

**STIMULERINGSPROGRAMMA'S**  
**VOOR**  
**BODEM- EN WATERBODEMONDERZOEK**  
  
**IN NEDERLAND**  
  
**ANNO 1997**

**Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek**

**Deel 13**

**Gegevens:** Stimuleringsprogramma's voor bodem- en waterbodemonderzoek in Nederland, anno 1997 / H. Rogaar (ed.) - Wageningen: Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek (Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek; dl. 13), 98 blz.

**Trefwoorden:** bodem, bodembescherming, bodemonderzoek, bodemsanering, waterbodemonderzoek.

**Verantwoording:** De brochure biedt een samenvatting van doelstellingen, werkwijze, het lopende onderzoek, subsidiemogelijkheden en ontwikkelingen in de naaste toekomst van de stimuleringsprogramma's voor bodemonderzoek ten dienste van bodembescherming en bodemsanering in Nederland, anno 1997. De programma's zijn het IOP Milieutechnologie (onderdeel Milieubiotechnologie) en de BTS, beide onder verantwoordelijkheid van Senter, het Nederlandse Onderzoekprogramma Biotechnologische In-situ Sanering (NOBIS), het Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek (PGBO), het STOWA Meerjarenprogramma 1995-1999, het Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems (POSW), het Projectbureau Hergebruik Baggerspecie (PHB), het Programma Milieutechnologie, onderdeel Bodem (MT-Bodem) en T-2000, onderdeel natte deeltjes-scheiding (T-2000 NDS), de beide laatste programma's onder verantwoordelijkheid van Novem.

De uitgave is samengesteld uit bijdragen, die door ieder van de programma-organisaties zijn aangeleverd en is gecoördineerd door het programmabureau van het PGBO.

Het rapport is verkrijgbaar bij het Programmabureau Bodemonderzoek in Wageningen.

© 1997, Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek, Postbus 37, NL-6700 AA Wageningen; telefoon: 0317-484170; telefax: 0317-485051.

redactie:	H. Rogaar, Programmabureau Bodemonderzoek, Wageningen
tekstverwerking:	mw. D. Bolt-Sikkema (Bolt Sikkema Tekstverwerking, Apeldoorn)
omslag:	Ernst van Cleef, Wageningen
druk:	Grafisch Service Centrum Van Gils B.V., Wageningen

# INHOUD

	Adressen en informatie	
	Voorwoord	
1.	Overzicht	1
2.	Beschrijving van de programma's	4
2.1	IOP Milieutechnologie, onderdeel Milieubiotechnologie (E. Krowinkel)	4
2.2	BTS, Bedrijfsgerichte Technologische Samenwerkingsprojecten (J. Freije)	6
2.3	NOBIS, Nederlands Onderzoekprogramma Biotechnologische <i>In situ</i> Sanering (H.J. Vermeulen)	8
2.4	PGBO, Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek (H. Rogaar)	13
2.5	POSW, Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Water- bodems (K.P. Groen)	18
2.6	PHB, Projectbureau Hergebruik Baggerspecie (W.F. Vermeulen)	21
2.7	STOWA - Meerjarenprogramma 1995-1999 (S.P. Klapwijk)	25
2.8	Programma Milieutechnologie, onderdeel Bodem (MT-Bodem)	28
2.9	T-2000, programmaonderdeel natte deeltjesscheiding	29
Bijlage I	NOBIS, Personele samenstelling (1997)	32
Bijlage II	NOBIS, Publicaties (september 1997)	34
Bijlage III	PGBO, Personele samenstelling, spoor 1 (1997)	35
Bijlage IV	Publicaties Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek en Speerpuntprogramma Bodemonderzoek	36
Bijlage V	POSW II, Personele samenstelling van de Stuurgroep en de Adviesgroep	38
Bijlage VI	Overzicht van POSW-II publicaties	39
Bijlage VII	PHB, Aanspreekpunten van het Projectbureau Hergebruik Baggerspecie	41
Bijlage VIII	STOWA, Programmacommissie Kwaliteit en Waterbodem (1997)	42
Bijlage IX	Gepubliceerde STORA/STOWA-rapporten op aandachts- gebied (water)bodem	43
Bijlage X	Projectinformatie, gerangschikt per thema	44

<b>Figuur 1</b>	<b>Organogram NOBIS</b>	<b>10</b>
<b>Figuur 2</b>	<b>Organisatieschema Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek</b>	<b>14</b>
<b>Figuur 3</b>	<b>Organisatieschema POSW-II</b>	<b>18</b>
<b>Figuur 4</b>	<b>Organisatieschema PHB</b>	<b>22</b>
<b>Tabel 1</b>	<b>Samenvatting van programmagegevens</b>	<b>1</b>
<b>Tabel 2</b>	<b>Werkterrein van de programma's</b>	<b>2</b>
<b>Tabel 3</b>	<b>IOP MBT, Overzicht van projecten, september 1997</b>	<b>5</b>
<b>Tabel 4</b>	<b>PBTS Milieutechnologie, Overzicht van projecten, september 1997</b>	<b>7</b>
<b>Tabel 5</b>	<b>NOBIS, Overzicht van projecten, september 1997</b>	<b>11</b>
<b>Tabel 6</b>	<b>Beschikbare middelen per jaar voor de uitvoering van het Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek, spoor 1</b>	<b>15</b>
<b>Tabel 7</b>	<b>PGBO, Overzicht van projecten, september 1997</b>	<b>16</b>
<b>Tabel 8</b>	<b>STOWA, Overzicht van lopend waterbodemonderzoek, 1997</b>	<b>27</b>
<b>Tabel 9</b>	<b>MT-Bodem, Overzicht van recent afgesloten en lopende projecten</b>	<b>28</b>
<b>Tabel 10</b>	<b>T-2000, Overzicht van recent afgesloten en lopende projecten</b>	<b>30</b>

## **Adressen en informatie**

### **IOP Milieubiotechnologie**

Senter voor technologie, energie en milieu

Programmabureau IOP Milieutechnologie, onderdeel Milieubiotechnologie

Adres : Grote Marktstraat 43, Postbus 30732, 2500 GS DEN HAAG

Telefoon : 070-3610310

Telefax : 070-3614430

t.a.v. : ir. E. Krowinkel

### **BTS, Bedrijfsgerichte technologische samenwerkingsprojecten**

Senter voor technologie, energie en milieu

Adres : Grote Marktstraat 43, Postbus 30732, 2500 GS DEN HAAG

Telefoon : 070-3610310

Telefax : 070-3614430

E-mail : J. Freije@minez.nl

t.a.v. : J. Freije

### **NOBIS, Nederlands Onderzoekprogramma Biotechnologische In-situ Sanering**

Programmabureau CUR/NOBIS

Adres : Büchnerweg 1, Postbus 420, 2800 AK GOUDA

Telefoon : 0182-540600

Telefax : 0182-573447/530046

t.a.v. : ir. H.J. Vermeulen, programmadirecteur

### **PGBO, Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek**

Programmabureau Bodemonderzoek

Adres : Duivendaal 10, Postbus 37, 6700 AA WAGENINGEN

Telefoon : 0317-484170

Telefax : 0317-585051

t.a.v. : ing. H.J. van Veen, programmadirecteur

### **POSW, Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems**

RIZA, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

Programmabureau POSW

Adres : Maerlant 16, Postbus 17, 8200 AA LELYSTAD

Telefoon : 0320-298411

Telefax : 0320-249218

t.a.v. : ir. K.P. Groen (tel.: 06-52543979)

## **PHB, Projectbureau Hergebruik Baggerspecie**

RWS-Dienst Weg- en Waterbouwkunde

Adres : Van der Burghweg 1, Postbus 5044, 2600 GA DELFT

Telefoon : 015-2699111

Telefax : 015-2611361

E-mail : PHBnet@DWW.RWS.MINVENW.NL

t.a.v. : ir. W.F. Vermeulen, programmamanager

## **STOWA-Meerjarenprogramma 1995-1999**

STOWA, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Adres : Arthur van Schendelstraat 816, Postbus 8090, 3503 RB UTRECHT

Telefoon : 030-2321199

Telefax : 030-2321766

E-mail : stowa@stowa.nl

t.a.v. : dr. S.P. Klapwijk

## **Programma Milieutechnologie, onderdeel Bodem**

Novem, Nederlandse onderneming voor energie en milieu b.v., sector Milieu

Adres : Catharijnesingel 59, Postbus 8242, 3503 RE UTRECHT

Telefoon : 030-2393493

Telefax : 030-2316491

t.a.v. : drs. E.J.Ph.M. Menten (tel.: 030-2393613),  
dr. M. Booij (tel.: 030-2393417)

## **T-2000 NDS**

Novem, Nederlandse onderneming voor energie en milieu b.v., sector Milieu

Adres : Catharijnesingel 59, Postbus 8242, 3503 RE UTRECHT

Telefoon : 030-2393493

Telefax : 030-2316491

E-mail : nlnovsho@ibmmail.com

t.a.v. : mw. ir. S.S.J. Houtman (tel.: 030-2393436),  
mw. ir. J. de Ruiter (tel.: 030-2393436)

## Voorwoord

Deze brochure is tot stand gekomen door een gezamenlijk initiatief van de programma-bureaus van de verschillende stimuleringsprogramma's voor onderzoek ten dienste van bodembescherming en bodemsanering in Nederland. Het initiatief vloeit voort uit regelmatig overleg van de programma-organisaties, dat in 1996 tot stand is gekomen en is bedoeld om de afstemming en samenwerking van de programma's te bevorderen.

In 1996 is voor de eerste maal een gezamenlijke brochure uitgebracht<sup>1</sup>. De nu voorliggende brochure is een update. De belangrijkste verschillen met de vorige uitgave zijn, dat de PBTS Milieutechnologie in de loop van 1997 is opgegaan in het programma Bedrijfsgerichte Technologische Samenwerkingsprojecten (BTS), dat wordt aangestuurd door het Ministerie van Economische Zaken en wordt uitgevoerd door Senter. Voor informatie over de PBTS Milieutechnologie wordt verwezen naar de uitgave van 1996.

Voorts is informatie toegevoegd over het Programma Milieutechnologie, onderdeel Bodem (MT-Bodem) en T-2000, onderdeel natte deeltjesscheiding (T-2000 NDS), beide onder verantwoordelijkheid van Novem en over het Projectbureau Hergebruik Baggerspecie (PHB).

Voorts is een uitvoerige bijlage opgenomen (bijlage X), waarin korte informatie is opgenomen over alle lopende en recent afgesloten projecten van de verschillende programma's. De projecten van het in 1995 afgesloten Speerpuntprogramma Bodemonderzoek zijn hierin niet opgenomen.

---

<sup>1</sup> Stimuleringsprogramma's voor bodem- en waterbodemonderzoek in Nederland, anno 1996. Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek, deel 6.





## 1. Overzicht

De belangrijkste organisatorische gegevens van de verschillende programma's zijn samengevat in tabel 1. Met uitzondering van het STOWA-Meerjarenprogramma vloeien alle programma's voort uit initiatieven van één of meer ministeries, met name de ministeries van Economische Zaken (EZ), Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV), Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OC&W), Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Verkeer en Waterstaat (V&W).

Tabel 1: *Samenvatting van programmegegevens.*

Volledige naam	Afkorting	Loopduur	Betrokken ministeries	Beherende instantie	Budget per jaar mf	Budget totaal mf
IOP Milieutechnologie, onderdeel Milieubiotechnologie	IOP MBT	1990-1999	EZ VROM	Senter Den Haag		13,5
Bedrijfsgerichte Technologische samenwerkingsprojecten	BTS	1997-	EZ	Senter Den Haag	90,0*	n.v.t.
Nederlands Onderzoekprogramma Biotechnologische In-situ Sanering	NOBIS	1994-1998	EZ OC&W VROM LNV V&W	CUR/NOBIS Gouda		37,5
Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek	PGBO	1996-1999	OC&W VROM LNV V&W	Programma-bureau Bodemonderzoek Wageningen	1,2	4,7
Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems	POSW	1988-1997	V&W	RIZA Lelystad	8,0	32,0
Projectbureau Hergebruik Baggerspecie	PHB	1993-1997	V&W	DWW Delft	0,8	
STOWA Meerjarenprogramma	STOWA	1995-1999	V&W	STOWA Utrecht	0,6**	3,0**
Programma Milieutechnologie, onderdeel Bodem	MT-Bodem	onbepaald	VROM LNV	Novem Utrecht	2,4	
T-2000, onderdeel Natte deeltjesscheiding	T-2000 NDS	onbepaald	VROM	Novem Utrecht	1,0	

\*) naar schatting; afhankelijk van de aard van de ingediende voorstellen

\*\*\*) voor waterbodemonderzoek

In de tabel komt duidelijk naar voren, dat de looptijd en de budgetten van de programma's zeer verschillend zijn. Het POSW-programma en het PHB-programma zullen eind 1997 gevoegd worden onder het in te stellen Kennis- en adviescentrum waterbodems.

Het werkterrein van de verschillende programma's is samengevat in tabel 2. Daarin zijn aangegeven het aandachtsveld, het soort onderzoek en de omgeving, waarop de programma's zich richten.

### Aandachtsveld

Uit een eerste raadpleging van de tabel 2 blijkt, dat de aandacht voor de verschillende soorten gronden (landbodems, oevergronden en moerassen, waterbodems en baggerspecie) behoorlijk is gespreid. NOBIS richt zich voornamelijk op droge bodems. Het POSW-programma, het Projectbureau Hergebruik Baggerspecie en het STOWA-Meerjarenprogramma besteden vooral aandacht aan onderzoek van waterbodems en baggerspecie. De werking van het STOWA-Meerjarenprogramma strekt zich bovendien uit tot oevers en baggerspecie in depot op de kant of die wordt verspreid op het land. De andere programma's besteden aandacht aan alle genoemde compartimenten.

Tabel 2 *Werkterrein van de programma's.*

	IOP MBT	BTS	NOBIS	PGBO	POSW	PHB	STOWA	MT- Bodem	T- 2000
<u>aandachtsveld</u>									
landbodems	+	+	+	+			+	+	+
oevergronden/ moerassen	+			+			+		
waterbodems/ baggerspecie	+	+		+	+	+	+		+
<u>soort onderzoek</u>									
toegepast		+	+	+	+	+	+	+	+
strategisch	+	+		+			+		+
fundamenteel								+	
<u>omgeving</u>									
landelijk gebied	nvt			+	+	+	+	+	
stedelijk gebied	nvt	+	+	+	+	+		+	
industrieel ge- bied	nvt	+	+		+	+		+	+

## Soort onderzoek

Naar de aard van het te stimuleren onderzoek is een onderscheid gemaakt in drie soorten:

- Toegepast onderzoek*<sup>2</sup> : het geschikt maken van ontwikkelde methoden, technieken en beleidsinstrumenten voor toepassing en verspreiding in de praktijk;
- Strategisch onderzoek*<sup>2</sup> : de vertaling van resultaten van fundamenteel onderzoek van verschillende disciplines naar modellen en concepten ten behoeve van het toegepast onderzoek;
- Fundamenteel onderzoek* : onderzoek dat is gericht op het beschrijven en verklaren van processen en mechanismen en dat een grensverleggend karakter heeft voor het betreffende wetenschapsgebied.

De grenzen tussen de onderscheiden soorten onderzoek zijn uiteraard vloeiend.

Uit de tabel blijkt, dat op dit ogenblik de aandacht vooral gericht is op toegepast onderzoek. Het strategisch onderzoek krijgt duidelijk aandacht in het IOP Milieutechnologie, het PGBO en T-2000. Dit zijn echter relatief kleine programma's.

Met uitzondering van MT-Bodem wordt fundamenteel onderzoek in de huidige programma's niet rechtstreeks ondersteund.

## Omgeving

Voor wat betreft de omgeving is een onderscheid gemaakt in landelijk gebied, stedelijk gebied en industrieel gebied.

Tot de categorie landelijk gebied wordt tevens gerekend het oppervlaktewater in de vorm van Rijkswateren, vaarten en polderwateren met daartoe behorende waterbodems, oevergronden en moerassige terreinen. Onder industriële gebieden worden verstaan verschillende soorten bedrijfsterreinen, vuilstorten en havenbekkens met daartoe behorende waterbodems en baggerspecies.

Voor alle programma's tezamen is de aandacht behoorlijk gespreid over de verschillende omgevingen. Bij NOBIS is de aandacht echter uitsluitend gericht op stedelijke en de industriële gebieden, bij het STOWA-Meerjarenprogramma vooral op het landelijke gebied. Het IOP Milieutechnologie is gericht op techniekontwikkeling en is in die zin onafhankelijk van een toepassingsgebied, zoals hier bedoeld.

---

<sup>2</sup> Het toegepaste en strategische onderzoek worden samen ook als R&D, Research & Development, aangeduid.

## **2. Beschrijving van de programma's**

### **2.1 IOP Milieutechnologie, onderdeel Milieubiotechnologie**

Als actiepoint van het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) is het IOP Milieutechnologie in 1990 gestart door de Ministeries van Economische Zaken en van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer met als doel duurzame ontwikkeling te stimuleren. Een IOP kent in principe een looptijd van twee keer vier jaar. Na de eerste vier jaar vindt een evaluatie plaats, voordat men besluit tot een nieuwe periode van vier jaar.

Ieder IOP kent een meerjarenprogramma dat door een eigen programmacommissie vorm krijgt. Naast het ondersteunen van toepassingsgericht onderzoek zorgt de programmacommissie voor verschillende kennisoverdrachtsactiviteiten en het stimuleren van netwerkvorming.

In de rapportage *Biotechnologie en de Nederlandse industrie (1989)* werd voor de verschillende onderdelen van de milieusector een gunstige toekomst voorzien. Aangegeven werd dat de Nederlandse milieubiotechnologische industrie in het bezit was van een gunstige concurrentiepositie op het gebied van de verwerking van vast, niet-giftig afval, afvalwaterzuivering en afgasreiniging. De destijds aanwezige financieringsregelingen voor projecten boden voldoende ruimte voor stimulering van toegepast, probleemoplossend onderzoek, maar waren ontoereikend voor een effectieve stimulering van toepassingsgericht basisonderzoek.

Het IOP Milieutechnologie bestaat uit *drie* onderdelen: *Milieubiotechnologie, Recycling en Preventie*. Het totaalbudget van 40 miljoen gulden voor de eerste fase van 4 jaar van het IOP Milieutechnologie is in drie delen gesplitst, waarvan 13,5 mln. voor het onderdeel Milieubiotechnologie (IOP MBT).

Het onderdeel Milieubiotechnologie is in 1990 gestart en eind 1993 geëvalueerd. Na de evaluatie van de andere onderdelen is besloten het IOP Milieutechnologie voort te zetten, met een zwaartepunt op zware metalen. Het onderwerp 'bodem' neemt een minder prominente plaats in dan in de voorafgaande periode van het IOP MBT.

#### **Doelstellingen**

Het onderzoek binnen het IOP MBT is gericht op het leveren van oplossingen en/of het verminderen van de milieuproblematiek door middel van biotechnologie. Het kan daarbij gaan om nieuwe oplossingen voor milieuproblemen of om het ontwikkelen van technologieën die leiden tot kostenvermindering van milieubeheer.

Voordelen van het gebruik van milieubiotechnologische technieken zijn de hoge specificiteit, de lage energiebehoefte en aansluiting op de natuurlijke kringlopen. Daar staat echter tegenover dat de omzetsnelheid laag is, de adaptatietijd van de micro-organismen vaak lang en de bedrijfszekerheid vaak gering.

Tabel 3 *IOP MBT, Overzicht van projecten, september 1997.*

Nr.	Projecttitel	Instelling	
IMB90202	Anaërobe reductieve dechlorering van gechloro-reerde organische verbindingen	LUW-Microbiologie	Afgerond
90203	Voorspelling en optimalisatie abiotische milieu-condities bij microbiologische afbraak olie-verontreinigingen bij landfarming	UVA-FGBL	Afgerond
90204	Biodegradatie van organische verontreinigingen in (water)bodems in bioreactorsystemen	RIVM-LAE	Afgerond
IMB91211	Drie-fasen suspensiereactoren voor grondre-iniging	TUD-Bioproc-es-technologie	1997
91219	Enhancement of PAH bioavailability by white rot fungi and chemical oxidative pretreatments	LUW-Levensmiddelen-technologie	1997
91220	Ontwerpregels voor bacteriële uitloogprocessen	TUD-Bioproc-es-technologie	Afgerond
91222	De binding van organische verontreiniging met de matrix van (water)bodems en het effect op de beschikbaarheid voor microbiële omzetting	LUW-Microbiologie	1997
91224	Gestimuleerde desorptie en afbraak van bodem-verontreinigende verbindingen door surfactant-producerende micro-organismen	RUG-Biochemie	1997
IMB93005	Hydrolyse van gesuspendeerd en colloïdaal materiaal tijdens anaërobe vergisting van slurry en vast afval	LUW-Milieutechnologie	1997
IMB93008	Genetische stabiliteit van plasmide-bevattende xenobiotica-afbrekende bacteriën onder gesimuleerde praktijkcondities	RUG-Biochemie	1997

### Onderzoeksprogramma

De kern van het programma tot nu toe werd gevormd door de volgende drie onderzoekslijnen:

- proces- en reactoroptimalisatie
  - \* immobilisatie (hechting, retentie d.m.v. membranen);
  - \* geïntegreerde processtrategieën (meertrapsreactoren, fundamenteel onderzoek en proces-modellering);
- toepassing van specifieke micro-organismen
  - \* omzettingen C, N, P en S;
  - \* ophoping zware metalen;
- interacties tussen micro-organismen en vaste substraten (m.n. grondreiniging).

In een later stadium is hier een vierde onderzoekslijn bijgekomen, gericht op een relatief jong gebied: de verwijdering van xenobiotica.

De ontwikkeling van procesgeïntegreerde biotechnologie en het sluiten van stofkringlopen wordt van groot belang geacht voor het voorkomen van milieuproblemen in de nabije toekomst.

### **Budget**

Het totaalbudget voor de eerste vier jaar voor het onderdeel milieubiotechnologie bedraagt 13,5 mf. Het grootste gedeelte is gereserveerd voor toepassingsgericht wetenschappelijk onderzoek aan universiteiten en non-profit onderzoeksinstituten. De laatste activiteiten zullen bestaan uit het overdragen van de gegenereerde kennis naar mogelijke gebruikers.

### **Lopend onderzoek en subsidiemogelijkheden**

Een overzicht van in uitvoering genomen projecten is gegeven in tabel 3 en bijlage X. De subsidiemogelijkheden zijn uitgeput.

## **2.2 BTS, Bedrijfsgerichte Technologische Samenwerkingsprojecten**

Dit in 1997 van start gegaan programma, hierna aangeduid als BTS, is de opvolger van onder meer de PBTS Milieu- en Biotechnologie.

### **Doelstelling**

Het is een generieke subsidieregeling bedoeld om technologische samenwerking op het terrein van onderzoek en ontwikkeling te stimuleren. De regeling maakt geen onderscheid naar specifieke sectoren of technologiegebieden.

Er is geen specifieke voorwaarde opgenomen ten aanzien van de vermindering van de milieubelasting, etc.

Ten aanzien van de bodem kunnen projecten op het gebied van preventie, detectie van bodemverontreiniging en saneringstechnieken (incl. *in-situ* technieken) onder deze regeling worden ingediend.

Het is een instrument dat voortvloeit uit het beleid van het Ministerie van Economische Zaken, Directoraat Generaal Industrie en Diensten.

### **Subsidiemogelijkheden**

Een bijdrage in de projectkosten kan worden ontvangen indien de aanvrager onderzoek en ontwikkeling doet door middel van het uitvoeren van een samenwerkingsproject met een of meer andere ondernemers en/of kennisinstellingen. Een samenwerkingsproject moet aan een drietal eisen voldoen: het genereren van technische vernieuwing, positieve gevolgen hebben voor de Nederlandse economie en in Nederland worden uitgevoerd.

De projectvoorstellen kunnen gedurende *het gehele jaar* worden ingediend tijdens drie aaneengesloten tenderperiodes. De bij Senter ingediende en volledig bevonden voorstellen worden door een college van deskundigen beoordeeld op de aspecten "samenwerking", "economisch perspectief" en "technische innovativiteit".

Een subsidie van 37,5% (vast en maximaal percentage) kan worden verleend. Het maximaal subsidiebedrag per project is 5 miljoen gulden. In 1997 zal naar verwachting 90 miljoen gulden aan subsidiegelden worden toegekend.

Tabel 4 *PBTS Milieutechnologie, Overzicht van projecten, september 1997*<sup>3</sup>.

Projectnr.	Titel	Leiding
MIL 93182	Reiniging van slibfracties < 63 µm afkomstig van grondreiniging	BSN, Weert
MIL 93232	Magnetische afscheiding van zware metalen uit zand	BSN, Weert
MIL 93130	BIOPAS - Biologisch Perfect Afbraak Systeem	BION Overijssel B.V., Vriezeveen
MIL 92045	In-situ behandeling van waterbodems met het microbiologische systeem ABR/CIS	Consulmij B.V., Bergambacht
MIL 93225	Thermische reiniging van grond verontreinigd met gehalogeneerde koolwaterstoffen	Ecotechniek, Maarssen
MIL 93223	Biologische verwijdering van gechloreerde koolwaterstoffen uit grondwater geïntegreerd in in-situ bodemsanering	Ecotechniek, Maarssen
MIL 92106	Vergelijkend onderzoek naar de biologische reiniging van baggerspecie	HAM-VOW B.V., Werkendam
MIL 93206	Biologische grondreiniging	Mourik Groot-Ammers B.V., Groot-Ammers
MIL 93200	Biobleaching zware metalen	Mourik Groot-Ammers B.V., Groot-Ammers
MIL 92124	Bodemsanering in zettingsgevoelige gebieden	Oosterhof Holman Milieutechniek B.V., Grijpskerk
MIL 92063	Veldbemonsteringstechniek op basis van solid phase extractie voor toepassing in on-line sampling van watermonsters	Spark Holland B.V., Emmen

#### Lopend en afgesloten onderzoek

In de BTS zijn nog geen "bodempromjecten" toegekend. In de afgelopen zes jaren is in het kader van de PBTS Milieutechnologie een vijftigtal "bodempromjecten" met in totaal circa 20 miljoen gulden aan subsidie van start gegaan.

<sup>3</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie.

Voorzover de projectgegevens openbaar zijn, zijn deze opgenomen in tabel 4 en bijlage X. Nadere informatie is verkrijgbaar bij Senter.

### **Nieuwe activiteiten**

Uit onderzoek is gebleken dat leveranciers van milieutechnologie, en meer specifiek het midden- en kleinbedrijf, minder goede mogelijkheden hebben om innovaties op de markt te brengen. Voor het verbeteren van de mogelijkheden van de eerste afzet heeft het Ministerie van Economische Zaken de subsidieregeling Referentieprojecten Milieutechnologie in het leven geroepen. Onder milieutechnologie wordt verstaan die technologie of combinatie van technologieën die primair is gericht op het voorkomen of beperken van milieuschade, het verwijderen van reeds opgetreden vervuiling of het meten en registreren van de belasting van het milieu. Het kan gaan om producten, diensten of processen.

De regeling is bedoeld voor het midden- en kleinbedrijf (<250 werknemers) en heeft betrekking op twee typen projecten: meetprogramma's (a) en praktijktoepassingen (b). Bij het eerste type wordt door een onafhankelijke organisatie een test verricht wat resulteert in een rapport of keurmerk. Bij het tweede type wordt een overeenkomst met de eerste klant gesloten.

De subsidiepercentages zijn voor (a) 50% tot een maximum van f 150.000 en voor (b) 25% tot een maximum van f 500.000. In totaal is 4 miljoen gulden beschikbaar gesteld waarvoor tot 30 november 1997 aanvragen kunnen worden ingediend.

### **Ontwikkeling**

Stimulering van technologie is, gezien vanuit het standpunt van het Ministerie van Economische Zaken, voortdurend aan evaluatie en bijstelling onderhevig. Dit geldt zeker voor milieutechnologie die in toenemende mate wordt beschouwd als deel van een totaal kwalitatief goed bedrijfsproces. Dit bedrijfsproces gaat uit van bedrijfseconomische aspecten. Met andere woorden milieu en economie dienen als één geheel te worden beschouwd (zie Nota Milieu en Economie). De bodemproblematiek speelt daarin een niet te verwaarlozen maar wel beperkte rol.

### **2.3 NOBIS, Nederlands Onderzoeksprogramma Biotechnologische *In situ* Sanering**

Het doel van NOBIS is het ontwikkelen, evalueren en demonstreren van innovatieve strategieën, methoden en technieken voor *in-situ* sanering en beheersing van bodemverontreiniging met behulp van biotechnologie (biorestauratie). Door een grootschalige toepassing van bereikte resultaten moet een significante reductie van de kosten van bodemsanering worden bereikt. Een dreigende stagnatie in de oplossing van het bodemsaneringsprobleem kan dan worden tegengegaan.

NOBIS zal ook de exportpositie van Nederland wat betreft kennisintensieve producten en diensten op het terrein van de bodemsanering verbeteren.

Het onderzoeksprogramma wordt gesteund door het kabinet met 25 miljoen gulden uit de investeringsimpuls kennisinfrastructuur. In de projecten wordt vanuit het bedrijfsleven een aanvullende bijdrage van minimaal 12,5 miljoen gulden verwacht. Het programma loopt tot en met 1998.



## **Organisatie**

NOBIS is een samenwerkingsverband van publieke en private partijen uit de vraag- en aanbodzijde van de bodemsaneringsmarkt, uit de R&D-sector en uit de overheidssector. In NOBIS zijn verenigd: eigenaren en beheerders van grond, adviserend bedrijfsleven, uitvoerend bedrijfsleven, instituten voor fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek, universitaire onderzoeksinstituten en de overheid (landelijk, provinciaal en gemeentelijk).

Nadat eind 1993 de initiatiefnemers bij het Ministerie van Economische Zaken een investeringsprogramma voor onderzoek op het gebied van biotechnologische bodemsanering hadden ingediend, is in december 1994 de Stichting NOBIS opgericht.

Voor het uitvoeren van de taken wordt gebruik gemaakt van de werkwijze en infrastructuur van de CUR<sup>4</sup>. De activiteiten zijn gebundeld onder de naam CUR/NOBIS.

Financiers van het programma zijn vertegenwoordigd in de Raad van Toezicht (zie figuur 1). Het Bestuur van de Stichting laat zich over de inhoud van het programma adviseren door een Wetenschappelijke Advies Raad (WAR). Het Kennis Integratie Team (KIT) draagt de bouwstenen aan voor innovatieve ideeën en zorgt voor samenhang in kennisontwikkeling. Het KIT is samengesteld uit vertegenwoordigers van de verschillende projecten. De personele samenstelling van de verschillende lichamen is gegeven in bijlage I.

Meer informatie over de organisatie, financiering, budgettering en vormgeving van het programma is te vinden in: Stimuleringsprogramma's voor bodem- en waterbodemonderzoek in Nederland, anno 1996 (Rapport Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek, deel 6).

## **Ontwikkeling van het programma**

Belangrijke invalshoeken van het programma zijn de ontwikkelingslijnen van makkelijk afbreekbare stof naar moeilijk afbreekbare stof en van makkelijke, goed doorlatende bodems naar slecht doorlatende, heterogene bodems.

De inhoud van de geselecteerde projecten wordt volgens deze invalshoeken in beeld gebracht. Zo is na te gaan hoe de verdeling van de projecten over de contouren van het programma zich ontwikkelt en kunnen gebieden met teveel of te weinig aandacht worden gesignaleerd.

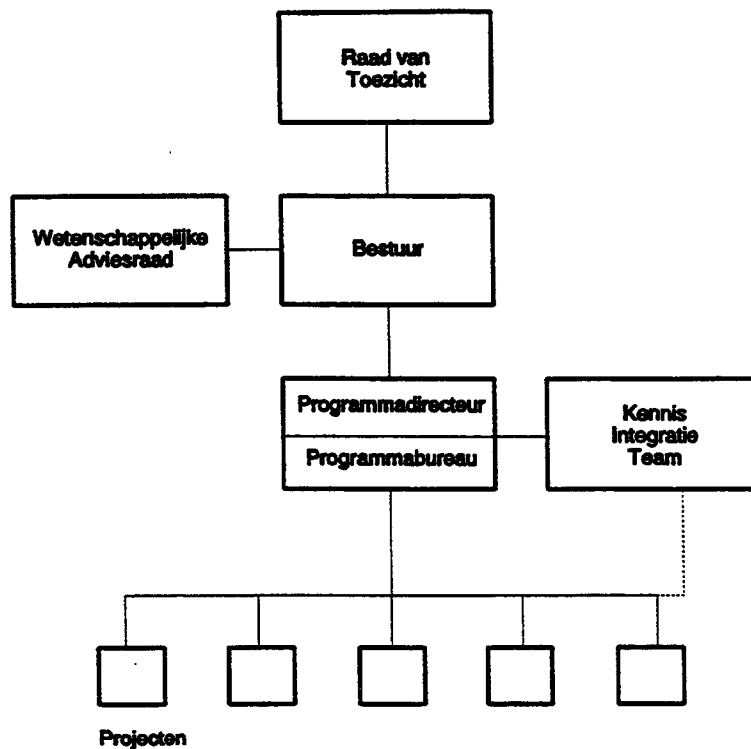
De lopende NOBIS-projecten blijken redelijk verdeeld te zijn over het totale onderzoeksveld. Alleen het onderzoeksveld waarbij moeilijk afbreekbare stoffen in makkelijke bodems worden onderzocht is nog beperkt gevuld.

