



## Vorbereiding Realisatie Hollandsch Diep

### Analyse verwerkingsmogelijkheden Hollandsch Diep



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Directie Zuid-Holland  
Bibliotheek

**WB350-73**



Advies- en Kenniscentrum Waterbodems



DIRECTIE ZUID-HOLLAND

## Vorbereiding Realisatie Hollandsch Diep

Analyse verwerkingsmogelijkheden  
Hollandsch Diep

WAU	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	P. Karssemeijer en P. van der Wal		
Getoetst door	W. Polderman		
Geautoriseerd door	W.J.H. van der Sluijs		
Status	Definitief, Versie 1		
Documentnr.	WAU.HD4-3-01337		

Opdrachtgever	Naam	Paraaf	Datum
Geaccepteerd door	P. van Zundert		

## Inhoudsopgave

Samenvatting .....	5
1. Inleiding.....	9
1.1 Achtergronden .....	9
1.2 Doelstelling.....	9
1.3 Leeswijzer.....	10
2. Specie aanbod.....	11
2.1 Inleiding .....	11
2.2 Selectie van saneringslocaties .....	12
Locaties zonder gebieds- en/of partij-indeling, maar met voldoende gegevens.....	12
Locaties waarvan onvoldoende gegevens beschikbaar zijn .....	13
3. Behandeling van baggerspecie.....	17
3.1 Beslismodel.....	17
3.2 Keuze behandelingsopties .....	19
3.3 Uitgangspunten van de berekeningen .....	22
3.3.1 Kosten .....	22
3.3.2 Depotvolume .....	23
3.3.3 Herbruikbare producten.....	24
4. Verwerkingsvarianten.....	25
4.1 Beschrijving verwerkingsvarianten .....	25
4.2 Resultaten verwerkingsvarianten .....	26
4.2.1 Verwerkingsmogelijkheden .....	26
4.2.2 Verwerkingsmogelijkheden per regio .....	28
4.3 Verwerkingsmogelijkheden bij depot Hollandsch Diep .....	29
4.3.1 Schatting van "totaal verwacht aanbod" .....	29
4.3.2 Resultaten verwerkingsvarianten.....	30
5. Onzekerheden in specie aanbod en samenstelling.....	33
6. Conclusies en aanbevelingen .....	37
Bronvermeldingen .....	39
Bijlage 1: Beschrijving van locaties .....	41
Bijlage 2a: Verwerkingsopties Maas- en Rijnspecie .....	53
Bijlage 2b: Verwerkingsopties Haringvliet/HD-west, Amer en Dordtsche Biesbosch .....	57
Bijlage 2c: Alternatieve saneringsvariant Amer .....	61
Bijlage 2d: Locaties met goede verwerkings-mogelijkheden.....	63
Bijlage 3: Kwaliteitskenmerken van locaties .....	65
Bijlage 4: Korrelgrootteverdeling en calciëgehalte.....	69







## Samenvatting

### Specie aanbod

Aan de hand van het MER Baggerspeciebergings Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost en de database TienJarenScenario Waterbodems zijn de voor het benedenrivierengebied relevante saneringslocaties geïdentificeerd. Voor een deel van de locaties was onvoldoende inzicht in de kwaliteit van de waterbodem. Van de overige saneringslocaties zijn de verwerkingsmogelijkheden bepaald. Hierbij zijn, afhankelijk van de beschikbaarheid van gegevens, twee methoden toegepast:

1. verwerkingsmogelijkheden op basis van de gemiddelde samenstelling per partij/deelgebied. De partijen/deelgebieden zijn overgenomen van uitgevoerde (nadere) waterbodemonderzoeken.
2. verwerkingsmogelijkheden op basis van geanalyseerde monsters, met aanname dat elk geanalyseerd monster representatief is voor een evenredige hoeveelheid baggerspecie

Er is bij de analyse van verwerkingsmogelijkheden geen rekening gehouden met de praktische (on)mogelijkheden om verschillende partijen baggerspecie separaat te ontgraven. Indien separate ontgraving niet mogelijk is, kunnen de verwerkingsmogelijkheden beduidend anders uitvallen. Vermenging van verschillende typen specie zal vaak tot gevolg hebben dat de verwerkingsmogelijkheden beperkter worden.

Bij de analyse van de verwerkingsmogelijkheden is uitgegaan van het "verwachte aanbod" uit het MER. Dit was geraamd op 36,7 miljoen m<sup>3</sup>, waarvan 27,8 miljoen m<sup>3</sup> saneringsspecie. Om basis van nieuwe inzichten is de verwachte hoeveelheid saneringsspecie verhoogd naar 34,9 miljoen m<sup>3</sup>. Deze verhoging is voornamelijk te wijten aan een toename van baggerspecie uit het Haringvliet en het westelijk deel van het Hollandsch Diep (van 3 naar 10 miljoen m<sup>3</sup>). In het verwerkingsplan is echter aangenomen dat deze 'extra' hoeveelheid van 7 miljoen m<sup>3</sup> niet zal worden verwerkt of gestort bij het depot Hollandsch Diep. Reden hiervoor is dat er nog veel onzekerheid bestaat over dit aanbodvolume. Door het grote volume, en doordat de baggerspecie uit het Haringvliet vrij zandig is, zou een aanbod van 10 miljoen m<sup>3</sup> een vertekend beeld kunnen geven.

Voor een deel van het totale aanbod baggerspecie zijn de verwerkingsmogelijkheden doorgerekend met het beslismodel. Deze resultaten zijn geëxtrapoleerd naar het totale aanbod. De onderstaande tabel geeft weer wat het doorgerekende geschatte aanbod specie per locatie is, en voor welk deel van het aanbod specie een schatting is gedaan van de verwerkingsmogelijkheden.



Locatie	aanbod [m3]
doorgerekend aanbod	
Hollansch Diep Oost	1.800.000
Haringvliet/HD-west	10.000.000
Amer	2.120.000
Dordtsche Biesbosch	1.700.000
Bouwlocatie Omdijkt Depot	1.300.000
Boven Merwede	1.700.000
Lek Oevers	1.000.000
Boven Merwede Oevers	500.000
Slidrechtse Biesbosch	1.000.000
Brabantsche Biesbosch	4.000.000
geëxtrapoleerd aanbod	
Sanering Maaslocaties	2.200.000
Sanering Rijnlocaties	7.600.000
Onderhoud RWS	3.500.000
Aanbod regionaal	5.400.000
<b>Totaal aanbod</b>	<b>36.820.000</b>

### Verwerkingsvarianten

Voor elke locatie is op basis van de beschikbare gegevens een indeling in rekeneenheden, oftewel "partijen" gemaakt. Aan de partijen is een zo representatief mogelijk kwaliteitsoordeel en een volume gekoppeld. De verwerkingsopties voor de partijen zijn bepaald met het beslismodel "Prospect". Dit model is in opdracht van AKWA/RIZA ontwikkeld in het kader van het TienJarenScenario Waterbodems.

Er zijn met het beslismodel Prospect drie verwerkingsvarianten doorgerekend:

1. *Eenvoudige verwerking.* Hierbij wordt alleen specie verwerkt die met eenvoudige technieken kan worden behandeld tot een bouwstof (categorie 1 Bouwstoffenbesluit).
2. *Aanvullende verwerking.* Bij deze variant wordt aanvullend op de eenvoudige verwerking ook koude immobilisatie toegepast, en wordt het residu van zandscheiding verwerkt met thermische immobilisatie.
3. *Volledige verwerking.* Bij deze variant wordt zoveel mogelijk specie verwerkt

### Verwerkingsmogelijkheden

Van het totale specieaanbod blijkt met zandscheiding ca 27% van het aanbod verwerkt te kunnen worden (10 miljoen m<sup>3</sup>). Bij de sanering van oeverlocaties zal vrijwel geen zandige specie vrijkomen, en is zandscheiding niet mogelijk.

De mogelijkheden om aanvullend op zandscheiding rijpen/landfarmen toe te passen zijn zeer beperkt. Circa 4% van het specie-aanbod dat niet kan worden gescheiden (1,3 miljoen m<sup>3</sup>), kan wel met rijpen/landfarmen worden verwerkt.

Bij de variant "aanvullende technieken" wordt 4,1 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie verwerkt met rijpen of landfarmen. Het betreft grotendeels zandige specie die ook gescheiden zou kunnen worden. Bij deze variant word ca 20% van het totale aanbod met koude immobilisatie verwerkt en 15% met scheiden en thermische immobilisatie van de slibfractie (samen 13 miljoen m<sup>3</sup>).

De resterende baggerspecie kan vrijwel geheel met thermische immobilisatie worden verwerkt (variant volledige verwerking).



### **Depotvolume**

Het beschikbare depotvolume in de Put van Cromstrijen en het Omdijkt Depot bedraagt ca 21 miljoen m<sup>3</sup>. Bij de variant "eenvoudige verwerking" is er een tekort aan depotruimte van 11,6 miljoen m<sup>3</sup>. Daarnaast moet er ook nog depotruimte worden gezocht voor 6 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie en residu uit het Haringvliet/Hollandsch Diep west.

De geplande depotcapaciteit is wel voldoende bij de variant "aanvullende verwerking". Bij deze variant wordt het sterkst verontreinigde slib geborgen in het omdijkt depot. Er worden geen residuen van fractiescheiding gestort.

Bij de variant "volledige verwerking" hoeft er slechts 1,3 miljoen m<sup>3</sup> specie te worden gestort.

### **Kosten**

Indien alleen zandscheiding wordt toegepast, bedragen de kosten circa 1,3 miljard oftewel fl. 36,- per m<sup>3</sup> in situ specie (inclusief baggeren en transport). Met toepassing van koude immobilisatie en verwerking van scheidingsresidu stijgen de kosten naar ca fl. 60,- per m<sup>3</sup> (2,2 miljard). De verwerkingskosten van deze immobilisatietechnieken zijn echter schattingen, aangezien deze technieken nog niet op grote schaal worden toegepast.

Bij volledige verwerking van baggerspecie stijgen de kosten naar verwachting tot meer dan fl. 100,- per m<sup>3</sup> in situ specie (4,1 miljard).

### **Onzekerheden in aanbod**

De verwerkingsmogelijkheden voor baggerspecie uit Zuid-Holland zijn vastgesteld op basis van beschikbare onderzoeksresultaten van saneringslocaties. Tot op heden zijn voor de locaties in het benedenrivierengebied echter geen gebiedsdekkende saneringsplannen opgesteld. Op een aantal locaties is wel een "oriënterend onderzoek" of "nader onderzoek" uitgevoerd. Deze onderzoeken bieden echter niet de informatie die noodzakelijk is voor het nauwkeurig afperken van het aanbod baggerspecie en de eigenschappen van de specie. Op basis van de beschikbare gegevens is het alleen mogelijk hiervan een schatting te maken.

Voor een aanbod van circa 19 miljoen m<sup>3</sup> zijn bovendien de verwerkingsmogelijkheden bepaald door extrapolatie. Er moet daarom rekening worden gehouden met een grote onzekerheidsmarge in de resultaten van de verwerkingsvarianten.







# 1. Inleiding

## 1.1 Achtergronden

Als gevolg van lozingen, andere vervuilende activiteiten en de sedimentatie van uit het achterland afkomstig verontreinigd slib, zijn de oevers en waterbodems in het benedenrivierengebied ernstig verontreinigd geraakt. Bij baggerwerk voor sanering van de vervuilde oevers en waterbodems, alsmede bij baggerwerk voor onderhoud, natuurontwikkeling, infrastructurele werken en beheersing van hoge rivierafvoeren, komt in de periode 2002-2022 naar verwachting circa 30 miljoen m<sup>3</sup> verontreinigde baggerspecie vrij [bron 2]. Daar deze specie vanwege de verontreiniging niet direct nuttig op het land of in het water kan worden toegepast, is door Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland en de provincies Zuid-Holland en Noord-Brabant het initiatief genomen voor de aanleg van een baggerspeciedepot in het Hollandsch Diep. Ook in het Basisdocument "TienJarens scenario Waterbodems" (concept) wordt aangegeven dat op landelijk niveau aanvullende depotcapaciteit noodzakelijk is.

In het waterbodembeleid heeft het bergen van baggerspecie in een depot echter niet de voorkeur bij het oplossen van de problemen rond verontreinigde waterbodems. Deze gaat (na preventie) uit naar verwerking en nuttige toepassing van baggerspecie. Volgens het rijksbeleid moet 20% van het jaarlijkse aanbod verontreinigde specie worden verwerkt of hergebruikt. Op de lange termijn zullen verwerking en hergebruik nog meer aandacht moeten krijgen. Om deze redenen is in de MER baggerspeciebergings Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost [bron 2] ook rekening gehouden met potentiële verwerkingsmogelijkheden. Deze mogelijkheden zijn in voorliggend verwerkingsplan nader uitgewerkt. Uitgangspunt bij deze nadere analyse is de saneringsbaggerspecie van Directie Zuid-Holland. Deze baggerspecie vormt circa 75% van het geschatte aanbod voor het depot Hollandsch Diep. Het overige aanbod bestaat uit onderhoudsbaggerspecie en baggerspecie uit regionale wateren.

## 1.2 Doelstelling

Het verwerkingsplan maakt de consequenties inzichtelijk van een aantal reële varianten voor de baggerspecieverwerking, vanuit milieuhygiënisch, financieel en technisch oogpunt. Hiertoe worden de volgende vragen beantwoord:

- Wat is het aanbod baggerspecie binnen het Benedenrivierengebied;
- Welk deel van dit aanbod komt in aanmerking voor verwerking;
- Welke "partijen" kunnen worden onderscheiden;
- Welke verwerkingstechnieken zijn geschikt, uitgaande van de specifieke eigenschappen van onderscheiden partijen;
- Hoeveel specie kan met welke technieken worden verwerkt;
- Welke producten volgen uit de verwerkingstechnieken;
- Wat zijn de kosten van verwerking;
- Wat zijn de gevolgen van de WBM-heffing;

Het verwerkingsplan kan worden gebruikt binnen de "Marktverkenning Baggerspeciebergings Hollandsch Diep". In deze marktverkenning wordt nader gespecificeerd hoe de producten van de verwerkingstechnieken kunnen worden vermarkt.

In het verwerkingsplan wordt geen aandacht besteed aan de mogelijkheden om baggerspecie te laten liggen, te verspreiden of te verwerken met gebiedseigen oplossingen (bijvoorbeeld in het kader van Actief Bodem Beheer).



### 1.3 Leeswijzer

De opzet van het verwerkingsplan is gestart met een inventarisatie van beschikbare gegevens over het aanbod van baggerspecie binnen het beheersgebied van Directie Zuid-Holland (het benedenrivierengebied). De resultaten van deze inventarisatie zijn opgenomen in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 gaat in op de methoden die voor de verwerking van baggerspecie kunnen worden gebruikt. De verwerkingsvarianten die voor het specieaanbod in het benedenrivierengebied zijn opgesteld, worden in hoofdstuk 4 beschreven. Dit hoofdstuk bevat tevens de resultaten van deze varianten. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de onzekerheden rond het aanbod en de samenstelling van baggerspecie. Hoofdstuk 6 bevat een aantal samenvattende conclusies en aanbevelingen.



## 2. Specie aanbod

### 2.1 Inleiding

Bij de analyse van verwerkingsmogelijkheden is alleen de vrijkomende saneringsbaggerspecie in beschouwing genomen. Voor de uitvoering van saneringsbaggerwerken in het benedenrivierengebied zijn de volgende uitgangspunten vastgelegd [bron 1]:

1. Locaties die duurzaam en in voldoende mate worden afgedekt met schoner sediment worden in beginsel niet gesaneerd;
2. Op locaties waar dit geen uitkomst biedt, wordt zoveel mogelijk volstaan met een gedeeltelijke verwijdering van het slib;
3. De prioriteitstelling voor de sanering wordt in belangrijke mate bepaald door de mogelijkheid van aankoppeling met andere projecten.

Deze uitgangspunten dienen voor delen van het benedenrivierengebied verder te worden geconcretiseerd in "gebiedsgerichte saneringsvisies". Tot op heden is alleen een gebiedsgerichte saneringsvisie voor de Lek opgesteld, aan een saneringsvisie voor de Dordtsche Biesbosch wordt momenteel gewerkt.

Na de realisatie van een saneringsvisie bestaat de volgende stap uit het opstellen van een "saneringsplan" waarin de methode van sanering en de hoeveelheid specie die dient te worden verwijderd is vastgelegd. Saneringsmaatregelen die hierbij kunnen worden voorgesteld zijn:

4. *Verwijderen van de verontreiniging.* Verwacht wordt dat deze methode effectief kan zijn voor "hot spots" en gebieden waar slechts een dunne laag verontreinigd sediment aanwezig is.
5. *Natuurlijke afdekking.* Momenteel wordt met name door de Rijn schoner slib aangevoerd dan in het verleden. Op locaties met een voldoende grote sedimentatiesnelheid vindt hierdoor een natuurlijke afdekking plaats, waardoor de blootstellings- en verspreidingsrisico's verminderen.
6. *Actieve afdekking.* Indien de verontreinigde baggerspecie niet voldoende door sedimentatie wordt afgedekt, kan het aanbrengen van een schone toplaag een mogelijke saneringsmethode zijn.
7. *Ruimte maken voor natuurlijke afdekking.* Bij deze saneringsmethode wordt de toplaag van het sediment ontgraven, zodat er "ruimte" ontstaat voor natuurlijke afdekking.

De aanleiding voor het opstellen van een saneringsplan kan een milieuhygiënische "urgentie" zijn, maar bestaat meestal uit de noodzaak tot onderhoudswerk of een herinrichtingsplan (bijv. in het kader van Ruimte voor Rivieren). Gebiedsdekkende saneringsplannen worden pas opgesteld indien duidelijk is dat sanering van een locatie binnen enkele jaren zal plaatsvinden.

Op een aantal locaties is wel een "nader onderzoek" uitgevoerd. Hierbij is de verontreinigde waterbodem in kaart gebracht en de op de locatie aanwezige hoeveelheid verontreinigde specie berekend. In de nadere onderzoeken zijn soms deelgebieden onderscheiden waarbinnen de samenstelling van de specie "homogeen" is. Deze informatie is bruikbaar voor het samenstellen van "partijen" baggerspecie. De kwaliteit van een partij kan op basis van een nader onderzoek redelijk goed worden geschat, mits dit onderzoek niet veel ouder is dan 5 jaar.

In het benedenrivierengebied liggen tevens een aantal locaties waar alleen de aanwezigheid van sterk verontreinigde specie is vastgesteld op basis van de resultaten van een "oriënterend onderzoek". Op deze locaties kan de fysische samenstelling, de kwaliteit en het volume van de saneringsspecie alleen met een grote onzekerheidsmarge worden bepaald.



## 2.2 Selectie van saneringslocaties

Aan de hand van het MER Baggerspecieberging Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost [bron 2] en de database TienJarenScenario Waterbodems [bron 3] zijn de voor het benedenrivierengebied relevante saneringslocaties geïdentificeerd. Aangezien de verwerkingsmogelijkheden van de op een locatie aanwezige specie alleen kunnen worden onderzocht indien voldoende gegevens over de locatie en specie beschikbaar zijn, is gestart met het schiften van de locaties in drie categorieën op basis van informatiebeschikbaarheid:

1. Locaties waarvoor een indeling in deelgebieden en/of partijen bekend is;
2. Locaties waarvan voldoende gegevens beschikbaar zijn, maar waarvoor geen gebieds- en/of partij-indeling bekend is;
3. Locaties waarvan onvoldoende gegevens beschikbaar zijn.

