystad.
- [3] Bestuurlijk Klankbordforum Westerschelde (1991). Beleidsplan Westerschelde. Middelburg.
- [4] Brasseur, S.M.J.M. en P.J.H. Reijnders (1994). Invloed van diverse verstoringbronnen op het gedrag en habitat gebruik van de gewone zeehonden: consequenties voor de inrichting van gebieden. Rapport 113. IBN-DLO, Wageningen.
- [5] Broers, J.W. (1997). Inventarisatie voor de Nota Ophoogzand. W-DWW-97-053. Dienst Weg- en waterbouwkunde.
- [6] Cattrijse, A. (1997). Vissen in troebel water. Rijksuniversiteit Gent, Sektie Mariene Biologie. Gent.
- [7] Davidson, N. en P. Rothwell (1993). Disturbance to waterfowl in estuaries. Water Study Group Bulletin 68, Special Issue.
- [8] Gemeente Terneuzen (1997). Beschikking Wet milieubeheer Westerscheldetunnel. 28 juli 1997.
- [9] Grondmechanica Delft (1995). Westerschelde oeververbinding Laboratoriumonderzoek, CO-350690/351. Delft.
- [10] Heynen, J.H.E., P.J. Kores en P.S.H. Ouboter (1996). Klei uit baggerspecie, deel 2: Chemische aspecten bij rijpen en nuttig toepassen van verontreinigde baggerspecie. Iwaco i.o.v. Dienst Weg- en waterbouwkunde. W-DWW-96-043.
- [11] Hostens, K., J. Mees, B. Beyst, A. Cattrijse (1996). Het vis- en garnaalbestand in de Westerschelde: soortensamenstelling, ruimtelijke verspreiding en seizoenaliteit (periode 1988-1992). Sektie mariene Biologie, Instituut voor Dierkunde, Universiteit Gent.
- [12] Huijs, S.W.E. (1996). De ontwikkeling van de morfologie in de Westerschelde in relatie tot menselijke ingrepen 1955-1994. Rapport R96-17. Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht, Rijks Universiteit Utrecht.
- [13] Klooster, J. van der e.a. (1997). Opnamecapaciteit van de wegebouw voor secundaire materialen: bepaling van de maximaal mogelijk vraag naar funderingsmaterialen en ophoogmaterialen van categorie 2 en de bijzondere categorie. 'Oranjewoud' BV i.o.v. Dienst Weg- en waterbouwkunde. W-DWW-97-037.
- [14] Combinatie Middelpaalt Westerschelde v.o.f. (1998). Basisnotitie MER boorspecie Westerscheldetunnel. Rapportnr. W-A-RAP-022, maart 1998.
- [15] Meininger, P.L., C.M. Berrevoets en R.C.W. Strucker (1998). Watervogels in de Zoute Delta 1996/97. Rapport RIKZ 98.001. RWS-RIKZ, Middelburg.
- [16] Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (1990). Natuurbeleidsplan. Den Haag.
- [17] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1989). Derde nota waterhuishouding. Den Haag.
- [18] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1994). Evaluatienota Water. Regeringsbeslissing. Aanvullende beleidsmaatregelen en financiering 1994-1998. SDU, Den Haag.
- [19] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1997). Vierde nota waterhuishouding, regeringsvoornemen. Den Haag.
- [20] Ministerie van Verkeer en Waterstaat en ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieu (1996). Structuurschema oppervlaktedelfstoffen: deel 4. Den Haag.
- [21] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1985). Geluidsbestrijding aan de bron. Karakteristieke geluidsemisatie van baggerwerktuigen en mogelijkheden ter vermindering. Rapportnr. GB-HR-01-02. Den Haag.
- [22] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieu (1993). Tweede nationaal milieu-beleidsplan. Den Haag.
- [23] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieu (1998). Derde nationaal milieu-beleidsplan. Den Haag.
- [24] Mol, G (in voorbereiding). TO rapport Verdieping Westerschelde. Onderdeel Fysica. RWS-RIKZ, Middelburg.