Hoewel er veel heterogene bodems met moeilijk afbreekbare stoffen in Nederland blijken te zijn, blijkt dat bodemheterogeniteit als zelfstandig onderzoeksgebied onvoldoende aandacht krijgt.

De onderzoeklijnen dekken in voldoende mate de diverse haalbaarheids- en implementatieprojecten. Modelleren van processen bij moeilijk afbreekbare stoffen is nog onder-

---

<sup>4</sup> Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving in Gouda.



Figuur 1: *Organogram NOBIS.*

belicht. Beoordeling van restrisico's komt bij veel projecten aan de orde. Een integrale afweging van risico's, milieuverdiensite en kosten (RMK) blijft echter vrijwel beperkt tot het gelijknamige onderzoeksproject.

Een overzicht van toegewezen projecten (medio 1997) is gegeven in tabel 5.

#### Visie op de bodemsaneringsaanpak

De intensieve discussies met de bij NOBIS betrokken bedrijven en instellingen laten een aanscherping van de opvattingen zien over de aanpak van de bodemsanering welke moet leiden tot een aanmerkelijke verlaging van de kosten. Tot nu toe werd veel gesproken over de verbetering van *intensieve* biologische *in-situ* reinigingsmethoden. Duidelijk is, dat de vaak heterogene bodem een complexe biologische reactor is, waar methoden voor stimulering en intensivering ook veel geld en tijd kunnen kosten. De biologische *in-situ* oplossingen kunnen dan goedkoper zijn dan andere *ex-situ* reinigingsmethoden, maar van een aanmerkelijke kostenreductie is dan nog geen sprake. Daarom wint het besef terrein, dat meer aandacht moet worden besteed aan de van nature aanwezige afbraakprocessen in de bodem en factoren die daarbij de potentie en snelheid van deze processen bepalen. Beoordeling van deze processen, voorzichtige stimulering ervan in extensieve reinigingsconcepten en bewaking van de resultaten wordt daarbij belangrijker. De aandacht in de saneringsaanpak verlegt zich van de kern van de verontreiniging naar de

periferie: de verontreinigingspluim en de randen daarvan. Kern van de benadering is, een doelgerichte en effectieve reductie van de risico's, als gevolg van verspreiding door bodemverontreiniging, tot een acceptabel niveau.

Tabel 5 *NOBIS, Overzicht van projecten, medio 1997.*

Pro- jectnr.	Titel	Penvoering	Project- kosten (kƒ)
95-1-03	Ontwikkeling van een beoordelingssystematiek voor bodemsanering op basis van Risicoreductie, Milieuverdiensite en Kosten (RMK)	Tauw Milieu bv	1.252.4
95-1-05	Heterogene Extensieve In-situ Sanering (HEISA)	DHV Milieu en Infra-structuur	1.380.0
95-1-06	Risicobeheersing van een industriële locatie met een heterogeen en complex bodem- en verontreinigingsprofiel	AKZO NOBEL Chemicals	1.274.9
95-1-09	On site productie van biosurfactants bij biologische in-situ bodemreiniging	MTI Milieutechnologisch Instituut	564.7
95-1-13	Het ontwikkelen van een beslissingsondersteunend systeem voor het ontwerpen, dimensioneren en engineeren van bioventing en biosparging systemen	Tauw Milieu bv	1.750.0
95-1-16	Onderzoek naar de aërobe biologische afbraak van BTEX in gelaagde slecht doorlatende bodems waarbij de stofoverdracht gelimiteerd is	Tauw Milieu bv	902.6
95-1-41	Implementatieproject afbraak van per- en trichlooretheen onder sequentiële redoxomstandigheden	Provincie Groningen	1.056.7
95-1-43	Implementatieproject anaërobe afbraak van BTEX op locaties Slochteren en Schoonebeek 107	IWACO B.V.	1.320.6
95-1-44	Implementatieproject proefsanering Meetstation 1 NAM Schoonebeek	IWACO B.V.	801.7
95-2-01	Strategie voor biotechnologische sanering van antropogene bodems	Gemeentewerken Rotterdam	625.7
95-2-02	Verbetering van de positie van de in-situ biodegradatievariant door toevoeging van imbibitie en drainage aan bestaande theorie	Ingenieursbureau "Oranjewoud" B.V.	1.349.6
95-2-10	Karakterisatie van DNAPL sites (DNAPL KAR)	NITG-TNO	878.9
95-2-11	Ontwikkeling van methodieken voor de beoordeling van restrisico's bij toepassing van intensieve- en/of extensieve biorestauratie	NITG-TNO	973.0
95-2-15	Onderzoek naar de toepassingsmogelijkheid van seismische tomografie voor de bepaling van de doorlatendheid van heterogene bodems	NITG-TNO	172.9

Pro- jectnr.	Titel	Penvoering	Project- kosten (kf)
95-2-19	Onderzoek naar de innovatieve in-situ sanering van met gechloreerde koolwaterstoffen verontreinigde grond	BioSoil R&D	937.2
96-1-01	Bioschermen, technische haalbaarheid en marktpotentie, gericht op implementatie	Heidemij Realisatie B.V.	288.2
96-1-02	Extensieve kwaliteitsverbetering van baggerspecie middels on site biorestauratie in combinatie met energieteelt	Staring Centrum DLO	1.269.4
96-1-03	Haalbaarheidsproject voor een "Biologisch hekwerk" op het terrein van Shell Nederland Raffinaderij	IWACO B.V.	647.4
96-1-08	Biodegradatie van microverontreinigingen met schimmeltechnologie	DHV Milieu en Infrastructuur	1.338.0
96-1-09	In-situ bioleaching van met zware metalen verontreinigde grond	Tauw Milieu bv	324.5
96-1-10	Biologische in-situ sanering met een combinatie van verontreinigingen	Tauw Milieu bv	359.7
96-1-13	Effectiviteit van bioassays bij het monitoren en beoordelen van het milieurendement van in-situ biorestauratie	Bioclear	338.3
96-2-01	Intrinsieke biodegradatie en bioreactieve schermen bij bodemverontreinigingen bij textielreinigingsbedrijven	TNO Inst. voor Reinigingstechnieken	777.7
96-2-04	Implementatieonderzoek biotechnologische sanering voormalige gasfabrieksterreinen	N.V. Hanze Milieu	428.5
96-2-08	Extensieve reiniging van matig verontreinigde PAK en/of oliehoudende grond in civiel-technische werken	Ecotechniek B.V.	525.8
96-2-09	Sturing biologische in-situ sanering via on-line monitoring	Tauw Milieu bv	412.6
96-3-02	PAK-verontreinigingen: beheersing door intrinsieke degradatie of extensieve in situ behandeling?	Haskoning b.v.	232.5
96-3-03	Risico-inschatting van PAK-gronden met behulp van nematoden	IWACO B.V.	377.4
96-3-04	Haalbaarheidsproject in-situ biorestauratie bij stortplaatsen	IWACO B.V.	715.0
96-3-05	Benzeenafbraak in een sterk reducerende bodem	Provincie Groningen	499.5
96-3-06	Ontwerp en onderhoud van infiltratie- en onttrekkingsmiddelen	Tauw Milieu bv	379.5

De verwachting is, dat deze strategie meer kosteneffectief kan zijn dan intensieve reinigingsconcepten. Binnen NOBIS zijn diverse projecten die deze aanpak volgen of daar onderzoek naar doen. Consequentie van deze visie is, dat meer aandacht in het programma gewenst is voor onderzoek naar de natuurlijke biologische processen in de grond, het meten en monitoren van deze processen en het bepalen van de potentie en snelheden van deze processen. Dit alles in relatie tot risicoreductie.

#### **Aandachtspunten**

Op grond van voorgaande constatering en overwegingen is aangegeven wat de aandachtspunten zijn in het programma voor de komende periode. Een nadere detaillering of aanpassing hiervan is nog mogelijk op basis van de resultaten van het marktonderzoek dat binnenkort wordt verwacht.

Bij de verdere ontwikkeling van het programma zullen de volgende hoofdlijnen worden gevolgd:

- meting van geochemische en biologische bodemparameters gekoppeld aan eisen met betrekking tot nauwkeurigheid en variabiliteit in ruimte en tijd;
- anaërobe afbraak van BTEX en CKW;
- biologische saneringsconcepten voor andere stofgroepen op basis van een marktinventarisatie;
- ontwikkeling van concepten voor monitoring en sturing en de daarvoor noodzakelijke meetapparatuur;
- inventariseren van ervaringen en het verder ontwikkelen van extensieve reinigingsconcepten;
- verdere ontwikkeling van de risicobenadering;
- kostenanalyse en -onderzoek.

In de komende selectierondes zullen projectvoorstellen die betrekking hebben op voorgaande gebieden een hoge prioriteit krijgen. Partijen die ideeën hebben voor projecten op deze gebieden worden eveneens van harte uitgenodigd contact op te nemen met het programmamanagement teneinde hen te ondersteunen in de uitwerking en realisatie hiervan.

#### **2.4 Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek (PGBO)**

In 1995 is het Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek van start gegaan voor de duur van vier jaar (1995 - 1998) als follow-up van het Speerpuntprogramma Bodemonderzoek<sup>5</sup>. Het programma wordt gedragen door de ministeries van OC&W, LNV, VROM en V&W, die tevens de Stuurgroep vormen. Economische Zaken neemt eveneens deel aan de beraadslagingen, maar draagt niet financieel bij. De uitvoering is in handen gelegd van een programmacommissie, bestaande uit vertegenwoordigers van verschillende onderzoeksinstituten, adviesbureaus en overheden, ondersteund door een programmabureau (zie figuur 2). De personele samenstelling van de verschillende organen is gegeven in bijlage III.

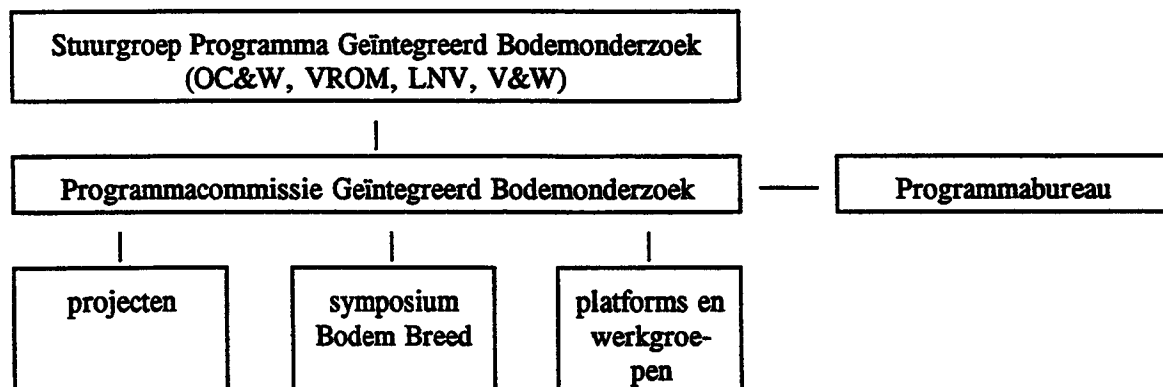
---

<sup>5</sup> Volgens een nader besluit is de looptijd verschoven naar de periode 1996-1999 om het programma meer armslag te geven.

## Doelstellingen

Het programma kent twee sporen. Spoor 1 beoogt de versterking van de opgebouwde samenwerking in de kennisinfrastructuur, de coördinatie van onderzoek van kerninstellingen op het gebied van de bodemsanering en bodembescherming, en afstemming daarvan met daarbuiten plaatsvindend gerelateerd onderzoek. Verder behoren tot de taken de verspreiding en communicatie van onderzoeksresultaten, zowel nationaal als internationaal, het stimuleren van kennisontwikkeling en het genereren van onderzoeksvoorstellen voor zowel land- als waterbodems.

Als spoor 2 opteert de overheid op de langere termijn voor een meer vraaggestuurde onderzoeksprogrammering ten behoeve van bodembescherming en bodemsanering, door meer partijen in de samenleving bij de programmering, aansturing en financiering van het onderzoek te betrekken. Naast de rijksoverheid zijn dat andere overheden, bedrijven, adviesbureaus en onderzoeksinstellingen. De ontwikkeling moet resulteren in een betere aansluiting van de R&D op praktijkproblemen en tot grotere toepassing van resultaten in de praktijk. Ter voorbereiding hiervan is een tijdelijke, zelfstandige en onafhankelijke *Commissie Coördinatie en Co-financiering van Geïntegreerd Bodemonderzoek* ("Cie Van der Vlist") ingesteld, die op 5 juli 1996 heeft gerapporteerd aan de minister van OC&W. De door de commissie aangedragen opties zullen eind 1997 of begin 1998 worden uitgewerkt tot een regeringsstandpunt.



Figuur 2: *Organisatieschema Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek.*

## Budget spoor 1

Voor de uitvoering van het programma (spoor 1) wordt per jaar mf 1.180,- beschikbaar gesteld, waarvan een deel in de vorm van "gebonden" middelen (zie tabel 6). Onder "gebonden" middelen wordt verstaan een inbreng van onderzoekscapaciteit in de vorm van personele en materiële inspanningen via lopende en op te starten projecten van onderzoeksinstituten, die ressorteren onder de deelnemende ministeries. Deze inbreng geldt met name voor LNV via DLO.

### Onderzoeksprogrammering, spoor 1

Het programma is uitdrukkelijk bedoeld voor het aanbrengen van dwarsverbanden en afstemming tussen verschillende onderzoeksinstellingen en het geven van aanzetten voor een vraaggestuurde (of marktgestuurde) onderzoeksprogrammering, teneinde onderzoek en toepassing dichter bij elkaar te brengen.

Tabel 6 *Beschikbare middelen per jaar (1996-1999) voor de uitvoering van het Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek, spoor 1.*

	Coördinatie via OC&W	Onderzoek via departementen	Onderzoek via instituten	Totaal
OC&W	200 kf	—	—	200 kf
VROM	50 kf	250 kf	—	300 kf
LNV	40 kf	100 kf	200 kf	340 kf
V&W	40 kf	300 kf	—	340 kf
	330 kf	650 kf	200 kf	1.180 kf

De onderzoeksprogrammering speelt in op de onderzoeksbehoefte, die voortvloeit uit de nieuwe benadering van de bodemproblematiek in de vorm van "actief bodembeheer". Daarin spelen vraagstukken van preventie, het omgaan met verontreinigingen, beheer van vervuilde gebieden, natuurlijk herstel, functiegerichte bodemsanering en risicobenadering een belangrijke rol.

Het bovenstaande komt tot uitdrukking in de onderwerpen van een aantal projecten, die vanaf begin 1996 zijn uitgezet (tabel 7) en waarvan de rapportage plaatsvindt in de serie Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek. Op grond van deze en eerdere studies zal de programmacommissie de onderzoeksprogrammering verder uitwerken in nauw overleg met de betrokken kerninstituten en andere beoogde partners. Nadere informatie over de projecten, gerangschikt per thema, is te vinden in bijlage X en is verkrijgbaar bij het programmabureau in Wageningen.

Tevens ligt het in de bedoeling meer aandacht te gaan geven aan de rol van communicatie tussen de verschillende groeperingen. Juist in dit vlak loopt de toepassing van beschikbare kennis spaak. Zo is onder meer het platform met betrekking tot risico's van bodemverontreiniging NARIP ingesteld.

### Subsidiemogelijkheden

Voor de uitvoering van spoor-1 zijn beperkte middelen beschikbaar. Via gerichte financiële ondersteuning wordt een beperkt aantal initiatieven voor vernieuwend onderzoek van de grond getild, dat zoveel mogelijk aansluit bij de hiervoor genoemde uitgangspunten. De beschikbare middelen moeten in de regel worden aangevuld door de participanten zelf of uit andere bron. Voor de uitwerking van relevant geacht onderzoek worden geschikte partijen rechtstreeks benaderd door de programmaleiding. Er is een beperkte mogelijkheid om op eigen initiatief ideeën, die passen in de doelstellingen van het programma, in te dienen. Vooraf kan daarover contact worden opgenomen met het programmabureau.

Tabel 7 *PGBO, Overzicht van projecten, september 1997.*

Pro- jectnr.	Titel	Leiding	Subsidie- bedrag (kf)	Rapport nr. <sup>a)</sup>
96-01	Classificatie bodemverontreiniging	Kooper, KAM Milieuadvies	75.0	5
96-02	Beheer en herstelmogelijkheden van fosfaatrijke landbouwgronden	Oenema, AB-DLO	100.0	8
96-03	Het concept <i>bodemkwetsbaarheid</i> als uitgangspunt voor beslissingen op het gebied van ruimtelijke ordening en bodemsanering	Japenga, AB-DLO	100.0	
96-04	Besliskundige ondersteuning bij beleidsvoorbereiding in bodemcontext	Weenk, TNO-MEP	75.0	10
96-05	Inventarisatie van knelpunten bij het beoordelen van risico's van bodemverontreiniging	Nijhof, Tauw Milieu bv Milieu	75.0	4
96-06	Beheer van vervuilde gebieden	Runia, Oranjewoud	87.5	
96-07	Bodemkwaliteitsparameters - stimulering gebruik ecotoetsen	Veul, Witteveen + Bos	87.5	
96-08	Vluchtige organische halogenen: stand van zaken met betrekking tot onderzoek en sanering	Canter Cremers, IWACO B.V.	75.0	7
96-09	Evaluatie van bestaande, in praktijk ontwikkelde karakteriseringsmethoden voor de biologische reiniging van (water)bodems	Doddema, TNO-MEP	50.0	
96-10	Programmering van onderzoek ten behoeve van natuur op vervuilde gronden	Van Dobben, IBN-DLO	75.0	11
96-11	De rol van communicatie in de bodemverontreinigingsproblematiek	Derks	5.0	9
97-12	Literatuur- en verkenningsstudie naar de mogelijkheden van het gebruik van planten bij de sanering van verontreinigde bodems in Nederland (fytoremediëring)	De Ruiter, AB-DLO	25.0	
97-13	Het opstellen van een risico-checklist	Theelen, Tauw Milieu bv Milieu	20.0	
97-14	Nationaal Risicoplatform Bodemverontreiniging (NARIP)	Leenaers, TNO-MEP	72.0 <sup>b)</sup>	
97-16	Werkgroep Actuele Risiko's Ecosystemen	Eijsackers, RIVM	45.0	



Pro- jectnr.	Titel	Leiding	Subsidie- bedrag (kf)	Rapport nr. <sup>a)</sup>
97-17	Verkennde studie naar de ontwikkeling en normalisatie van bodemmetingen	Welling, NNI	50.0	
97-18	Literatuur- en verkenningsstudie naar de mogelijkheden van het gebruik van immobilisatoren bij de sanering van verontreinigde bodem in Nederland	De Ruiter, AB-DLO	150.0	
97-19	Onderzoeksplan ten behoeve van een integrale aanpak van zware metaalverontreiniging in de Kempen (in voorbereiding)	De Ruiter, AB-DLO	50.0	
97-20	Ontwikkeling van criteria voor de aanwijzing van fosfaatlekkende gronden (in voorbereiding)	Chardon, AB-DLO	125.0	

a) Serie: Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek

b) waarvan kf 25.0 van NOBIS

Bij de beoordeling van voorstellen zal allereerst worden gelet op het integrerend karakter van het voorstel: in hoeverre worden verschillende partijen bij elkaar gebracht, verschillende wetenschappelijke disciplines erbij betrokken, of komen fundamenteel en toegepast onderzoek bij elkaar.

Verder zal worden beoordeeld in hoeverre er sprake is van een "vliegwieler-karakter". Dat wil zeggen dat het voorgestelde onderzoek zal leiden tot een vervolg met een grotere omvang, langere doorwerking en financiering uit andere bronnen.

#### **Symposia, werkbezoeken, congresbezoek**

Van de programmageden is een deel gereserveerd voor de organisatie van workshops en symposia en voor het afleggen van buitenlandse werkbezoeken of congresbezoek, voorzover passend in de doelstellingen van het programma. Hierover kan bij het programmabureau nadere informatie worden ingewonnen. In de regel zal van de aanvrager tevens een eigen bijdrage worden verlangd.

#### **Symposium Bodem Breed**

De organisatie van het jaarlijkse nationaal symposium bodemonderzoek Bodem Breed als intermediair voor kennisuitwisseling tussen vraag en aanbod behoort tot de activiteiten van het programma. De aankondiging van het symposium en de uitnodiging voor bijdragen vindt telkens plaats via het tijdschrift BODEM en andere media en door middel van direct mailing in het voorjaar van ieder jaar.

#### **Publicaties**

De onderzoeksresultaten van het programma worden gepubliceerd in de reeks "Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek" en voorzover het publicaties in het Engels betreft in de reeks "The Netherlands Integrated Soil Research Programme Reports"

(zie bijlage IV). In de laatste serie vinden met name de samenvattingen van onderzoeken in het kader van het voorafgaande Speerpuntprogramma Bodemonderzoek hun weg naar het publiek. De rapporten zijn tegen een geringe vergoeding verkrijgbaar bij het programmabureau.

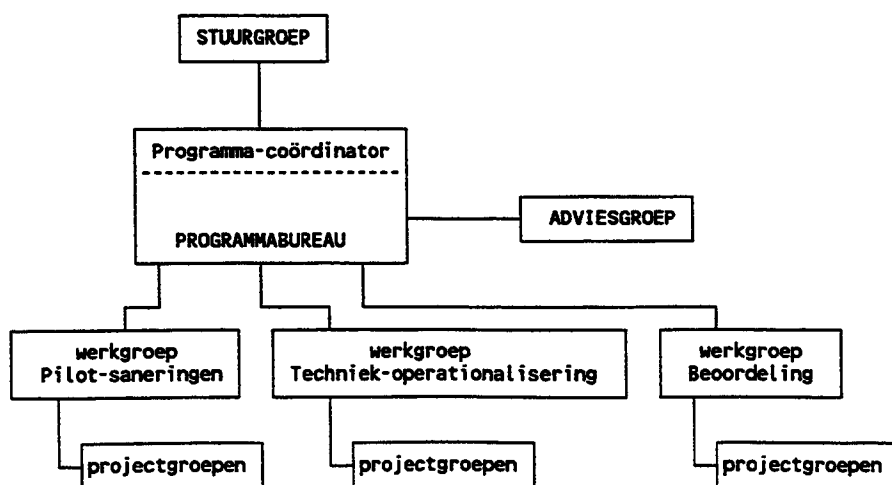
## 2.5 POSW, Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems

Het doel van het Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems (POSW) is de ontwikkeling en operationalisering van selectieve bagger- en verwerkingstechnieken. Bovendien wil POSW algemeen toepasbare kennis opbouwen, die van nut is bij toekomstige waterbodemsaneringen en op basis waarvan goed gefundeerde beleidskeuzes mogelijk zijn inzake de sanering van vervuilde waterbodems. Het programma vindt plaats onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat. De activiteiten worden uitgevoerd in samenwerking met talrijke andere belanghebbenden. Daartoe behoren diverse overheden, het bedrijfsleven en universiteiten.

De opdrachtgever van het programma is de Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat, in de Stuurgroep vertegenwoordigd door de plv. Hoofddirecteur Water van de Hoofddirectie van de Waterstaat. Opdrachtnemer is het RIZA, vertegenwoordigd door de programmacoördinator. Het organisatieschema is gegeven in figuur 3, de samenstelling van de stuurgroep en van de Adviesgroep in bijlage V.

### POSW-I

In oktober 1991 werd de eerste projectfase (POSW-I; 1988-1991) afgesloten met een evaluatierapport en als belangrijkste conclusie, dat er slechts enkele technieken operationeel waren, maar naar verwachting binnen enkele jaren ook andere technieken op praktisch schaal toepasbaar zouden zijn.



Figuur 3: *Organisatieschema POSW-II.*

## **POSW-II**

POSW-II (1992-1997) is daarom gericht op het verder ontwikkelen, operationaliseren en in de praktijk aantonen van de integrale saneringsketen van bagger-, scheidings-, reinigings- en immobilisatietechnieken die binnen drie tot tien jaar kunnen worden ingezet voor grootschalige sanering van verontreinigde waterbodems. POSW-II moet leiden tot operationele en betaalbare technieken.

In het kader van POSW-II wordt grondig gekeken naar de verschillende onderdelen van een saneringsketen, bestaande uit saneringsonderzoek - verwijdering - scheiding - reiniging - toepassing. Daarnaast vindt ook verdere toetsing van technieken plaats in complexe praktijksituaties. Dit gebeurt in een beperkt aantal pilot-saneringen.

Verder werkt POSW-II aan de ontwikkeling van instrumenten voor het beoordelen van de effectiviteit, zowel technisch als milieuhygiënisch, en van de kosten van een sanering.

POSW-II kent een drieledige aanpak:

- *Operationalisering van technieken;*
- *Pilot saneringen;*
- *Beoordeling.*

De drie onderdelen hangen sterk samen. De projectorganisatie staat er borg voor dat ervaringen en tussentijdse resultaten uit het ene programma-onderdeel ten goede kunnen komen aan andere onderdelen.

### **Operationalisering van technieken**

Bij operationalisering van technieken voor het verwerken van verontreinigde baggerspecie gaat het vooral om milieuvriendelijk baggeren, scheiding, reiniging en immobilisatie. POSW-II legt de nadruk bij opschaling van technieken, waarvan tijdens POSW-I is gebleken dat ze veelbelovend zijn. Verder wordt uitgegaan van interessante "externe" ervaringen, zoals ervaringen van andere overheden, conclusies uit de sanering van landbodems en ervaringen uit het buitenland.

De getoetste technieken zijn geselecteerd aan de hand van globaal drie criteria:

- *het (chemisch) rendement en het technisch functioneren;*
- *de geschatte operationaliseringstermijn;*
- *de kosten van de techniek.*

Een financieel en milieuhygiënisch effectieve aanpak van een vervuilde waterbodem vereist vooraf locatie-onderzoek. Ook is sedimentkarakterisering nodig om na te gaan of reiniging dan wel concentratie van de verontreiniging in een bepaalde fractie mogelijk is, en -zo ja- hoe dat dan het beste zou kunnen.

Voor de sanering zelf bestaan diverse categorieën van technieken:

- *milieu-effectieve baggertechnieken*, om nauwkeurig te kunnen baggeren en verspreiding van verontreinigingen tijdens het baggeren zoveel mogelijk te voorkomen;

- *fysische verwerkingstechnieken*, waarbij de nadruk ligt op scheidingstechnieken, waarmee het volume van de uiteindelijk te reinigen of te storten hoeveelheid kan worden teruggebracht. Ook zijn deze technieken bedoeld om schone producten te leveren die geschikt zijn voor nuttige toepassing;
- *chemische en thermische verwerkingstechnieken*, waarmee de verontreinigingen in een kleiner volume kunnen worden geconcentreerd of omgezet in niet-schadelijke bestanddelen;
- *biologische verwerkingstechnieken*, waarbij met behulp van micro-organismen toxische organische verbindingen worden afgebroken tot onschadelijke of minder toxische stoffen;
- *immobilisatietechnieken*, gericht op het zodanig fysisch-chemisch vastleggen van verontreinigingen, dat de mate van verspreiding in het milieu verwaarloosbaar is.

POSW-II heeft de diverse technieken per categorie ondergebracht in een aparte project-groep.

#### **Beoordeling van technieken en producten**

Per saneringssituatie moet een goede inschatting gemaakt kunnen worden van de milieu-effectiviteit en de kosten van in aanmerking komende complete saneringsketens. POSW-II werkt aan het ontwikkelen en uittesten van goede beoordelingsmethoden voor zowel technieken als ketens.

Binnen POSW heeft de beoordeling van verwerkingstechnieken zich geconcentreerd op het milieu-effect en de kosten. Overigens spelen ook de economische, technologische, organisatorische en maatschappelijke haalbaarheid van de verwerkingstechnieken een rol.

#### **Pilot-saneringen**

Kerndoelstelling van POSW-II is het aantonen van de bruikbaarheid van methoden en technieken, die in experimenten veelbelovend zijn gebleken, in complexe praktijk-situaties. In een drietal pilot-studies wordt daarom de volledige saneringsketen op praktijk-schaal beproefd. De gekozen pilot-locaties zijn de haven van Elburg, twee kribvakken in de Nieuwe Merwede en de Amsterdamse Petroleumhaven.

Bij de selectie van de pilot-locaties is o.a. gekeken of de drie potentiële pilot-locaties voldoende variëren wat betreft het type verontreiniging en de slibsamenstelling. Dit is gedaan om zoveel mogelijk relevante saneringsmethoden en verwerkingstechnieken te kunnen beproeven.

Verder is bijvoorbeeld gelet op de mate waarin het nader onderzoek en het saneringsonderzoek op het moment van de selectie van de pilot-locatie reeds waren doorlopen, evenals op de logistieke mogelijkheden, de saneringsnoodzaak en de bestuurlijke en financiële randvoorwaarden.

In verband met de omvang is een volledig overzicht van alle projecten niet opgenomen. Informatie hierover kan worden verkregen bij het programmabureau van POSW.

### **Kosten en planning**

De kosten van POSW-II (1992-1996) zijn begroot op ruim 32 miljoen gulden. Ruim 13 miljoen daarvan is gereserveerd voor onderzoek naar operationele bagger- en verwerkingstechnieken en beoordelingsmethoden, circa 17,5 miljoen voor pilot-saneringen en de resterende 1,3 miljoen voor organisatie, rapportage en voorlichting.

Naar verwachting zal eind 1997 de organisatie opgaan in het samenwerkingsverband "Advies- en Kenniscentrum Waterbodems" (zie ook 2.6).

### **Resultaten en publicaties**

De resultaten tot nu toe zijn neergelegd in een serie rapporten van RIZA en "Fact sheets", zie bijlage VI.

### **Subsidiemogelijkheden**

POSW-II verkeert in de fase van afronding. Alle middelen zijn gealloceerd en er worden geen nieuwe projecten meer gestart.

## **2.6 PHB, Projectbureau Hergebruik Baggerspecie**

Jaarlijks komt een grote hoeveelheid baggerspecie vrij bij het onderhoud van havens en vaarwegen en bij de sanering van verontreinigde waterbodems. Over enkele jaren zal deze hoeveelheid naar schatting jaarlijks 30 miljoen m<sup>3</sup> bedragen. Het grootste deel van de baggerspecie is niet tot "zeer licht" verontreinigd (klasse 0 of 1) en mag worden verspreid in oppervlaktewater en/of op de kant. De licht verontreinigde specie (klasse 2) wordt voor het grootste deel ook nog verspreid, maar dat mag na het jaar 2000 niet meer gebeuren. De matig tot sterk verontreinigde specie (klasse 3 of 4) wordt momenteel gestort in baggerspeciedepots. Naar schatting kan de hoeveelheid klasse 3- en 4-materiaal gaan oplopen tot circa 6,5 miljoen m<sup>3</sup> per jaar, maar op dit moment ligt de hoeveelheid lager in verband met gebrek aan bergings- en verwerkingscapaciteit. Stimulering van nuttig gebruik van baggerspecie en daaruit geproduceerde bouwstoffen is een taak van Rijkswaterstaat, die door het Projectbureau Hergebruik Baggerspecie (PHB) wordt uitgevoerd.

### **Doelstelling**

De doelstelling van PHB is om op een maatschappelijk verantwoorde manier zoveel mogelijk verontreinigde baggerspecie te hergebruiken en nuttig toe te passen.

Hergebruik en nuttige (directe) toepassing van baggerspecie betekent zowel een beperking van de benodigde stortcapaciteit als een beperking van het gebruik van primaire grondstoffen zoals zand en grind.

Afgeleide doelstellingen zijn:

- het inzichtelijk maken en het overdragen van kennis van alle relevante aspecten van hergebruik van baggerspecie;
- het in de praktijk vertalen van het beleid en het uitvoering geven aan geformuleerde kwantitatieve taakstellingen;
- het aangeven van de haalbaarheid van hergebruik en nuttige toepassing van baggerspecie;

- het mede sturing geven aan het reeds geformuleerde en nog te formuleren beleid en kwantitatieve taakstellingen;
- het bevorderen van de afzet van de verkregen alternatieve bouwstoffen;
- het fungeren als kenniscentrum voor de bouw ten aanzien van de toepassingsmogelijkheden van deze secundaire bouwstoffen.