### Locaties met gebieds- en/of partij-indeling

In de nadere onderzoeken die op deze locaties zijn uitgevoerd, is op basis van de onderzoeksgegevens een indeling gemaakt in vakken, homogene deelgebieden en lagen met specifieke lithologische en/of kwalitatieve eigenschappen. Deze informatie kan worden gebruikt bij het samenstellen van rekeneenheden oftewel "partijen" die de input vormen van de verwerkingsvarianten. Aan de hand van de beschikbare monsteranalyses is het mogelijk de verwerkingsopties voor de partijen te evalueren. In deze categorie vallen de volgende locaties:

- Hollandsch Diep Zuidoost
- Haringvliet/HD-west
- Amer
- Dordtsche Biesbosch
- Bouwlocatie Omdijk Depot

### Locaties zonder gebieds- en/of partij-indeling, maar met voldoende gegevens

Van deze locaties zijn recente gegevens uit een nader of oriënterend onderzoek beschikbaar. In de onderzoeken is vastgesteld hoeveel baggerspecie in totaal aanwezig is, maar er is geen indeling in partijen of vakken gemaakt. Bij het samenstellen van partijen t.b.v. het evalueren van de verwerkingsopties, is er van uitgegaan dat elke monsternamen met eindoordeel klasse 3 of 4 (volgens de NW4) representatief is voor een gelijk deel van het totale aanbod saneringsspecie op de locatie. Op basis hiervan kan een globale inschatting worden gemaakt van de hoeveelheden specie die voor de verschillende verwerkingsopties in aanmerking komen. In deze categorie vallen:

- Boven Merwede
- Boven Merwede Oevers
- Lek Oevers
- Sliedrechtse Biesbosch
- Brabantse Biesbosch



**Locaties waarvan onvoldoende gegevens beschikbaar zijn**

Van de volgende locaties zijn onvoldoende betrouwbare gegevens beschikbaar en/of is het binnen de locaties aanwezige aanbod saneringsspecie zeer gering:

- Afgedamde Maas (beschikbare gegevens zijn te oud, monsters genomen in 1990)
- Nieuwe Merwede (beschikbare gegevens over slib zijn ouder dan 5 jaar, bij recent onderzoek is geen slib aangetroffen)
- Beneden Merwede (geen gegevens beschikbaar)
- Bergsche maas (gering specie aanbod)
- Noord / Rietbaan (beschikbare gegevens zijn te oud, monsters uit 1993, gering specie aanbod)
- Oude Maas (sanering zal pas na 2010 plaatsvinden)
- Dordtsche Kil (gering specie aanbod)
- Wantij (gering specie aanbod)
- Lek waterbodem (onzeker of locatie wordt gesaneerd)
- Hollandsche IJssel (aanwezige baggerspecie wordt volledig afgevoerd naar Slufter)

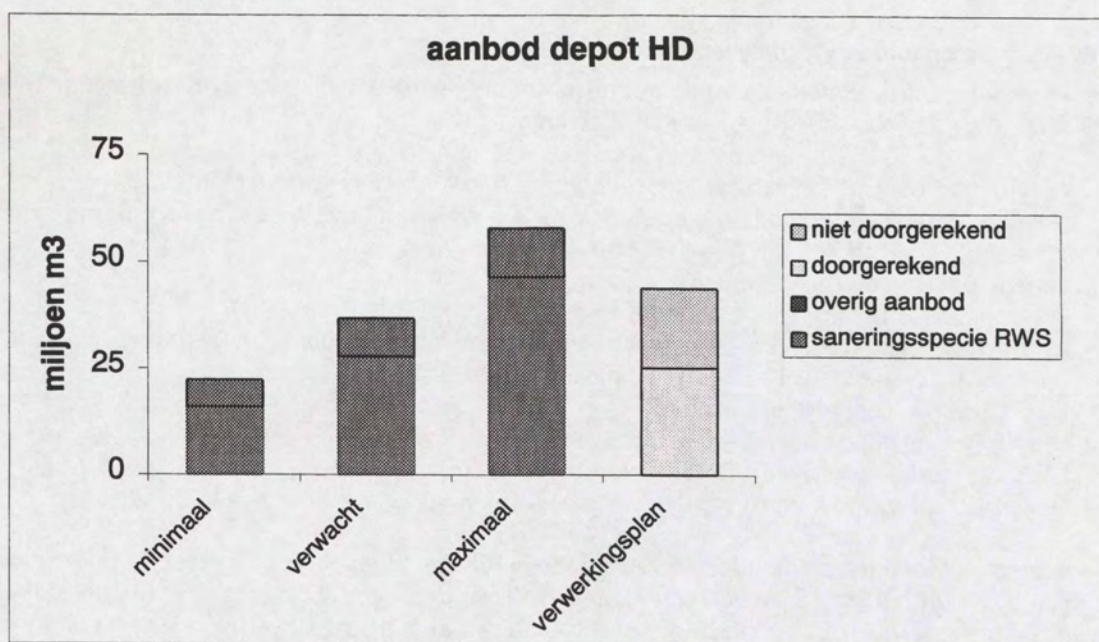
Alleen wanneer voldoende kwantitatieve en kwalitatieve informatie over de baggerspecie op een locatie beschikbaar is, wordt het mogelijk een verwerkingsplan voor deze specie op te stellen met een zekere mate van betrouwbaarheid. De locaties waarvoor veel informatie beschikbaar is vormen vaak door de ernst en/of omvang van de verontreiniging probleemgevallen, die prioriteit hebben in saneringsprogramma's. De kans dat op deze locaties daadwerkelijk specie zal worden ontgraven is daarom relatief groot. Op basis van de factoren "gegevens beschikbaarheid" en "prioriteit" is besloten alleen de locaties in categorieën 1 en 2 te betrekken in de verwerkingsvarianten.

Tabel 2.1 geeft een overzicht van de saneringslocaties en het verwachte specie aanbod. De meeste aanbodcijfers komen uit de database TienJarenScenario Waterbodem en zijn vastgesteld door Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland. De aanbodcijfers en de verhoudingen tussen de klassen 3 en 4 in dit aanbod komen overeen met de cijfers in de MER Baggerspeciebergings Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost [bron 2]. Op vier punten verschilt de informatie in de tabel van de database en de MER:

- Op de locatie **Haringvliet/HD-west** is in totaal 30 miljoen m<sup>3</sup> specie aanwezig. De hoeveelheid specie die bij een sanering gaat vrijkomen is op basis van het nader onderzoek en aanvullend onderzoek geschat op circa 10 miljoen m<sup>3</sup>.
- De **Bouwlocatie Omdijkt Depot** (circa 1,3 miljoen m<sup>3</sup> klasse 3/4) is toegevoegd. Bij het beoordelen van de verwerkingsmogelijkheden is er rekening mee gehouden dat deze hoeveelheid in zeer korte tijd zal vrijkomen.
- De locatie **Boven Merwede Oevers** is toegevoegd. Deze locatie is geïdentificeerd in het onderzoek dat in het kader van Ruimte voor Rijntakken is uitgevoerd. Naar verwachting komt op deze locatie circa 0,5 miljoen m<sup>3</sup> specie vrij.
- Het aanbod op de locatie **Lek Oevers** is op basis van nieuwe inzichten bijgesteld naar 1 miljoen m<sup>3</sup>.

Vanwege bovenstaande wijzigingen wijkt het aanbod van saneringsspecie in het verwerkingsplan af van het verwachte aanbod dat genoemd wordt in de MER Baggerspeciebergings Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost (figuur 1).





Figuur 2.1. Aanbodramingen depot Hollandsch Diep



Tabel 2.1: Overzicht van saneringslocaties in Benedenrivierengebied en aanbod baggerspecie op deze locaties

	type onderzoek*	datum monstername	aanbod [miljoen m³]	verhouding klasse 3 – klasse 4	
categorie 1: locaties met gebieds- en/of partij-indeling					
Hollandsch Diep Zuidoost	NO en AO	1993 / 1994 en 1998	1.8	0%	100%
Haringvliet / Holl. Diep West	NO	1985-1999	10.0	40%	60%
Amer	NO	1999	2.1	0%	100%
Dordtsche Biesbosch	NO	1993 / 1994	1.7	25%	75%
Bouwlocatie Omdijkt Depot	NO	2001	1.3	80%	20%
Totaal volume			16.9		
categorie 2: locaties zonder gebieds- en/of partij-indeling					
Boven Merwede	OO	1997	1.7	40%	60%
Lek Oevers	OO	1998	1.0	40%	60%
Boven Merwede Oevers	OO	1998	0.5	onbekend	onbekend
Sliedrechtse Biesbosch	NO	1999 / 2000	1.0	25%	75%
Brabantsche Biesbosch	NO	1994	4.0	50%	50%
Totaal volume			8.2		
categorie 3: locaties waarvan onvoldoende gegevens beschikbaar zijn					
Nieuwe Merwede	NO	1992	2.5	40%	60%
Beneden Merwede			1.1	40%	60%
Bergsche Maas			0.5	20%	80%
Noord / Rietbaan	OO	1993 / 1994	1.6	50%	50%
Oude Maas	OO	2000	0.8	50%	50%
Dordtsche Kil			0.1	onbekend	onbekend
Wantij	OO	1998 / 1999	0.1	50%	50%
Afgedamde Maas	OO	1990	1.6	70%	30%
Lek waterbodern	OO	1995	1.5	40%	60%
Totaal volume			9.8		
Totaal volume aanbod voor verwerkingsvarianten			34.9		
Hollandsche IJssel **	OO	2000 / 2001	2.0	0%	100%

\* verklaring type onderzoek:

- OO = oriënterend onderzoek;
- NO = nader onderzoek; hoeveelheid en samenstelling baggerspecie nog niet geheel bekend,
- AO = aanvullend onderzoek.

\*\* specie Hollandsch IJssel zal worden afgevoerd naar de Slufter

De saneringslocaties in categorieën 1 en 2 worden in bijlage 1 nader beschreven.



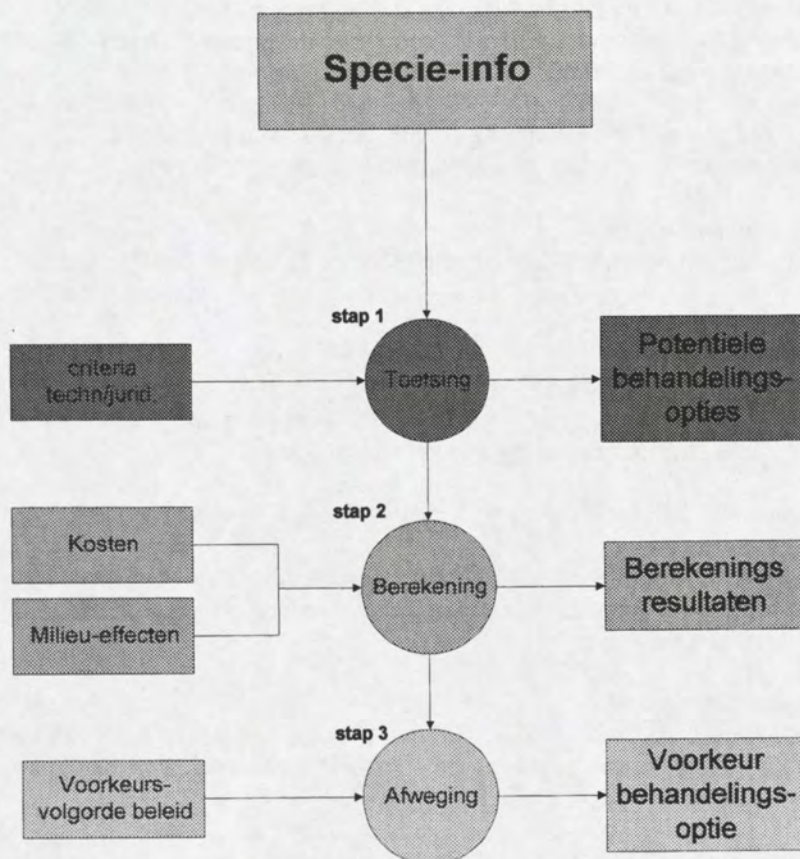




### 3. Behandeling van baggerspecie

#### 3.1 Beslismodel

De behandelingsopties voor het aanbod baggerspecie zijn bepaald met het beslismodel "Prospect". Dit model is in opdracht van AKWA/RIZA ontwikkeld in het kader van het TienJarenScenario Waterbodems [bron 5 en 6]. De methode die in het beslismodel wordt toegepast is weergegeven in figuur 3.1.



**Figuur 3.1: Stroomschema beslismodel Prospect**



### **Stap 1. Selectie van potentiële behandelingsoptie**

Met het beslismodel is berekend welke (potentiële) behandelingsopties kunnen worden toegepast. Deze worden bepaald op basis van:

- Textuur van de baggerspecie (zandig/matig zandig/kleiig/venig), het zandgehalte en het organisch stofgehalte;
- Kwaliteit van de baggerspecie (klasse-indeling NW4 en acceptatiecriteria van depots);
- Kwaliteit van het product. Met het beslismodel wordt getoetst of de producten (secundaire bouwstoffen) voldoen aan de samenstellingswaarde in het Bouwstoffenbesluit (categorie 1/2). Bij deze toetsing wordt rekening gehouden met de kwaliteitsverandering door de behandeling (zoals afbraak van verontreinigingen). Bij de verwerking van baggerspecie bij het depot Hollandsch Diep is het uitgangspunt dat de producten moeten voldoen aan de eisen van een categorie 1 bouwstof. Dit kan echter niet met het model worden getoetst.

De criteria die worden gehanteerd zijn grotendeels afkomstig uit het "Beslismodel Aanpak Baggerspecie" [bron 7] en de "Beslisboom eenvoudige verwerkingstechnieken" [bron 8].

### **Stap 2. berekening van kosten en milieu-effecten**

Met het beslismodel zijn vervolgens van de potentiële behandelingsopties de volgende aspecten berekend:

- Het benodigde depotvolume;
- De hoeveelheid geproduceerde bouwstoffen;
- De kosten van de gehele keten, met onderscheid in bagger- en transportkosten, verwerkingskosten, stortkosten, stortheffing en opbrengst van producten.

De berekeningsmethode is beschreven in de handleiding van het beslismodel prospect [bron 5].

Met het beslismodel Prospect kunnen ook emissies en vrachten aan verontreinigende stoffen, ruimtegebruik en energieverbruik worden berekend. Bij de "Analyse verwerkingsmogelijkheden Hollandsch Diep" is deze optie echter niet gebruikt.

### **Stap 3. Bepalen van voorkeurs-behandelingsoptie**

In stappen 1 en 2 kunnen per partij baggerspecie meerdere behandelingsopties mogelijk zijn. In stap 3 wordt één van deze potentiële behandelingsopties geselecteerd. Deze selectie vindt plaats op basis van een beleidsmatige voorkeursvolgorde.

Met het beslismodel Prospect kan de bepaling van de "voorkeurs-behandelingsoptie" ook worden gebaseerd op een afweging van milieu-effecten en kosten. Deze optie is bij het "Analyse verwerkingsmogelijkheden Hollandsch Diep" echter niet gebruikt.



### 3.2 Keuze behandelingsopties

Voor het verwerkingsplan is het potentiële aanbod getoetst aan 10 verschillende behandelingsopties. In tabel 3.1 is een overzicht gegeven van de criteria die hierbij zijn gehanteerd.

**Tabel 3.1: Gehanteerde criteria voor selectie van potentiële behandelingsopties**

behandelingsoptie	kwaliteit en samenstelling specie					product-eis Bsb *
	Zand [%]	Textuur	OrgStof [%]	Aard	kwaliteit	
Verspreiden / Direct toepassen	> 40	-	-	zoet	<= klasse 2	
Ontwateren / Rijpen	-	z/mz/k	< 20	zoet	-	cat 1
Landfarmen	> 20	z/mz/k	< 25	zoet	-	cat 1
Sedimentatiebekken / nat	>= 60	z/mz	-	-	-	cat 1
Sed. bekken + nabehandeling zand	>= 60	z/mz	-	-	-	cat 1
Hydrocyclonage. + sinteren slib	> 30	z/mz/k	< 30	-	-	cat 1
Koude immobilisatie		z/mz/k	< 10	-	-	cat 1
Sinteren	=< 30	mz/k/v	< 30	-	>= klasse 4	
Storten Cromstrijen	< 60	-	-	zoet	< acceptatie-eisen	
Storten Hollandsch Diep/Slufter	-	-	-	-	-	-

z : zandige specie

mz : matig zandige specie

k : kleiige specie

v : venige specie

\* met het model kan niet worden getoetst op uitloging. Feitelijk wordt er getoetst of het product voldoet aan de eisen van cat 1 of 2 bouwstoffen.



- 1) **Verspreiden/Direct toepassen.** Onder direct toepassen wordt het gebruiken van baggerspecie, zonder voorafgaande behandeling verstaan. Bij saneringsbaggerwerk wordt in principe alleen verontreinigde specie gebaggerd die niet direct toepasbaar is. Er kunnen echter kleine hoeveelheden specie vrijkomen die schoner zijn (bijv. een dunne schonere toplaag binnen het te baggeren bodemprofiel). Deze specie zou, indien deze apart wordt ontgraven, nuttig toegepast kunnen worden. In het verwerkingsplan is uitgegaan van een toepassing als afdeklaag op de saneringslocatie. In verband hiermee zijn eisen gesteld aan zandgehalte (> 40%) en kwaliteitsklasse (maximaal klasse 2).
  
- 2) **Ontwateren/Rijpen.** *Natuurlijke ontwatering* is toepasbaar op (zeer) zandige baggerspecie. Doordat de specie weinig organische stof en lutum bevat, vindt er bij de behandeling vrijwel geen structuurverandering en rijping plaats. Door de goede doorlatendheid van zandige baggerspecie, kan deze binnen enkele maanden voldoende worden ontwaterd. Het product kan worden toegepast als ophoogzand, mits de specie niet te veel organische stof en lutum bevat.  
*Rijping* is een verzamelnaam voor fysische, chemische en biologische processen die optreden wanneer specie in een rijpingsveld wordt gebracht. Ontwatering maakt deel uit van het rijpingsproces. Rijping is een proces waarbij organische stof wordt afgebroken en een structuurverandering van de specie optreedt. Bij de rijping vindt een beperkte afbraak van olie en PAK plaats. Het product van rijping is "grond", die als bouwstof kan worden gebruikt, bijvoorbeeld in wegconstructies, dijken, ophogingen, bermen, geluidswallen etc. De tijdsduur van de rijping kan sterk variëren. Naarmate de baggerspecie meer organische stof en lutum bevat, moet de baggerspecie droger zijn om te kunnen worden toegepast. Veel baggerspecie kan in 1 jaar tijd worden gerijpt, mits de laagdikte niet te groot is. Voor het verwerkingsplan is er van uitgegaan dat specie met > 20% organische stof niet wordt gerijpt. Deze eis heeft te maken met de lange tijdsduur (en daarmee hoge kosten) van de rijping van specie met veel organische stof. Bovendien is gerijpte specie met veel organische stof zeer moeilijk vermarktbaar door de slechte civieltechnische eigenschappen. Met het beslismodel is berekend of de gerijpte baggerspecie voldoet aan de grenswaarde (samenstellingswaarde) uit het Bouwstoffenbesluit (categorie 1/2 grond). Voor zware metalen is de ervaring dat grond / gerijpte specie die aan de grenswaarde uit het Bouwstoffenbesluit voldoet, vrijwel altijd categorie 1 is. Bij gerijpte baggerspecie blijkt echter in de praktijk dat de sulfaatuitloging dermate hoog is dat het materiaal niet als categorie 1 kan worden toegepast. Hiermee is, met het oog op een aanpassing van de sulfaatsnorm, geen rekening gehouden.
  
- 3) **Landfarmen.** Landfarmen is een behandelingsmethode die nauw aansluit op het rijpingsproces. Het product van landfarmen onderscheidt zich niet van rijpen. Het doel van landfarmen is het bevorderen van de afbraak van olie en PAK. Bij landfarmen wordt de baggerspecie meestal in dunnere lagen aangebracht en wordt een intensievere behandeling toegepast (ploegen, frezen, beplanten e.d.). Praktijkexperimenten tonen aan dat een afbraak van 70 - 90% kan worden bereikt. Met het beslismodel wordt berekend of de baggerspecie na het landfarmen voldoet aan de grenswaarde uit het Bouwstoffenbesluit (categorie 1/2). Om deze afbraak te bereiken kan de benodigde verblijftijd echter oplopen tot meer dan 5 jaar.  
 Voor het verwerkingsplan is er van uitgegaan dat specie met > 25% organische stof niet wordt gerijpt. Ten opzichte van rijpen wordt bij landfarmen een hoger organische stofgehalte geaccepteerd omdat de verblijftijd langer is. Recente ontwikkelingen in landfarmen zijn gericht op het verbeteren van de afbraak van olie en PAK, in combinatie met "energieteelt". Door deze combinatie kan een win-win situatie ontstaan waardoor de verwerkingskosten dalen.



- 4) **Sedimentatiebekken.** Bij deze techniek wordt zand gescheiden van de kleinere slibdeeltjes door gebruik te maken van het verschil in bezinkingssnelheid. De natte specie wordt in een omdijkt terrein gespoten, waarna het zand dicht bij de spuitmond bezinkt. Naarmate de afstand toeneemt, bevat het zand meer fijne delen en zal de verontreinigingsgraad over het algemeen toenemen. De zandfractie wordt periodiek bemonsterd. Het herbruikbare deel wordt ontgraven en kan worden toegepast als ophoozand. De slibfractie (residu), waarin ook de verontreinigingen zijn geconcentreerd, wordt gestort in het omdijkt depot Hollandsch Diep. Doordat het zand is verwijderd, heeft het slib slechte consolidatie-eigenschappen. Hierdoor neemt het slib relatief veel stortvolume in beslag. Als uitgangspunt is bepaald dat alleen baggerspecie met een zandgehalte van > 60% wordt verwerkt. Bij verwerking van specie met < 60% zand is de besparing in stortvolume zeer gering. Met het beslismodel wordt berekend of het geproduceerde zand voldoet aan de grenswaarde uit het Bouwstoffenbesluit (categorie 1/2). Er kan vanuit worden gegaan dat zand dat aan deze grenswaarde voldoet kan worden toegepast als categorie 1 bouwstof.
- 5) **Sedimentatiebekken met nabehandeling van zand.** Bij het scheiden van baggerspecie in een sedimentatiebekken kunnen er nog relatief veel fijne deeltjes in het zand aanwezig zijn. Hierdoor kan het voor komen dat het zand niet voldoet aan de eisen van het Bouwstoffenbesluit. In dat geval kan het zand (of een deel daarvan) worden nabehandeld met hydrocyclonage (eventueel met een extra wassing of flotatie). In het beslismodel wordt er van uitgegaan dat 30% van het zand uit het sedimentatiebekken wordt nabehandeld en dat de zandfractie vervolgens altijd voldoet aan de eisen voor een categorie 1 bouwstof.
- 6) **Koude immobilisatie.** Bij deze behandeling wordt de baggerspecie gemengd met cement en andere toeslagstoffen. Door toevoeging van cement (ca 30% op droge stof basis) vindt verharding tot een granulaat plaats. Dit granulaat kan bijvoorbeeld onder wegen worden toegepast als ophoogmateriaal. Er is in Nederland nog vrijwel geen ervaring met het toepassen van koude immobilisatietechnieken op baggerspecie. Onduidelijk is of er voldoende afzet is voor het geproduceerde granulaat. Koude immobilisatie kan worden toegepast op baggerspecie die minder dan 10% organische stof bevat. Een hoger organisch stofgehalte hindert de uitharding van cement. Met het beslismodel is berekend of het product voldoet aan de samenstellingsnormen uit het Bouwstoffenbesluit voor vormgegeven producten. Deze samenstellingsnormen zijn echter alleen vastgesteld voor organische microverontreinigingen. Voor zware metalen moet de uitloogbaarheid worden bepaald. Aangenomen is dat de immobilisatie van zware metalen dermate goed is, dat hieraan altijd wordt voldaan. De immobilisatie van zware metalen berust op de stijging van de pH (als gevolg van het cement), in combinatie met de verharding (vermindering contactoppervlak). Om de immobilisatie te verbeteren worden er, naast cement ook additieven toegevoegd.
- 7) **Sinteren.** Bij deze behandelingsoptie wordt de baggerspecie tot ca 1100 °C verhit, waardoor een keramisch kunstgrind ontstaat. De organische verontreinigingen worden hierbij afgebroken en zware metalen worden geïmmobiliseerd. Het geproduceerde kunstgrind kan worden afgezet als grindvervanger in cement- of asfaltbeton. Het sinteren van slibkoek is nog geen operationele techniek. Wel zijn er enkele grootschalige proeven uitgevoerd. Gebleken is dat beton met kunstgrind als toeslagmateriaal voldoet aan civieltechnische en milieuhygiënische eisen. Indien de baggerspecie meer dan 30% zand bevat, wordt het zand eerst afgescheiden met hydrocyclonage. Het zand wordt nuttig toegepast en de slibfractie wordt ontwaterd, gedroogd en gesinterd. Bij minder dan 30% zand wordt de baggerspecie zonder voorafgaande scheiding gesinterd. Vanwege de relatief hoge kosten is hieraan als randvoorwaarde gesteld dat de specie ernstig verontreinigd moet zijn (klasse 4).
- 8) **Storten.** Baggerspecie die niet kan worden verwerkt, kan worden gestort in de Put van Cromstrijen of het "omdijkt depot Hollandsch Diep". Voor de Put van Cromstrijen wordt met het beslismodel getoetst of de specie voldoet aan de acceptatiecriteria. Residu van zandscheiding kan niet in de Put van Cromstrijen worden gestort. Voor het omdijkt depot Hollandsch Diep zijn geen kwaliteitseisen (bovengrens) opgenomen. Hier mag alle specie worden gestort, ongeacht de verontreinigingsgraad.



