

**KENNISATLAS BIORESTAURATIE**  
**Onderzoekscapaciteit Nederlandse**  
**kennisinstellingen op het gebied van**  
**biologische in-situ sanering**

dr.ir. J.T.C. Grotenhuis  
mw. drs. A.J.M. Schelwald-van der Kley

november 1997

Dit rapport is een gezamenlijke uitgave van:

NOBIS	Nederlands Onderzoeksprogramma Biotechnologische In-situ Sanering
Novem	Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu, STER Bodem
PGB0	Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek
POSW	Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems
Senter	Beherende instantie van Programmatisch Bedrijfsgerichte Technologie Stimulering (PBTS) Milieutechnologie
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Met vragen naar aanleiding van dit rapport kunt u terecht bij:

**CUR/NOBIS**

Büchnerweg 1

Postbus 420, 2800 AK Gouda

Telefoon 0182-540680

Telefax 0182-540681

E-mail nobis@cur.nl

Internet <http://www.bouwweb.nl/CUR/NOBIS>

### **Auteursrechten**

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

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt. "© 'Kennissatlas bio restauratie. Onderzoekscapaciteit Nederlandse kennisinstellingen op het gebied van biologische in-situ sanering", oktober 1997, CUR/NOBIS, Gouda."

### **Aansprakelijkheid**

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

## VOORWOORD

Het doet ons genoegen u hierbij de resultaten van een verkenning naar de aard en omvang van het wetenschappelijk onderzoek op biologische bodemsanering in Nederland te kunnen aanbieden. Wij zijn ook blij, dat andere programma's die actief zijn op het gebied van bodemonderzoek de uitgave van dit boek hebben gesteund. Zij staan vermeld op de titelpagina.

Bij onderzoek naar biologische bodemsanering zijn vele disciplines betrokken en het is moeilijk in onderzoeksland de weg te vinden. Wij hopen dat deze "atlas" het zoeken van de weg vereenvoudigt en daarmee de samenwerking met de onderzoekswereld voor het oplossen van concrete problemen in de praktijk wordt bevordert.

De "atlas" is gebaseerd op onze kennis van wie actief zijn op het gebied van biologische bodemreiniging. Onderzoek op andere gebieden dan biologische reiniging of bodemonderzoek dat geen betrekking heeft op reinigingstechnieken, is dus niet opgenomen.

Wij houden ons aanbevolen voor verdere aanvullingen en opmerkingen. U kunt daarvoor contact opnemen met mevrouw I.E.R. Halbersma van het NOBIS-programmabureau.

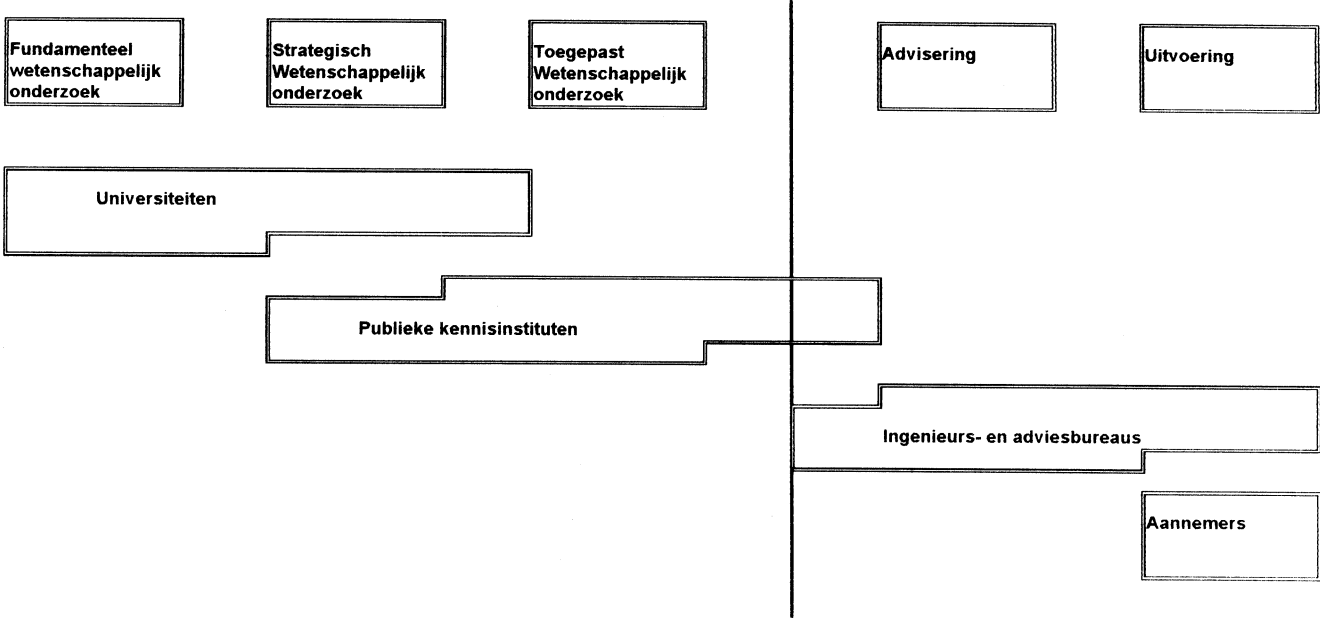
november 1997

ir. H.J. Vermeulen  
programmadirecteur NOBIS

## INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING .....	5
1.1	Achtergrond .....	5
1.2	Doelstelling(en) van het onderzoek .....	6
1.3	Leeswijzer .....	6
2	WERKWIJZE .....	7
2.1	Gevolgde aanpak .....	7
2.2	Inventarisatie .....	7
2.3	Enquête .....	7
2.4	Bezoeken .....	8
2.5	Rapportage .....	8
3.	DE KENNISINFRASTRUCTUUR .....	9
3.1	Wie doet wat in Nederland? .....	9
3.1.1	Algemeen .....	9
3.1.2	Toepassingsgebieden .....	10
3.2	Samenwerkingsverbanden .....	16
3.3	Onderzoeksinstituten en -scholen .....	18
4.	DE ONDERZOEKSCAPACITEIT .....	20
4.1	Financiering van het onderzoek .....	20
4.2	De huidige en toekomstige onderzoekscapaciteit .....	22
5.	BEVINDINGEN EN SUGGESTIES VOOR DE TOEKOMST .....	24
6.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....	30
6.1	Kennisinfrastructuur .....	30
6.2	Onderzoekscapaciteit .....	30
6.3	Toekomstig onderzoek .....	31
7.	GEBRUIKTE AFKORTINGEN .....	32
BIJLAGE 1	ENQUETE .....	34
BIJLAGE 2	Tabel 2: Positionering onderzoek .....	35
.....	.....	35

**Figuur 1: Aanbodzijde Nederlandse kennisinfrastructuur**



## 1. INLEIDING

### 1.1 Achtergrond

Eén van de doelstellingen van NOBIS (Nederlands Onderzoeksprogramma voor Biotechnologische In-situ Sanering) is het versterken van de kennisinfrastructuur op het gebied van biologische bodemsanering. Hiertoe ontvangt NOBIS gelden vanuit het ICES-impulsprogramma van de Nederlandse overheid, waarbij gesteld is dat zo'n 70 % van deze ICES-gelden bij de kennisinstellingen terecht zou moeten komen. Vertaald naar budgetten en uitgaande van de gemiddelde NOBIS-bijdrage aan projecten over het gehele programma van 66%, impliceert dit dat gemiddeld 46 % van de de budgetruimte door universiteiten en kennisinstututen ingevuld moet worden.

Via deelname aan projecten en/of vertegenwoordiging in de Wetenschappelijke Adviesraad (WAR) danwel het Kennis Integratie Team (KIT) participeert inmiddels een groot aantal nederlandse kennisinstellingen in NOBIS. Uit een evaluatie van het eerste NOBIS-jaar (medio '95-'96) bleek echter dat het 46% criterium niet gehaald werd. Daarbij is wel de verwachting uitgesproken dat naarmate het programma zich verder ontwikkelt, de behoefte aan generiek onderzoek duidelijker zal worden. Daarmee kan het aandeel innovatief en generiek onderzoek toenemen.

Uit een eerder door NOBIS geïnitieerd onderzoek<sup>1</sup> is onder meer naar voren gekomen dat onderzoek uitgevoerd door universiteiten en kennisinstellingen minder goed aan bod komt bij een probleemoplossend en praktijkgericht programma, zoals NOBIS dat is.

Eén van de oorzaken is dat de uitvoering van generieke onderzoeksprojecten meer tijd kost. Generiek onderzoek aan universiteiten wordt vooral binnen AIO- en Postdocprojecten uitgevoerd met een looptijd van 2-4 jaar. Hierdoor vergt dit in de meeste gevallen meer tijd dan de duur van het NOBIS-programma (tot eind 1998).

Om het aandeel generiek onderzoek binnen NOBIS te vergroten is in de aanbevelingen van genoemde studie geopperd dat NOBIS zoveel mogelijk faciliterend op moet treden om vraag- en aanbod dichter bij elkaar te brengen. Momenteel is NOBIS bezig om de vraag naar generiek en strategisch onderzoek, voortvloeiend uit knelpunten en leemten in kennis, die binnen projecten geconstateerd worden, helder te krijgen<sup>2</sup>. Tegelijkertijd is déze studie door NOBIS geëntameerd om een beeld te krijgen van waar en door wie fundamenteel-strategische kennis gegenereerd wordt, die van belang kan zijn voor de praktijk van biologische in-situ bodemsanering. Tevens is onderzocht hoeveel capaciteit er daadwerkelijk beschikbaar is binnen de Nederlandse kennisinstellingen. De studie beperkt zich tot de universiteiten en kennisinstututen in Nederland. Kennis zoals deze gegenereerd en/of toegepast wordt binnen adviesbureau's en R&D-afdelingen van grote ondernemingen en bij aannemers is niet meegenomen (zie figuur 1).

Vraag- en aanbod zullen in een volgend stadium met elkaar worden vergeleken. Uit deze vergelijking zullen een aantal kennisinstellingen geselecteerd worden die hun kernactiviteit hebben in het onderzoek dat past op de geïdentificeerde onderzoeksvragen. In het Kabinetsstandpunt van 19 juni jl. is aangegeven dat een kennisplatform, gestuurd door kennisaanbieders en -gebruikers, gewenst is. Daartoe zouden de activiteiten van NOBIS na 1998 op kunnen gaan in een Stichting Kennistransfer Bodemonderzoek (SKB), waarbij er naar gestreefd wordt meer ruimte te creëren voor strategisch en fundamenteel onderzoek.

---

1 Consortiumvorming en de rol van GTI's en universiteiten, NOBIS/IWACO-rapport juni 1996.

2 Evaluatie van NOBIS-projecten m.b.t. fundamentele kennisleemten, studie Rulkens en Grotenhuis oktober 1997.

Het Programmamanagement van NOBIS wil de kennisinstellingen betrekken bij de invulling van het onderzoeksprogramma van het SKB. De resultaten van deze studie worden daarom beschikbaar gesteld ten behoeve van een dergelijk nieuw op te richten kenniscentrum. Ze geven namelijk een beeld van de thans opgebouwde kennisinfrastructuur en de beschikbare onderzoekscapaciteit, waarbij wordt opgemerkt dat het vooral het 'biologische' deel betreft. Continuering van de samenwerking, zoals deze thans binnen NOBIS-kader plaats vindt, wordt noodzakelijk geacht voor het behoud van de opgebouwde kennisinfrastructuur.

## 1.2 Doelstelling(en) van het onderzoek

Gelet op eerdergenoemde overwegingen zijn de volgende doelstellingen voor deze studie geformuleerd:

- 1) het in kaart brengen van de kennisinfrastructuur:  
wie doet wat in de Nederlandse onderzoekswereld op het gebied van biologische in-situ bodemsanering en welke samenwerkingsverbanden bestaan er?
- 2) het bepalen van de huidige onderzoekscapaciteit (referentiejaar 1996) en de toekomstige capaciteit (tot het jaar 2000).
- 3) het globaal inventariseren van de toekomstvisie die een aantal geselecteerde kennisinstellingen heeft ten aanzien van onderzoek op het gebied van in-situ bodemsanering.

De onderzoekers hebben overigens niet de pretentie binnen de scope van deze studie een volledig beeld te kunnen schetsen van de kennisinfrastructuur en bijbehorende onderzoekscapaciteit op het gebied van biologische in-situ bodemsanering. Getracht is wel een zo representatief mogelijk beeld te verkrijgen. Daarbij is met name gezocht naar kennisinstellingen die zich specifiek met onderzoek op dit gebied bezighouden, danwel onderzoek uitvoeren dat een directe relevantie heeft voor de praktijk van biologische in-situ sanering (flankerend onderzoek). Daarbij wordt opgemerkt dat er ongetwijfeld nog meerdere kennisinstellingen zijn die zich bezig houden met onderzoek dat vroeger of later van belang kan zijn voor biologische in-situ bodemsanering.

## 1.3 Leeswijzer

Na een schets van de aanleiding tot en de doelstellingen van deze studie wordt in hoofdstuk 2 de gevolgde werkwijze (o.a. inventarisatie, enquête, bezoeken) besproken. Ook de respons op onder meer de verstuurde enquête komt in dit hoofdstuk ter sprake. In de navolgende hoofdstukken zijn de resultaten inhoudelijk gepresenteerd. Zo geeft hoofdstuk 3 een beeld van de kennisinfrastructuur in Nederland. Daarbij wordt voor de toepassingsgebieden die van belang zijn voor de praktijk van in-situ bodemsanering aangegeven welke kennisinstellingen actief zijn op het betreffende gebied en waar hun specifieke onderzoeksexpertise ligt. Ook worden bestaande samenwerkingsverbanden in kaart gebracht. In hoofdstuk 4 wordt de huidige onderzoekscapaciteit evenals de geschatte capaciteit voor de komende 3 jaar besproken. Hoofdstuk 5 presenteert een aantal bevindingen en gaat in op ideeën en plannen voor de toekomst, zoals deze onder meer tijdens afgelegde bezoeken aan diverse kennisinstellingen naar voren zijn gebracht. Tenslotte worden in hoofdstuk 6 de belangrijkste conclusies van deze studie gepresenteerd.

Tabel 1.

