

SV-085

Groene inrichting en extensief beheer
op verontreinigde baggerspecie

Fase 1: Eindrapport

drs. P.M. Sparenburg
ing. M. Wagelmans MSc
drs. J.v.d. Waarde
drs. J.W. v.d. Vegte
ing. P.C. Bijvank
drs. A.F. Peekel
ir. M. ter Haar

april 2002

Gouda, SKB

Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem

Auteursrechten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SKB.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt, "©"Groene inrichting en extensief beheer op verontreinigde baggerspecie", april 2002, SKB, Gouda."

Aansprakelijkheid

SKB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en SKB sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens SKB en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

Copyrights

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording and/or otherwise, without the prior written permission of SKB.

It is allowed, in accordance with article 15a Netherlands Copyright Act 1912, to quote data from this publication in order to be used in articles, essays and books, unless the source of the quotation, and, insofar as this has been published, the name of the author, are clearly mentioned, "©"Green redevelopment and extensive management of polluted dredging sludge", April 2002, SKB, Gouda, The Netherlands."

Liability

SKB and all contributors to this publication have taken every possible care by the preparation of this publication. However, it can not be guaranteed that this publication is complete and/or free of faults. The use of this publication and data from this publication is entirely for the user's own risk and SKB hereby excludes any and all liability for any and all damage which may result from the use of this publication or data from this publication, except insofar as this damage is a result of intentional fault or gross negligence of SKB and/or the contributors.

Titel rapport

Groene inrichting en extensief beheer op
verontreinigde baggerspecie
Fase 1: Eindrapport

SKB rapportnummer

SV-085

Project rapportnummer

SV-085

Auteur(s)

drs. P.M. Sparenburg
ing. M. Wagelmans MSc
drs. J.v.d. Waarde
drs. J.W. van de Vegte
ing. P.C. Bijvank
drs. A.F. Peekel
ir. M. ter Haar

Aantal bladzijden

Rapport: 31

Bijlagen: -

Uitvoerende organisatie(s) (Consortium)

Royal Haskoning Nederland BV. (drs. P.M. Sparenburg, drs. J.W. van de Vegte, ing. P.C. Bijvank, drs. A.F. Peekel, ir. M. ter Haar)
Bioclear (ing. M. Wagelmans MSc, drs. J.J. van der Waarde)
Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam
Rijswaterstaat, Directie Zuid-Holland
DCMR Milieudienst Rijnmond

Uitgever

SKB, Gouda

Samenvatting

In de afgelopen decennia zijn veel gebieden in Nederland opgehoogd met verontreinigde baggerspecie. Doel van onderhavig project is om groene inrichting van baggerspecielocaties te bevorderen door middel van het verschaffen van inzicht in de ecologische potenties en ecologische risico's. Tevens wordt beoogd om door middel van groene inrichting de kwaliteit van de baggerspecie te verbeteren. De eerste fase van het project is uitgevoerd op de pilot-locatie "Driehoek Rozenburg", gelegen in het Rijnmondgebied. Bij de karakterisatie van de uitgangssituatie is vastgesteld dat de biologische beschikbaarheid van de in de baggerspecie aanwezige verontreinigingen zeer gering is. Hierdoor treden er vrijwel geen ecotoxicologische risico's op en bestaat er geen risico op verspreiding van de verontreiniging via grond- of oppervlaktewater. Dit maakt het mogelijk om een groene inrichtingvorm te realiseren zonder dat ingrijpende saneringsmaatregelen noodzakelijk zijn. Gekozen is voor een inrichtingvariant waarbij de ecologische potenties van de locatie optimaal worden benut en het verhogen van de natuurwaarden centraal staat. De vraag is in hoeverre de resultaten van het onderzoek op de pilot-locatie representatief zijn voor (oude) baggerspecielocaties. Op basis van onderzoek op slechts één locatie kunnen hier geen uitspraken over worden gedaan. In een vervolgfase zullen de veronderstelde relaties tussen ouderdom van de locatie, herkomst van de bagger, type verontreiniging en de mogelijkheden voor groene inrichting verder moeten worden onderzocht.

Trefwoorden**Gecontroleerde termen:****Vrije trefwoorden:**

ecologische risico's, groene inrichting,
natuurontwikkeling, TRIADE,
verontreinigde baggerspecie

Titel project

Groene inrichting en extensief beheer op
verontreinigde baggerspecie

Projectleiding

Royal Haskoning (drs. P.M. Sparenburg 010 2865432)

Dit rapport is verkrijgbaar bij:

SKB, Postbus 420, 2800 AK Gouda

Report title

Green redevelopment and extensive management
of polluted dredging sludge
Phase: 1 Final report

SKB report number

SV-085

Project report number

SV-085

Author(s)

drs. P.M. Sparenburg
ing. M. Wagelmans MSc
drs. J.v.d. Waarde
drs. J.W. van de Vegte
ing. P.C. Bijvank
drs. A.F. Peekel
ir. M. ter Haar

Number of pages

Report: 31

Appendices: -

Executive organisation(s) (Consortium)

Royal Haskoning Nederland BV. (drs. P.M. Sparenburg, drs. J.W. van de Vegte, ing. P.C. Bijvank, drs. A.F. Peekel, ir. M. ter Haar)
Bioclear (ing. M. Wagelmans MSc, drs. J.J. van der Waarde)
Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam
Rijswaterstaat, Directie Zuid-Holland
DCMR Milieudienst Rijnmond

Publisher

SKB, Gouda

Abstract

Contaminated dredge spoil has accumulated at a great many sites in the Netherlands during recent decades. The aim of this project is to promote the 'greening' of dredge spoil sites by gaining insight into the ecological potentials and risks. The intention is also to use 'greening' to improve the quality of the dredge spoil. The first phase of the project was carried out at the "Driehoek Rozenburg" pilot site, located in the Rijnmond area. During the characterisation of the starting situation it was determined that the biological availability of the contaminants present in the dredge spoil is at an extremely low level. This means that there are almost no ecotoxicological risks and there is no risk that the contaminants will spread via the groundwater or surface water. This makes it possible to realise a type of 'greening' that will not require the implementation of radical decontamination measures. A 'greening' variant has been selected in which the ecological potentials of the site are used optimally and enhancement of the natural values is a primary consideration.

The question is to what extent the results of the research at the pilot site represent (old) dredge spoil sites. No conclusions can be drawn on the basis of research carried out at a single site. The assumed relationships between the age of the site, origin of the dredge spoil, type of contamination and the possibilities for 'greening' will have to be investigated in more detail in a follow-up phase.

Keywords**Controlled terms:****Uncontrolled terms**

contaminated dredge spoil,
ecological risks, 'greening',
natural development, TRIADE

Project title

Green redevelopment and extensive management
of polluted dredging sludge

Projectmanagement

Royal Haskoning (drs. P.M. Sparenburg 010 2865432)

This report can be obtained by: SKB, PO Box 420, 2800 AK Gouda, The Netherlands
Netherlands Centre for Soil Quality Management and Knowledge Transfer (SKB)

INHOUD

		SAMENVATTING	V
		SUMMARY	VI
Hoofdstuk	1	INLEIDING	1
	1.1	Achtergrondinformatie en probleemstelling	1
	1.2	Doelstelling	3
	1.3	Consortiumsamenstelling	4
	1.4	Opbouw rapport	4
Hoofdstuk	2	AANPAK ONDERZOEK, ACTIVITEITEN OP HOOFDLIJNEN	5
	2.1	Onderzoeksopzet	5
	2.2	Stap 1: Karakterisatie nulsituatie	5
	2.3	Stap 2: Bepalen mogelijkheden voor herinrichting en beheer	8
	2.4	Stap 3: Afweging herinrichting	9
	2.5	Stap 4: Ontwerp herinrichting en beheer en inrichting van de pilotlocatie	9
	2.6	Stap 5: Voorbereiding retrospectief onderzoek	9
Hoofdstuk	3	RESULTATEN STAP 1	11
	3.1	Karakterisatie nulsituatie	11
Hoofdstuk	4	EVALUATIE RESULTATEN STAP 1	17
	4.1	Karakterisatie nulsituatie	17
	4.2	Evaluatie van de meetmethode en resultaten	17
Hoofdstuk	5	RESULTATEN STAP 2 TOT EN MET 5	19
	5.1	Stap 2: Bepalen mogelijkheden voor herinrichting en beheer	19
	5.2	Stap 3: Afweging herinrichting	20
	5.3	Stap 4: Ontwerp herinrichting en beheer en inrichting van de pilotlocatie	22
	5.4	Stap 5: Voorbereiding retrospectief onderzoek	25
Hoofdstuk	6	CONCLUSIES	27
	6.1	Conclusies ten aanzien van karakterisatie pilotlocatie 'Driehoek Rozenburg'	27
	6.2	Conclusies ten aanzien van inrichtingsmogelijkheden voor pilotlocatie	28
	6.3	Conclusies ten aanzien van onderzoek naar en inrichtingsmogelijkheden voor andere baggerspecielocaties	28
Hoofdstuk	7	AANBEVELINGEN	29
		LITERATUUR	31

SAMENVATTING

Groene inrichting en extensief beheer op verontreinigde baggerspecie

Veel gebieden zijn in Nederland in de afgelopen decennia opgehoogd met verontreinigde baggerspecie. Deze locaties kregen verschillende functies, ze werden ingericht als industrieterrein, woningbouwlocatie of landbouwgebied. De mogelijkheden tot groene inrichting van deze locaties is nauwelijks onderzocht. Veelal trad stagnatie op omdat in het kader van de Wet bodembescherming (Wbb) kostbare saneringsmaatregelen dienden te worden genomen.

Met onderhavig project willen we de groene inrichting van baggerspecielocaties bevorderen door inzicht te verschaffen in de ecologische potenties van baggerspecielocaties. Tevens wordt beoogd door middel van groene inrichting de kwaliteit van de baggerspecie te verbeteren.

Het project is opgebouwd rondom drie pijlers:

1. Het globaal in beeld brengen van het aanwezige ecosysteem op baggerspecielocaties en het in beeld brengen van de ecologische risico's, tezamen met het ontwikkelen van de meetmethode om dit te doen. Het onderzoek wordt in eerste instantie uitgevoerd op een pilotlocatie.
2. Het karakteriseren van de mogelijkheden voor biodegradatie en groene inrichting van baggerspecielocaties door middel van retrospectief onderzoek.
3. Het vertalen van de verzamelde gegevens in concrete inrichtings- en beheersvormen.

De pijlers worden in drie fasen uitgewerkt. Fase 1, het karakteriseren van de pilotlocatie 'Driehoek Rozenburg' en het opstellen van een inrichtingsplan, is succesvol afgerond. De verschillende doelstellingen die waren geformuleerd zijn allen behaald. Er is een methode opgesteld voor het in beeld brengen van ecologische risico's, het bepalen van de waarde van het aanwezige ecosysteem en de mogelijkheden voor biologische sanering. Deze methode is met succes toegepast op de onderzoekslocatie Rozenburg. Dit onderzoek heeft geleid tot een beoordeling van de ecologische risico's, inschatting van het natuurlijk afbraakpotentieel en de mogelijkheden voor gestimuleerde biorestauratie. Gebleken is dat op de ernstig verontreinigde baggerspecielocatie nauwelijks sprake is van ecologische risico's. Dit is het gevolg van het feit dat de verontreinigingen sterk gebonden zijn en nauwelijks beschikbaar voor het bodemecosysteem. Natuurlijke biologische afbraak op de locatie is minimaal en kan niet effectief worden gestimuleerd door middel van in-situ biorestauratie of landfarming. Het onderzoek wijst uit dat kostbare saneringsmaatregelen niet noodzakelijk zijn. Zonder ingrijpende maatregelen kan op de locatie een groene inrichting worden gerealiseerd, die overigens goed aansluit bij de natuurlijke ontwikkelingen die reeds op de braakliggende locatie hebben plaatsgevonden. De eindgebruikers, met name het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, en de bevoegde gezagen in de regio, DCMR Milieudienst Rijnmond en Gemeentewerken Rotterdam, zijn enthousiast over de resultaten van het onderzoek. Stimulering van groene inrichting van baggerspecielocaties zal bijdragen aan verbetering van de leefbaarheid in de regio.

SUMMARY

Green redevelopment and extensive management of polluted dredging sludge

In the past decades many areas in the Netherlands were raised with polluted dredging sludge. These sites were given several functions, for example, they were used as industrial area, residential building area or agricultural area. The possibilities for green redevelopment of these sites were hardly explored. Stagnation of green redevelopment often occurred, because expensive remediation measures had to be taken as a consequence of the Dutch Soil Protection Act.

Through this project we want to promote the green redevelopment of dredging sludge sites by providing insight in the ecological potentials of these sites. The project is also aimed at the improvement of the quality of the dredging sludge by means of green redevelopment.

The project is built on these three pillars:

1. Global depiction of the ecosystem present on dredging sludge sites and depiction of the ecological risks, together with the development of a measuring method for this. Initially the study is performed on a pilot location.
2. Characterisation of the possibilities for biodegradation and green redevelopment of dredging sludge sites by means of retrospective research.
3. Translation of collected data into concrete forms for redevelopment and management.