### 3.3 Uitgangspunten van de berekeningen

Van de behandelingsopties zijn met het beslismodel de volgende aspecten berekend:

- 1) verwerkingskosten
- 2) depotvolume
- 3) hoeveelheid herbruikbare producten uit baggerspecie

#### 3.3.1 Kosten

Bij de kostenberekening is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de standaard modelinstellingen die ook voor het TienJarenScenario zijn gebruikt. Op een aantal onderdelen zijn de rekenparameters aangepast

##### Baggerkosten

Bij de berekeningen wordt uitgegaan van saneringsbaggeren van groot binnenwater. De standaardwaarde hiervoor is fl. 11,- per in situ m<sup>3</sup>.

Bij de oeverlocaties is uitgegaan van ontgravingskosten van fl. 13,28 per m<sup>3</sup>.

##### Transportkosten

Bij de berekeningen wordt uitgegaan van transport over groot binnenwater. Standaardwaarde hiervoor is fl. 0,13 per ex situ m<sup>3</sup> per km. Er is uitgegaan van een transportafstand van 35 km over water.

Voor de droge locaties is daar bovenop uitgegaan van een transport van 5 km met een kleine vrachtwagen (f 3,20 per ex situ m<sup>3</sup> per km) met daarna een overslag op een schip (overslagkosten fl. 1,50 per ex situ m<sup>3</sup>)

##### Verwerkingskosten

In tabel 3.2 zijn de verwerkingskosten per ton droge stof weergegeven. Het betreft de kosten voor de verwerking en het storten van residuen van de verwerking. Ten opzichte van het TienJarenScenario zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- Bij landfarmen is uitgegaan van een verblijftijd van 3 jaar. In het TienJarenScenario was dat 2 jaar. In verband met de langere verblijftijd zijn de kosten verhoogd.
- De behandelingsoptie "Sedimentatiebekken + nabehandeling zand" is nieuw ten opzichte van het TienJarenScenario. Uitgegaan is van een nabehandeling van 30% van het zandfractie. De kosten voor de nabehandeling zijn geraamd op 35,- per ton droge stof.

Tabel 3.2: Behandelingskosten [fl./tds]

behandeling	type specie			
	zandig	matig zandig	kleiig	venig
direct toepassen	8,00	8,00	8,00	8,00
rijpen (1 jaar)	24,00	33,00	54,00	nvt
landfarmen (3 jaar)	40,00	55,00	80,00	nvt
sedimentatiebekken + nat storten slib	21,00	37,00	nvt	nvt
sedimentatiebekken + nabehandeling zand + nat storten slib	27,00	42,00	nvt	nvt
koude immobilisatie	50,00	77,00	92,00	nvt
sinteren	nvt	155,00	179,00	208,00
scheiden (hydrocyclonage) + sinteren slib	101,00	155,00	nvt	nvt



Een onzekerheidsfactor wordt gevormd door de toekomstige mogelijkheden en kosten van verwerkingstechnieken (m.n. thermische immobilisatie). Hoewel kan worden verwacht dat door technische innovaties de mogelijkheden zullen toenemen en kosten zullen dalen, is moeilijk deze onzekerheidsfactor te kwantificeren. Door Dusatech is een tarief genoemd van fl. 69,- per situ m3 voor grootschalige verwerking van slibrijke specie.

Omgerekend zou dit voor kleiige specie een tarief opleveren van fl. 146,- per ton droge stof, hetgeen goed overeenkomt met de standaardkosten in het beslismodel. Voor zandige specie + sinteren van de slibfractie zouden de verwerkingskosten echter neerkomen op fl. 57,- per ton droge stof, hetgeen veel lager is dan de in het beslismodel gehanteerde kosten (f 101,- per tds).

#### Stortkosten

Uitgegaan is van de volgende stortkosten:

Hollandsch Diep	f 20,- per m <sup>3</sup> ;
Cromstrijen	f 15,- per m <sup>3</sup>

#### Productopbrengst

Hiervoor zijn de standaardwaarden van het TienJarenScenario gebruikt (tabel 3.3).

**Tabel 3.3: Opbrengst producten [fl. / tds product]**

product_naam	opbrengst
zand	4,00
grond	0,00
klei	0,00
granulaat koude immobilisatie	10,00
kunstgrind	15,00

#### Stortheffing

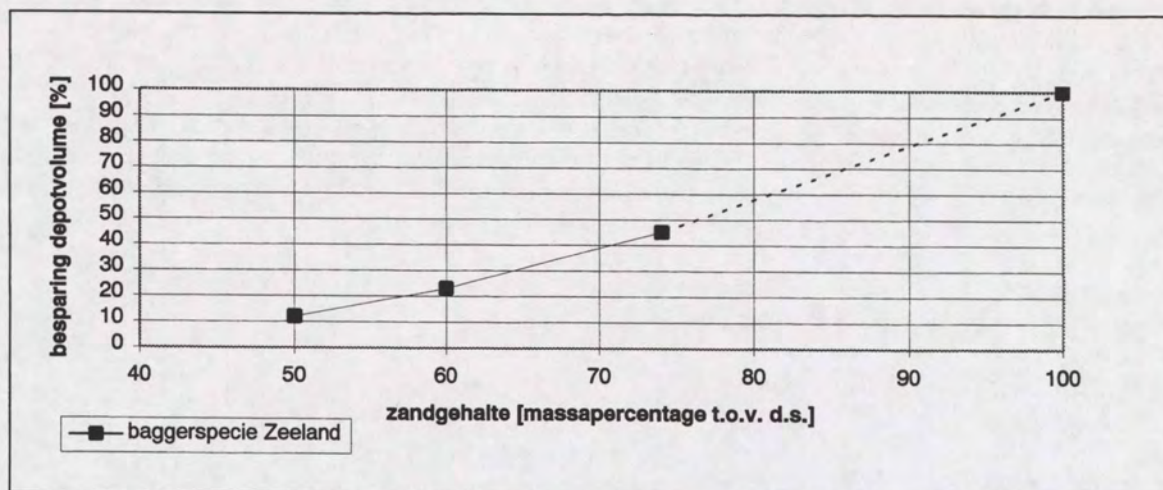
Uitgegaan is van een stortheffing van fl. 28,- per ton droge stof. De stortheffing wordt alleen doorberekend voor het storten van baggerspecie met = 60% zand.

#### 3.3.2 Depotvolume

Bij de berekening van het benodigde depot-volume zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- bij storten van baggerspecie in een nat depot is het "stortvolume" gelijk aan het "in situ" volume;
- bij het storten van slibresidu van scheiding is uitgegaan van de consolidatieberekeningen die voor het depot Koegorspolder zijn uitgevoerd. In figuur 3.2 is de besparing in depotvolume weergegeven (aan eind van de vulfase, 20 jaar). Met het beslismodel is het bespaarde depotvolume berekend voor 2 specietypen:
  - zandige specie met gemiddeld 70% zand: scheiding geeft voor deze specie en besparing in depotvolume van 40%.
  - matig zandige specie met gemiddeld 50% zand: scheiding geeft voor deze specie en besparing in depotvolume van 10%.





**Figuur 3.2: Besparing in depotvolume (Bron: Zand uit Baggerspecie, stand van zaken, Concept, DWW 2001)**

### 3.3.3 Herbruikbare producten

De verwerking van baggerspecie leidt tot producten die als secundaire grondstoffen toegepast kunnen worden. Er is gebruik gemaakt van de standaard modelinstellingen, waarbij onderscheid wordt gemaakt in

- zand: producten van zandscheiding
- grond: product van rijpen en landfarmen van zandige en matig zandige specie
- klei: product van rijpen en landfarmen van kleiige specie
- granulaat: product van koude immobilisatie
- kunstgrond: product van thermische immobilisatie

Er is vanuit gegaan dat producten die aan de samenstellingswaarde voldoen, altijd voldoen aan de eisen van een categorie 1 bouwstof. Dit hoeft echter niet het geval te zijn:

- Bij gerijpte baggerspecie is bekend dat de sulfaatuitloging een probleem vormt. Hiermee is in het model geen rekening gehouden.
- Immobilisatietechnieken zijn nog niet, of slechts in beperkte mate op praktijkschaal beproefd.



## 4. Verwerkingsvarianten

### 4.1 Beschrijving verwerkingsvarianten

Er zijn met het beslismodel Prospect drie verwerkingsvarianten doorgerekend. De beslissingen die in de verwerkingsvarianten worden genomen, zijn in bijlage 2 middels stroomdiagrammen weergegeven.

#### Variant 1 Eenvoudige verwerking

Hierbij wordt baggerspecie verwerkt met zandscheiding, met als uitgangspunt dat het zand altijd als categorie 1 bouwstof kan worden toegepast.

Hierbij wordt de volgende voorkeursvolgorde aangehouden:

1. verspreiden of direct toepassen
2. scheiden in sedimentatiebekken <sup>1</sup>
3. scheiden in sedimentatiebekken met nabehandeling van het zand <sup>1</sup>
4. storten in Cromstrijen of omdijkt depot Hollandsch Diep

Deze voorkeursvolgorde van toepassing van vrijkomende baggerspecie is gebaseerd op de Vierde Nota Waterhuishouding en het Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie.

Bij de variant "eenvoudige verwerking" is als subvariant nagegaan hoeveel specie eventueel kan worden verwerkt met rijpen/landfarmen. Daarbij is de aanname gehanteerd dat rijpen/landfarmen alleen wordt toegepast op specie die niet gescheiden kan worden. Redenen hiervoor zijn:

- met scheiden wordt een betere zandkwaliteit verkregen (minder bijmenging van fijne fractie), waardoor het zand waarschijnlijk beter afzetbaar is;
- de kosten van zandscheiding zijn iets lager;
- het ruimtebeslag van ontwateren/rijpen en landfarmen is groot. Deze ruimte is niet aanwezig bij het depot Hollandsch Diep;
- met de huidige normen uit het Bouwstoffenbesluit is het, vanwege de sulfaatproblematiek, onzeker of met ontwateren/rijpen of landfarmen een categorie 1 bouwstof kan worden gemaakt.

Met ontwateren zou echter een grotere besparing op depotvolume te bereiken zijn.

#### Variant 2 Aanvullende verwerking

Bij deze variant worden, in aanvulling op variant 1, ook immobilisatietechnieken verwerkt. Deze technieken worden echter alleen toegepast indien de verwerkingskosten niet hoger zijn circa fl. 100,- (per tds specie). Dit komt neer op toepassing van de volgende technieken:

- thermische immobilisatie van het residu van zandscheiden;
- koude immobilisatie (voor zover technisch mogelijk).

Hierbij wordt de volgende voorkeursvolgorde aangehouden:

5. verspreiden of direct toepassen
6. ontwateren/rijpen
7. landfarmen
8. hydrocyclonage en thermische immobilisatie van slibfractie (sinteren)
9. koude immobilisatie
10. storten in Cromstrijen of omdijkt depot Hollandsch Diep

<sup>1</sup> Het slibresidu van fractiescheiden wordt gestort in het omdijkt depot.



Bij deze variant wordt fractiescheiding alleen toegepast in combinatie met thermische immobilisatie van het residu.

Variant 2 is gedefinieerd op basis van de geschatte verwerkingskosten, maar de werkelijke (markt)tarieven en de technische haalbaarheid van de immobilisatietechnieken zal in de praktijk moeten worden vastgesteld.

### **Variant 3 Volledige verwerking**

Bij deze variant wordt zoveel mogelijk specie verwerkt. Alleen de baggerspecie die op basis van technische criteria niet kan worden verwerkt, wordt in deze variant gestort. Bij variant 3 wordt de volgende voorkeursvolgorde aangehouden:

11. verspreiden of direct toepassen
12. ontwateren/rijpen
13. landfarmen
14. koude immobilisatie
15. hydrocyclonage en thermische immobilisatie van slibfractie (sinteren)
16. thermische immobilisatie zonder scheiden (sinteren)
17. storten in Cromstrijen of omdijkt depot Hollandsch Diep

In de variant wordt aan koude immobilisatie de voorkeur gegeven boven scheiden en thermische immobilisatie omdat koude immobilisatie naar verwachting goedkoper is. Deze voorkeursvolgorde heeft echter tot gevolg dat zandige specie (> 60% zand) met koude immobilisatie wordt verwerkt. Gezien de onzekerheden bij deze techniek is voor specie met > 60% zand de voorkeursvolgorde omgedraaid. Deze specie wordt gescheiden, waarna de slibfractie thermisch wordt behandeld.

## **4.2 Resultaten verwerkingsvarianten**

Voor elke locatie is op basis van de beschikbare gegevens een indeling in partijen gemaakt. Aan de partijen is een zo representatief mogelijk kwaliteitsoordeel en een volume gekoppeld. De werkwijze die hierbij is gevolgd wordt in bijlage 1 per locatie toegelicht. Het kwaliteitsoordeel bestaat uit een analyseresultaat met een standaard Lawabo formaat. Dit analyseresultaat is eerst getoetst aan de Vierde Nota Waterhuishouding. Vervolgens zijn de uitkomsten van deze toetsing, tezamen met de analyseresultaten en overige partijkenmerken, ingevoerd in het model Prospect [bron 5 en 6]. Met het model zijn de in paragraaf 4.1 beschreven verwerkingsvarianten doorgerekend.

### **4.2.1 Verwerkingsmogelijkheden**

Het Prospect modelresultaat bestaat uit een overzicht van de verwerkingsopties voor het specie aanbod. Hierbij is per behandelingsoptie aangegeven welk deel van de specie kan worden verwerkt. Tevens wordt per m<sup>3</sup> te baggeren specie aangegeven welke kosten de verwerkingsopties met zich meebrengen, welk stortvolume benodigd is en de hoeveelheid producten die uit de verwerkingsopties voortkomen.

In tabel 4.1 t/m 4.3 zijn de uitkomsten van de 3 verwerkingsvarianten weergegeven voor het specie aanbod van de geselecteerde locaties.



Tabel 4.1: Verwerkingspercentage (%)

	variant 1 eenvoudige verwerking	variant 2 aanvullende verwerking	variant 3 volledige verwerking
direct toepassen	0,0	0,0	0,0
ontwateren/rijpen	0,0	11,0	11,0
landfarmen	0,0	4,3	4,5
sed. bekken	23,9	0,0	0,0
sed bekken + nabehandeling	8,5	0,0	0,0
koude immobilisatie	0,0	22,8	22,6
scheiden en sinteren	0,0	20,8	41,3
sinteren	0,0	0,0	18,0
<b>Totaal</b>	<b>32,4</b>	<b>58,9</b>	<b>97,4</b>

Tabel 4.2: Reductie stortvolume (%)

	variant 1 eenvoudige verwerking	variant 2 aanvullende verwerking	variant 3 volledige verwerking
Reductie stortvolume	13	59	97

Tabel 4.3: Kosten (fl. per situ m3)

	variant 1 eenvoudige verwerking	variant 2 aanvullende verwerking	variant 3 volledige verwerking
baggerkosten	11,7	11,7	11,7
verwerkingskosten (incl stort residu)	8,5	45,3	93,9
transportkosten	5,6	5,6	5,6
stortkosten (excl stort residu)	11,1	6,8	0,4
stortheffing 1)	0,0	0,0	0,0
productopbrengst	1,2	4,3	7,5
<b>Totaal</b>	<b>35,8</b>	<b>65,2</b>	<b>104,3</b>

### Eenvoudige verwerking

Met de variant "eenvoudige verwerking" kan een verwerkingspercentage van 32% worden gerealiseerd, doordat alle zandige specie wordt verwerkt (tabel 4.1). Doordat het residu moet worden gestort, wordt met deze verwerking een besparing op depotvolume bereikt van 13% (tabel 4.2). De zandscheiding kan worden uitgevoerd met grootschalige sedimentatiebekkens bij het depot Hollandsch Diep, waarna het residu wordt gestort in het omdijkte depot. Van het aanbod is echter 8,5 % dermate sterk verontreinigd dat het zand na de scheiding niet voldoet aan de eisen uit het bouwstoffenbesluit. Van deze specie wordt een deel van de zandfractie nabehandeld met hydrocyclonage.

Naast zandscheiding kan een relatief beperkte hoeveelheid baggerspecie met ontwateren, rijpen of landfarmen worden verwerkt. Met aanvullende inzet op deze technieken kan een verwerkingspercentage van 36% worden gerealiseerd.

De kosten voor de variant "eenvoudige verwerking" bedragen ca fl. 36,- per verwijderde m<sup>3</sup> baggerspecie. Bijna 50% hiervan is benodigd voor baggeren en transport (tabel 4.3).



**Aanvullende verwerking**

Bij de "aanvullende verwerking" wordt een verwerkingspercentage bereikt van 59% (tabel 4.1).

Doordat de verwerking vrijwel geen residu oplevert, bedraagt de besparing op depotvolume eveneens 59% (tabel 4.2).

De kosten nemen bij deze variant toe tot ca. fl. 65,- per gebaggerde in situ m<sup>3</sup> (tabel 4.3). Vanwege onzekerheden in de kosten van immobilisatie is ook een berekening uitgevoerd op basis van minimale verwerkingskosten (grootschalige verwerking). In dat geval zouden de kosten voor deze variant kunnen dalen tot ca. fl. 51,- per situ m<sup>3</sup>.

**Volledige verwerkingsvariant**

Bij deze variant wordt vrijwel alle baggerspecie verwerkt (97%), waardoor het stortvolume zeer sterk wordt gereduceerd. De kosten voor deze variant bedragen ca. fl. 104,- per gebaggerde in situ m<sup>3</sup>.

**4.2.2 Verwerkingsmogelijkheden per regio**

De verwerkingsmogelijkheden van de saneringsbaggerspecie zijn uitgesplitst naar 4 regio's:

- 1) Rijnsedimenten. Rijnspecie is voornamelijk aanwezig op de locaties:
  - Dordtsche Biesbosch
  - Boven Merwede
  - Bouwlocatie Omdijkt Depot
  - Sliedrechtse Biesbosch
- 2) Maassedimenten. Maasspecie wordt aangetroffen op de locaties:
  - Hollandsch Diep Zuidoost
  - Amer
  - Brabantsche Biesbosch
- 3) Haringvliet/Hollandsch Diep-west. Sediment op deze locatie kan niet uitsluitend aan de Maas of de Rijn worden toegeschreven
- 4) Oeverlocaties (langs de Rijn)
  - Lek Oevers
  - Boven Merwede Oevers

In bijlage 2 zijn de verwerkingsmogelijkheden per regio weergegeven.

De overall kwaliteit van de Maasspecie is slechter dan die van de wat zandigere Rijnspecie. Dit uit zich o.a. in de geringere toepasbaarheid van eenvoudige verwerkingstechnieken (ontwateren/rijpen, landfarmen, zandscheiding) op Maasspecie (15,8% van het totale aanbod Maasspecie tegen 25,7% van het totale aanbod Rijnspecie).

Bij het Haringvliet/HD-west zijn de mogelijkheden om baggerspecie met eenvoudige technieken te verwerken veel groter dan bij de Rijn- of Maassedimenten. In de variant "eenvoudige verwerking" wordt 54% van het aanbod verwerkt met zandscheiding.

Opvallend is verder dat op de 2 oeverlocaties vrijwel geen baggerspecie met eenvoudige technieken kan worden verwerkt.



## 4.3 Verwerkingsmogelijkheden bij depot Hollandsch Diep

### 4.3.1 Schatting van "totaal verwacht aanbod"

Bij de analyse van de verwerkingsmogelijkheden is een deel van de saneringslocaties van Directie Zuid-Holland in beschouwing genomen. Om de verwerkingsmogelijkheden van het totale aanbod bij het depot Hollandsch diep te bepalen, zijn de resultaten van de modelstudie geëxtrapoleerd. Hierbij zijn drie stappen doorlopen:

- 1) **Saneringsspecie Maas en Rijn.** Bij de analyse van verwerkingsmogelijkheden zijn negen saneringslocaties buiten beschouwing gelaten (tabel 2.1, categorie 3 locaties). Bij de extrapolatie is gebruik gemaakt van de gemiddelde verwerkingsmogelijkheid per regio (paragraaf 4.2.2):
  - a. De verwerkingsmogelijkheden van aanbod uit de Bergsche Maas en Afgedamde Maas gelijk is aan het gemiddelde aanbod van de overige Maas-locaties.
  - b. De verwerkingsmogelijkheden van aanbod uit de Nieuwe Merwede, Beneden Merwede, Noord/Rietbaan, Oude Maas, Dortsche Kil, Wantij en Lek is gelijk gesteld aan het gemiddelde van de Rijn-locaties.
- 1) **Saneringsspecie Haringvliet/Hollandsch Diep west.** Van het aanbod uit het Haringvliet/Hollandsch Diep-west (10 miljoen m<sup>3</sup>) is gesteld dat 7 miljoen m<sup>3</sup> elders wordt gestort of verwerkt. Mogelijk hoeft deze 7 miljoen m<sup>3</sup> niet gebaggerd te worden, indien blijkt dat er ruimere mogelijkheden zijn om sterk verontreinigde specie af te dekken dan momenteel worden voorzien. Aangezien de specie uit het Haringvliet/HD-west relatief zandig is, zou dit onzekere aanbod een vertekend (optimistisch) beeld kunnen geven van de verwerkingsmogelijkheden bij het depot Hollandsch Diep. Uitgangspunt is daarom dat een hoeveelheid van 3 miljoen m<sup>3</sup> zandige specie wordt aangeboden bij het depot Hollandsch Diep.
- 2) **Onderhoudsspecie en specie uit regionale wateren.** De onderhoudsbaggerspecie en de baggerspecie uit regionale wateren (8,9 miljoen m<sup>3</sup>) is bij de modelberekeningen buiten beschouwing gelaten. Aangenomen is dat de kwaliteit van deze specie gelijk is aan de gemiddelde kwaliteit van de saneringsspecie van Directie Zuid Holland. Met name voor het aanbod uit regionale wateren (vaarten, plassen, stedelijk gebied e.d.) zal de kwaliteit en textuur echter sterk kunnen afwijken van de specie uit Rijkswateren.