**Overzicht van Nederlandse universiteiten en kennisinstellingen die specifiek danwel flankerend onderzoek uitvoeren in relatie tot biologische in-situ bodemsanering**

Naam kennisinstelling	Contactpersoon	Gesprek
<p><b>Universiteiten</b>  <b>VU Amsterdam</b>            Instituut voor Milieuvraagstukken            Vg Ecologie en Ecotoxicologie            Vg Microbiologie            Vg Hydrol., Kwartairgeologie en Laaglandgenese</p>	<p>Dr. R. Janssen            Prof.Dr.N.M. van Straalen            Dr. H.W. van Verseveld            Drs. J. Groen</p>	<p>ja</p>
<p><b>UvA</b>            Vg Milieu en Toxicol. Chemie            Vg Fysische Geografie en Bodemkunde</p>	<p>Dr. J.R. Parsons            Prof. Dr. J.M. Verstraten</p>	<p>ja</p>
<p><b>LUW</b>            Vg Bodemkunde en Plantenvoeding            Vg Microbiologie            Vg Milieutechnologie            Sektie Industr. Microbiologie            Vg Nematologie            Vg Waterhuishouding            Vg Waterkwaliteit Beheer &amp; Aquatische oecologie</p>	<p>Dr.Ir. S.E.A.T.M. van der Zee            Prof.Dr. W.M. de Vos            Dr.Ir. J.T. Grotenhuis            Prof.Dr. J.A.M. de Bont            Dr.Ir. A.M.T. Bongers            Prof.Dr.Ir. R.A. Feddes            Dr. A.A. Koelmans</p>	<p>ja              ja</p>
<p><b>RUG</b>            Vg Microbiologie              Biochemisch Laboratorium</p>	<p>Dr. J.C. Gottschal /            Prof.Dr. W.N. Konings            Prof.Dr. D.B. Janssen</p>	<p>ja</p>
<p><b>UU</b>            Onderzoeksschool ICG, Vg Fysische Geografie            Vakgroep Geochemie            Onderzoeksinstituut voor Toxicologie (RITOX)            - Sector Biologische Toxicologie</p>	<p>Mw. Dr. P.F.M. van Gaans            Dr.Ir. J.P.G.Loch            Prof.Dr W. Seinen en            Dr. J.L.M. Hermens</p>	<p>ja</p>
<p><b>RUL</b>            CML (Centrum voor Milieukunde Leiden)              IMP (Instituut voor Moleculaire Plantkunde)</p>	<p>Prof.Dr. H.A. Udo de Haes /            Drs. W.L.M. Tamis            Prof. Dr. E.J.J.Lugtenberg</p>	<p></p>
<p><b>TU Delft</b>            Vg Waterbeheersing, milieu en gezondheids-            techniek, - Sectie Hydrologie en Ecologie            Vg Bioprocesttechnologie (BSDL)            Vg Microbiologie &amp; Enzymologie</p>	<p>Prof.Dr.ir. C. van den Akker /            Dr. Ir. S.M. Hassanizadeh            Dr.Ir. M.C.M.van Loosdrecht            Prof.Dr. J.G. Kuenen</p>	<p>ja</p>
<p><b>Universiteit Twente</b>            Vg Bouwtechniek en bouwproces /            Vg Proceskunde</p>	<p>Dr.Ir. H.J.H. Brouwers /            Dr.Ir. A.van der Ham</p>	<p>ja            ja</p>
<p><b>KU Nijmegen</b>            Vg Microbiologie en Evolutiebiologie</p>	<p>Dr.H.J.M. Op den Camp</p>	<p></p>



## 2 WERKWIJZE

### 2.1 Gevolgde aanpak

Om de genoemde doelstellingen te verwezenlijken is gebruikt gemaakt van een aantal methoden, namelijk een inventarisatie, een enquête en het afleggen van bezoeken cq. voeren van gesprekken. Daarbij is de volgende werkwijze gehanteerd:

### 2.2 Inventarisatie

Begin maart '97 is een inventarisatie gemaakt van kennisinstellingen (zowel universitaire vakgroepen<sup>3</sup> als kennisinstituten), die bij NOBIS en de onderzoekers bekend staan als zijnde actief op het gebied van biologisch in-situ saneringsonderzoek danwel zich bezig houden met onderzoek dat een directe relatie hiermee heeft.

De aldus opgestelde lijst is geverifieerd door contacten te leggen met de betreffende kennisinstellingen teneinde:

- een globale indicatie te krijgen van de aard en relevantie van het door hen uitgevoerde onderzoek;
- de namen van de juiste contactpersonen te achterhalen;
- te vernemen of nog andere, niet op de lijst vermelde, kennisinstellingen van belang zouden kunnen zijn en;
- de kennisinstelling te informeren over het doel en verdere verloop van het onderzoek.

Op basis van de aldus verkregen informatie is een voorlopige lijst van 43 relevant geachte kennisinstellingen opgesteld, met vermelding van contactpersonen en type onderzoek.

### 2.3 Enquête

Vervolgens is in april '97 naar de geselecteerde vakgroepen en kennisinstituten een enquête gestuurd, in de vorm van een vragenlijst, om de benodigde informatie te verzamelen. Een voorbeeld van de vragenlijst, zoals deze aan de universiteiten is gestuurd is integraal opgenomen in bijlage 1. De vragenlijst is opgebouwd uit 3 delen:

Deel A heeft betrekking op een aantal algemene gegevens van de betreffende vakgroep (of andere organisatorische eenheid in het geval van een kennisinstituut).

In deel B worden vragen gesteld die tot doel hebben de aard van het onderzoek dat wordt uitgevoerd te identificeren. Daarbij is naast een korte beschrijving van het onderzoek tevens gevraagd naar relevante projecten, publicaties en samenwerkingsverbanden.

In deel C wordt gevraagd naar de beschikbare onderzoekscapaciteit en de inzetbaarheid daarvan. De vragenlijst die aan de kennisinstituten is gestuurd verschilt alleen bij dit onderdeel ten opzichte van de vragen die aan de universiteiten zijn voorgelegd, in zoverre dat hier andere knelpunten zijn genoemd waarvoor oplossingsrichtingen worden gevraagd.

Na het verstrijken van de responstermijn is een herinneringsbrief gestuurd aan diegenen die de enquête nog niet geretourneerd hadden. Hierop is nog een aantal vragenlijsten ingevuld geretourneerd. Vervolgens zijn de antwoorden verwerkt tot een concept-rapportage. Deze is toegestuurd aan alle betrokkenen, met het verzoek om eventuele opmerkingen en suggesties voor verbetering van de rapportage toe te sturen aan de opstellers van het rapport. De bevindingen zijn tevens gepresenteerd binnen het NOBIS-geledingsoverleg met zowel de kennisinstituten als de universiteiten en tevens voorgelegd aan de WAR. Op verzoek van de WAR is de rapportage ook nog toegestuurd aan een aantal kennisinstellingen die in eerste instantie niet gereageerd hadden, maar volgens de WAR wel een rol van betekenis spelen in dit onderzoeksveld.

---

<sup>3</sup> Per 1 januari 1998 vervalt ten gevolge van de per 1 september jl. in werking getreden "Wet m.b.t. de Modernisering van de Universitaire Bestuursstructuur (M.U.B.)" de benaming "vakgroep". Aangezien er nog géén eenduidigheid is over de nieuwe benaming wordt in dit document de term vakgroep nog gebruikt.

Vervolg Tabel 1.

Overzicht van Nederlandse universiteiten en kennisinstellingen die specifiek danwel flankerend onderzoek uitvoeren in relatie tot biologische in-situ bodemsanering

Naam kennisinstelling	Contactpersoon	Gesprek
<b><i>Kennisinstellingen</i></b>		
<b>AB-DLO Instituut Haren</b>	Dr. J. Dolfing	tel.
<b>AB-DLO Wageningen</b> <b>IBN-DLO Wageningen</b> <b>IPO-DLO Wageningen</b> <b>Staring Centrum (SC-DLO),</b> Sectie Milieuchemie en - bestrijdingsmiddelen	Dr.ir. A.L. Smit Dr. W. Ma Dr. J.D. Van Elsas  Drs. J. Harmsen	ja   ja
<b>RIVM</b> Lab. voor ecotoxicologie Lab. voor bodem- en grondwateronderzoek	Prof.Dr. H. Eijsackers Ir. R. van den Berg	ja
<b>Grondmechanica Delft</b>	Drs. C.C.D.F. van Ree	
<b>TNO-MEP</b> <b>TNO-Bodem en Waterbodemsanering</b> Divisie Milieu en Procestechologie Divisie Milieukwaliteit en Veiligheid	Ing. H.J. van Veen Dr. H. Leenaers	
<b>NITG-TNO</b> Afdeling Geo-infrastructuur	Ing. W.P.G. Ewalts	

De uiteindelijke respons bedroeg 84 %. De kwaliteit van de ingevulde antwoorden is over het algemeen hoog. De vragenlijsten zijn zorgvuldig en uitgebreid ingevuld.

Uiteindelijk is een lijst ontstaan met daarop 36 kennisinstellingen, die zich actief bezig houden met specifiek danwel flankerend onderzoek op het gebied van biologische in-situ bodemsanering. Deze lijst, met daarop een overzicht van de organisaties, die gereageerd hebben en de contactpersonen, is gepresenteerd in tabel 1. Hierbij wordt opgemerkt dat deze lijst niet als limitatief beschouwd kan worden. Een beperkt aantal organisaties heeft niet gereageerd om diverse redenen (tijdgebrek of anderszins), maar houdt zich wellicht wel bezig met onderzoek dat relevant kan zijn voor de praktijk van in-situ bodemsanering. Daarnaast kan het zijn dat er in Nederland nog andere kennisinstellingen zijn die zich met dergelijk onderzoek bezig houden, maar waarvan het bestaan onbekend was bij de onderzoekers en die ook niet genoemd zijn door anderen tijdens de gevoerde gesprekken. Wel wordt verondersteld dat de lijst een representatieve afspiegeling is van de kennisinstellingen, die in dit onderzoeksveld actief zijn.

#### **2.4 Bezoeken**

Op basis van de geretourneerde enquêtes is een selectie gemaakt van een aantal universitaire vakgroepen en afdelingen van kennisinstellingen om een bezoek af te leggen. Bij de selectie is getracht een goede verdeling te krijgen van het type onderzoek en de verschillende universiteiten en instituten. Kennisinstellingen, waarmee het Programmamanagement van NOBIS regelmatig contact heeft en zodoende voldoende op de hoogte is van de stand van zaken met betrekking tot het onderzoek en de plannen, zijn niet meegenomen in de selectie. Telefonisch is een afspraak met de contactpersonen van de geselecteerde instellingen gemaakt voor een bezoek cq. gesprek tussen de contactpers(o)nen en de onderzoekers en/of de Programmadirecteur van NOBIS. In de maanden mei en juni zijn 12 bezoeken afgelegd. Doel van deze bezoeken is geweest, behalve wederzijdse kennismaking:

- een nader beeld te krijgen van de aard en de omvang van het onderzoek, evenals de beschikbare faciliteiten;
- plannen en suggesties voor de toekomst ten aanzien van onderzoek en onderzoeksprogramma's te vernemen.

De gesprekken zijn zeer plezierig verlopen en hebben niet alleen een goed beeld gegeven van het uitgevoerde onderzoek, maar ook veel waardevolle suggesties voor met name toekomstige onderzoeksprogramma's opgeleverd.

#### **2.5 Rapportage**

De resultaten van de geretourneerde enquêtes en de gevoerde gesprekken zijn vervolgens uitgewerkt en samengevat in dit rapport. De ingevulde enquêtes en vertrouwelijke gegevens zijn opgenomen in dossier bij NOBIS.

### **3. DE KENNISINFRASTRUCTUUR**

*De kennisinfrastructuur is hier gedefinieerd als: "het geheel aan kennisgenererende instellingen die vanuit een bepaald terrein van wetenschap en/of technologie een relevante bijdrage leveren aan i.c. biotechnologische in-situ sanering".*

#### **3.1 Wie doet wat in Nederland?**

##### **3.1.1 Algemeen**

Er bestaat in Nederland een uitgebreid, hoogontwikkeld stelsel van onderzoeksinstellingen, waarbinnen fundamenteel-strategisch, danwel toegepast onderzoek wordt verricht, dat een bijdrage kan leveren aan de praktijk van in-situ bodemsanering.

Fundamenteel wetenschappelijk onderzoek speelt zich met name af binnen de Universiteiten. Het heeft primair tot doel de grenzen van de wetenschappelijke kennis te verleggen. Binnen de universiteiten wordt overigens ook strategisch, oftewel toepassingsgericht fundamenteel onderzoek verricht en in sommige gevallen zelfs toegepast onderzoek. Universiteiten, waarvan op grond van deze studie is gebleken dat zij op onderhavig onderzoeksgebied een rol van betekenis spelen, zijn de beide universiteiten van Amsterdam (VU en UvA) en de universiteiten van Wageningen (LUW), Groningen (RUG), Utrecht (UU), Leiden (RUL), Delft (TUD), Twente (UT) en Nijmegen (KUN).

Toegepast onderzoek is bij uitstek het domein van TNO, de Grote Technologische Instituten (o.a. Grondmechanica Delft) en aan ministeries gelieerde instituten, zoals het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) en de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)-instituten.

In de hierop volgende paragraaf wordt een samenvatting gegeven van het type biologisch in-situ saneringsonderzoek, specifiek danwel flankerend, zoals dat door de universiteiten en instituten wordt uitgevoerd. De gegevens zijn zoveel mogelijk gedestilleerd uit de antwoorden, zoals deze door de respondenten zijn ingevuld bij onderdeel B van de enquête. Daarbij wordt aangetekend dat hier alleen onderzoek genoemd wordt dat relevant is voor biologische in-situ sanering. Overige onderzoeksactiviteiten binnen een bepaalde onderzoeksgroep zijn buiten beschouwing gelaten. In tabel 2 (zie bijlage 2) is een overzichtstabel gepresenteerd, waarin gevisualiseerd is wie wat doet in Nederland binnen de verschillende onderzoeksvelden. De volgorde waarin de vakgroepen genoemd zijn is willekeurig en zegt niets over de omvang van het onderzoek. Uit deze tabel valt op dat er een redelijke spreiding is over de verschillende onderzoeksgebieden. Verder kan geconstateerd worden dat het onderzoek binnen de universitaire vakgebieden over het algemeen gerelateerd is aan een bepaald wetenschappelijk vakgebied en dat de kennisinstituten veelal actief zijn op verscheidene onderzoeksgebieden.