- [25] Ontwerp- en bouwovereenkomst (HW 96071); Bouwovereenkomst (HW96072) Bijlage 1: Referentie Randvoorwaarden Boortunnel 1995 (WB-R-96030). Bijlage 2: Nota Basisgegevens 1995 (WB-R-96027) (24 juni 1996).
- [26] Provinciaal bestuur van Zeeland (januari 1990). Tracénota MER Westerschelde Oeververbinding, Tracénota en Milieu-effectrapportage ter bepaling van het tracé van de Westerschelde Oeververbinding. Middelburg.
- [27] Provincie Zeeland (1993). Aanvullende milieu-effectrapportage Westerschelde oeververbinding. Geboorde tunnel variant. Addendum bij de tracénota-MER Westerschelde oeververbinding. Haskoning i.o.v. Provincie Zeeland, Dienst Milieu en Waterstaat.
- [28] Provincie Zeeland (1990). Kerend Tij. Milieubeleidsplan.
- [29] Provincie Zeeland (1994). Kerend Tij Twee. Milieubeleidsplan 1995-1998.
- [30] Provincie Zeeland (1997). Richtlijnen voor milieu-effectrapport Boorspecie Westerscheldetunnel. 23 september 1997. Middelburg.
- [31] Rijksinstituut voor Kust en Zee, ??, Bodemfauna-biomonitoringsgegevens 1990-1995.
- [32] Rijksinstituut voor Kust en Zee (1997). Westerschelde, stram of struis? Rapport RIKZ-97.023. Middelburg.
- [33] Rijksinstituut voor Kust en Zee (1998). Geologie Westerschelde in relatie tot het tunneltracé. RIKZ/AB-97.847x. Middelburg.
- [34] Rijksinstituut voor Kust en Zee (1998). De effecten van het storten van boorspecie in de Westerschelde. Middelburg.
- [35] Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde (1998). Hergebruik boorspecie Westerschelde-tunnel. Uitgevoerd door 'Oranjewoud' B.V., Delft.
- [36] Rijkswaterstaat Directie Zeeland (). Nota zandwinbeleid.
- [37] Rijkswaterstaat Directie Zeeland (1996). Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland, Kerncijfers 1995. Middelburg.
- [38] Rijkswaterstaat Directie Zeeland (1997). Milieuaspectenstudie baggerspeciéstort Westerschelde. Studie naar de effecten van het storten van specie vrijkomend bij de 43/48 voet verruiming van de vaarweg in de Westerschelde. Middelburg.
- [39] Rijkswaterstaat Directie Zeeland (1997). Chemische analyse boormonsters uit traject WST en bentonietsoorten.
- [40] Stuurgroep verontreinigde waterbodems & baggerspecie (1994). Beleidsplan waterbodems en baggerspecie Zeeland.
- [41] Vliet, F.W.J., (1997). Verspreiding Boorspecie Westerscheldetunnel bij storten in de Westerschelde. Rapport J1441. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.
- [42] Vroon, J., C. Storm, L. Uit den Bogaard, J. Coosen (1996). Habitat arealen in de Westerschelde, veranderingen tussen 1960 en 1990 en een prognose voor de toestand na de komende verdieping. Werkdocument RIKZ/AB-96.815x. RWS-RIKZ, Middelburg.
- [43] Westerscheldetunnel N.V. (1997). Startnotitie Boorspecie Westerscheldetunnel. April 1997.

Bijlage 1

Vrijkomende hoeveelheden boorspecie uit de separatie-installaties (per grondsoort)