In tabel 4.4 is aangegeven hoeveel specie waarschijnlijk wordt aangeboden bij de depots in het Hollandsch Diep en voor hoeveel specie de verwerkingsmogelijkheden door extrapolatie zijn geschat.

**Tabel 4.4 Totaal aanbod specie bij depot Hollandsch Diep**

Locatie	Totaal verwacht aanbod [m <sup>3</sup> ]	methode bepaling verwerkingsmogelijkheden
<b>Saneringslocaties</b>	25.100.000	Berekening met Prospect
Sanering Maaslocaties	2.200.000	Schatting op basis van gemiddelde van maasspecie
Sanering Rijnlocaties	7.600.000	Schatting op basis van gemiddelde van Rijnspecie
Onderhoud RWS	3.500.000	Schatting op basis van gemiddelde van saneringsspecie DZH
Aanbod regionaal	5.400.000	Schatting op basis van gemiddelde van saneringsspecie DZH
<b>Totaal geëxtrapoleerd</b>	18.700.000	
<b>Haringvliet elders</b>	7.000.000	
<b>Totaal aanbod Hollandsch Diep</b>	36.800.000	



#### 4.3.2 Resultaten verwerkingsvarianten

In tabellen 4.5 t/m 4.8 zijn de verwerkingsmogelijkheden van het totaal verwachte aanbod weergegeven. In figuur 2 zijn de resultaten grafisch weergegeven.

Bij de variant "eenvoudige verwerking" wordt ca 27% van het specie-aanbod verwerkt met zandscheiden (10 miljoen m<sup>3</sup>)<sup>2</sup>. De verwachting is dat voor een aanbod van 2,4 miljoen m<sup>3</sup> een nabehandeling van de zandfractie noodzakelijk is (tabel 4.5). In het beslismodel is er van uitgegaan dat 30% van het zand zal worden nabehandeld, hetgeen neerkomt op een hoeveelheid van circa 700.000 ton zand (ds).

Met rijpen en landfarmen zou aanvullend 1,3 miljoen m<sup>3</sup> verwerkt kunnen worden.

Bij deze variant is een stortcapaciteit van ca 32,6 miljoen m<sup>3</sup> nodig, exclusief het deel van de specie uit het Haringvliet/HD-west dat elders wordt verwerkt/gestort (tabel 4.6).

De put Cromstrijen en het omdijkt depot hebben samen een capaciteit van 21 miljoen m<sup>3</sup>. Het omdijkt depot (10 miljoen m<sup>3</sup>) is in ieder geval nodig voor de berging van het residu van zandscheiding (5,9 miljoen m<sup>3</sup>). De resterende capaciteit (4,1 miljoen m<sup>3</sup>) wordt primair gebruikt voor sterk verontreinigde specie die vanwege de acceptatiecriteria niet in Cromstrijen geborgen mag worden. Op basis van de kwaliteit van saneringsspecie uit Rijkswateren is de verwachting dat de beschikbare capaciteit in het omdijkt depot hiervoor toereikend is.

**Tabel 4.5: Hoeveelheid verwerkbare specie per variant (miljoen m<sup>3</sup>) \***

keten	variant 1 eenvoudige aanvullende verwerking	variant 2 aanvullende verwerking	variant 3 volledige verwerking
direct toepassen	0,0	0,0	0,0
ontwateren/rijpen	0,0	3,3	3,3
landfarmen	0,0	0,8	0,9
sed. bekken	7,6	0,0	0,0
sed bekken + nabehandeling	2,4	0,0	0,0
koude immobilisatie	0,0	7,4	7,3
scheiden en sinteren	0,0	5,6	14,5
sinteren	0,0	0,0	9,2
<b>Totaal aanbod verwerking bij HD</b>	<b>10,0</b>	<b>17,1</b>	<b>35,2</b>

\* exclusief aanbod van 7 miljoen m<sup>3</sup> specie uit haringvliet

**Tabel 4.6: Hoeveelheid benodigde stortruimte (miljoen m<sup>3</sup>)**

keten	variant 1 eenvoudige verwerking	variant 2 aanvullende verwerking	variant 3 volledige verwerking
stort onbehandelde specie	15,1	19,8	1,6
stort residu zandscheiding	5,9	0,0	0,0
tekort, stort elders	11,6	0,0	0,0
<b>Totaal</b>	<b>32,6</b>	<b>19,8</b>	<b>1,6</b>
Haringvliet stort elders	6,0	0,9	0,0

De put van Cromstrijen heeft bij deze variant niet voldoende capaciteit om de niet-verwerkbare specie te kunnen bergen. Er zal een hoeveelheid van 11,6 miljoen m<sup>3</sup> niet verwerkbare specie elders geborgen moeten worden. Gezien de kwaliteit van de specie, is de verwachting dat dit aanbod wel zal voldoen aan de acceptatiecriteria van een eventueel in een vervolgfase aan te leggen 2<sup>e</sup> open put in het Hollandsch Diep (indien deze overeenkomen met Cromstrijen).

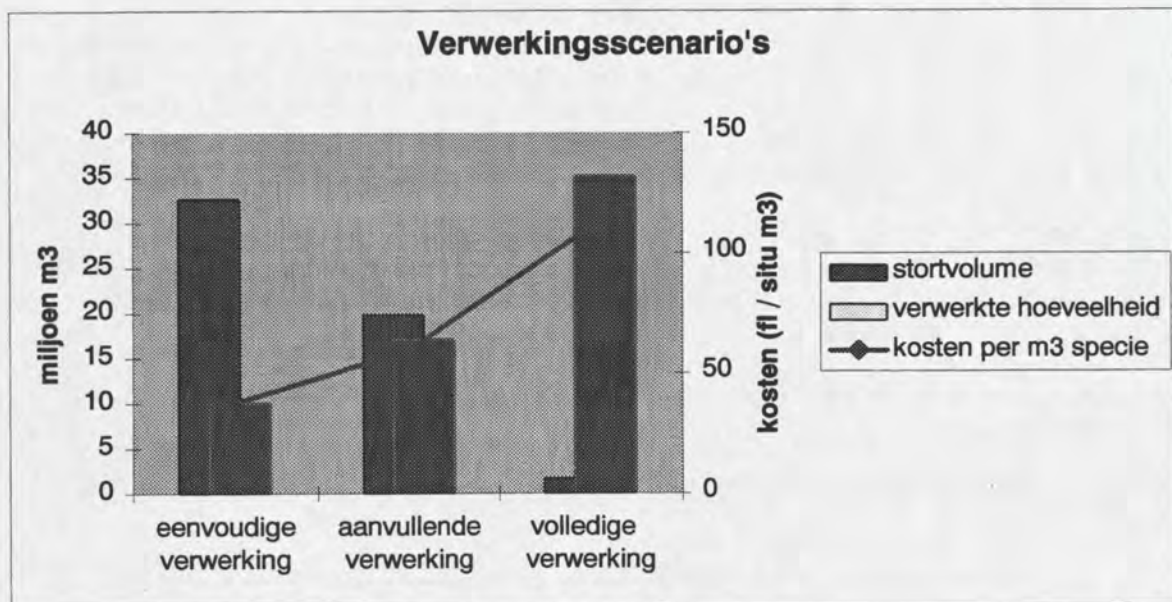
<sup>2</sup> dit is exclusief de 7 miljoen m<sup>3</sup> uit het Haringvliet/Hollandsch Diep-west. Van deze 7 miljoen m<sup>3</sup> kan naar verwachting ook nog 2,4 miljoen m<sup>3</sup> worden verwerkt met zandscheiding.



Voor het deel van het aanbod uit het Haringvliet/HD-west dat in eerste instantie niet naar Hollandsch Diep wordt afgevoerd, is daarnaast een stortruimte van 6,0 miljoen m<sup>3</sup> nodig. Het betreft ten dele scheidingsresidu (1,4 miljoen m<sup>3</sup>) dat niet in een open put kan worden geborgen.

De kosten van deze variant bedragen fl. 1,34 miljard, oftewel fl. 36,- per situ m<sup>3</sup> (tabel 4.8). Ongeveer de helft hiervan wordt besteed aan baggeren en transport. Er wordt bij deze variant geen stortheffing betaald, aangezien alle zandige specie (> 60% zand) wordt verwerkt. Hierbij is geen rekening gehouden met een eventuele toekomstige aanpassing van de reinigbaarheidscriteria.

Er wordt bij deze variant een hoeveelheid van 9,3 miljoen ton (ds) aan zand geproduceerd (tabel 4.7). Dit is een relatief klein deel van de behoefte aan ophoogzand in Zuid-Holland (50 miljoen ton per jaar).



**Figuur 4.1: Resultaten verwerkingsvarianten**

Met behulp van het beslismodel is de kwaliteit van het residu van de zandscheiding berekend. Hieruit blijkt dat het gehalte aan verontreinigingen (mg/kg ds) met ongeveer een factor 4 toeneemt ten opzichte van de verwerkte specie. De gehaltes zijn naar verwachting echter niet hoger dan in de (slibrijke) specie die in het omdijk depot wordt geborgen, aangezien het residu voldoet aan de kwaliteits-eisen van de Put Cromstrijen.

Bij de variant "aanvullende verwerking" wordt een hoeveelheid van 17 miljoen m<sup>3</sup> verwerkt (exclusief het deel van de specie uit Haringvliet/HD-west dat elders wordt verwerkt/gestort). Bij deze variant wordt ca 4,2 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie behandeld met ontwateren, rijpen en landfarmen. De toename ten opzichte van de variant "eenvoudige verwerking" wordt veroorzaakt door zandige baggerspecie die voldoet aan de criteria uit het bouwstoffenbesluit (klasse 3 specie met een laag oliegehalte). Bij de variant "eenvoudige verwerking" wordt deze specie gescheiden met sedimentatiebekkens.

Er wordt 5,6 miljoen m<sup>3</sup> specie verwerkt met zandscheiden, waarna het slibresidu wordt verwerkt met thermische immobilisatie. Er hoeft geen residu van zandscheiding te worden gestort. Bovendien wordt 7,4 miljoen m<sup>3</sup> specie verwerkt met koude immobilisatie.

Door de inzet op aanvullende verwerkingstechnieken, hoeft geen aanvullende stortcapaciteit gezocht te worden. Bij deze variant wordt 19,8 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie gestort, hetgeen iets minder is aan de geplande depotcapaciteit (21 miljoen m<sup>3</sup>). Er wordt geen residu gestort en een groot deel van de specie kan gezien de mate van verontreiniging in een Open Put gestort worden.



Daarnaast moet ook nog een klein deel van de specie uit het Haringvliet/HD-west worden geborgen (0,9 miljoen m<sup>3</sup>). Hiervoor is dus in de open put Cromstrijen of het omdijkt depot nog ruimte beschikbaar.

De totale kosten stijgen bij deze variant met een factor 1,6 ten opzichte van de eenvoudige verwerking (toename van fl. 857 miljoen). Deze kostenstijging is voor ca 55% te wijten aan het toepassen van koude immobilisatie en voor 45% aan het toepassen van thermische immobilisatie van slibresidu.

De kosten per gebaggerde m<sup>3</sup> bedragen bijna fl. 60,-. Ten opzichte van de eenvoudige verwerking wordt 12,9 miljoen m<sup>3</sup> stortruimte bespaard. Een m<sup>3</sup> bespaarde depotruimte kost (door hiervoor benodigde aanvullende verwerking) circa fl. 66,-.

Ten opzichte van de eenvoudige verwerking neemt de hoeveelheid geproduceerd zand iets af, doordat zandige specie deels met ontwateren en landfarmen wordt verwerkt. Er wordt een geringe hoeveelheid gerijpte baggerspecie geproduceerd. Daarnaast wordt een grote hoeveelheid granulaat van koude immobilisatie geproduceerd. Ten aanzien van de afzet van dit materiaal bestaat nog veel onzekerheid. De hoeveelheid kunstgrind (van thermische immobilisatie) is relatief beperkt (1,3 miljoen ton). Dit materiaal kan worden toegepast als grindvervanger is beton.

Bij de **volledige verwerkingsvariant** wordt 35,2 miljoen m<sup>3</sup> specie verwerkt en is slechts een depotcapaciteit van 1,3 miljoen m<sup>3</sup> nodig. Het betreft grotendeels venige specie (hoog organisch stofgehalte) die niet verwerkbaar is. Een deel van deze specie mag gezien de kwaliteit niet in een open put worden gestort, zodat bergingsruimte in een omdijkt depot nodig is.

De kosten nemen bij de volledige verwerking echter toe met een factor 3 ten opzichte van de eenvoudige verwerking.

**Tabel 4.7: Hoeveelheid producten totaal aanbod (ton droge stof) \***

keten	variant 1 eenvoudige verwerking	variant 2 aanvullende verwerking	variant 3 volledige verwerking
zand	9,3	7,5	11,8
grond	0,0	1,0	1,1
klei	0,0	0,2	0,2
granulaat	0,0	7,8	7,7
kunstgrind	0,0	1,3	10,5
<b>Totaal (excl Haringvliet)</b>	<b>9,3</b>	<b>17,7</b>	<b>31,2</b>

\* exclusief aanbod van 7 miljoen m<sup>3</sup> specie uit haringvliet

**Tabel 4.8: Kosten totaal aanbod (miljoen fl) \***

keten	variant 1 eenvoudige verwerking	variant 2 aanvullende verwerking	variant 3 volledige verwerking
baggerkosten	446,5	446,5	446,5
verwerkingskosten (incl stort residu)	264,0	1321,5	3642,6
transportkosten	223,4	223,4	223,4
stortkosten (excl stort residu)	443,7	330,4	27,4
stortheffing	0,0	0,0	0,0
productopbrengst	-39,8	-127,1	-281,9
<b>Totaal (excl Haringvliet)</b>	<b>1337,9</b>	<b>2194,7</b>	<b>4058,1</b>

\* exclusief aanbod van 7 miljoen m<sup>3</sup> specie uit haringvliet



## 5. Onzekerheden in specie aanbod en samenstelling

### Onderzoekresultaten

De aanbodcijfers in tabel 2.1 moeten worden beschouwd als schattingen van het feitelijke aanbod. De onzekerheden in deze schattingen zijn voornamelijk het gevolg van een gebrek aan onderzoeksgegevens. Een nauwkeurige omvangbepaling vindt normaliter pas plaats in het saneringsonderzoek, dat wordt uitgevoerd als de sanering daadwerkelijk in zicht komt. Op geen van de locaties heeft echter een dergelijk saneringsonderzoek plaatsgevonden.

### Saneringsvarianten

Volgend op het saneringsplan wordt eventueel beslist volgens welke variant zal worden gesaneerd. Het specie aanbod kan tussen deze varianten verschillen. In dit verwerkingsplan zijn bijvoorbeeld twee mogelijke varianten voor de Amer doorgerekend, één met een aanbod van 1,39 miljoen m<sup>3</sup> en één met een aanbod van 2,12 miljoen m<sup>3</sup>. Uit het Amer voorbeeld blijkt tevens dat door het kiezen van een andere saneringsvariant de verwerkingsmogelijkheden wijzigen. Aangezien momenteel voor het merendeel van de locaties nog geen verschillende saneringsvarianten zijn ontworpen, is de invloed van verschillen tussen toekomstige varianten verdisconteerd in de onzekerheidsmarge rond het aanbod (zie tabel 5.1). De consequenties die afwijkende saneringsvarianten hebben op de verwerkingsmogelijkheden kunnen pas worden gekwantificeerd wanneer de ontwerpen van de varianten beschikbaar zijn.

### Beleidsontwikkelingen

Daarnaast bestaat onzekerheid over toekomstige beleidsontwikkelingen die van invloed zijn op het specie aanbod, zoals veranderingen in de normstelling, wijziging van het verspreidingsbeleid, de invloed van heffingen op het storten van reinigbare specie, de hoeveelheid geld die beschikbaar komt voor saneringsprojecten of ontwikkelingen die meer gericht zijn op beheer van verontreinigde waterbodems in plaats van het volledig verwijderen van de verontreinigde baggerspecie (functioneel saneren, actief waterbodembeheer e.d.). In de documenten "Onzekerheidsanalyse Nut en Noodzaak Aanleg Baggerspeciebergings Hollandsch Diep" [bron 9] en de notitie "Invloeden ontwikkeling toekomstig aangeboden hoeveelheid slib depot Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost" [bron 10] wordt nader ingegaan op factoren die los staan van de verontreinigingssituatie op de locaties, maar wel invloed hebben op het toekomstig specie aanbod. Aangezien het momenteel onmogelijk is de invloed van dergelijke factoren te kwantificeren, zijn zij niet in de aanbod cijfers verdisconteerd.

### Kwaliteitsverbetering sediment

Een factor die wel in de aanbodcijfers is verdisconteerd betreft de toekomstige afdekking door schoner sediment als gevolg van de kwaliteitsverbetering van Rijn- en Maaswater. Deze afdekking is relevant voor de autonome kwaliteitsverbetering van de waterbodems op de locaties. Bij het opstellen van de aanbodcijfers is tevens de onderlinge beïnvloeding van de locaties in acht genomen: er is uitgegaan van een saneringsvolgorde die bovenstrooms start en benedenstrooms eindigt, waardoor herverontreiniging tussen locaties zoveel mogelijk wordt voorkomen [bron 2].

Tabel 5.1 geeft voor de locaties in de categorieën 1 en 2 aan welk minimaal en welk maximaal aanbod wordt verwacht. Deze cijfers zijn overgenomen uit de MER Baggerspeciebergings Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost [bron 2]. Voor de twee locaties die niet in de MER zijn opgenomen (Bouwlocatie en Boven Merwede Oevers), de Lek Oevers en het Haringvliet, is in overleg met deskundigen van de Bouwdienst en Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, uitgaande van de beschikbare onderzoeksgegevens en "expert judgement, een onzekerheidspercentage bepaald. Dit percentage is opgenomen in de kolom "onzekerheid in aanbod".



Tabel 5.1: Onzekerheidsmarges in aanbod cijfers

	aanbod [m <sup>3</sup> ]	onzekerheid in aanbod	minimaal aanbod [m <sup>3</sup> ]	maximaal aanbod [m <sup>3</sup> ]
<b>locaties met gebieds- en/of partij-indeling</b>				
Hollansch Diep Oost	1.800.000		1.000.000	3.000.000
Haringvliet / HD-west	10.000.000		3.000.000	12.000.000
Amer	2.120.000		1.000.000	5.000.000
Dordtsche Biesbosch	1.700.000		1.000.000	3.000.000
<b>SubTotaal volume</b>	<b>13.620.000</b>		<b>7.000.000</b>	<b>23.000.000</b>
<b>locaties zonder gebieds- en/of partij-indeling</b>				
Bouwlocatie Omdijkt Depot	1.300.000	±20%	1.040.000	1.560.000
Boven Merwede	1.700.000		1.400.000	2.000.000
Lek Oevers	1.000.000	±50%	500.000	1.500.000
Boven Merwede Oevers	500.000	±50%	250.000	750.000
Sliedrechtse Biesbosch	1.000.000		500.000	1.500.000
Brabantsche Biesbosch	4.000.000		2.000.000	6.000.000
<b>SubTotaal volume</b>	<b>9.200.000</b>		<b>4.550.000</b>	<b>13.850.000</b>
<b>Totaal volume</b>	<b>22.860.000</b>		<b>11.550.000</b>	<b>36.850.000</b>

### Specie eigenschappen

Naast de onzekerheid over het totaal volume van het specie aanbod, is voor verwerking tevens de onzekerheid betreffende de eigenschappen van de aangeboden partijen van belang (type en gehalte aan verontreinigingen, korrelgrootteverdelingen). Deze eigenschappen zijn bepalend voor de technische mogelijkheden, het rendement, de kosten en de milieueffecten van de verwerkingstechnieken. Er is meer zekerheid over de specie eigenschappen op een locatie wanneer er voldoende representatieve onderzoeksgegevens (monsternames, analyseresultaten) beschikbaar zijn en de locatie een homogene samenstelling heeft of bestaat uit duidelijk definieerbare homogene deelgebieden die als afzonderlijke partijen kunnen worden aangeboden.

De homogeniteit van een locatie kan worden beoordeeld op basis van de spreiding in de binnen een locatie waargenomen gehalten. In bijlage 4 wordt deze spreiding aan de hand van een aantal statistische parameters inzichtelijk gemaakt. Gehalten die van grote invloed zijn op de verwerkingsmogelijkheden zijn die van zand, organische stof en olie. Uit de tabellen in de bijlage blijkt dat alle locaties vrij heterogeen zijn (hoge standaard deviaties) waardoor de verwerkingsmogelijkheden van de specie binnen de locaties ruimtelijk zullen verschillen. Alleen de Amer lijkt een redelijk homogene samenstelling te hebben. De Sliedrechtse Biesbosch en Bouwlocatie zijn zeer heterogeen.

### Indeling in vakken en lagen

Op de locaties waarvoor geen vakindeling beschikbaar is, is bij het samenstellen van partijen er van uitgegaan dat elke monstername met eindoordeel klasse 3 of 4 representatief is voor een deel van het totale aanbod saneringsspecie. De validiteit van dit uitgangspunt wordt onderbouwd door de heterogeniteit van de locaties. Door meerdere partijen te onderscheiden wordt namelijk de kans vergroot dat de verwerkingsmogelijkheden van de totale hoeveelheid specie juist worden voorspeld. Dit wil echter niet zeggen dat deze partijen ook afzonderlijk dienen te worden afgegraven. Voor een locatie als de Sliedrechtse Biesbosch, waar ten behoeve van de berekeningen 281 partijen zijn onderscheiden, zou dit bijvoorbeeld absoluut onmogelijk zijn. Ten behoeve van saneringswerkzaamheden zullen de partijen kunnen worden samengevoegd binnen homogene ruimtelijke eenheden, analoog aan de vakindelingen die reeds voor de locaties in categorie 1 beschikbaar zijn. Om dit mogelijk te maken is echter aanvullend bodemonderzoek noodzakelijk.