Om pragmatische redenen is er vervolgens voor gekozen het onderzoek dat wordt uitgevoerd door de kennisinstellingen te clusteren en te relateren aan toepassingsgebieden die relevant zijn voor de praktijk van biologische in-situ bodemsanering. Voor elk van de 4 geselecteerde toepassingsgebieden is in tabel 2.1 t/m 2.4 aangegeven wie de relevante actoren zijn en waar hun specifieke onderzoeksexpertise ligt. In het navolgende worden de belangrijkste bevindingen beschreven.

TOEPASSINGSGEBIED	Welke kennisinstelling is actief op dit gebied?	Specifieke onderzoeksexpertise
<b>I METEN EN MONITOREN</b>		
I.1 Karakteriseren bodemsysteem (heterogeniteit, org. stofgehalte, e.d.)	Grondmechanica Delft	- geofysische meettechnieken - geocentrifuge
	NITG-TNO	- georadar, seismiek, boorgatloggen, geo-electrisch - geo-statistiek
	UU, Vg. Fysische geografie	- karakteriseren heterogene sedimentafzettingen, GIS
I.2 (In-situ) meten van verontreinigingen in grond, grondwater en bodemlucht	Grondmechanica Delft	- in-situ meten, o.a. met oliesonde, multi-grondwatermonstersonde
	NITG-TNO	- o.a. slugtesten
I.3 Meten en monitoren procesparameters (O <sub>2</sub> , pH, redox, conc's el. acceptoren, nutriënten, etc.)	Grondmechanica Delft	- on-line meten, zuurstofsonde, chemosonde
	NITG-TNO	- speciatie PAK en metalen (Fe-oxides)
	UU, Vg. Geochemie	- monitoringsstrategie en geochemical mapping van ned.bodems
I.4 Bepalen aanwezigheid en activiteit microbiologie	RUG, Biochem. Laboratorium	- selectie- en adaptatiemechanismen - genetische aspecten micro-organismen
	TUD, Vg. Bioprocestechnologie	- snelle screeningsmethoden - interactie tussen micro-organismen
	AB-DLO, Haren	- kwantificeren microbiële activiteit
I.5 Monitoren ecologisch herstel - bio-assays	VU, Vg. Ecologie en Ecotoxicologie	- m.n. metalen m.b.v. lagere organismen
	LUW, Vg. Nematologie	- m.n. metalen m.b.v. nematoden
	AB-DLO, Haren	- bepalen van soil ecosystem health

Tabel. 2.1: Kennisinstellingen die actief zijn op het gebied van meten en monitoren

### 3.1.2 Toepassingsgebieden

#### I. METEN EN MONITOREN

Meten en monitoren kan gebruikt worden voor verschillende doeleinden. Het kan ondermeer gericht zijn op het karakteriseren van bodem- en verontreinigingskenmerken ten behoeve van een saneringsaanpak, maar ook bedoeld zijn om procesparameters in de tijd te kunnen volgen teneinde de saneringseffectiviteit te monitoren en het reinigingsproces zonnodig bij te sturen. Naast geochemische en geohydrologische parameters kunnen ook biologische parameters in beschouwing worden genomen, waarbij bijvoorbeeld gedacht wordt aan het monitoren van ecologisch herstel als indicator voor de bodemkwaliteit.

In tabel 2.1 (zie linkerpagina) zijn de kennisinstellingen genoemd met hun specifieke onderzoeksexpertise, die actief onderzoek uitvoeren aan meet- en monitoringsmethoden en -technieken.

##### *- karakterisatie, meten en monitoren verontreinigingen en procesparameters*

Op het gebied van meten en monitoren neemt Grondmechanica Delft (GD), evenals NITG-TNO een prominente plaats in. GD is met name gespecialiseerd in geotechnische en geochemische aspecten en NITG-TNO in geofysische en geochemische aspecten. Zij houden zich beiden onder meer actief bezig met de ontwikkeling van meet- en monitoringsinstrumenten op het gebied van in-situ bodemsanering. Grondmechanica Delft is met name gespecialiseerd in in-situ en on-line meetmethoden. Aan geofysische meetmethoden wordt door beide instituten veel onderzoek verricht.

De vakgroep Geochemie van de UU voert onderzoek uit naar monitoringsstrategie en het geochemisch in kaart brengen van Nederlandse bodems.

Tenslotte wordt door de vakgroep Fysische Geografie van de UU onderzoek uitgevoerd naar de karakterisatie van heterogene sedimentafzettingen.

##### *- meten microbiële activiteit*

Een aantal kennisinstellingen richt zich specifiek op het meten van de microbiologische activiteit in de bodem. Zo worden binnen het Biochemisch Laboratorium van de RUG de selectie- en adaptatiemechanismen van micro-organismen, evenals de genetische aspecten bestudeerd.

De vakgroep Bioprocestechnologie van de TUD is bezig met de ontwikkeling van snelle screeningsmethoden om de aanwezigheid en activiteit van micro-organismen te bepalen. En bij het AB-DLO instituut te Haren, afdeling Bodemchemie en bodemecologie, wordt eveneens onderzoek gedaan naar het kwantificeren van microbiële activiteit.

##### *- monitoren ecologisch herstel*

Een drietal kennisinstellingen richt zich op het monitoren van ecologisch herstel van de bodemkwaliteit. De vakgroep Ecologie en Ecotoxicologie van de VU gebruikt hiertoe hoofdzakelijk lagere organismen zoals springstaarten, mijten, e.d., terwijl de vakgroep Nematologie aanzienlijke expertise heeft opgebouwd met nematoden als indicator organisme. Ook het AB-DLO te Haren heeft ervaring met het bepalen van soil ecosystem health.

Tabel 2.2:

Kennisinstellingen die actief zijn op het gebied van onderzoek naar processen

TOEPASSINGS- GEBIED	Welke kennisinstelling is actief op dit gebied?	Specifieke onderzoeksexpertise
<b>II ONDERZOEK PROCESSEN</b>		
II.1 Bodem- en transportprocessen		
transport van verontreinigingen en toevoegingen via grondwater	VU Vg. Hydrologie, Kw. Geologie & Laaglandgenese	- hydrochemisch transport en omzettingsmo- dellering (o.a. As)
	UvA Vg. Fys.geografie en Bodemkunde	- meten en modelleren van fluxen van conta- minanten in de bodem (zware metalen, minerale oliën en PAK)
	LUW Vg. Waterhuishouding	- water, warmte en opgeloste stoffen trans- port in/ door de bodem
	UU Vg. Fysische geografie	- hydrologie/stoftransport
	TUD Vg. Waterbeheer., Milieu & Gezond- heidstechniek	- modellering van meerfasenstroming van niet- mengbare vloeistoffen en transport van opgeloste stoffen
	UT Vg. Bouwtechniek & Bouwproces	- transport en verwijdering van NAPL's in de bodem; experimenteel en theoretisch
	Grondmechanica Delft	- multi-component stoftransport modellering incl. saneringsmaatregelen
	NITG-TNO	- modellering grondwaterstroming , stoftrans- port en meerfasenstroming
sorptie / biobeschikbaarheid	UvA, Vg. Milieu- en Toxicologische Che- mie	- sorptie en biologische beschikbaarheid van hydrofobe, aromatische verbindingen
	UvA Vg. Fysische geografie en Bodemkunde	- sorptie, biobeschikbaarheid en mineralisatie van minerale olie en PAK in verontreinigde gronden
	LUW Vg. Milieutechnologie	- effect van surfactants op biologische afbraak van PAK
	LUW Vg. Waterkwaliteitsbeheer en Aqua- tische oecologie	- speciatie, sorptie en biologische beschikbaar- heid van zware metalen en organische micro- verontreinigingen in water-sedimentsyste- men
	LUW; Vkg. Bodemkunde & Plantenvoeding / Microbiologie	- effect van beschikbaarheid op microbiologi- sche omzettingskinetiek
	RUG Biochemisch Laboratorium	- rol van surfactants bij desorptie/ verhogen biobeschikbaarheid
	UU Vg. Geochemie	- (im)mobilisatie van o.a. metalen en PAK met nadruk op de rol van desorptie, speciatie, redoxregime, pyriet en chemische osmose

## II. ONDERZOEK PROCESSEN

Het onderzoek naar processen in de bodem heeft een sterk fundamenteel karakter, hetgeen tot uitdrukking komt in het feit dat vrijwel uitsluitend universitaire vakgroepen actief zijn op dit gebied (zie tabel 2.2). Om pragmatische redenen is het onderzoek onderverdeeld in een 2-tal subgebieden, namelijk 1) bodem- en transportprocessen en 2) afbraak- en omzettingprocessen, zowel biologisch als fysisch/chemisch.

### *II.1 Bodem- en Transportprocessen*

De vakgroep Hydrologie, Kwartairgeologie en Laaglandgenese (HKL) van de VU te Amsterdam heeft diverse onderzoeken uitgevoerd op het gebied van hydrochemisch transport en omzettingsmodellering (o.a. Arsenicum in grondwater). De vakgroep Fysische Geografie en Bodemkunde van de andere Amsterdamse Universiteit (de UvA) heeft expertise opgebouwd op het gebied van meten en modelleren van fluxen van contaminanten in de bodem (zwarte metalen, minerale olie en PAK). Binnen de vakgroep Waterhuishouding van de LUW vindt onderzoek plaats naar het transport van water, warmte en opgeloste stoffen in de bodem. De vakgroep Fysische Geografie en Bodemkunde van de UU voert onderzoek uit op het gebied van hydrologie en stoftransport. De TUD vakgroep Waterbeheersing, Milieu- en Gezondheidstechniek (WMG) richt zich vooral op de modellering van meerfasenstroming van niet- mengbare vloeistoffen (NAPL's) en het transport van opgeloste stoffen met behulp van theoretische en numerieke modellen. In dit verband kan ook de vakgroep Bouwtechniek & Bouwproces van de Universiteit Twente genoemd worden, waar eveneens experimenteel en theoretisch onderzoek wordt gedaan naar het transport en de verwijdering van NAPL's in de bodem.

Grondmechanica Delft richt zich als kennisinstituut op multi-component stoftransport modellering. De nadruk ligt op emissievoorspelling en reductie van emissie ten gevolge van saneringsstrategieën en -technieken. Speciale aandacht gaat uit naar methoden om het effect van bodemheterogeniteiten voorspelbaar te maken, met daaraan gekoppeld meetstrategieën. NITG-TNO tenslotte is ook actief op het gebied van modellering van grondwaterstroming, stoftransport via het grondwater en meerfasenstroming (olie/water).

Een aantal vakgroepen richt zich specifiek op sorptieprocessen in de bodem en biobeschikbaarheid. Binnen de vakgroep Milieu- en Toxicologische Chemie van de UvA wordt biologische beschikbaarheid, evenals sorptiegedrag onderzocht en wel met name van hydrofobe, aromatische verbindingen. Biobeschikbaarheid van hydrofobe stoffen en de rol van biosurfactants om de beschikbaarheid te verhogen vormt eveneens onderwerp van studie bij het Biochemisch Laboratorium van de RUG. De al eerder genoemde vakgroep Fysische Geografie en Bodemkunde van de UvA voert onderzoek uit naar de biobeschikbaarheid van minerale olie en PAK in verontreinigde gronden. De vakgroep Milieutechnologie van de LUW richt zich ook op PAK en onderzoekt daarbij het effect van surfactants op de beschikbaarheid en biologische afbraak. Een andere vakgroep van de LUW, de vakgroep Waterkwaliteitsbeheer en Aquatische Oecologie, richt zich onder meer op het voorspellen van distributiecoëfficiënten voor zware metalen in zwevend slib en sediment en op het modelleren van de lotgevallen en biobeschikbaarheid van koolwaterstoffen in sediment. De vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding en de vakgroep Microbiologie van de LUW voeren gemeenschappelijk onderzoek uit naar de microbiële omzettingskinetiek van gesorbeerde organische verbindingen aan bodemdeeltjes.

Daarnaast kan nog het onderzoek van de vakgroep Geochemie van de UU genoemd worden dat zich richt op de (im)mobilisatie van metalen, metalloïden en PAK in sedimenten, bodems en aquifers. De nadruk van dit onderzoek ligt op de rol van desorptie, speciatie, redox regime, pyriet en chemische osmose.

In dit verband wordt nog opgemerkt dat uit telefonisch contact met Dr.P.C.M. Noort van de afdeling Chemie en Toxicologie van het RIZA te Lelystad is gebleken dat zij in het



TOEPASSINGS- GEBIED	Welke kennisinstelling is actief op dit gebied?	Specifieke onderzoeksexpertise
<b>II ONDERZOEK PROCESSEN</b>		
II.2 Afbraak- en omzettingsprocessen (biologisch en fysisch/chemisch)		
	VU Vg. Microbiologie	- biogeochemische/microbiële omzettingen in bodems
	TUD Vg. Bioprocestechnologie	- afbraak van olie, omzetting van sulfides en metalen
	TUD, Vg. Microbiologie en Enzymologie	- microb. verwijdering van S- en N-verbindingen uit (afval) water
	UvA Vg. Milieu- en toxicologische chemie	- aerobe en anaerobe afbraak van m.n. dioxines, PCB's, PAK en pesticiden - naast microbiële afbraak ook m.n. aandacht voor chemische omzettingsprocessen
	LUW Vg. Microbiologie	- anaerobe afbraak van benzeen en van gechloreerde koolwaterstoffen en PAK (zowel fysiologische, biochemische als genetische aspecten)
	LUW, Vg. Industriële Microbiologie	- afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen en PAK m.b.v. bacterien en witrotschimmels
	RUG Vg. Microbiologie	- microbiële ecofysiologie gericht op functioneren van bacterien betrokken bij aerobe en anaerobe dechloreringsprocessen - verwijdering van zware metalen m.b.v. micro-organismen
	RUG Biochemisch Laboratorium	- selectie en adaptatie van cultures voor afbraak hydrofobe (gechloreerde) verbindingen
	RUL, IMP	- naftaleen afbrekende bacterien en wortelkolonisatie
IPO-DLO Afd. Mycologie & Bacteriologie	- moleculaire ecologie van bacteriën betrokken bij afbraak van xenobiotica in de bodem	

Tabel 2.2: vervolg

Kennisinstellingen die actief zijn op het gebied van onderzoek naar processen

recente verleden onderzoek hebben uitgevoerd naar de relatie tussen biobeschikbaarheid en biologische afbraak van PAK. Met het aantonen van een positieve correlatie tussen beiden is dit onderzoek inmiddels beëindigd.