PHB ontwikkelt en toetst hiervoor de instrumenten. De uitvoering van projecten ter realisatie van deze doelstelling is een gezamenlijke verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat.

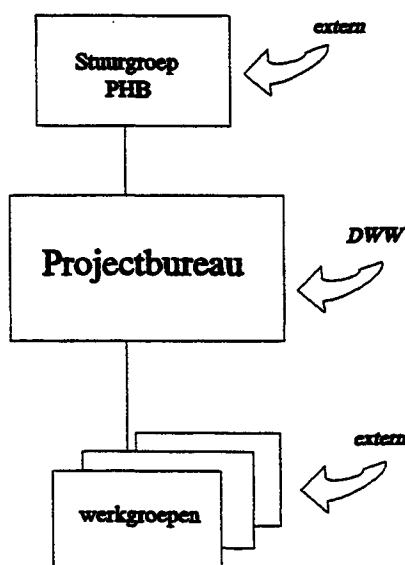
### Aanpak

Het Projectbureau Hergebruik Baggerspecie is in 1993 opgericht. Naast marktanalyses en bureau- en haalbaarheidsstudies worden demonstratieprojecten en praktijkproeven uitgevoerd. Voor de toepassing van de diverse producten uit baggerspecie wordt de nieuwste kennis op dit gebied verzameld en overgedragen en worden - indien noodzakelijk - technische regelgeving, normen en certificatieregelingen ontwikkeld. Hierbij wordt nauw samengewerkt met alle betrokken partijen.

### Organisatie

PHB is ondergebracht bij Rijkswaterstaat, de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) te Delft.

Het project wordt begeleid door een stuurgroep waarin Rijkswaterstaat, de provincies, het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, de Unie van Waterschappen, het Ministerie van VROM, het Interprovinciaal Overleg (IPO) en het bedrijfsleven (Vereniging van Waterbouwers in Bagger, Kust- en Oeverwerken) vertegenwoordigd zijn.



Figuur 4: *Organisatieschema PHB.*

Verschillende onderzoeken en studies worden begeleid door werkgroepen. In deze werkgroepen hebben diverse deskundigen van Rijkswaterstaat, provincies, gemeenten en waterschappen zitting. Het organisatieschema van PHB is aangegeven in figuur 4.

De aanspreekpunten voor verschillende onderwerpen bij het projectbureau zijn gegeven in bijlage VII.

### **Projectmatige activiteiten**

PHB heeft haar activiteiten gegroepeerd in de volgende deelprojecten:

#### *Zand uit baggerspecie*

Binnen het project "Zand uit baggerspecie" wordt de inzetbaarheid van diverse scheidings technieken, zoals natuurlijke sedimentatie en hydrocyclonage, nagegaan. Inmiddels heeft PHB in diverse proefprojecten geparticipeerd, zoals de scheidingsproeven van de regionale directie Oost-Nederland van Rijkswaterstaat en de sanering van een tweetal watergangen van het waterschap Regge en Dinkel.

Ook worden de commerciële en milieutechnische haalbaarheid van zandscheiding in kaart gebracht. Zo heeft PHB studies laten uitvoeren ter optimalisatie van zandscheiding met behulp van natuurlijke sedimentatie.

Daarnaast draagt het projectbureau bij aan het concretiseren van regionale zandscheidingsinstallaties, waarbij PHB een stimulerende en initiërende rol heeft.

#### *Klei uit baggerspecie*

In het project "Klei uit baggerspecie" wordt gekeken naar de mogelijkheid om baggerspecie te laten rijpen tot klei en naar de toepassingsmogelijkheden van deze klei in de GWW-sector.

Dit deelproject is onderverdeeld in de volgende twee clusters:

- \* Het rijpen van baggerspecie tot klei:
  - fysische aspecten rijping: welke fysische processen spelen zich af tijdens het rijpen van baggerspecie tot klei en hoe zijn deze (eventueel) te optimaliseren?
  - chemische aspecten rijping: welke chemische aspecten spelen een rol tijdens het rijpen en hoe kunnen deze (eventueel) beïnvloed worden, zodat een binnen het Bouwstoffenbesluit toepasbaar product ontstaat?
  - biologische aspecten: welke biologische processen spelen een rol en hoe hangen deze samen met de fysische en chemische aspecten?
  - algemene aspecten van rijping.
  
- \* Het toepassen van de klei uit baggerspecie:
  - civiel- en milieutechnische eisen: aan welke civieltechnische eisen moet de klei voldoen voor toepassing in de GWW-sector en welke eisen stelt de milieuregeling aan deze toepassing?
  - stimulering afzet gerijpte baggerspecie: wat zijn de afzetmogelijkheden voor klei uit baggerspecie en de financieel-economische betekenis hiervan?

Inmiddels is en wordt de bestaande kennis in binnen- en buitenland over het laten rijpen van baggerspecie tot klei en de civieltechnische toepassingen daarvan onderzocht. Deze kennis vormt de basis voor verder onderzoek naar chemische en fysische aspecten van rijping van baggerspecie. Een andere belangrijke studie betreft een marktverkenning voor klei uit baggerspecie.

#### *Directe toepassing*

In sommige gevallen kan baggerspecie direct (onbehandeld) toegepast worden. Deze vorm van hergebruik lijkt zeer veel potentie te hebben, niet in de laatste plaats vanwege de lage kosten. Binnen het deelproject "Directe toepassing" wordt onderzocht in hoeverre het direct toepassen van baggerspecie juridisch, technisch en maatschappelijk verantwoord en haalbaar is.

Als eerste is onderzocht onder welke voorwaarden van de wetgeving de verschillende klassen baggerspecie direct toegepast kunnen worden.

#### *Kenniscentrum*

Naast onderzoek naar technieken van behandeling en het uitvoeren van proefprojecten, richt PHB zich op overdracht van kennis en stimulering van het hergebruik van baggerspecie. Binnen het deelproject "Kenniscentrum" heeft PHB daarom een aantal taken gebundeld:

- overdracht van kennis over de toepassingsmogelijkheden van baggerspecie en de producten daaruit;
- voorlichting en PR over hergebruik van baggerspecie en de diverse toepassingsmogelijkheden van producten, zodat hergebruik meer bekendheid krijgt;
- stimuleren van het hergebruik van baggerspecie en de toepassing van producten.

#### **Samenwerking POSW**

PHB levert voor een aantal projecten van POSW (zie 2.5) inhoudelijke ondersteuning op het gebied van hergebruik van baggerspecie.

Eén van die projecten is het immobiliseren van baggerspecie tot kunstgranulaat. Het gaat hier om sterk vervuilde baggerspecie, waaruit door middel van zandscheiding of rijping geen toepasbaar product te verkrijgen is.

#### **Rapportage en communicatie**

Aan de resultaten wordt bekendheid gegeven door uitgave van rapporten, een nieuwsbrief en het houden van lezingen, cursussen, exposities, workshops en symposia. Binnenkort zal er tevens een PHB-site op internet te vinden zijn, waarbinnen naast de nieuwsbrief algemene informatie over PHB en een overzicht van PHB-producten met een korte beschrijving over de inhoud worden aangeboden.

#### **Advies- en Kenniscentrum Waterbodems, AKWA**

De Technisch Wetenschappelijke Diensten van Rijkswaterstaat (te weten: Bouwdienst (BD), Directie Noordzee (DNZ), Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) en Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW)) willen gezamenlijk de aanpak van de verontreinigde waterbodems op een goede manier gestalte geven. Door een gecoördineerde samenwerking



onder de naam "Advies- en Kenniscentrum Waterbodems", zullen kennis en ervaring optimaal worden ingezet bij de vraag naar deskundig advies, de behoefte aan ondersteuning bij de uitvoering en bij het ontwikkelen en het toegankelijk maken van nieuwe kennis. In discussie is nog of de regionale waterbeheerders in Nederland via de Unie van Waterschappen of de STOWA ook deel zullen nemen aan dit kenniscentrum.

Het Advies- en Kenniscentrum Waterbodems wordt geen apart bureau, maar de medewerkers blijven binnen hun huidige diensten actief. De specifieke deskundigheid van elke dienst op het gebied van waterbodems zal binnen deze samenwerking duidelijk herkenbaar blijven. Op dit moment wordt gewerkt aan de structuur in detail en naar verwachting zal aan het eind van 1997 het Advies- en Kenniscentrum actief naar buiten treden. Te zijner tijd zal gedetailleerde informatie omtrent deze ontwikkeling worden gegeven via diverse kanalen.

## **2.7 STOWA-Meerjarenprogramma 1995-1999**

De STOWA, de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, is een onderzoeksstichting, opgericht in 1971 met als doel het (laten) uitvoeren van toegepast onderzoek ten behoeve van de Nederlandse waterbeheerders. Vrijwel alle waterbeheerders, te weten het Rijk, alle waterkwaliteitsbeheerders, de meeste waterkwantiteitsbeheerders en alle grondwaterbeherende provincies nemen deel in de STOWA.

De stichting voert zelf geen onderzoek uit maar inventariseert de behoefte aan onderzoek in het waterbeheer, formuleert vervolgens onderzoeksopdrachten en besteedt die dan uit bij universiteiten, instituten of ingenieursbureaus.

### **Doelstelling**

Ten aanzien van de waterbodemproblematiek stelt de stichting zich tot doel door middel van onderzoek te zoeken naar oplossingen voor de waterbodemproblematiek van de waterbeheerders. Deze problemen kunnen heel divers zijn: problemen rond de normstelling, problemen met risico-inschatting en urgentiebepaling van verontreinigde waterbodems en problemen met het vinden van betaalbare en verantwoorde verwerkingsmethodes.

### **Organisatie**

De rechtsvorm van de STOWA is een stichting. In de stichting participeren 106 deelnemers:

20	all-in waterschappen
8	zuiveringsschappen
62	kwantiteitsbeherende waterschappen
1	gemeente (Amsterdam)
2	provincies/kwaliteitsbeheerders
12	provincies/grondwaterbeheerders
1	ministerie/rijkswaterbeheerder (Verkeer & Waterstaat/RIZA)

De STOWA kent een algemeen bestuur en een dagelijks bestuur. Het algemeen bestuur wordt gevormd door vertegenwoordigers van de achttien meest bijdragende waterschappen namens de waterkwaliteitsbeheerders, twaalf leden namens de waterkwantiteitsbeheerders, benoemd door de waterschapsbonden in de diverse provincies, twee leden voor het ministerie van Verkeer en Waterstaat, twee leden voor de provincies en een lid voor de gemeente Amsterdam. Het dagelijks bestuur bestaat uit een voorzitter en zes leden (drie uit de zuiverende waterschappen, één uit de kwantiteitswaterschappen, één namens het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, één namens de provincies en een lid namens de gemeente Amsterdam).

Onderzoeksvorstellen voor het aandachtsgebied (water)bodem worden beoordeeld en geprioriteerd door de Programmacommissie Kwaliteit en Waterbodem (zie bijlage VIII). Deze commissie adviseert het bestuur van de STOWA ten aanzien van de invulling van het onderzoeksprogramma 1995-1999 en het opnemen van onderzoeksprojecten in de begroting van de daarop volgende jaren. De -jaarlijks bij te stellen- meerjarenbegroting wordt in de najaarsvergadering van het Algemeen Bestuur vastgesteld.

#### **Onderzoeksprogramma**

De STOWA heeft in 1994 een meerjarig Onderzoeksprogramma 1995-1999 vastgesteld met daarin onder andere diverse onderzoeksprojecten op het gebied van waterbodems teneinde de waterbeheerders gegevens en instrumenten te verschaffen waarmee het beheer van waterbodems en het omgaan met verontreinigde baggerspecie verantwoord kan worden uitgevoerd. Het budget voor waterbodemonderzoek is beperkt, omdat het uitgevoerd moet worden naast onderzoek op allerlei andere terreinen: oppervlaktewaterkwaliteitsonderzoek en -kwantiteitsonderzoek, ecologisch onderzoek, natuurontwikkeling, verdroging, riolerings- en zuiveringstechnologisch onderzoek.

#### **Budget**

De omzet van de stichting is op dit moment ca. 8 miljoen per jaar. Hiervan wordt op dit moment ca. 6 ton per jaar aan waterbodemonderzoek besteed en dat zal naar verwachting tot 1999 niet verhoogd worden.

#### **Lopend onderzoek**

Het lopende onderzoek anno 1997 is samengevat in tabel 8 en bijlage X.

#### **Subsidiebeleid**

Ieder jaar tot 1 juni bestaat de mogelijkheid zowel voor waterbeheerders als voor potentiële uitvoerders (ingenieursbureaus, wetenschappelijke instellingen, universiteiten) om nieuwe projectvoorstellen voor onderzoek voor het daarop volgende jaar in te dienen. Het projectvoorstel behoeft voor de eerste beoordeling niet langer te zijn dan 1 à 2 A4 en dient achtereenvolgens de volgende onderwerpen te behandelen.

#### **0. Projecttitel**

1. Doel van het onderzoek
2. Probleemstelling, die tot dit onderzoeksvoorstel leidt
3. Voorgestelde werkzaamheden

4. Voorgestelde uitvoering/eventuele samenwerking
5. (Eventueel) voorstellen voor leden begeleidingscommissie
6. Looptijd van het project
7. Kosten van het project

Tabel 8 *STOWA, Overzicht van lopend waterbodemonderzoek 1997.*

Projectnummer	Projecttitel	Uitvoerder/ Samenwerking	Looptijd	Kosten (kf)
442.302	Achtergrondwaarden van PAK in veenprofielen	NITG-TNO	1995-1997	208.5
442.553	Ecotoxicologische risicobeoordeling van verontreinigde waterbodems	AquaSense B.V.	1995-1997	246.4
442.555	Voorspelling van interne fosfaatbelasting in ondiepe meren met DB-Switch	Waterloopkundig Laboratorium	1996-1997	164.5
442.556	Karakterisering van baggerspecie voor biologische reiniging	TNO-MEP LUW SC-DLO	1995-1997	900.0
442.558	Baggerspecie in doorgangsdepots	Grontmij i.s.m. GOB Z-Holland	1995-1996	264.4
442.559	Regionale waterbodemkwaliteit en beïnvloeding van de landbodem door specie op de kant (REGWABO)	RIVM-LWD i.s.m. Ministerie VROM	1995-1997	228.0
442.560	Verkenning van actuele risico's ten gevolge van het verspreiden van baggerspecie op land (REGWABO-RISICO)	Wem	1997-1998	240.0

De ontvangen projectvoorstellen worden door een Programmacommissie geprioriteerd ten opzichte van al eerder ingediende maar nog niet gehonoreerde projecten. De voorstellen betreffende waterbodemonderzoek moeten passen in de thema's 17 (risicoanalyse waterbodems) en 18 (reinigingstechnieken waterbodems) van het Onderzoekplan 1995-1999. De STOWA-financiering dekt gewoonlijk de onderzoekskosten voor 100%, maar waterbeheerders kunnen voor onderzoek, dat zij zelf uitvoeren of dat in hun opdracht wordt uitgevoerd, een participatiebijdrage ontvangen van maximaal f 60.000,-.

#### Rapporten

De gepubliceerde rapporten op het aandachtsgebied (water)bodem zijn opgenomen in bijlage IX.

## 2.8 Programma Milieutechnologie - onderdeel Bodem (MT-Bodem)

Novem beheert het programma Milieutechnologie voor de ministeries Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Het programma heeft als doel om innovatieve milieutechnologie voor een veelheid van doelgroepen en onderwerpen te stimuleren. Het onderdeel "bodem" is één van die onderwerpen.

Vanaf het programmajaar 1997 richt het deelprogramma zich op het ontwikkelen van nieuwe methodieken en met name op apparatuur ten behoeve van het meten en karakteriseren van verontreiniging. Het gaat daarbij om apparatuur ten behoeve van preventie en beheer ("early warning"-systemen) alsook ten behoeve van bodem(sanerings)onderzoek (monsternameapparatuur en "in field" meetapparatuur).

### Lopend en afgesloten onderzoek

Projecten die in het recente verleden door Novem zijn ondersteund en lopende projecten op dat gebied zijn aangegeven in tabel 9 en bijlage X.

Tabel 9 *MT-Bodem, Overzicht van recent afgesloten en lopende projecten.*

Projecttitel	Bedrijf
Sturing van biologische in-situ sanering via on-line monitoring	Tauw Milieu bv
Ontwikkeling van een gesegmenteerde peilbuis ten behoeve van een betere beheersing van IBC-locaties en effectievere uitvoering van bodemsanering	De Zeeuw Milieumanagement
Verbeterde methode ter bepaling van de restconcentratie na biologische reiniging van olieverontreinigde grond	MTI
Onderzoek naar een geïntegreerd meet- en regelsysteem voor bodem- en grondwatersanering	Imd Micon
Haalbaarheidsstudie naar de ontwikkeling van een met sensoren uitgevoerde wendbare boormachine: de speurmol	NITG-TNO
Optimalisering van het saneringsproces door verbetering van het vooronderzoek met behulp van een grondradar	MAP Benelux B.V.
Ontwikkeling van een monstername-apparaat voor verbeterde eindbemonstering	Tauw Milieu bv
Ontwikkeling van een tweetal sensoren ten behoeve van het "in field" bepalen van verontreinigingen	Van Essen instruments

### Subsidiemogelijkheden

Voor ondersteuning vanuit het programma komen vier typen van projecten in aanmerking:

- Haalbaarheidsonderzoek: maximaal 90% subsidie tot ten hoogste f 75.000,-

- Ontwikkelingsonderzoek: maximaal 50% subsidie tot ten hoogste f 500.000,-
- Demonstratieprojecten: maximaal 35% subsidie tot ten hoogste f 500.000,-
- Kennisoverdrachtprojecten: maximaal 50% subsidie tot ten hoogste f 25.000,-

Voor meer informatie over het programma Milieutechnologie kunt u contact opnemen met E.J.Ph.M. Menten, telefoon 030-2393613.

## **2.9 T-2000, programmaonderdeel natte deeltjesscheiding**

Eén van de doelstellingen van het beleid van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) op het gebied van afvalstoffen is het bevorderen van een doelmatige verwijdering van afvalstoffen. Deze doelstelling is in diverse actiepunten van het Nationaal Milieubeleidsplan nader geconcretiseerd. Omdat nog gebrek aan kennis bestaat omtrent de technische mogelijkheden van (prioritaire) afvalstoffenverwerking, is het programma "Technologie 2000" (T-2000) opgezet.

In het programma T-2000 is een groot aantal technieken voor afvalverwerking vergeleken op basis van hun potentiële mogelijkheden. Daarbij zijn (clusters van) technieken aangewezen, die als meest belovend moeten worden aangemerkt. Deze technieken zijn ondergebracht in de deelprogramma's van T-2000.

Het programma T-2000 wordt beheerd door Novem. Informatie betreffende uitvoering en projectresultaten zijn bij Novem verkrijgbaar.

### **Natte deeltjesscheiding**

Bij scheiding van afvalstoffen komen in het algemeen de volgende fracties vrij:

- de "gewenste" fractie(s)
- de rest-fractie(s).

Scheiding van de afvalstoffen is er op gericht de "gewenste" fractie in een zodanige kwaliteit af te scheiden dat hergebruik en/of nuttige toepassing mogelijk is.

Het programma Natte deeltjesscheiding betreft de inzet van "natte" deeltjesscheidings-technieken voor het realiseren van genoemd doel. Hierbij gaat het niet alleen om "natte" deeltjesscheidings-technieken, ook eventuele voor- en nabewerkingstechnieken worden in beschouwing genomen.

Natte deeltjesscheidingssystemen worden ingezet bij de fysisch-chemische reiniging van verontreinigde grond, baggerspecie en zeef- en brekerzand. Hierbij kan een onderscheid worden gemaakt in reiniging door middel van extractie- en classificatieprocessen en flotatieprocessen. Daarnaast worden natte deeltjesscheidingssystemen toegepast als voorscheiding bij verdere thermische of biologische verwerking.

### **Subsidiemogelijkheden**

De subsidiemogelijkheden voor het programmaonderdeel Nattedeeltjesscheiding worden per jaar vastgesteld. In 1995 en 1996 zijn een aantal projecten ondersteund, die zijn samengevat in tabel 10. In het jaar 1997 is er geen budget ten behoeve van subsidie. Wel worden er specifiek gelden besteed aan programmaondersteuning, o.a. kennisoverdracht.

Gemiddeld word er per jaar ongeveer 1 miljoen gulden besteed aan onderzoeken in dit onderdeel van T-2000.

Tabel 10 *T-2000, programmaonderdeel natte deeltjesscheiding, Overzicht van recent afgesloten en lopende projecten*

Projecttitel	Bedrijf
<i>Projecten 1995</i>	
Karakterisering van grond en baggerspecie	TNO-MEP
Karakterisering van zeefzand	TU Delft
Extractieve grondreinigingsinstallatie van HWZ-Milieu onder de loep	HWZ-Milieu B.V.
Monitoring flotatie bij het verwerken van verontreinigde grond	Heidemij Realisatie B.V.
Monitoring bij de verwerking van baggerspecie	BRP De Bilt B.V.
Monitoring fractiescheidingsinstallatie	Boskalis Dolman B.V.
Monitoring van een scheidingsinstallatie voor verontreinigde baggerspecie bestaande uit klasseerders, hydrocyclonen en een roertank	De Vries & van de Wiel B.V.
<i>Projecten 1996</i>	
Thermisch-magnetische techniek voor de opwerking van grondreinigingsresidu	IWACO B.V.
Hoger reinigingsrendement voor baggerspecie, grond en zeef- en brekerzand door toepassing van gepulseerd bedscheiding voor verontreinigde materialen	BioSoil R&D B.V.
Het optimaliseren van de scheiding van baggerspecie door toepassen van een voorbehandeling	N.V. Afvalzorg Noord-Holland
Thermische behandeling en zeolisatie van grondreinigingsresidu	MilieuTech Reststoffen B.V.
Verwerking van grondreinigingsresidu tot een nuttig toepasbaar (vormgegeven) produkt middels nageschakelde technieken	IWACO B.V.
Haalbaarheidsonderzoek naar de opwerking van slibfracties uit scheidingsinstallaties met behulp van "two-stage" kolomflotatie	KEMA Nederland B.V.
<i>Projecten 1997</i>	
Zand uit baggerspecie	Serasea
Praktijkonderzoek naar de haalbaarheid van secundaire grondstoffen uit verontreinigde baggerspecies	De Vries & van de Wiel B.V.
Karakterisatie als functie van de kwaliteit van het eindproduct	BRP De Bilt B.V.
Karakterisering als functie van de kwaliteit van het eindproduct	TU Delft

**Lopende projecten**

De lopende projecten zijn vermeld in tabel 10. Een meer uitgebreide beschrijving is opgenomen in bijlage X.

Nadere informatie over de projecten en de uitkomsten daarvan zijn verkrijgbaar bij het programmasecretariaat T-2000 in Utrecht.

## Bijlage I NOBIS, Personele samenstelling (1997)

### 1. Samenstelling NOBIS Bestuur

ir. J. van der Vlist	voorzitter
ir. C.E.H.M. Buijs	Hollandse Beton Groep
ir. A.T. de Borst	ONRI, Werkgroep Bodem
drs. A. Deelen	Ministerie VROM DGM, Directie Bodem
ir. J.J. Wentink	Grondmechanica Delft
prof.dr.ir. W.H. Rulkens	Landbouwwuniversiteit Wageningen
ir. Th. Edelman	Stichting Bodemsanering NS
ir. A.A.G. Verhulst	AKZO Nobel Engineering B.V.

### 2. Samenstelling Wetenschappelijke Adviesraad (WAR)

prof.dr.ir. C. Van den Akker	TU Delft Geohydrologie
ir. R. van den Berg	RIVM
prof.dr.ir. F.A.M. de Haan	LUW Bodemkunde en Plantenvoeding
ir. H.P. van Heel	TU Delft Werktuigbouwkunde en Maritieme techniek
prof.dr.ir. D.B. Janssen	RUG Microbiologie
prof.dr. R.D. Schuiling	Universiteit Utrecht
prof.dr. N.M. van Straalen	VU Amsterdam

### 3. Samenstelling Kennis Integratieteam (KIT)

drs. H.P. Boers	NITG-TNO
dr.ir. J.C.M. de Wit	Tauw Milieu bv
drs. N.H.S.M. de Wit	VROM
ing. H.J. van Veen	TNO, Milieu Energie en Procesinnovatie
dr.ir. P. Doelman	IWACO B.V.
dr.ir. J.T.C. Grotenhuis	LUW Milieutechnologie
ir. R. Kabos	Grondmechanica Delft
dr. W. Veerkamp	Shell Nederland B.V.
ir. P.I.M. Vis	Ecotechniek B.V.

### 4. Samenstelling Raad van Toezicht (RUT)

<i>Vanuit de vraagzijde</i>	
ir. C.J.M. Asselbergs	Stichting Europort / Botlek Belangen
ir. G. Beuming	SHELL Internationale Petroleum Maatschappij B.V.
drs. J. van den Akker	Akzo Nobel Chemicals B.V.
ing. W.A. van Hattem	Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam
ing. R. Kronenburg	Gemeentelijk Havenbedrijf Amsterdam
ir. J.H. Langendam	Du Pont de Nemours (Nederland) B.V.
M.L.M. van Lierop	Nederlandse Philips Bedrijven B.V.
ir. Th. Edelman	Stichting Bodemsanering NS
ing. A.G. Veltkamp	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.



*Vanuit de aanbodzijde*

ir. R. Schuurs  
drs. J.P.J.J. Theeuwen  
ir. H. Sinke  
ing. L. Lageweg  
drs. J.P.J. Nijssen  
drs. J.P. Okx  
ir. H.M.C. Satijn

DHV Milieu en Infrastructuur B.V.  
Grontmij Advies & Techniek B.V.  
Heidemij Realisatie B.V.  
Ingenieursbureau "Oranjewoud" B.V.  
Gemeentewerken Rotterdam  
Tauw Milieu bv  
IWACO B.V.

*Vanuit de R&D sector*

ir. L.F.L.M. Bousardt  
prof.dr.ir. F.B.J. Barends

TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie  
Grondmechanica Delft

*Vanuit de overheidssector*

mevrouw drs. C. de Boer  
drs. J.W. Gunster  
mr. A.B. Holtkamp  
mr. E.J. de Vries  
drs. D.R. Moet  
ir. Th. Kramer

IPO  
Vereniging VNO-NCW  
Ministerie VROM DGM  
Ministerie EZ DG Industrie en Diensten  
Vereniging van Nederlandse Gemeenten  
Koninklijke Landmacht NATCO

**5. Samenstelling programmabureau CUR/NOBIS**

ir. H.J. Vermeulen  
ing. J.H.A.M. Verheul  
mw. I.E.R. Halbersma-van Reijssen

programmadirecteur  
technisch secretaris  
management-assistente

## Bijlage II NOBIS, Publicaties (september 1997)

Project- nummer	Titel
95-1-13	Biosparging and Bioventing Expert Support System (B&B-ESS, Version O).
95-1-03	Risk Reduction, Environmental Merit, Costs (REC-Method, Phase 1).
95-1-43	Anaërobe afbraak van BTEX op locaties Slochteren en Schoonebeek 107. State of the art.
95-1-09	On site productie van biosurfactants bij in situ biologische bodemreiniging, eindrapport fase 1.
96.608	Biologische afbraak van BTEX en CKW bij in situ biorestauratie, Afbreekbaarheid, voor- onderzoek, monitoring en karakterisatie.
95-1-43	Anaërobe afbraak van BTEX op locaties Slochteren en Schoonebeek 107. Eindrapport Fase 1.1 State of the art, Veldkarakterisatie en batchproeven.
95-1-41	Afbraak van Per en Tri onder sequentiële redox-omstandigheden. Deelresultaat 1: state of the art.
95-1-09	On site productie van biosurfactants bij in-situ biologische bodemreiniging. Eindrapport fase 2: Effect van biosurfactants op de mobilisatie van olie.
95-2-15	Onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van seismische tomografie voor de bepaling van de doorlatendheid van de ondergrond. Eindrapport van het project.
95-2-02	Verbetering van de positie van de in-situ biodegradatievariant door toevoeging van imbibitie en drainage aan bestaande theorie. Eindrapport fase 1.
96-2-01	Intrinsieke biodegradatie en bioreactieve schermen bij bodemverontreiniging bij textielre- nigingsbedrijven. Eindrapport fase 1.
95-1-41	Afbraak van Per en Tri onder sequentiële redox-omstandigheden. Eindrapport fase 1.
95-1-44	Proefsanering meetstation 1 NAM Schoonebeek. Eindrapport fase 1.
95-2-11	Risico's van bodem en grondwaterverontreiniging na in-situ bodemsanering (RESTRISK). Eindrapport fase 1: Beoordeling van vier locaties stagnerende grondwatersanering.
96-1-02	Extensieve kwaliteitsverbetering van baggerspecie middels on site biorestauratie in combi- natie met energieteelt. Eindrapport definitiestudie.
	Monsternamen en monitoring van actieve en passieve (intrinsieke) in-situ biorestauratie.
	Verslag van een werkbezoek aan de Verenigde Staten.

### **Bijlage III PGBO, Personele samenstelling, spoor 1 (1997)**

#### **Stuurgroep**

dr. J. Marks, (voorzitter)	OC&W
mw. prof.dr. L. van Vloten-Doting	LNV
drs. A. Deelen	VROM
ir. P.B.M. Stortelder	V&W
mw. drs. W.J. Hu	EZ
mw. drs. C.A.M. Baas-Hoffschulte (secretaris)	OC&W

#### **Programmacommissie**

drs. P.S.H. Ouboter, (voorzitter)	IWACO B.V.
ir. R. van den Berg	RIVM
ir. Th. Edelman	Stichting Bodemsanering NS
prof.dr. W. Harder	TNO-MEP
dr. P.C. de Ruiter	DLO
prof.dr.ir. W.H. Rulkens	LUW
prof.dr. N.M. van Straalen	VUA
drs. F. Timmermans	Gemeente Utrecht
mw. drs. J. Botterweg	RIZA

#### **Programmabureau**

ing. H.J. van Veen	programmadirecteur
ir. H. Rogaar	programmasecretaris
mw. A.H. van den Heuvel-Pieper	directie-assistente
mw. drs. M.J. Lexmond	secretaris symposium Bodem Breed

## Bijlage IV Publicaties Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek en Speerpuntprogramma Bodemonderzoek

### Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek

Deel	Titel	Prijs
1	Kennisbehoefte actief bodembeheer, P.S.H. Ouboter et al., 1996 (29 p., 2 bijlagen)	Dfl 40,—
2	Ecotoxicologische risicobeoordeling van verontreinigde (water)bodems - Hoe verder?, C. van de Guchte et al., 1996 (56 p.)	Dfl 40,—
3	Monitoring en controle van bodem en grondwater - Beleidsrelevantie van monitoring systemen, R.A. Ammerlaan et al., 1996	Dfl 40,—
5	Classificatie van Bodemverontreiniging - Inventarisatie van mogelijkheden en knelpunten in verband met onderzoeksprogrammering, W.F. Kooper, 1996	Dfl 40,—
6	Stimuleringsprogramma's voor bodem- en waterbodemonderzoek in Nederland anno 1996. Doelstellingen - Programmering - Toekomstvisies	gratis
7	Vluchtige organische chloorverbinding in de bodem - saneringspraktijk en onderzoeksbehoefte, L. Schipper, et al., 1996	Dfl 40,—
8	Verkenning van de mogelijkheden voor beheer en herstel van fosfaatlekkende landbouwgronden, W.J. Chardon et al., 1996	Dfl 40,—
9	Communicatie over bodemverontreiniging. Gesprek tussen een deskundige, een psycholoog en een ambtenaar, P.S.H. Ouboter et al., 1996	Dfl 40,—
-	1e werkboek actief bodembeheer, IPO, PGBO, VNG, VROM, 1996	Dfl 27,50
10	Beslissingsondersteuning van bodemgerelateerde werkprocessen bij gemeenten en provincies - Verkenning, A. Weenk, 1997	Dfl 40,—
11	Natuurontwikkeling op vervuilde bodems - Aanzet tot onderzoeksprogrammering vanuit de praktijk, H.F. van Dobben et al., 1997	Dfl 40,—

### The Netherlands Integrated Soil Research Programme Reports

Volume	Title	Price (excl. VAT)
1	The fate of organic pollutants in soils and sediments and the development of biological soil remediation techniques - An evaluation of quality, scientific significance and policy relevance (36 pp.; 6 app.), P.J.M. Middeldorp and G. Schraa	Dfl 15,—
2	Adaptation and selection mechanisms of natural and genetically modified soil microorganisms (70 pp.; 2 app.), H. Rogaar, J.D. van Elsas, A.D.L. Akkermans and A.H. van den Heuvel-Pieper (editors)	Dfl 15,—

- |   |  |          |
|---|--|----------|
| 3 | <b>Biological availability and transformations of organic compounds in soil and sediment systems (152 pp.; 4 app.; 1 annex), H. Rogaar, G. Schraa, R. van den Berg and A.H. van den Heuvel-Pieper (editors)</b>    | Dfl 15,- |
| 4 | <b>Spatial variability of soil contamination and the consequences for environmental risk assessment (35 pp.; 5 app.), A. Stein and I.G. Staritsky</b>  | Dfl 15,- |
| 5 | <b>Remediation and isolation techniques for soils and sediments (258 pp.; 3 app.), J.T.C. Grotenhuis, M.J. Lexmond, H. Rogaar and A.H. van den Heuvel-Pieper (editors)</b>   | Dfl 15,- |
| 6 | <b>Soil structure and transport processes - implications for water, gases, nutrients, pesticides, and contaminants in soils (132 p., 3 app.), P.A.C. Raats, H. Rogaar and A.H. van den Heuvel-Pieper (editors)</b> | Dfl 15,- |
| 7 | <b>Speciation and bioavailability of heavy metals, sulphur, phosphorus and cyanide in soils and sediments (211 p., 3 app.), H. Rogaar and A.H. van den Heuvel-Pieper (editors)</b>                                 | Dfl 15,- |

De publicaties zijn verkrijgbaar bij het programmabureau Bodemonderzoek in Wageningen (tel.: 0317-484170; fax: 0317-485051).