Bij de locaties Haringvliet en Amer is een vakindeling gemaakt, waarbinnen 4 "lagen" zijn onderscheiden. Deze lagen hebben betrekking op verschillende afzettingsperioden. In het beslismodel is er van uitgegaan dat deze lagen als aparte partijen zijn te onderscheiden. In de praktijk zal dit echter niet het geval zijn, omdat er geen duidelijke verticale begrenzing is vast te leggen, en de lagen bovendien meestal een zeer geringe dikte hebben (< 10 cm).

Door alleen uit te gaan van een horizontale afbakening van vakken, worden de verschillende lagen "gemengd" en zal er een verschuiving optreden in de behandelingsmogelijkheden.

#### **Korrelgrootteverdeling**

De verwerkingsmogelijkheden van baggerspecie zijn voor een groot deel afhankelijk van de korrelgrootteverdeling in de specie. Ook het calciëgehalte speelt hierbij een rol. Met behulp van de gegevens van de locaties Haringvliet, Amer en Dordtsche Biesbosch is de gevoeligheid van de verwerkingsmodellering voor de verdeling van het calciëgehalte over de zand- en lutumfracties onderzocht. De achtergronden en resultaten van deze analyse worden in bijlage 5 beschreven. Uit de analyse is geconcludeerd dat de overall gevoeligheid van de modelberekeningen voor de verdeling van het calciëgehalte over de droge stof, gering is.







## 6. Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

#### Variant eenvoudige verwerking

- 1) Met sedimentatiebekkens kan ongeveer 10 miljoen m<sup>3</sup> van het "verwachte aanbod" bij het depot Hollandsch Diep worden verwerkt (27% van het aanbod). De verwachting is dat ongeveer 700.000 ton zand moet worden nabehandeld om aan de eisen van categorie 1 bouwstof te voldoen.
- 2) bij de zandscheiding komt 5,9 miljoen m<sup>3</sup> residu vrij dat in het omdijkt depot moet worden geborgen. Dit betekent dat het omdijkt depot voor circa 50% met residu van zandscheiding wordt gevuld.
- 3) Op basis van scheidingsrendementen is berekend dat de kwaliteit van het residu van zandige specie niet sterk zal afwijken van de slibrijkere baggerspecie die wordt gestort. Het droge stofgehalte van het residu zal echter lager zijn, zodat de vracht aan verontreinigingen in het omdijkt depot eerder lager zal worden dan hoger.
- 4) Er is een tekort aan depotcapaciteit van 11,6 miljoen m<sup>3</sup>. Gezien de kwaliteit van de vrijkomende baggerspecie zou deze eventueel in een 2<sup>e</sup> open put kunnen worden gestort.
- 5) Er is aangenomen dat 7 miljoen m<sup>3</sup> specie uit het Haringvliet/Hollandsch Diep west elders wordt verwerkt of gestort. Hiervoor is aanvullend een depotcapaciteit nodig van 6 miljoen m<sup>3</sup>.
- 6) De totale kosten voor eenvoudig verwerken / storten van het "verwachte aanbod" bij depot Hollandsch Diep bedragen circa 1,3 miljard (incl baggeren en transport).

#### Variant aanvullende verwerking

- 7) Het tekort aan depotcapaciteit kan worden opgelost met "aanvullende verwerking". Hierbij wordt residu van zandscheiding thermisch verwerkt en wordt zo veel als technisch mogelijk ingezet op koude immobilisatie. Bovendien wordt de relatief schone (klasse 3) zandige specie verwerkt met ontwateren/rijpen.
- 8) De meerkosten voor de "aanvullende verwerking" zijn geraamd op circa fl. 850 miljoen.
- 9) Bij de "aanvullende verwerking" zal het omdijkt depot met een kleiner volume sterk verontreinigd materiaal worden gevuld. Bovendien zal het te storten materiaal minder water bevatten (geen residu van zandscheiding), hetgeen consequenties kan hebben de exploitatie van het omdijkt depot.
- 10) Aan de "aanvullende verwerking" kleven een aantal onzekerheden
  - De verwerkingskosten van de immobilisatietechnieken zijn gebaseerd op ramingen die onderbouwd moeten worden.
  - Met de aanvullende verwerking worden producten gemaakt, waarvan de afzetbaarheid nog onzeker is. Met name de afzetbaarheid van het product van koude immobilisatie (7,7 miljoen ton ds) is onzeker.
  - Onzeker is of de producten van koude immobilisatie en ontwateren/rijpen voldoen aan de eisen voor categorie 1 bouwstof. Voor rijpen/ontwateren is met name de sulfaatnorm van belang.
- 11) Bij de "aanvullende verwerking" moet een tweetal praktische kanttekeningen worden geplaatst:
  - Bij de thermische verwerking van residu is uitgegaan van een gecombineerde verwerking op dezelfde locatie (hydrocyclonage + ontwateren + sinteren). Het gebruik van sedimentatiebekkens bij het omdijkt depot is complexer (beschikbare ruimte, vergunningen, transport van residu naar andere locatie e.d.).
  - Bij het omdijkt depot is waarschijnlijk geen ruimte om de aanvullende verwerking uit te voeren. Met name voor ontwateren/rijpen en landfarmen (4,2 miljoen in situ m<sup>3</sup>) is het ruimtebeslag zeer hoog.



#### **Variant volledige verwerking**

- 12) Bij de volledige verwerkingsvariant wordt ook slibrijke specie met thermische immobilisatie verwerkt. Indien wordt ingezet op volledige verwerking, is slechts een depotcapaciteit van 1,3 miljoen m3 nodig. De specie uit het Haringvliet/HD-west kan volledig worden verwerkt.
- 13) De meerkosten ten opzichte van zandscheiding zijn geraamd op circa fl. 2,7 miljard.
- 14) Bij de volledige verwerking gelden dezelfde onzekerheden als bij de aanvullende verwerking.

#### **Aanbevelingen**

- 1) Er kleven nog veel onzekerheden aan het de hoeveelheid aangeboden specie en de kwaliteit van deze specie. Om de verwerkingsopties van de baggerspecie op een locatie goed te kunnen bepalen zijn basisgegevens op het nauwkeurighedsniveau van een saneringsplan gewenst.
- 2) Van een groot deel van het aanbod (circa 50%) zijn de verwerkingsmogelijkheden geschat (extrapolatie). met name voor specie uit regionale wateren is een beter inzicht in de samenstelling gewenst.
- 3) Aanbevolen wordt om bij het ontwerp van het omdijkt depot rekening te houden met nominale een aanvoer van 500.000 m3 zandige baggerspecie per jaar die in aanmerking komt voor zandscheiden.
- 4) Aanbevolen wordt een verkenning uit te voeren naar de technische en praktische consequenties van het op termijn inpassen van thermisch verwerken van scheidingsresiduen.
- 5) Na uitvoering van de voorgenomen pilot kunnen de onzekerheden die kleven aan de "aanvullende verwerking" (kosten, afzet, produktkwaliteit) worden verkleind. Van belang is dat deze pilot wordt uitgevoerd met "representatieve" specie.
- 6) Voor thermische verwerking is in dit plan uitgegaan van het verwerken van scheidingsresidu, aangezien hieraan lagere kosten zijn verbonden (per situ m3 en per m3 bespaard depotvolume) dan bij thermische verwerking van slibrijke specie. Indien bij de pilot-proef slibrijke specie wordt verwerkt, is het aan te bevelen vooraf na te gaan of resultaten vertaalbaar zijn naar een variant waarbij alleen residuen worden verwerkt.



## Bronvermeldingen

- 1 Saneringsvisie oevers en waterbodems benedenrivierengebied, Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, april 2000
- 2 Baggerspecieberging Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost, Projectnota/Milieueffectrapport, Deelrapport 'Omgaan met baggerspecie', Rijkswaterstaat AKWA WAU, december 2000
- 3 database TienJarenScenario, Rijkswaterstaat RIZA, juni 2001 (gegevens in deze database zijn aangeleverd door de beheerders, voor het Benedenrivierengebied is dit Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland)
- 4 Veranderingen in morfologie, water- en bodemkwaliteit in het Noordelijk Deltabekken bij een alternatief beheer van de Haringvlietssluizen. MER beheer Haringvlietssluizen, deelrapport Morfologie en kwaliteit binnengebied, RWS RIZA, 3 december 1997
- 5 Handleiding Prospect, Model t.b.v. tienjarensenario waterbodems (TJS), TNO/CSO juli 2001, TNO rapport R 2001/287
- 6 Functionele specificatie, Model t.b.v. Tien Jaren Scenario Waterbodems (TJS), TNO/CSO februari 2001, TNO rapport R 2001/076
- 7 'BABS' Beslismodel Aanpak BaggerSpecie, Eindrapport fase 1 TNO rapport R 2000/112 TNO/CSO maart 2000, Fase 2a TNO rapport R 2000/421 TNO/CSO november 2000
- 8 Handreiking voor verwerkings- en hergebruiksplannen, beslisboom, eenvoudige verwerking van baggerspecie, CSO, 16 februari 2000
- 9 Onzekerheidsanalyse Nut en Noodzaak Aanleg Baggerspecieberging Hollandsch Diep, Rijkswaterstaat Bouwdienst 6 juli 2001, documentnr. PBR.NUNOHOD-3-002
- 10 Invloeden ontwikkeling toekomstig aangeboden hoeveelheid slib depot Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost, AKWA 16 februari 1999, documentnr. WAU.HD3-3-98444
- 11 Verwerking van baggerspecie, Basisdocument voor besluitvorming, AKWA rapportnr. 00.006, september 2000

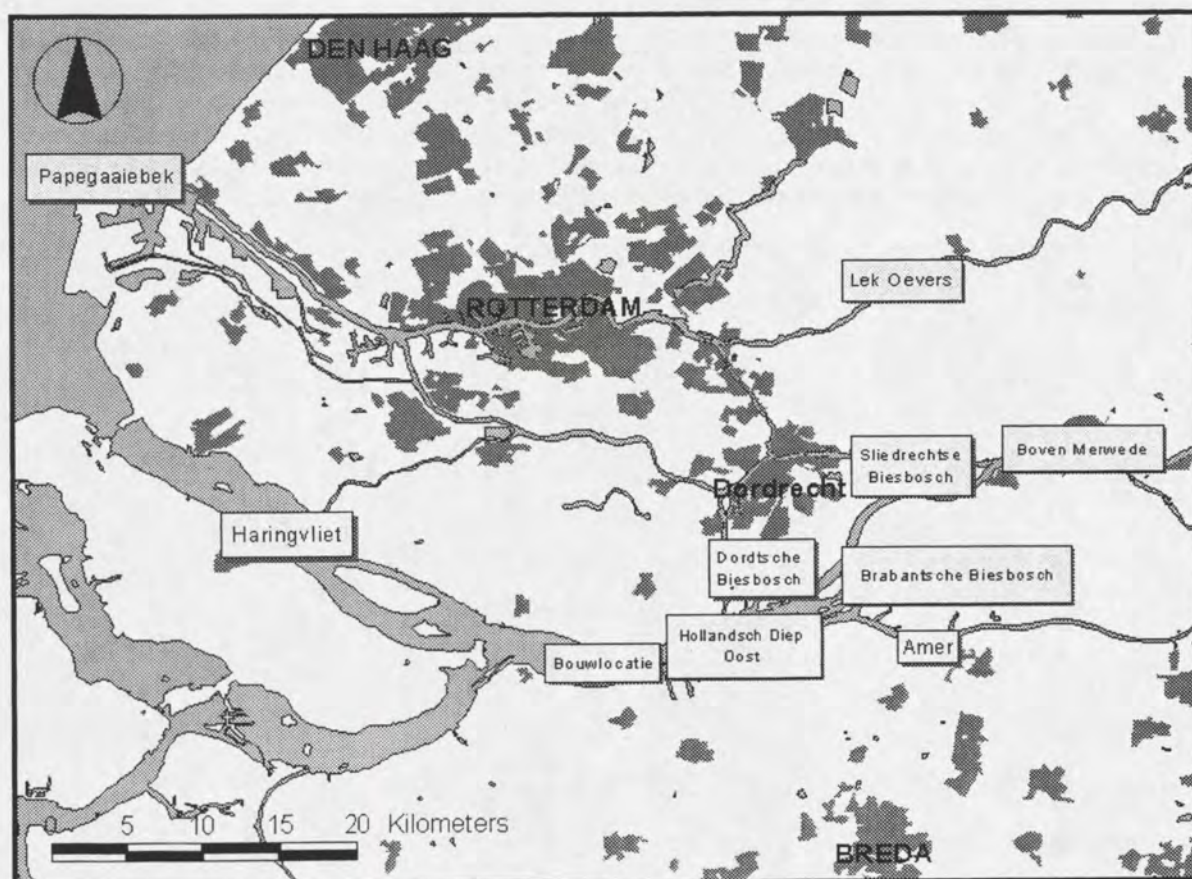






## Bijlage 1: Beschrijving van locaties

Deze bijlage bevat uitgebreide beschrijvingen van de locaties die in de verwerkingsvarianten zijn doorgerekend. In de beschrijvingen wordt ingegaan op de algemene kenmerken en ligging van de locaties, de aard en kwaliteit van de gegevens die van de locaties beschikbaar zijn, hoe het aanbod is bepaald en op welke wijze partijen zijn samengesteld.



*Ruimtelijke spreiding van saneringslocaties in Benedenrivierengebied*



## Hollandsch Diep Zuidoost

### Locatie

Het Hollandsch Diep maakt deel uit van de Zuidrand van het Noordelijk Deltabekken. Het Hollandsch Diep wordt bovenstrooms begrensd door het splitsingspunt tussen de Nieuwe Merwede en de Amer en aan de noordzijde door de Dordtsche Kil. Benedenstrooms wordt het Hollandsch Diep begrensd door het Haringvliet en het in 1969 afgesloten Volkerak. Het bekken heeft een lengte van 20 km en een totaal oppervlak van ruim 41 miljoen m<sup>2</sup>. Na de afsluiting van het Haringvliet in 1970 is in de Zuidrand van het Noordelijk Deltabekken een sterke sedimentatie van verontreinigd slib opgetreden. Het gebied wordt hierdoor langzaam opgevuld met sediment, deze opvulling geschiedt van oost naar west. De snelheid waarmee de sedimentatie plaatsvindt varieert in de tijd. In de nieuwe Merwede en ook het oostelijk deel van het Hollandsch Diep is na de afsluiting een grote initiële sedimentatie opgetreden, maar deze gebieden zijn nu vrijwel op hun evenwicht. In het meer westelijk gelegen deel van het Hollandsch Diep was de initiële sedimentatie gering, maar deze neemt inmiddels in de stroomgeulen toe. Het gebied met maximale sedimentatie (het sedimentatiefront) schuift langzaam van oost naar west [bron 4]. Aan de oostelijke zijde van het Hollandsch Diep wordt direct ten westen van het samenkomen van de Amer en de Nieuwe Merwede een locatie gesaneerd.



### Kwaliteitsgegevens

#### Onderzoeksrapport

Karakterisatie waterbodems, Locatie Hollandsch Diep, Dordrechtse Biesbosch en Nieuwe Merwede, Serasea BV, 24 maart 1999.

#### Bruikbaarheid

Het veldonderzoek is in 1998 uitgevoerd. De kwaliteit van de saneringsspecie is in het onderzoek gekarakteriseerd met slechts 1 mengmonster. Dit mengmonster is samengesteld uit monsternames uit 5 boringen.

#### Aanbod

Bij de sanering komt naar verwachting 1.8 miljoen m<sup>3</sup> specie vrij (bron: database TienJarenScenario Waterbodems, Rijkswaterstaat RIZA, juni 2001).

#### Verwerkingsvarianten

Doordat slechts 1 mengmonster en dus 1 analyseresultaat beschikbaar is voor de gehele locatie, kunnen geen aparte partijen worden onderscheiden. Bij sanering komt dus 1 partij van 1.8 mln. m<sup>3</sup> vrij. Deze partij is als geheel doorgerekend in de verwerkingsvarianten.



## Haringvliet

### Locatie

Het Haringvliet ligt tussen de eilanden Voorne Putten, de Hoekse Waard en Goeree Overflakkee. De oeverzones van het gebied, voorheen opgebouwd in een systeem met een grotere morfologische dynamiek onder invloed van golfslag en getij, kwamen na de afsluiting in 1972 bloot te staan aan erosie. Doordat de getijslag vrijwel volledig wegviel, wordt de golfaanval niet meer verdeeld over de oeverzone, maar concentreert zich op een zeer smal gedeelte. Als gevolg hiervan erodeerden vele oevers. De sedimentatiesnelheid in het haringvliet bedraagt gemiddeld ongeveer 10 mm/j. De sedimentatiesnelheid in het oostelijk deel van het gebied is iets hoger dan in het westelijke deel. In het Vuile Gat, ten noorden van het eiland Tiengemeten, is sedimentatie vrijwel afwezig. Met name in de ondiepere gebieden (ondieper dan 6 meter) is onder invloed van golven geen homogene sliblaag ontstaan, maar is er op een aantal plaatsen relatief veel zand bijgemengd. Dit zand is afkomstig van oorspronkelijk bodemmateriaal van voor de afsluiting. Een dergelijk gebied bevindt zich om de Slijkplaat (ondiepte westelijk van het Spui). Gezien de relatief geringe dikte van de sliblaag is nog geen duidelijke verbetering van de kwaliteit van de toplaag in het Haringvliet aan te geven. In de ondiepe oevergebieden en ook op de Slijkplaat vond na de afsluiting erosie plaats. Daarom zijn deze oevergebieden grotendeels beschermd met oeververdediging om de voortschrijdende erosie tegen te gaan. In het gebied achter de oeververdediging vindt weer aanslibbing plaats. In het gebied voor de oeververdediging is onder invloed van de golven het slib uit de bodem verwijderd en heeft zich een zeer zandige vooroever gevormd. Als autonome ontwikkeling zullen de diepe delen van het Haringvliet zich zeer langzaam blijven opvullen en zullen zich pas op zeer lange termijn (>> 100 jaar) in een evenwichtssituatie bevinden. De oevers achter de oeververdediging zullen langzaam aanslibben en in beide gebieden zal de toplaagkwaliteit zeer langzaam verbeteren [bron 4].

Voor zowel erosie als sedimentatie in het Haringvliet geldt dat bij een alternatief sluisbeheer de ontwikkeling dusdanig langzaam gaat (centimeters per jaar in geulen van meer dan 10 meter diep) dat er vanuit morfologisch oogpunt geen substantiële veranderingen te verwachten zijn op een termijn van 25 jaar [bron 4].

In het Haringvliet ligt thans naar schatting 30 miljoen m<sup>3</sup> verontreinigde baggerspecie, in een pakket met een gemiddelde dikte van 40 cm. Door de invloed van windgolven ligt er op de hooggelegen onderwaterplaten en nabij de oevers geen slib. Sanering staat gepland voor 2009 – 2010.





## **Kwaliteitsgegevens**

### *Onderzoeksrapporten*

Ontwikkeling morfologie en waterbodemkwaliteit in het Haringvliet, Nader Onderzoek Waterbodem. Ontwikkeling van de morfologie en de waterbodemkwaliteit in de periode 1972-1997. RIZA rapport 2000.048, augustus 2000.

Resultaten aanvullend onderzoek op locatie ten zuidoosten van Tiengemeten, in het kader van een afdekproef.

### *Bruikbaarheid*

In het Nader Onderzoek is de kwaliteit van de waterbodem op verschillende diepten in verschillende vakken bepaald. Per vak is per afzettingsperiode de dikte en kwaliteit van het bodemmateriaal bepaald. De gegevens zijn actueel en digitaal beschikbaar.

### **Aanbod**

Bij de sanering komt naar verwachting 10 miljoen m<sup>3</sup> specie vrij.

Het totale volume specie met klasse 3 of 4 wordt in het Nader Onderzoek geschat op 8.3 miljoen m<sup>3</sup>. In het Nader onderzoek wordt aangegeven dat door een gebrek aan voldoende nauwkeurige informatie over de waterbodem nog onzekerheid bestaat over de exacte volumes. Tevens moet rekening worden gehouden met extra baggerwerkzaamheden vanwege de verandering van het beheer van de Haringvlietssluisen [bron 2]. Mede naar aanleiding van deze onzekerheden is het verwachte totaal volume voor het verwerkingsplan in eerste instantie naar boven bijgesteld tot 10 miljoen m<sup>3</sup>.

Uit het Nader Onderzoek bleek dat de saneringsspecie in het Haringvliet lokaal een zeer zandige samenstelling heeft. Dit is bevestigd door de bemonstering in het aanvullend onderzoek.