## ***II.2 Afbraak- en omzettingsprocessen (biologisch en fysisch/chemisch)***

Een groot aantal universitaire vakgroepen in Nederland is actief op het gebied van vooral "biologische" afbraakprocessen. Het betreft vooral de vakgroepen microbiologie. De accenten verschillen echter per vakgroep. Zo ligt de nadruk van het onderzoek binnen de vakgroep Microbiologie van de VU Amsterdam met name op de biogeochemische aspecten. De vakgroep Bioprocestechnologie van de TUD richt zich vooral op de "makkelijk" afbreekbare verbindingen, zoals olie en neemt daarnaast ook de omzetting (o.a. oxidatie) van sulfides en metalen in beschouwing. Een andere vakgroep binnen de TUD, namelijk Microbiologie en Enzymologie heeft specifieke ervaring met de microbiële verwijdering van S- en N-verbindingen uit (afval)water.

De meeste onderzoeksgroepen richten zich echter op de "moeilijk" afbreekbare verbindingen. Zo voert de vakgroep Milieuchemie & Toxicologie van de VU in samenwerking met de vakgroep Microbiologie van dezelfde universiteit onderzoek uit naar de microbiële aerobe en anaerobe afbraak van moeilijk afbreekbare stoffen zoals dioxines, PCB's, PAK's en pesticiden. De vakgroep Milieu- en toxicologische chemie van de UvA legt het accent binnen het door hen uitgevoerde onderzoek naar microbiële afbraak vooral op de bijbehorende chemische omzettingsprocessen. Binnen de LUW richt de vakgroep microbiologie zich behalve op de anaerobe afbraak van aromaten met name op onderzoek naar de anaerobe microbiële afbraak van vooral gechlorideerde koolwaterstoffen (CKW's). Men richt zich vooral op de organismen zelf, waarbij zowel fysiologische als biochemische en genetische aspecten worden onderzocht, als op de effecten van verschillende milieucondities op de omzettingskinetiek in in-situ situaties. Een andere LUW-vakgroep, Industriële Microbiologie, onderzoekt de afbraak van PAK en CKW's met behulp van bacteriën en witrotschimmels. Binnen de vakgroep microbiologie van de RUG spreekt men over microbiële ecofysiologie, waarbij het accent ligt op de interactie van bacteriën betrokken bij aërobe en anaërobe afbraak van CKW's met hun omgeving. Binnen deze vakgroep wordt overigens ook onderzoek uitgevoerd naar de verwijdering van zware metalen met behulp van micro-organismen. Het biochemisch laboratorium binnen de RUG doet eveneens onderzoek naar de biodegradatie van "moeilijk" afbreekbare stoffen en neemt daarbij ook de genetische aspecten en selectie- en adaptatiemechanismen in ogenschouw.

Binnen het Instituut voor Moleculaire Plantkunde (IMP) van de RUL worden bacteriën geselecteerd die hun voeding halen uit plantewortel-exudaat en tevens in staat zijn om naftaleen af te breken.

Tenslotte wordt hier het IPO-DLO genoemd, alwaar de vakgroep Mycologie en Bacteriologie binnen haar onderzoeksprogramma ook studie verricht naar de moleculaire ecologie van bacteriën, die betrokken zijn bij de afbraak van xenobiotica in de bodem.

TOEPASSINGS- GEBIED	Welke kennisinstelling is actief op dit gebied?	Specifieke onderzoeksexpertise
<b>III RISICO-ANALYSE EN BESLUITVORMING</b>		
III.1 Verspreidingsrisico's	TNO-MEP & NITG-TNO	- methoden voor inschatten actuele verspreidingsrisico's en procesmodellering
	RIVM	- risico's voor verspreiding
	Grondmechanica Delft	- risico's van verspreiding door grondwater
III.2 Humane risico's	RIVM	- ontwikkeling van modellen / methoden voor het vaststellen van risico's en normen
III.3 Ecotoxicologische risico's	RITOX	- methoden voor integrale, ecol. risico-evaluatie gericht op mengsels van stoffen; - interne biologische beschikbaarheid
	LUW, Vg. Waterkwaliteitsbeheer en Aquatische oecologie	- ecotoxicologisch onderzoek m.b.t. mengseltoxiciteit op ecosysteemniveau
	RUL, CML	- ecologische risico-evaluaties; - ontwikkeling van veldtoetsen; - LCA verwerkingsmethoden (bv. sanering baggerspecie)
	IBN-DLO	- bio-assays met bodemorganismen en hogere diersoorten t.b.v. ecologische risico-evaluatie en bodemkwaliteitsbeoordeling
	VU, Vg. Ecologie en Ecotoxicologie	- ecologische risico-evaluatie modellen
	VU, IVM	- ecotoxicologische aspecten van m.n. metalen en hydrofobe verbindingen
	TNO-MEP	- methoden voor inschatten actuele ecologische risico's
	RIVM	- actuele risico's voor ecosystemen
III.4 Integrale afweging saneringsvarianten (incl. risico-evaluatie, milieurendement en kosteneffectiviteit)	UvA, IVM	- ontwikkeling van beslissingsondersteunende hulpmiddelen (RMK) - multi-criteria analyse
	NITG-TNO & TNO-MEP	- milieuverdienste van bodemsaneringsvarianten; - LCA, RMK - participatie in Nationaal Risico-Platform Bodemsanering
	RIVM	- risicobepaling van het saneringseinddoel; - validatie / afweging van saneringstechnieken
	Grondmechanica Delft	- afweging van saneringstechnieken (milieurendement en kosten)
III.5 Beoordeling restrisico's	NITG-TNO & TNO-MEP	- modellering verspreiding van (rest) concentraties t.b.v. inschatten restrisico's van bodemverontreiniging - risico-evaluaties

Tabel. 2.3: Kennisinstellingen die actief zijn op het gebied van risico-analyse en besluitvorming

### III. RISICO-ANALYSE EN BESLUITVORMING

Het onderzoek binnen deze cluster is erop gericht om kennis en nieuwe methoden te ontwikkelen die van belang kunnen zijn voor de risico-inschatting van milieucontaminanten en de besluitvorming omtrent maatregelen. Op het gebied van risico-analyses komen we vooral de kennisinstituten tegen (zie tabel 2.3).

#### - *verspreidings-, humane- en ecotoxicologische risico's*

Zo werkt TNO aan het verbeteren van methoden voor het inschatten van actuele ecologische en verspreidingsrisico's. Ook zijn ze actief betrokken bij het Nationaal Risico-platform (NARIP). In NARIP werken TNO, Tauw, RIVM en NOBIS samen aan het faciliteren van de discussie over risico's van bodemverontreiniging. Het RIVM is uiteraard geen onbekende op het gebied van risico-analyses. Zij hebben jarenlange expertise opgebouwd met betrekking tot zowel verspreidingsrisico's als risico's voor mens en ecosysteem. Gedacht wordt hierbij onder meer aan modellering van transport en stofgedrag (bestrijdingsmiddelen, nutriënten, zware metalen), blootstellingsonderzoek, toxicologisch en stoffenonderzoek en het eco(toxico)logisch effectenonderzoek ter ondersteuning van het stoffen- en normstellingsbeleid.

GD richt zich op het voorspellen, meten en monitoren van korte- en lange termijnemissies (verspreiding), mede onder invloed van bodemheterogeniteiten. Recent werd daartoe in NOBIS-verband een model ontwikkeld voor gefaseerde flexibele emissiebeheersing (FEB). Het RITOX (Research Instituut Toxicologie) te Utrecht speelt een nationale maar ook internationale rol op het gebied van ecotoxicologische risico's. De nadruk van het onderzoek ligt op de ontwikkeling van modellen en technieken voor de voorspelling van stoffen in het milieu. Daarbij richt men zich niet zozeer op individuele stoffen, maar men kiest voor een benadering waarbij metingen worden verricht aan toxicologisch relevante totaalgehalten van mengsels van contaminanten. Ook de vakgroep Waterkwaliteitsbeheer en Aquatische oecologie van de LUW richt zich op mengseltoxiciteit op ecosysteemniveau. Bij het CML (Centrum voor Milieukunde te Leiden) wordt onderzoek uitgevoerd op het gebied van ecologische risico-evaluaties. De ontwikkeling van veldtoetsen, evenals LCA verwerkingsmethoden vormen belangrijke aandachtsvelden.

Het IBN-DLO richt zich op bio-assays met bodemorganismen en hogere diersoorten ten behoeve van ecologische risico-analyse en bodemkwaliteitsbeoordeling.

De vakgroep Ecologie en Ecotoxicologie van de VU Amsterdam verricht fundamenteel onderzoek aan lagere diersoorten (springstaarten, mijten, e.d.) ten behoeve van de ontwikkeling van eco(toxico)logische risico-evaluatiemodellen. De expertise ligt met name op het terrein van de metalen.

Het Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM) te Amsterdam doet onderzoek aan de ecotoxiciteit van stoffen als cadmium en hydrofobe stoffen, waarbij men vooral regenwormen als proefdierorganismen gebruikt.

#### - *integrale afweging saneringsvarianten*

Daarnaast is het IVM, evenals TNO en het RIVM in NOBIS-kader (RMK-project) actief betrokken bij de ontwikkeling van een integraal afwegingsmodel voor saneringsvarianten, waarbij risico's, milieuverdienste en kosten in ogenschouw worden genomen. GD neemt bij de afweging van saneringsvarianten met name de (milieu)geotechnische aspecten in ogenschouw (gedrag van de bodem, invloed op de omgeving, implicaties voor processen).

#### - *beoordeling restrisico's*

TNO is tenslotte in het kader van een ander NOBIS-project (RESTRISK) direct betrokken bij het modelleren van de verspreiding van restconcentraties in de bodem ten behoeve van het inschatten van restrisico's van bodemverontreiniging.

Tabel. 2.4:

Kennisinstellingen die actief zijn op het gebied van saneringsconcepten en -technieken

TOEPASSINGSGBIED	Welke kennisinstelling is actief op dit gebied?	Specifieke onderzoeksexpertise
<b>IV. SANERINGSCONCEPTEN EN -TECHNIEKEN</b>		
IV.1 Natural attenuation		
- Natural attenuation / Intrinsiekebiorestauratie	Staring Centrum-DLO	- natuurlijke afbraak
	TNO-MEP	- natural attenuation - anaërobe afbraak van BTEX, natuurlijke afbraak van CKW
	NITG-TNO	- anaërobe afbraak van BTEX
	LUW, Vg. Microbiologie	- anaërobe afbraak van gechloreerde verbindingen
	VU, Vg. Microbiologie	- intrinsieke bioremediatie in stortplaatsen
IV.2 Extensieve / intensieve technieken		
- Natte biorestauratie / geohydrologische beheersing	Grondmechanica Delft	- geohydrologische beheersing in combinatie met in-situ sanering
	NITG-TNO	- optimalisatie pump & treat
- Bioschermen	Grondmechanica Delft	- engineered barriers
	TNO-MEP	- afbraak van gechloreerde verbindingen middels bioschermen
	LUW, Vg. Industriële microbiologie	- omzetting van lager gechloreerde koolwaterstoffen onder ijzer (III)- en nitraatreducerende omstandigheden
- Bioventing / Biosparging	LUW, Vg. Milieutechnologie	- optimalisatie in-situ bodemluchtexttractie
	TUD, Vg. Waterbeh., Milieu en Gezondheidstechniek	- modellering t.b.v. bioventing en biosparging
	LUW, Vg. Bodemkunde & Plantenvoeding	- modellering t.b.v. bioventing en biosparging
	AB-DLO, Wageningen	- expt'en in Rhizolab m.b.t. bioventilatie in een met kerosine verontreinigde bodem
	Grondmechanica Delft	- modellering t.b.v. bioventing en biosparging; - bioventing van koolwaterstoffen

## IV. SANERINGSCONCEPTEN EN -TECHNIEKEN

Wat betreft onderzoek op het gebied van saneringsconcepten en -technieken is een onderscheid gemaakt in natuurlijke afbraak als saneringsconcept en extensieve danwel intensieve reinigingstechnieken waarbij de afbraak op de een of andere wijze gestimuleerd wordt. Op dit terrein spelen met name de kennisinstituten een belangrijke rol en de LUW. De meer fundamentele processen die ten grondslag liggen aan genoemde saneringsconcepten, zoals transportprocessen en biologische afbraakprocessen, zijn reeds genoemd in paragraaf 3.1.2, deel II: Onderzoek naar processen in de bodem.

### IV.1 *Natural attenuation*

Natural attenuation danwel intrinsieke biorestauratie als saneringsconcept vormt onderwerp van studie voor onder meer het Staring Centrum-DLO, TNO-MEP en NITG-TNO. Beide laatstgenoemde instituten doen onder andere onderzoek naar de anaerobe, natuurlijke afbraak van BTEX. Ook is TNO-MEP binnen NOBIS kader actief betrokken bij het opstellen van protocollen voor natural attenuation en wordt ook laboratorium- en veldonderzoek uitgevoerd naar het optreden van natural attenuation in de praktijk. Op de vakgroep Microbiologie van de LUW wordt het proces reductieve dechlorering van gechloreerde koolwaterstoffen onderzocht op verontreinigde locaties. Binnen de vakgroep Microbiologie van de VU wordt onderzoek gedaan naar intrinsieke bioremediatie in stortplaatsen.

### IV.2 *Extensieve en Intensieve saneringstechnieken*

#### *- natte biorestauratie/ geohydrologische beheersing en sanering*

Op het gebied van natte biorestauratie en geohydrologische beheersing in combinatie met in-situ sanering is NITG-TNO actief. Zij voeren onderzoek uit naar het effect van intermitterend pompen ter optimalisatie van de saneringsaanpak en het adaptief saneren van complexe grondwaterverontreinigingen. Grondmechanica Delft is daarnaast direct betrokken bij (praktijk)onderzoek naar grootschalige, geohydrologische beheersvarianten. Ook vindt onderzoek plaats naar combinaties van (in-situ) verwijdering, afbraak en beheersing om te komen tot een gefaseerde flexibele emissiebeheersing.

#### *- bioschermen*

Ook is GD, evenals TNO-MEP, actief bezig met de ontwikkeling van zogenaamde engineerd barriers (chemische, fysische en bioschermen). TNO-MEP concentreert zich daarbij op de afbraak van gechloreerde verbindingen middels bioschermen.

LUW Industriële Microbiologie onderzoekt specifiek de omzetting van lager gechloreerde koolwaterstoffen onder ijzer (III)- en nitraat reducerende omstandigheden.