Deelstromen uit de separatie-installaties																																				
Grondsoort	> 4 mm			4 mm - 100 µm			100 µm- 30 µm			< 30 µm																										
	Hoeveelheid grond in situ (m³)	2 tunnelbuizen tezamen Droge dichtheid in situ (ton/m³)	Hoeveelheid grond (ton droge stof)	Hoeveelheid grond per grondsoort (ton droge stof)	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))	droge stof gehalte in de deel- stroom (gew.%/ 100)	dichtheid grond (ton/m³) 2,65	droge stof gehalte in de deel- stroom (gew.%/ 100)	dichtheid grond (ton/m³) 2,65	droge stof gehalte in de deel- stroom (gew.%/ 100)	dichtheid grond (ton/m³) 2,65	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))																				
																	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))	droge stof gehalte in de deel- stroom (gew.%/ 100)	dichtheid grond (ton/m³) 2,65	droge stof gehalte in de deel- stroom (gew.%/ 100)	dichtheid grond (ton/m³) 2,65	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))										
																											ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))	droge stof gehalte in de deel- stroom (gew.%/ 100)	dichtheid grond (ton/m³) 2,65	droge stof gehalte in de deel- stroom (gew.%/ 100)	dichtheid grond (ton/m³) 2,65	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))
ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))	ton d.s. (zie a))	ton nat (zie b))	m³ nat (zie c))																						
100% BK	28.944	1,55	44.863	753.641	113.046	144.931	74.544	226.092	289.862	149.087	201.790	342.564	226.092	188.410	3.744	519.336	399.693																			
100% BK	457.276	1,55	708.778		0	0	0	357.946	458.906	236.033	35.497	60.260	39.772	0	8.076	21.827	16.799																			
100% GZ	114.570	1,61	184.458	397.778																																
100% GZ	92.058	1,61	148.213																																	
100% GZ	40.402	1,61	65.047	105.406	0	0	0	94.865	121.622	62.555	9.408	15.971	10.541	0	196	530	408																			
100% Z	42.814	1,52	65.077																																	
100% Z	26.532	1,52	40.329																																	
50% GZ, 50% BK	56.482	1,58	89.242	178.164	13.362	17.131	8.811	106.898	137.049	70.490	31.803	53.989	35.633	22.270	3.800	70.461	54.228																			
50% GZ, 50% BK	56.280	1,58	88.922																																	
57% GZ, 43% BK	244.416	1,58	386.177	386.177	24.908	31.934	16.425	247.926	317.854	163.485	64.108	108.832	71.829	41.514	8.102	134.097	103.204																			
50% Z, 50% BK	41.808	1,53	63.966	63.566	4.797	6.151	3.163	38.380	49.205	25.308	11.418	19.384	12.793	7.996	112	21.913	16.865																			
22% Z, 78% GZ	77.184	1,59	122.723	122.723	0	0	0	110.450	141.603	72.832	10.953	18.594	12.272	0	228	616	474																			
50% Z, 50% GZ	47.436	1,56	74.000	74.000	0	0	0	66.600	85.385	43.917	6.605	11.212	7.400	0	142	384	295																			
Totaal	1.326.202		2.081.795	2.081.795	156.114	200.147	102.943	1.249.158	1.601.485	823.707	371.580	630.806	416.332	260.191	24.400	769.164	591.966																			

Legenda grondsoort

BK = Boomse klei

GZ = Glauconiethoudend zand

Z = Zand

Berekeningen

a) ton d.s. = hoeveelheid grond per grondsoort x fractieaandeel van een bepaalde deelstroom in de grondsoort (zie tabel 4.2)

b) ton nat = ton d.s. / droge stofgehalte in de deelstroom

c) m³ nat = (ton d.s. / dichtheid grond) + ((ton nat - ton d.s.) / dichtheid water) (= m³ droge stof + m³ water)

Totale hoeveelheid ton d.s. (incl. bentoniet)	2.106.195
Totale hoeveelheid ton nat	3.201.602
Totale hoeveelheid m³ nat	1.890.197

Bijlage 2

Hoeveelheden bentoniet in grond- en spuistroom

Bentoniet

Hoeveelheden bentoniet in grond en spuistroom (voor 2 tunnelbuizen tezamen)

Grondsoort in het boorprofiel	Achterblijvende bentoniet (tonnen droge stof)		
	In vrijkomende grond (deelstromen > 4 mm - 30 µm)	In spuistroom	Totaal
100% Z	740	116	856
50% Z, 50% BK	522	112	634
100% BK	222	882	1.104
50% GZ, 50% BK	888	1.632	2.520
100% GZ	1.924	4.268	6.192
50% GZ, 50% BK	652	2.168	2.820
100% BK	1.752	2.862	4.614
57% GZ, 43% BK	3.322	8.102	11.424
100% GZ	1.216	3.688	4.904
22% Z, 78% GZ	1.510	228	1.738
100% GZ	620	120	740
50% Z, 50% GZ	770	142	912
100% Z	456	80	536
Totale	14.594	24.400	38.994