### **Verwerkingsvarianten**

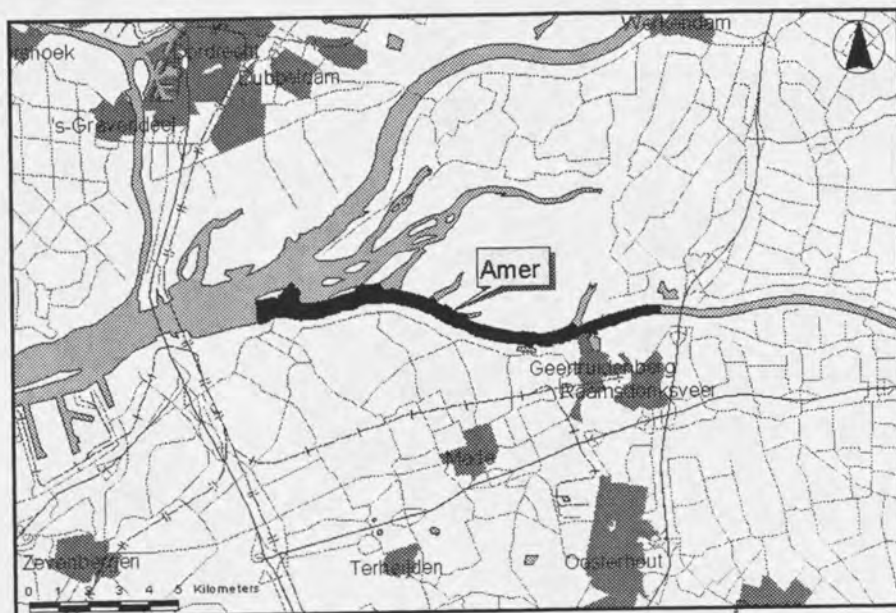
In het nader onderzoek zijn 41 vakken onderscheiden. In het nader onderzoek zijn per vak op basis van verschillen in afzettingsperiode, 4 afzonderlijke partijen onderscheiden met daarbij behorende volumes. In het nader onderzoek is de kwaliteit van een partij gebaseerd op het rekenkundig gemiddelde van de in een vak en laag beschikbare analyseresultaten. Bij het ontbreken van monsternames in een laag, is de kwaliteit van deze laag bepaald door interpolatie tussen en extrapolatie van de gehalten in de boven en onderliggende lagen. In het nader onderzoek zijn de droge stofgehalten niet gerapporteerd. Ten behoeve van de Prospect modellering is dit droge stofgehalte daarom geschat op basis van de textuurkenmerken van de onderscheiden partijen (zandig: DS = 68%, matig zandig: DS = 56%, kleiig: DS = 41%).



## Amer

### Locatie

De Amer ligt benedenstrooms van de Bergse Maas en ten zuiden van de Brabantse Biesbosch. In de Amer heeft na de afsluiting van het Haringvliet tot 1980 veel sedimentatie plaatsgevonden. Daarna is de sedimentatie bovenstrooms en in het middendeel afgenomen. In 1997 is in het middendeel lichte erosie geconstateerd. De meeste depositie over de periode 1970 - 1997 heeft plaatsgevonden in de relatief diepe delen, nabij het Hollandsch Diep. In het onderzoeksgebied is circa 8 miljoen m<sup>3</sup> verontreinigde specie aanwezig. Sanering staat gepland voor 2006-2007.



### Kwaliteitsgegevens

#### Onderzoeksrapport

Waterbodems Amer, Uitgevoerde werkzaamheden in het kader van het Nader Onderzoek, Rijkswaterstaat RIZA, 14 december 1999.

#### Bruikbaarheid

In het Nader Onderzoek zijn 12 vakken onderscheiden waarbinnen de dikte en kwaliteit van de sliblaag is bepaald. Het veldonderzoek is in 1999 uitgevoerd.

#### Aanbod

Bij sanering komt circa 2 miljoen m<sup>3</sup> specie vrij (bron: database TienJarenScenario Waterbodems, Rijkswaterstaat RIZA, juni 2001).

#### Verwerkingsvarianten

Alleen de vakken met pakketten klasse 4 specie van minstens 0.25 meter dikte, op minder dan 0.5 meter diepte, zijn geselecteerd voor een toekomstige sanering. Dit zijn 7 van de 12 vakken. Per vak zijn op basis van verschillen in afzettingsperiode gemiddeld 3 verschillende partijen onderscheiden en doorgerekend in de verwerkingsvarianten. In totaal zijn dus voor 21 partijen de verwerkingsopties doorgerekend.

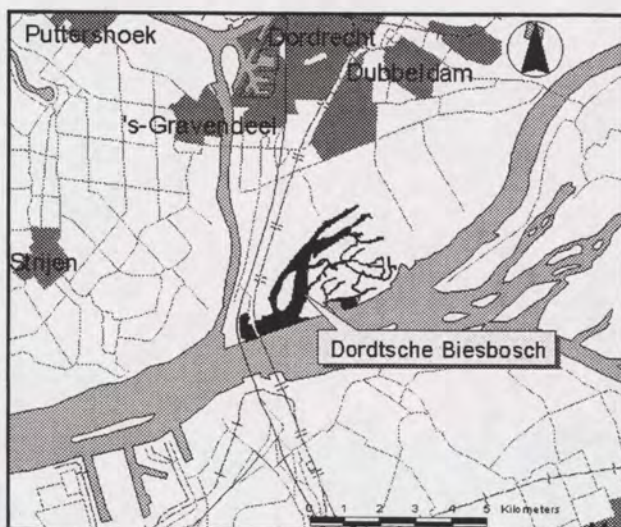
In het nader onderzoek is de kwaliteit van een partij gebaseerd op het rekenkundig gemiddelde van de in een vak en laag beschikbare analyseresultaten. Bij het ontbreken van monsternames in een laag, is de kwaliteit van deze laag bepaald door interpolatie tussen of extrapolatie van de gehalten in de boven en onderliggende lagen. In het nader onderzoek zijn de droge stofgehalten niet gerapporteerd. Ten behoeve van de Prospect modellering is dit gehalte daarom geschat op basis van textuurkenmerken (zandig: DS = 68%, matig zandig: DS = 56%, kleiig: DS = 41%).



## Dordtsche Biesbosch

### Locatie

De locatie ligt ingeklemd tussen het Hollandsch Diep, de Nieuwe Merwede en de Dordtsche Kil en heeft een open verbinding met het Hollandsch Diep en de Nieuwe Merwede. Vanaf het Zuid-Maartensgat vertakt het binnenkomende water zich in een aantal geulen en krekken. Al sinds de afsluiting van de bovenstroomse aanvoer (bij aanleg van Polder de Biesbosch) in 1926 is de Dordtsche Biesbosch een sedimentatiegebied. Sedimentatie heeft zich met name in de diepere delen voorgedaan. De sedimentatie op de ondiepere delen is zeer gering geweest. Doordat de sedimentatiesnelheden zeer laag zijn heeft een totale sanering een langdurig effect op de autonome kwaliteitsontwikkeling. Een sanering is gepland voor 2004-2005.



### Kwaliteit

#### Onderzoeksrapport

Eindnota nader onderzoek waterbodembodem Hollandsch Diep en Dordtsche Biesbosch, RIZA nr. 96.047, RWS ZH nr. 96.111, november 1996.

#### Bruikbaarheid

Ten behoeve van het Nader Onderzoek zijn in 1993 en 1994 respectievelijk 13 en 89 monsters genomen. De sedimentatiesnelheden bedroegen op de locatie over de periode 1970 - 1993 gemiddeld tussen de 0.3 en 1 cm/jaar. De samenstelling van de toplaag is sinds de monsternames dus hoogstwaarschijnlijk iets gewijzigd.

In het Nader Onderzoek is de locatie opgedeeld in deelgebieden op basis van verschillen in functie, diepte, bodemtype en bodemopbouw. Voor elk deelgebied is het aanwezige volume slib bepaald. Volgens de schattingen is er sinds 1926 in totaal 1.8 miljoen m<sup>3</sup> verontreinigd slib in de Dordtsche Biesbosch afgezet, waarvan 0.4 miljoen m<sup>3</sup> sinds de afsluiting van het Haringvliet.

#### Aanbod

Naar verwachting zal er bij de sanering 1.7 miljoen m<sup>3</sup> specie vrijkomen (bron: database TienJarenScenario Waterbodems, Rijkswaterstaat RIZA, juni 2001).

#### Verwerkingsvarianten

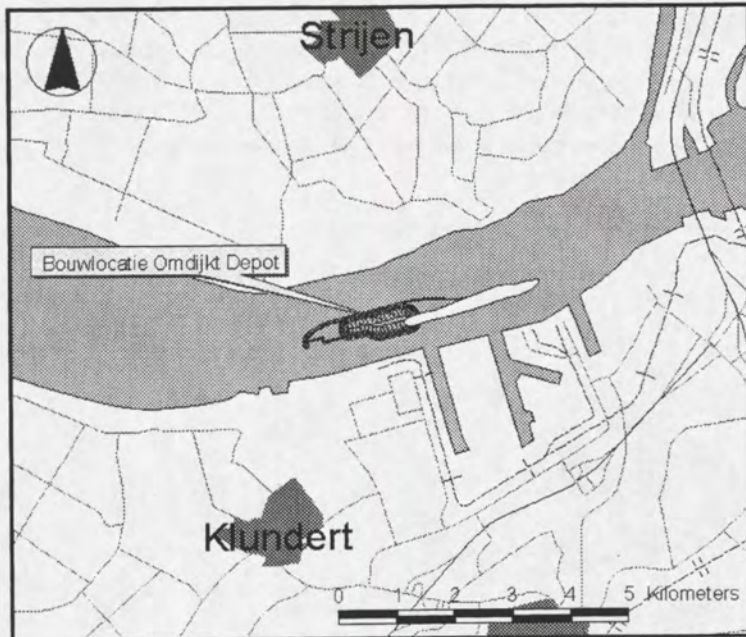
Per deelgebied is een partij onderscheiden. Het volume van een partij is geschat op basis van de verhouding tussen het oppervlak van een deelgebied en het totaal oppervlak van de locatie. Deze verhouding is doorgevoerd ten opzichte van het totaalvolume van 1.7 miljoen m<sup>3</sup>. De kwaliteit van een partij is berekend als het gemiddelde van alle beschikbare monsternames binnen een deelgebied. De partijen zijn in de verwerkingsvarianten apart doorgerekend.



## Bouwlocatie Omdijkt Depot

### Locatie

In het Hollandsch Diep wordt direct ten westen van de Sassenplaat het Omdijkt Depot aangelegd. Dit depot bestaat uit een diepe put met daaromheen een ringdijk die tot boven het waterniveau reikt.



### Kwaliteitsgegevens

#### Onderzoeksrapport

Er zijn geen onderzoeksrapporten van deze locatie beschikbaar. Wel zijn op de locatie reeds een aantal bodemonsters genomen en geanalyseerd. Hiervan zijn de analyseresultaten beschikbaar.

#### Bruikbaarheid

De monsternames zijn actueel. De monsters zijn deels in maart en deels in mei 2001 genomen.

#### Aanbod

Naar verwachting zal bij de aanleg van het Omdijkt Depot uit 5 onderscheiden vakken 1.3 miljoen m<sup>3</sup> saneringsspecie vrijkomen.

#### Verwerkingsvarianten

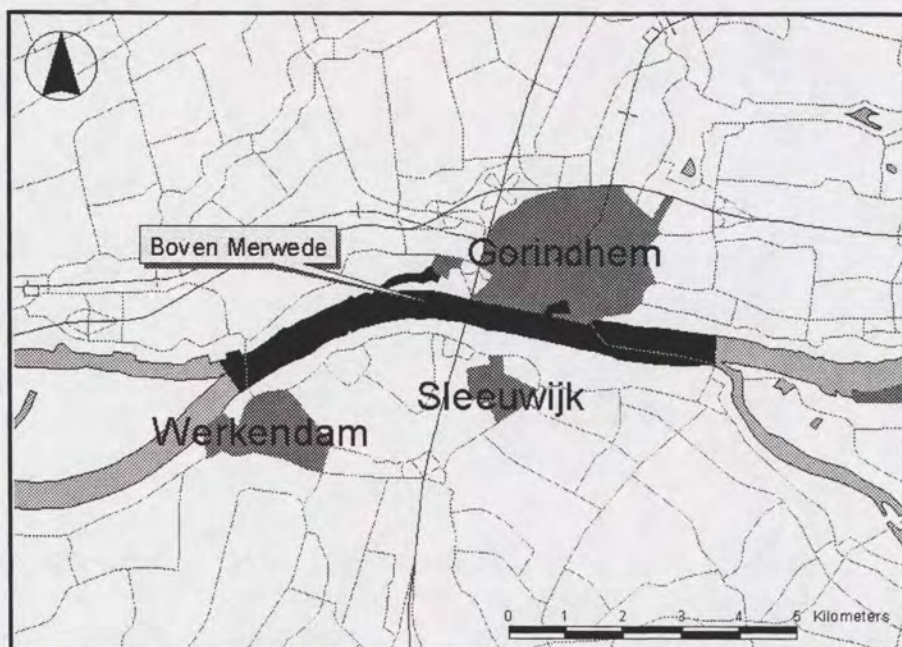
Bij het samenstellen van "partijen" is ervan uitgegaan dat elke monsternamen met eindoordeel klasse 3 of 4 representatief is voor een gelijk deel van het totale aanbod saneringsspecie. In totaal zijn 31 partijen met een gelijke omvang onderscheiden die in de verwerkingsvarianten apart zijn doorgerekend.



## Boven Merwede

### Locatie

De Boven Merwede is een riviertak in de benedenloop van de Rijn. De Rijn splitst zich oostelijk van Nijmegen in de Waal en Neder-Rijn. Ter hoogte van Woudrichem vloeit de Waal weer samen met de Afgedamde Maas. Vanaf dit punt wordt de rivier de Boven Merwede genoemd. Ter hoogte van Werkendam (circa 9km stroomafwaarts) splitst de Boven Merwede in de Beneden Merwede en de Nieuwe Merwede. Per jaar wordt in de rivier gemiddeld 100.000 m<sup>3</sup> sediment afgezet, waarvan 95% zand. Verontreinigingen bevinden zich met name langs de oevers, in de kribvakken en in de havens. In het midden van de rivier bevindt zich relatief schoon zandig materiaal (klasse 0 t/m 3). Het merendeel van de klasse 4 verontreinigingen is afkomstig van verontreinigd water en zwevend stof vanuit de Waal. Een sanering staat gepland voor 2010.



### Kwaliteit

#### Onderzoeksrapport

Oriënterend onderzoek waterbodembodem Boven Merwede, De Straat Milieu-adviseurs BV, 16 december 1997.

#### Bruikbaarheid

De gegevens dateren van september 1997. In het Oriënterend Onderzoek is gebleken dat relatief jonge slibafzettingen een betere kwaliteit hebben. Informatie over de ruimtelijke begrenzing van de sliblaag is niet beschikbaar. In het Oriënterend Onderzoek zijn geen hoeveelheden berekend.

#### Aanbod

Naar verwachting zal er bij de sanering 1.7 miljoen m<sup>3</sup> specie vrijkomen (bron: database TienJarenScenario Waterbodems, Rijkswaterstaat RIZA, juni 2001).

#### Verwerkingsvarianten

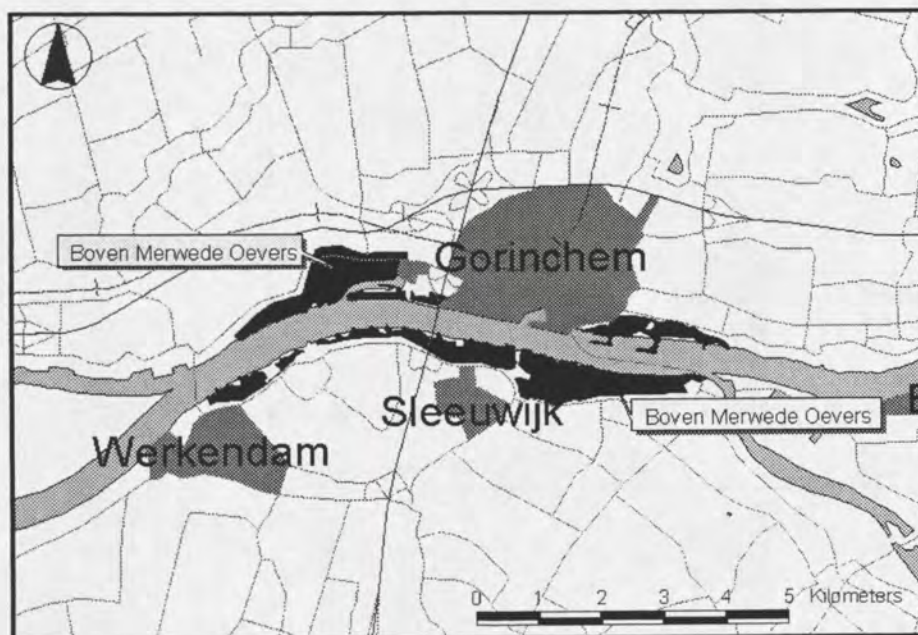
Bij het samenstellen van "partijen" is ervan uitgegaan dat elke monstername met eindoordeel klasse 3 of 4 representatief is voor een gelijk deel van het totale aanbod saneringsspecie. In totaal zijn 61 partijen met een gelijke omvang onderscheiden die in de verwerkingsvarianten apart zijn doorgerekend.



## Boven Merwede Oeverlanden

### Locatie

De Boven Merwede is een riviertak in de benedenloop van de Rijn. De Rijn splitst zich oostelijk van Nijmegen in de Waal en Neder-Rijn. Ter hoogte van Woudrichem vloeit de Waal weer samen met de Afgedamde Maas. Vanaf dit punt wordt de rivier de Boven Merwede genoemd. Ter hoogte van Werkendam (circa 9km stroomafwaarts) splitst de Boven Merwede in de Beneden Merwede en de Nieuwe Merwede. In de bovengrond van de oeverlanden is veel klasse 4 specie aanwezig. Hierbij zijn zware metalen over het algemeen klassebepalend. Er bestaan relaties tussen de mate van verontreiniging, overstromingsfrequentie en de periode van aanslibbing. Het verontreinigde pakket is het dikst in de gebiedsdelen die na 1850 zijn aangeslibd. In oeverlanden die meer dan 10 keer per jaar overstromen zijn de hoogste gehalten aanwezig.



### Kwaliteit

#### Onderzoeksrapport

Bodemonderzoek oeverlanden Boven Merwede, De Straat Milieu-adviseurs BV, 13 juli 1998.

#### bruikbaarheid

De aard van het bodemonderzoek is vergelijkbaar met dat van een Oriënterend Onderzoek. Er zijn analyseresultaten van monsters beschikbaar, die in september 1997 zijn genomen. De locatie is ingedeeld in ruimtelijke eenheden. Voor de eenheden zijn gemiddelde gehalten bepaald. Tevens is per ruimtelijke eenheid aangegeven op welke maximale diepte klasse 4 specie is aangetroffen.

#### Hoeveelheden

Naar verwachting zal er bij de sanering 0.5 miljoen m<sup>3</sup> specie vrijkomen (vnl. klasse 4 specie). Deze hoeveelheid is op basis van "expert judgement" geschat door Directie Zuid-Holland.

#### Verwerkingsvarianten

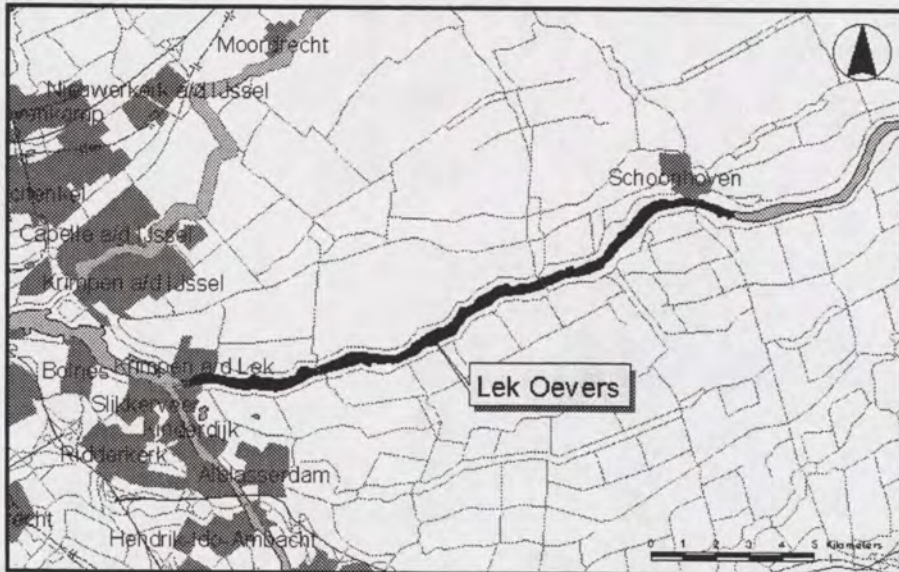
Bij het samenstellen van "partijen" is ervan uitgegaan dat elke monsternamen met eindoordeel klasse 3 of 4 representatief is voor een gelijk deel van het totale aanbod saneringsspecie. In totaal zijn 41 partijen met een gelijke omvang onderscheiden die in de verwerkingsvarianten apart zijn doorgerekend.



## Lek Oevers

### Locatie

De Lek is in het Benedenrivierengebied relatief breed, licht meanderend en wordt begrensd door kleine gorzen en uiterwaarden. Als gevolg van de getijdewerking stroomt het water gemiddeld 8 uur stroomafwaarts en 4 uur stroomopwaarts. De seizoensfluctuaties in de rivierafvoer is ondergeschikt aan de dagelijkse getijde beweging. Het dagelijkse verschil tussen gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater bedraagt bij Schoonhoven circa 1.15 meter. De waterbodem van de Lek is ernstig verontreinigd door zware metalen en in sommige gevallen door PCB's.



### Kwaliteitsgegevens

#### Onderzoeksrapport

Notitie afleiden gebiedseigen waarden Lek, Krimpen a/d Lek-Schoonhoven, MH Nederland, april 1998  
Nader waterbodemonderzoek gorzen Lek, MH Nederland, augustus 1997

#### Bruikbaarheid

In het onderzoek "Notitie afleiden gebiedseigen waarden Lek" is het gebied opgedeeld in "riviermorphologische eenheden" en "geografische eenheden". Aan de hand van de beschikbare monsternames is voor vrijwel elke eenheid een gebiedseigen kwaliteit bepaald. Er is geen schatting gemaakt van de hoeveelheid verontreinigde specie op de locatie.

#### Aanbod

Naar verwachting zal er bij de sanering 1 miljoen m<sup>3</sup> specie vrijkomen bij mogelijke herinrichtingsprojecten. Deze hoeveelheid is op basis van "expert judgement" geschat door Directie Zuid-Holland.