#### *- bioventing/ biosparging*

Grondmechanica Delft komen we eveneens tegen als we bioventing en biospargingstechnieken noemen. GD richt zich ondermeer op de modelleringsaspecten en heeft de nodige expertise opgebouwd met betrekking tot bioventing van koolwaterstoffen. Modelleren ten behoeve van bioventing en biospargingstechnieken wordt verder uitgevoerd door de TUD, vakgroep WMG en de Wageningse vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding. De vakgroep Milieutechnologie van de LUW houdt zich op dit vlak bezig met de optimalisatie van in-situ bodemluchtexttractie. In Wageningen vinden in het "Rhizolab" experimenten plaats, uitgevoerd door AB-DLO, waarbij gekeken wordt naar bioventilatieaspecten in een kerosine verontreinigde bodem.

**Tabel 3**  
**Overzicht van universitaire onderzoeksgroepen en**  
**participatie in onderzoeksinstituten en onderzoeksscholen**

Naam kennisinstelling	Onderzoeksinstituut	Onderzoeksschool
<b>VU Amsterdam</b>		
Instituut voor Milieuvraagstukken	IVM	SENSE
Vg Ecologie en Ecotoxicologie	ACES	SENSE
Vg Microbiologie		SENSE
Vg HKL	ACES	SENSE NSG
<b>UvA</b>		
Vg Milieu en Toxicol. Chemie	ARISE	SENSE
Vg Fysische geografie en Bodemkunde	ARISE	SENSE ICG
<b>LUW</b>		
Vg Bodemkunde en Plantenvoeding	WIMEK	SENSE M&T CTG
Vg Microbiologie		M&T
Vg Milieutechnologie	WIMEK	SENSE BSDL
Sektie Industr. Microbiologie	WIMEK	BSDL
Vg Nematologie		M&T
Vg Waterhuishouding	WIMEK	SENSE
Vg Waterkw.beheer en Aq.oecologie		SENSE
<b>RUG</b>		
Vg Microbiologie	x	x
Vg Biochemisch Laboratorium		GBB
<b>UU</b>		
Vg Fysische geografie		ICG
Vg Geochemie		NSG
RITOX, Sector Biologische Toxicologie	RITOX	M&T
<b>RUL</b>		
CML		SENSE
IMP		BSDL
<b>TU Delft</b>		
Vg WMG, - Sectie Hydrologie en Ecologie		OSW, CTG
Vg Bioprocestechnologie		BSDL
Vg Microbiologie & Enzymologie		BSDL
<b>Universiteit Twente</b>		
Vg Bouwtechniek en bouwproces /	x	x
Vg Proceskunde		
<b>KU Nijmegen</b>		
Vg Microbiologie en Evolutiebiologie		M&T

- *landfarming/ reiniging in depot*

Wageningen speelt ook een belangrijke rol op het gebied van landfarmingstechnieken en reiniging in depot. De vakgroep Milieutechnologie van de LUW doet onderzoek naar de reiniging van baggerspecie in depot en het Staring Centrum-DLO is bekend vanwege het onderzoek naar landfarming als saneringsaanpak.

Daarnaast heeft TNO-MEP het nodige onderzoek verricht naar reiniging van baggerspecie in depot.

GD beschikt over faciliteiten (o.a. een geocentrifuge) om proefondervindelijk onderzoek uit te voeren naar ontwatering in relatie tot reiniging in depot en ook stabiliteit tijdens en na de reiniging.

- *fytoremediëring*

Een aantal onderzoeksgroepen houdt zich bezig met de ontwikkeling van alternatieve in-situ bodemsanering door middel van fytoremediëring. Planten worden daarbij ingezet om verontreinigende stoffen (met name zware metalen) te onttrekken en te immobiliseren.

Bekend op dit gebied zijn de beide AB-DLO instituten te Haren en Wageningen en de vakgroep Ecologie en Ecotoxicologie van de VU Amsterdam.

In het Wageningse Rhizolab kunnen de technieken op veldschaal getest worden.

De vakgroep Microbiologie van de LUW doet onderzoek aan de microbiële afbraak van gechloteerde aromaten in de rhizosfeer.

- *toepassing schimmels*

Het gebruik van (witrot)schimmels als saneringstechniek voor met name verwijdering van PAK en gechloteerde verbindingen vormt onderwerp van studie bij de Wageningse vakgroepen Milieutechnologie en Industriële Microbiologie (IM). LUW-IM werkt samen met TNO-MEP aan de fysiologie en toepassing van aromaten-afbrekende schimmels.

De vakgroep Microbiologie en Evolutiebiologie van de KUN heeft een jarenlange expertise opgebouwd op het gebied van fysiologisch en biochemisch onderzoek aan anaerobe schimmels. TNO-MEP heeft onder meer onderzoek uitgevoerd naar de toepassing van niet-witrotschimmels voor PAK-verwijdering.

- *ecological engineering*

Binnen de vakgroep Ecologie en Ecotoxicologie van de VU is men ervaring op aan het bouwen met het inzetten van lagere organismen als "ecological engineers" om afbraakprocessen te bespoedigen. Ook binnen de vakgroep Nematologie van de LUW gebruikt men, in dit geval bacterie-etende nematoden, om in-situ microbiële afbraak te stimuleren.

- *combinatie fysisch-chemische en biologische technieken*

De vakgroep Milieutechnologie voert onderzoek uit naar de sequentiële toepassing van fysisch-chemische technieken en microbiologische technieken. Tenslotte heeft TNO-MEP nog onderzoekservaring met betrekking tot electrobioreclamatie voor in-situ sanering van gasfabrieksterreinen.



## 3.2 Samenwerkingsverbanden

In de enquête is bij vraag 5 van deel B gevraagd naar samenwerkingsverbanden:

- a> met andere vakgroepen resp. kennisinstellingen
- b> participatie in onderzoeksscholen/ instituten
- c> met bedrijven en adviesbureau's
- d> overige (nationaal)
- e> internationaal

### **ad a> met andere vakgroepen / kennisinstellingen**

Binnen de universiteiten blijken er vele samenwerkingsverbanden te bestaan tussen verschillende vakgroepen. Maar ook tussen de universiteiten onderling zijn er samenwerkingsverbanden, met name tussen aanverwante vakgroepen. Participatie in onderzoeksscholen speelt een belangrijke rol hierbij. In paragraaf 3.3 wordt hier nader op ingegaan. De LUW lijkt, gezien de vele contacten met andere universiteiten een centrale rol te vervullen als kennisgenererende instelling.

Ook tussen universiteiten en kennisinstituten bestaan samenwerkingsverbanden. Deze zijn overwegend regionaal bepaald. Zo onderhoudt ondermeer de TUD nauwe contacten met NITG-TNO en Grondmechanica Delft, werkt de LUW samen met de Wageningse DLO-instituten en voeren de RUG en het Groningse AB-DLO-instituut ook samen projecten uit. NITG-TNO onderhoudt behalve met de TUD ook intensieve contacten met alle andere aardwetenschappelijke universitaire instituten in Nederland (VU, UU, TUD) en daarnaast minder intensieve contacten met andere kennisinstellingen (LUW, UU Fysische Geografie) en enkele buitenlandse.

De Universiteiten van Nijmegen en Twente opereren in dit kader voornamelijk zelfstandig.

Daarnaast wordt er samengewerkt door de kennisinstituten onderling. Hier lijkt TNO-MEP een centrale positie in te nemen, gelet op de omvang en contacten met verschillende instituten (o.a. Staring Centrum-DLO (karakterisering baggerspecie), RIVM (NARIP) en overige TNO instituten zoals NITG-TNO). Ook GD geeft de samenwerking met andere kennisinstituten grote aandacht. Zo wordt onder andere samengewerkt met NITG-TNO en MEP-TNO.

### **ad b> participatie in onderzoeksscholen en -instituten**

zie paragraaf 3.3

### **ad c> met bedrijven en adviesbureau's**

Wat betreft de samenwerking met adviesbureau's zijn vooral de grotere adviesbureau's genoemd, zoals Tauw, IWACO, Oranjewoud en de Grontmij, maar ook onderzoeksbureau's als Bioclear en Biosoil.

Als bedrijven waarmee wordt samengewerkt zijn met name de grotere private en publieke eindgebruikers genoemd, die veelal binnen NOBIS goed vertegenwoordigd zijn. Het betreft onder meer Shell, NAM, AKZO, BP, ICI, Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, SBNS, Solvay en Du Pont.

### **ad d> overige (nationaal)**

Binnen de categorie overig (nationaal) zijn met name de Provincies genoemd, evenals VROM en overheidsinstituten als het RIVM en RIZA.

### **ad e> internationaal**

Wat betreft internationale contacten spelen onze zuiderburen een belangrijke rol. Contacten zijn er onder meer met de universiteiten van Gent en Leuven, met het Limburgs universitair centrum in Hasselt en ook het Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek (VITO) is meerdere malen genoemd. Daarnaast zijn er contacten met kennisinstellingen in vrijwel alle (West)-Europese landen. De internationale contacten beperken zich echter niet tot Europa. Buiten Europa wordt vooral samengewerkt met verschillende universiteiten en instituten in Amerika (o.a. Princeton University, Johns Hopkins University, Baltimore en Pacific Northwest National Laboratories).

Tot slot van deze paragraaf over samenwerking wordt nader ingegaan op een tweetal ontwikkelingen.

### **Verzelfstandiging van onderzoek**

BIRD Engineering is verscheidene malen genoemd (o.a. door TUDelft) als bedrijf dat fungeert als interface tussen basisonderzoek en toepassingsgericht onderzoek. Dit bedrijf, dat gericht is op het exploiteren van (bio)technologische kennis, is voortgekomen uit onderzoeksactiviteiten binnen de TUD. Alhoewel zelfstandig opererend, kan BIRD Engineering gebruik maken van de faciliteiten van de universiteit. Een dergelijke verzelfstandiging en commercialisering van onderzoek dat zich ontwikkelt vanuit de universiteit treft men vaker aan (b.v. Bioclear). Een ander voorbeeld dat in dit kader genoemd kan worden is de Environmental Technology Valley in Apeldoorn (ETVA). ETVA, waarin TNO, GD, LUW en UT participeren biedt structurele ondersteuning aan bedrijven, die kennis niet alleen willen ontwikkelen, maar ook exploiteren. Hiermee wordt getracht een brugfunctie te vervullen tussen fundamentele kennisontwikkeling en toepassing van kennis in de praktijk.

### **Oprichting Kenniscentrum**

Tenslotte wordt opgemerkt dat er een gestructureerde samenwerking tot stand is gekomen tussen het WIMEK/LUW en TNO-MEP in de vorm van een Kenniscentrum Bodembeheer en Saneringstechnologie. Overwegingen daarbij vormden de complementaire kennis die beide partners hebben op bodemgebied en de meerwaarde voor de kennispositie in Nederland. Prioritaire thema's vormen risico-analyse van (water) bodemvervuiling, in-situ behandeling van met CKW vervuilde bodem/grond en behandeling van baggerspecie.

### 3.3 Onderzoeksinstituten en -scholen

Voor biologisch in-situ saneringsonderzoek zijn een aantal onderzoeksscholen en -instituten van belang. In de geretourneerde enquetes zijn bij deel B, vraag 5b de volgende onderzoeksscholen genoemd, waarin geparticipeerd wordt:

1. **SENSE**            Onderzoeksschool Milieuwetenschappen
2. **M&T**            Onderzoeksschool Milieuchemie en Toxicologie
3. **CTG**            Centrum voor Technische Geowetenschappen
4. **BSDL**           Onderzoeksschool Biotechnological Sciences Delft-Leiden
5. **GBB**            Onderzoeksschool Groningen Biomolecular Sciences and Biotechnology Institute
6. **NSG**            Onderzoeksschool Sedimentaire Geologie
7. **ICG**            The Netherlands Centre for Geo-ecological Research
8. **OSW**            Onderzoeksschool Waterbouw

#### ad 1. SENSE

**SENSE** is opgericht in 1994 en bestaat uit een 7-tal milieu-onderzoeksinstituten, gelieerd aan de beide universiteiten van Amsterdam en die van Leiden, Wageningen en Utrecht.

##### **VU (Amsterdam)**

- **ACES** (Amsterdams Centrum voor Milieuwetenschappen)
- **IVM** (Instituut voor Milieuvraagstukken)

##### **UvA**

- **ARISE** (Amsterdams Instituut voor stoffen in Ecosystemen)
- **IVAM** (Interfacultaire Vakgroep voor Milieuwetenschappen)

##### **RUL**

- **CML** (Centrum voor Milieuwetenschappen)

##### **LUW**

- **WIMEK** (Wagening's Instituut voor Milieu- en klimaatonderzoek)

##### **UU**

- **STS** (Vakgroep voor Wetenschap, Technologie en Maatschappij)

Het onderzoek binnen **SENSE** kenmerkt zich door een grootschalige, multidisciplinaire aanpak. Het richt zich op de fysische, chemische en biologische effecten van stoffen (o.a. zware metalen en pesticiden) op ecosystemen. Opleiding van doctoraal studenten tot hoogwaardig specialistische onderzoekers met een brede, integrale visie, vormt een wezenlijk element.

#### ad 2. M&T

**SENSE** stemt haar onderzoeksprogramma en activiteiten regelmatig af met de onderzoeksschool **M&T**, waarin onderzoeksgroepen van de universiteit van Wageningen en Utrecht participeren. Het onderzoek van beide programma's is complementair. **M&T** doet onderzoek naar de beschikbaarheid, biotransformatie en het werkingsmechanisme van toxische verbindingen, vooral op moleculair niveau. Voor toxische werkingen wordt gekeken naar effecten op cellen, weefsels en organismen (mens en dier) en niet zozeer naar ecosystemen. Gezamenlijk worden door **SENSE** en **M&T** onder meer cursussen georganiseerd over het onderwerp biobeschikbaarheid.

#### ad 3. CTG

De onderzoeksschool "Centrum voor Technische Geowetenschappen" is genoemd door de vakgroep bodemkunde & Plantenvoeding van de LUW en de vakgroep WMG van de TUD als zijnde van belang voor het onderzoek dat een relatie heeft met biologische in-situ bodemsanering. De onderzoeksschool komt voort uit een initiatief van een aantal faculteiten van de TU te Delft (o.a. Faculteit toegepaste Aardwetenschappen). Ook het NITG-TNO en GD te Delft zijn als kennisinstituten bij deze onderzoeksschool betrokken.