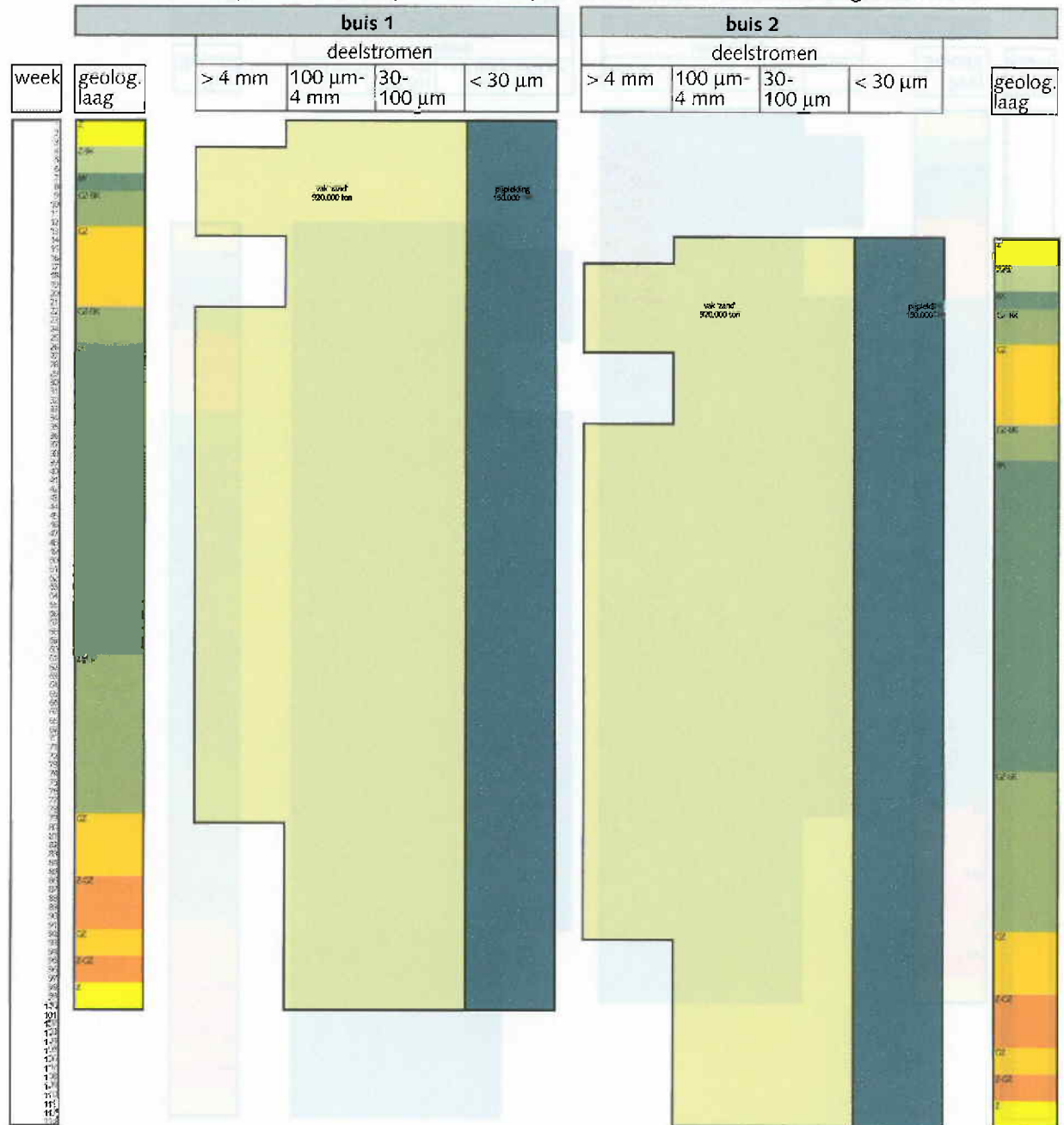
Geselecteerde soorten bentoniet

Cebo gel bentoniet CSK, fabrikant Cebo Holland bv
 Tixoton, fabrikant Süd-Chemie AG
 Ibeco HT-X

Bijlage 4

Schema pijpleiding-met-schepen-alternatief - drie deelstromen verspreiden met schepen, slib via pijpleiding, geen hergebruik

Afvoer van de vrijkomende boorspecie uit de separatie-installaties (in tonnen droge stof)



GEOLOGISCHE LAGEN

- = Zand
- = Glaucioniethoudend Zand
- = Overgang tussen Zand en Glaucioniethoudend Zand
- = Boonse Klei
- = Overgang tussen Boonse Klei en Zand
- = Overgang tussen Boonse Klei en Glaucioniethoudend Zand