#### Verwerkingsvarianten

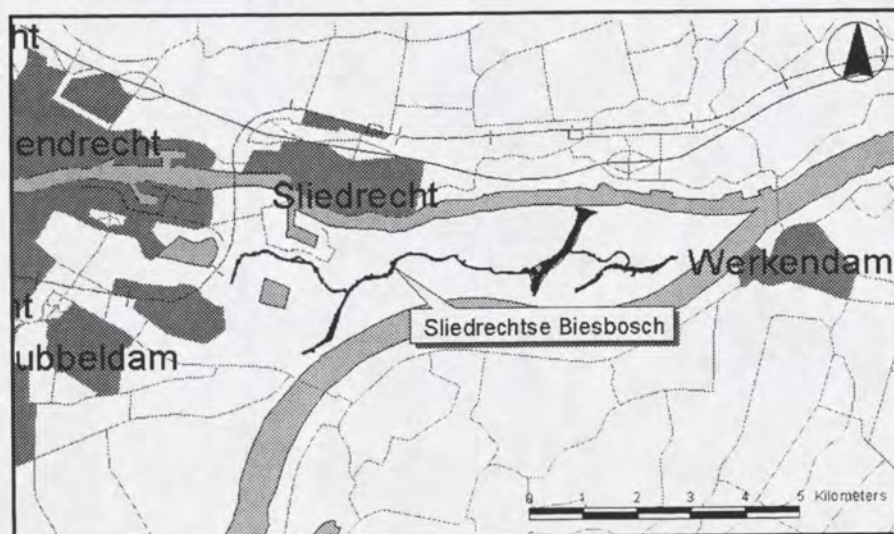
5 Ruimtelijke eenheden komen in aanmerking voor sanering. Elke ruimtelijke eenheid vormt een partij. Het volume van een partij is bepaald op basis van de verhouding tussen het oppervlak van de ruimtelijke eenheid en het totaal oppervlak van de locatie. Deze verhouding is doorgevoerd op het totaal aanbod van 1 miljoen m<sup>3</sup> specie. Het zandgehalte in de ruimtelijke eenheden is in het onderzoek "Notitie afleiden gebiedseigen waarden Lek" niet bepaald. De zandgehalten zijn daarom verkregen uit het "Nader waterbodemonderzoek gorzen Lek". De overige eigenschappen van de partijen zijn overgenomen uit de gebiedseigen karakterisering die in de "Notitie afleiden gebiedseigen waarden Lek" aan de ruimtelijke eenheden is toegekend.



## Slidrechtse Biesbosch

### Locatie

De Slidrechtse Biesbosch ligt ingeklemd tussen de Beneden Merwede en de Nieuwe Merwede. Het gebied bestaat voornamelijk uit polders. Tussen de polders bevindt zich een stelsel van kreken. Dit stelsel staat via het Wantij in open verbinding met de Beneden Merwede, de Noord en de Oude Maas. Met name in de grotere kreken in de Slidrechtse Biesbosch wordt vervuild sediment aangetroffen. De grotere kreken bevatten ruim 1 miljoen m<sup>3</sup> sediment waarvan 75% is ingedeeld in klasse 4. Sanering staat gepland voor 2002 – 2003.



### Kwaliteitsgegevens

#### Onderzoeksrapport

Oriënterend onderzoek waterbodems Slidrechtse Biesbosch, De Straat Milieu-adviseurs B.V., 19 november 1996.

#### Bruikbaarheid

Het onderzoek heeft zich beperkt tot bodem van de grotere kreken in het gebied. Van iedere boring is de bovenlaag van 0.25 meter afzonderlijk bemonsterd. De onderliggende lagen zijn bemonsterd met een maximaal verticaal traject van 0.5 meter. In totaal zijn 281 analyseresultaten beschikbaar.

#### Aanbod

Naar verwachting zal er bij de sanering 1 miljoen m<sup>3</sup> specie vrijkomen (bron: database TienJarenScenario Waterbodems, Rijkswaterstaat RIZA, juni 2001). De onzekerheidsmarge in het aanbod wordt met name veroorzaakt door de onzekerheid met betrekking tot de verwachte natuurontwikkeling.

#### Verwerkingsvarianten

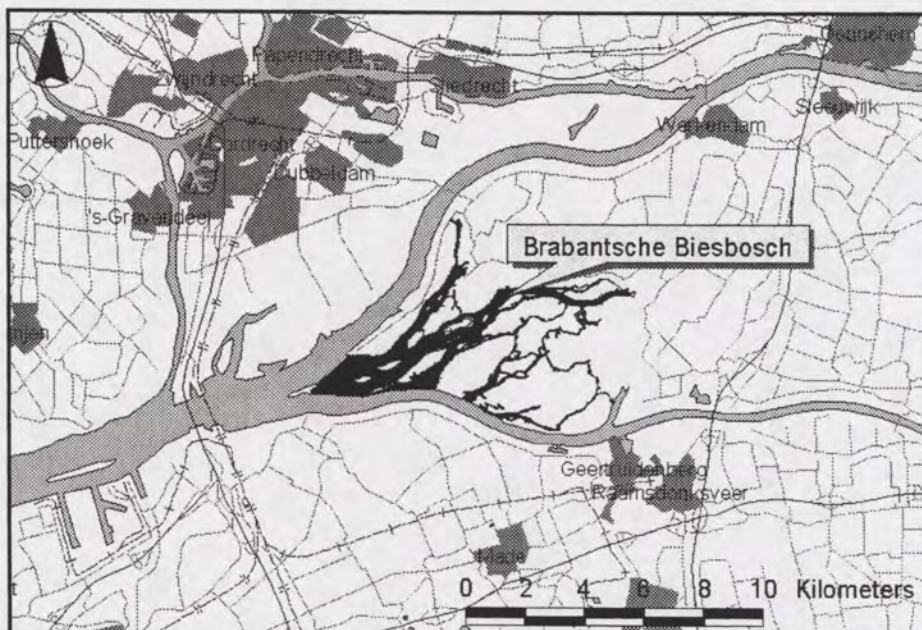
Bij het samenstellen van "partijen" is ervan uitgegaan dat elke monsternamen met eindoordeel klasse 3 of 4 representatief is voor een gelijk deel van het totale aanbod saneringsspecie. In totaal zijn 281 partijen met een gelijke omvang onderscheiden die in de verwerkingsvarianten apart zijn doorgerekend.



## Brabantse Biesbosch

### Locatie

De Brabantse Biesbosch is verontreinigd met zware metalen (voornamelijk klasse 3), PAK's (voornamelijk klasse 4) en met PCB's (voornamelijk klasse 4). Door oeveroverslag komen grote verschillen voor in concentraties verontreinigende stoffen. Ook de sliblaagdiektes (van 0 tot 2 meter) vertonen een grillig verloop. Sanering staat gepland voor na 2010. Uitgangspunt is dat alleen de grotere geulen gesaneerd worden, waardoor deze locatie vergelijkbaar wordt met de Dordtsche Biesbosch.



### Kwaliteitsgegevens

#### Onderzoeksrapport

Voor dit gebied zijn alleen analyseresultaten beschikbaar die in 1994 zijn genomen.

#### Bruikbaarheid

Er zijn 60 analyseresultaten beschikbaar. 31 van deze monsters zijn beoordeeld als klasse 3 of 4. De ruimtelijk spreiding van de monsternamenpunten en het aantal beschikbare monsters is, vergeleken met de grootte van locatie, gering.

#### Aanbod

In het gebied is circa 7 miljoen m<sup>3</sup> specie aanwezig (bron: database TienJarenScenario Waterbodems, Rijkswaterstaat RIZA, juni 2001). Naar verwachting zal bij een sanering 4 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie vrijkomen (bron: MER baggerspecieberging Hollandsch Diep/Haringvliet-Oost).

#### Verwerkingsvarianten

Bij het samenstellen van "partijen" is ervan uitgegaan dat elke monsternamen met eindoordeel klasse 3 of 4 representatief is voor een gelijk deel van het totale aanbod saneringsspecie. In totaal zijn 31 partijen met een gelijke omvang onderscheiden die in de verwerkingsvarianten apart zijn doorgerekend.



## Bijlage 2a: Verwerkingsopties Maas- en Rijnspecie

### Uitkomsten verwerkingsvarianten Maasspecie

aanbod per keten (milj. situ m3)			
keten	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
direct toepassen	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.1	0.1
landfarmen	0.0	0.1	0.1
sed. bekken	0.9	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	0.4	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	1.5	1.5
scheiden en sinteren	0.0	1.1	3.1
sinteren	0.0	0.0	2.8
storten Cromstrijen	5.6	3.9	0.1
storten Hollandsch Diep	1.1	1.1	0.0
<b>Totaal</b>	<b>7.9</b>	<b>7.9</b>	<b>7.9</b>
stortvolume (milj. m3)			
bestemming	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
specie in Cromstrijen	5.6	3.9	0.1
specie in omdijkt depot	1.1	1.1	0.0
residu in omdijkt depot	0.7	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>7.4</b>	<b>5.0</b>	<b>0.2</b>
producten (milj. ton droge stof)			
product	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
zand	1.2	1.2	2.1
grond	0.0	0.1	0.1
klei	0.0	0.0	0.0
granulaat	0.0	1.6	1.6
kunstgrind	0.0	0.3	2.6
<b>Totaal</b>	<b>1.2</b>	<b>3.1</b>	<b>6.4</b>
kosten (milj. fl.)			
behandeling	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
baggerkosten	96.3	96.3	96.3
verwerkingskosten	33.3	243.7	815.9
transportkosten	47.1	47.1	47.1
stortkosten	112.1	85.6	2.6
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-4.7	-24.3	-63.3
<b>Totaal</b>	<b>284.1</b>	<b>448.4</b>	<b>898.6</b>



## Uitkomsten verwerkingsvarianten Rijnspecie (exclusief oevers)

aanbod per keten (milj. situ m3)			
keten	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
direct toepassen	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.8	0.8
landfarmen	0.0	0.1	0.1
sed. bekken	1.2	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	0.3	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	0.7	0.7
scheiden en sinteren	0.0	0.9	2.2
sinteren	0.0	0.0	1.4
storten Cromstrijen	3.6	2.8	0.4
storten Hollandsch Diep	0.7	0.4	0.1
<b>Totaal</b>	<b>5.7</b>	<b>5.7</b>	<b>5.7</b>
stortvolume (milj. m3)			
bestemming	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
specie in Cromstrijen	3.6	2.8	0.4
specie in omdijkt depot	0.7	0.4	0.1
residu in omdijkt depot	0.9	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>5.1</b>	<b>3.2</b>	<b>0.5</b>
producten (milj. ton droge stof)			
product	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
zand	1.4	1.5	2.1
grond	0.0	0.2	0.2
klei	0.0	0.0	0.0
granulaat	0.0	0.7	0.6
kunstgrind	0.0	0.2	1.5
<b>Totaal</b>	<b>1.4</b>	<b>2.6</b>	<b>4.5</b>
kosten (milj. fl.)			
behandeling	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
baggerkosten	68.9	68.9	68.9
verwerkingskosten	37.9	176.3	506.2
transportkosten	33.5	33.5	33.5
stortkosten	71.0	52.9	8.5
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-5.4	-15.6	-37.6
<b>Totaal</b>	<b>205.8</b>	<b>315.9</b>	<b>579.5</b>



## Uitkomsten verwerkingsvarianten specie oevers Rijn

aanbod per keten (milj. situ m3)			
keten	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
direct toepassen	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.1	0.1
landfarmen	0.0	0.0	0.0
sed. bekken	0.0	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	0.0	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	0.6	0.6
scheiden en sinteren	0.0	0.0	0.6
sinteren	0.0	0.0	0.3
storten Cromstrijen	1.4	0.7	0.0
storten Hollandsch Diep	0.1	0.1	0.0
<b>Totaal</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>
stortvolume (milj. m3)			
bestemming	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
specie in Cromstrijen	1.4	0.7	0.0
specie in omdijkt depot	0.1	0.1	0.0
residu in omdijkt depot	0.0	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>1.5</b>	<b>0.8</b>	<b>0.0</b>
producten (milj. ton droge stof)			
product	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
zand	0.0	-0.2	0.1
grond	0.0	0.1	0.1
klei	0.0	0.0	0.0
granulaat	0.0	0.8	0.8
kunstgrind	0.0	0.0	0.6
<b>Totaal</b>	<b>0.0</b>	<b>0.6</b>	<b>1.5</b>
kosten (milj. fl.)			
behandeling	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
baggerkosten	19.9	19.9	19.9
verwerkingskosten	0.0	64.0	209.1
transportkosten	12.7	12.7	12.7
stortkosten	23.0	12.7	0.0
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	0.0	-7.2	-16.8
<b>Totaal</b>	<b>55.6</b>	<b>102.1</b>	<b>224.9</b>







## Bijlage 2b: Verwerkingsopties Haringvliet/HD-west, Amer en Dordtsche Biesbosch

*Uitkomsten verwerkingsvarianten specie Haringvliet/HD-west*

aanbod per keten (milj. situ m3)			
	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
direct toepassen	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	1.8	1.8
landfarmen	0.0	0.9	0.9
sed. bekken	3.9	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	1.5	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	2.8	2.8
scheiden en sinteren	0.0	3.2	4.5
sinteren	0.0	0.0	0.1
storten Cromstrijen	4.6	1.3	0.0
storten Hollandsch Diep	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>10.0</b>	<b>10.0</b>	<b>10.0</b>
stortvolume (milj. m3)			
	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
specie in Cromstrijen	4.6	1.3	0.0
specie in omdijkt depot	0.0	0.0	0.0
residu in omdijkt depot	3.2	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>7.8</b>	<b>1.3</b>	<b>0.0</b>
producten (milj. ton droge stof)			
Product	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
zand	5.0	5.5	6.1
grond	0.0	0.3	0.3
klei	0.0	0.1	0.1
granulaat	0.0	2.8	2.8
kunstgrind	0.0	0.7	1.2
<b>Totaal</b>	<b>5.0</b>	<b>9.4</b>	<b>10.4</b>
kosten (milj. fl.)			
behandeling	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
baggerkosten	110.0	110.0	110.0
verwerkingskosten	143.4	655.1	828.8
transportkosten	47.8	47.8	47.8
stortkosten	72.6	20.8	0.0
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-20.0	-61.1	-70.5
<b>Totaal</b>	<b>353.8</b>	<b>772.7</b>	<b>916.1</b>



## Uitkomsten verwerkingsvarianten specie Amer

aanbod per keten (milj. situ m3)			
	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
direct toepassen	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.0	0.0
landfarmen	0.0	0.0	0.0
sed. bekken	0.0	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	0.4	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	0.0	0.0
scheiden en sinteren	0.0	0.4	2.1
sinteren	0.0	0.0	0.0
storten Cromstrijen	0.7	0.7	0.0
storten Hollandsch Diep	1.1	1.1	0.0
<b>Totaal</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>
stortvolume (milj. m3)			
	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
specie in Cromstrijen	0.7	0.7	0.0
specie in omdijkt depot	1.1	1.1	0.0
residu in omdijkt depot	0.2	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>2.0</b>	<b>1.8</b>	<b>0.0</b>
producten (milj. ton droge stof)			
Product	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
zand	0.3	0.3	1.1
grond	0.0	0.0	0.0
klei	0.0	0.0	0.0
granulaat	0.0	0.0	0.0
kunstgrind	0.0	0.1	0.7
<b>Totaal</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>1.8</b>
kosten (milj. fl.)			
behandeling	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
baggerkosten	23.3	23.3	23.3
verwerkingskosten	11.1	41.6	270.5
transportkosten	10.1	10.1	10.1
stortkosten	33.6	33.6	0.5
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-1.3	-2.5	-14.5
<b>Totaal</b>	<b>76.9</b>	<b>106.1</b>	<b>290.1</b>



## Uitkomsten verwerkingsvarianten specie Dordtsche Biesbosch

aanbod per keten (milj. situ m3)			
	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
direct toepassen	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.3	0.3
landfarmen	0.0	0.0	0.0
sed. bekken	0.8	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	0.3	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	0.3	0.3
scheiden en sinteren	0.0	0.8	1.0
sinteren	0.0	0.0	0.2
storten Cromstrijen	0.4	0.4	0.0
storten Hollandsch Diep	0.3	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>
stortvolume (milj. m3)			
	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
specie in Cromstrijen	0.4	0.4	0.0
specie in omdijkt depot	0.3	0.0	0.0
residu in omdijkt depot	0.6	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>1.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.0</b>
producten (milj. ton droge stof)			
Product	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
zand	0.9	1.0	1.1
grond	0.0	0.0	0.0
klei	0.0	0.0	0.0
granulaat	0.0	0.3	0.3
kunstgrind	0.0	0.2	0.4
<b>Totaal</b>	<b>0.9</b>	<b>1.4</b>	<b>1.8</b>
kosten (milj. fl.)			
behandeling	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
baggerkosten	22.6	22.6	22.6
verwerkingskosten	26.9	114.3	170.0
transportkosten	11.9	11.9	11.9
stortkosten	12.0	6.7	0.0
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-3.8	-9.2	-13.0
<b>Totaal</b>	<b>69.6</b>	<b>146.2</b>	<b>191.5</b>



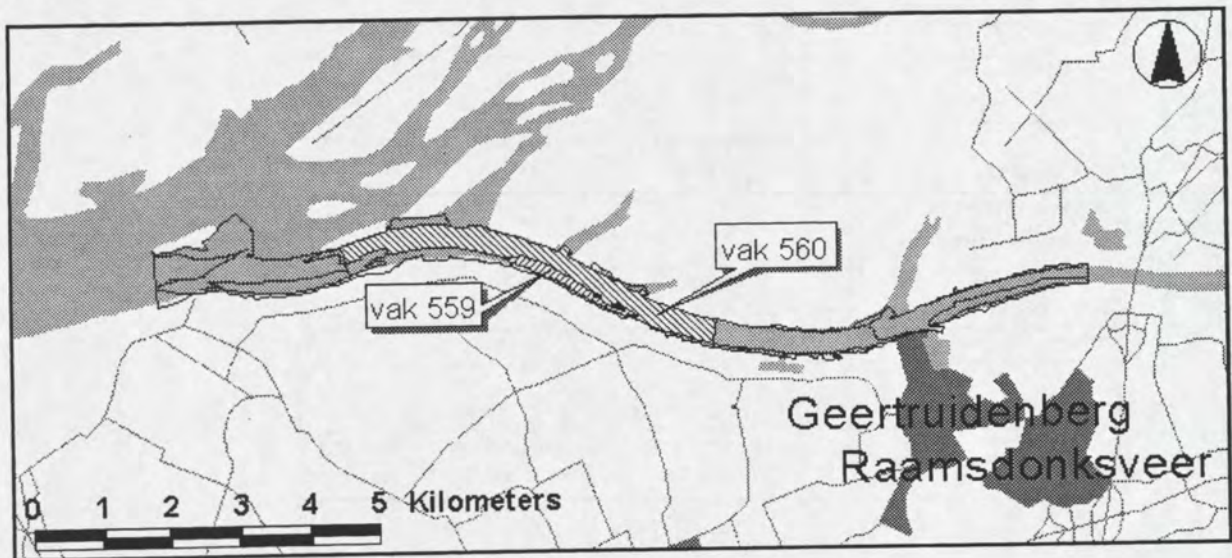




## Bijlage 2c: Alternatieve saneringsvariant Amer

In deze variant wordt in 8 van de 12 vakken de aanwezige klasse 4 specie ontgraven. In deze 8 vakken ligt klasse 4 specie direct aan het oppervlak van de waterbodem. In de vakken 559 en 560 (nummering uit nader onderzoek, zie kaart) wordt alleen een dunne toplaag verwijderd van resp. 0.17 en 0.13 meter. Deze toplaag is tussen 1995 en 1997 afgezet. Vanwege de geringe dikte van de laag klasse 4 specie en omvang van het vak, is in de oorspronkelijke saneringvariant vak 559 niet meegenomen. Aangezien in vak 560 alleen de toplaag wordt verwijderd is het totaal te ontgraven volume in deze alternatieve saneringvariant aanzienlijk kleiner dan in de oorspronkelijke variant (1.39 miljoen m<sup>3</sup> i.p.v. 2.12 miljoen m<sup>3</sup>). De overige vakken worden op dezelfde wijze gesaneerd als in de oorspronkelijke variant (zie beschrijving in bijlage 1).

**Ligging van vakken waarvoor in de alternatieve saneringvariant een gewijzigde partijsamenstelling is gebruikt**





## Uitkomsten verwerkingsvarianten specie voor alternatieve saneringsvariant Amer

aanbod per keten (milj. situ m3)			
keten	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
direct toepassen	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.0	0.0
landfarmen	0.0	0.0	0.0
sed. bekken	0.0	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	0.1	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	0.0	0.0
scheiden en sinteren	0.0	0.1	1.3
sinteren	0.0	0.0	0.0
storten Cromstrijen	0.7	0.7	0.0
storten Hollandsch Diep	0.6	0.6	0.0
<b>Totaal</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>
stortvolume (milj. m3)			
bestemming	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
specie in Cromstrijen	0.7	0.7	0.0
specie in omdijkt depot	0.6	0.6	0.0
residu in omdijkt depot	0.0	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>1.4</b>	<b>1.3</b>	<b>0.0</b>
producten (milj. ton droge stof)			
product	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
zand	0.1	0.1	0.6
grond	0.0	0.0	0.0
klei	0.0	0.0	0.0
granulaat	0.0	0.0	0.0
kunstgrind	0.0	0.0	0.5
<b>Totaal</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>1.1</b>
kosten (milj. fl.)			
behandeling	eenvoudige verw. var.	aanvullende verw. var.	volledige verw. var.
baggerkosten	15.3	15.3	15.3
verwerkingskosten	1.9	7.1	178.7
transportkosten	6.7	6.7	6.7
stortkosten	24.3	24.3	0.5
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-0.2	-0.4	-9.6
<b>Totaal</b>	<b>48.0</b>	<b>53.0</b>	<b>191.6</b>



## Bijlage 2d: Locaties met goede verwerkingsmogelijkheden

Voor 3 locaties zijn de verwerkingsvarianten apart doorgerekend. Deze locaties zijn geselecteerd op basis van de combinatie:

- locaties die zijn opgenomen in het saneringsprogramma voor de Rijkswateren.
- locaties met voor verwerking geschikte specie-eigenschappen. Met betrekking tot de specie-eigenschappen heeft met name een hoog zandgehalte op een locatie, een positieve invloed op de verwerkingsmogelijkheden
- goede gegevensbeschikbaarheid. Dit zijn locaties waarvoor een vakindeling in homogene gebieden beschikbaar is en waar binnen de vakken voldoende monsters zijn genomen om de specie-eigenschappen van de vakken (oftewel "partijen") goed te karakteriseren.