- Landfarming reiniging in depot	LUW, Vg. Milieutechnologie	- reiniging baggerspecie in depot
	Staring Centrum-DLO	- landfarming
	TNO-MEP	- reiniging baggerspecie in depot
	Grondmechanica Delft	- gedrag en opbouw/samenstelling van de bodem - ontwatering en stabiliteit in relatie tot reiniging
- Fytoremediatie	VU, Vg. Ecologie en Ecotoxicologie	- gebruik van planten bij onttrekking en immobilisatie van m.n. metalen
	AB-DLO, Haren, Afd. Bodemchemie en -ecologie	- fytoremediatie van grond verontreinigd met koolwaterstoffen en met metalen verontreinigde grond
	AB-DLO, Wageningen	- experimenten met opname stoffen door planten op semi-veldschaal in Rhizolab
	LUW, Vg. Microbiologie	- microbiële afbraak van gechloreerde aromaten rondom plantenwortels
- Toepassing schimmels	LUW, Vg. Milieutechnologie	- PAK-verwijdering door witrotschimmels
	LUW, Vg. Industriële Microbiologie	- verwijdering van PAK en gechloreerde verbindingen door witrotschimmels en toepassing van aromaten-afbrekende schimmels
	KUN, Vg. Microbiologie en Evolutiebiologie	- fysiologisch/biochemisch onderzoek aan anaerobe schimmels
	TNO-MEP	- toepassing <u>niet</u> -witrrotschimmels voor PAK-verwijdering
- Ecological engineering	VU, Vg. Ecologie en Ecotoxicologie	- gebruik van (lagere) organismen als ecological engineering
	LUW, Vg. Nematologie	- toepassen van bacterie-etende nematoden t.b.v. het stimuleren van microbiële afbraak
- Combinatie fysisch-chemische en biologische technieken	LUW, Vg. Milieutechnologie	- combinatie van voorbehandeling met fysisch-chemische technieken en microbiologische technieken
	TNO-MEP	- electrobioreclamatie voor in-situ sanering gasfabrieksterrein

Tabel. 2.4: vervolg

Kennisinstellingen die actief zijn op het gebied van saneringsconcepten en -technieken

#### ad 4. BSDL

BSDL is één van de vijf onderzoeksscholen in Nederland op het gebied van biotechnologie. BSDL richt zich op de combinatie van onderzoek en opleiding op het gebied van biotechnologie. Het onderzoek binnen BSDL is zowel fundamenteel als toegepast van aard en heeft ondermeer betrekking op fysiologie en genetica van micro-organismen, bioreactorontwerp en -processing en milieubiotechnologie. Behalve de universiteiten van Delft en Leiden participeert ook de LUW in BSDL, evenals TNO.

#### ad 5. GBB

GBB behoort eveneens tot de groep biotechnologische onderzoeksscholen in Nederland, die in dit verband een rol spelen. Het onderzoek binnen GBB richt zich onder meer op structuur/functie relaties en upscaling en reactorontwikkeling voor biochemische synthese.

#### ad 6. NSG

Het NSG betreft de aardwetenschappelijke onderzoeksschool Sedimentaire Geologie, waarin onder meer de Vakgroep HKL van de VU en de Vakgroep Geochemie van de UU participeren.

#### ad 7. ICG

De onderzoeksschool ICG betreft een samenwerkingsverband met betrekking tot Geoecologisch onderzoek, waarin onderzoeksgroepen van de Universiteit van Utrecht en de beide Amsterdamse universiteiten participeren.

#### ad 8. OSW

In de Onderzoeksschool Waterbouw participeren de vakgroep WMG van de TUD (bodemsanering/ grondwater) en van de UU en de LUW. Ook GD is verbonden aan deze onderzoeksschool.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de universitaire vakgroepen en de onderzoeksinstituten en -scholen waarin geparticipeerd wordt. Uit deze tabel blijkt onder meer dat vakgroepen van de beide Amsterdamse universiteiten betrokken zijn bij SENSE, dat de RUG actief is binnen GBB, de TUD via een aantal vakgroepen deelneemt aan BSDL, OSW en CTG en dat de KUN participeert in M&T. De UU participeert via genoemde vakgroepen in respectievelijk ICG, NSG en M&T, terwijl de instituten van de RUL deelnemen aan respectievelijk SENSE en BSDL. Opvallend is verder dat de LUW een centrale rol vervult, in die zin dat vakgroepen van de LUW vaak actief zijn binnen meerdere onderzoeksscholen (SENSE, M&T, CTG, BSDL).

## 4. DE ONDERZOEKSCAPACITEIT

### 4.1 Financiering van het onderzoek

De onderzoekscapaciteit is direct afhankelijk van de financieringsmogelijkheden van het onderzoek. Voor universitaire vakgroepen is er sprake van een drietal geldstromen:

De eerste geldstroom is afkomstig van het eigen universiteitsbudget;

Voor de tweede geldstroom is men afhankelijk van wetenschappelijke organisaties;

En voor de derde geldstroom staan overige organisaties garant, zoals nationale onderzoeksprogramma's en overheidsinstellingen, de EU en private bedrijven.

Uit de enquêtes en uit de gesprekken is gebleken dat er een steeds verdergaande verschuiving optreedt van de 1<sup>e</sup> naar de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> geldstroom. Konden de vakgroepen er tot voor kort op rekenen dat de eigen universiteit het merendeel van de kosten van het onderzoek voor hun rekening nam, nu is men steeds meer aangewezen op externe financieringsbronnen. Getracht is om op basis van de ingevulde enquêtes een indruk te krijgen van de exacte verhouding tussen de diverse geldstromen. Aangezien in de enquêtes hier niet expliciet naar gevraagd is, is voor een indirecte benadering gekozen waarbij de verhouding tussen vast en tijdelijk personeel als maatgevend is genomen voor de verdeling over de diverse geldstromen.

Aan de universiteiten is namelijk in deel C van de enquête gevraagd om bij het aangeven van de onderzoekscapaciteit een onderscheid te maken in type onderzoeker (HL, UHD/HO, UD/OND, PD, PROM/AIO/OIO, TWP en NWP)<sup>4</sup> teneinde een indruk te krijgen van de verdeling over vast en tijdelijk personeel. Hierbij is aangenomen dat de HL, UHD/HO, UD en NWP als vast personeel aangemerkt kunnen worden, die hoofdzakelijk vanuit de 1<sup>e</sup> geldstroom gefinancierd worden. Het overige, tijdelijke personeel wordt gefinancierd door de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> geldstroom, waarbij geen nader onderscheid is gemaakt.

In sommige gevallen wordt tijdelijk personeel ook gefinancierd vanuit de 1<sup>e</sup> geldstroom. Daarentegen is een klein deel van het externe financieringsbudget ook bedoeld voor begeleiding van tijdelijk personeel door vast personeel. Voor de berekening is ervan uitgegaan dat het één het ander corrigeert.

Gemiddeld genomen blijkt dat ca. één derde van het onderzoeksbudget voor biologische in-situ bodemsanering afkomstig is van de eigen universiteit en de overige tweederde uit de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> geldstroom wordt betrokken. Enkele vakgroepen, met name de "kleinere", vormen een uitzondering en worden nog steeds hoofdzakelijk gefinancierd door de 1<sup>e</sup> geldstroom. In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat hoe groter de omvang van de vakgroep, des te meer onderzoeksgeld afkomstig is van externe bronnen.

Wat verder opvalt is dat de universitaire instituten, die mee hebben gedaan aan deze studie (IVM en RITOX) al jarenlang voor meer dan tweederde gefinancierd worden door de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> geldstroom. Zij hebben hierdoor ook relatief meer ervaring met contractonderzoek dan de meeste andere vakgroepen.

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de vakgroepen als gevolg van de beperkte beschikbaarheid van 1<sup>e</sup> **geldstroom**projecten en de afhankelijkheid van externe fondsen steeds marktgericht moeten opereren, teneinde de benodigde middelen te verkrijgen voor het fundamenteel en toegepast onderzoek. Dit past in het streven van de universiteiten naar een meer bedrijfsmatige huishouding.

Wat betreft de 2<sup>e</sup> **geldstroom** is door de geïnterviewden regelmatig de NWO-Stichting

---

4 Gebuikte afkortingen: HL = hoogleraar, UHD/HO = universitair hoofddocent of hoofdonderzoeker, UD/OND = universitair docent of onderzoeker, PD = postdoc, PROM = promovendus, AIO/OIO = assistent/onderzoeker in opleiding, TWP = tijdelijk wetenschappelijk personeel, NWP = niet-wetenschappelijk personeel

Technische Wetenschappen (STW) genoemd als financierder van technisch-wetenschappelijk, hoogwaardig onderzoek. NWO/STW geeft als fundamenteel gerichte subsidiegever belangrijke impulsen aan de vernieuwing van het universitaire onderzoek.

Voor wat betreft de 3<sup>e</sup> geldstroom zijn de universiteiten, maar ook de kennisinstituten onder meer aangewezen op nationale onderzoeksprogramma's, zoals het Innovatiegerichte Programma (IOP)-Milieubiotechnologie en het Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek. Ook worden onderzoeksprojecten regelmatig gefinancierd door de Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu, NOVEM, en het ICES-programma NOBIS.

Op nationaal niveau zijn ook overheidsinstellingen zoals de Ministeries, Provincies en organisaties als RIZA een belangrijke opdrachtgever cq. financierder. Voor kennisinstituten als het RIVM en de DLO-instituten geldt dat het onderzoek dat zij uitvoeren primair gefinancierd wordt door resp. VROM en LNV.

TNO geeft aan dat zij via contacten met eindgebruikers, die gelegd zijn in NOBIS-projecten, relaties heeft opgebouwd die nu leiden tot rechtsstreekse projecten van bedrijven en TNO. Ook GD doet toegepast onderzoek in opdracht van private bedrijven. Enkele universitaire vakgroepen voeren eveneens rechtsstreeks onderzoek uit voor bedrijven.

Een steeds belangrijker wordende financieringsbron is tenslotte de EU. Via lopende programma's, zoals EC-DGXII (Milieu & Klimaatprogramma) neemt een groot aantal onderzoeksgroepen deel aan EU-gefinancierde projecten. Hierbij is wel opgemerkt dat vanwege toenemende "concurrentie" de slaagkans, om via deze weg projecten gefinancierd te krijgen, afneemt.

**Samengevat kunnen de volgende conclusies getrokken worden ten aanzien van de financiering van het onderzoek:**

- Circa éénderde van het universitair onderzoeksbudget voor biologische in-situ bodemsanering is afkomstig van de eigen universiteit en de overige tweederde wordt betrokken uit de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> geldstroom;
- De grootte van de vakgroep is recht evenredig met het aandeel externe financiering;
- Het belang van externe financiering neemt toe;
- Marktgericht opereren wordt hierdoor steeds noodzakelijker;
- Kennisinstituten hebben meer ervaring met marktgericht opereren dan universiteiten, gezien het toegepaste karakter van het onderzoek en de afhankelijkheid van externe financieringsbronnen.

Tabel 4:

Onderzoekscapaciteit op het gebied van in-situ-bodemsanering  
(uitgedrukt in f.t.e.s) van de Nederlandse kennisinstellingen 1996-1999

Universiteiten	A. Specifiek onderzoek			B. Flankerend onderzoek				
	1996	1997	1998	1999	1996	1997	1998	1999
VU Amsterdam	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	10.0	10.0	10.0
VU Amsterdam	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.0	1.8	1.8
VU Amsterdam	1.2	1.2	1.2	1.2	1.7	1.7	1.7	1.7
VU Amsterdam	0.0	1.5	0.0	0.0	3.5	4.0	n.o.	n.o.
UvA	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	3.2	3.2
UvA	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.3	1.1	1.1
LUW	3.3	5.0	4.5	4.5	7.3	7.3	7.3	7.3
LUW	4.2	2.6	0.2	0.2	6.3	5.3	3.8	3.8
LUW	0.7	0.7	0.9	0.0	6.4	7.4	6.4	5.4
LUW	0.5	1.0	2.0	2.0	1.5	1.0	2.5	2.0
LUW	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	2.0	n.o.	n.o.
LUW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LUW	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.0	3.5	3.5
RUG	2.8	2.3	2.1	0.0	3.4	2.1	1.1	1.1
RUG	0.0	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
UU	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0
UU	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	9.2	9.2	n.o.
UU	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	5.2	5.9	3.2
RUL	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	9.8	n.o.	n.o.
RUL	0.6	1.3	1.3	1.4	7.4	7.4	7.4	7.4
TU Delft	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
TU Delft	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.9	1.9
TU Delft	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	8.5	9.5	9.5
Universiteit Twente	0.6	0.6	0.6	0.6	1.0	0.5	n.o.	n.o.
KU Nijmegen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Subtotaal Universiteiten</b>	<b>16.3</b>	<b>23.8</b>	<b>20.5</b>	<b>17.6</b>	<b>90.1</b>	<b>97.3</b>	<b>85.0</b>	<b>71.6</b>
AB-DLO	0.0	1.0	0.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0
AB-DLO	0.0	1.5	0.0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0
IBN-DLO	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	7.0	7.0	7.0
IPO-DLO	0.5	n.o.	n.o.	n.o.	0.0	0.0	0.0	0.0
Stam Centrum (SC-DLO)	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	2.0	4.0	4.0
RIVM	1.0	1.0	3.0	3.0	100.0	100.0	100.0	100.0
RIVM	5.0	5.0	8.0	8.0	5.0	5.0	3.0	3.0
Grondmechanica Delft	3.0	3.0	3.0	3.0	7.0	7.0	7.0	7.0
TNO-MEP	6.0	7.5	8.5	9.5	5.0	5.0	5.0	5.0
TNO-MEP	1.5	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0
NITG-TNO	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0	8.0	8.0
<b>Subtotaal Kennisinstutten</b>	<b>24.0</b>	<b>30.0</b>	<b>34.5</b>	<b>30.5</b>	<b>152.0</b>	<b>154.0</b>	<b>156.0</b>	<b>148.0</b>
<b>Totaal Universiteiten en kennisinstutten</b>	<b>40.3</b>	<b>53.8</b>	<b>55.0</b>	<b>48.1</b>	<b>242.1</b>	<b>251.3</b>	<b>241.0</b>	<b>219.6</b>

n.o. = nog onbekend

\*\* = zie tekst voor uitleg



## 4.2 De huidige en toekomstige onderzoekscapaciteit

In deel C, vraag 1 van de enquête is gevraagd om aan te geven hoeveel onderzoekscapaciteit (uitgedrukt in fte's) het afgelopen jaar (1996) besteed is aan onderzoek:

- a. specifiek op het gebied van biologische in-situ sanering (specifiek onderzoek);
- b. dat relevant is voor biologische in-situ sanering (flankerend onderzoek).