## **Bijlage V      Personele samenstelling van de Stuurgroep en de Adviesgroep van POSW-II**

### **Stuurgroep**

ir. M. Hofstra, Hoofddirectie van de Waterstaat, voorzitter  
A.H.G.C. van der Beesten, Hoofddirectie van de Waterstaat  
mw.drs. J.G.R. Weggemans, Hoofddirectie van de Waterstaat  
drs. G.J. van Nuland, RIZA  
prof.dr.ir. J. Leentvaar, RIZA  
dr.ir. P.K. Groen, RIZA, programmacoördinator  
dr.ir. P.K. Groen, RIZA, hoofd Programmabureau POSW  
drs. M. van Essen, RIZA, secretaris Programmabureau POSW  
ir. W. Korf, Bouwdienst Rijkswaterstaat  
ir. H.H.G. Dijk, Bouwdienst Rijkswaterstaat  
ir. W.P.A. Broeders, Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland  
drs. J.C. van Hees, Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland  
drs. A. Deelen, Ministerie van VROM  
ir. D. Hoogendoorn, Ministerie van VROM  
ing. J.Th. Weisscher, Ministerie van VROM  
drs. W.H. Munters, Ministerie van VROM  
ir. T. Vellinga, Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam  
ir. S. Brunekreeft, Service Centrum Grondreiniging  
ir. H.J. van den Berg, Provincie Zuid-Holland  
ir. C. van Bladeren, Unie van Waterschappen  
mr. J. Mulder, VBKO  
ir. H.J.M. Bijnsdorp, VBKO  
drs. J.H.M. Struijk, NVPG

### **Adviesgroep**

prof.dr.ir. E. Schultz, Bouwdienst Rijkswaterstaat, voorzitter  
ir. J.L.M. Konter, Bouwdienst Rijkswaterstaat  
dr.ir. P.K. Groen, RIZA, programmacoördinator  
dr.ir. P.K. Groen, RIZA, hoofd Programmabureau POSW  
drs. M. van Essen, RIZA, secretaris Programmabureau POSW  
ir. P.B.M. Stortelder, RIZA  
drs. C. van der Guchte, RIZA  
ing. W.D. Rokosch, Rijkswaterstaat Directie Noordzee  
ir. J.T. van der Zwan, Dienst Weg- en Waterbouwkunde  
ir. J.W. Corver, Ministerie van VROM  
mw. ir. E.R. Sóczó, RIVM  
dr. A. Opperhuizen, RIKZ  
prof.dr.ir. W.H. Rulkens, Landbouwuniversiteit Wageningen  
ir. J.H.J. van der Gun, BOB Projectmanagement & Milieuadvies  
dr. A. Honders, Service Centrum Grondreiniging  
ing. H.J. van Veen, TNO-MEP

## **Bijlage VI    Overzicht van POSW-II Publicaties**

### **Rapporten (beschikbaar)**

1.    Onderzoek naar producten voor in situ biologische reiniging van waterbodems. RIZA-nr. 94.035
2.    Landfarming van baggerspecie: laboratorium en praktijkonderzoek. Eindrapport. RIZA-nr. 95.013
3.    Immobilisatie van verontreinigingen in baggerspecie en vaste afvalstoffen in depot. RIZA-nr. 95.014
4.    Vervaardiging van kunstbasalt uit verontreinigde baggerspecie. Samenvattende rapportage. RIZA-nr. 95.015
5.    Evaluatie van de waterbodemsanering van de haven van Elburg. Hoofdrapport. RIZA-nr. 95.017
6.    Levenscyclusanalyse en keuze saneringsmethode. RIZA-nr. 95.024
7.    Haalbaarheidsstudie Grootschalige Verwerking Baggerspecie. Eindrapport Fase 1: Verkenning en voorbereiding. RIZA-nr. 95.016
8.    Scheiden van verontreinigd sediment. RIZA-nr. 95.025
9.    Evaluatie van de waterbodemsanering van de haven van Elburg. Uitgebreid rapport. RIZA-nr. 95.028
10.    Verwerking van baggerspecie met het VerTech-proces, praktijkproef haven van Elburg en basisontwerp. RIZA-nr. 96.042
11.    Thermische verwerking van baggerspecie, evaluatie van kansrijke technieken. RIZA-nr. 96.043
13.    Haalbaarheidsstudie Grootschalige Verwerking Baggerspecie. Eindrapport Fase 2: Scenario's voor verwerking baggerspecie. RIZA-nr. 97.018
14.    Mechanische ontwatering van baggerspecie: inventarisatie van praktijkgegevens. RIZA-nr. 068
23.    Rapportage Baggerproeven Ketelmeer. RIZA-nr. 97.023
24.    Pilotsanering kribvak Nieuwe Merwede. Eindrapportage monitoring en evaluatie. RIZA-nr. 97.047
- Interim-rapport Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems. RIZA-nr. 95.026
- Interim report Development Programme for Treatment Processes for Polluted Sediments. RIZA-nr. 95.027
- Het Eindrapport POSW II. RIZA-nr. 97.026

### **Rapporten (in voorbereiding)**

- Final Report Development Programme for Treatment Processes for Contaminated Sediments. RIZA-nr. 97.051
- Bioassays. Het orakel van de ecotoxicologie. RIZA-nr. 97.048
- Pilotsanering Nieuwe Merwede. Milieu-effecten
- Pilotsanering Nieuwe Merwede. Thermische immobilisatie van baggerspecie
- Milieu-effectief baggeren bij sanering van waterbodems. Eindrapport
- Chemische en thermische technieken voor reiniging van baggerspecie. Eindrapport
- Karakterisatieproeven voor baggerspecie.
- Verwerking van baggerspecie in grondreinigingsinstallaties
- Milieuhygiënisch onderzoek aan Ecogrind
- Ecogrind: verwerking van baggerspecie
- Praktijkproef thermische verwerking van baggerspecie Petroleumhaven

- Pilotsanering Petroleumhaven. Eindrapportage monitoring en evaluatie
- Pilotsanering Petroleumhaven. Milieu-effecten en verwerkingsprocessen
- Fysische scheidingstechnieken voor reiniging van baggerspecie. Eindrapport
- Locatie-onderzoek bij sanering van waterbodems. Eindrapport
- Biologische technieken voor reiniging van baggerspecie. Basisrapport
- Immobilisatietechnieken voor verontreinigde baggerspecie. Eindrapport
- Biologische technieken voor reiniging van baggerspecie. Eindrapport
- Milieu-effecten van verwijdering en reiniging van baggerspecie. Eindrapport
- Intensieve landfarming. Deelrapport
- Extensieve landfarming. Deelrapport
- Reiniging in depot. Deelrapport

#### **Fact sheets (beschikbaar)**

1. Smelten en kristalliseren
2. Flotatie van baggerspecie
3. Optimalisatie van saneringsaanpak
4. Bepaling sliblaagdikte met seismisch onderzoek
5. Vertroebeling door baggeren
6. Ecogrind
7. Natte oxidatie van baggerspecie

#### **Fact sheets (Engelstalig)**

1. Melting and crystallization
2. Flotation of sediments
3. Optimization of the remedial approach
4. Determining the thickness of sludge layers by means of seismic research
5. Turbidity caused by dredging
6. Ecogravel
7. Wet oxidation of dredging sludge

#### **Fact sheets (in voorbereiding)**

Biologische reiniging in landfarming

Biologische reiniging in reactoren

Bioassays

Karakterisatie van baggerspecie



## **Bijlage VII PHB, Aanspreekpunten van het Projectbureau Hergebruik Baggerspecie**

<b>ir. W.F. Vermeulen</b>	<b>Programmamanager</b>	<b>tel.: 015-2699271</b>
<b>ir. M.A. Elsman</b>	<b>Projectleider</b>	<b>tel.: 015-2699211</b>
<b>A. v.d. Burg</b>	<b>Zand uit Baggerspecie</b>	<b>tel.: 015-2699487</b>
<b>W.M. Polderman</b>	<b>Klei uit Baggerspecie</b>	<b>tel.: 015-2699372</b>
<b>ir. G.M. Boks</b>	<b>Directe toepassing van Baggerspecie</b>	<b>tel.: 015-2699213</b>
<b>mw. C. Meijers</b>	<b>PR en communicatie</b>	<b>tel.: 015-2699479</b>
<b>mw. A. van Rijswijk</b>	<b>Algemene informatie</b>	<b>tel.: 015-2699479</b>

## **Bijlage VIII STOWA, Programmacommissie Kwaliteit en Waterbodem 1997**

**Dr.ir. H.H. Tolkamp (voorzitter)**

**Drs. T. Bakker**

**Ir. W.P.C.M. Bots**

**Dr. T.H.L. Claassen**

**Dr. S.P. Klapwijk**

**Drs. F.A. Kouwe**

**Ir. P.J.M. Latour**

**Mw. ing. I. Romijn**

**Drs. C. Roos**

**Dr. P.J.R. de Vries**

**Drs. B. van der Wal**

**Zuiveringschap Limburg**

**RIZA**

**Waterschap Regge en Dinkel**

**Waterschap Friesland**

**STOWA**

**Waterschap De Dommel**

**RIZA**

**Provincie Zuid-Holland,**

**Dienst Water en Milieu**

**Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen**

**in Hollands Noorderkwartier**

**Unie van Waterschappen**

**Hoogheemraadschap van Delfland**

**Bijlage IX Gepubliceerde STORA/STOWA-rapporten op aandachtsgebied (water)bodem**

Rapport nummer	Titel	Prijs
	<i>analysemethoden</i>	
90-03	Evaluatie destructiemethoden voor bepaling van kwik in zuiverings-slib en waterbodems	f 20,-
92-02	Bepaling van de lutumfractie in waterbodems	f 20,-
	<i>oppervlaktewater-algemeen</i>	
88-04	Bodemslib en waterkwaliteit; inventarisatie van onderzoek	f 20,-
	<i>modelinstrumentarium</i>	
	PRIMAVERA (Prioriteitsstelling van beheersmaatregelen uit oogpunt van milieurendement)	
94-08	Wetenschappelijke verantwoording van het systeem (ISBN 90.74476.09.0)	f 30,-
94-09	Handleiding bij het systeem (ISBN 90.74476.08.2)	f 30,-
96-13	ORPHEUS; vernieuwend instrument voor de bepaling van stoftransport uit baggerspeciedepots: Oppervlaktewaterkwaliteit; Grondwaterkwaliteit (ISBN 90.74476.52.x)	f 50,-
96-28	Verkenning bodemkwaliteit regionale wateren; huidige en toekomstige gehalten van PAK in slootbodems (RIVM rapport nr. 733 007 001)	f 25,-
97-10	Interactieve planvorming gericht op effectiviteit en acceptatie; methodiek voor het inventariseren van ernst en omvang van aandachtspunten (INVERNO)	f 40,-
	Natuurlijke afbraak van PAK's bij het op de kant zetten van baggerspecie op Goeree-Overflakkee, 1996 (SC-DLO rapport nr. 447)	
	Fermont, W.J.J., P. David & A. Bosch, 1996. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in veenprofielen (TNO-rapport NITG 97-98 B)	
	Fermont, W.J.J., P. David & J. Meels, 1996. Vergelijkend onderzoek voor de optimalisering van analysemethoden van polycyclische aromatische koolwaterstoffen in veenmonsters (TNO-rapport NITG 97-113 B)	
	Huizing, A.M., P.R.G. Kramer & J.E.M. Beurskens, 1997. Prognose van de PAK-gehalten in de landbodem onder invloed van het verspreiden van baggerspecie (RIVM-rapport 733 007 002)	

## **Bijlage X    Projectinformatie, gerangschikt per thema**

<b>Thema 1 :</b>	<b>Isolatie, beheer en sanering</b>	<b>45</b>
<b>Thema 2 :</b>	<b>Meten en monitoring</b>	<b>74</b>
<b>Thema 3 :</b>	<b>Risico-beoordeling en omgaan met risico's</b>	<b>84</b>
<b>Thema 4 :</b>	<b>Beslissingsondersteuning en communicatie</b>	<b>89</b>
<b>Samenvattend overzicht van projectnummers en projecttitels</b>		<b>95</b>

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### IOP-IMB 90202 Anaërobe reductieve dechlorering van gechloreerde organische verbindingen

Onderzoekslijn : Toepassing van specifieke micro-organismen

Uitvoering : LU Wageningen, Vakgroep Microbiologie

**Probleemstelling:** Hoog gechloreerde organische verbindingen kunnen door anaërobe bacteriën reductief worden gedechloroerd. Afgezien van de reactie op zich, vervanging van het chlooratoom door een waterstofatoom, is er nog weinig bekend over:

- a. welke micro-organismen ertoe in staat zijn,
- b. de fysiologie van de betrokken micro-organismen,
- c. factoren die de kinetiek van de reactie beïnvloeden,
- d. welke stabiele producten met toxische eigenschappen gevormd kunnen worden en
- e. of specifieke micro-organismen toegepast kunnen worden.

**Doelstelling:** Drie doelstellingen zijn voor dit project geformuleerd:

- bepaling van de organismen die verantwoordelijk zijn voor de volledige dechlorering van PCE;
- evaluatie van factoren die snelheid en mate van dechlorering beïnvloeden;
- toepassen van deze organismen in een bioreactor om een snelle en volledige dechlorering te bereiken.

### IOP-MBT 90204 Biodegradatie van organische verontreinigingen in (water)bodems in bioreactor-systemen

Onderzoekslijn : Proces- en reactoroptimalisatie

Uitvoering : RIVM, Laboratorium voor Afvalstoffen en Emissies

**Probleemstelling:** Biotechnologische technieken voor de verwijdering van organische verontreinigingen uit waterbodems leiden vaak tot te hoge restconcentraties. Ten einde de toepassing van biologische technieken milieuhygiënisch aanvaardbaar te maken is meer inzicht vereist in de factoren die hierbij een rol spelen. Het onderzoek is met name gericht op de biologische verwijdering van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) uit waterbodems.

**Doelstelling:** De doelstellingen van het onderzoek waren het lokaliseren en wegnemen van knelpunten bij de toepassing van bioreactoren, resulterend in:

- verhoging van de biodegradatiesnelheid;
- verlaging van de restconcentratie verontreiniging;
- verbreding van het toepassingsgebied van bioreactoren.

## **Thema 1: Isolatie, beheer en sanering**

### **IOP-IMB 91211 Drie-fasen suspensiereactoren voor grondreiniging**

**Onderzoekslijn** : Proces- en reactoroptimalisatie  
**Uitvoering** : TU Delft, Vakgroep Bioprocestechnologie

**Probleemstelling:** Bij verontreiniging van grond spelen koolwaterstoffen vaak een hoofdrol. Daarom zijn een suspensiereactor en een compleet processchema ontwikkeld om koolwaterstoffen uit verontreinigde grond microbiel om te zetten. In een reactor wordt door meerfase-injectie de grond gesuspendeerd. Hierbij zorgt de lucht tevens voor menging en de zuurstofoverdracht. Het kritische deelproces is het suspenderen van de deeltjes. Er wordt gezocht naar een model dat de hydrodynamica van het systeem beschrijft. In combinatie met biokinetische gegevens van de natuurlijke mengculturen uit de grond kan dit worden gebruikt voor het ontwerp op industriële schaal.

**Doelstelling:** Het doel is tweeledig:

- Procesontwikkeling, -opschaling en -optimalisatie van de biotechnologische behandeling van verontreinigde grond en andere vaste stoffen in niet-conventionele driefaseslurrireactoren;
- Ontwikkeling van een procesmodel voor de fysisch-technologische en biotechnologische aspecten.

### **IOP-MBT 91219 Enhancement of PAH bioavailability by white rot fungi and chemical oxidative pretreatments**

**Onderzoekslijn** : Interacties tussen micro-organismen en vaste substraten  
**Uitvoering** : LU Wageningen, Vakgroep Levensmiddelentechnologie, Sectie Industriële Microbiologie

**Problematic:** During the bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contaminated soils/sediments poor results are obtained which can be attributed to the low bioavailability of apolar PAH compounds adsorbed tightly to soil particles. To improve the biodegradation of PAH compounds by indigenous soil bacteria, the solubility of these compounds should be increased.

**Objectives:** The objective of this project is to increase the solubility of PAH compounds by oxidizing them with white rot fungi to more polar metabolites which can be more readily degraded by soil bacteria.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### IOP-MBT 91220 Ontwerpregels voor bacteriële uitloogprocessen

**Onderzoekslijn** : Interacties tussen micro-organismen en vaste substraten  
**Uitvoering** : TU Delft, Vakgroep Bioprocestechnologie

**Probleemstelling:** Micro-organismen kunnen worden gebruikt om zware metalen uit ertsen of vaste stoffen (bijvoorbeeld grond of baggerspecie) vrij te maken. Bij het ontwerpen van processen is echter weinig bruikbare kennis aanwezig over de interacties tussen micro-organismen en vaste substraten (bijvoorbeeld metaalsulfiden). Als gevolg daarvan worden uitloogprocessen veelal nog langs empirische weg ontwikkeld.

**Doelstelling:** Het algemene doel van de inbreng van de TUD in dit project is de kinetiek van bio-oxidatie van metaalsulfiden te beschrijven aan de hand van de betrokken mechanismen. De ontwikkelde wiskundige modellen moeten uiteindelijk geschikt zijn om voor bepaalde procescondities te kunnen voorspellen welke sub-processen de bacteriële oxidatiesnelheid van een metaalsulfide zullen bepalen (=limiteren), en om de snelheid van die sub-processen te voorspellen. TNO-onderzoekers toetsen de uit het fundamentele onderzoek verkregen inzichten aan de uitloging van zware metalen uit grond of baggerslib. Uiteindelijk zal dit leiden tot meer gefundeerde ontwerpregels voor bacteriële uitloogprocessen.

### IOP-MBT 91222 De binding van organische verontreiniging met de matrix van (water)bodems en het effect op de beschikbaarheid voor microbiële omzetting

**Onderzoekslijn** : Interacties tussen micro-organismen en vaste substraten  
**Uitvoering** : LU Wageningen, Vakgroep Microbiologie

**Probleemstelling:** Microbiële afbraak van organische verontreinigingen die langere tijd in contact zijn geweest met een (water)bodem, blijkt veel langzamer te verlopen dan verwacht op basis van afbraaksnelheden, gemeten aan dezelfde verbinding in de afwezigheid van de bodemmatrix. Dit is voor een belangrijk deel te wijten aan het vastleggen van de organische verontreinigingen aan en in de gronddeeltjes (kleimineralen, deeltjes van organisch materiaal, e.a.). Hierdoor treedt een verminderde beschikbaarheid voor micro-organismen op.

**Doelstelling:** De wisselwerkingen tussen organische verontreinigingen en de bodemmatrix vinden vooral plaats via hydrofobe interacties met de natuurlijke organische stof (humus- en fulvazuren). Daarbij spelen ook de driedimensionale structuur en de interactie van humus met anorganische componenten een grote rol bij de biobeschikbaarheid. Deze studie dient via onderzoek aan goed gedefinieerde modelsystemen inzicht te verschaffen in factoren die deze interacties beïnvloeden. Vergroting van ons inzicht in deze factoren zou kunnen leiden tot a) een betere voorspelling van het gedrag van slecht beschikbare verontreinigingen en b) manieren om de biobeschikbaarheid te doen toenemen, zodat een biotechnologische reiniging praktisch haalbaar wordt.

## **Thema 1: Isolatie, beheer en sanering**

**IOP-MBT 91224**    **Gestimuleerde desorptie en afbraak van bodemverontreinigende verbindingen door surfactant-producerende micro-organismen**

**Onderzoekslijn**    : Interacties tussen micro-organismen en vaste substraten  
**Uitvoering**        : RU Groningen, Vakgroep Biochemie

**Probleemstelling:** Biologische bodemreiniging is een aantrekkelijke en relatief goedkope techniek voor het saneren van verontreinigde grond. Verontreinigingen kunnen in situ afgebroken worden of na oppompen bovengronds verwijderd worden. De behandeltime is echter vaak zeer lang omdat organische verbindingen slechts traag vrijkomen van bodemdeeltjes.

**Doelstelling:** Dit project beoogt vast te stellen of en hoe micro-organismen die oppervlakte-actieve stoffen uitscheiden kunnen worden gebruikt voor het versnellen van de verwijdering en afbraak van organische verbindingen in de bodem. Gestreefd wordt naar een beter inzicht in de manier waarop dergelijke stoffen de desorptie van stoffen die aan bodemdeeltjes zijn gehecht stimuleren. Op grond daarvan kan vastgesteld worden welke surfactants het meest geschikt zijn voor praktijktoepassing.

**IOP-IMB 93005**    **Hydrolyse van gesuspendeerd en colloïdaal materiaal tijdens anaërobe vergisting van slurry en vast afval**

**Onderzoekslijn**    : Toepassing van specifieke micro-organismen  
**Uitvoering**        : Landbouwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Milieutechnologie

**Probleemstelling:** Bij de biologische omzetting van complexe organische stoffen speelt de hydrolyse een cruciale rol. Deze organische stoffen zijn pas door micro-organismen opneembaar, derhalve als substraat beschikbaar, nadat ze zijn gehydrolyseerd. Gezien de zeer belangrijke rol welke biologische omzettingsprocessen spelen in de natuur in het algemeen, alsmede bij de diverse beschikbare biotechnologische methoden, in het bijzonder, is het zeer gewenst een zo goed mogelijk inzicht te hebben in het mechanisme van de hydrolyse op de specifieke eigenschappen, zoals ontwaterbaarheid, van het te hydrolyseren materiaal.

**Doelstelling:** Het doel van het project is te komen tot een optimalisatie van de hydrolyse van gesuspendeerd en colloïdaal materiaal bij de vergisting van slurries (in het bijzonder secundair slib) en vast afval (GFT), opdat enerzijds een hogere en snellere productie van vluchtige vetzuren en/of methaangas energieopbrengst) wordt verkregen en anderzijds de ontwaterbaarheid van het materiaal wordt verbeterd.



## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**IOP-IMB 93008**      **Genetische stabiliteit van plasmide-bevattende xenobiotica-afbrekende bacteriën onder gesimuleerde praktijkcondities**

**Onderzoekslijn**      : Toepassing van specifieke micro-organismen

**Uitvoering**            : RU Groningen, Vakgroep Biochemie

**Probleemstelling:** Teneinde biodegradatie van lage concentraties milieuvreemde verbindingen in sedimenten (onderwaterbodems) goed te laten verlopen, is het nodig dat de betrokken micro-organismen onder omstandigheden van substraatbeperking voldoende stabiel zijn. Over de handhaving en stabiliteit van specifieke micro-organismen onder praktijkomstandigheden is echter slechts weinig informatie beschikbaar. Belangrijke factoren zijn: intrinsieke stabiliteit van het organisme en de afbraakeigenschappen bij substraatbeperking, en gevoeligheid voor wisselende condities.

**Doelstelling:** Het doel van dit onderzoek is meer inzicht te krijgen in de rol van substraat-beperking en procesomstandigheden op de stabiliteit van plasmide-bevattende organismen die betrokken zijn bij de afbraak van belangrijke milieuverontreinigende verbindingen. Langs deze weg kan vastgesteld worden hoe groot het risico is van plasmide-verlies en welke plasmide-kenmerken gecorreleerd zijn met hoge stabiliteit.

**PBTS-MIL 93182<sup>1</sup>**      **Reiniging van slibfracties < 63  $\mu\text{m}$  afkomstig uit grondreiniging**

**Projectleiding**        : B.S.N. BODEMSANERING NEDERLAND B.V., Weert; ing. M. Olijve

**Looptijd**                : 1993-1995

**Projectomschrijving:** Bedrijf wil haar grondreinigingscapaciteit vergroten van 25.000 naar 120.000 ton per jaar en zich daarbij specialiseren op de verwerking van meervoudige, complexe vormen van bodemverontreiniging. De extractieve verwerking gaat gepaard met de productie van een reststroom (de zogenaamde afslibbare fractie, veelal aangegeven met deeltjesgrootte-fractie < 63  $\mu\text{m}$ ). Indien de reststroom vooraf wordt ingeschat op een volume groter dan 20% van het ingangsvolume vindt geen reiniging plaats (Besluitvormingsmodel Leidraad Bodembescherming). Ter verkleining van deze reststroom en vergroting van de marktpositie wil aanvrager genoemde fractie nabehandelen (floteren). Na cyclonage (onderloop 16/25 - 63  $\mu\text{m}$ , bovenloop 0 - 16/25  $\mu\text{m}$ ) zal "onderloopfractie" een dissolved-air-flotation (kortweg: daf-unit) doorlopen. Het betreft een basis flotatie-unit: toediening van poly-electroliet en coagulant, menging door luchtinbreng en afscheiding met lamellenafscheider. Deze combinatie van technieken is in een haalbaarheidsonderzoek operationeel gebleken. Principe is bekend, maar kent in deze setting nog veel onduidelijkheden: hoog droge stofgehalte, selectieve afscheiding, koppeling aan bestaande installatie.

---

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **PBTS-MIL 93232<sup>1</sup> Magnetische afscheiding van zware metalen uit zand**

**Projectleiding** : B.S.N. BODEMSANERING NEDERLAND B.V., Weert; ing. M. Olijve  
**Looptijd** : 1993-1994

**Projectomschrijving:** Bedrijf wil haar reinigingscapaciteit vergroten van 25.000 naar 120.000 ton per jaar en daarbij zich specialiseren op de verwerking van meervoudige, complexe vormen van bodemverontreiniging. Daartoe behoort ook verontreinigde grond afkomstig van autowrakkenopslagplaatsen en van metaalbewerkende bedrijven. Deze grond bevat metallische bestanddelen zoals metaaloxiden, slakken, ertsdeeltjes, metaalschraapsel en schrootdeeltjes en wordt op praktijkschaal niet gereinigd. "Wet magnetic separation" (wms) biedt door binding van zware metalen aan een magnetiseerbare drager een oplossing om gereinigd zand te verkrijgen. Aansluitend op een onderdeel van de hogedruk-reinigingsinstallatie, de spiraalscheiding, denkt men wms te gaan toepassen. Een haalbaarheidsonderzoek heeft de gewenste werking aangetoond. Van origine is wms onder meer ontwikkeld voor de opwerking van gebroken/gemalen ijzererts.

### **PBTS-MIL 93130<sup>1</sup> BIOPAS - Biologisch Perfect Afbraak Systeem**

**Projectleiding** : BION Overijssel B.V., Vriezeveen; D. Riedstra  
**Looptijd** : 1994-1995

**Projectomschrijving:** Door het bedrijf is enige jaren ervaring opgedaan met ex-situ reiniging van met brandstoffen verontreinigde grond. Een procédé is ontwikkeld en bijbehorende octrooi-aanvraag is gepubliceerd. Kennis en ervaring - onder meer verkregen met haalbaarheidsproject MIL90157 en een pilotopstelling op Vliegbasis Twente - zijn nu zodanig dat besloten is tot een inrichting op praktijkschaal (7.000 m<sup>2</sup>). Men stelt dat door een minder lange reinigingstijd, een geringer benodigd oppervlak en betere reinigingresultaten dan de concurrentie, er 30% goedkoper kan worden gereinigd. Onder gecontroleerde omstandigheden (P, T, bevochtiging, keuze ingebrachte micro-organismen, toegevoegde extractanten, afzuiging) wordt middels een optimale combinatie van extractie, strippen en biodegradatie gereinigd. De met dit project verkregen ervaring hoopt men verder te gaan toepassen voor in-situ saneren. De randvoorwaarden voor de praktijktoepassing heeft men redelijk in beeld; knelpunten zijn nog het beluchtingssysteem, afbraaksnelheid van gronden met hoog gehalte aan organische stof c.q. met grote adsorptiecapaciteit en de verwarmingsmethode van de grond.

---

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **PBTS-MIL 92045<sup>1</sup> In-situ behandeling van waterbodems met het microbiologische systeem ABR/CIS**

**Projectleiding** : CONSULMIJ B.V., Bergambacht; ing. W. van der Zwaan  
**Looptijd** : 1992-1994

**Projectomschrijving:** Projectaanvrager vertegenwoordigt de ABR/CIS Project Group (België) voor Nederland. Men wil de in-situ reinigingstechniek ABR (Augmented Bio-Reclamation)/CIS (Conditioning In Situ) demonstreren in een waterloop met specie van de klasse 3/4 (olie en of PAK klasse bepalende parameters). Significante volumereductie van de verontreinigde specie en verlaging van het gehalte aan minerale olie zijn met deze methode bewezen. Gegeven de geringe reproduceerbaarheid van PAK-analyses bij een laag concentratieniveau is een verlaging van het PAK-gehalte (nog) niet vastgesteld. ABR/CIS staat voor het toedienen van een mengpopulatie van micro-organismen tezamen met de injectie van een mengsel van water en conditioneringsmiddel (oxiden en carbonaten) waarbij geleidelijk zuurstof wordt vrijgemaakt voor de geënte populatie. Project is opgedeeld in een screening van een geschikte locatie, toevoeging ABR/CIS, monitoring en demonstratie.

### **PBTS-MIL 93225<sup>1</sup> Thermische reiniging van grond verontreinigd met gehalogeneerde koolwaterstoffen**

**Projectleiding** : Ecotechniek B.V., Maarsse; J. Lutterman  
**Looptijd** : 1993

**Projectomschrijving:** Aanvrager beschikt over twee gloeiinstallaties voor reiniging van verontreinigde grond (totale capaciteit 250.000 ton/jr.). Bij start van het project bestaat er geen operationele reinigingsmethode voor met gehalogeneerde verbindingen verontreinigde grond. In het verleden zijn met een "oude" opstelling op schaal met succes proeven verricht om genoemde type verontreiniging tot de A-waarde te verwijderen. De emissie-streefwaarden (Richtlijn Verbranden '89) voor dioxinen en furanen zijn echter niet gehaald. In '92 heeft aanvrager de installatie op twee punten omgebouwd, te weten de naverbrander en het doekenfilter. De naverbrander is verlengd en de gasbrander is vervangen door een gasmengkop (betere menging); het doekenfilter is vervangen door een ontstoffingsfilter (= ander soort doekenfilter), een adsorbensreactor (cycloonachtig, toevoeging van adsorbens aan ingaande luchtstroom) en een reactiefilter (adsorptie op doek). Men wil diverse typen adsorbentia en in verschillende verhoudingen gaan testen. Bij deze nieuwe configuratie richt men zich tevens op een emissie-reductie van SO<sub>2</sub> en HCl.

---

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **PBTS-MIL 93223<sup>1</sup> Biologische verwijdering van gechloreerde koolwaterstoffen uit grondwater geïntegreerd in in-situ bodemsanering**

**Projectleiding** : Ecotechniek B.V., Maarssen; ir. P.I.M. Vis  
**Looptijd** : 1993-1994

**Projectomschrijving:** Aanvrager is op velerlei wijzen actief op het gebied van de bodemsanering. Daartoe behoort onder meer de reiniging van verontreinigd grondwater. Aanvrager wil vanwege vele langdurige grondwatersaneringen een relatief goedkope oplossing op de markt brengen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een kolom-reactor (een droogfilter met 1 m<sup>3</sup> zand, geënt met micro-organismen, waarin neerwaarts zowel lucht als verontreinigd grondwater worden ingebracht zodat sprake is van een propstroom-reactor (lage lucht/ water-verhouding). Met deze reactor vindt tevens ontijzering (zandfiltratie) plaats en kan een hoge biomassaconcentratie worden gehandhaafd. Met deze reactor heeft men voor vluchtige aromaten een acceptabele afbraaksnelheid bereikt. In dit project wil men de optimale combinatie van procesparameters voor de afbraak van zwaardere oliesoorten, chloorbenzenen en laag-moleculaire gehalogeneerden individueel en in combinatie met vluchtige aromaten bepalen.