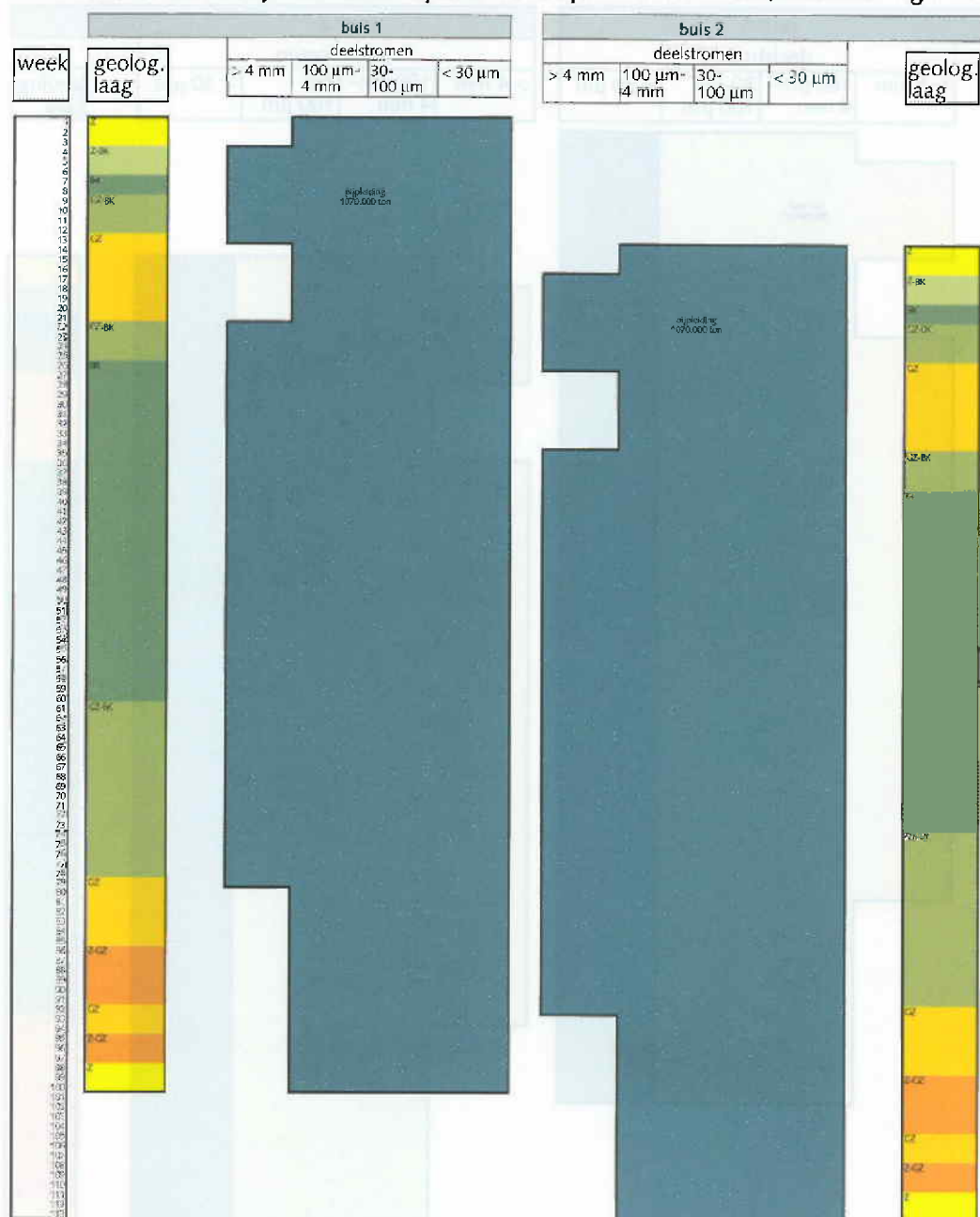
VERSPREIDEN (type vak)

- = "zand"
- = "slib"
- = "klei"
- = "gemengd"
- = "pijpleiding"

Bijlage 5

Schema pijpleiding alternatief - alle boorspecie verspreiden via pijpleiding, geen hergebruik

Afvoer van de vrijkomende boorspecie uit de separatie-installaties (in tonnen droge stof)



GEOLOGISCHE LAGEN

- = Zand
- = Glauconiethoudend Zand
- = Overgang tussen Zand en Glauconiethoudend Zand
- = Boomse Klei
- = Overgang tussen Boomse Klei en Zand
- = Overgang tussen Boomse Klei en Glauconiethoudend Zand