In tabel 4 is in de beide kolommen "1996", voor zowel specifiek als flankerend onderzoek, de totale onderzoekscapaciteit per kennisinstelling (uitgedrukt in fte's) weergegeven, zoals de onderzoeksgroepen dit zelf hebben opgegeven. Tevens is de totaalscore voor universiteiten en kennisinstellingen afzonderlijk vermeld en daarnaast gesommeerd.

Eenzelfde exercitie is uitgevoerd voor de jaren 1997, '98 en '99. Daarbij is aan de kennisinstellingen gevraagd een schatting van de onderzoekscapaciteit aan te geven op basis van toegezegde geldstroomfondsen. De resultaten staan eveneens in tabel 4 vermeld en zijn in figuur 2 gevisualiseerd.

Uit tabel 4 en figuur 2 valt op dat het aandeel flankerend onderzoek circa 5 maal zo groot is als het percentage specifiek op biologische in-situ sanering gerichte onderzoek. Het feit dat ook de kennisinstellingen meer flankerend dan specifiek onderzoek uitvoeren komt mede voort uit het gegeven dat vooral het RIVM en de DLO-instituten aangeven relatief veel flankerend onderzoek uit te voeren. Het RIVM geeft zelfs aan dat, afhankelijk van de definitie die voor flankerend onderzoek wordt gehanteerd, het flankerend onderzoek mogelijk zelfs 200 fte bedraagt. Naast de beide in de tabel genoemde laboratoria zijn bij dit onderzoek onder andere ook de chemisch-analytische laboratoria van het RIVM betrokken en laboratoria als het LBO (Lab. voor Blootstellingsonderzoek, het LEO (Lab voor Effectenonderzoek), het CSR (Centrum voor Stoffen en risicobeoordeling) en het LWD (Lab. voor Water(bodem) en Drinkwateronderzoek).

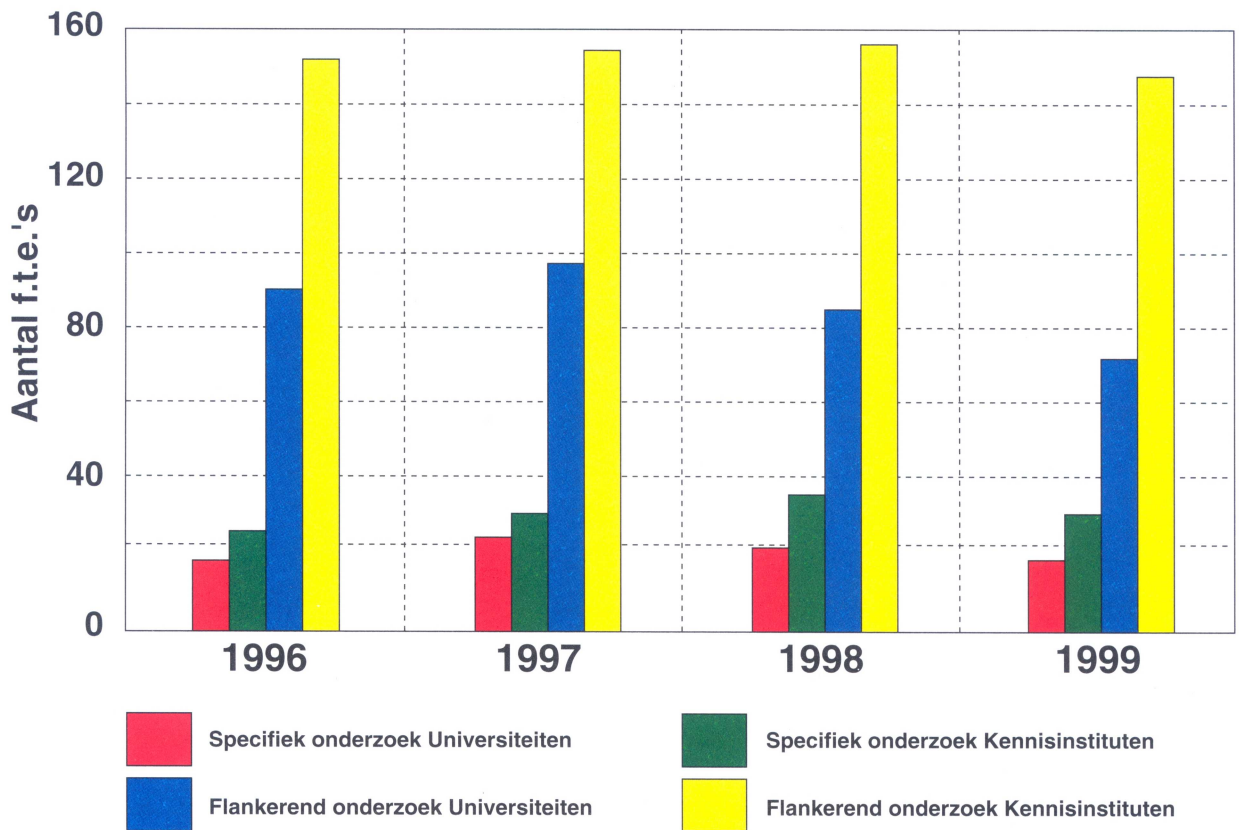
Uit de gegevens van tabel 4 blijkt verder dat wat betreft het specifiek onderzoek het aandeel van de kennisinstellingen hoger is dan dat van de universiteiten. Voor het flankerend onderzoek leek, voordat de gegevens van het RIVM bekend waren het tegenovergestelde het geval te zijn, namelijk dat de universiteiten een groter deel van het flankerend onderzoek voor hun rekening nemen. De grote bijdrage in capaciteit van vooral het RIVM maakt echter dat ook op het gebied van flankerend onderzoek de kennisinstellingen over meer onderzoekscapaciteit beschikken dan de universiteiten.

Verder valt op dat er na 1997 sprake is van een dalende tendens, waarbij na 1998 de "grootste dip" optreedt. In een aantal gevallen is tijdens de gevoerde gesprekken ook gesteld dat de financiering na 1998 op dreigt te drogen, aangezien onder meer het NOBIS-programma ophoudt te bestaan. Ook de duur van de projecten speelt hierbij een rol. De duur varieert bij universitair onderzoek gemiddeld tussen de 2 jaar (veelal Post-doc projecten) en 4 jaar (vooral AIO/OIO-projecten).

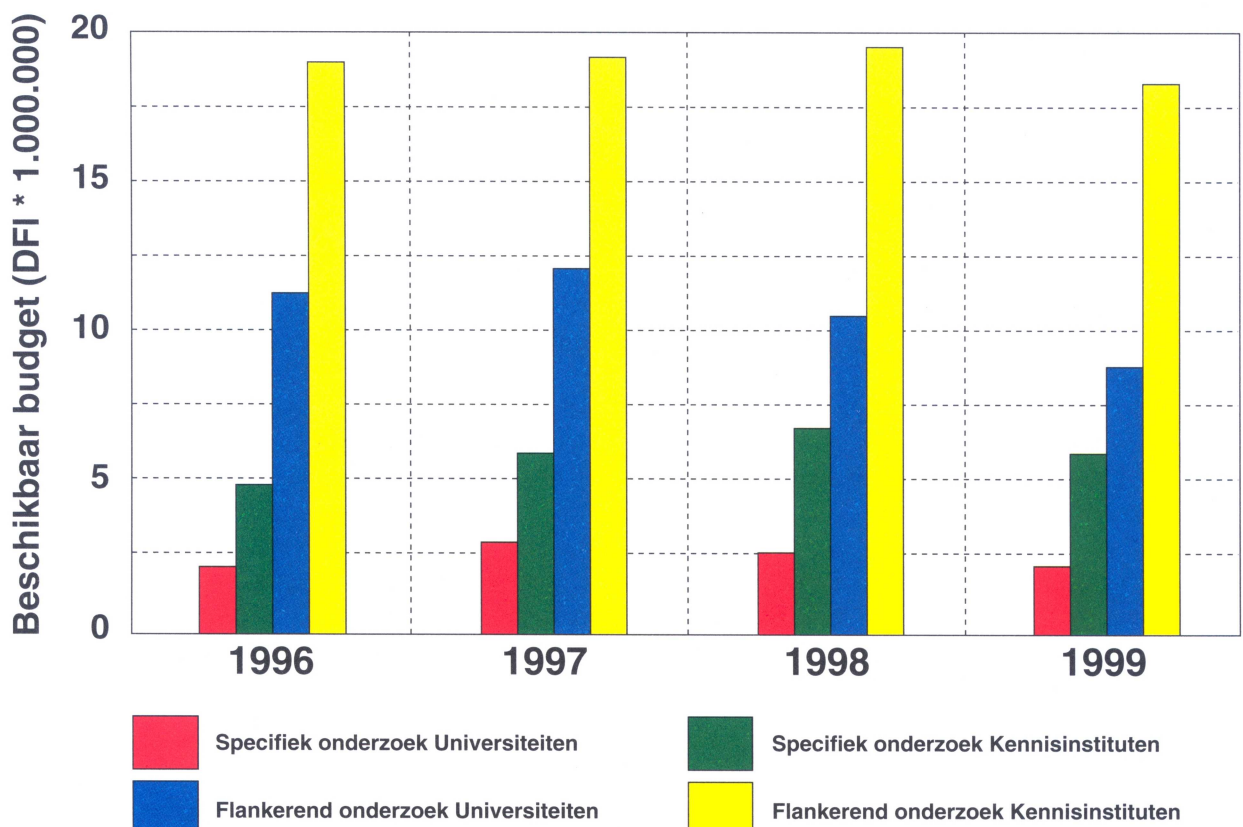
Voor kennisinstellingen varieert de gemiddelde duur tussen enkele maanden en langlopende contracten van enige jaren. Een aantal van de kort lopende projecten is afgerond vòòr 1998 en op dit moment zijn er nog weinig nieuwe projectafspraken voor in de plaats gekomen.

De verdeling van onderzoeksprojecten tussen vast en tijdelijk personeel is niet weergegeven in tabel 4, maar is door een aantal universitaire vakgroepen wel vermeld in de enquête. Uit de antwoorden blijkt dat op een enkele uitzondering na het merendeel van de projecten hoofdzakelijk wordt uitgevoerd door tijdelijk personeel, waarbij vooral AIO's worden ingezet. Bij projecten met een looptijd korter dan 4 jaar worden door universiteiten vooral toegevoegde onderzoekers ingezet.

**Figuur 2: Onderzoekscapaciteit  
in-situ-bodemsanering (in f.t.e.'s)**



**Figuur 3: Beschikbaar onderzoeksbudget  
Universiteiten en kennisinstituten**



Tenslotte is de, in tabel 4 vermelde, onderzoekscapaciteit uitgedrukt in geld. Als vuistregel is aangenomen dat het equivalent in geld van 1 universitaire fte f 125.000,-- bedraagt en dat 1 fte van de kennisinstituten gemiddeld gelijkgesteld kan worden met f 200.000,--. De resultaten zijn weergegeven in figuur 3.

Indien de totale onderzoekscapaciteit aldus wordt uitgedrukt in geld, blijkt dat gemiddeld genomen over de periode 1996-1999 ruim 8 miljoen per jaar wordt besteed aan specifiek onderzoek, waarvan zo'n 25 % door de universiteiten en ruim 40 miljoen aan flankerend onderzoek, waarvan eveneens ca. 25 % door de universiteiten: in totaal ruim 48 miljoen.

Hierbij moeten enkele kanttekeningen worden gemaakt. Slechts 34 instellingen hebben de gevraagde gegevens met betrekking tot de onderzoekscapaciteit geleverd. Er zijn ongetwijfeld nog meer kennisinstellingen die een bijdrage aan de onderzoekscapaciteit leveren. Ook de verdeling tussen specifiek en flankerend onderzoek is niet eenduidig geïnterpreteerd. Vergelijkbaar onderzoek wordt in een beperkt aantal gevallen door de ene vakgroep als specifiek en door een andere als flankerend aangemerkt. Verondersteld wordt dat het één het ander uitmiddelt. Over het algemeen is specifiek onderzoek geassocieerd met toegepast onderzoek en flankerend met fundamenteel onderzoek.

In dit kader wordt tevens opgemerkt dat van de 10 miljoen gulden die NOBIS jaarlijks uitgeeft aan onderzoek, inmiddels ruim 6 miljoen terecht komt bij de kennisinstellingen. Daarvan gaat ca. 5 miljoen rechtstreeks naar de grotere kennisinstituten, zoals TNO, GD en de DLO-instituten. Ruim 1 miljoen gulden belandt bij de universiteiten, die in NOBIS participeren.

Indien deze cijfers vergeleken worden met de onderzoekscapaciteit valt op dat deze verhouding van globaal 5:1 niet geheel in overeenstemming is met het aandeel dat kennisinstituten ten opzichte van universiteiten qua onderzoekscapaciteit in huis hebben: deze is in fte's uitgedrukt nagenoeg 2:1 en in geld 4:1. Relatief komt derhalve meer NOBIS-geld bij de kennisinstituten terecht.

Nemen we echter het specifiek op in-situ bodemsanering gerichte onderzoek in beschouwing, zoals dat wordt uitgevoerd door de universiteiten, dan kan geconcludeerd worden dat van de ruim 2 miljoen gulden die universiteiten jaarlijks hieraan besteden twee-derde afkomstig is van externe financiering, zijnde ongeveer 1,4 miljoen gulden. NOBIS betaalt jaarlijks ruim 1 miljoen gulden aan de universiteiten, waarbij de kanttekening gemaakt dient te worden dat een deel ook voor flankerend onderzoek bestemd is. Hieruit volgt desalniettemin het belang van een programma als NOBIS voor de continuering van de onderzoekscapaciteit van universiteiten op genoemd terrein.

#### **Conclusies t.a.v. onderzoekscapaciteit:**

- Voor het specifiek op in-situ bodemsanering gerichte onderzoek is het aandeel van de kennisinstituten (uitgedrukt in fte's) hoger dan dat van de universiteiten;
- Wat betreft het flankerend onderzoek nemen de universiteiten een groter deel voor hun rekening;
- Na 1997 neemt de onderzoekscapaciteit af, waarbij na 1998 de "grootste dip" optreedt;
- Indien de onderzoekscapaciteit in geld wordt uitgedrukt kan gesteld worden dat van het totaal opgegeven budget van ruim 30 miljoen gulden het merendeel besteed wordt door de kennisinstituten, zowel ten aanzien van specifiek als flankerend onderzoek.
- Het NOBIS-programma levert een grote externe bijdrage aan de onderzoekscapaciteit van zowel kennisinstituten als universiteiten.