The pillars are elaborated in three phases. Phase 1, characterisation of the pilot location “Triangle Rozenburg” (located in the region of the port of Rotterdam) and the preparation of a redevelopment plan, was completed successfully. All formulated objectives were met. A method was developed for the depiction of ecological risks, for the determination of the value of the present ecosystem and for the possibilities of biological remediation. This method was applied successfully to the research site Rozenburg. This study has led to an evaluation of the ecological risks, an assessment of the potentials for natural biodegradation and the possibilities for stimulated bioremediation. On the severely polluted dredging sludge location hardly any ecological risks were found. This is a result of the fact that the pollutants are strongly bound to the sludge and are hardly available for the soil ecosystem. Natural biodegradation on the site is minimal and cannot be stimulated effectively by means of in-situ bioremediation or landfarming. The study shows that expensive remediation measures are not necessary. Green redevelopment can be realised at the site without far-reaching measures. This redevelopment perfectly matches the natural developments, which already took place at the vacant site. The end-users, especially Port of Rotterdam (Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam), and the competent authorities in the region, DCMR Environmental Protection Agency Rijnmond (DCMR Milieudienst Rijnmond) and Public Works Rotterdam (Gemeentewerken Rotterdam), are enthusiastic about the study results. Stimulation of the green redevelopment of dredging sludge locations will contribute to the improvement of the liveability of the region.

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

1.1 Achtergrondinformatie en probleemstelling

In Nederland zijn in de afgelopen decennia op veel plaatsen gebieden opgehoogd met baggerspecie. Deze baggerspecie kwam vrij bij onderhoudswerkzaamheden aan rivieren en kanalen. De baggerspecie werd veelal in de directe nabijheid van het water gestort. Een goed voorbeeld hiervan zijn de vele baggerspecielocaties in de Rijnmond-regio. De 'baggerspecieloswallen' kregen nadat ze ontwaterd en gerijpt waren verschillende functies. In bijvoorbeeld het Botlekgebied en Europoort zijn de locaties op grote schaal als industrieterreinen ingericht. De meer landelijk gelegen loswallen kregen een landbouwfunctie. Daarnaast zijn er woonwijken en snelwegen aangelegd op baggerspecie stortplaatsen.

De vrijkomende bagger was, afhankelijk van de herkomst, in de meeste gevallen sterk verontreinigd met zware metalen, PAK's, minerale olie en pesticiden. Dit besef werd in de loop van de jaren tachtig met het van kracht worden van de Interimwet Bodemsanering langzamerhand steeds duidelijker doordat op grote schaal inventariserende studies werden uitgevoerd naar de kwaliteit en risico's van de verontreinigingen. Dit resulteerde in een aantal gevallen in saneringen. Een bekend voorbeeld hiervan is de nog onlangs (1998-1999) uitgevoerde sanering van de woonwijk Steendijkpolder in Maassluis. Na jaren van onderzoek en voorbereiding werd in opdracht van de provincie Zuid-Holland en het ministerie van VROM de bodem in de woonwijk afgedekt met een schone laag grond (zogenaamde IBC-maatregel).

Door de vele bodemonderzoeken die in de loop van de jaren tachtig en negentig op voormalige baggerspeciestortplaatsen zijn uitgevoerd ontstond een steeds beter inzicht in het verontreinigingsbeeld van deze locaties (aard en mate van de verontreinigingen). Daarnaast werd, veelal op grond van de Wet bodembescherming, onderzoek verricht naar de risico's voor de volksgezondheid en de verspreidingsrisico's via het grondwater. Op regionale schaal kon op basis van historisch onderzoek (herkomst van de baggerspecie) steeds beter de kwaliteit van de bagger worden ingeschat. In het Rijnmondgebied zijn de jongste baggerspecielocaties bijvoorbeeld zandiger en schoner dan de meer oostelijk gelegen locaties waar veelal bagger is gebruikt uit de Nieuwe Waterweg nabij Rotterdam. Het verontreinigingsbeeld en de risico's van de voorkomende verontreinigingen konden beter worden getypeerd. Dit resulteerde in Zuid-Holland in een specifieke onderzoeksaanpak en bodemsaneringsbeleid voor baggerspecielocaties.

Bij het in beeld brengen van de kwaliteit en daaruit voortvloeiende risico's voor volksgezondheid en milieu van baggerspecielocaties werden en worden de conventionele onderzoeksmethoden gevolgd zoals op 'normale' Wet bodembeschermingslocaties. Het in beeld brengen van de ecologische risico's speelt bij deze onderzoeksaanpak een ondergeschikte rol. In de meeste gevallen is dit ook niet noodzakelijk omdat de locaties worden ingericht als industrieterrein of woongebied. De saneringsmaatregel bestaat in die gevallen uit het aanbrengen van een 'leeflaag' waardoor direct contact met de verontreinigde bagger wordt weggenomen.

Daarnaast blijken verontreinigingen in de gerijpte baggerspecie zich niet of nauwelijks via het grondwater naar de omgeving te verspreiden. Extra maatregelen voor het voorkomen van verspreiding zijn dan ook in de meeste gevallen niet noodzakelijk.

Bij het groen inrichten van voormalige baggerspecielocaties spelen de ecologische risico's nadrukkelijk wel een rol. Bij een groene inrichting is het veelal niet mogelijk of wenselijk de locatie met een schone grondlaag af te dekken. Deze ingreep is kostbaar en het gebruik genereert geen kapitaal (zoals bijvoorbeeld een industrieterrein of woongebied, door de uitgifte van kavels of verkoop van woningen). Daarnaast is het vanuit inrichtingsoogpunt niet wenselijk om de bestaande locatie op te hogen. Het groen inrichten van voormalige baggerspecielocaties die ernstig zijn verontreinigd dient op grond van de Wet bodembescherming gepaard te gaan met een sanering.

Conform gangbare beoordelingsmethode worden ecologische risico's bepaald met behulp van de SUS methodiek. Hierbij wordt de verontreinigingsgraad getoetst aan de HC50-waarde, de waarde waarbij 50% van de soorten geen meetbare gevolgen ondervinden van de aanwezige verontreinigingen. Deze methode levert in de meeste gevallen een uitkomst op waarbij sprake is van een potentieel ecologisch risico. Deze uitkomst belemmert vervolgens de voorgenomen inrichting omdat de saneringsmaatregelen dan uitmonden in een kostbare ontgravings- of isolatievariant.

Het gevolg is dat deze locaties braak blijven liggen of dat een andere inrichting wordt gekozen.

Vanuit planologisch- of milieu-oogpunt is er een toenemende behoefte om deze locaties groen in te richten. Voorbeelden zijn groene recreatiegebieden, buffers voor natuurgebieden of vormen van energieteelt met een extensieve vorm van beheer. Op basis van Bever mag in het geval van landelijk gebied of groene inrichting maatwerk geleverd worden om de ecologische risico's in kaart te brengen. Door nu een locatiespecifieke ecologische risicobeoordeling te koppelen aan inrichtingsvarianten die leiden tot risicoreductie kan wellicht voor deze locaties een geschikte oplossing worden gevonden die recht doet aan groene inrichting en die past binnen de kaders van het bodemsaneringsbeleid.

Een belangrijk uitgangspunt bij dit project vormt de aanname dat baggerspecielocaties vanaf het moment van aanbrengen een ontwikkeling doormaken (als gevolg van rijping) die van invloed is op de milieuchemische kwaliteit van de specie (afbraak, uitloging en vastlegging van verontreinigingen) en op de ecologie van de locatie. Wanneer inzicht ontstaat in de sturende processen achter deze ontwikkeling kunnen ecologische potenties worden versterkt door gerichte inrichtings- of beheersmaatregelen.

Het project richt zich op 2 toepassingen:

In eerste instantie richten we ons in dit onderzoek op voormalige baggerspecielocaties. Deze locaties zijn veelal tientallen jaren geleden opgehoogd met baggerspecie en de specie is in de meeste gevallen volledig gerijpt. Voor deze locaties wordt de groene inrichting als saneringsvariant onderzocht door inzicht te verschaffen in de ecologische potenties. Daarnaast zal in een tweede fase van het onderzoek de waarde van de saneringsmethode voor recent aangelegde, of nieuw aan te leggen baggerspecie-locaties worden geëvalueerd om eventuele inrichting en beheer op nieuwe bagger-speciestorten te richten op verbetering van kwaliteit van de specie.

Het Gemeentelijk Havenbedrijf van Rotterdam heeft vele baggerspecielocaties in eigendom waar een groene inrichting mogelijk en vaak ook gewenst is. Om de mogelijkheden voor groene inrichting te onderzoeken is in de eerste fase van het onderzoek een pilotonderzoek uitgevoerd op een locatie nabij Rozenburg. Op deze locatie is het aanwezige ecosysteem in kaart gebracht. Daarnaast is een meetmethode ontwikkeld om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor groene inrichting op baggerspecielocaties.

Een groene inrichting van deze locaties past binnen de oplossingsinrichtingen van het Bestaand Rotterdams Gebied (BRG) in het kader van het project Mainportontwikkeling Rotterdam. Binnen het BRG worden enerzijds de mogelijkheden onderzocht van maximale benutting van het gebied door middel van (her)inrichting en revitalisering van het bestaand haven- en industriegebied. Anderzijds wordt getracht oplossingen aan te dragen om de leefbaarheid te verbeteren. Als onderdeel hiervan is de ecologische doelstelling van het Havenbedrijf erop gericht een groene dooradering van het haven-gebied te realiseren door meer gebieden een bestemming als natuurontwikkelings-gebied te geven (figuur 1).



Fig. 1. Meer groen in het havengebied.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van het project is om vanuit de heersende ecologische situatie op een baggerspecielocatie in combinatie met het ontwikkelingsstadium waarin de locatie zich vanaf het moment van opspuiten bevindt, de meest optimale groene inrichtingsvormen en het bijpassende beheer aan te geven. Met optimaal wordt in dit verband die inrichting bedoeld die de ecologische potenties van de locatie benut op een milieuhygiënisch en kostentechnisch verantwoorde manier. Indien mogelijk dient de groene inrichtingsvorm tevens bij te dragen aan de verbetering van de kwaliteit van de baggerspecie.

Het project kent een drietal pijlers:

1. De methode voor het globaal in beeld brengen van het aanwezige ecosysteem op baggerspecielocaties, het in beeld brengen van de ecologische risico's, en mogelijke biologische saneringsopties. Door gebruik te maken van bestaande meetmethoden en combinatie van deze methoden worden baggerspecielocaties gekarakteriseerd op het gebied van de chemie (verontreinigingssituatie), ecologische risico's (TRIADE), biologische afbraakpotentie (batchproeven), uitloogbaarheid van verontreinigingen (uitloogproeven) en mogelijkheden voor groene ontwikkeling. Tijdens het onderzoek wordt de uitgebreide meetmethode in eerste instantie op een pilotlocatie toegepast. Aan de hand van de uitkomsten zullen de verschillende meetmethoden worden beoordeeld en zal het totale meetprogramma worden geoptimaliseerd

2. Karakteriseren van de mogelijkheden voor biodegradatie en groene inrichting van baggerspecielocaties door middel van retrospectief onderzoek. Door meerdere locaties, die zich in verschillende ontwikkelingsstadia bevinden, bij het onderzoek te betrekken kan het lange termijn gedrag van verontreinigingen en ecologische ontwikkeling worden vastgesteld als functie van type verontreiniging, beheer en tijd. Met deze kennis kunnen vervolgens de mogelijkheden voor kwaliteitsverbetering van specie en groene inrichting van baggerspecielocaties worden gekarakteriseerd.
3. Vertaling in concrete inrichtings- en beheersvormen. Wanneer inzicht bestaat in het gedrag van verontreinigingen kan door middel van inrichtings- en beheersmaatregelen dit gedrag gestuurd worden zodanig dat enerzijds de milieuchemische kwaliteit van de specie verbetert en ecologische risico's zoveel mogelijk worden voorkomen of weggenomen en anderzijds een verbetering van natuurwaarden wordt gerealiseerd.

1.3 Consortiumsamenstelling

Het consortium dat voor dit project is gevormd bestaat uit:

- adviesbureau: Royal Haskoning (voorheen: IWACO) (pervoerder);
- adviesbureau: Bioclear BV;
- eindgebruiker: Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam (GHR);
- eindgebruiker: Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland;
- eindgebruiker: DCMR Milieudienst Rijnmond.

1.4 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het onderzoek uiteengezet en worden de uitgevoerde werkzaamheden op hoofdlijnen beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van stap 1, karakterisatie nulsituatie weergegeven. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van stap 1 geëvalueerd. In hoofdstuk 5 komen de resultaten van de stappen 2 tot en met 5 aan de orde (bepalen mogelijkheden voor herinrichting en beheer, afweging herinrichting, ontwerp herinrichting en beheer pilotlocatie, voorbereiding retrospectief onderzoek). Hoofdstuk 6 bevat de conclusie ten aanzien van het huidige onderzoek en in hoofdstuk 7 worden aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan.