Uiteindelijk zijn de volgende locaties geselecteerd:

- Haringvliet/HD-west
- Amer
- Dordtsche Biesbosch

De resultaten van de verwerkingsvarianten voor de 3 afzonderlijke locaties zijn opgenomen in bijlage 3B.

### Haringvliet/HD-west

De uit het Haringvliet/HD-west vrijkomende specie is, vergeleken met de overige saneringslocaties, zeer zandig en voldoet (zonder scheiding) volledig aan de acceptatie-eisen van de put Cromstrijen. Uit het Haringvliet/HD-west kan met eenvoudige verwerkingstechnieken zeer veel zand worden gewonnen. Daarnaast is ook relatief veel specie geschikt voor rijpen/landfarmen en koude immobilisatie. Bij de "aanvullende verwerking" wordt voor deze locatie een verwerkingspercentage bereikt van 87%.

Voor het Haringvliet/HD-west is echter nog geen saneringsvisie opgesteld en is nog veel onduidelijkheid over de mogelijke saneringsmaatregelen. Vanwege de beperkte sedimentatie is "natuurlijke afdekking" op de meeste plaatsen geen optie. Waarschijnlijk zijn er echter wel veel mogelijkheden om verontreinigde sedimenten actief af te dekken. Daarom zou de hoeveelheid te verwijderen baggerspecie mogelijk lager uit kunnen vallen dan de geraamde 10 miljoen m<sup>3</sup>.

### Amer

In de voor de Amer doorgerekende saneringsvariant wordt alleen gebaggerd in de vakken met pakketten klasse 4 specie van minstens 0,25 meter dikte, op minder dan 0,5 meter diepte (zie beschrijving in bijlage 1). Slechts 16,5% van het specie aanbod kan met eenvoudige technieken worden verwerkt. Ook de mogelijkheden voor koude immobilisatie zijn zeer beperkt. Verwerking is wel mogelijk met hydrocyclonage en thermische immobilisatie. Door het lage zandgehalte zijn de verwerkingskosten echter hoog.

Aangezien de Amer ook op een andere wijze zou kunnen worden gesaneerd, is een tweede saneringsvariant doorgerekend. De uitwerking hiervan is opgenomen in bijlage 3D. In deze tweede variant is het aanbod kleiner (1,39 miljoen m<sup>3</sup> i.p.v. 2,12 miljoen m<sup>3</sup>) en is de productopbrengst van de eenvoudige verwerkingstechnieken nihil ten gevolge van het geringe zandgehalte in het specie aanbod.

### Dordtsche Biesbosch

Uit het aanbod van 1,7 miljoen m<sup>3</sup> specie in de Dordtsche Biesbosch kan ruim 1 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie worden verwerkt met zandscheiding. Er komt bij deze verwerking echter 0,6 miljoen m<sup>3</sup> residu vrij dat in een omdijkt depot moet worden geborgen. Deze hoeveelheid zou met thermische immobilisatie verwerkt kunnen worden (aanvullende verwerking). Daarnaast zou 0,26 miljoen m<sup>3</sup> verwerkt kunnen worden met koude immobilisatie.







## **Bijlage 3:      Kwaliteitskenmerken van locaties**

In de tabellen op de volgende pagina's worden aan de hand van een aantal statistische parameters, de kwalitatieve eigenschappen van de locaties beschreven.



**Amer, 7 vakken, 21 partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chroom	arseen	olie (GC)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	13.9	5.9	49.7	58.3	11.8	1.6	71	26	138	797	79	17	2072	0.194	0.020	18.5
st.deviate	2.9	1.6	11.1	4.8	7.9	0.9	22	4	61	373	32	4	958	0.277	0.042	29.7
mediaan	14.2	5.8	45.6	56.0	9.1	1.4	69	26	117	686	68	17	1851	0.088	0.005	7.1
minimum	7.6	4.2	31.7	56.0	3.5	0.5	42	20	65	393	39	11	886	0.029	0.001	1.0
maximum	19.4	10.3	69.2	68.0	34.6	3.7	122	36	308	1920	152	25	4464	1.067	0.186	94.5
aantal	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21

**Bouwlocatie, 5 vakken, 6 partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chroom	arseen	olie (GC)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	20.8	7.7	35.8	53.3	11.1	4.5	124	35	164	737	196	27	940	0.316	0.007	7.8
standaarddev.	7.0	3.3	15.6	5.4	12.5	6.7	113	15	144	536	222	21	878	0.294	0.002	5.9
mediaan	20.2	6.8	32.0	52.4	5.8	1.8	78	30	110	529	111	18	580	0.228	0.006	5.3
minimum	11.7	4.9	16.0	47.0	3.8	0.8	56	22	70	380	63	14	417	0.080	0.005	3.6
maximum	32.0	14.0	60.0	60.5	36.0	18.0	350	64	450	1800	640	68	2700	0.870	0.009	19.3
aantal	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

**Boven Merwede, 61 partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chroom	arseen	olie (IR)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	21.5	9.2	29.3	54.9	9.5	5.6	151	35	256	1063	180	61	1585	0.338	0.010	17.8
st.deviate	8.5	4.3	26.4	12.1	7.1	6.5	99	14	194	740	137	53	1267	0.400	0.009	12.2
mediaan	22.0	9.2	21.8	53.4	8.1	3.6	130	35	200	780	150	36	1400	0.187	0.008	15.0
minimum	0.4	0.7	0.6	33.5	0.3	0.1	6	5	9	48	11	3	19	0.000	0.002	0.0
maximum	35.0	19.0	100.0	85.9	42.0	32.0	500	76	890	2600	800	220	6200	1.818	0.051	58.2
aantal	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61



**Boven Merwede Oevers, 19 partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chroom	arsen	olie (IR)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	24.2	8.6	21.7	65.9	7.6	4.2	164	40	328	1195	158	86	1788	0.182	0.027	12.9
st.deviate	7.4	3.9	16.6	9.8	4.7	3.0	92	13	159	678	85	61	5169	0.211	0.047	7.4
mediaan	24.0	8.9	14.0	67.4	6.9	4.1	170	38	340	1200	160	84	310	0.088	0.016	13.2
minimum	14.0	0.7	2.7	44.0	0.3	0.1	17	20	25	54	21	7	7	0.005	0.002	0.4
maximum	38.0	17.0	48.6	81.2	20.0	11.0	330	77	670	2700	360	260	23000	0.658	0.208	25.9
aantal	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

**Brabantse Biesbos, 31 partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chroom	arsen	olie (IR)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	14.4	7.9	38.5	41.1	9.0	1.4	73	27	147	624	79	24	454	0.066	0.021	7.6
st.deviate	6.9	3.7	25.0	12.6	3.4	0.8	30	8	54	188	31	11	314	0.065	0.002	3.5
mediaan	14.0	8.8	34.3	39.2	10.0	1.3	70	25	160	640	85	25	410	0.058	0.021	8.7
minimum	0.4	1.0	1.7	18.3	2.0	0.5	15	10	55	260	25	9	7	0.000	0.021	1.3
maximum	25.0	14.0	91.3	62.9	15.0	4.0	130	45	250	900	170	60	1500	0.251	0.028	12.6
aantal	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

**Dordtsche Biesbos, 7 vakken/partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chroom	arsen	olie (IR)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	10.5	6.9	54.7	61.2	6.2	4.4	117	59	198	674	157	59	660	0.429	0.043	14.5
st.deviate	5.4	3.9	24.2	9.1	3.5	3.7	81	90	97	300	105	34	436	0.441	0.018	6.8
mediaan	10.7	6.8	54.5	62.4	6.4	3.8	110	26	221	589	142	57	629	0.320	0.034	14.3
minimum	2.6	1.6	8.8	45.4	1.8	0.5	18	8	31	197	24	15	44	0.049	0.021	4.2
maximum	20.0	14.5	88.7	74.8	13.2	12.0	280	261	325	1013	362	119	1490	1.386	0.070	24.6
aantal	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7



**Haringvliet / HD West, 41 vakken, 91 partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chrom	arsen	olie (GC)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	11.0	3.3	62.6	61.8	4.9	1.2	55	22	93	464	85	13	448	0.133	0.021	3.1
st.deviate	8.9	2.5	21.1	8.2	4.0	1.0	36	12	64	318	67	7	644	0.132	0.019	2.0
mediaan	9.4	3.0	66.6	68.0	4.7	1.1	53	20	84	445	73	12	299	0.090	0.018	3.0
minimum	0.8	0.3	3.2	41.0	0.4	0.1	5	4	11	58	13	4	23	0.014	0.000	0.2
maximum	45.1	16.3	95.1	68.0	15.1	3.8	140	50	247	1258	260	29	4561	0.734	0.086	7.3
aantal	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91

**Hollandsch Diep Oost, 1 partij (slechts 1 analyseresultaat beschikbaar)**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chrom	arsen	olie (GC)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
	38.0	12.0	8.0	40.5	32.0	7.8	230	59	300	1600	410	32	2500	0.827		11.8

**Lek Oevers, 5 vakken/partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chrom	arsen	olie (IR)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	22.2	8.3	25.8	67.8	7.7	5.4	133	40	215	862	166	55	1075	0.327	0.043	10.2
st.deviate	6.2	2.7	15.0	1.1	2.4	4.4	34	2	37	114	53	9	566	0.116	0.009	2.0
mediaan	24.3	9.4	18.6	67.0	6.9	3.6	126	39	231	850	144	51	1008	0.328	0.044	9.8
minimum	12.8	4.9	12.6	67.0	5.8	3.0	107	37	173	732	135	48	561	0.213	0.028	7.5
maximum	28.3	11.4	49.4	69.0	11.9	13.3	191	43	260	1039	261	71	1922	0.494	0.053	12.9
aantal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Sliedrechtse Biesbos, 281 partijen**

	lut %	os %	zandfr. %	droge stof %	cadmium	kwik	koper	nikkel	lood	zink	chrom	arsen	olie (GC)	som PCB (7)	som DDT	som PAK (10)
gemiddelde	21.9	7.1	36.3	59.4	6.1	3.1	95	32	187	753	127	51	635	0.180	0.029	6.7
st.deviate	12.9	6.3	33.9	15.8	7.1	3.9	96	19	177	699	129	52	791	0.308	0.007	7.7
mediaan	26.0	5.9	22.3	55.4	3.8	1.5	64	31	130	600	94	33	375	0.020	0.030	4.5
minimum	0.4	0.7	0.7	27.0	0.3	0.0	4	3	9	7	11	3	7	0.000	0.002	0.0
maximum	45.0	33.0	101.6	95.4	39.0	17.0	410	97	790	2800	570	230	5800	2.054	0.097	40.4
aantal	281	281	281	281	281	281	281	281	281	281	281	281	196	281	281	281



## Bijlage 4: Korrelgrootteverdeling en calcietgehalte

De verwerkingsmogelijkheden van baggerspecie zijn voor een groot deel afhankelijk van de korrelgrootteverdeling. Een belangrijke grenswaarde voor de beoordeling van verwerkingsmogelijkheden is namelijk het percentage droge stof dat groter of kleiner is dan 63 micrometer ( $> 63\mu\text{m}$  = zand;  $< 63\mu\text{m}$  = silt/klei). Deze percentages worden verkregen uit de zeefkromme die deel uitmaakt van het analyseresultaat van een bodemonster. De kromme wordt bepaald door zeping en een sedimentatie-analyse van het minerale deel van het monster. Bij interpretatie van een zeefkromme is het belangrijk te letten op de in het analyseresultaat gehanteerde notatie: een "SCG-zeefkromme" geeft de percentages op het minerale deel, waarbij de fractie  $< 2.0$  mm op 100% is gesteld; de standaard "RWS/RIZA zeefkromme" geeft de percentages op het totale droge stofgehalte van een monster, dat bestaat uit de optelsom van het minerale deel, het organische stofgehalte en het calcietgehalte.

Vrijwel alle voor het verwerkingsplan beschikbare analyseresultaten bevatten de RWS/RIZA zeefkromme. Bij de interpretatie van de korrelgrootteverdeling van de droge stof in een monster, zijn daarom tevens het organische stofgehalte en calcietgehalte in de verdeling verdisconteerd. Al het organische stof is bij de fractie  $< 63\mu\text{m}$  gevoegd. Het percentage calciet in de droge stof is evenredig over de minerale fracties  $<$  en  $>$  dan  $63\mu\text{m}$  verdeeld. Bijvoorbeeld, het droge stofgehalte van een monster bestaat voor 20% uit de minerale fractie  $< 63\mu\text{m}$ , voor 60% uit de minerale fractie  $> 63\mu\text{m}$ , voor 10% uit organische stof en voor 10% uit calciet. In dit geval is 2.5% van het calcietgehalte bij de fractie  $< 63\mu\text{m}$  gevoegd en 7.5% bij de fractie  $> 63\mu\text{m}$ .

De wijze waarop het calcietgehalte over de fracties is verdeeld, berust op de aanname dat de werkelijke verdeling op deze manier goed wordt benaderd. Doordat de kalkrijkdom van de bodem van zeer veel factoren afhankelijk is en sterk kan variëren, zal het echter voorkomen dat de werkelijke verdeling afwijkt van de aanname. Om de gevoeligheid van de verwerkingsmodellering voor de verdeling van het calcietgehalte over de zand en lutumfracties inzichtelijk te maken, is voor de locaties Haringvliet/HD-west, Amer en Dordtsche Biesbosch een "worst case" scenario doorgerekend. In dit scenario is het calcietgehalte volledig bij de lutumfractie gevoegd. De mogelijkheden voor verwerking met eenvoudige technieken nemen hierdoor af. De resultaten van de analyse worden in de navolgende tabellen weergegeven. Ter vergelijking zijn in de tabellen ook de resultaten opgenomen van de berekeningen met een evenredige verdeling van het calcietgehalte.

De grootste locatie, het Haringvliet/HD-west, reageert conservatief op de wijziging. De oorzaak hiervan ligt bij het hoge zandgehalte van de specie in het Haringvliet. Dit gehalte is dermate hoog, dat ondanks de daling van het percentage zand in de droge stof, voor vrijwel alle partijen nog steeds dezelfde verwerkingsopties van toepassing zijn.

De gevolgen zijn voor de locatie Amer groter. Na de wijziging kan slechts een geringe hoeveelheid specie volgens de eenvoudige verwerkingsvariant worden verwerkt. Hierdoor dalen de verwerkingskosten en stijgen de stortkosten in deze variant. Volledige verwerking wordt duurder doordat minder specie geschikt is voor scheiding. De productopbrengst stijgt bij volledige verwerking iets doordat relatief meer hoogwaardig kunstgrind kan worden geproduceerd.

De veranderingen die optreden bij de locatie Dordtsche Biesbosch in de eenvoudige verwerkingsvariant, zijn gelijk aan die bij de locatie Amer. In de volledige verwerkingsvariant stijgen de verwerkingskosten, maar daalt de productopbrengst.

Aangezien door de wijziging het percentage zand in de droge stof afneemt, daalt bij alle locaties de stortheffing in de stortvariant. Deze daling is voor de Amer het grootst, bij het Haringvliet/HD-west is de daling marginaal.



Overall is de gevoeligheid van de modellering voor de verdeling van het calciatgehalte over de droge stof gering. De aanname van "evenredige verdeling" zal de werkelijke verdeling goed benaderen. De gevoeligheid voor de wijze van verdelen is groot wanneer het meetbare percentage zand net onder de grenswaarden uit de verwerkingsvarianten ligt: resp. 20%, 30%, 40% en 60% (zie stroomschema's in bijlage 2).

**Gevoeligheid van verwerkingsmodellering voor verdeling van calciatgehalte over fracties <63 µm (lutum) en >63 µm (zand) ("verdeeld" = evenredige verdeling over fracties; "< 63 µm" = calciatgehalte volledig bij fractie < 63 µm gevoegd), locatie Haringvliet/HD-west.**

	aanbod per keten (milj. situ m3)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
keten	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
direct toepassen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.0	1.8	1.9	1.8	1.9
landfarmen	0.0	0.0	0.9	0.8	0.9	0.8
sed. bekken	3.9	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	0.0	2.8	2.8	2.8	2.8
scheiden en sinteren	0.0	0.0	3.2	2.7	4.5	4.3
sinteren	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
storten Cromstrijen	4.6	5.3	1.3	1.9	0.0	0.0
storten Hollandsch Diep	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>10.0</b>	<b>10.0</b>	<b>10.0</b>	<b>10.0</b>	<b>10.0</b>	<b>10.0</b>
	stortvolume (milj. m3)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
bestemming	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
specie in Cromstrijen	4.6	5.3	1.3	1.9	0.0	0.0
specie in omdijkt depot	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
residu in omdijkt depot	3.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>7.8</b>	<b>8.1</b>	<b>1.3</b>	<b>1.9</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
	producten (milj. ton droge stof)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
product	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
zand	5.0	4.4	5.5	4.8	6.1	5.6
grond	0.0	0.0	0.3	0.4	0.3	0.4
klei	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
granulaat	0.0	0.0	2.8	2.8	2.8	2.8
kunstgrind	0.0	0.0	0.7	0.6	1.2	1.3
<b>Totaal</b>	<b>5.0</b>	<b>4.4</b>	<b>9.4</b>	<b>8.7</b>	<b>10.4</b>	<b>10.2</b>
	kosten (milj. fl.)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
behandeling	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
baggerkosten	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0
verwerkingskosten	143.4	122.6	655.1	587.2	828.8	831.9
transportkosten	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8
stortkosten	72.6	83.5	20.8	29.4	0.0	0.0
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-20.0	-17.5	-61.1	-56.6	-70.5	-70.5
<b>Totaal</b>	<b>353.82</b>	<b>346.45</b>	<b>772.69</b>	<b>717.82</b>	<b>916.13</b>	<b>919.27</b>



Gevoeligheid van verwerkingsmodellering voor verdeling van calciëgehalte over fracties <63 µm (lutum) en >63 µm (zand) ("verdeeld" = evenredige verdeling over fracties; "< 63 µm" = calciëgehalte volledig bij fractie < 63 µm gevoegd), locatie Amer.

	aanbod per keten (milj. situ m3)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
keten	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
direct toepassen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
landfarmen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
sed. bekken	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
scheiden en sinteren	0.0	0.0	0.4	0.1	2.1	2.1
sinteren	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
storten Cromstrijen	0.7	1.0	0.7	1.0	0.0	0.0
storten Hollandsch Diep	1.1	1.1	1.1	1.1	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>
	stortvolume (milj. m3)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
bestemming	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
specie in Cromstrijen	0.7	1.0	0.7	1.0	0.0	0.0
specie in omdijkt depot	1.1	1.1	1.1	1.1	0.0	0.0
residu in omdijkt depot	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>2.0</b>	<b>2.1</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
	producten (milj. ton droge stof)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
product	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
zand	0.3	0.1	0.3	0.1	1.1	1.0
grond	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
klei	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
granulaat	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
kunstgrind	0.0	0.0	0.1	0.0	0.7	0.7
<b>Totaal</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>	<b>1.8</b>	<b>1.7</b>
	kosten (milj. fl.)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
behandeling	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
baggerkosten	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3
verwerkingskosten	11.1	1.9	41.6	7.1	270.5	277.7
transportkosten	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
stortkosten	33.6	38.2	33.6	38.2	0.5	0.0
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-1.3	-0.2	-2.5	-0.4	-14.5	-14.9
<b>Totaal</b>	<b>76.9</b>	<b>73.3</b>	<b>106.1</b>	<b>78.3</b>	<b>290.1</b>	<b>296.3</b>



Gevoeligheid van verwerkingsmodellering voor verdeling van calciatgehalte over fracties <63 µm (lutum) en >63 µm (zand) ("verdeeld" = evenredige verdeling over fracties; "< 63 µm" = calciatgehalte volledig bij fractie < 63 µm gevoegd), locatie Dordtsche Biesbosch.

	aanbod per keten (milj. situ m3)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
keten	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
direct toepassen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ontwateren/rijpen	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3
landfarmen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
sed. bekken	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
sed bekken + nabehandeling	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
koude immobilisatie	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3
scheiden en sinteren	0.0	0.0	0.8	0.5	1.0	1.0
sinteren	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
storten Cromstrijen	0.4	0.7	0.4	0.7	0.0	0.0
storten Hollandsch Diep	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>
	stortvolume (milj. m3)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
bestemming	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
specie in Cromstrijen	0.4	0.7	0.4	0.7	0.0	0.0
specie in omdijkt depot	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
residu in omdijkt depot	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
afval sinteren	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Totaal</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
	producten (milj. ton droge stof)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
product	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
zand	0.9	0.7	1.0	0.8	1.1	1.0
grond	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
klei	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
granulaat	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3
kunstgrind	0.0	0.0	0.2	0.1	0.4	0.4
<b>Totaal</b>	<b>0.9</b>	<b>0.7</b>	<b>1.4</b>	<b>1.1</b>	<b>1.8</b>	<b>1.7</b>
	kosten (milj. fl.)					
	eenv.verw.var.		aanv.verw.var.		voll.verw.var	
behandeling	verd.	<63µm	verd.	<63µm	verd.	<63µm
baggerkosten	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6
verwerkingskosten	26.9	18.8	114.3	84.1	170.0	173.3
transportkosten	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
stortkosten	12.0	16.1	6.7	10.7	0.0	0.0
stortheffing 1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
productopbrengst	-3.8	-2.8	-9.2	-7.4	-13.0	-12.9
<b>Totaal</b>	<b>69.6</b>	<b>66.5</b>	<b>146.2</b>	<b>121.9</b>	<b>191.5</b>	<b>194.9</b>



## AKWA

het Advies- en Kenniscentrum

Waterbodems is een samenwerkings-  
verband van Rijkswaterstaat op het  
gebied van vervuilde waterbodems.

Hierin zijn DWW, Bouwdienst, RIZA,  
RIKZ en Directie Noordzee  
vertegenwoordigd.

Voor meer informatie kan contact  
worden opgenomen met AKWA via  
RWS projectbureau WAU  
"Waterbodems Advies en Uitvoering",  
Postbus 20000,  
3502 LA Utrecht,  
telefoon 030-2858080,  
of via RIZA  
afdeling Beleidsuitvoering  
Onderzoek en Advisering (BOA),  
Postbus 17,  
8200 AA Lelystad,  
telefoon 0320-298533