### **PBTS-MIL 92106<sup>1</sup> Vergelijkend onderzoek naar de biologische reiniging van baggerspecie**

**Projectleiding** : HAM-VOW B.V., Werkendam; ing. H.J.W. Ruiter  
**Looptijd** : 1992-1995

**Projectomschrijving:** Uit waterhuishoudkundig oogpunt dient een groot aantal regionale wateren regelmatig gebaggerd te worden. De verontreinigingsgraad (klasse 3 en 4 specie) vertraagt de baggerwerkzaamheden aanzienlijk, aangezien niet in een afdoende verwerkings- c.q. reinigingsprocédé kan worden voorzien. Dit project richt zich op een vergelijking van een tweetal reinigingsprocédés voor organisch verontreinigde species, namelijk die van landfarming en van een continu beluchtingsbassin. De scope is daarbij gericht op een zo snel en efficiënt mogelijke reiniging om daarmee de reinigingsprijs zo laag mogelijk te houden. Aan beide typen wordt respectievelijk een bioreactor voor de reiniging van percolaat en een percolatiesysteem voor een zandbed (met grove fractie van het slib) gehangen. Zes typen baggerspecie (met name in slibkarakteristiek verschillend) worden geselecteerd om beide zuiveringssystemen op labschaal (fase 1) te testen. Bij aanvang van de labproeven zal worden gewerkt met drie soorten entmateriaal. Na fase 1 vindt een evaluatie plaats en zal opschaling plaatsvinden voor één of beide systemen.

---

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **PBTS-MIL 93206<sup>1</sup> Biologische grondreiniging**

**Projectleiding** : Mourik Groot-Ammers B.V., Groot-Ammers; ir. O.R. de Ruiter  
**Looptijd** :

**Projectomschrijving:** Aanvrager reinigt jaarlijks (m.n. microbiologisch) ruim 25.000 ton met olie verontreinigde grond. In geval van zware olieverontreiniging kan deze niet tot de A-waarde worden gereinigd. Ook de snelheid (c.q. tijdsduur) van de reiniging is veelal onzeker. Daarom zal onderzoek worden verricht om te komen tot een verkorting van de reinigingsduur, verlaging van de reinigingskosten en verlaging van de eindconcentratie tot A-waarde niveau. De belangrijkste wijziging ten opzichte van het huidige landfarming-concept is het onder gecontroleerde omstandigheden toevoeren van verwarmde lucht. Tevens hoopt men aan de hand van dit onderzoek een voorspellingsmodel voor het verloop van de biologische reiniging te ontwikkelen. Het onderzoek wordt systematisch per proces-parameter (o.a. vochtgehalte, temperatuur, zuurgraad, structuur grond) en fasegewijs uitgevoerd.

### **PBTS-MIL 93200<sup>1</sup> Bioleaching zware metalen**

**Projectleiding** : Mourik Groot-Ammers B.V., Groot-Ammers; ir. O.R. de Ruiter  
**Looptijd** : 1993-1996

**Projectomschrijving:** Aanvrager reinigt jaarlijks (m.n. microbiologisch) ruim 25.000 ton met olie verontreinigde grond. Naar schatting kan de omzet met 20% toenemen indien tevens reiniging van met zware metalen verontreinigde grond plaatsvindt. Aanvrager ziet daarvoor goede mogelijkheden door koppeling van eerstgenoemd proces aan "bioleaching". Hierbij worden bacteriestammen van de soort *Thiobacillus ferro-oxidans* (aëroob) ingezet. Zij produceren onder reductie van elementair zwavel zwavelzuur (verlaging tot pH 1, op basis van literatuurgegevens en experimenten aanvrager). Naast de geadsorbeerde zware metalen (o.a. kwik) kunnen ook organisch gebonden zware metalen en metaalsulfiden geconcentreerd worden verwijderd. Men stelt zich dit proces voor bij een grondbed met een upflow-beluchting- en een downflow-spoelregime. Als zwavelbron kiest men het commercieel verkrijgbaar zwavelbloem.

---

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **PBTS-MIL 92124<sup>1</sup>** Bodemsanering in zettingsgevoelige gebieden

**Projectleiding** : Oosterhof Holman Milieutechniek B.V., Grijskerk; ing. T.J.M. Noordstrand  
**Looptijd** : 1992-1993

**Projectomschrijving:** Aanvrager wil in hoofdzaak de zetting nagaan die met een vijftal in-situ saneringstechnieken in een zettingsgevoelig gebied kan worden vastgesteld. Dit in verband met het groeiend aantal saneringen op bedrijfsterreinen, waarvan een hoog percentage in zettingsgevoelige gebieden is gelegen. Tot nu toe zijn veelal in-situ technieken toegepast ter plaatse van niet-zettingsgevoelige gebieden. Achtereenvolgens worden grondwateronttrekking, bodemluchtafzuiging, persluchtinjectie, horizontale en verticale infiltratie, biorestauratie en mogelijke combinaties onderzocht op zettingsgedrag. Na evaluatie van de resultaten zal ter bevestiging hiervan nog een aantal proeven met één of enkele (combinaties van) technieken worden verricht. Het onderzoek zal op een terrein van 0,5 ha plaatsvinden. Maximaal kan een zetting van 20 cm optreden.

### **NOBIS 95-1-05** Heterogene Extensieve In-situ Sanering (HEISA)

**Consortium** : DHV Milieu en Infrastructuur, Gem. Havenbedrijf Rotterdam, Gemeentewerken Rotterdam-IM, LUW, Shell Int. Oil Products  
**Looptijd** : 1996-

**Projectomschrijving:** Het doel van het onderzoek is het vergroten van de mogelijkheden van inzet van in-situ technieken bij minder goed doorlatende (kleiige) bodemtypen. Daarbij wordt gestreefd naar de ontwikkeling van één of meerdere generieke in-situ saneringstechnieken die zich kenmerken door een groot-schalige en extensieve aanpak.

Fase 2 van het onderzoek (uitvoeringsfase) bestaat uit een in-situ proef op praktijkschaal. Op een verontreinigd (bedrijfs)terrein wordt voor zowel lucht als water een infiltratie- en onttrekkingsstelsel aangebracht. De modellering en laboratoriumexperimenten zullen duidelijkheid moeten verschaffen over de configuratie van het stelsel en de tijdsduur van de praktijkproef. Verwacht wordt dat de totale proef minimaal enkele jaren zal duren.

De processen die zich afspelen in de kleilaag zijn: transport van water, transport van lucht, desorptie en afbraak van de verontreiniging. Om het totale proces optimaal te laten verlopen moeten deze deelprocessen ook geoptimaliseerd worden. Het nauwgezet volgen van de diverse processen is daarom essentieel bij de uitvoering van dit experiment. De gegevens uit de praktijkproef zullen gebruikt worden om de modellering te valideren.

De belangrijkste vraag die met het onderzoek beantwoord zal moeten worden, is of er met behulp van de in-situ technieken een aanvaardbare situatie zal ontstaan. Deze vraag kan het beste beantwoord worden door een risico-evaluatie uit te voeren. Deze risico-evaluatie zal gebaseerd worden op een voorspelling

---

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**NOBIS 95-1-06** Risicobeheersing van een industriële locatie met een heterogeen en complex bodem- en verontreinigingsprofiel

**Consortium** : AKZO NOBEL Chemicals, TNO-MEP, Heidemij Realisatie B.V., GD, Gem. Havenbedrijf Rotterdam

**Looptijd** : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het project is het ontwikkelen van biologische in-situ maatregelen voor de reductie van het verspreidingsrisico van EDC in een watervoerend pakket. Twee onderwerpen staan daarbij centraal: de intrinsieke biologische afbraak en toepassing van biologische reactieve zones.

De belangrijkste knelpunten waarvoor oplossingen worden gezocht zijn: type intrinsiek proces gerelateerd aan geochemische condities; kunnen de juiste redoxcondities worden gecreëerd voor gestimuleerde in-situ biodegradatie; welke elektronendonoren en biokatalysatoren zijn het meest geschikt; wat is de betrouwbaarheid van het gestimuleerde proces.

In het project worden eerst de geochemie en verontreinigingscontouren geanalyseerd op basis waarvan de intrinsieke processen kunnen worden bepaald. Vervolgens worden procesconcepten ontwikkeld voor gestimuleerde autochtone biodegradatie in combinatie met reactieve zones.

Uit de karakterisatie en concentratiecontouranalyse is gebleken dat het eerste watervoerende pakket ijzer-reducerend (lokaal methanogeen) is. De aanwezigheid van vinylchloride en etheen/ethaan duiden op een anaërobe afbraakroute. Uit de verhoudingen van de concentraties EDC/VC/etheen/ethaan volgen omzettingpercentages van 20% tot 80%. De omzettingssnelheden konden niet worden afgeleid uit de contouranalyse. Op grond van de omzettingpercentages en de geschatte verblijftijden bleek dat de omzettingssnelheden laag kunnen zijn.

In de laboratorium experimenten zullen naast kwantificering van intrinsieke biologisch en chemische degradatie processen, ook de effecten van toxiciteit van hoge EDC-concentraties en van de pH op deze (bio)degradatie worden onderzocht.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **NOBIS 95-1-09      On site productie van biosurfactants bij biologische in-situ bodemreiniging**

**Consortium**           : MTI Milieutechnologisch Instituut, Van der Sluis Tankopslag B.V., Rijks  
                                  Universiteit Groningen, Haskoning b.v.

**Looptijd**             : 1995-1998

**Projectomschrijving:** Limitatie van biobeschikbaarheid is een belangrijke oorzaak van lage afbraaksnelheden bij in-situ biologische bodemreiniging.

De doelstelling van dit project is om vast te stellen in hoeverre de productie van biosurfactants tijdens de zuivering van het circulatiewater bij in-situ biologische bodemreiniging positieve effecten heeft op de verwijdering (afbraak en/of uitloging) van de verontreiniging uit de bodem. Daarnaast zal worden vastgesteld wat de optimale omstandigheden zijn voor de biosurfactant-productie en hoe deze omstandigheden kunnen worden gerealiseerd in bestaande in-situ bodemreinigingssystemen.

Omdat de meeste van de tot nu toe uitgevoerde in-situ bodemreinigingsprojecten betrekking hebben op met olie verontreinigde grond, wordt gebruik gemaakt van grond en grondwater van een bestaande, met olie verontreinigde locatie. Het onderzoek is onderverdeeld in 3 fasen:

In fase I werden in het laboratorium experimenten uitgevoerd waarin de productie van biosurfactants in verontreinigd drainagewater (afkomstig van de verontreinigde site) werd onderzocht en geoptimaliseerd. Tevens werd een eerste karakterisering van de geproduceerde surfactants uitgevoerd en een validatie van olie-analyse in de aanwezigheid van biosurfactant. Het is mogelijk gebleken om tijdens batch en continu experimenten biosurfactants te produceren met een sterke emulgerende werking. De productie is vrijwel onafhankelijk van de stikstof- en fosfaatconcentratie. Toevoeging van een extra koolstofbron (zonnebloemolie) leidt tot een sterk verhoogde productie van biosurfactants.

In fase II wordt in kolomexperimenten het effect van de geproduceerde biosurfactants op de afbraak en uitspoeling van minerale olie onderzocht, waarna opschaling naar pilot-scale zal plaatsvinden.

### **NOBIS 95-1-16      Onderzoek naar de aërobe biologische afbraak van BTEX in gelaagde slecht doorlatende bodems waarbij de stofoverdracht gelimiteerd is**

**Consortium**           : Tauw Milieu bv, Groundwater Technology, LUW, Gemeentewerken Rotterdam-  
                                  IM, Gem. Havenbedrijf Rotterdam, Kuwait Petroleum Europoort, Ecotechniek  
                                  B.V.

**Looptijd**             : 1996-1998

**Projectomschrijving:** In dit project wordt onderzoek uitgevoerd om te komen tot een (biologische) saneringsaanpak voor een deel van het bedrijfsterrein van Kuwait Petroleum Europoort. De bodem ter plaatse is gelaagd en slecht doorlatend.

Er is sprake van bodemverontreiniging met mono-aromatische koolwaterstoffen (met name benzeen, toluen, ethylbenzeen en styreen). De verontreiniging is in circa 30 jaar over een afstand van circa 300 m verspreid. De hoogste concentraties komen voor op een diepte van circa 6 tot 10 m; -m.v. onder de oppervlakte en de kleilaag van het "oude maaiveld". Lokaal zijn hier drijflagen aangetroffen. De concentraties nemen met de diepte af.

Er is een systematiek ontwikkeld op basis waarvan een keuze gemaakt kan worden voor een bepaalde saneringsaanpak. In deze systematiek worden achtereenvolgens de volgende stappen doorlopen:

1) Probleemidentificatie; 2) Vaststellen programma van randvoorwaarden en uitgangspunten; 3) Pre-selectie saneringsconcept; 4) Selectie saneringsmethode; 5) Uitwerken saneringsmethode; 6) Techniekeuze.

Uit deze stappen volgen één of meer mogelijke saneringsaanpakken. Deze worden getoetst en vergeleken op basis van risico-reductie, milieuverdiensite en kosten. Voor deze toetsing wordt aangesloten bij het NOBIS-project RMK. Het vervolg van het project zal zich specifiek richten op techniekontwikkeling voor de biologische in-situ sanering van gelaagde bodems met persluchtinjectie.



## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**NOBIS 95-1-41**      **Implementatieproject afbraak van per- en trichlooretheen onder sequentiële redoxomstandigheden**

**Consortium**        : Prov. Groningen, IWACO B.V., TNO-MEP, Bioclear, Oosterhof Holman Milieutechniek

**Looptijd**         : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Het hoofddoel is bij te dragen aan de ontwikkeling van een methodiek voor de biotechnologische in-situ sanering/beheersing van met PER en TRI verontreinigde watervoerende pakketten. Twee essentiële onderdelen zijn i) het gebruik van de natuurlijke (intrinsieke) microbiologische afbraak, en ii) de mogelijke stimulering van deze afbraakprocessen door opeenvolgende (sequentiële) redoxcondities.

De fasering van het project is als volgt: fase 1: nadere veldkarakterisatie en haalbaarheidsonderzoek; fase 2: pilot scale test en implementatie; fase 3: full-scale implementatie.

Voorlopige resultaten en conclusies fase 1

PER kan microbiologisch alleen onder anaërobe condities worden afgebroken. Onder deze omstandigheden kan PER volledig worden gedechlorerd, uiteindelijk tot etheen. Voor TRI en lager gechlorerde ethenen geldt dat ook aërobe co-metabolische afbraak mogelijk is. Daarnaast kunnen DCE en VC via een oxidatief-metabolisch proces worden afgebroken.

Batchexperimenten onder aërobe omstandigheden met methaan, toluen of fenol als co-substraat, of onder sulfaatreducerende en methanogene omstandigheden met methanol, ethanol, acetaat of lactaat als co-substraat zijn goede methoden om het biodegradatiepotentieel van een specifieke locatie te bepalen. Met deze methode zal ook duidelijk worden of de reactie volledig verloopt. De combinatie van multiport- en in/out kolommen is op voorhand een goede methode om vast te stellen wat de mogelijkheden en de beperkingen zijn voor (stimulatie van) de dechlorering in het veld. Uit de resultaten moet blijken of op andere locaties volstaan kan worden met één van beide methodes.

Op basis van grondwater- en grondanalyses, werd een concentratieprofiel-analyse uitgevoerd, waarbij door een kwalitatieve, een historische en een kwantitatieve beschouwing het optreden van intrinsieke dechlorering werd bepaald. Er blijken verschillende typen intrinsieke dechloreringsprocessen op deze locatie optreden.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**NOBIS 95-1-43**     **Implementatieproject anaërobe afbraak van BTEX op locaties Slochteren en Schoonebeek 107**

**Consortium**         : IWACO B.V., NAM, Gem. Havenbedrijf Rotterdam, Shell Int. Oil Products,  
                              Heidemij Advies, TNO-MEP, Bioclear

**Looptijd**             : 1995-1998

**Projectomschrijving:** De doelstelling van dit project is het ontwikkelen van een aanpak voor in-situ bio-restauratie van omvangrijke BTEX-verontreinigingen, op basis van milieuverdiensite, risicoreductie en kosten. De eerste fase van het project is afgerond.

Uit de *state of the art* blijkt dat BTEX-componenten in principe afbreekbaar zijn onder alle redoxcondities. De relatieve afbraaksnelheid is in het algemeen als volgt: toluen > m-xyleen > ethylbenzeen > o-xyleen > > benzeen. De afbraak van benzeen onder nitraatreducerende omstandigheden is nog steeds een controversieel punt.

Op basis van de batchexperimenten kan worden geconcludeerd dat bij Schoonebeek 107 een microbiologisch potentieel aanwezig is voor toluenaafbraak onder methanogene omstandigheden, voor BTEX-componenten onder sulfaat- en ijzerreducerende alsmede onder micro-aërofiële/nitraatreducerende omstandigheden. Onder strikt anaërobe nitraatreducerende omstandigheden is een ethylbenzeen en toluen afbrekend potentieel aanwezig.

Bij Slochteren is een microbiologisch potentieel aanwezig voor afbraak van BTEX-componenten onder sulfaat- en ijzerreducerende alsmede onder micro-aërofiële/nitraatreducerende omstandigheden. Onder strikt anaërobe nitraatreducerende omstandigheden is een ethylbenzeen en toluen afbrekend potentieel aanwezig.

In het algemeen kan gesteld worden dat op basis van de grondwater- en grondanalyses het optreden van intrinsieke bioremediatie aannemelijk gemaakt kan worden volgens drie (bio)geochemische procedures: 1. verandering in de onderlinge verhouding tussen BTEX-componenten langs een stroombaan vanaf de haard van de verontreiniging; 2. het voorkomen van tussenproducten; 3. de distributie van reactieve Fe-oxides en het voorkomen van opgeloste (redoxgevoelige) stoffen in concentraties die afwijken van de achtergrond samenstelling van het grondwater.

**NOBIS 95-1-44**     **Implementatieproject proefsanering Meetstation 1 NAM Schoonebeek**

**Consortium**         : IWACO B.V, LUW, IBN-DLO

**Looptijd**             : 1995-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het project is de relatie tussen biologische afbraaksnelheid en ecologisch herstel te bepalen. Hiermee wordt een methodiek ontwikkeld waarmee afbraaksnelheden en ecologisch herstel kunnen worden voorspeld.

Er worden verschillende praktijkomstandigheden toegepast, waarbij onderscheid is gemaakt in mate van homogenisatie, toevoegingen en olieconcentraties. Voor meting van afbraaksnelheid worden nieuwe veldmeettechnieken toegepast. Het project kent de volgende fasen: inrichting meetvelden (inclusief vastleggen uitgangssituaties) en opzetten meetmethoden, het uitvoeren van meetronden, interpretatie en rapportage van de gegevens. De eerste deelresultaten zijn beschikbaar: de inrichting van meetvelden en homogenisatie, het meetprogramma en de resultaten 1<sup>e</sup> meetronde.

**Meetprogramma:** Om gedurende de volgende fasen de afbraaksnelheid te kunnen volgen en het ecologische herstel te beschrijven is het gewenste meetprogramma vastgesteld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in veldmetingen, biomonitoring, biobeschikbaarheidsstoets en olieconcentraties. Op basis van de verkregen resultaten zijn aanbevelingen gedaan voor aanpassing en voortzetting van het meetprogramma in november '96.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**NOBIS 95-2-02**    **Verbetering van de positie van de in-situ biodegradatievariant door toevoeging van imbibitie en drainage aan bestaande theorie**

**Consortium**        : Ingenieursbureau "Oranjewoud" B.V., Prov. Friesland, Prov. Gelderland, TU Delft - Civiele Techniek, TU Twente CTM, Shell Nederland Business Unit Bodemsanering

**Looptijd**         : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het onderzoek is de biologische in-situ saneringsvariant met persluchtinjectie tot een volwaardig saneringsalternatief te maken. Vanuit het perspectief van imbibitie en drainage wordt in het onderzoek gekeken naar de verontreinigingssituatie en saneringsperspectieven. Aandachtspunten daarin zijn het omvormen van de retentiezone (zone waarin mengsel- en fasegedrag maatgevend zijn voor verontreinigingsgedrag) in een retardatiezone (zone waarin adsorptiegedrag maatgevend is) en het vergroten van de aërobe zone ten koste van de anaërobe zone door middel van persluchtinjectie.

Het project is in drie clusters verdeeld.

1. Zonering: ontwikkeling van methodieken om in het veld onderscheid te kunnen maken tussen een retentie- en retardatiezone en een aërobe en anaërobe zone.

Verschillende velddetectiemethoden die kunnen dienen voor het vaststellen van de retentie- en retardatiezone; handboringen met olie-op-water-test; sonderingen met de olie-fluorescentiemeting en bodemradar. Voor het vaststellen van de aërobe- en anaërobe zone zijn een zuurstofelektrode en een redoxelektrode ontwikkeld in samenwerking met de Rijksuniversiteit Groningen. Om de kwaliteit van de retentiezone vast te stellen, wordt gebruik gemaakt van een fieldkit voor de bepaling van het oliegehalte, ontwikkeld door Shell, de oliefluorescentiesonde en chemische analyses. Voor het bepalen van de mate van anaërobie wordt een boor- en analyseprogramma doorlopen om tot een zo pragmatisch mogelijke bepaling van het reducerend vermogen te komen. De resultaten van de experimenten worden met elkaar vergeleken en getoetst op reproduceerbaarheid en uitvoerbaarheid.

2. Olie: het doel van deze cluster is om het mengselgedrag van olie in een systeem olie-water-lucht in een poreus medium te kunnen voorspellen. Uitgangspunt is dat een gaschromatogram (de relatie tussen retentietijd en massafractie) representatief is voor de samenstelling van het mengsel. Er is een relatie afgeleid tussen de retentietijd van een component en de verzadigde dampspanning. Er is een relatie tussen retentietijd en oplosbaarheid aangetoond voor verschillende groepen componenten zoals vluchtige aromaten, alkanen en PAK. De groepen vertonen echter overlappende retentietijden. Een computermodel wordt ontwikkeld, dat op basis van de gevonden relaties de uitspoeling van olie als functie van de samenstelling van het mengsel beschrijft.

3. Perslucht: het doel van deze cluster is het ontwikkelen van dimensioneringshandvatten voor het ontwerp van persluchtssystemen. Op basis van procesbeschrijvingen worden eenvoudige relaties afgeleid.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**NOBIS 95-2-19**      **Onderzoek naar de innovatieve in-situ sanering van met gechlloreerde koolwaterstoffen verontreinigde grond**

**Consortium**        : BioSoil R&D, TNO-MEP, LUW, VECOM Productie  
**Looptijd**         : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Het doel van het voorgestelde haalbaarheids- en implementatieonderzoek is het vaststellen van de randvoorwaarden voor volledige anaërobe biologische afbraak van lagere gechlloreerde koolwaterstoffen onder de omstandigheden van een in-situ sanering.

Het onderzoek zal gefaseerd worden uitgevoerd, waarbij eerst de haalbaarheid van de voorgestelde methode zal worden nagegaan en later bij de uitvoering van de sanering de verkregen resultaten zullen worden toegepast.

De sanering zal parallel aan het implementatieonderzoek worden uitgevoerd. Er wordt aangenomen dat de sanering zelf circa drie jaar in beslag zal nemen, waarbij gedurende de eerste twee jaar de anaërobe verwijdering van de gechlloreerde koolwaterstoffen moet plaatsvinden en daarna die van de dan nog aanwezige niet-gechlloreerde verbindingen.

Het implementatieonderzoek richt zich op de overdracht naar de praktijk van de kennis die is vergaard in het haalbaarheidsonderzoek. Dit vereist de uitvoering van een praktijkproef, een intensieve monitoring van de processen zoals deze in het veld verlopen en het inrichten van de systemen hiervoor. Deze fase van het onderzoek wordt parallel aan de eigenlijke sanering uitgevoerd.

**NOBIS 96-1-01**      **Bioschermen, technische haalbaarheid en marktpotentie, gericht op implementatie**

**Consortium**        : Heidemij Realisatie B.V., NBM Milieu, TNO-MEP, Europe CVT Bioway  
**Looptijd**         : 1997

**Projectomschrijving:** In Nederland wordt de belangstelling voor extensieve in-situ sanering en beheersing van verontreinigde locaties steeds groter. In-situ geactiveerde bioschermen vormen één van de technieken die daarbij gebruikt kunnen worden.

Dit project is een vervolg van een recentelijk afgerond TNO-onderzoek naar de technische haalbaarheid van BTEX-afbrekende bioschermen. Het doel van dit project is om de economische en beleidsmatige haalbaarheid van bioschermen te onderzoeken. Na gebleken haalbaarheid zal de technologie door middel van een pilot-demonstratieproject onder praktijkcondities worden getest.

Om inzicht te krijgen in kansrijke bioschermvarianten, de markt daarvoor en de haalbaarheid van die varianten, is het uitvoeren van een studie volgens het hieronder gegeven conceptuele frame geformuleerd:

1. Vaststelling potentieel-technisch haalbare bioschermen;
2. Vaststelling marktbehoefte potentieel-technisch haalbare varianten bioschermen;
3. Generieke pre-engineering en kostenanalyse;
4. Vaststelling van haalbaarheid van bioschermen, GO - NO GO toets, voor haalbaarheid aan de hand van case-studies;
5. Toetsing haalbaarheid aan de hand van case-studies: GO - NO GO voor eventuele implementatie (nieuw project).

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**NOBIS 96-1-02**      **Extensieve kwaliteitsverbetering van baggerspecie middels on-site biorestauratie in combinatie met energieteelt**

**Consortium**            : Staring Centrum DLO, IMAG-DLO, IBN-DLO, Bioclear, Waterschap van de uitwaterende sluizen in Hollands Noorderkwartier, De Vries & van de Wiel B.V., RIZA

**Looptijd**             : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Doelstelling van het onderzoek is de biologische sanering van baggerspecie te koppelen aan bodemgebruik, bijvoorbeeld energieteelt (productie van biomassa). De biologische activiteit in de ontwaterde specie wordt hiervoor gestimuleerd door het aanbrengen van beplanting in de vorm van wilgen. Dit heeft naar verwachting een positief effect op het saneringsresultaat en leidt tot een kostenreductie in de vorm van een economisch waardevol product (energie).

Onderzocht wordt hoe locaties, waarop baggerspecie wordt gelandfarmed, kunnen worden gebruikt in combinatie met bodemgebruik b.v. energieteelt en welke natuurlijke processen de resultaten van landfarming kunnen verbeteren. In het concept kunnen op regionaal niveau locaties worden ingericht voor behandeling van de specie, waarna de grond een definitieve gebruiksmogelijkheid krijgt. Hiertoe wordt baggerspecie op een praktijklocatie gebracht en ontwaterd. Ontwatering wordt gestimuleerd als functie van het type beplanting en wijze van bewerken. Biodegradatie wordt gestimuleerd door het toevoegen van toeslagstoffen bewerking en de gewasgroei. De saneringsvoortgang wordt gevolgd in de tijd, waarbij zowel de fysisch/chemische eigenschappen van de specie als biologische eigenschappen worden gemeten.

Er is gestart met een definitiestudie, die moet leiden tot vaststellen van de kennisbehoefte in relatie tot NOBIS en andere programma's.

**NOBIS 96-1-03**      **Haalbaarheidsproject voor een "Biologisch hekwerk" op het terrein van Shell Nederland Raffinaderij**

**Consortium**            : IWACO B.V., Shell Ned. Raffinaderij, Shell Int. Oil Products, Gem. Havenbedrijf Rotterdam, TNO-MEP, Ecotechniek Bodem

**Looptijd**             : 1997-1998

**Projectomschrijving:** In dit project wordt een beheerssysteem met behulp van een biologisch actieve zone op haalbaarheid onderzocht. De actieve zone wordt gecreëerd door het optimaliseren van de omstandigheden voor afbraak van verontreinigingen door micro-organismen door middel van het toepassen van een dragermateriaal, luchttoevoer en nutriëntentoevoer.

Doelstelling van dit project is het aantonen van de haalbaarheid van de beheersing van verontreinigingen met VAK en minerale olie door het stimuleren van biologische afbraak op de grenzen van een industrieterrein door middel van een biologisch hekwerk. Het ontwikkelen en optimaliseren van de toepassing van veldmeetmethoden valt onder de nevendoelelstelling.

Naast het ontwerpen, uitvoeren en volgen van verschillende prototypen van het biologisch hekwerk zal specifiek aandacht worden besteed aan de uit te voeren metingen. Enerzijds zal daarbij de werking van het hekwerk worden aangetoond door het meten van de concentraties verontreinigingen in het ingaande en uitgaande grondwater. Anderzijds zullen biologische parameters in het hekwerk worden gemeten om meer inzicht te verkrijgen in afbraakprocessen die zich afspelen in het hekwerk. Hierbij wordt een aantal kritische parameters gemeten en vervolgens gerelateerd aan de afbraaksnelheid.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **NOBIS 96-1-08 Biodegradatie van microverontreinigingen met schimmeltechnologie**

**Consortium** : DHV Milieu en Infrastructuur, RIZA, Staring Centrum DLO, AKZO NOBEL Chemicals Hengelo, AKZO NOBEL organon Technika, KU Nijmegen, Proefstation voor champignoncultuur, BION Overijssel B.V.  
**Looptijd** : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het project is het optimaliseren en verbreden van de toepassing van schimmels voor het kosten-effectief reinigen van met persistente, cyclische koolwaterstoffen verontreinigde grond en baggerspecie. Hierbij wordt gericht gebruik gemaakt van het enzymstelsel van de schimmels. Dit enzymstelsel faciliteert verdere bacteriologische afbraak van (delen van) verbindingen. De techniek zal worden onderzocht in geconditioneerde omstandigheden en onder praktijkomstandigheden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de faciliteiten van de KUN (laboratorium), het PvC (tunnels) en BION (hal). Veldproeven zijn voorzien met: baggerspecie (Wemeldinge/Kreekraksluizen, Westland, Noordzeekanaal), verontreinigde grond energiebedrijf (PCB) en verontreinigde grond AKZO-terreinen (HCH, optie DDT).

Er wordt een 2-sporen benadering gevolgd: a) PAK en minerale olie: toetsing, optimalisatie en opschaling van de techniek, evaluatie in vergelijking met andere biologische technieken; b) PCB's, HCH, dioxines en DDT: verbreding van toepassingsgebied door selectie van actieve schimmels en vervolgens ontwikkeling en opschaling van de techniek-toepassing. Binnen elk spoor is een fasering aangebracht. De sporen/fasen verlopen zodanig parallel dat inzichten, verkregen in spoor I, doorwerken in de uitvoering van spoor II.

### **NOBIS 96-1-09 In-situ bioleaching van met zware metalen verontreinigde grond**

**Consortium** : Tauw Milieu bv, Budel Zink, Biotechnological Sciences Delft, Leiden BSDL  
**Looptijd** : 1996-1997

**Projectomschrijving:** De hoofddoelstelling van het project is het vaststellen van de technische en economische haalbaarheid van bioleaching inclusief eventuele randvoorwaarden als uitvoeringstechniek, type metaal, diepte verontreiniging. Nevendoelestellingen zijn onder meer optimalisatie van het proces, bepaling van de voorspellende waarde van karakteriseringsmethoden en vaststellen van de mogelijkheden om de eindkwaliteit van de behandelde bodem te verbeteren door pH-correctie, etc.

Mogelijke knelpunten bij de toepassing van bioleaching liggen op het gebied van de karakterisering (bepaling vooraf van welke fractie verwijderd kan worden), het behalen van een voldoende hoog rendement in de praktijk, de uitvoeringstechniek (toevoer van substraten etc.), de verwijdering van de gemobiliseerde metalen uit de bodem en de eindkwaliteit van de behandelde grond.

Het onderzoek is als volgt gefaseerd:

- Fase 1: Eerste beoordeling haalbaarheid in-situ bioleaching door onderzoek met mengmonsters, aangevuld met technische en economische beschouwingen;  
Fase 2: Gedetailleerde beoordeling haalbaarheid in-situ bioleaching door onderzoek met gestoken kolommen en kostenramingen.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **NOBIS 96-1-10      Biologische in-situ sanering met een combinatie van verontreinigingen**

**Consortium**           : Tauw Milieu bv, ICI Holland, RUG  
**Looptijd**             : 1996-1997

**Projectomschrijving:** Het onderzoek heeft betrekking op een deellocatie van het bedrijfsterrein van ICI Holland B.V. (Rozenburg Fabrieken) te Rotterdam. De verontreinigingen bevinden zich voornamelijk onder een in bedrijf zijnde fabriek en bestaan voornamelijk uit monochloorbenzeen (MCB). Als nevenverontreiniging komt aniline voor.

Bepalend voor de slaagkans van biologische beheers- en/of saneringstechnieken voor de site van ICI is of de afbraak van MCB in de tussenzandlaag en het freatisch grondwater op gang kan worden gebracht.