HOOFDSTUK 2

AANPAK ONDERZOEK, ACTIVITEITEN OP HOOFDLIJNEN

2.1 Onderzoeksopzet

Het onderzoek wordt in een drietal fasen uitgevoerd. Fase 1 omvat de karakterisatie van de nulsituatie en de inrichting van de pilotlocatie Rozenburg. In deze eerste fase zijn de methoden waarmee de karakterisatie van de locatie wordt uitgevoerd getoetst en gevalideerd. Voor de pilotlocatie is vervolgens een inrichtingsplan opgesteld en de locatie wordt ingericht. In fase 2 zal retrospectief onderzoek worden uitgevoerd. De ontwikkelde methodiek zal hierbij toegepast worden op een serie historische baggerspeciéstortplaatsen waarbij een variatie in ouderdom, samenstelling en beheer van de stort wordt nagestreefd. Doel van deze fase is om de bepalende factoren voor de ecologische ontwikkeling en verbetering van milieuchemische kwaliteit van baggerspecie in storten te achterhalen. In de derde fase van het onderzoek zal op basis van dit onderzoek een praktische richtlijn worden opgesteld voor inrichting en beheer van (nieuwe en oude) baggerspeciéstorten.

Voorliggend eindrapport bevat de uitgevoerde werkzaamheden en resultaten van fase 1. Voor fase 2 en 3 is een onderzoeksvoorstel ingediend en goedgekeurd door SKB. Uitvoering van deze fasen is afhankelijk van de financiële situatie bij SKB.

De onderzoeksstrategie van fase 1 bestaat uit 5 stappen:

1. Karakterisatie nulsituatie pilotlocatie
 - Historisch onderzoek;
 - Chemische karakterisatie;
 - Uitloogonderzoek;
 - Biologische afbraakpotentie bepalen;
 - Ecologische risicobeoordeling volgens TRIADE benadering;
 - Bepalen ecologische potentie van de locaties.
2. Mogelijkheden voor herinrichting en beheer
 - Stimulatie biologische afbraak;
 - Randvoorwaarden voor herinrichting en beheer.
3. Afweging herinrichting.
4. Ontwerp herinrichting en beheer en inrichting pilotlocatie.
5. Voorbereiding retrospectief onderzoek.

Voor een uitgebreide beschrijving van de deelresultaten van stap 1 (karakterisatie nulsituatie) wordt verwezen naar het rapport Groene inrichting en extensief beheer op verontreinigde baggerspecie, rapportage deelresultaat 1 [2001].

Voor een uitgebreide beschrijving van de deelresultaten van de stappen 2 tot en met 5 wordt verwezen naar het rapport Groene inrichting en extensief beheer op verontreinigde baggerspecie, rapportage deelresultaat 2 [2001]. In navolgende paragrafen worden de uitgevoerde werkzaamheden per stap en op hoofdlijnen weergegeven.

2.2 Stap 1: Karakterisatie nulsituatie

Historisch onderzoek

Vanaf het moment van opbrengen van de baggerspecie tot heden heeft de pilotlocatie Rozenburg blootgestaan aan diverse invloeden die (mogelijk) van invloed zijn geweest op de verontreini-

gingssituatie en de ecologische ontwikkeling op de locatie. Deze informatie wordt tijdens het historisch onderzoek verzameld met als doel:

1. Het meetplan gericht op te stellen.
2. De resultaten van de diverse metingen te kunnen interpreteren.

De volgende acties zijn uitgevoerd ten behoeve van het historisch onderzoek van de 'Driehoek Rozenburg':

- De ligging van het projectgebied en de aanduiding van de projectgrenzen (basiskaart) zijn bepaald aan de hand van een topografische kaart en een digitale technische tekening (AutoCad) van de nieuwe Calandverbinding (Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland werkt aan de nieuwe Blankenburgtunnel voor autoverkeer onder het Calandkanaal; de betreffende rijksweg, A15, loopt langs de projectlocatie 'Driehoek Rozenburg' en wordt vanwege de nieuwe tunnel omgebouwd).
- De archieven van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, DCMR en IWACO zijn geraadpleegd om (bodem)onderzoeksrapporten te verkrijgen die betrekking hebben op het betreffende gebied. De Wet Milieubeheer (WM)-archieven van de Gemeente Rotterdam en de Gemeente Rozenburg zijn gezien de geringe bedrijfsactiviteiten in het projectgebied niet geraadpleegd.
- Het luchtfotoarchief en tankarchief van de DCMR te Schiedam zijn geraadpleegd.
- Overleg met beheerders van het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam (huidige beheerder én vroegere beheerder van de locatie) ten behoeve van historische informatie over inrichting, beheer en onderhoud.
- Veldbezoek met als doel de huidige inrichting en ligging van de grenzen van de locatie in beeld te brengen.

Chemische karakterisatie

Het chemische meetprogramma is bedoeld om een goed beeld te krijgen van de aanwezige verontreinigingen en de concentraties waarin ze voorkomen. Het meetprogramma bestaat uit veldwerk en laboratoriumonderzoek.

Veldwerk

Het veldwerk is uitgevoerd in 2 ronden. Aangezien uit het historisch onderzoek naar voren was gekomen dat er op de locatie sprake is van een (zandige, relatief schone) ophooglaag was de eerste veldwerkronde gericht op het onderzoeken van de aanwezigheid en dikte van deze ophooglaag op diverse plaatsen op de locatie. Vervolgens is een tweede veldwerkronde uitgevoerd met als doel het verzamelen van monsters voor analyse op een uitgebreid pakket van parameters. De ligging van de boringen uit de tweede veldwerkronde zijn weergegeven in figuur 5 (B1 t/m B5).

De bij de boringen vrijkomende grond is per te onderscheiden bodemlaag bemonsterd.

Chemische analyses

De chemische analyses zijn in 2 ronden uitgevoerd. In de eerste ronde zijn in alle verzamelde grondmonsters de volgende analyses uitgevoerd:

- Bepaling van de zuurgraad (pH-H₂O) volgens NEN 5750.
- Bepaling van de geleidbaarheid (EC) volgens NEN 5749.
- Bepaling redoxpotentiaal (Eh) met behulp van potentiometrie.

De resultaten van deze metingen geven een beeld van het verloop van deze parameters als functie van de diepte en geven daarmee richting aan de monsterselectie voor analyses in de tweede ronde. Vervolgens is op basis van die resultaten door IWACO en Bioclear een selectie gemaakt van 16 grondmonsters ten behoeve van chemische analyses op een uitgebreid pakket. Het me-

rendeel van de geselecteerde monsters is afkomstig van de baggerspecielaag. Er is echter ook een tweetal mengmonsters van de deklaag onderzocht om de kwaliteit van deze laag te bepalen.

Het uitgebreide analysepakket bestaat uit:

- metalen: aluminium, antimoon, arseen, barium, beryllium, cadmium, calcium, chroom, cobalt, kalium, koper, kwik, lood, magnesium, mangaan, molybdeen, natrium, nikkel, strontium, selenium, tin, vanadium, ijzer en zink;
- bromide, chloride, sulfaat, fluoride, fosfor, sulfide (totaal), cyanidetotaal, cyanide vrij, zwavel (totaal);
- minerale olie, PAK (10 VROM), EOX en BTEX;
- droge stof, organisch stofgehalte, zeefkromme en calciëet.

Uitloogonderzoek

Het uitloogonderzoek dient inzicht te geven in het gedrag van zware metalen en microverontreinigingen in de opgebrachte baggerspecielaag. Tevens wordt inzicht verkregen in de veranderingen die kunnen optreden bij veranderende milieuomstandigheden.

Hierbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld het verwijderen van de afdeklaag en het beluchten van de baggerspecielaag. De milieuomstandigheden in de baggerspecie veranderen daarmee van reducerend naar oxiderend, met allerlei omzettingsprocessen als gevolg. Met behulp van dit uitloogonderzoek wordt inzicht verkregen in die processen. Resultaten kunnen worden gebruikt bij het kiezen van een inrichtingsvariant.

Om inzicht te krijgen in de verspreiding van verontreinigingen als de milieuomstandigheden veranderen in de baggerspecie, zijn een drietal verschillende uitloogproeven uitgevoerd met vijf baggerspeciemonsters. Het betreffen de beschikbaarheidstest om de maximale hoeveelheid beschikbare stof te bepalen, de schudtest CEN L/S =10 om een benadering te geven van de in het veld beschikbare fractie en de Modified Batch Equilibrium (MBET) test om het uitlooggedrag onder reducerende en oxiderende omstandigheden te bepalen.

Biologische afbraakpotentie

Bij het bestuderen van de afbraakpotentie van de verontreinigingen op de locatie zijn 2 situaties onderzocht. In de eerste situatie is gekeken naar de biologische afbraakprocessen die onder de huidige natuurlijke omstandigheden op de locatie plaatsvinden. Daarnaast is onderzocht wat de mogelijkheden voor het stimuleren van deze processen middels gestimuleerde biorestauratie zijn. Er zijn 2 saneringsvarianten onderzocht: anaërobe sanering, met name gericht op het verwijderen van organochloorverbindingen, en aërobe sanering met name gericht op het verwijderen van olie en PAK. De natuurlijke biologische afbraakpotentie is vastgesteld door middel van een veldkarakterisatie. De mogelijkheden voor het stimuleren van de afbraakprocessen zijn onderzocht door uitvoering van afbraaktesten onder aërobe en anaërobe omstandigheden.

Ecologische risicobeoordeling volgens TRIADE-benadering

Bij de TRIADE benadering worden 3 onderzoekselementen gecombineerd namelijk milieuchemie, toxicologie en ecologie.

Bij het onderdeel milieuchemie wordt gebruik gemaakt van de chemische analyses die zijn uitgevoerd bij de chemische karakterisatie. Daarnaast is de bioaccumulatie van zware metalen bepaald in wilgenschors, duindoornbessen en regenwormen op de locatie.

Voor het bepalen van de toxiciteit zijn bioassays uitgevoerd op baggerspeciemonsters. Bioassays zijn laboratoriumtesten waarbij organismen onder gecontroleerde omstandigheden worden bloot-

gesteld aan veldmonsters. Op de monsters van de locatie Rozenburg zijn de volgende testen uitgevoerd:

- Microtox, een acute test met behulp van *Vibrio fischeri*, een mariene bacterie.
- Chronische bio-assay met sla (*Lactuca sativa*).
- Chronische bio-assay met regenwormen (*Eisenia fetida andrei*).
- Bait Lamina test.

Om de werkelijke effecten van de verontreiniging in het veld te bepalen zijn ecologische veldinventarisaties uitgevoerd. Op de locatie Rozenburg is een deklaag aangebracht op de baggerspeclaaag.

Hierdoor worden in feite de effecten van de deklaag op de aanwezige ecologie bepaald. Door ecologen van IWACO en Bioclear is een planteninventarisatie uitgevoerd. Daarnaast zijn de nematoden- en regenwormen populaties in kaart gebracht. Nematoden zijn kleine bodemaaltjes welke overal voorkomen en een graadmeter zijn voor verstoringen in het milieu. Daarnaast is de regenwormenpopulatie in kaart gebracht. Hierbij is gekeken naar het totaal aantal regenwormen, het aantal soorten, het aantal per soort en de leeftijdsopbouw.

Ecologische potentie van de locatie

Een van de uitgangspunten bij het verkennen van mogelijkheden voor een groene inrichting van de Driehoek Rozenburg zijn de huidige groene kenmerken van het gebied. Bij het uitvoeren van de ecologische typering worden deze kenmerken beschreven. Het doel van deze beschrijving is het vastleggen van de nulsituatie, vóór het nemen van maatregelen.

Om een concreet beeld te kunnen vormen van deze uitgangssituatie, is een ecotopenkaart van het gebied gemaakt. Een ecotoop kan worden gedefinieerd als een 'ruimtelijke eenheid die homogeen is in vegetatiestructuur, successiestadium en de voornaamste abiotische standplaatsfactoren die voor plantengroei van belang zijn'. Populair gezegd is het een biotisch en abiotisch min of meer homogene landschapseenheid.

De ecologische typering van de locatie is uitgevoerd aan de hand van het vervaardigen van een ecotopenkaart. De ecotopen zijn ingedeeld aan de hand van de in het gebied voorkomende verschillen. De hier gebruikte typologie is dus alleen van toepassing binnen dit gebied.

2.3 Stap 2: Bepalen mogelijkheden voor herinrichting en beheer

Bij het bepalen van de meest optimale inrichtingsvorm voor de locatie kunnen verschillende invalshoeken en beoordelingscriteria worden onderscheiden, namelijk:

- kosten;
- het verbeteren van de kwaliteit van de baggerspecie;
- het verminderen van de risico's;
- het verhogen van de natuurwaarden en leefbaarheid in het gebied.

Eenzijds moet worden bepaald aan welke criteria het meeste gewicht wordt toegekend, anderzijds moet worden bekeken wat praktisch mogelijk is op de pilotlocatie.