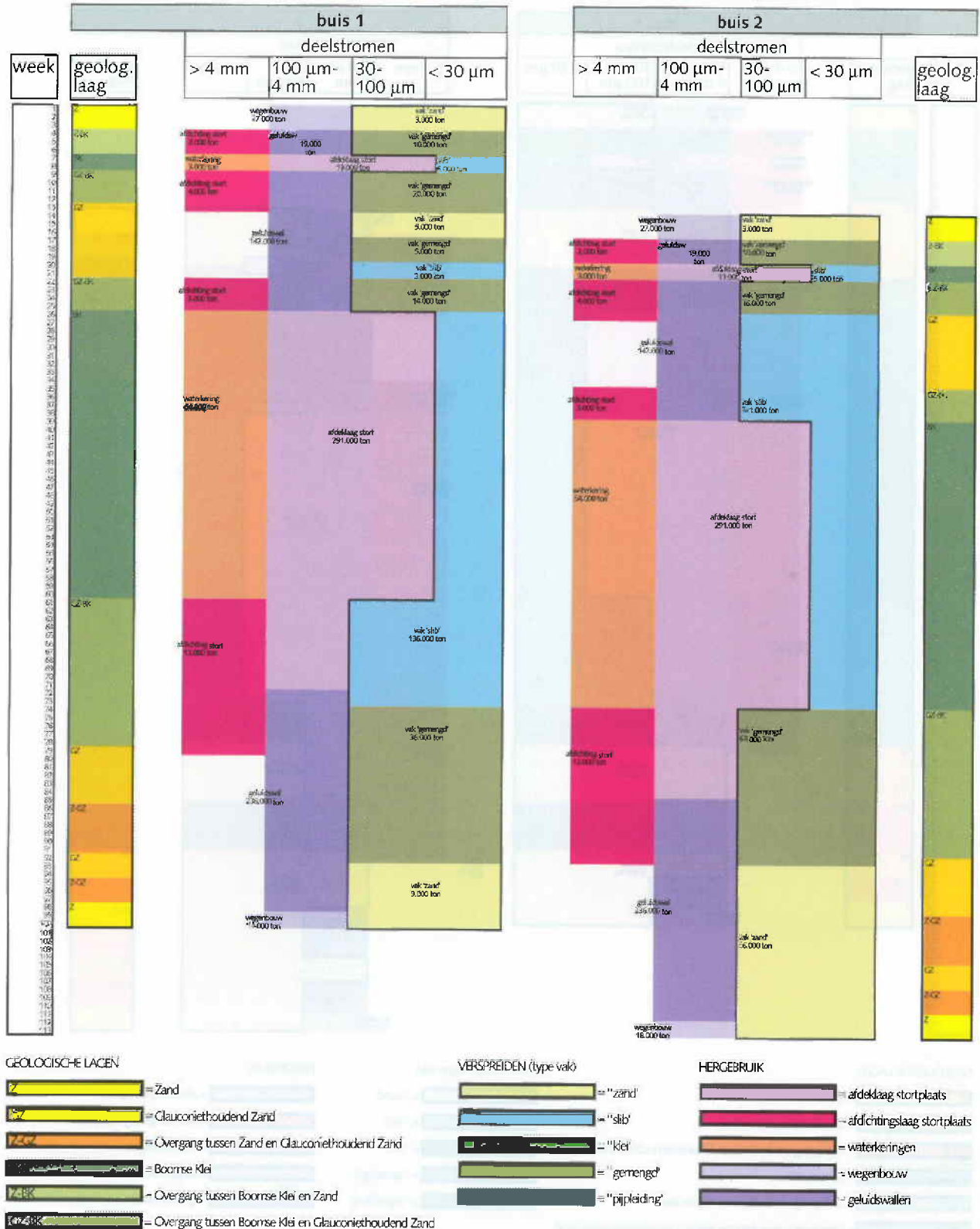
VERSPREIDEN (type vak)

- = "zand"
- = "slib"
- = "klei"
- = "gemengd"
- = "pijpleiding"

Bijlage 6

Schema hergebruik alternatief - zoveel mogelijk hergebruik, restant boorspecie verspreiden met schepen