De centrale vraag hierbij is onder welke condities MCB kan worden afgebroken, welke afbraaksnelheden hierbij kunnen worden gerealiseerd en of er eventueel toxische intermediairen worden gevormd. Tevens zal worden onderzocht in welke mate aniline van invloed is op afbraak van MCB.

Het haalbaarheidsonderzoek is verdeeld in drie fasen, welke zich globaal richten op: a) karakterisering van bodem, micro-organismen en verontreinigingen; b) onderzoek naar biologische afbraak processen; c) globaal ontwerp biologische beheersvariant.

In de experimentele fase zal onderzoek uitgevoerd worden dat zich hoofdzakelijk richt op de bepaling van parameters die de biologische afbraak van MCB bepalen (zoals aniline). Daarnaast zullen belangrijke eigenschappen van de voor de afbraak verantwoordelijke organismen onderzocht worden (zoals zuurstofafhankelijkheid en denitrificerende capaciteit). De experimenten zullen worden uitgevoerd in batch-slurries, grondkolommen, batch-enrichments en eventueel continu cultures.

In fase C zullen de resultaten van de fasen A en B worden geïnterpreteerd en zal een globaal ontwerp van een biologische beheersvariant worden gemaakt.

### **NOBIS 96-2-01      Intrinsieke biodegradatie en bioreactieve schermen bij bodemverontreinigingen bij textielreinigingsbedrijven**

**Consortium**           : Inst. voor Reinigingstechnieken TNO, TNO-MEP, NITG-TNO, IWACO B.V., VENOTEN, EMN-Eerland Milieutechniek NV, Prov. Utrecht, Prov. Noord-Holland, Gem. Rotterdam  
**Looptijd**             : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Het doel van dit project is het bepalen van mogelijkheden om door kosten-effectieve extensieve in-situ maatregelen het risico van de in de bodem en het grondwater aanwezige chloorkoolwaterstoffen (CKW's) bij textielreinigingsbedrijven afdoende te beperken. Het onderzoek richt zich op een pragmatische sanerings-/beheersingsaanpak, waarbij niet zozeer de verwijdering van de chloorkoolwaterstoffen, maar de beperking van de risico's van dit type bodemverontreiniging centraal staat. Bij het onderzoek zijn textielreinigingsbedrijven op vijf locaties betrokken. Op deze locaties zal de potentiële bijdrage aan de risico-reductie met biologische en biologisch-chemische processen worden onderzocht, namelijk door: a) de natuurlijke optredende (intrinsieke) (bio)degradatie; b) toepassing van reactieve zones (geactiveerde in-situ bioschermen).

Het uiteindelijke doel is om op basis van deze extensieve in-situ maatregelen, zo nodig aangevuld met additionele maatregelen, voor iedere in het onderzoek betrokken locatie een plan van aanpak dat enerzijds is gericht op beperking van het risico van verontreiniging en anderzijds op het wegnemen van de huidige beperkingen ten aanzien van verkoop, verbouwing/uitbreiding enzovoorts, waarvan nu op deze locaties sprake is.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### **NOBIS 96-2-04      Implementatieonderzoek biotechnologische sanering voormalige gasfabrieksterreinen**

**Consortium** : N.V. Hanze Milieu, IWACO B.V., EDON, Prov. Groningen, BION Overijssel B.V., Bioclear

**Looptijd** : 1997-1998

**Projectomschrijving:** 244 gasfabrieksterreinen, verspreid over heel Nederland, wachten op sanering en herontwikkeling. 18 terreinen zijn of worden reeds gesaneerd. De meeste locaties zijn aantrekkelijk voor projectontwikkeling vanwege hun gunstige ligging in stedelijk gebied. In de noordelijke provincies onderzoekt de provincie Groningen, in samenwerking met EDON, de mogelijkheden om 34 gasfabriekslocaties te saneren en te ontwikkelen. Een dergelijke aanpak kan dan als voorbeeld dienen voor de rest van Nederland.

Gezien de complexiteit van de problematiek, in termen van ontwikkeling van gasfabrieksterreinen in relatie tot saneringsstrategieën en kosten, werd -voorafgaand aan het project- een definitiestudie noodzakelijk geacht. In deze definitiestudie wordt de potentie en de plaats van biotechnologische sanering bepaald. Twee terreinen in de provincie Groningen zullen als "case" dienen voor de voorgestelde definitiestudie.

In de definitiestudie worden de volgende onderdelen onderscheiden: a) bepaling van de haalbaarheid van biotechnologische oplossingen voor de sanering van gasfabrieksterreinen; b) vergelijking van biotechnologische saneringsopties met conventionele saneringsopties; c) bepaling van de randvoorwaarden die een marktconform ontwikkelingsplan eisen; d) bepaling van de invloed van de onder het voorgaande punt genoemde randvoorwaarden op de (bio)technologische oplossingsrichtingen voor de sanering op (deel)locaties; e) de ontwikkeling - op hoofdlijnen - van een methodiek om ontwikkelingsscenario's en saneringsscenario's optimaal op elkaar af te stemmen, teneinde tot een integraal concept voor de aanpak van gasfabrieksterreinen te kunnen komen.

### **NOBIS 96-2-08      Extensieve reiniging van matig verontreinigde PAK en/of oliehoudende grond in civiel-technische werken**

**Consortium** : Ecotechniek B.V, TNO-MEP, LUW, Service Centrum Grondreining

**Looptijd** : 1997-1998

**Projectomschrijving:** In veel gemeenten zijn er talrijke, met polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) verontreinigde locaties, die qua ligging geschikt zijn voor nieuwbouw. Afgraven en thermisch of anderszins fysisch/chemisch reinigen van deze partijen grond is over het algemeen een zware financiële belasting voor de betrokken gemeenten.

Op laboratoriumschaal is aangetoond dat met behulp van (witrot)schimmels, met name zandgrond verontreinigd met PAK, gereinigd kan worden. Toepassing van deze bioprocessen in landfarm en "biopile" constructies komt daarmee binnen bereik.

Biologische reiniging van met PAK verontreinigde grond in geluidswallen is om verschillende redenen aantrekkelijk.

Het doel van het in dit NOBIS-voorstel beschreven project, is om de techniek van biologische reiniging van met PAK verontreinigde bodem met behulp van schimmels en bacteriën in geluidswallen op haalbaarheid te onderzoeken, te ontwikkelen en te demonstreren.



## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**NOBIS 96-3-02**      **PAK-verontreinigingen: beheersing door intrinsieke degradatie of extensieve in situ behandeling?**

**Consortium**            : Haskoning b.v., MTI Milieutechnologisch Instituut, Prov. Utrecht, Staring Centrum DLO

**Looptijd**             : 1997

**Projectomschrijving:** Verontreinigingen met PAK vormen een belangrijk onderdeel van de problematiek van bodemverontreiniging binnen de provincie Utrecht. Ter plaatse van voormalige gasfabrieksterreinen is deze verontreiniging altijd urgent, terwijl op reeds gesaneerde locaties vaak een restproblematiek speelt. Bij de beoordeling van de verspreidingsrisico's wordt met het zelfreinigend vermogen van de grond (intrinsieke degradatie) momenteel geen rekening gehouden, omdat de bijdrage van de intrinsieke degradatie aan de afname van het verspreidingsrisico van PAK nog niet kan worden afgewogen. Intrinsieke degradatie zou ervoor kunnen zorgen dat de verspreiding van PAK ook zonder verdere maatregelen binnen aanvaardbare grenzen blijft.

Gezien de omvang van de PAK-problematiek en de langzame verspreiding wordt een aanpak gezocht waarin gebruik wordt gemaakt van extensieve beheerstechnieken. In het bijzonder wordt gezocht naar technieken die de intrinsieke degradatie stimuleren, zodanig dat de maximum toelaatbare verontreinigings-situatie op termijn niet wordt overschreden.

Het project is verdeeld in drie fasen: 1) Ontwikkeling van een methodiek om het optreden van intrinsieke degradatie aan te tonen en de snelheid daarvan te kwantificeren; 2) Uitvoering van een site-karakterisering met de in fase 1 ontwikkelde methodiek; 3) Ontwikkeling van een model waarin de snelheid van transport en de snelheid van afbraak zijn opgenomen en tegen elkaar kunnen worden afgewogen.

**NOBIS 96-3-04**      **Haalbaarheidsproject in-situ biorestauratie bij stortplaatsen**

**Consortium**            : Prov. Zuid-Holland, IWACO B.V., Vrije Universiteit

**Looptijd**             :

**Projectomschrijving:** De doelstelling van dit project is het ontwikkelen van een algemeen toepasbare monitoringsaanpak van het zelfreinigend vermogen van de ondergrond van stortplaatsen. De via de monitoring gekarakteriseerde processen worden zo mogelijk gestimuleerd.

Het concept bij de gevolgde aanpak in dit project is dat rond stortplaatsen biologisch actieve zones aanwezig zijn, waarin verontreinigingen worden afgebroken.

Naast een *state of the art*, waarin de processen in en rond een stort en de methoden om die processen te meten wordt beschreven, bestaat het onderzoek voornamelijk uit de karakterisatie van de procesomstandigheden en het meten van het zelfreinigend vermogen met behulp van micro- en mesocosms. Het meten met mesocosm vindt plaats in het veld. De resultaten worden geïnterpreteerd met behulp van modellen. Nagegaan zal worden hoe eventuele beperkingen in het zelfreinigend vermogen kunnen worden opgeheven.

Het beoogde eindresultaat is een algemeen toepasbare methodiek waarmee het zelfreinigend vermogen van de bodem onder en rond stortplaatsen kan worden gekarakteriseerd en gemonitord.

## **Thema 1: Isolatie, beheer en sanering**

### **NOBIS 96-3-05      Benzeenafbraak in een sterk reducerende bodem**

**Consortium**           : Prov. Groningen, Ingenieursbureau "Oranjewoud" B.V., TNO-MEP  
**Looptijd**             : 1997-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het project is de (gestimuleerde) in-situ biodegradatie van benzeen aan te tonen onder gereduceerde omstandigheden. Het onderzoek bestaat uit twee fasen. In de eerste fase wordt het systeem gekarakteriseerd en wordt de afbreekbaarheid van benzeen onderzocht. Het aantonen van de afbreekbaarheid van benzeen zal, vanwege de aanwezigheid van bulk organische stof plaatsvinden met C<sup>14</sup>-gelabeld benzeen. Voor het onderzoek naar de kinetiek van de afbraak wordt gebruik gemaakt van fluidized bed proeven. Op basis van de in deze fase bepaalde proces-parameters wordt in de tweede fase een pilotsanering ontworpen.

### **NOBIS 96-3-06      Ontwerp en onderhoud van infiltratie- en onttrekkingsmiddelen**

**Consortium**           : Tauw Milieu bv, KIWA, NITG-TNO, Haitsema, Prov. Overijssel, Prov. Noord-Holland, Prov. Gelderland, Bolegbo  
**Looptijd**             : 1997-1998

**Projectomschrijving:** Bij in-situ biologische bodemreiniging wordt veelal gebruik gemaakt van de onttrekking en infiltratie van grondwater al dan niet met toeslagstoffen.

Doel van dit project is de aanwezige kennis en ervaring ten aanzien van dit onderwerp in Nederland te bundelen en systematisch vast te leggen. Daardoor kan dit project een bijdrage leveren aan verhoging van de kwaliteit en kostenreductie van in-situ biologische bodemreiniging. Infiltratie van onttrokken water geeft in de praktijk vaak problemen. De oorzaken hiervoor kunnen zowel geochemisch, hydrologisch, fysisch, biologisch of technologisch zijn.

Aan de hand van een concrete case worden oplossingen gezocht voor de aangegeven problemen. Het project resulteert in ontwerprichtlijnen voor onttrekkings- en infiltratiesystemen voor (biologische) in-situ saneringsvarianten en een checklist voor "trouble shooting". Vanuit de specifiek gehanteerde case wordt tenslotte een generiek kennisdocument opgesteld.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**PGBO 96-02**      **Verkenning van beheer- en herstelmogelijkheden van fosfaatlekkende landbouwgronden**

**Uitvoering**      : O. Oenema, W.J. Chardon (AB-DLO), O.F. Schoumans (SC-DLO), B. Fraters (RIVM), P.C.M. Boers (RIZA), Y.C.W.M. Geelen (Provincie Gelderland)

**Looptijd**        : 1996

**Projectomschrijving:** Knelpunten bij het beheer en herstel van fosfaatlekkende gronden komen voort uit:

1. het ontbreken van een adequaat wettelijk, bestuurlijk en juridisch kader om maatregelen te kunnen implementeren en sanctioneren, en
2. de hoge kosten die gemoeid zijn met beheer- en herstelmaatregelen.

Het onderzoek moet derhalve gericht zijn op het verhogen van de effectiviteit en verlaging van de kosten van beheer- en herstelmaatregelen.

De volgende prioritaire kennisbehoeften werden vastgesteld:

1. onderbouwing (en differentie) van gebiedsgerichte normen voor oppervlaktewater-kwaliteit;
2. optimalisering van de fosfaatonttrekking uit de ondergrond door gewassen;
3. verkennen van de mogelijke vormen van bedrijfsvoering bij zeer stringente fosfaatverliesnormen, zoals bij een negatief fosfaatoverschot;
4. ontwikkeling van een protocol voor fosfaatverzadigde veen- en kleigronden;
5. optimalisering en toetsing van pakketten van maatregelen om fosfaatlekkende gronden adequaat te beheren en te herstellen.

**Publicatie:** W.J. Chardon et al., 1996. Verkenning van de mogelijkheden voor beheer en herstel van fosfaatlekkende landbouwgronden. Rapp. Progr. Geïnt. Bodemonderz., dl. 8.

**PGBO 96-06**      **Beheer van vervuilde gebieden**

**Uitvoering**      : Ingenieursbureau "Oranjewoud" B.V., District Zuid, Oosterhout; L.T. Runia, A. de Groof

**Looptijd**        : 1996-1997

**Projectomschrijving:** Sanering in de zin van het verwijderen van contaminanten uit verontreinigde bodems is niet altijd mogelijk of zinvol. Het project beoogt, uitgaande van relevante beheersmogelijkheden de benodigde en beschikbare technisch-wetenschappelijke kennis ten behoeve van het beheer van verontreinigde gebieden in beeld te brengen en om op grond hiervan te komen tot verdere onderzoeksprogrammering.

**Publicatie:** in voorbereiding.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**PGBO 96-08**      **Vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen: stand van zaken met betrekking tot onderzoek en sanering**

**Uitvoering**      : IWACO B.V., Vestiging West, Rotterdam; I. Canter Cremers, L. Schipper, R.F. Kroes

**Looptijd**        : 1996

**Projectomschrijving:** Zowel de identificatie van tri en per in oriënterend en nader onderzoek, als de aanpak van deze stoffen in de saneringsfase leveren vele problemen op. Om te komen tot oplossingen hiervoor zijn in dit project de problemen en knelpunten geïnventariseerd en geanalyseerd op basis van een aantal interviews. Op grond van gesignaleerde leemten in kennis zijn aanbevelingen gedaan voor onderzoeksprogrammering.

**Publicatie:** L. Schipper et al., 1996. Vluchtige organische chloorverbindingen in de bodem - Saneringspraktijk en onderzoeksbehoefte. Rapp. Progr. Geïnt. Bodemonderz., dl. 7.

**PGBO 96-10**      **Programmering van onderzoek ten behoeve van natuur op vervuilde gronden**

**Uitvoering**      : H.F. van Dobben, Charlotte Swertz, H. Siepel en J. Faber (IBN-DLO) en J. Bakker (DHV)

**Looptijd**        : 1996-1997

**Projectomschrijving:** De uitkomst van de studie geeft aan, dat er op dit ogenblik een aantal parallel lopende initiatieven zijn, waaronder de ontwikkeling van de Leidraad bodembeoordeling bij aankoop van gronden voor natuurontwikkeling in opdracht van LNV, waaruit onderzoeksvragen met het oog op beheer en ontwikkeling van de terreinen naar voren komen, mede in het licht van risicobeoordeling. Het rapport besluit met aanbevelingen voor vier thema's van verder onderzoek:

- I.    A) Verbeteren van de modelmatige voorspelling van veranderingen in de beschikbaarheid van contaminanten bij veranderend landgebruik;  
      B) Ontwikkeling van een methodiek voor de ecotoxicologische schatting van actuele risico's met nadruk op biologische beschikbaarheid en op doorgifte van contaminanten in voedselketens;
- II.    Verkenning van de mogelijkheden om de procesingang te gebruiken voor een ecologische risicoschatting voor natuurdoeltypen op verontreinigde bodem;
- III.    Verkenning van de mogelijkheden om de effecten van contaminanten op natuurdoeltypen te karakteriseren met behulp van sleutelsoorten in plaats van doelsoorten;
- IV.    Nader onderzoek naar de mogelijkheden om natuurontwikkeling te combineren met versnelde biologische afbraak van contaminanten, een vorm van fytoremediatie.

**Publicatie:** H.F. van Dobben, 1997. Natuurontwikkeling op vervuilde bodems: Een aanzet tot onderzoeksprogrammering vanuit de praktijk. Rapp. Progr. Geïnt. Bodemonderz., dl. 11.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

**PGBO 97-12**      **Literatuur- en verkenningsstudie naar de mogelijkheden van het gebruik van planten bij de sanering van verontreinigde bodems in Nederland (fytoremediëring)**

**Uitvoering**      : P.C. de Ruiter, L.A. Bouwman en P.J. Kuikman (AB-DLO), J. Harmsen (SC-DLO), G.D. Vermeulen (IMAG-DLO), J.T.C. Grotenhuis (LUW), T. Tietema (Environmental Options), Th. Kampsma (Provincie Brabant)

**Looptijd**        : 1997

**Projectomschrijving:** Het project omvat het maken van een overzicht van de huidige literatuur en inzichten over de mogelijkheden, de successen en het falen van fytoremediëring, alsmede het aangeven van mogelijke locaties in Nederland, waar fytoremediëring als goedkoop alternatief voor bodemsanering zou kunnen worden toegepast en aan welke voorwaarden moet worden voldaan voor een succesvolle toepassing.

Het project wordt ondersteund met een experimenteel gedeelte, waarin de groei van accumulerende planten op verontreinigde grond wordt getest en waarin wordt vastgesteld in welke mate planten in staat zijn de verontreinigende stoffen uit de bodem weg te nemen. Het experimentele gedeelte is verbonden met project PGBO-97-18.

**PGBO 97-18**      **Literatuur- en verkenningsstudie naar de mogelijkheden van het gebruik van immobilisatoren bij de sanering van verontreinigde bodem in Nederland**

**Uitvoering**      : P.C. de Ruiter, J. Dolfing en L.A. Bouwman (AB-DLO), J. Harmsen (SC-DLO), Th. Lexmond (LUW), L. Feenstra (TNO), Th. Kampsma (Provincie Brabant)

**Looptijd**        : 1997

**Projectomschrijving:** De studie omvat het maken van een overzicht van de huidige literatuur en inzichten over de mogelijkheden, de successen en het falen van immobilisatoren voor het vastleggen van zware metalen in verontreinigde gronden, alsmede een inventarisatie aan de hand van voorbeelden in hoeverre deze vorm van bodemsanering in Nederland toepasbaar is en à priori wordt voldaan aan de voorwaarden voor toepassing.

Het project omvat tevens oriënterende experimenten om de dosering van immobilisatoren en de mate van reductie van de biobeschikbaarheid van contaminanten na te gaan zonder dat er gebreksziekten optreden in de vegetatie. Het herstel van het bodemecosysteem na toevoeging van immobilisatoren wordt eveneens onderzocht.

Het experimentele gedeelte staat ook ten dienste van project PGBO-97-12.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### STOWA 442.558 Baggerspecie in doorgangsdepots

**Uitvoerder(s)** : Grontmij  
**Looptijd** : 1995-1997

**Projectomschrijving:** Het Gemeenschappelijk Orgaan Baggerspecie Zuid-Holland is begonnen om op een aantal locaties in de provincie Zuid-Holland onderzoek te starten naar het gedrag van baggerspecie in doorgangsdepots. De belangrijkste processen waarover nog onduidelijkheid bestaat zijn het ontmengings- en ontwateringsproces en de mogelijke kwaliteitsverbetering door afbraak van PAK en minerale olie in depots. Doel van het onderzoek, waarin STOWA participeert om de resultaten beschikbaar te maken voor alle Nederlandse waterbeheerders, is enerzijds het vaststellen van (ont)menging, de inklinking en de ontwatering van de bagger als gevolg van het in depot brengen, anderzijds het vaststellen van de afbraak van in de bagger aanwezige PAK en olie in het depot. De resultaten van dit onderzoek kunnen worden gebruikt bij het opzetten van een beheersmodel voor een doorgangsdepot.

**Publicatie(s)/informatie:** nog niet beschikbaar.

### T-2000, Extractieve grondreinigingsinstallaties van HWZ onder de loep

**Contractant** : HWZ; ir. W.E.R. Huntjens  
**Looptijd** : afgesloten, november 1996

**Samenvatting:** Dit onderzoek had als doel het verkrijgen van inzicht in het huidige reinigingsresultaat en scheidingsrendement van de grondreinigingsinstallatie van HWZ om tot een verbetering van het reinigingsresultaat te komen.

Het onderzoek is uitgevoerd met vijf verschillende partijen grond. Om de resultaten te kunnen voorspellen en eventueel te kunnen verklaren zijn de partijen grond eerst gekarakteriseerd. De karakterisering bestond uit: 1) historische analyse; 2) korrelgrootte verdeling; 3) fractie analyse; 4) drijf/zink experimenten.

Om het reinigingsrendement van de diverse scheidingstechnieken na te gaan is op laboratoriumschaal geëxperimenteerd met de opstroomkolom/fluide bed combinatie, de koolspiraal en de Humphreyspiraal. Uit de resultaten blijkt dat met de opstroomkolom hoge reinigingsrendementen kunnen worden gehaald voor PAK en minerale olie. Ook het rendement van de koolspiraal voor deze componenten is hoog. De resultaten met de Humphreyspiraal zijn wisselend; in het algemeen is er wel een lichte afname in het gehalte aan de zware metalen (vooral lood) waargenomen.

Om de geschiktheid van de Humphreyspiralen voor PAK verwijdering na te gaan zijn de reinigingsrendementen van de Humphreyspiralen en koolspiraal voor PAK en minerale olie met elkaar vergeleken. Uit de resultaten van de experimenten blijkt dat de reinigingsrendementen vergelijkbaar zijn. Bij de Humphreyspiraal komt echter meer zand in de buitenstroom (vervuilde stroom) terecht. Het verlies aan (schoon) zand is bij de Humphreyspiraal dus groter.

Op de grondreinigingsinstallatie in Amsterdam is het effect onderzocht van de scrubber, de hydrocycloon, de opstroomkolom en de Humphreyspiraal. Uit de resultaten van de hydrocycloon (separator) blijkt dat een aanzienlijk deel van de aanwezige verontreinigingen in de bovenloop van de slibfractie wordt afgescheiden. Verder komt een groot deel van de fractie < 45  $\mu\text{m}$  in de bovenloop terecht. Van de fractie 45 - 63  $\mu\text{m}$  komt relatief veel in de onderloop terecht.

Voor wat betreft de scrubber kan worden geconcludeerd dat het materiaal iets fijner is geworden ten gevolge van het scrubben. Uit de resultaten van de experimenten op de grondreinigingsinstallatie blijkt ook dat het reinigingsrendement van de Humphreyspiralen voor de zware metalen beperkt is.

Daarentegen zijn met de opstroomkolom hoge tot zeer hoge rendementen verkregen voor PAK en minerale olie en matig tot hoge rendementen voor zware metalen. Verder bevat de onderloop (het schone zand) van de opstroomkolom weinig slib en minder dan 1% organische stof.

## Thema 1: Isolatie, beheer en sanering

### T-2000, Thermisch-magnetische techniek voor de opwerking van grondreinigingsresidu

Contractant : IWACO B.V; dr.ir. C. Zevenbergen  
Looptijd : 1996-1997

**Doelstelling:** Het project betreft een haalbaarheidsstudie die tot doel heeft een opwerkingsmethode te ontwikkelen voor grondreinigingsresidu (een cocktail van organische en anorganische verontreinigingen). De te realiseren opwerkingstechniek combineert een thermische techniek en een magnetische techniek waarbij de organische contaminanten thermisch (fase 1) worden behandeld en de zware metalen worden geïmmobiliseerd. Tijdens fase 2 wordt het restmateriaal onderworpen aan een magnetische scheiding. Vervolgens wordt het afgescheiden magnetische materiaal beoordeeld, evenals de kwaliteit van het restproduct. Het beoordelingscriterium is de uitloging, waarbij wordt getoetst aan de grenswaarden conform het Bouwstoffenbesluit en of het restproduct al dan niet stortbaar is als een C3 afvalstof.

### T-2000, Hoger reinigingsrendement voor baggerspecie, grond en zeef- en brekerzand door toepassing van gepulseerd bedscheiding

Contractant : BioSoil R&D B.V.; ir. J.F. de Kreuk  
Looptijd : 1996-1997

**Doelstelling:** Dit ontwikkelingsproject is erop gericht vast te stellen op welke wijze de scheiding in een gepulseerd bed moet worden uitgevoerd om in één stap een zo groot mogelijk, gereinigde stroom te verkrijgen, waarbij deeltjes groter dan 30 - 40 mm in de schone stroom terecht zullen komen. Verwacht wordt dat een gepulseerd bed juist in het gebied van 30 - 40 mm voor een goede scheiding met een voldoende rendement zorgdraagt.

Het onderzoek is opgedeeld in twee fasen. In fase één wordt het scheidingsgedrag van het gepulseerd bed vergeleken met hydrocyclonage (als referentie). Hiervoor wordt een baggerspecie met een laag organisch stofgehalte (2%) afkomstig uit de slufte verwerkt. In fase twee zullen door middel van gepulseerd bedscheiding vier materialen behandeld worden, te weten: a) grond verontreinigd met PAK's en andere koolwaterstoffen; b) grond verontreinigd met zware metalen; c) baggerspecie met een hoog organisch stofgehalte (10%); d) zeef- en brekerzand, verontreinigd met PAK's en andere koolwaterstoffen en/of zware metalen.

In juni 1997 is fase één afgerond waarbij is gebleken dat de reductie van PAK's voor het gepulseerde bed groter is dan bij de hydrocyclonage. Dit was ook te verwachten aangezien een gepulseerd bed meer op dichtheid scheidt dan een hydrocycloon. Daarnaast is het waterverbruik bij het gepulseerde bed lager omdat de verschillende processtromen gemakkelijker ontwaterd kunnen worden en daardoor weer in het proces kunnen worden teruggevoerd. De investeringskosten van de beide technieken ontlopen elkaar nauwelijks, uitgaande van een installatie met een capaciteit van 30 ton/uur. Alleen met betrekking tot de operationele kosten is een verschil te zien. Vanwege de hogere werkdruk van een hydrocycloon in vergelijking met een gepulseerd bed zijn de operationele kosten voor een hydrocycloon hoger dan voor een gepulseerd bed.

## **Thema 1: Isolatie, beheer en sanering**

### **T-2000, Het optimaliseren van de scheiding van baggerspecie door toepassen van een voorbehandeling**

**Contractant** : N.V. Afvalzorg Noord-Holland; ir. M.M.H.M. Kuhn

**Looptijd** : 1996-1997

**Doelstelling:** De doelstelling van dit ontwikkelingsproject is het onderzoeken van de mogelijkheden voor het minimaliseren van de te storten slibfractie. Daartoe wordt een zestal voorbehandelingstechnieken op laboratoriumschaal getest op effectiviteit ten aanzien van de korrelgrootte verdeling en de verdeling van de verontreinigingen. De te testen voorbehandelingstechnieken zijn: statische menger, akoestische menger, recirculatie over een pomp, recirculatie over een hydrocycloon, attritiescrubber en een omgekeerde U-buis. De werking van de technieken wordt beoordeeld door meting van de korrelverdeling (natte en droge zeefmethode, laserdiffactie) en de distributie van de verontreinigingen (verdeling tussen de twee opstroomfracties).

### **T-2000, Thermische behandeling en zeolisatie van grondreinigingsresidu**

**Contractant** : MilieuTech Reststoffen B.V.; ir. H.J.F. Groeneveld

**Looptijd** : 1996-1997

**Doelstelling:** Dit haalbaarheidsonderzoek is gericht op het reduceren van de te storten hoeveelheid grondreinigingsresidu door middel van een thermische behandeling, waarbij het grondreinigingsresidu wordt omgezet in poreuze korrels. In een tweede processtap worden de korrels verwerkt tot zeolieten. Bij de thermische behandeling wordt grondreinigingsresidu in een roosteroven omgezet in een korrelvormig product waarvan de samenstelling en het uitlooggedrag worden bepaald. Vervolgens wordt op laboratoriumschaal het zeolisatie proces onderzocht en geoptimaliseerd. De geproduceerde zeolieten worden onderzocht op samenstelling, uitlooggedrag en adsorptievermogen.



## **Thema 1: Isolatie, beheer en sanering**

### **T-2000, Verwerking van grondreinigingsresidu tot een nuttig toepasbaar (vormgegeven) product middels nageschakelde technieken**

**Contractant** : IWACO B.V.; ir. C. Zevenbergen  
**Looptijd** : 1996-1997

**Doelstelling:** Dit haalbaarheidsonderzoek is gericht op het ontwikkelen van een opwerkingsmethode waarbij gebruik wordt gemaakt van bindmiddeltechnieken voor de behandeling van thermisch behandeld grondreinigingsresidu. Het doel is de ontwikkeling van een vormgegeven product dat onder het regime van het Bouwstoffenbesluit voor hergebruik in aanmerking komt. Het project omvat de volgende fasen: 1) karakterisering van thermisch behandeld grondreinigingsresidu; 2) selectie van geschikte bindmiddeltechnieken; 3) karakterisering van de producten, kostenramingen en eindevaluatie.

### **T-2000, Haalbaarheidsonderzoek naar de opwerking van slibfracties uit scheidingsinstallaties met behulp van "two-stage" kolomflotatie**

**Contractant** : KEMA Nederland B.V.; H.A.W. Cornelissen  
**Looptijd** : 1996-1997

**Doelstelling:** Dit haalbaarheidsonderzoek is gericht op het bepalen van de haalbaarheid om slibfracties op te werken die afkomstig zijn van reinigingsinstallaties voor verontreinigde grond en baggerspecie. Daarvoor wordt een door de mijnbouwindustrie, voor de scheiding van fijne ertsdeeltjes, ontwikkelde scheidingstechniek toegepast. Gestart wordt met een selectie van monstermateriaal, gevolgd door de karakterisatie van het geselecteerde materiaal. Vervolgens wordt een aantal oppervlakte-actieve stoffen geselecteerd waarvan de werking tijdens de kolomflotatie wordt onderzocht. Hierna vindt een optimalisatie van het flotatieproces plaats waarbij onderzocht wordt welk deel van de verontreinigde grond kan worden afgescheiden ten behoeve van hergebruik.

## Thema 2: Meten en monitoring

### **PBTS-MIL 92063<sup>1</sup> Veldbemonsteringstechniek op basis van solid phase extractie voor toepassingen in on-line sampling van watermonsters**

**Projectleiding** : Spark Holland B.V., Emmen  
**Looptijd** : 1992-1994

**Projectomschrijving:** Men wil de monstername van grond- en oppervlaktewatermonsters verbeteren door cartridges (kleine kolommen gevuld met een oppervlakte actieve stof) ter plaatse van de monstername te installeren. Deze stap betreft een preconcentratie en conserveringsmethode voor de te analyseren stofgroepen. De samenstelling van het vulmateriaal is afhankelijk van de beoogde analyse. Men richt zich in eerste instantie op de analyse van PAK en eventueel pesticiden. De methode acht men o.a. toepasbaar voor het nemen van oppervlaktewatermonsters ter ondersteuning van ecologisch onderzoek en voor het analysegedeelte van een monitoringssysteem (i.s.m. IWACO B.V., zie MIL91108). Deze werkwijze kan worden ingepast in het door SPARK ontwikkelde PROSPEKT-procédé (on-line, d.w.z. een geautomatiseerde SPE (solid phase extraction) unit in combinatie met een cartridge exchange mechanisme). Voor PAK denkt men tot enkele tientallen ppt's te kunnen detecteren. Het project verloopt in de volgende fasen: 1. bepaling van noodzaak en type filter, bepaling procesparameters van cartridges; 2. nagaan toepasbaarheid; 3. voor een bepaalde categorie van monsters bepaling van het instrumentarium; 4. nagaan van de economische haalbaarheid. Eerder is aangetoond dat SPE geschikt is als preconcentratie-methode (MIL90047).