In eerste instantie zijn de inrichtingsvarianten vanuit de verschillende invalshoeken uitgewerkt in de vorm van iconen. Deze iconen en bijbehorende overwegingen zijn besproken in het consortiumoverleg. Vervolgens is besloten een aantal invalshoeken en varianten verder uit te werken voor de afweging in stap 3.

2.4 **Stap 3: Afweging herinrichting**

Hoewel uit de verontreinigingssituatie en het vrijwel ontbreken van risico's op de locatie bleek dat sanering voorafgaande aan groene inrichting niet noodzakelijk is, zijn de mogelijkheden voor kwaliteitsverbetering uitgebreid bekeken. Het verbeteren van de kwaliteit van de baggerspecie door het toepassen van biologische saneringstechnieken was immers een van de doelstellingen van het project. De saneringstechnieken zijn beoordeeld op toepasbaarheid en op te leveren rendement voor de pilotlocatie.

Vervolgens is een inrichtingsvariant uitgewerkt waarbij vermindering van de ecologische risico's centraal staat.

Tot slot is een inrichtingsvorm uitgewerkt waarbij de ecologische potenties die reeds op de locatie aanwezig zijn verder worden benut. Tevens worden in deze inrichtingsvorm de aspecten kwaliteitsverbetering van de baggerspecie en vermindering van de risico's meegenomen.

Aan de hand van de geschetste mogelijkheden voor groene inrichting en extensief beheer op de pilotlocatie is vervolgens door het consortium een keuze gemaakt voor de inrichtingsvariant waarbij de ecologische potenties en het verhogen van de natuurwaarden leidend zijn. Het inrichtings- en beheerplan voor deze variant is in stap 4 uitgewerkt.

2.5 **Stap 4: Ontwerp herinrichting en beheer en inrichting van de pilotlocatie**

De gekozen variant is uitgewerkt in een concreet inrichtings- en beheerplan voor de locatie. Het inrichtingsplan is opgesteld in een aantal stappen, waarbij elke stap een meerwaarde oplevert ten opzichte van de vorige stap. Zo ontstaat een veelheid aan inrichtingsmogelijkheden die begint bij de autonome ontwikkeling van het gebied, tot een gestuurde en geïntegreerde ontwikkeling van het gebied als ecologische zone in het havengebied. Vervolgens is een overzicht opgesteld van de kosten die gepaard gaan met de inrichting. In het kostenoverzicht wordt dezelfde indeling in stappen aangehouden. Ten slotte zijn beheer- en monitoringsmaatregelen beschreven.

Op termijn zal de Driehoek Rozenburg mogelijk geheel of gedeeltelijk in gebruik genomen worden voor de aanleg van de Blankenburgtunnel. Tot de definitieve inrichting gerealiseerd wordt, heeft het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam ervoor gekozen om het gebied als proeflocatie te gebruiken voor het realiseren van een ecologische inrichtingsvariant en het daarbij volgen van de natuurontwikkeling. Mocht (een deel van) de locatie in een later stadium alsnog nodig zijn voor de Blankenburgtunnel of hieraan gerelateerde ontwikkelingen, dan zullen bij de definitieve inrichting de gerealiseerde natuurwaarden zoveel mogelijk intact worden gelaten.

2.6 **Stap 5: Voorbereiding retrospectief onderzoek**

De doelstelling van fase 2 is het karakteriseren van een aantal baggerspecielocaties en het onderzoeken van de veronderstelde relaties uit fase 1. Door meerdere locaties, met verschillende ouderdom, verschillende herkomst, verschillende verontreinigingen en die zich in verschillende ontwikkelingsstadia bevinden, bij het onderzoek te betrekken kan het lange termijn gedrag van verontreinigingen en de ecologische ontwikkeling worden vastgesteld als functie van type verontreiniging, beheer en tijd. Met deze kennis kunnen vervolgens de mogelijkheden voor kwaliteitsverbetering van specie en groene inrichting van baggerspecielocaties worden gekarakteriseerd.

Een eerste inventarisatie van mogelijke onderzoekslocaties voor fase 2 is uitgevoerd aan de hand van overleg met het consortium, gesprekken met de afdeling Milieubeleid van de Gemeente Rotterdam, het doornemen van het BIO-baggerrapport en een veldverkenning van een aantal baggerspecielocaties in het Rijnmondgebied. Daarnaast zijn baggerspecielocaties elders in Nederland geïnventariseerd. Benaderde instanties zijn onder andere provincies, gemeenten, waterschappen, hoogheemraadschappen, Dienst Landelijk Gebied en Staatsbosbeheer.

HOOFDSTUK 3

RESULTATEN STAP 1

Aangezien er een duidelijke onderverdeling is aan te geven tussen de resultaten van stap 1 (karakterisatie nulsituatie) en de vervolgstappen 2 tot en met 5 zijn de resultaten van beide onderdelen in aparte hoofdstukken weergegeven. In dit hoofdstuk worden de resultaten van stap 1 weergegeven. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de resultaten geëvalueerd en wordt aangegeven welke gevolgtrekkingen voor de invulling van de volgende stappen worden gedaan. In hoofdstuk 5 worden vervolgens de resultaten van de stappen 2 tot en met 5 beschreven.

3.1 Karakterisatie nulsituatie

De 1e pijler van het onderzoek is uitgevoerd op de pilotlocatie Rozenburg. Deze locatie is gelegen ten zuiden van Rozenburg en ten oosten van de Brittaniëhaven, ingesloten door de rijksweg A15/N15, de Europaweg en de Botlekweg (figuur 2).



Fig. 2. Vogelvluktopname Driehoek Rozenburg.
(foto: Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland)

Historie

Tot aan het begin van de jaren '60 was de locatie en de omgeving ervan een polder-gebied met dijken en enige grote boerderijen en later lintbebouwing. De oude structuur is verdwenen toen vanaf begin jaren '60 het gebied in ontwikkeling werd gebracht. In verschillende fasen is een laag (voornamelijk) baggerspecie (afkomstig uit nieuwe kanalen en havens) van 5-6 meter dikte opgebracht; dit gebeurde vaak door middel van opspuiten in vakken. Later is een zandlaag opgebracht met een variërende dikte van 0-1 m. Het projectgebied is in 2 fasen opgespoten: het oostelijk deel in 1961, het westelijk deel in 1966.

Vanaf de start van de ontwikkeling van het gebied ontstonden er industrie en haven-activiteiten rondom het projectgebied; het projectgebied zelf werd ingesloten door grote wegen en, aan de noord en oostzijde, door een belangrijke leidingstraat van het Europoort-Botlekgebied.

Het projectgebied is voor verschillende, doch niet eenduidige doeleinden gebruikt; zo heeft er in de jaren '70 op het oostelijk gedeelte een gronddepot gelegen en heeft er aan de noordwestzijde in de jaren '80 een zelftankstation gestaan. Regelmatig is er op het centrale deel van de locatie grond en puin gestort en verwijderd, met name eind jaren '90 in het kader van de verlegging van de A15 ten behoeve van het Blankenburgtunnel-project. Uiteindelijke functie van de locatie is een bufferfunctie voor het afstromende regenwater van de omliggende infrastructuur.

Chemische karakterisatie

Uit de eerste veldwerkronde is gebleken dat op de locatie een afdeklaag aanwezig is die in dikte varieert van 0,5 tot 1,5 m dik. Daaronder bevindt zich een circa 5 m dikke baggerspecielaag. Het chemisch onderzoek heeft zich met name gericht op de baggerspecielaag en in mindere mate op de afdeklaag.

In eerste instantie is op basis van de pH-, EC- en Eh-bepalingen een selectie gemaakt van bodemonsters voor uitgebreid chemisch onderzoek.

In figuur 3 is het verloop van deze parameter naar de diepte toe weergegeven.

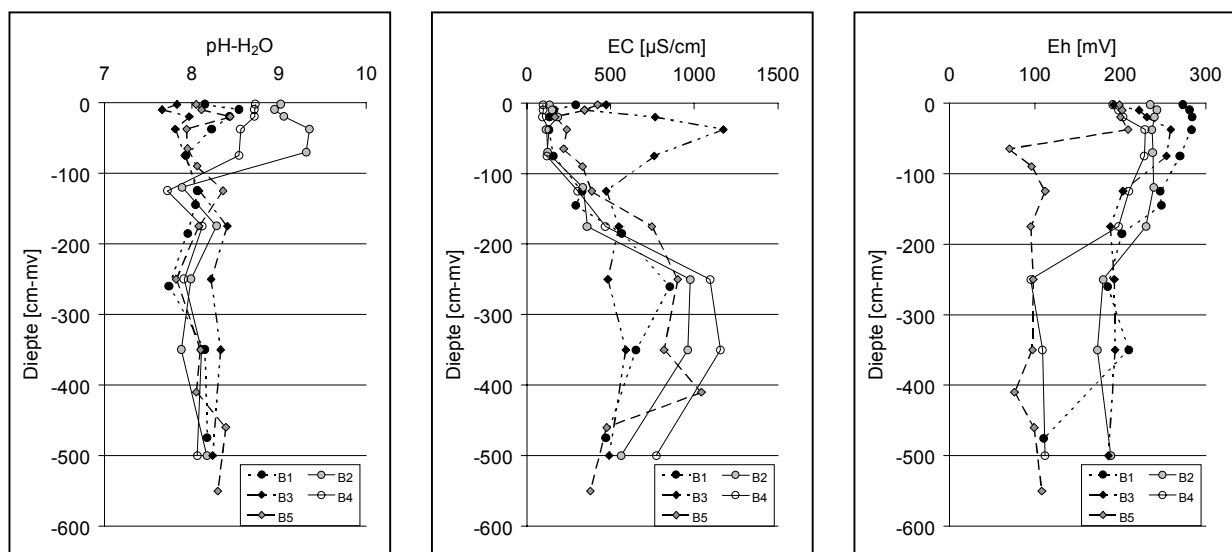


Fig. 3. Verloop van pH (zuurgraad), EC (geleidingsvermogen) en redoxpotentiaal naar de diepte.

Uit de resultaten van de analyses op een breed chemisch pakket blijkt dat de bagger-specie matig tot sterk is verontreinigd met zware metalen, PAK, minerale olie en drins. De verontreinigingen komen homogeen verspreid voor. De baggerspecielaag is afgedekt met een relatief schone zandlaag. Door de aanwezigheid van deze afdeklaag bevindt de baggerspecie zich onder zuurstofarme omstandigheden en is de bagger nauwelijks gerijpt. De bagger bevat een relatief hoog gehalte aan sulfide. Onder zuurstofrijke omstandigheden wordt sulfide omgezet in sulfaat waarbij, afhankelijk van het kalkgehalte de pH kan dalen. Dit kan weer tot gevolg hebben dat zware metalen worden gemobiliseerd. Op de locatie Rozenburg heeft dit proces echter niet plaats-

gevonden. Gezien het hoge kalkgehalte in de baggerspecie is het ook niet aannemelijk dat de pH in de toekomst zal dalen.

Uitloogonderzoek

In figuur 4 zijn de berekende emissies van de beschikbaarheidsproeven (totaal beschikbare gehalten) weergegeven ten opzichte van de pH van het extract.

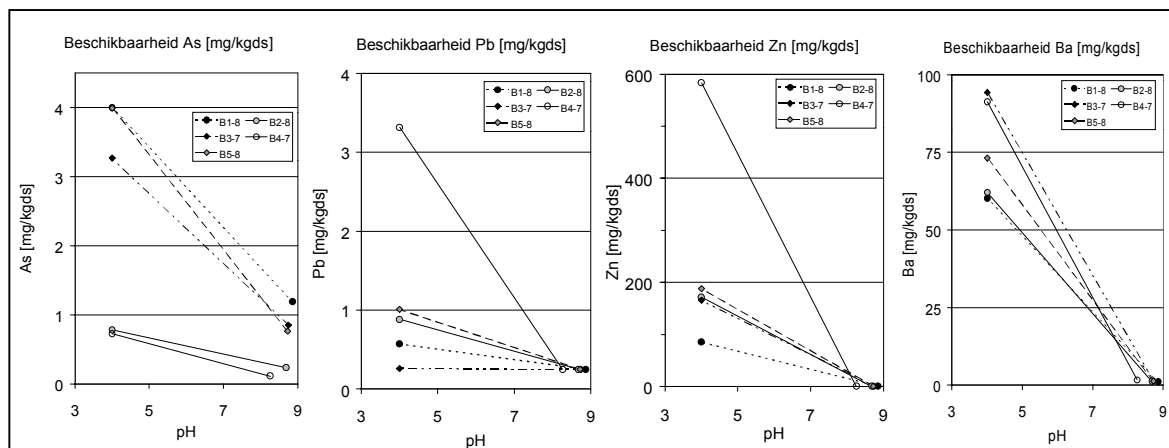


Fig. 4. Beschikbaarheid zware metalen bij pH van de baggerspecie en bij pH=4.