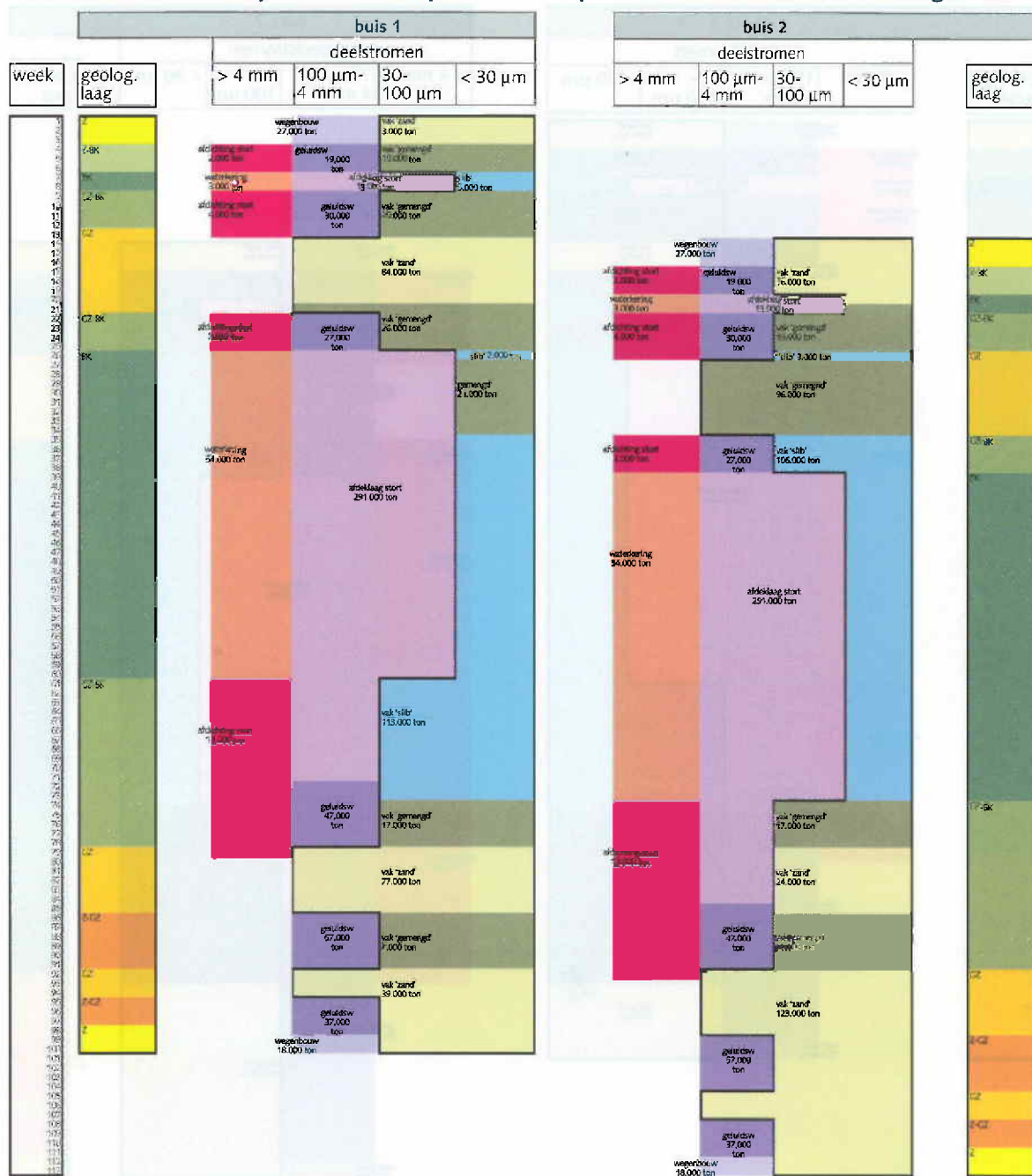
Afvoer van de vrijkomende boorspecie uit de separatie-installaties (in tonnen droge stof)



Bijlage 7

Schema milieu alternatief - hergebruik met milieuvoordeel, restant boorspecie verspreiden met schepen

Afvoer van de vrijkomende boorspecie uit de separatie-installaties (in tonnen droge stof)



GEOLOGISCHE LAGEN

- = Zand
- = Glauconiethoudend Zand
- = Overgang tussen Zand en Glauconiethoudend Zand
- = Boorse Klei
- = Overgang tussen Boorse Klei en Zand
- = Overgang tussen Boorse Klei en Glauconiethoudend Zand

VERSPREIDEN (type vak)

- = "zand"
- = "slib"
- = "klei"
- = "gemengd"
- = "pijpleiding"

HERGEBRUIK

- = afdeklaag stortplaats
- = af dichtingslaag stortplaats
- = waterkeringen
- = wegebouw
- = geluidswallen

Notities