### **NOBIS 95-2-01 Strategie voor biotechnologische sanering van antropogene bodems**

**Consortium** : Gemeentewerken Rotterdam-IM, Ontw. bedrijf Rotterdam, Stichting Bodemsanering NS, IWACO B.V., NITG-TNO  
**Looptijd** : 1996-1998

**Projectomschrijving:** De doelstelling van dit project is het ontwikkelen van een methode om de haalbaarheid van in-situ sanering van een heterogene, antropogene bodem te voorspellen; nevensdoelstelling is om een methode te ontwikkelen waarbij de beschikbaarheid van de verontreinigingen wordt vergroot door toevoeging van verschillende stoffen (solvents of surfactants) aan het (grond)water waarmee de bodem wordt doorspoeld.

**Plan van aanpak en fasering:** De volgende activiteiten zijn gepland in fase 1: a) karakterisatie van bodemopbouw en hydraulische heterogeniteit met behulp van geofysische methoden (radar, EM, mini-slug-tests, seismische tomografie); b) karakterisatie van mobiliteit van verontreiniging en onderzoek naar stimulatie hiervan met behulp van solvents of surfactants; c) modelstudie om op basis van gegevens uit veldkarakterisatie en laboratoriumonderzoek het uitlooggedrag van een (proef)locatie te voorspellen; d) conventioneel veldwerk ter ondersteuning van bovengenoemde activiteiten. In fase 2 is een pilot-proef gepland en in fase 3 een full-scale-toepassing van de methodiek.

---

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

## Thema 2: Meten en monitoring

### NOBIS 95-2-10 Karakterisatie van DNAPL sites (DNAPL KAR)

**Consortium** : Ingenieursbureau "Oranjewoud" B.V., NITG-TNO, TU Delft, Prov. Utrecht, Prov. Noord-Brabant, Kon. Landmacht DGW en T  
**Looptijd** : 1997-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het project is het ontwikkelen van een karakterisatiemethodiek voor DNAPL sites, gericht op het vaststellen van aanwezigheid, aard en omvang van DNAPL's en mogelijke transportroutes van puur product. In het project worden technieken onderzocht voor het aantonen van puur product en de bepaling van de eigenschappen, veilige boortechnieken uitgetoet en wordt een methode ontwikkeld om door middel van geofysische metingen en concentratiemetingen in de pluimzone de bronzone met puur product in kaart te brengen.

In fase 1 wordt locatiespecifiek onderzoek uitgevoerd op de drie locaties. De voorziene activiteiten zijn:

- Site 1: Identificatie geologische traps met hoge resolutie seismiek en georadar, sonderingen en concentratiemetingen in de pluimzone, invers afperken van de bronzone.
- Site 2: Inventarisatiereacties van concentraties op uitgevoerde saneringsmaatregelen, opzet en optimalisatie karakterisatie- en monitoringssysteem, verzamelen puur product.
- Site 3: Opzet dynamisch monitoringssysteem met niet-permanente en permanente observatiemiddelen, opzet risicobeheersingssysteem, verzamelen puur product en laboratoriumonderzoek naar eigenschappen.

In fase 2 worden de resultaten van het locatiespecifiek onderzoek gezamenlijk geëvalueerd op de toepasbaarheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid van de gebruikte methodieken.

### NOBIS 95-2-15 Onderzoek naar de toepassingsmogelijkheid van seismische tomografie voor de bepaling van de doorlatendheid van heterogene bodems

**Consortium** : NITG-TNO, Waterleiding Maatschappij Midden-Nederland  
**Looptijd** : 1996-1997

**Projectomschrijving:** In het kader van dit project is gebruik gemaakt van een nieuwe methode, seismische tomografie, waarmee zowel een beeld van de lithologie als de hydraulische doorlatendheid van de ondergrond wordt verkregen. Deze methode is afkomstig uit de exploratie-geofysica en is recentelijk ingezet voor het verkennen van de ondiepe ondergrond. De methode combineert een profiel van snelheidsmetingen met puntmetingen van de hydraulische doorlatendheid. Hiermee worden een continue beeld van de heterogeniteit van de ondergrond en de verdeling van de hydraulische doorlatendheid verkregen.

Het doel van dit project is: seismische tomografie onder veldomstandigheden te testen en gebruikers inzicht te geven in de mogelijkheden die deze methode biedt bij het beschrijven van de heterogeniteit en hydraulische doorlatendheid van de ondergrond.

Uit de resultaten blijkt dat er een relatie is tussen de P-snelheid en de lithologie en doorlatendheidsklassen, waardoor het mogelijk is om de snelheid om te zetten naar drie doorlatendheidsklassen, namelijk:

- 1 Goed doorlatende zanden en grinden, doorlatendheid > 2m/d, lutumgehalte niet waarneembaar.
- 2 Doorlatende zandige kleien en of kleiige zanden, doorlatendheid 0.1-0.6 m/d, lutumgehalte < 20%.
- 3 Slecht doorlatende kleien, doorlatendheid 0.00002-0.00005 m/d, lutumgehalte > 20%.

## Thema 2: Meten en monitoring

**NOBIS 96-1-13**      **Effectiviteit van bioassays bij het monitoren en beoordelen van het milieurendement van in-situ biorestauratie**

**Consortium**            : Bioclear, KEMA, AquaSense B.V., Witteveen+Bos, Stichting Bodemsanering NS, Gem. Havenbedrijf Amsterdam, Vrije Universiteit

**Looptijd**                : 1997-1998

**Projectomschrijving:** De doelstelling van het hier voorgestelde onderzoek is om geschikte, routinematig toepasbare bioassays te identificeren, die gevoelig genoeg zijn om de (veranderingen in) actuele toxiciteit van aanwezige verontreiniging te meten en daarmee de saneringsvoortgang te monitoren.

Er wordt een inventarisatie gemaakt van beschikbare, snelle, kosten-effectieve bioassays die voor routinematige analyse geschikt zijn. Hierbij wordt gebruik gemaakt van inventarisaties die recentelijk zijn uitgevoerd in nationaal en internationaal verband (o.a. door AquaSense B.V. voor STOWA en Witteveen+Bos voor PGBO).

Biologische sanering van monsters van verschillende verontreinigde praktijklocaties wordt in het laboratorium uitgevoerd. Monsters van deze laboratoriumincubaties worden vervolgens geanalyseerd met de geselecteerde bioassays. Getracht wordt een correlatie te leggen tussen enerzijds verontreinigingsgraad en anderzijds saneringsvoortgang en biologische activiteit in de grond.

Hierna worden monsters van praktijklocaties geanalyseerd op chemische en biologische samenstelling en activiteit, en wordt met behulp van bioassays de toxiciteit van deze monsters gemeten. Op deze wijze kunnen correlaties zoals vastgesteld in het laboratoriumonderzoek, worden geëvalueerd in het veld en kan de voortgang en het milieurendement van de sanering in het veld worden bepaald. Het project wordt uitgevoerd op enkele praktijklocaties.

**NOBIS 96-2-09**      **Sturing Biologische in-situ sanering via on-line monitoring**

**Consortium**            : Tauw Milieu bv, Prov. Overijssel, Heidemij Realisatie B.V.

**Looptijd**                : 1996-1997

**Projectomschrijving:** Op verschillende locaties in Nederland worden in-situ biorestauratie projecten voorbereid of uitgevoerd omdat deze saneringsaanpak over het algemeen goedkoper is dan de conventionele aanpak door middel van ontgraving. Bij deze in-situ biorestauratie projecten is echter een flexibele aanpak en aanpassing op basis van bevindingen tijdens de aanleg en uitvoering noodzakelijk om te kunnen anticiperen op leemten in de verontreinigingssituatie en de voortgang van het saneringsproces. Deze flexibele aanpak kan enerzijds worden verkregen door aanleg van een doordacht gedimensioneerd systeem, anderzijds door goede monitoring tijdens de uitvoeringsfase van de sanering.

Uit onderzoek naar voorhanden zijnde apparatuur in de procesindustrie is gebleken dat de inzet van on-line meetapparatuur, voor onder meer zuurstof en koolwaterstoffen, bij in-situ sanerings- of beheerstechnieken een betere monitoring en sturing van de sanering tot gevolg kan hebben.

In Enschede wordt in opdracht van de provincie Overijssel gestart met de aanleg en uitvoering van een proefsanering met bodemluchtexttractie met als doel het bepalen van de haalbaarheid van in-situ biorestauratie voor deze locatie. De hoofddoelstelling van dit project is het optimaliseren van de sturing van in-situ biorestauratieprojecten in een heterogene bodem door toepassing van on-line meetsystemen. Nevendoelstellingen zijn: a) bepalen van de meetfrequentie van de parameters waarop wordt gemonitord; b) bepaling van de relatie tussen de concentraties (zuurstof, kooldioxide of koolwaterstoffen) die worden gemeten in de onttrekkingsystemen en in de bodemlucht (in monitoringsfilters).

## Thema 2: Meten en monitoring

### **PGBO 96-07 Bodemkwaliteitsparameters - stimulering gebruik ecotesten**

**Uitvoering** : M.F.X. Veul en G.P.M. van den Munckhof (Witteveen+Bos), C.A.M. van Gestel (VUA), J. Bloem (AB-DLO)

**Looptijd** : 1996-1997

**Projectomschrijving:** Onderzoek naar de bruikbaarheid van een aantal reeds ontwikkelde ecologische toetsen voor het bepalen van de actuele ecologische risico's op vervuilde locaties. Aspecten, zoals representativiteit, reproduceerbaarheid en interpreteerbaarheid worden hierbij in aanmerking genomen. Het onderzoek moet leiden tot het aanmerken van een (aantal) geschikte toetsen en tot aanbevelingen voor de introductie ervan.

**Publicatie:** in voorbereiding.

### **PGBO 96-09 Evaluatie van bestaande, in praktijk ontwikkelde karakteriseringsmethoden voor de biologische reiniging van (water)bodem**

**Uitvoering** : H.J. Doddema (TNO-MEP), J.T.C. Grotenhuis (LUW), J. Harmsen (SC-DLO)

**Looptijd** : 1996-1997

**Projectomschrijving:** Doel van het project is het inventariseren van bestaande of in ontwikkeling zijnde testmethoden om na te gaan of afgegraven grond en baggerspecie geschikt zijn voor biologische reiniging. Het onderzoek moet tevens leiden tot het opbouwen of versterken van de kennisinfrastructuur in Nederland op het gebied van de karakterisering en reiniging van baggerspecie. Het project sluit nauw aan bij het STOWA-project "Karakterisering van baggerspecie voor biologische reiniging".

**Publicatie:** in voorbereiding.

## Thema 2: Meten en monitoring

**PGBO 97-17**      **Verkennde studie naar de ontwikkeling en normalisatie van bodemmetingen**

**Uitvoering**      : R.B.A.M. Welling (NNI), J.J. van der Waarde (Bioclear), P.S.H. Ouboter en  
J. Botterweg (PGBO), E.P.Th. Ruwiel (VROM-DGM), H.J. Vermeulen (NOBIS)

**Looptijd**        : 1997

**Projectomschrijving:** Verkennde studie teneinde een overzicht te verkrijgen van de verschillende activiteiten en initiatieven op het gebied van ontwikkeling en uniformering van methoden van bodemonderzoek. Het gaat om methoden, inclusief bemonstering, voor de bepaling van chemische en biologische parameters in bodem en grondwater, die worden toegepast in het kader van de Wbb. Bodemmetingen ten behoeve van monitoring behoren ook hiertoe. Het onderzoek zal voor een belangrijk deel bestaan uit een enquête onder organisaties, die op dit gebied werkzaam zijn, alsmede uit interviews. De studie zal de mogelijkheid bieden om organisaties, die bezig zijn met ontwikkeling of uniformering van methoden te wijzen op kansen voor coördinatie en dwarsverbanden teneinde de diverse activiteiten en initiatieven optimaal af te stemmen.

**STOWA 442.302**   **Achtergrondwaarden van PAK in veenprofielen**

**Uitvoerder(s)**    : NITG-TNO

**Looptijd**         : 1995-1997

**Projectomschrijving:** Nederland heeft een uniforme norm voor PAK in waterbodems. De samenstelling van PAK is buitengewoon complex. Het vermoeden is gerechtvaardigd dat de natuurlijke hoeveelheid PAK in sediment sterk varieert. Met name afzettingen die van nature rijk zijn aan organische bestanddelen, zoals veen, zijn in dit opzicht verdacht. Ook de aanname dat de 10 volgens VROM bepaalde PAK-verbindingen representatief zouden zijn voor het gehele spectrum van aromaten kan voor veenafzettingen betwijfeld worden. Het onderzoek moet leiden tot een inventarisatie van natuurlijke PAK-voorkomens in diverse typen Nederlandse veenafzettingen. Hierbij worden vluchtige en minder vluchtige bestanddelen onderzocht en natuurlijke PAK-voorkomens en PAK-immissies in veenafzettingen onder invloed van menselijk handelen onderscheiden. Op basis daarvan zal een evaluatie plaatsvinden van de vigerende normstelling van PAK.

**Publicatie(s)/informatie:** a) Fermont, W.J.J., P. David & A. Bosch, 1996. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in veenprofielen. TNO-NITG rapport 97-98 B; b) Fermont W.J.J., P. David & J. Meels, 1996. Vergelijkend onderzoek voor de optimalisering van analysemethoden van polycyclische aromatische koolwaterstoffen in veenprofielen. TNO-NITG rapport 97-113 B.

## Thema 2: Meten en monitoring

### T-2000, Karakterisering van grond en baggerspecie

**Contractant** : TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie; ing. L. Feenstra  
**Looptijd** : afgesloten, augustus 1995

**Samenvatting:** Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Heidemij Realisatie B.V. Het karakteriseren van afvalstoffen is van belang, omdat hierdoor informatie beschikbaar komt die noodzakelijk is voor het verder ontwikkelen van de verwerkingstechnologieën.

Het onderzoek is in twee fasen opgedeeld. In de eerste fase zijn de bestaande karakteriseringsmethoden geïnventariseerd en beoordeeld en zijn knelpunten beschreven en aanbevelingen geformuleerd voor het ontwikkelen van een verbeterde karakteriseringsmethode.

Hieruit blijkt dat vrijwel alle methoden gericht zijn op slechts een beperkt onderdeel van de totale karakterisering. Er is behoefte aan een geïntegreerde, gestandaardiseerde methode die gericht is op zowel het verontreinigd materiaal als op de verontreiniging en op basis waarvan voldoende informatie wordt verkregen over de verwerkingsmogelijkheden in de praktijk. Op grond hiervan is een methode voor karakterisering opgesteld, die is opgebouwd uit drie bouwstenen: voorinformatie, scheiding en fractie-analyse.

In fase II is een viertal materialen (twee baggerspeciemonsters en twee grondmonsters) uitgebreid gekarakteriseerd. Baggerspecie is onderzocht in combinatie met PAK als verontreiniging en grond in combinatie met metalen.

Een uitgebreide karakterisering blijkt kostbaar en vergt veel tijd. Er is daarom behoefte aan een snel en eenvoudig onderzoeksprotocol, dat toch in de meeste gevallen een betrouwbare uitspraak doet over de haalbaarheid van verwerking met natte scheidingstechnieken. Een aanzet voor een dergelijk protocol is gemaakt (de T-2000 geschiktheidsproef). Er is een karakteriseringsschema opgesteld, waarin deze proef is opgenomen. Een eerste exercitie met deze proef, toegepast op de eerder uitgebreid onderzochte materialen, gaf bemoedigende resultaten. De conclusies met betrekking tot de toepasbaarheid van natte scheidingstechnieken komen grotendeels overeen met die uit het uitgebreide onderzoek.

## Thema 2: Meten en monitoring

### T-2000, Karakterisering van zeefzand

**Contractant** : TU Delft, Faculteit Mijnbouwkunde & Petroleumwinning; ir. R.H.P. Ringeling  
**Looptijd** : afgesloten, april 1995

**Samenvatting:** Het onderzoek beperkt zich tot de fractie kleiner dan 4 mm omdat wordt vermoed dat het grootste gedeelte van de verontreinigingen zich in deze fractie bevindt. Met het karakteriseringsmodel moet het mogelijk zijn het gedrag van verontreinigingen in het zeefzand te beschrijven zodat het resultaat van een scheidingsstap kan worden verklaard.

Het onderzoek kende twee fasen. In de eerste fase zijn de bestaande karakteriseringsmethoden geïnventariseerd en beoordeeld. Uit dit onderzoek kunnen de volgende belangrijkste conclusies getrokken worden: 1) PAK vormt de belangrijkste bron van vervuiling in zeefzand. Het merendeel van de PAK is afkomstig van roet en teer uit schoorsteenkanalen en teerhoudende bitumineuze dakbedekking; 2) PAK kan zowel als discrete deeltjes als vergroeid met het overig materiaal voorkomen.

Voor de tweede fase van het onderzoek is gebruik gemaakt van 20 geselecteerde zeefzandmonsters van locaties over geheel Nederland. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen puinbreker- (afkomstig van puinbrekers) en sorteerzeefzand (afkomstig van sorteerinrichtingen). De geselecteerde monsters zijn vervolgens nat gezeefd en per fractie geanalyseerd op PAK, Pb, Zn, Cd, sulfaat, gehalte organische stoffen en gehalte aan minerale oliën. Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken: 1) Het gehalte aan verontreinigingen in het sorteerzeefzand is hoger dan in het puinbreekzeefzand. Een verklaring hiervoor kan zijn dat puinbrekers kritischer zijn bij het accepteren van puin; 2) Uit de analyses blijkt dat het gehalte aan PAK, minerale oliën en sulfaat in enkele gevallen hoger ligt dan de in het Ontwerp Bouwstoffen Besluit aangegeven grenswaarde; 3) Uit microscopisch onderzoek blijkt dat het percentage PAK dat als discrete deeltjes voorkomt, afneemt met de korrelgrootte. Ook neemt de bindingssterkte toe naarmate de deeltjes kleiner worden.

Uit analyse van diverse sloopmonsters blijkt dat voor de bitumineuze dakbedekking een eenduidig PAK-profiel kan worden weergegeven. Dit kan niet voor de roet-opvang van de schoorsteen.

Mede op grond van de resultaten van de zeeffractie-analyse is het zeefzand in drie deelstromen verdeeld. Met deze deelstromen zijn scheidingsexperimenten uitgevoerd met behulp van flotatie, jig, spiraal, schudtafel en opstroomkolom. Op grond van de resultaten van het experimentele werk is voor iedere deelstroom een optimale scheidingstechniek bepaald.

Het onderzoek heeft geleid tot het opstellen van een karakteriseringsmodel. Met behulp waarvan het mogelijk is om één of meerdere scheidingstechnieken te kiezen voor het reinigen van zeefzand.



## Thema 2: Meten en monitoring

### T-2000, Monitoring flotatie bij het verwerken van verontreinigde grond

Contractant : Heidemij Realisatie B.V.; ir. M.F. Pruijn  
Looptijd : afgesloten, april 1997

**Samenvatting:** In de installatie van Heidemij te Moerdijk wordt grond gereinigd met behulp van natte deeltjesscheidingstechnieken. Een van de toegepaste technieken is flotatie. Het project is gericht op het optimaliseren van het resultaat van het flotatieproces omdat uit de praktijk is gebleken dat de verwijderingsrendementen sterk wisselen en niet goed voorspelbaar zijn. Daartoe is een drietal partijen grond onderzocht en verwerkt waarbij de relevante processtromen tijdens het flotatieproces zijn bemonsterd en gemeten. Tevens is tijdens dit praktijkonderzoek een aantal procesvariëaties onderzocht door het monitoren van de in- en uitgaande stromen.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is een duidelijk beeld verkregen van het functioneren van het flotatieproces. Daarnaast hebben aangebrachte procesveranderingen zoals stage-adding, een verlenging van de verblijftijd en een hogere luchttoevoer geleid tot een verbetering van het flotatieproces. Tevens is duidelijk geworden dat het droge stofgehalte tijdens de conditionering een zeer belangrijke procesparameter is.

Het onderzoek gaf een goed beeld van de relatie tussen karakterisering van de verontreinigde grond en de effectiviteit van het flotatieproces. De verontreiniging in de grootste fracties is over het algemeen op de deeltjes geprecipiteerd. Deze fracties bevatten de grootste vracht aan verontreinigingen. De selectiviteit van de flotatie in deze fracties is groot, maar de rendementen zijn over het algemeen laag.

Algemene conclusies uit het onderzoek zijn: 1) met karakterisering kan een goed beeld worden gevormd van de wijze waarop zware metalen in verontreinigde grond voorkomen; 2) aan de hand van de karakterisering kunnen kwalitatieve en kwantitatieve uitspraken worden gedaan over de te verwachten effectiviteit van de flotatie; 3) het onderzoek heeft geleid tot een structureel beter inzicht in het flotatieproces en resulteerde in mogelijkheden voor significante procesverbeteringen.

### T-2000, Monitoring bij de verwerking van baggerspecie

Contractant : BRP De Bilt B.V.; Tj.F. Biewenga  
Looptijd : 1995-1998

**Doelstelling:** Het project betreft een monitoringproject ten behoeve van een pilotproef voor de verwerking van baggerspecie. Het doel van het onderzoek is tweeledig: 1) monitoring van de verwerking van verontreinigde baggerspecie tot een schoon, nuttig toepasbaar product; 2) monitoring van de procesvoering van de verwerking.

Het doel van de pilotproef is te komen tot een geoptimaliseerde procesvoering om een zo groot mogelijke fractie schoon en nuttig toepasbaar zand en slib te bereiken. De resultaatverwachting voor Noord-Nederlandse baggerspecie is een reinigbaarheid van meer dan 60% van het uitgangsmateriaal. Toepasbaarheid van de produkten wordt gedefinieerd in het licht van het (interim) bouwstoffenbesluit.

De werkwijze van de monitoring omvat ten eerste de monsternamen en fysisch-chemische karakterisering, inclusief verontreinigingsgraad, van het uitgangsmateriaal en de produkten van iedere polishingstap. Vervolgens wordt met behulp van statistische toetsen vastgesteld of het verwerkingsproces, respectievelijk individuele stappen daaruit, leiden tot een schoner produkt dan het uitgangsmateriaal. Deze toetsen bieden een objectief, kwantitatief en reproduceerbaar criterium, waarmee de procesvoering kan worden geoptimaliseerd en het resultaat van de totale verwerking kan worden beoordeeld op vooraf geformuleerde kwaliteitseisen (bijvoorbeeld bouwstoffenbesluit).

Daarnaast leveren de gegevens van de monitoring input voor een beslismodel, waarin de procesvoering wordt geoptimaliseerd, door na iedere verwerkingsstap de criteria en randvoorwaarden van die stap te evalueren, nader te bestuderen en bij te stellen.

## Thema 2: Meten en monitoring

### T-2000, Monitoring fractiescheidingsinstallatie

**Contractant** : Boskalis Dolman B.V.; J.A. Dolman  
**Looptijd** : 1995-1997

**Doelstelling:** Bij de verwerking van baggerspecie, verontreinigde grond en zeef- en brekerzand wordt er naar gestreefd zoveel mogelijk herbruikbaar of nuttig toepasbaar materiaal af te scheiden. Daarnaast wordt uiteraard ook de verwerkbaarheid van de restfractie in ogenschouw genomen.

Een drietal factoren is van invloed op het scheidingsproces en de kwaliteit van de verkregen deelstromen. Het betreft de korrelverdeling van het te behandelen materiaal, de eigenschappen en de bindingsvorm van de aanwezige verontreinigingen en de procesparameters van de verwerkingsinstallatie. De eerste twee factoren dienen te worden bepaald door middel van een karakteriseringsonderzoek. Zij vormen in feite het uitgangspunt voor de uit te voeren fractiescheiding.

Bij projectmatige verwerking kan de benodigde scheidingsinstallatie in principe worden afgestemd op de gegevens uit het karakteriseringsonderzoek en de eisen die worden gesteld aan de diverse af te scheiden fracties. In de praktijk is gebleken dat een dergelijke werkwijze wordt bemoeilijkt doordat gedurende één project grote variaties kunnen worden geconstateerd in de samenstelling van het te verwerken materiaal. Daardoor dient enerzijds een variatie in de bedrijfscondities mogelijk te zijn, terwijl anderzijds kwaliteitsvariaties van de afgescheiden fracties niet kunnen worden vermeden.

Bij grootschalige verwerking zal voor diverse uiteenlopende partijen te verwerken materiaal gebruik worden gemaakt van één scheidingsinstallatie. De verwerking zal hierdoor goedkoper zijn. Echter afstemming van de installatie op gegevens uit het karakteriseringsonderzoek is nu alleen mogelijk door het aanbrengen van variaties in de bedrijfscondities. De samenstelling van de afgescheiden fracties kan echter ook worden beïnvloed door sturing aan de voorzijde van de verwerkingsinstallatie.

## Thema 2: Meten en monitoring

**T-2000, Monitoring van een scheidingsinstallatie voor verontreinigde baggerspecie bestaande uit klasseerders, hydrocyclonen en een roertank**

**Contractant** : De Vries & van de Wiel B.V.; drs. P.N. Duijn  
**Looptijd** : afgesloten, juli 1996

**Samenvatting:** Tijdens het onderzoek is de werking van de scheidingsinstallatie van De Vries & van de Wiel B.V. onderzocht om na te gaan hoe de verschillende minerale deeltjesgrootte fracties van de baggerspecie alsmede de organische fractie en de verontreinigingen zich verdelen over de verschillende afgescheiden fracties.

De installatie bestaat uit twee separatoren en een opstroomklasseerder. De in- en uitgaande stromen van deze apparaten zijn tijdens de verwerking van een drietal verschillende partijen baggerspecie gemonitord waarbij de verdeling van de verschillende minerale deeltjesgroottefracties, de organische fractie en de verontreinigingen over de afgescheiden fracties zijn bepaald.

Met behulp van deze kennis is het mogelijk om, gericht op het maximaliseren van de winning van nuttig toepasbaar product, de procesvoering van de scheidingsinstallatie verder te optimaliseren. Het tweede doel is inzicht te krijgen omtrent het gedrag van de verontreinigingen in de scheidingsinstallaties zodat de resultaten van de scheiding beter voorspelbaar zijn.

Uit het onderzoek is gebleken dat de installatie in staat is om een voldoende schone zandfractie te produceren die voor hergebruik geschikt is. De installatie scheidt echter niet scherp op de vooraf ingestelde diameter van circa 63  $\mu\text{m}$ . Uit het onderzoek is gebleken dat de scheidingsdiameter ligt tussen de 40 en 50  $\mu\text{m}$  en dat deze wordt bepaald door de separatoren.

De installatie is in staat zand te produceren waaruit al het organisch stof en bijna al het lutum is verwijderd. Hierbij vindt de scheiding op deeltjesgrootte voornamelijk plaats in de separatoren. In de klasseerder wordt gescheiden op dichtheid zodat de fractie met een lage dichtheid (organisch stof) bijna volledig in de klasseerder plaatsvindt. Omdat olie en PAK bijna volledig aan organisch stof zijn gebonden worden zij aldus grotendeels uit de zandfractie verwijderd. Het overgrote deel aan zware metalen is eveneens gebonden aan organisch stof en worden op gelijksoortige wijze grotendeels verwijderd. Tijdens het onderzoek is echter geconstateerd dat het zand dat de installatie verlaat nog zware metalen bevat. Uit sequentiële extractie is gebleken dat deze zware metalen voornamelijk zijn gebonden aan ijzer(hydroxiden), carbonaten en deels aan de fractie < 63  $\mu\text{m}$ . Door de instelling van de separatoren bij te stellen kan de fractie < 63  $\mu\text{m}$  met een hoger rendement worden verwijderd, waardoor het gehalte aan zware metalen in de schone zand fractie verder kan worden gereduceerd.

Daarnaast kan er indien er onvoldoende deagglomeratie plaatsvindt een verlies van zand optreden. Dit kan worden tegengegaan door baggerspecie waarin agglomeraten voorkomen voor te behandelen.

Tenslotte is uit het onderzoek naar voren gekomen dat door het wijzigen van de procescondities van de separatoren de scheidingsdiameter van de installatie kan worden verhoogd tot 60  $\mu\text{m}$  waardoor de hoeveelheid organisch stof in de zandfractie verder zal afnemen. Een nadeel is echter dat de hoeveelheid zand in de bovenloop zal toenemen waardoor het rendement van de zandterugwinning afneemt. Door het behandelen van deze fractie (bovenloop) met behulp van een polishing stap kan dit zand wellicht nog worden teruggewonnen.

Uit de resultaten blijkt verder dat de kwaliteit en kwantiteit van de zandfractie die wordt verkregen tijdens de karakterisering, een representatief beeld geven van de zandfractie die met de scheidingsinstallatie wordt afgescheiden. Om goede voorspellingen te kunnen doen is het belangrijk dat er tijdens de karakterisatie een voldoende representatief monster van de partij wordt onderzocht.

### **Thema 3: Risico-beoordeling en omgaan met risico's**

#### **NOBIS 96-3-03 Risico-inschatting van PAK-gronden met behulp van nematoden**

**Consortium** : IWACO B.V., N.V. Hanze Milieu, Stichting Bodemsanering NS, RIZA, Prov. Utrecht  
**Looptijd** : 1997-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het onderzoek is te bepalen of de diversiteitsindex van nematoden bruikbaar is voor de ecologische gezondheidsbeoordeling van met PAK verontreinigde gronden. Daartoe worden gronden waarvan de PAK-concentratie en fysisch/chemische samenstelling bekend is, ook beoordeeld op de nematodensamenstelling.

Knelpunt bij de risicobeoordeling van verontreinigde bodems is, dat absolute getallen van concentraties vaak worden gehanteerd, hoewel dezelfde concentratie in de ene bodem een ander effect heeft dan in de een andere. Het absolute getal dient gerelateerd te worden aan "beschikbaarheid", maar beschikbaarheid is dan vaak niet te relateren aan ecologische risico's.

Als onderdeel van dit project zullen de volgende activiteiten worden uitgevoerd: a) verzamelen van bodemmonsters, verontreinigd met PAK inclusief inventarisatie van de fysisch/chemische samenstelling; b) bepaling van de nematodensamenstelling van de bodemmonsters; c) analyse van de nematodensamenstelling in relatie tot PAK verontreiniging en bodemtype; d) evaluatie van de correlatie tussen de kwaliteit en de nematodensamenstelling.

#### **PGBO 96-03 Het concept "bodemkwetsbaarheid" als uitgangspunt bij het nemen van beslissingen op het gebied van ruimtelijke ordening en bodemsanering**

**Uitvoering** : DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek, vestiging Haren; J. Japenga, P. Römken en J. Dolfing  
**Looptijd** : 1996-1997

**Projectomschrijving:** Een beknopte inventarisatie van bestaande kennis omtrent in de bodem voorkomende en veelal onderling samenhangende fysische, chemische en biologische processen, die invloed hebben op de chemische vorm van via diffuse verontreiniging geïntroduceerde contaminanten in bodem en bodemvocht, alsmede de kwantificering van de milieueffecten hiervan. De studie zal voorts aangeven hoe deze kennis kan worden gebruikt voor het concept "bodemkwetsbaarheid". Gekoppeld hieraan zullen leernten in kennis op dit gebied, de onderzoeksbehoefte en de mogelijkheden voor inpassing in lopende programmeringen worden aangegeven.

**Publicatie:** in voorbereiding.

### **Thema 3: Risico-beoordeling en omgaan met risico's**

**PGBO 96-05**      **Inventarisatie van knelpunten bij het beoordelen van risico's van bodemverontreiniging**

**Uitvoering**      : Tauw Milieu bv, Deventer; A.G. Nijhof  
**Looptijd**        : 1996

**Projectomschrijving:** De studie is een samenvatting van de huidige stand van kennis, knelpunten en onderzoeksbehoefte met betrekking tot de risicobeoordeling bij bodemverontreiniging. Hiervoor is gebruik gemaakt van 25 interviews met deskundigen uit het veld van de risicobeoordeling, werkzaam bij verschillende overheden, gezondheidsorganisaties, adviesbureaus en onderzoeksinstituten en die van een workshop naar aanleiding van de studie. De studie gaat in op de technische, beleidsmatige, organisatorische en communicatieve knelpunten, die bij de ontwikkeling en toepassing van risicobeoordeling worden ervaren en op mogelijke oplossingsrichtingen en vervolgactiviteiten.

**Publicatie:** A.G. Nijhof, 1996. Risicobeoordeling bij bodemverontreiniging: inventarisatie van knelpunten en oplossingsrichtingen. Rapp. Progr. Geïnt. Bodemonderz., dl. 4.

**PGBO 97-13**      **Het opstellen van een risico-checklist voor de humaan toxicologische risicobeoordeling bij bodemverontreiniging**

**Uitvoering**      : Tauw Milieu bv, Deventer; R.M.C. Theelen, J.G.M. Koolenbrander en A.G. Nijhof  
**Looptijd**        : 1997

**Projectomschrijving:** De studie heeft tot doel om te komen tot een lijst van parameters, die locatiespecifiek bij een geval van bodemverontreiniging kunnen worden verzameld op basis waarvan een humaan-toxicologische risicobeoordeling uitgevoerd kan worden.