Om een idee te krijgen van de uitgeloopte hoeveelheid bij de CEN-test (schudtest om de in het veld beschikbare fracties te benaderen) zijn deze hoeveelheden vergeleken met de uitloognorm die voor een categorie-1 bouwstof van het Bouwstoffenbesluit. Uit deze vergelijking blijkt dat de uitgeloopte concentraties lager liggen dan de uitloognorm.

Uit het uitloogonderzoek is gebleken dat onder de huidige omstandigheden uitloging nauwelijks plaatsvindt. De beschikbaarheid van metalen zal echter sterk toenemen bij lagere pH-waarden. Het is echter onwaarschijnlijk dat de baggerspecie snel zal verzuren indien het in contact wordt gesteld met de atmosfeer. Er is namelijk een grote buffercapaciteit aanwezig in de vorm van kalk. De uitloging onder anaërobe en aërobe omstandigheden ontlopen elkaar niet veel.

Biologische afbraakpotentie

Op grond van een redoxkarakterisatie in het veld wordt verwacht dat de organische verontreiniging van minerale olie en PAK in de baggerspecielaag onder de huidige sterk gereduceerde (zuurstofarme) omstandigheden persistent is en dat natuurlijke afbraak niet of nauwelijks optreedt. Middels aërobe afbraaktesten is onderzocht of afbraak van olie en PAK gestimuleerd kan worden door toevoeging van zuurstof. Over de afbraak van drins onder de heersende anaërobe condities is weinig bekend maar verwacht wordt dat reductieve dechlorering een rol kan spelen. Middels anaërobe afbraaktesten is onderzocht of dit proces op de locatie optreedt. Aërobe afbraak van drins wordt niet verwacht.

Aërobe en anaërobe afbraaktesten waarbij afbraak door locatie-eigen bacteriën wordt gestimuleerd hebben uitgewezen dat gestimuleerde aërobe afbraak van minerale olie wel mogelijk is maar dat dit een zeer langzaam proces is. Aërobe afbraak van PAK bleek niet aantoonbaar. Voor het optreden van anaërobe biologische afbraak van drins zijn geen aanwijzingen gevonden. Eveneens zijn, geheel volgens de verwachting, geen aanwijzingen gevonden voor de anaërobe afbraak van PAK en minerale olie.

Ecologische risicobeoordeling





Om het risico van doorvergiftiging van zware metalen te bepalen is de bioaccumulatie in regenwormen, wilgenschors en duindoornbessen afkomstig van de locatie bepaald. Bioaccumulatie is de verhouding van de concentratie van een stof in een organisme en de concentratie van die stof in het omringend milieu, in dit geval de bodem. Gebleken is dat zware metalen niet of nauwelijks accumuleren in wilgenschors en duindoornbessen. Er treedt in regenwormen wel bioaccumulatie op van voornamelijk cadmium en zink, en in sommige monsters ook koper. Hierdoor bestaat er een risico voor doorvergiftiging naar wormenetende organismen.

Met behulp van bioassays zijn geen aanwijzingen gevonden voor het optreden van toxiciteit in de baggerspecie van de locatie Rozenburg, ondanks de aanwezige verontreiniging. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door de geringe biologische beschikbaarheid van de verontreinigingen zoals eerder aangetoond in de afbraaktesten en uitlogingsexperimenten.

Omdat op de locatie Rozenburg een deklaag aanwezig is, is in wezen het effect van de deklaag op de aanwezige ecologie bepaald, en niet het effect van de verontreinigde baggerspecie. Uit de nematoden- en regenwormeninventarisaties is gebleken dat de populaties meer last hebben van de fysische verstoring (puinverharding en hoge grondwaterstand) dan van de verontreinigingsgraad.

In tabel 1 wordt een samenvatting gegeven van de resultaten van de ecologische risicobeoordeling.

Hierbij worden de volgende beoordelingen gehanteerd:

Kleur	Mate van effect	Chemische verontreinigingsgraad
	- positief effect	n.v.t.
	geen negatief effect	lager dan T-waarde
	+ matig negatief effect	overschrijding T-waarde
	++ sterk negatief effect	overschrijding I-waarde

n.b.
1 Niet bepaald
De ligging van de monsterpunten B1 t/m B5 is weergegeven in figuur 5. Voor de veldinventarisaties is de toplaag van afdeklaag (a) op de monsterpunten onderzocht, dus niet de dieper gelegen baggerspecielaag (b)

Tabel 1. Samenvatting resultaten ecologische risicobeoordeling Rozenburg.

Parameter	Eenheid	Monster ¹ (gesitueerd in de afdeklaag (a) of baggerspecielaag (b))						
		B1-3 a	B1-8 b	B2-7 b	B3-3 a	B3-6 b	B4-6 b	B5-5 b
<i>Milieuchemie</i>								
Arseen	Mg/kg ds	11	46	16	8,8	15	23	42
Barium	Mg/kg ds	100	420	200	66	130	200	370
Zink	Mg/kg ds	160	620	190	82	200	270	500
Minerale olie	Mg/kg ds	< 25	2700	1100	< 25	3100	48	850
Aldrin	Mg/kg ds	n.b.	44	n.b.	n.b.	5,9	n.b.	n.b.
Isodrin	Mg/kg ds	n.b.	15	n.b.	n.b.	5,5	n.b.	n.b.
<i>Bioaccumulatie</i>								
<i>Duindoornbessen</i>								
Arseen	Mg/kg ds	n.b.	n.b.	n.b.	< 1	n.b.	n.b.	n.b.
Cadmium	Mg/kg ds	n.b.	n.b.	n.b.	< 1	n.b.	n.b.	n.b.
Zink	Mg/kg ds	n.b.	n.b.	n.b.	< 1	n.b.	n.b.	n.b.
<i>Wilgenschors</i>								
Arseen	Mg/kg ds	9	n.b.	n.b.	< 1	n.b.	n.b.	< 1
Cadmium	Mg/kg ds	4	n.b.	n.b.	2	n.b.	n.b.	3
Zink	Mg/kg ds	2	n.b.	n.b.	2	n.b.	n.b.	1
<i>Regenwormen</i>								
Arseen	Mg/kg ds	1	n.b.	< 1	n.b.	n.b.	< 1	< 1
Cadmium	Mg/kg ds	24	n.b.	46	n.b.	n.b.	47	9
Koper	Mg/kg ds	< 1	n.b.	< 1	n.b.	n.b.	1,5	< 1
Zink	Mg/kg ds	6	n.b.	15	n.b.	n.b.	11	2
<i>Toxicologie</i>								
Microtox		n.b.			n.b.			
<i>Slatest</i>								
Kieming		n.b.			n.b.			
Biomassa		n.b.	-		n.b.	++		
<i>Wormentest</i>								
Groei		n.b.			n.b.			
Reproductie		n.b.	++		n.b.	++		
Bait Lamina		n.b.	++		n.b.	++		
Veldinventarisaties van de toplaag								
<i>Nematoden</i>								
Aantal	(p. 100 g)			++	++			
MI (2-5)								
<i>Regenwormen</i>								
Populatieverdeling								
Leeftijdsopbouw								

Ecologische typering

Voor de ecologische typering van de locatie zijn 11 ecotopen onderscheiden. Per ecotoop zijn abiotische condities, kenmerken van de vegetatie en beheer beschreven. De ligging van de ecotopen is op de ecotopenkaart in figuur 5 weergegeven. De grootste oppervlakten worden bedekt door de ecotopen ruig grasland, wilgenstruweel, begroeid puin en kaal puin en ruig rietland. De ecologische kansen voor en dynamiek van het gebied hangen nauw samen met de omgeving. Het leefgebied van bijvoorbeeld vogels strekt zich over een groter gebied uit en de verspreiding van onder andere planten is, zeker bij een relatief klein gebied als de pilotlocatie, afhankelijk van de natuur in de omgeving. Welke betekenis het groen rond Rozenburg en de pilotlocatie voor elkaar kunnen hebben wordt bij de inrichtingsstudie nader bekeken.

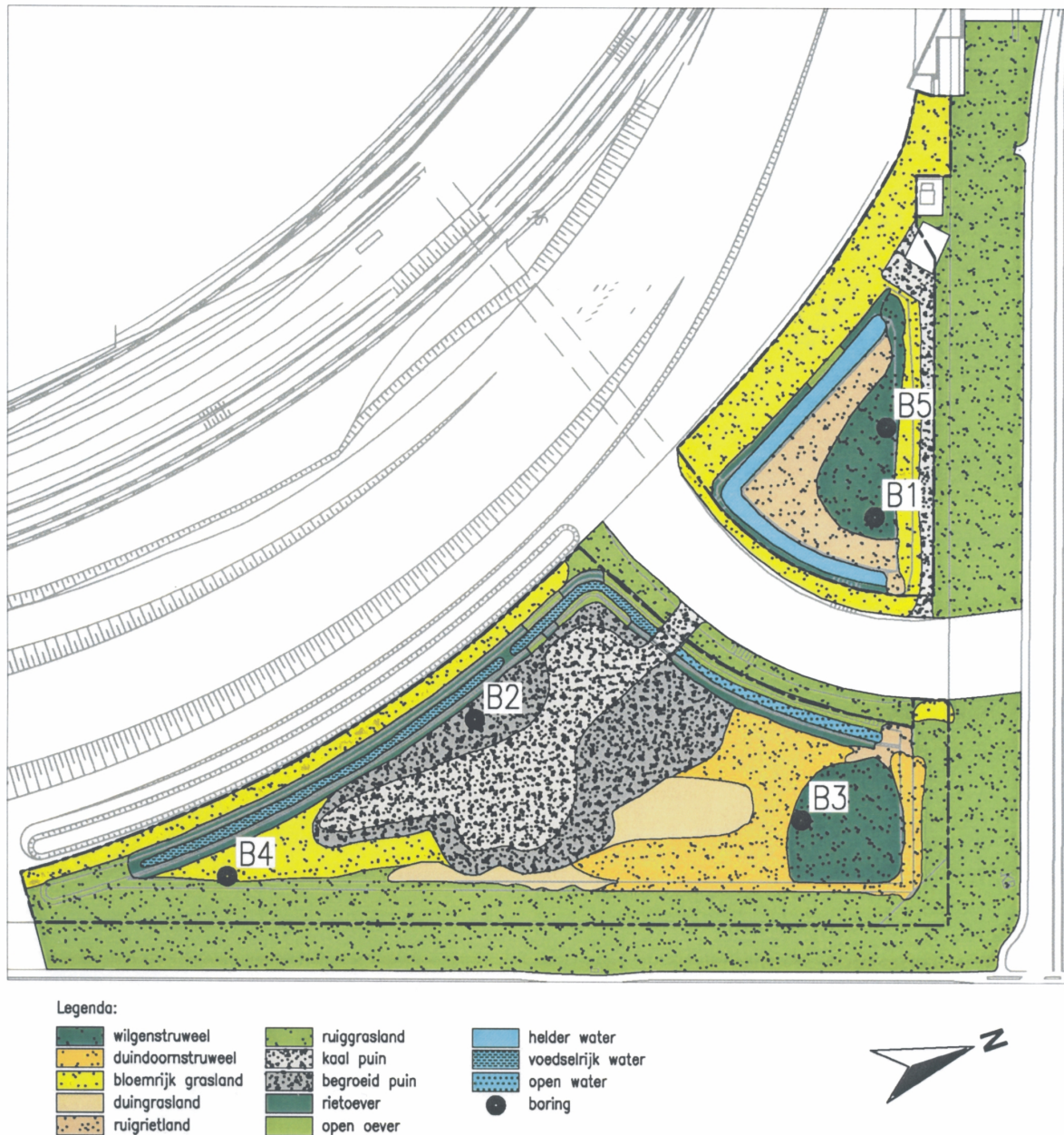


Fig. 5. Ecotopenkaart Driehoek Rozenburg met aanduiding van de monster-/boorpunten voor de chemische karakterisatie en de ecologische beoordeling.

EVALUATIE RESULTATEN STAP 1

4.1 Karakterisatie nulsituatie

Indien stimulatie van biologische afbraak van de verontreinigingen nagestreefd wordt, zal moeten worden gekozen voor een inrichtingsvariant waarbij de baggerspecie onder zuurstofrijke omstandigheden wordt gebracht. Stimulatie van afbraak zal echter alleen effect hebben op de verontreiniging met minerale olie. De overige verontreinigingen (PAK, drins, zware metalen) zullen in onveranderde concentratieniveaus aanwezig blijven. Bij het creëren van zuurstofrijke omstandigheden, door de baggerspecie bijvoorbeeld aan de oppervlakte te brengen of door persluchtinjectie, zullen rijpingsprocessen optreden waarbij tevens de pH kan dalen en zware metalen kunnen mobiliseren. Hoewel het door het hoge kalkgehalte niet aannemelijk lijkt, brengt dit wel een risico met zich mee.

Ecologische risico's zijn nauwelijks aangetroffen, alleen doorvergiftiging van zware metalen via wormen naar wormenetende organismen kan een risico vormen. Zowel de verontreinigingen met zware metalen als de verontreinigingen met organische verbindingen zijn in sterk gebonden vorm aanwezig en daardoor weinig biologisch beschikbaar. Dit maakt het moeilijk de gehalten aan deze verontreinigingen op natuurlijke wijze te doen afnemen maar het maakt het tevens onnodig aangezien toch geen noemenswaardige effecten optreden. Deze constatering zal richting gevend zijn bij het opstellen van mogelijke inrichtingsvarianten.

Aangezien de locatie reeds goede ecologische potenties heeft kan daar bij de groene inrichting, zonder ingrijpende maatregelen, goed bij worden aangesloten. Geconcludeerd kan worden dat, door het vrijwel ontbreken van ecologische risico's, groene inrichting van de locatie zeer goed mogelijk is zonder dat saneringsmaatregelen hoeven te worden getroffen. Het komen tot een groene inrichting is een van de doelstellingen van het onderzoek. Een andere doelstelling is het verbeteren van de kwaliteit van de baggerspecie door stimulatie van biologische afbraak te bewerkstelligen. Gekeken zou worden naar een inrichtingsvariant waarbij beide doelstellingen, indien mogelijk, zouden worden verwezenlijkt.

4.2 Evaluatie van de meetmethode en resultaten

De beoordeling van de gebruikte meetinstrumenten voor karakterisatie van baggerspecielocaties is samengevat weergegeven in tabel 2.

Uit de beoordeling van de gebruikte meetinstrumenten blijkt dat vrijwel alle meetmethoden een bruikbaar resultaat hebben opgeleverd. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat bij de karakterisatie van andere baggerspecielocaties in het vervolgonderzoek alle meetinstrumenten dienen te worden gebruikt. Uit kostenoverweging dient de inzet van meetinstrumenten echter te worden beperkt. Uit tabel 2 blijkt dat in een aantal gevallen de metingen kunnen worden vereenvoudigd door een aantal parameters weg te laten of het aantal analyses te verminderen. Verdere vereenvoudiging van de methodiek zal plaatsvinden in fase 2 van het onderzoek.

Tabel 2. Beoordeling gebruikte meetinstrumenten voor karakterisatie baggerspecielocaties.

Thema	Activiteit	Beoordeling			
		Bruikbaar resultaat pilotlocatie	Toepasbaarheid op andere locaties	Aanpassing gewenst	
Historisch onderzoek	Luchtfoto-interpretatie	+	+		
	Beoordeling onderzoeksrapporten	+	+		
	Interviews betrokkenen	+	+	Persoon dient langere tijd betrokken te zijn	
	WM-archiefonderzoek	-	+/-	Alleen bij voormalige industriële bestemming	
Chemische karakterisatie	pH, EC, Eh metingen in alle bodemlagen	+	+		Redoxpar., sulfide etc in ongeroerde monsters
	Analyse breed chemisch pakket	+	+		Aantal anorgan. parameters achterwege laten. Combineren met analyses veldkarakterisatie biol. afbraak
Uitloogonderzoek	Beschikbaarheidstest	+	+	Uitloogproeven eventueel achterwege laten	
	CEN test L/S=10	+	+	Bij hoog kalkgehalte	
	Modified Batch Equilibrium test	+	+		Uitvlakken baggerspecie voor intensiever contact
Biologische afbraakpotentie	Veldkarakterisatie	+	+		
	Batchproeven	+	+	Indien inzicht in potentie biorestauratie gewenst	
Ecologische risicobeoordeling	Bio-accumulatie	+	+		Minder analyses kan ontstaan. Locatiespecifiek
	Bio-assays	+	+/-	Afhankelijk van fysische omstandigheden	In SKB verband wordt gewerkt aan standaardisatie.
	Veldinventarisatie	+/-	+		Hierbij dient te worden aangesloten
Ecologische type-ring	Inventarisatie ecotopen	+	+		

- + beoordeling positief
- +/- beoordeling neutraal
- beoordeling negatief

RESULTATEN STAP 2 TOT EN MET 5

5.1 Stap 2: Bepalen mogelijkheden voor herinrichting en beheer

Bij het bepalen van de meest optimale inrichtingsvorm voor de locatie kunnen verschillende invalshoeken en beoordelingscriteria worden onderscheiden, namelijk:

- kosten;
- het verbeteren van de kwaliteit van de baggerspecie;
- het verminderen van de risico's;
- het verhogen van de natuurwaarden en leefbaarheid in het gebied.

Eenzijds moet bepaald worden aan welke criteria het meeste gewicht wordt toegekend, anderzijds moet worden bekeken wat praktisch mogelijk is op de pilotlocatie.

In eerste instantie zijn de inrichtingsvarianten vanuit de verschillende invalshoeken uitgewerkt in de vorm van iconen. De iconen worden hieronder weergegeven (figuur 6).

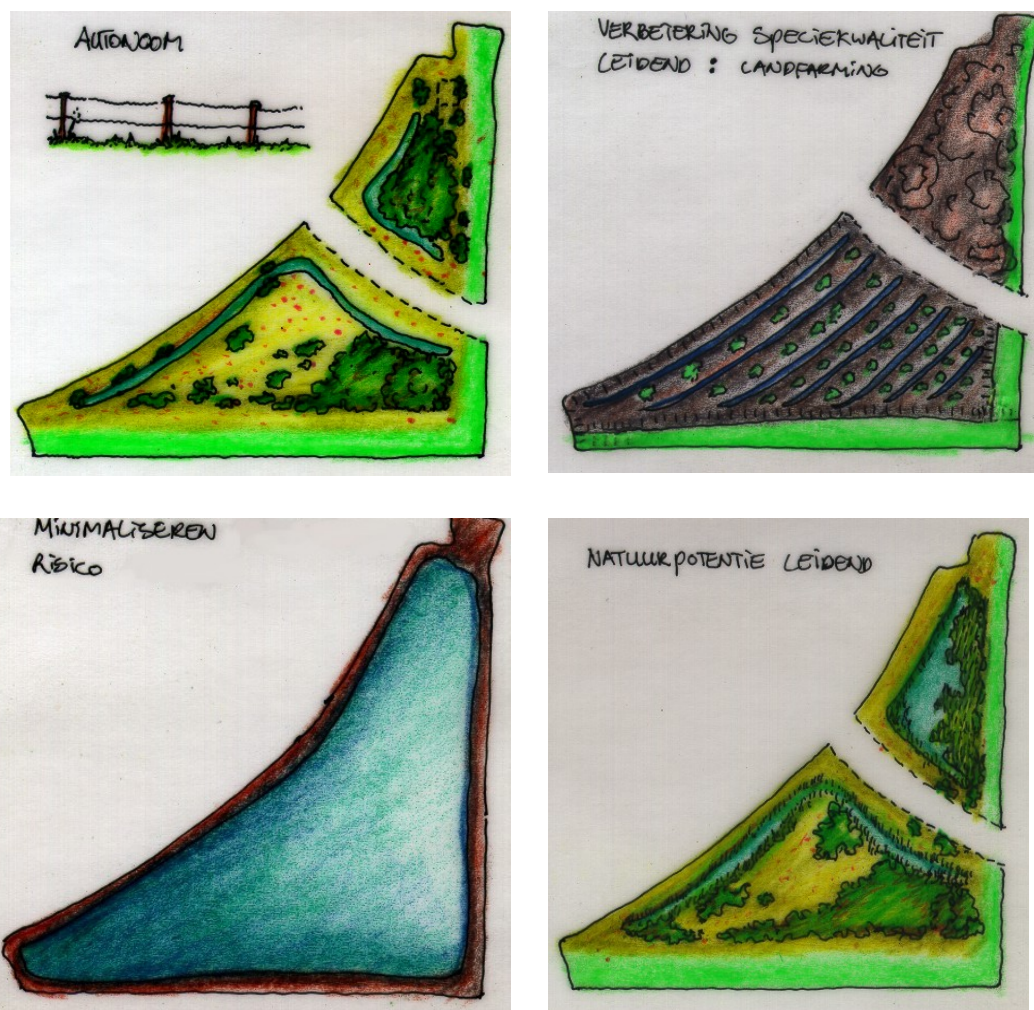


Fig. 6. Mogelijke inrichtingsvarianten vanuit verschillende invalshoeken.

Vanuit kostenoverwegingen is de variant “niets doen” het gunstigst (autonome ontwikkeling). Vanuit de wens de kwaliteit van de baggerspecie te verbeteren kan een variant worden uitgewerkt waarbij de afbraak van de verontreinigingen in de baggerspecie wordt gestimuleerd (landfarming). Door het creëren van een waterpartij op de locatie zullen regenwormen zich terugtrekken en kan het risico van doorvergiftiging via regenwormen worden tegengegaan (minimaliseren risico's). Het verhogen van natuurwaarden kan worden gerealiseerd door de ontwikkeling van bestaande vegetatietypen op de locatie te stimuleren en herkolonisatie van bepaalde gebiedsdelen actief te bevorderen (natuurpotentie leidend).

In de volgende paragraaf worden de mogelijkheden voor inrichting en de hierbij leidinggevende invalshoeken verder uitgewerkt. Tevens wordt daarbij gekeken naar haalbaarheid en te verwachten rendement. Dit resulteert in de keuze van een van de varianten.

5.2 Stap 3: Afweging herinrichting

Autonome ontwikkeling

Bij autonome ontwikkeling zal naar verwachting de milieuhygiënische kwaliteit van de specie slechts zeer langzaam verbeteren. Er worden geen maatregelen getroffen om eventuele doorvergiftigingsrisico's te minimaliseren. De ecologische potenties van het gebied worden niet ten volle benut doordat inrichtingsmaatregelen niet worden getroffen. Autonome ontwikkeling leidt niet tot onacceptabele risico's of onacceptabele groene inrichting en verdient daarmee de voorkeur boven sanering. Echter, risico's kunnen verder worden beperkt en groene inrichting verder gestimuleerd waardoor autonome ontwikkeling niet de meest geschikte variant is.

Verbeteren van de baggerspeciekwaliteit

Om de kwaliteit van de baggerspecie te verbeteren kunnen biologische sanerings-technieken worden toegepast. Deze technieken kunnen worden onderverdeeld in aërobe en anaërobe technieken.

Bij de aërobe technieken kan worden gedacht aan intensieve methoden waarbij actief zuurstof en warmte wordt toegevoegd en extensieve methoden in combinatie met energieteelt en phytoremediatie. Daarnaast bestaat ook de extensieve landfarm waarbij de baggerspecie naar de oppervlakte moet worden gehaald zodat de specie kan ontwateren en aëroob kan worden.

In de huidige situatie is de baggerspecie op de pilotlocatie anaëroob. Dit betekent dat minerale olie en PAK niet afgebroken kunnen worden en de zware metalen grotendeels zijn vastgelegd in metaalsulfiden. De OCB's (drins) kunnen mogelijk wel worden afgebroken door middel van reductieve dechlorering. Dit is echter een zeer langzaam proces dat voornamelijk wordt gedreven door de trage desorptie als gevolg van de sterke binding van OCB's aan de organische stof in de baggerspecie. Door de aanwezigheid van de deklaag en de omstandigheden op de locatie zijn geen extra ingrepen nodig om risico's te minimaliseren.

De beoordeling van de toepasbaarheid van de biologische saneringsmethoden op de locatie kan gebeuren aan de hand van 4 criteria:

1. De soort vervuiling die met de methode kan worden verwijderd moet overeenkomen met de soort vervuiling die risico's veroorzaakt op de pilotlocatie.
2. Het ruimtebeslag van de methode mag niet groter zijn dan de locatie zelf.
3. Effect van de ingreep op de huidige ecologie.
4. Op basis van de bovengenoemde criteria wordt beoordeeld of de methode geschikt is voor toepassing op de pilotlocatie.

In tabel 3 is de evaluatie van de biologische saneringsmethoden voor de pilotlocatie Rozenburg samengevat weergegeven.

Wanneer de criteria voor toepassing van biologische saneringsmethoden vergeleken worden met de karakteristieken van de pilotlocatie blijkt dat geen van de technieken op alle punten aansluit bij de omstandigheden op de locatie. Biologische sanering is daarom geen optie op de locatie Rozenburg. Er zullen andere inrichtings- en gebruiksvarianten moeten worden gebruikt om tot een goede inrichting te komen.

Tabel 3. Evaluatie biologische saneringstechnieken.