**Publicatie:** in voorbereiding.

### **Thema 3: Risico-beoordeling en omgaan met risico's**

#### **PGBO-97-14      Nationaal Risico Platform Bodemverontreiniging (NARIP)**

- Uitvoering**       : H. Leenaers (TNO-MEP), R.M.C. Theelen (Tauf Milieu bv), F.A. Swartjes (RIVM), W. Veerkamp (Shell Nederland bv, namens NOBIS), H.J. van Veen en R. van den Berg (PGBO), N.H.S.M. de Wit (VROM-DGM)
- Looptijd**         : 1997-1998

**Projectomschrijving:** Het project beoogt het opzetten en ondersteunen van een Nationaal Risico Platform Bodemverontreiniging (NARIP), dat bestaat uit verschillende circuits en personen, die elkaar informeren over de thema's die als knelpunten zijn aangemerkt. NARIP is daarmee een middel om tot kennisintegratie te komen op risicogebied. NARIP zal tevens functioneren als forum voor het presenteren en bediscussieren van de output van drie werkgroepen op het gebied van verspreidings-, humane en ecologische risico's. De output van NARIP zal bestaan uit verslagen van discussiemiddagen en workshops. De verslagen worden actief verspreid. o.a. via vakbladen, nieuwsbrieven en internet. Zij zullen als basis kunnen dienen voor het informeren van internationale netwerken, zoals CARACAS en NICOLE. De uit NARIP voortkomende onderzoeksinitiatieven worden aan de deelnemende organisaties aangeboden.

#### **PGBO 97-16      Werkgroep actuele risico's voor ecosystemen**

- Uitvoering**       : H.A.M. Eijsackers en M. Rutgers (RIVM-ECO), J. Faber (IBN-DLO), J. Postma (AquaSense B.V.)
- Looptijd**         : 1997

**Projectomschrijving:** Het project heeft ten doel een basisfilosofie uit te werken voor de actuele risico's van bodemverontreiniging voor ecosystemen. Er zal antwoord worden gegeven op de vraag uit welke elementen een risicobeoordeling dient te bestaan en hoe er moet worden omgegaan met bijvoorbeeld niet-doelsoorten, gebieden die buiten de EHS vallen, chemische analyses, veldwaarnemingen e.d. Op dit moment ontbreekt een dergelijke basisfilosofie voor actuele risicobeoordeling voor ecosystemen. Hier is behoefte aan, o.a. in het kader van de urgentiesystematiek bodemsanering. Aan het project wordt invulling gegeven door een werkgroep van deskundigen, die in 5 bijeenkomsten de beoogde basisfilosofie zal uitwerken en daarover rapporteren.

### **Thema 3: Risico-beoordeling en omgaan met risico's**

#### **STOWA 442.553 Ecotoxicologische risicobeoordeling van verontreinigde waterbodems**

**Uitvoerder(s)** : AquaSense B.V.

**Looptijd** : 1995-1997

**Projectomschrijving:** Een relatief eenvoudige en betrouwbare methode voor ecologische risicobeoordeling van verontreinigde waterbodems is van belang voor de urgentiebepaling van saneringen en bij de afweging van diverse saneringsmaatregelen. De huidige TRIADE-benadering is relatief duur door de hoge kosten van bioassays en veldinventarisaties. Bovendien zijn er diverse problemen bij de interpretatie en de praktische toepassing. Daarom is er behoefte aan een methode voor de ecotoxicologische risicobeoordeling van verontreinigde waterbodems in (met name) kleinere regionale wateren. Hierbij wordt gedacht aan een stapsgewijs toe te passen, locatiespecifieke en kosteneffectieve methodiek.

**Publicatie(s)/informatie:** eindrapport zal najaar 1997 worden gepubliceerd.

#### **STOWA 442.559 Regionale waterbodemkwaliteit en beïnvloeding van de landbodem door specie op de kant (REGWABO)**

**Projectleiding** : dr.ir. J.E.M. Beurskens, RIVM

**Financiering** : VROM-DGM Bodem en STOWA

**Looptijd** : 1995-1997

**Projectomschrijving:** In het Beleidsstandpunt verwijdering baggerspecie is toegezegd dat een definitief besluit over de afbouw van de verspreiding van klasse-2-specie in oppervlaktewater en op de kant zetten zal worden opgenomen in de vierde Nota waterhuishouding. In dit project zal getracht worden een overkoepelend beeld te geven van de bezwaarlijkheid van het al dan niet verspreiden van klasse 0-, 1- en 2-specie op het land (veen, klei, zand). Het onderzoek, dat in samenwerking met VROM door het RIVM wordt uitgevoerd, zal door literatuurstudie, informatie uit andere (o.a. STOWA-)projecten en gegevens van waterschappen en uiteindelijk leiden tot een integrale modellering. Analyse van de modellen met behulp van enkele case studies vormt een essentieel onderdeel van het ontwikkelingswerk waarvoor samenwerking met regionale waterbeheerders is vereist.

**Publicatie(s)/informatie:** a) Verkenning bodemkwaliteit regionale wateren; Huidige en toekomstige gehalten van PAK in slootbodems. STOWA-rapport 96-28; RIVM-rapport nr. 733 007 001; b) Huiting, A.M., P.R.G. Kramer & J.E.M. Beurskens, 1997. Prognose van de PAK-gehalten in de landbodem onder invloed van het verspreiden van baggerspecie. RIVM-rapport 733 007 002.

### **Thema 3: Risico-beoordeling en omgaan met risico's**

**STOWA 442.560 Verkenning van actuele risico's ten gevolge van het verspreiden van baggerspecie op land (REGWABO-RISICO)**

**Projectleiding** : dr.ir. J.E.M. Beurskens, RIVM  
**Financiering** : VROM-DGM Bodem en STOWA  
**Looptijd** : 1997-1998

**Projectomschrijving:** In het landelijk gebied blijkt de waterbodems als bezinkputje te fungeren voor PAK en metalen, door het hydrofobe karakter van deze verontreinigingen en de persistentie in de zuurstofloze slootspecie. In waterbodems van regionale wateren zijn PAK veelal de klassebepalende verontreiniging. Door de specie op het land te verspreiden kan biologische afbraak van de PAK in de aërobe bouwvoor plaatsvinden. In het REGWABO-project, dat in 1996 door het RIVM is uitgevoerd, stonden de prognose van de waterbodems kwaliteit en de prognose van de landbodems kwaliteit, onder invloed van baggerspecie die wordt opgebracht, centraal. Nu reeds is duidelijk dat een verbetering van de slootspecie kwaliteit ten aanzien van PAK-gehalten tot onder de streefwaarden in de komende decennia niet te verwachten is. De gehalten van metalen in regionale waterbodems zijn slechts in beperkte mate klasse-bepalend, echter door de absolute persistentie kan in de strook landbodems naast een sloot accumulatie van metalen optreden. Met behulp van modellen zal inzichtelijk gemaakt worden welke risico's voor biota op en in de landbodems ontstaan nadat baggerspecie op het land is verspreid. Hierdoor kan een eerste aanzet gegeven worden tot een beslissystematiek voor het verspreiden van baggerspecie op basis van ecotoxicologische risico's.

**Publicatie(s)/informatie:** nog geen publicaties beschikbaar.



## Thema 4: Beslissingsondersteuning en communicatie

### IOP-MBT 90203 Voorspelling en optimalisatie abiotische milieucondities bij microbiologische afbraak olieverontreinigingen bij landfarming

**Onderzoekslijn** : Interacties tussen micro-organismen en vaste substraten  
**Uitvoering** : Universiteit van Amsterdam, Vakgroep Fysische Geografie en Bodemkunde

**Probleemstelling:** Landfarming is in Nederland de meest toegepaste biologische bodemreinigingstechniek voor het verwijderen van olie en andere gemakkelijk afbreekbare organische verontreinigingen. Toch is men sceptisch over het behaalde resultaat van landfarming. Dit komt omdat er soms knelpunten optreden in het proces waardoor de reinigingsduur te lang wordt of het beoogde eindresultaat niet wordt bereikt. Een betere kennis van de effecten van procesvoering op de afbraaksnelheid en de reinigingsgraad draagt bij aan het wegnemen van de knelpunten en een optimalisatie van de bedrijfsvoering.

**Doelstelling:** Het ontwikkelen van een beoordelingssysteem om te komen tot de optimalisering van de biodegradatie van olieverontreinigingen in gronden bij landfarming. Hierbij worden kortdurende laboratoriumbepalingen en simulatiemodellen gebruikt om de effecten van de manipulatie van abiotische milieucondities bij de afbraak vooraf te kunnen kwantificeren.

### NOBIS 95-1-03 Ontwikkeling van een beoordelingssystematiek voor bodemsanering op basis van Risicoreductie, Milieuverdiensite en Kosten (RMK)

**Consortium** : Tauw Milieu bv, TNO-MEP, Inst. voor Milieuvraagstukken, Berenschot Osborne, Gem. Havenbedrijf Rotterdam, Shell Int. Oil Products, Ministerie VROM, Prov. Gelderland

**Looptijd** : 1995-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het project is het ontwikkelen van een operationeel beoordelingskader voor biologische in-situ saneringsprojecten op basis van de criteria risicoreductie, milieuverdiensite en kosten. Een integrale benadering van de bodemproblematiek staat hierbij centraal.

Het begrip *risico* is daarbij gedefinieerd als gezondheidseffecten voor mensen en negatieve effecten voor ecosystemen en infrastructuur. Bepaling van de risicoreductie gebeurt door middel van een object-pad-bron benadering. *Milieuverdiensite* is gedefinieerd als het resultaat van een integrale beoordeling van milieu-effecten van een saneringsoperatie. De *kosten* hebben betrekking op de directe en indirecte financiële consequenties van de verontreiniging en de sanering.

De eerste versie van de RMK-methodiek is in fase 1 getoetst op een eenvoudige case. Tijdens een in juni 1996 gehouden workshop bleek een grote mate van consensus te bestaan over het ontwikkelde concept.

In december 1996 is de tweede fase van het project van start gegaan. Deze tweede fase moet resulteren in een RMK-methodiek gebaseerd op de gebruikerservaringen aan de hand van uitgewerkte praktijkgevallen en in een verdere detaillering van met name de onderdelen milieuverdiensite en kosten. Een programma van eisen voor een softwarepakket en een prototype van een rekenprogramma maken eveneens deel uit van de tweede fase.

## Thema 4: Beslissingsondersteuning en communicatie

**NOBIS 95-1-13**      **Het ontwikkelen van een beslissingsondersteunend systeem voor het ontwerpen, dimensioneren en engineeren van bioventing en biosparging systemen**

**Consortium**        : Tauw Milieu bv, BP, EPON, Gem. Havenbedrijf Rotterdam, Shell Int. Oil Products, GD, Bodem Milieu Systemen, LUW

**Looptijd**         : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Dit project heeft als doelstelling het genereren, demonstreren en evalueren van concepten en basisprincipes van het ontwerp en de dimensionering van bioventing en biosparging (B&B) systemen. Door EPON en BP zijn hiervoor twee demonstratie sites beschikbaar gesteld te Nijmegen.

Het B&B project bestaat uit vier fasen:

Fase 0: identificatie en prioritering van knelpunten met betrekking tot ontwerp en dimensionering. In deze fase is een expert support system (ESS) ontworpen waarin de bestaande kennis van de consortiumleden met betrekking tot B&B is vastgelegd. Het ESS voorziet in een beslismodel waarin het gehele saneringstraject van onderzoek tot nazorg kan worden doorlopen, met nadruk op B&B.

Fasen 1 en 2: a) het verzamelen van additionele veldgegevens van de beide sites; b) het uitvoeren van veldtesten met als doel het oplossen van de knelpunten die in fase 0 zijn geïdentificeerd;

Fase 3: het uitvoeren van een B&B-sanering op andere (kleinere) locaties waarbij de gegenereerde kennis en het ESS in praktijk kunnen worden gebracht;

Fase 4: optimalisering van de saneringsstrategie op de EPON- en BP-locaties.

Momenteel bevindt het project zich in fasen 1 en 2. Binnen deze fase zijn door de uitvoerende consortiumleden drie werkgroepen opgericht waarbinnen de op te lossen knelpunten kunnen worden aangevat. In de werkgroepen wordt aan verschillende onderzoeksitems gewerkt: karakterisering en monitoring, modellering en ontwerp en dimensionering.

**NOBIS 95-2-11**      **Ontwikkeling van methodieken voor de beoordeling van verspreiding en risico's van restconcentraties in bodem en grondwater**

**Consortium**        : NITG-TNO, AKZO NOBEL Engineering, Gem. Havenbedrijf Rotterdam, Shell Int. Oil Products, Tauw Milieu bv, TU Delft, TNO-MEP, Universiteit Utrecht

**Looptijd**         : 1996-1998

**Projectomschrijving:** Doel van het totale project is het opstellen van een methodiek voor de beoordeling van restrisico's in de eindfase van in-situ saneringen, op grond waarvan besloten kan worden tot stopzetting dan wel extensivering van de sanering. Deze methodiek omvat: 1. een systeembeschrijving van de "gesaneerde" locatie; 2. beoordelingscriteria voor acceptabele risico's voor mens, ecosysteem en van verspreiding; 3. methoden en technieken (strategie) voor monitoring en controle.

In fase I worden de punten 1 en 2 voor vier geselecteerde locaties, locatiespecifiek uitgevoerd. Voorts beoogt fase I een aanzet te geven tot de generalisatie van deze punten alsmede voor het invullen van de kennisleemten die ten grondslag liggen aan de onderbouwing van punt 3.

## Thema 4: Beslissingsondersteuning en communicatie

### **PGBO 96-01      Classificatie van bodemverontreiniging (CLASBOV)**

**Uitvoering**       : W.F. Kooper (KAM Milieuadvies BV, Leusden), N.H.S.M. de Wit (VROM),  
C.J. Zegwaard (IPO), T. Bakker (RIZA), W. van Duijvenbooden (RIVM), F.  
Lamé (TNO-MEP), M. in 't Veld (Tauw Milieu bv), J. Kooijman (TNO-IAG), F.  
Timmermans (gemeente Utrecht), R. van den Berg (RIVM)

**Looptijd**         : 1996

**Projectomschrijving:** Er is een classificatiesysteem voor bodemverontreiniging ontworpen dat langs 3 lijnen aangrijpingspunten levert voor classificatie:

1. classificatie t.b.v. de technische aspecten van bodemsanering via een stofgerichte benadering;
  2. classificatie t.b.v. de beleidsmatige aspecten van bodemsanering via een gebiedsgerichte benadering;
  3. classificatie t.b.v. de bestuurskundige aspecten van bodemsanering via een brongerichte benadering.
- De uitwerking daarvan biedt perspectief op een effectievere en efficiëntere uitvoering van bodemsanering.

**Publicatie:** W.F. Kooper, 1996. Classificatie van bodemverontreiniging - Inventarisatie van mogelijkheden en knelpunten in verband met bodemverontreiniging. Rapp. Progr. Geïnt. Bodemonderz., dl. 5.

### **PGBO 96-11      De rol van communicatie in de bodemverontreinigingsproblematiek**

**Uitvoering**       : L. Derks (Nijmegen), P.S.H. Ouboter (Gouda), ir. Th. Edelman (SBNS)

**Looptijd**         : 1996

**Projectomschrijving:** Voordracht en publicatie inzake de rol van communicatie in de bodemverontreinigingsproblematiek, waarbij o.a. wordt ingegaan op risicobeleving, vermijdgedrag, bereikgedrag en de beeldvorming, die bij voorlichting ontstaat.

**Publicatie:** P.S.H. Ouboter et al., 1996. Communicatie over bodemverontreiniging - Gesprek tussen een deskundige, een psycholoog en een ambtenaar. Rapp. Progr. Geïnt. Bodemonderz., dl. 9.

## **Thema 4: Beslissingsondersteuning en communicatie**

### **PGBO-96-04      Besliskundige ondersteuning bij beleidsvoorbereiding in bodemcontext**

**Uitvoering**        : A. Weenk (TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie), M.H.J. Leyendeckers (Taurw Milieu bv), A.F. van de Klundert (LNV), P. Segaar en P. Schildwacht (gemeente Utrecht)

**Looptijd**         : 1996-1997

**Projectomschrijving:** Studie naar de mogelijkheden om besluitvormingsprocessen bij provincies en gemeenten, waarin bodemverontreiniging een rol speelt, effectiever en efficiënter te maken door gebruikmaking van beslissingsondersteunende systemen, die de beleidsruimte bij complexe, sectoroverschrijdende besluitvormingsvraagstukken inzichtelijk maken en de besluitvorming ondersteunen. In de studie is de behoefte aan dergelijke systemen geïnventariseerd en is een aantal projectideeën op grond hiervan geformuleerd. Voorts wordt een overzicht gegeven van reeds bestaande systemen en modellen op dit gebied. Het project sluit aan bij de Beleidsvernieuwing Bodem (BEVER).

**Publicatie:** A. Weenk, 1997. Beslissingsondersteuning van bodemgerelateerde werkprocessen bij gemeenten en provincies - Verkenning. Rapp. Progr. Geïnt. Bodemonderz., dl. 10.

### **PGBO 97-19      Onderzoeksplan ten behoeve van een integrale aanpak van de zware metaalverontreiniging in de Kempen; in voorbereiding**

**Uitvoering**        : P.C. de Ruiter (AB-DLO, Haren)

**Looptijd**         : nog te bepalen

**Projectomschrijving:** Het op gang brengen van een proces van overleg van onderzoek en beleid voor de aanpak van de zware metaalverontreiniging in de Kempen in de vorm van een "denktank". Het overleg moet resulteren in een plan van noodzakelijk onderzoek voor een integrale aanpak van de verontreinigingsproblematiek in de Kempen en een advies inzake de onderzoeksorganisatie, die daarvoor nodig is, alsmede een schatting van kosten.

Voor het project wordt een werkgroep in het leven geroepen.

## Thema 4: Beslissingondersteuning en communicatie

### STOWA 442.555 Voorspelling van interne fosfaatbelasting in ondiepe meren met DB-Switch

**Projectleiding** : Waterloopkundig Laboratorium, Delft; J.J. Smits  
**Looptijd** : 1996-1997

**Projectomschrijving:** Uit ervaring is bekend dat na vermindering van de externe belasting in veel gevallen een relatief hoge teruglevering van fosfaat door de waterbodem optreedt, de zogeheten interne belasting. Dit proces resulteert in een kleinere daling van de fosfaatconcentratie dan op grond van de vermindering van de externe belasting mocht worden verwacht. Daarom wordt in veel gevallen naar vermindering van interne belasting gezocht door baggeren, geforceerd doorspoelen met fosfaatarm water of toepassing van fosfaatfixatie. Baggeren is echter kostbaar en fosfaatfixatie heeft zich nog niet bewezen. Daarom is het belangrijk bij de voorbereiding van eutrofiëringsbestrijdingsprojecten grootte en tijdsduur van de interne belasting te kunnen voorspellen. Dit project beoogt het toetsen, verbeteren en valideren van het deterministische model DELWAQ-BLOOM-SWITCH (DBS) voor de bepaling en voorspelling van de interne fosfaatbelasting in ondiepe veenplassen. Dit gebeurt aan de hand van gegevens van een Geerplas (Rijnland) en het Nannewyd (Friesland).

**Publicatie(s)/informatie:** eindrapport verschijnt najaar 1997.

### STOWA 442.556 Karakterisering van baggerspecie voor biologische reiniging

**Projectleiding** : dr. H.J. Doddema, TNO-MEP, Apeldoorn  
**Uitvoering** : TNO-MEP i.s.m. SC-DLO en Landbouwniversiteit Wageningen  
**Looptijd** : 1995-1997

**Projectomschrijving:** Reiniging van baggerspecie tot herbruikbaar materiaal of schone bagger is één van de meest wenselijke oplossingen. Onderzoek naar de verwerking van specie heeft geleid tot een aantal operationele (scheidings)technieken die de verontreiniging in fracties concentreren. Reinigingsmethoden waarbij de verontreiniging wordt afgebroken of verwijderd uit de matrix, zijn nog niet operationeel. De biologische reiniging van baggerspecie blijft aantrekkelijk, omdat biologische reiniging ecologisch weinig ingrijpend is en resulteert in een als bodemmateriaal te hergebruiken bagger. Bovendien zijn bepaalde (extensieve) uitvoeringsvormen in principe goedkoop ten opzichte van de intensieve fysisch-chemische en thermische reinigingstechnieken. Doel van het onderzoek is de ontwikkeling van biologische reinigingsmethoden o.a. via analytisch chemische, fysische of fysisch-chemische en biologische karakterisering. Samen moeten zij eenvoudig, eenduidig, relatief snel en betrouwbaar voorspellen of en hoe een waterbodembologisch valt te behandelen.

**Publicatie(s)/informatie:** concept-protocol is september 1997 beschikbaar.

## **Thema 4: Beslissingsondersteuning en communicatie**

### **STOWA 442.557 PAK in klasse-1/2-specie op de kant**

**Projectleiding** : drs. J. Harmsen, Staring Centrum DLO, Wageningen  
**Financiering** : Waterschap Goeree-Overflakkee, Zuiveringschap Hollandse eilanden en Waarden, Gemeenschappelijk Overleg Baggerspecie Zuid-Holland en STOWA  
**Looptijd** : 1994-1996

**Projectomschrijving:** De verontreinigingsgraad van waterbodems wordt in belangrijke mate bepaald door de aanwezigheid van PAK's. Classificering van een waterbodem vindt plaats na correctie van het organische-stofgehalte naar een standaardbodem. Op Goeree-Overflakkee zijn de concentraties van PAK's relatief laag, maar het eveneens lage organische-stofgehalte leidt tot een hoge berekende verontreinigingsgraad, waardoor in de toekomst de specie niet op de kant mag worden gezet. Onderzocht is wat er gebeurt met PAK's die via de baggerspecie worden verspreid bij de momenteel op Goeree-Overflakkee gebruikelijke wijze van specieverwerking. In welke mate treedt kwaliteitsverbetering op van met PAK verontreinigde klasse-1/2-specie als deze op de kant wordt gezet?

**Publicatie(s)/informatie:** "Natuurlijke afbraak van PAK's bij het op de kant zetten van baggerspecie op Goeree-Overflakkee", 1996. SC-DLO-rapport nr. 447.

## Samenvattend overzicht van projectnummers en projecttitels

Projectnummer	Projecttitel
IOP-IMB 90202	Anaërobe reductieve dechlorering van gechloreerde organische verbindingen
IOP-MBT 90204	Biodegradatie van organische verontreinigingen in (water)bodems in bioreactor-systemen
IOP-IMB 91211	Drie-fasen suspensiereactoren voor grondreiniging
IOP-MBT 91219	Enhancement of PAH bioavailability by white rot fungi and chemical oxidative pretreatments
IOP-MBT 91220	Ontwerpregels voor bacteriële uitloogprocessen
IOP-MBT 91222	De binding van organische verontreiniging met de matrix van (water)bodems en het effect op de beschikbaarheid voor microbiële omzetting
IOP-MBT 91224	Gestimuleerde desorptie en afbraak van bodemverontreinigende verbindingen door surfactant-producerende micro-organismen
IOP-IMB 93005	Hydrolyse van gesuspendeerd en colloïdaal materiaal tijdens anaërobe vergisting van slurrie en vast afval
IOP-IMB 93008	Genetische stabiliteit van plasmide-bevattende xenobiotica-afbrekende bacteriën onder gesimuleerde praktijkcondities
PBTS-MIL 93182 <sup>1</sup>	Reiniging van slibfracties < 63 µm afkomstig uit grondreiniging
PBTS-MIL 93232 <sup>1</sup>	Magnetische afscheiding van zware metalen uit zand
PBTS-MIL 93130 <sup>1</sup>	BIOPAS - Biologisch Perfect Afbraak Systeem
PBTS-MIL 92045 <sup>1</sup>	In-situ behandeling van waterbodems met het microbiologische systeem ABR/CIS
PBTS-MIL 93225 <sup>1</sup>	Thermische reiniging van grond verontreinigd met gehalogeneerde koolwaterstoffen
PBTS-MIL 93223 <sup>1</sup>	Biologische verwijdering van gechloreerde koolwaterstoffen uit grondwater geïntegreerd in in-situ bodemsanering
PBTS-MIL 92106 <sup>1</sup>	Vergelijkend onderzoek naar de biologische reiniging van baggerspecie
PBTS-MIL 93206 <sup>1</sup>	Biologische grondreiniging
PBTS-MIL 93200 <sup>1</sup>	Bioleaching zware metalen
PBTS-MIL 92124 <sup>1</sup>	Bodemsanering in zettingsgevoelige gebieden
NOBIS 95-1-05	Heterogene Extensieve In-situ SAnering (HEISA)
NOBIS 95-1-06	Risicobeheersing van een industriële locatie met een heteroog en complex bodem- en verontreinigingsprofiel
NOBIS 95-1-09	On site productie van biosurfactants bij biologische in-situ bodemreiniging

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

NOBIS 95-1-16	Onderzoek naar de aërobe biologische afbraak van BTEX in gelaagde slecht doorlatende bodems waarbij de stofoverdracht gelimiteerd is
NOBIS 95-1-41	Implementatieproject afbraak van per- en trichlooretheen onder sequentiële redoxomstandigheden
NOBIS 95-1-43	Implementatieproject anaërobe afbraak van BTEX op locaties Slochteren en Schoonebeek 107
NOBIS 95-1-44	Implementatieproject proefsanering Meetstation 1 NAM Schoonebeek
NOBIS 95-2-02	Verbetering van de positie van de in-situ biodegradatievariant door toevoeging van imbibitie en drainage aan bestaande theorie
NOBIS 95-2-19	Onderzoek naar de innovatieve in-situ sanering van met gechlloreerde koolwaterstoffen verontreinigde grond
NOBIS 96-1-01	Bioschermen, technische haalbaarheid en marktpotentie, gericht op implementatie
NOBIS 96-1-02	Extensieve kwaliteitsverbetering van baggerspecie middels on-site biorestauratie in combinatie met energieteelt
NOBIS 96-1-03	Haalbaarheidsproject voor een "Biologisch hekwerk" op het terrein van Shell Nederland Raffinaderij
NOBIS 96-1-08	Biodegradatie van microverontreinigingen met schimmeltechnologie
NOBIS 96-1-09	In-situ bioleaching van met zware metalen verontreinigde grond
NOBIS 96-1-10	Biologische in-situ sanering met een combinatie van verontreinigingen
NOBIS 96-2-01	Intrinsieke biodegradatie en bioreactieve schermen bij bodemverontreinigingen bij textielreinigingsbedrijven
NOBIS 96-2-04	Implementatieonderzoek biotechnologische sanering voormalige gasfabrieksterreinen
NOBIS 96-2-08	Extensieve reiniging van matig verontreinigde PAK en/of oliehoudende grond in civiel-technische werken
NOBIS 96-3-02	PAK-verontreinigingen: beheersing door intrinsieke degradatie of extensieve in situ behandeling?
NOBIS 96-3-04	Haalbaarheidsproject in-situ biorestauratie bij stortplaatsen
NOBIS 96-3-05	Benzeenafbraak in een sterk reducerende bodem
NOBIS 96-3-06	Ontwerp en onderhoud van infiltratie- en onttrekkingsmiddelen
PGBO 96-02	Verkenning van beheer- en herstelmogelijkheden van fosfaatlekkende landbouwgronden
PGBO 96-06	Beheer van vervuilde gebieden
PGBO 96-08	Vluchtige gechlloreerde koolwaterstoffen: stand van zaken met betrekking tot onderzoek en sanering
PGBO 96-10	Programmering van onderzoek ten behoeve van natuur op vervuilde gronden



PGBO 97-12	Literatuur- en verkenningsstudie naar de mogelijkheden van het gebruik van planten bij de sanering van verontreinigde bodems in Nederland (fytoremedi-ering)
PGBO 97-18	Literatuur- en verkenningsstudie naar de mogelijkheden van het gebruik van immobilisatoren bij de sanering van verontreinigde bodem in Nederland
STOWA 442.558	Baggerspecie in doorgangsdepots
T-2000	Extractieve grondreinigingsinstallaties van HWZ onder de loep
T-2000	Thermisch-magnetische techniek voor de opwerking van grondreinigingsresidu
T-2000	Hoger reinigingsrendement voor baggerspecie, grond en zeef- en brekerzand door toepassing van gepulseerd bedscheiding
T-2000	Het optimaliseren van de scheiding van baggerspecie door toepassen van een voorbehandeling
T-2000	Thermische behandeling en zeolitisatie van grondreinigingsresidu
T-2000	Verwerking van grondreinigingsresidu tot een nuttig toepasbaar (vormgegeven) product middels nageschakelde technieken
T-2000	Haalbaarheidsonderzoek naar de opwerking van slibfracties uit scheidingsinstallaties met behulp van "two-stage" kolomflotatie
PBTS-MIL 92063 <sup>1</sup>	Veldbemonsteringstechniek op basis van solid phase extractie voor toepassingen in on-line sampling van watermonsters
NOBIS 95-2-01	Strategie voor biotechnologische sanering van antropogene bodems
NOBIS 95-2-10	Karakterisatie van DNAPL sites (DNAPL-KAR)
NOBIS 95-2-15	Onderzoek naar de toepassingsmogelijkheid van seismische tomografie voor de bepaling van de doorlatendheid van heterogene bodems
NOBIS 96-1-13	Effectiviteit van bioassays bij het monitoren en beoordelen van het milieuren- dement van in-situ biorestauratie
NOBIS 96-2-09	Sturing Biologische in-situ sanering via on-line monitoring
PGBO 96-07	Bodemkwaliteitsparameters - stimulering gebruik ecotesten
PGBO 96-09	Evaluatie van bestaande, in praktijk ontwikkelde karakteriseringsmethoden voor de biologische reiniging van (water)bodem
PGBO 97-17	Verkennde studie naar de ontwikkeling en normalisatie van bodemmetingen
STOWA 442.302	Achtergrondwaarden van PAK in veenprofielen
T-2000	Karakterisering van grond en baggerspecie
T-2000	Karakterisering van zeefzand
T-2000	Monitoring flotatie bij het verwerken van verontreinigde grond
T-2000	Monitoring bij de verwerking van baggerspecie

---

<sup>1</sup> Openbare informatie projecten uit PBTS-Milieutechnologie

T-2000	Monitoring fractiescheidingsinstallatie
T-2000	Monitoring van een scheidingsinstallatie voor verontreinigde baggerspecie bestaande uit klasseerders, hydrocyclonen en een roertank
NOBIS 96-3-03	Risico-inschatting van PAK-gronden met behulp van nematoden
PGBO 96-03	Het concept "bodemkwetsbaarheid" als uitgangspunt bij het nemen van beslissingen op het gebied van ruimtelijke ordening en bodemsanering
PGBO 96-05	Inventarisatie van knelpunten bij het beoordelen van risico's van bodemverontreiniging
PGBO 97-13	Het opstellen van een risico-checklist voor de humaan toxicologische risicobeoordeling bij bodemverontreiniging
PGBO-97-14	Nationaal Risico Platform Bodemverontreiniging (NARIP)
PGBO 97-16	Werkgroep actuele risico's voor ecosystemen
STOWA 442.553	Ecotoxicologische risicobeoordeling van verontreinigde waterbodems
STOWA 442.559	Regionale waterbodemkwaliteit en beïnvloeding van de landbodem door specie op de kant (REGWABO)
STOWA 442.560	Verkenning van actuele risico's ten gevolge van het verspreiden van baggerspecie op land (REGWABO-RISICO)
IOP-MBT 90203	Voorspelling en optimalisatie abiotische milieucondities bij microbiologische afbraak olieverontreinigingen bij landfarming
NOBIS 95-1-03	Ontwikkeling van een beoordelingssystematiek voor bodemsanering op basis van Risicoreductie, Milieuverdienste en Kosten (RMK)
NOBIS 95-1-13	Het ontwikkelen van een beslissingsondersteunend systeem voor het ontwerpen, dimensioneren en engineeren van bioventing en biosparging systemen
NOBIS 95-2-11	Ontwikkeling van methodieken voor de beoordeling van verspreiding en risico's van restconcentraties in bodem en grondwater
PGBO 96-01	Classificatie van bodemverontreiniging (CLASBOV)
PGBO 96-11	De rol van communicatie in de bodemverontreinigingsproblematiek
PGBO-96-04	Besliskundige ondersteuning bij beleidsvoorbereiding in bodemcontext
PGBO 97-19	Onderzoeksplan ten behoeve van een integrale aanpak van de zware metaalverontreiniging in de Kempen; in voorbereiding
STOWA 442.555	Voorspelling van interne fosfaatbelasting in ondiepe meren met DB-Switch
STOWA 442.556	Karakterisering van baggerspecie voor biologische reiniging
STOWA 442.557	PAK in klasse-1/2-specie op de kant