Methodes	Soort vervuiling	Ruimte beslag	Effect op huidige ecologie	Beoordeling geschiktheid pilotlocatie
Actieve zuurstoftoediening en toediening warmte	Mobiele (vluchtige), goed beschikbare organische stoffen (olie en PAK)	Even groot als locatie - groter dan locatie	Verstoring: aanleg van infrastructuur	Geen kwaliteitsverbetering baggerspecie te verwachten
Extensieve zuurstoftoediening in combinatie met energie teelt en fytoremediatie	Mobiele (vluchtige) goed beschikbare organische stoffen (olie en PAK) en zware metalen	Groter dan locatie	Vernietiging: wordt vervangen door wilgenteelt en monocultuur	Ruimtebeslag is groter dan locatie. Vergroting risico's door verspreiding van verontreiniging
Landfarm	Organische stoffen	Groter dan locatie	Vernietiging: de hele locatie wordt op de schop genomen	Ruimtebeslag is groter dan locatie. Vergroting risico's door verspreiding van verontreiniging
Huidige situatie (anaëroob)	Organische stoffen (OCB)	Even groot als locatie	Geen effecten	Op termijn geringe kwaliteitsverbetering. Geen andere negatieve effecten

Verminderen risico's

Voor het verminderen van ecologische risico's dient de inrichtingsvariant te zijn geënt op het voorkomen van blootstelling aan de verontreiniging. Op de locatie bleek met name bioaccumulatie van metalen in regenwormen op te treden. Indien als uitgangspunt gehanteerd wordt dat er niet wordt geschoven met de baggerspecie, aangezien dan de gehele bestaande ecologie teniet wordt gedaan, kunnen er 2 mogelijkheden worden onderscheiden om deze bioaccumulatie tegen te gaan:

1. Isolatie door middel van afdeklaag.
2. Isolatie door middel van verhogen waterpeil.

Het uitbreiden van de afdeklaag (optie 1) is vanuit het oogpunt van groene inrichting niet wenselijk. Het verhogen van het waterpeil kan daarentegen gunstig uitwerken op het beperken van ecologische risico's. Overigens moeten de geconstateerde ecologische risico's nog nader worden bekeken. Nagegaan moet worden of de geconstateerde accumulatie van metalen in regenwormen daadwerkelijk door de verontreinigingen in de baggerspecie wordt veroorzaakt of dat andere verontreinigingen (atmosferische depositie op de toplaag van de deklaag) de oorzaak is.

Benutten ecologische potenties

Uit de karakterisatie van de nul-situatie is geconcludeerd dat de verontreinigingssituatie op de locatie geen belemmering vormt om tot een groene inrichting te komen. Dit houdt in dat zonder het nemen van ingrijpende saneringsmaatregelen gekomen kan worden tot een inrichtingsvorm waarbij het benutten van de ecologische potenties en het verhogen van de natuurwaarden van de locatie centraal staan. Een mogelijke inrichtingsvorm vanuit dit perspectief wordt onderstaand beschreven. De gesignaleerde (geringe) doorvergiftigingsrisico's worden hierbij onderkend. De inrichting mag de verspreiding van stoffen in ieder geval niet bevorderen.

Bij deze inrichtingsvariant is uitgegaan van een streefbeeld waarbij natuurlijke potenties leidend zijn en dat past in de omgeving. Om de natuurlijke potenties tot uitdrukking te brengen moet worden aangesloten bij de min of meer natuurlijke ontwikkeling die in delen van het terrein spontaan hebben plaats gevonden. De pilotlocatie ligt midden in het deltagebied. Als onderdeel van het deltagebied kunnen voor de locatie natuurlijke referentiebeelden van zoet tot brakke moerassen semi-natuurlijke graslanden en duin-vegetaties worden genoemd. Variatie in het gebied is gewenst. Daarom wordt ingezet op een combinatie van open en gesloten terreindelen, met een groter areaal water dan nu het geval is. Het ontwerp zal bestaan uit een reeks maatregelen die op elkaar aansluiten. Het zijn verschillende stappen op weg naar een optimale ecologische inrichting.

De 1^e stap zal zijn het verwijderen van materialen op de locatie die de natuurlijke ontwikkeling belemmeren. Hierbij moet worden gedacht aan het verwijderen van puinverharding, bebouwing en op het terrein opgeslagen materialen. Op termijn kan ook de verbindingsweg naar de A15, die het gebied doorsnijdt worden verwijderd. Vervolgens kan het reliëf worden aangepast waardoor het gebied weer 1 geheel vormt en het natuurlijke karakter wordt versterkt. Door de drempelhoogte voor de waterafvoer te verhogen kan het gebied natter worden gemaakt dan het nu is. In de noordoosthoek zal dit leiden tot een vergroot oppervlak dat permanent onder water staat. Door de oevers van de sloten flauwer te maken kan het areaal voor oeverplanten die karakteristiek zijn voor het deltagebied worden uitgebreid. De watergebonden natuur kan hierdoor worden versterkt. In delen van het gebied die bij de herinrichting worden vergraven kan de herkolonisatie van vegetatietypen worden bevorderd door het actief verspreiden van soorten. Dit kan gebeuren in de vorm van verspreiden van maaisel uit de omgeving en het planten van wilgenstaken.

Keuze inrichtingsvariant

Aan de hand van de geschetste mogelijkheden voor groene inrichting en extensief beheer op de pilotlocatie is door het consortium een keuze gemaakt voor de inrichtingsvariant waarbij de ecologische potenties en het verhogen van de natuurwaarden leidend zijn. De verontreinigings situatie op de locatie vormt hierbij geen belemmering. Gebleken is dat een inrichtingsvorm gebaseerd op biologische saneringstechnieken voor de locatie geen goede optie is. Het verminderen van de risico's op doorvergifting wordt in de gekozen variant wel meegenomen.

De gekozen variant is in stap 4 verder uitgewerkt tot een concreet inrichtings- en beheerplan voor de locatie.

5.3 Stap 4: Ontwerp herinrichting en beheer en inrichting van de pilotlocatie

Inrichting- en beheerplan, een ontwerp in stappen

In figuur 7 zijn de verschillende gebieden aangegeven waar de maatregelen op de locatie betrekking op hebben.

De kern van het groene ontwerp voor de pilotlocatie bij Rozenburg is een reeks van maatregelen die op elkaar aansluiten. Het zijn verschillende stappen op weg naar een optimale ecologische inrichting. Bij de feitelijke inrichting van het gebied kunnen één of meer stappen worden genomen waarbij elke stap een meerwaarde oplevert ten opzichte van de vorige stap. Zo ontstaat een veelheid aan inrichtingsvarianten die begint bij de autonome ontwikkeling van het gebied, tot een gestuurde en geïntegreerde ontwikkeling van het gebied als ecologische zone in het havengebied.

Het inrichtingsplan bestaat uit de volgende stappen:

1. Grote opruiming
Het verwijderen van puin, achtergebleven materialen, verhardingen en bebouwingen. Deze materialen remmen de ontwikkeling van het gebied.
2. Informatie over het gebruik van het gebied
Om de functieverandering van het gebied duidelijk gestalte te geven moet de nieuwe functie van het gebied en de plannen die ervoor gemaakt zijn worden uitgedragen. Hiervoor zal bij het gebied een informatiepaneel worden geplaatst.
3. Aanpassen reliëf
Bij het verwijderen van de verbindingsweg naar de A15 kan het oude talud worden uitgeschoven zodat het aansluit bij de terreindelen aan beide zijden van de weg. Het gebied vormt dan weer een geheel. Door geleidelijke overgangen tussen drogere en nattere delen van het terrein te maken, worden goede uitgangsmilieus gecreëerd voor verschillende vegetatietypen.
4. Waterrijk gebied
Door de drempelhoogte voor de waterafvoer te verhogen, kan het gebied natter worden gemaakt dan het nu is. Vooral in de noordoosthoek van het gebied zal dit leiden tot regelmatige inundaties van de laagste delen van het gebied. Hierdoor ontstaan gunstige uitgangssituatie voor oevervegetaties. Het open water oppervlak neemt toe waardoor gemeenschappen van (licht brakke) water meer kansen krijgen, bovendien worden hierdoor de risico's van doorvergiftiging gereduceerd.
5. Versterken van watergebonden natuur
De traditioneel ingerichte sloten met smalle en steile oeverzones worden aangepast. Door de oevers flauwer te maken en een deel van de duikers te vervangen door open water vindt een grote uitbreiding van het areaal van oeverplanten plaats die karakteristiek zijn voor het delta-gebied. Vooral vegetatietypen die bij een zwak brak watertype horen kunnen zich ontwikkelen.
6. Versnellen kolonisatie
Bij uitvoering van de vorige stappen wordt een deel van het gebied vergraven. De bestaande vegetatie verdwijnt hierbij. De herkolonisatie van het gebied kan actief worden bevorderd door staken van wilgen te planten en maaisel van de bermen en de leidingstrook te verspreiden op de kale delen.
7. Integratie in ecologisch netwerk
De ecologische waarde van een geïsoleerd gebied als de pilotlocatie bij Rozenburg kan sterk worden vergroot door verbinding met andere groene gebieden. De groene strook aan de oostkant van Rozenburg kan worden verbonden met de driehoek. Ook de groene stroken langs de Nieuwe Waterweg kunnen in het ecologisch netwerk worden betrokken.

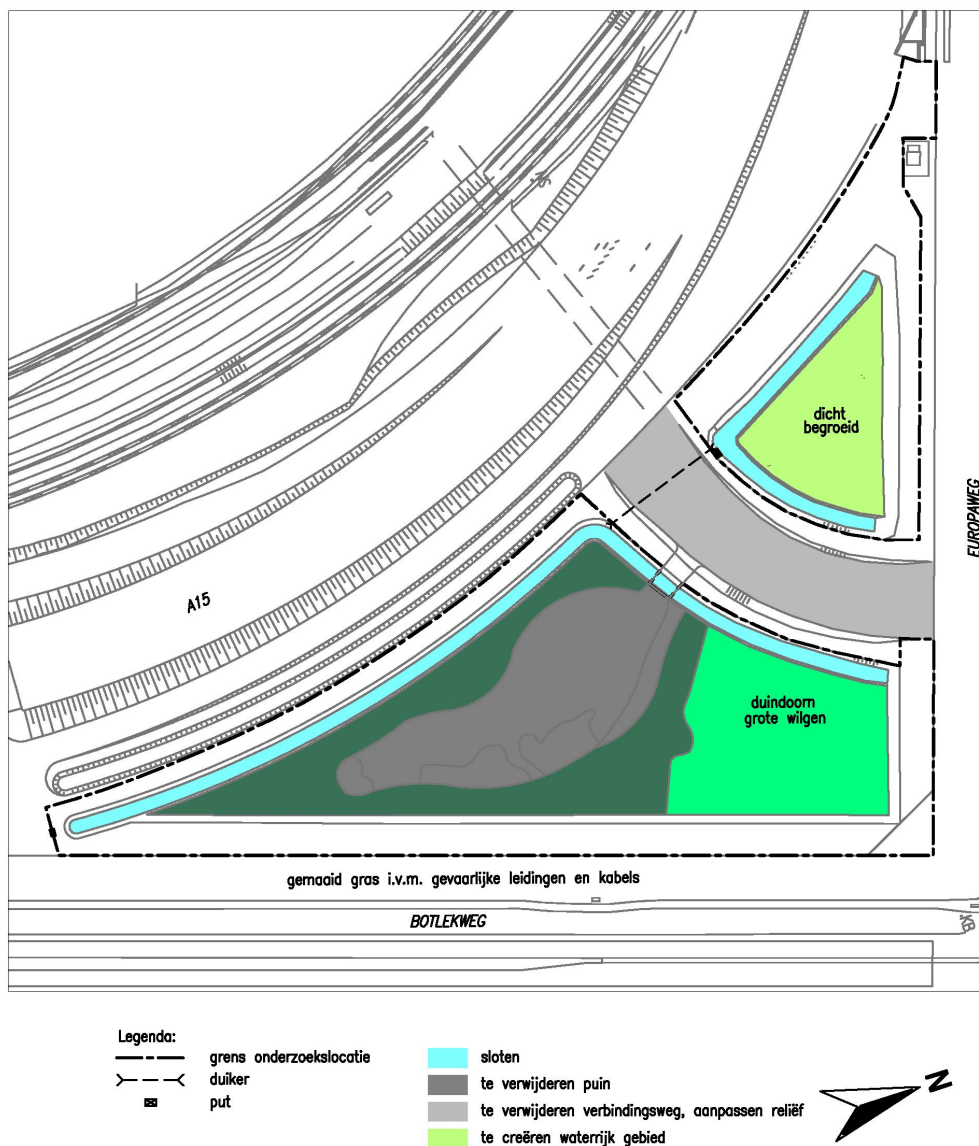


Fig. 7. Inrichtingsplan Driehoek Rozenburg.

Beheer- en monitoring

Na de groene inrichting van de pilotlocatie bij Rozenburg kan het gebied niet volledig aan zichzelf worden overgelaten. Het blijft noodzakelijk periodiek enkele beheermaatregelen te nemen. Daarnaast is het noodzakelijk de mogelijke verspreiding van stoffen en de effecten van het beheer te monitoren.

Onder de beheermaatregelen vallen het maaien van het grasland op de locatie (eens per jaar) en het schonen van de sloten (eens per 3 tot 5 jaar). Bij het schonen van de sloten mag bij elke schoningsronde slechts een kant van de sloot worden meegenomen om herkolonisatie van de ongemaaide kant naar de gemaaide kant mogelijk te maken.

Monitoring zal bestaan uit het monitoren van verspreiding van stoffen naar het oppervlaktewater en het monitoren van de resultaten van het beheer. Gedurende enkele jaren (circa 5 à 10 jaar) moeten jaarlijks enkele oppervlaktewatermonster worden onderzocht op zware metalen om te kij-

ken of de metalen vanuit de bodem in de waterpartij terecht komen. Wanneer de concentraties in het oppervlaktewater binnen de pilotlocatie boven de achtergrondgehalten in de omgeving komen moet worden onderzocht of daadwerkelijk effecten optreden in het aquatische ecosysteem en of er sprake is van doorvergiftiging in de voedselketen. Zo'n 5 jaar na inrichting van het gebied moet worden onderzocht of inrichtings- en beheermaatregelen hebben geleid tot de gewenste ontwikkeling. Hierbij kan gedacht worden aan een nieuwe ecotopen kartering.

5.4 Stap 5: Voorbereiding retrospectief onderzoek

De doelstelling van fase 2 is het karakteriseren van een aantal andere baggerspecielocaties en het onderzoeken van de veronderstelde relaties uit fase 1. Door meerdere locaties, met verschillende ouderdom, verschillende herkomst, verschillende verontreinigingen en die zich in verschillende ontwikkelingsstadia bevinden, bij het onderzoek te betrekken kan het lange termijn gedrag van verontreinigingen en de ecologische ontwikkeling worden vastgesteld als functie van type verontreiniging, beheer en tijd. Met deze kennis kunnen vervolgens de mogelijkheden voor kwaliteitsverbetering van specie en groene inrichting van baggerspecielocaties worden gekarakteriseerd.

Een 1^e inventarisatie van mogelijke onderzoekslocaties voor fase 2 is uitgevoerd aan de hand van overleg met het consortium, gesprekken met de afdeling Milieubeleid van de Gemeente Rotterdam, het doornemen van de BIO-bagger en een veldverkenning van een aantal baggerspecielocaties in het Rijnmondgebied. Daarnaast zijn potentiële probleemhebbers van baggerspecielocaties elders in Nederland geïnventariseerd. Benaderde instanties zijn onder andere provincies, gemeenten, waterschappen, hoogheemraadschappen, Dienst Landelijk Gebied, Staatsbosheer. Bij het concreet zoeken naar deelnemende partijen met geschikte onderzoekslocaties voor fase 2 van het onderzoek is de huidige en toekomstige bestemming van baggerspecielocaties van groot belang. Een groot aantal beheerders/eigenaren bleek enthousiast over het project maar had op dat moment geen locaties in gedachte waar op niet al te lange termijn een groene (her)inrichting tot de mogelijkheden behoorde. Het zoeken was naar bagger-specielocaties waar groene inrichting in de toekomstige bestemming past.

Uiteindelijk zijn door 4 partijen geschikte onderzoekslocaties aangedragen. Het betreft 2 locaties in het Rijnmondgebied, te weten het recreatiegebied 'Oeverbos' te Vlaardingen en de locatie 'Hartelmond' te Rotterdam, en 2 locaties in het midden en oosten van Nederland.

In tabel 4 zijn de locatiekarakteristieken samengevat weergegeven. Tevens zijn de karakteristieken van de pilotlocatie Rozenburg opgenomen ter vergelijking.

Tabel 4. Overzicht onderzoekslocaties.

Locatie	Eindgebruiker	Herkomst	Leeftijd in jaren	Deklaag
Driehoek Rozenburg (pilot)	Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam	Rotterdamse havens	35-40	Ja
Oeverbos	Recreatieschap Midden Delfland	Rotterdamse havens	35-40	Nee
Hartelmond	Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam	Rotterdamse havens	20 en 30-43	Ja
Rijnsoever	Waterschap Rijn en IJssel	Rijn/Waal	10	Nee
Landgoed de Twickel	Waterschap Regge en Dinkel	Beken	<5	Nee

HOOFDSTUK 6

CONCLUSIES

6.1 Conclusies ten aanzien van karakterisatie pilotlocatie 'Driehoek Rozenburg'

Eén van de belangrijkste conclusies ten aanzien van de pilotlocatie Rozenburg is het feit dat de biologische beschikbaarheid van de in de baggerspecie aanwezige verontreinigingen zeer gering is. Hierdoor treden er vrijwel geen ecotoxicologische risico's op en bestaat er geen risico op verspreiding van de verontreiniging via grond- of oppervlaktewater.

De pilotlocatie Rozenburg is een relatief oude baggerspecielocatie. De conclusies met betrekking tot de geringe biologische beschikbaarheid van de verontreinigingen en daarmee eveneens een zeer geringe afbraakpotentie, zijn mogelijk specifiek voor oudere baggerspecielocaties. Om dit verder te onderzoeken dient in het vervolgonderzoek minimaal één baggerlocatie van jongere leeftijd te worden meegenomen. Tevens kan het bufferende vermogen van het kalkgehalte (mariene herkomst) en de aanwezigheid van een afdeklaag op de pilotlocatie een rol spelen bij de biologische beschikbaarheid. In fase 2 dienen daartoe tevens locaties zonder afdeklaag en met slib van niet-mariene herkomst te worden onderzocht.

Uit de beoordeling van de gebruikte meetinstrumenten op de pilotlocatie blijkt dat vrijwel alle meetmethoden een bruikbaar resultaat hebben opgeleverd. Uit kostenoverwegingen dient de inzet van meetinstrumenten echter te worden beperkt. In een aantal gevallen kunnen metingen worden vereenvoudigd door een aantal parameters weg te laten of het aantal analyses te verminderen. Samenvattend worden de volgende aanpassingen voorgesteld.

Het historisch onderzoek bleek een geschikt onderzoeksinstrument voor het bepalen van de ophooggeschiedenis en ontwikkeling van de locatie maar kan worden vereenvoudigd. Gebleken is dat de meeste relevante informatie uit onderzoeksrapporten is te halen. Het verzamelen van aanvullende informatie door interviews met betrokkenen en archiefonderzoek kost relatief veel tijd en levert slechts een geringe bijdrage aan het totaalbeeld.

De chemische karakterisatie bleek een geschikt onderzoeksinstrument en gaf voldoende inzicht in de verontreinigingssituatie. De metingen kunnen echter worden vereenvoudigd door het achterwege laten van een groot aantal anorganische parameters die niet noodzakelijk bleken voor de beoordeling.

Het uitloogonderzoek voor anorganische verbindingen was essentieel in de beoordeling en van de drie geteste methoden is er één geselecteerd voor verdere toepassing. Met deze test (NEN 7341) wordt de maximaal beschikbare fractie gemeten. De methode voor het bepalen van biologische beschikbaarheid van organische verbindingen in fase 1 bleek geen geschikt meetinstrument te zijn. Intussen is een nieuwe methode beschikbaar gekomen, een door Rijkswaterstaat ontwikkelde en beproefde TENAX test, die in fase 2 kan worden ingezet in plaats van de in fase 1 toegepaste uitloogtest.

Onderzoek naar de biologische afbraakpotentie is een beproefde methode, maar is in dit kader alleen zinvol indien biologische sanering wordt overwogen. Daarom wordt voorgesteld de methode in fase 2 alleen uit te voeren als blijkt dat er sprake is van ecologische risico's op de locatie en ingrepen noodzakelijk zijn. Dit houdt in dat de veldkarakterisatie niet standaard zal worden uitge-

voerd maar alleen op die locaties waar dit na uitvoering van de TRIADE nodig blijkt of waar dit vanuit de opdrachtgever als gewenste combinatie met inrichting wordt aangegeven.

De TRIADE is een uitstekend instrument gebleken voor het in kaart brengen van de locatiespecifieke ecologische risico's. Andere onderzoekers (o.a. RIVM, RIZA) stemmen in met de opzet van de TRIADE. Deze opzet behoeft dan ook niet worden veranderd in fase 2. In aanvulling op het meetprogramma wordt voorgesteld een berekening van de Potentieel Aangetaste Fractie (PAF) te doen op basis van beschikbare chemische analyses die worden gecorrigeerd voor biologische beschikbaarheid. Dit is een bewerking die RIZA en RIVM standaard in de TRIADE uitvoeren.

De ecologische typering kan worden vereenvoudigd door met een snelle screening de huidige ecologische waardering voor de verschillende gebieden te geven.

6.2 Conclusies ten aanzien van inrichtingsmogelijkheden voor pilotlocatie

Vanuit een aantal verschillende invalshoeken zijn inrichtingsmogelijkheden voor de pilotlocatie bekeken. Hieruit blijkt dat biologische saneringsmethoden geen optie bieden om op de locatie te komen tot kwaliteitsverbetering van de baggerspecie. Ook varianten waarbij het verminderen van risico's centraal staat bieden op zich zelf staand niet de gewenste inrichtingsvorm. Bij een variant waarbij het benutten van de ecologische potenties en het verhogen van de natuurwaarden van de locatie centraal staan kunnen de eerste twee genoemde aspecten echter wel worden meegenomen. Deze laatst genoemde inrichtingsvorm krijgt dan ook de voorkeur. Op basis van een vergelijking van mogelijke inrichtingsvormen heeft het consortium dan ook gekozen voor deze laatste variant.

6.3 Conclusies ten aanzien van onderzoek naar en inrichtingsmogelijkheden voor andere baggerspecielocaties

Voor de pilotlocatie Rozenburg zijn een aantal belangrijke conclusies getrokken ten aanzien van de uitgangssituatie welke bepalend zijn voor de mogelijkheden voor (her)inrichting. Deze conclusies hebben betrekking op de geringe beschikbaarheid van de verontreinigingen en het vrijwel ontbreken van ecotoxicologische risico's. Hierdoor kan groene inrichting plaatsvinden zonder dat ingrijpende saneringsmaatregelen hoeven plaats te vinden. Deze situatie is mogelijk kenmerkend voor oudere baggerspecielocaties. Het zou echter ook zo kunnen zijn dat de samenstelling en de herkomst van de baggerspecie van doorslaggevende betekenis is en niet zozeer de leeftijd van de locatie. Het kalkgehalte is in ieder geval van groot belang voor de buffercapaciteit die voorkomt dat zich zure omstandigheden voor kunnen doen, waardoor zware metalen meer beschikbaar komen. Het hoge kalkgehalte op de pilotlocatie kan worden verklaard door het feit dat de bagger (deels) van mariene herkomst is.

De combinatie van onderzoeksmethoden maakte het mogelijk om een voorstel te maken voor een groene inrichting van de locatie. Dit voorstel is inmiddels ingediend bij het lokale bevoegd gezag en er zal naar alle waarschijnlijkheid een beschikking op deze inrichting worden gegeven als saneringsvariant. Dit is een doorbraak die het ook voor andere verontreinigde baggerspecielocaties met ecologische potenties mogelijk moet maken een groene inrichting te realiseren op basis van een locatiespecifieke risicobeoordeling

Op basis van onderzoek op slechts één locatie kunnen geen uitspraken worden gedaan over de representativiteit voor andere (oude) baggerspecielocaties. Daarom wordt aanbevolen bij het retrospectief onderzoek in fase 2, locaties mee te nemen van verschillende ouderdom en verschillende herkomst van de baggerspecie om een eventuele relatie tussen ouderdom, herkomst baggerspecie en de biologische beschikbaarheid van de verontreinigingen te kunnen onderzoeken.

HOOFDSTUK 7

AANBEVELINGEN

Teneinde de resultaten van het onderzoek breder te kunnen toepassen en uiteindelijk te komen tot een algemene handreiking voor groene inrichting op baggerspecielocaties dient vervolgonderzoek plaats te vinden op een aantal andere baggerspecielocaties.

Samengevat weergegeven dienen in het vervolgonderzoek onderstaande vragen te worden beantwoord.

Het is onbekend of de ontwikkelde meetset voor het bepalen van ecologische risico's en afbraakpotentie in verontreinigde baggerspecie goed bruikbaar is op andere typen locaties dan de locatie Rozenburg. Om dit te bevestigen dient de meetset op een aantal uiteenlopend locaties te worden toegepast.

Het is onbekend of type baggerspecie, ouderdom van de locatie en beheer van de locatie leiden tot andere ecologische risico's, afbraakpotentie en mogelijkheden voor groene inrichting. Op basis van de uitkomsten van fase 1 en algemene ervaring met baggerspecielocaties wordt verondersteld dat een aantal factoren, zoals bijvoorbeeld vochtgehalte, de verontreinigingssituatie, de aan- of afwezigheid van een afdeklaag en de factor tijd, van bepalende invloed is op de ecologische ontwikkeling van een baggerspecielocatie. In fase 2 dient de invloed van de verschillende factoren verder te worden onderzocht.

Er is momenteel geen richtlijn voor beheerders van verontreinigde baggerspecielocaties hoe men beheer kan afstemmen op groene inrichting en beperking van risico's. Deze richtlijn dient in fase 3 van het onderzoek te worden opgesteld.



Fig. 8. Driehoek Rozenburg, gezien vanuit westelijke richting (Rijksweg A15/N15).

LITERATUUR

Groene inrichting en extensief beheer op verontreinigde baggerspecie. Rapportage deelresultaat 1.' Projectnummer 41241a0, IWACO B.V., 2 april 2001.

Groene inrichting en extensief beheer op verontreinigde baggerspecie. Rapportage deelresultaat 2.' Projectnummer 41241a0, Royal Haskoning, 4 december 2001.