## 5. BEVINDINGEN EN SUGGESTIES VOOR DE TOEKOMST

Bevindingen van de onderzoekers en suggesties die naar voren zijn gebracht door de gesprekspartners tijdens de afgelegde bezoeken en/of in de enquête zijn vermeld als antwoord op onderdeel C, vraag 3 betreffen met name:

- 1) de beschikbaarheid van onderzoekscapaciteit;
- 2) het marktgericht opereren;
- 3) het belang van interdisciplinaire samenwerking;
- 4) de verankering van kennis;
- 5) toekomstige onderzoeksprogramma's.

### **ad 1) De beschikbaarheid van onderzoekscapaciteit**

De (geringe) beschikbaarheid van onderzoekscapaciteit speelt met name een rol bij universiteiten. Alhoewel er in potentie voldoende capaciteit aanwezig is vormt de inzetbaarheid ervan een knelpunt. Kennisinstituten zijn gemakkelijker in staat om de benodigde capaciteit op het juiste moment in te zetten. Gezien hun organisatievorm, waarbij projecten veelal door multidisciplinaire teams worden uitgevoerd en het toegepaste karakter van het werk kunnen zij flexibeler opereren. Dit geldt overigens niet voor alle kennisinstituten. Zo geeft het RIVM bijvoorbeeld aan dat zij, als zijnde een departementaal kennisinstituut, niet erg flexibel kunnen opereren, aangezien hun capaciteit vrijwel volledig gealloceerd is door VROM.

De organisatie van het wetenschappelijk onderzoek is zodanig, dat een relatief kleine vaste kern van medewerkers verantwoordelijk is voor onderwijs en onderzoek. Deze vaste wetenschappelijke staf richt zich onder andere op de verwerving van onderzoekprojecten. Voor de uitvoering van onderzoekprojecten wordt gebruik gemaakt van tijdelijk personeel, waarbij de voorkeur uitgaat naar projecten met een looptijd van 4 jaar, zodat het onderzoek door een AIO of OIO uitgevoerd kan worden. Via deze organisatievorm wordt gestreefd naar de publikatie van goede artikelen in internationale tijdschriften met daarnaast de mogelijkheid om het onderzoeksprogramma van de universitaire onderzoeksgroepen geregeld bij te stellen.

De uitvoering van kortlopende projecten is in het algemeen moeilijk, omdat voor elk onderzoekproject steeds tijdelijk personeel moet worden aangetrokken. Onderzoekprojecten met een looptijd van 2 jaar kunnen in principe goed uitgevoerd worden door postdocs. Deze onderzoekers zijn reeds gepromoveerd en zijn in staat om in een relatief korte tijd kwalitatief goed werk af te leveren. Voorwaarde voor een dergelijk onderzoekproject is dat er in het project een voldoende wetenschappelijke diepgang te bereiken valt.

De vraag naar vooral kortlopende, toepassingsgerichte onderzoekprojecten vanuit de (in-situ bodemsanerings)markt en de wens van de universiteiten om met langduriger, wetenschappelijk interessante projecten bezig te zijn, resulteert in een spanningsveld. Dit spanningsveld wordt nog versterkt doordat de kwaliteit van het universitaire onderzoek wordt beoordeeld door visitatie-commissies, waarbij een voldoende hoog wetenschappelijk gehalte een belangrijk beoordelingscriterium is.

Binnen de huidige situatie (beperkte financiële middelen) is het vrijwel ondoenlijk om de knelpunten met betrekking tot de flexibele inzetbaarheid van personeel op korte termijn op te lossen. De minimale financiering vanuit de 1<sup>e</sup> geldstroom geeft ook niet de mogelijkheid reserves op te bouwen om een overbrugging naar een andere manier van werken mogelijk te maken. Door enkele onderzoeksgroepen is nog naar voren gebracht dat zij vanwege de financiën de onderzoeks- en acquisitie-inspanningen concentreren rond een beperkt aantal onderwerpen.

**Concluderend kan wat betreft de beschikbaarheid van kennis gesteld worden dat:**

- **Kennisinstituten in staat zijn flexibeler te opereren qua inzetbaarheid van onderzoekspersoneel dan universiteiten;**
- **Universitaire vakgroepen de voorkeur geven aan langlopende projecten met een voldoende wetenschappelijke diepgang.**

#### **ad 2) Marktgericht opereren**

De beperkte financiële middelen nopen aan de andere kant tot meer marktgericht opereren teneinde meer inkomsten uit externe fondsen te betrekken. Marktgericht opereren houdt in de eerste plaats in dat men de markt moet kennen. En om de markt te kennen, is het noodzakelijk om contacten met de markt(partijen) te onderhouden. In dit verband zijn "networking" en "communicatie" door een aantal vakgroepen genoemd als zijnde van essentieel belang.

Op nationaal niveau betekent dit voor de onderzoekers zelf ondermeer contact onderhouden met onderzoeksgroepen die actief zijn op aanverwante onderzoeksdisciplines. Maar ook internationaal wordt het belangrijk geacht om persoonlijke contacten te onderhouden met goede onderzoekers van aanverwante of andere disciplines om hiermee projectvoorstellen te kunnen schrijven voor EU-onderzoeksprogramma's.

Publicaties in vakliteratuur en algemene literatuur, evenals participatie in congressen en symposia worden van belang geacht om de eigen naamsbekendheid te vergroten en directe contacten met onderzoekers en andere partijen te kunnen leggen.

Het uitvoeren van studies in samenwerking met adviesbureau's is eveneens genoemd. Deze samenwerking kan zeer vruchtbaar zijn als de universitaire partner de mogelijkheid heeft om nieuwe kennis te ontwikkelen en de ingenieursbureau's zich richten op het overdragen en exploiteren van bestaande kennis.

Last but not least wordt getracht directe contacten te leggen met grote probleembezitters en deze zorgvuldig te onderhouden.

De kennisinstituten gaan nog een stapje verder in hun aanpak om marktgericht te opereren. Zo organiseert een aantal van hen regelmatig specifieke bijeenkomsten en workshops met geselecteerde klantgroepen. Ook worden actief kennisnetwerken opgestart en onderhouden, waarin wordt samengewerkt tussen kennisontwikkelaars en eindgebruikers. Voorbeelden hiervan zijn het "European network for Industrially Contaminated Land" (NICOLE) en het "Nationaal Risico Platform" (NARIP).

Tevens worden actief samenwerkingsverbanden met bedrijven aangegaan door deelname in projecten op basis van co-financiering. In samenwerking met de bedrijven en daarnaast universiteiten en adviesbureau's worden projectvoorstellen voorbereid en uitgevoerd. Het NOBIS-programma, waarbinnen consortiumvorming een verplichting is, is hier een goed voorbeeld van. Maar ook programma's als BTS vervullen deze rol.

Verder vindt er een directe interactie tussen kennisinstituten en universiteiten plaats, door bijvoorbeeld het gezamenlijk opzetten van kenniscentra met universiteiten (o.a. Kenniscentrum Wageningen waarin de DLO-instituten en de LUW samenwerken) en het part-time aanstellen van medewerkers van kennisinstituten bij universiteiten.

Tenslotte wordt opgemerkt dat marktgericht opereren niet ten koste mag gaan van de wetenschappelijke kwaliteit van het onderzoek. Het zal de nodige inspanning vergen van met name de universiteiten om het een het ander te laten versterken.

**De volgende conclusies kunnen getrokken worden ten aanzien van marktgericht opereren:**

- **Marktgericht opereren betekent voor de meeste universitaire vakgroepen vooral het onderhouden van contacten en verwerven van naamsbekendheid in de "eigen" onderzoekswereld;**
- **Kennisinstituten richten zich veelmeer op de "economische" markt, waar de vraag naar en financiering van het onderzoek vandaan komt.**

### **ad 3) Verankering van kennis**

Naast kennisontwikkeling is verankering van kennis van wezenlijk belang.

Universiteiten en kennisinstituten kunnen hier ieder een belangrijke taak in vervullen.

De rol van universiteiten met betrekking tot kennisverankering ligt primair bij de verankering van kennis "in" mensen. De onderwijstaak van universiteiten leent zich uitstekend voor overdracht van kennis en vormt daarmee een eerste stap tot verankering. Via onderwijsprogramma's kunnen jaarlijks vele studenten de noodzakelijk geachte kennis verwerven, die van belang is voor het adequaat uit kunnen voeren van biologisch in-situ saneringsonderzoek. Door dergelijke programma's regelmatig te actualiseren en de colleges mede te laten verzorgen door mensen die in de praktijk werkzaam zijn, zijn zij adequaat geïnformeerd over de laatste stand van zaken. Een goede opleiding vormt een solide basis voor hoogwaardig onderzoek. Van belang daarbij is dat het multidisciplinaire karakter van de bodemsaneringsproblematiek ook tot uitdrukking komt in de opleiding. Overigens is opgemerkt dat kennis pas daadwerkelijk verankerd is als de kennis ook is toegepast. Het "niet vast kunnen houden" van goed opgeleide mensen binnen universiteiten, vanwege vooral bezuinigingen, vormt enerzijds een probleem voor de continuering en verankering van kennis, maar hoeft geenszins te betekenen dat de opgebouwde kennis daarmee ook verdwijnt. De reikwijdte van de kennisverspreiding kan hiermee juist vergroot worden, mits men elders een betrekking vindt, waar de kennis toegepast kan worden.

De kennisinstituten kunnen een brugfunctie vervullen tussen fundamentele kennisontwikkeling en toepassing van kennis in de praktijk. Met name op het directe onderzoeksvlak, d.w.z. specifiek op biologische in-situ sanering gericht, beschikken zij over een relatief grote onderzoekscapaciteit. Doordat in teamverband aan projecten gewerkt wordt door met name vast personeel, spelen kennisinstituten een belangrijke rol in de kennisverankering. Zij zijn bij uitstek geschikt om kennis toegankelijk te maken en beschikbaar te houden. Kenniscentra, zoals het Kenniscentrum Bodembeheer en Saneringstechnologie, spelen ook een rol van betekenis in de kennisverankering.

**Concluderend kan ten aanzien van verankering van kennis gesteld worden dat:**

- **De rol van universiteiten m.b.t. verankering van kennis ligt primair in het opleiden van mensen door middel van overdracht van ontwikkelde kennis;**
- **De rol van kennisinstituten m.b.t. verankering van kennis betreft vooral het toegankelijk maken van kennis en beschikbaar houden van kennis.**

### **ad 4) Multidisciplinaire samenwerking**

Onderzoek dat beoogt een bijdrage te leveren aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken vergt veelal een multidisciplinaire benadering<sup>5</sup>. In dit opzicht is zelfs geopperd om vakgroep(en) in te stellen, die het bodemkwaliteitsprobleem als onderwerp hebben.

Tijdens de gevoerde gesprekken is door een aantal gesprekspartners de overtuiging uitgesproken dat op het grensvlak van disciplines de grootste wetenschappelijke vooruitgang te boeken is. Vervolgens is de vraag gesteld hoe multidisciplinaire samenwerking bewerkstelligd zou kunnen worden. Samenwerking tussen mensen met verschillende disciplinaire achtergronden stuit nu nog vaak op een aantal inhoudelijke en organisatorische problemen, zowel intern als extern.

Hierbij wordt opgemerkt dat kennisinstituten veelal meerdere disciplines "in huis" hebben en derhalve de nodige ervaring hebben met het multidisciplinair benaderen van onderzoeksonderwerpen. In het vervolg van deze paragraaf wordt daarom met name ingegaan op de situatie voor universitaire vakgroepen.

In het verslag van een eerder gehouden workshop over dit onderwerp is een groot aantal voorwaarden genoemd voor het succesvol uitvoeren van multidisciplinair onderzoek. Enkele daarvan, die tijdens de gesprekken ook naar voren zijn gekomen, worden er hier uitgelicht. Samenwerken is in de eerste plaats mensenwerk. Een goede multidisciplinaire samenwerking vraagt van de onderzoekers onder meer dat zij:

- goed zijn in het eigen (disciplinaire) vak, opdat een gekwalificeerde bijdrage geleverd kan worden;
- naast disciplinaire diepgang, over een zekere breedheid beschikken over de grenzen van het eigen vakgebied heen (T-shaped individuals);
- willen en kunnen samenwerken in teamverband;
- in staat zijn te communiceren met anderen in dialoog, hetgeen ook inhoudt dat men kan en wil luisteren naar andersoortige inbreng dan de eigen (afwezigheid van vakarrogantie).

Voor de projectleiders geldt dat zij over additionele projectmanagement vaardigheden moeten beschikken en een inspirerende, gezaghebbende rol kunnen vervullen.

Het overkoepelende management van de betrokken organisatie(s) speelt een belangrijke voorwaardenscheppende en faciliterende rol. Uit middelen als opleiding, beoordelings- en beloningssystemen, moet duidelijk blijken dat het management belang hecht aan multidisciplinair onderzoek.

Uit de gesprekken kwam met name naar voren dat externe factoren ook een belangrijke rol spelen om tot succesvolle samenwerking te komen. Verschillende pogingen om bijvoorbeeld gezamenlijke AIO-projecten van de grond te tillen strandden omdat volgens zeggen financiers, zoals onderzoeksprogramma's, niet bereid waren "zoveel" geld op tafel te leggen voor één project en het geld liever verdeelden over meerdere (disciplinair gerichte) projecten.

Binnen toekomstige onderzoeksprogramma's dient rekening te worden gehouden met het feit dat bepaalde wetenschappelijke en/of maatschappelijke vragen niet binnen één discipline zijn op te lossen. Men moet dan ook bereid zijn om multidisciplinair onderzoek te beoordelen op haar merites en financieel te steunen.

Overigens is wel opgemerkt dat samenwerking geen doel op zich moet zijn, maar een middel om een gezamenlijk belang te realiseren. Samenwerking moet een meerwaarde bieden aan alle betrokken partijen.

**De conclusies ten aanzien van multidisciplinaire samenwerking luiden:**

- **Het maatschappelijke en praktijkgeoriënteerde karakter van bodemsanering vraagt om een multidisciplinaire aanpak;**
- **Multidisciplinaire samenwerking vraagt om bepaalde kwaliteiten van de onderzoekers, het projectmanagement en de organisatie;**
- **Toekomstige onderzoeksprogramma's moeten bereid zijn multidisciplinair onderzoek financieel te ondersteunen;**
- **Samenwerking moet een meerwaarde bieden aan alle betrokken partijen.**

**ad 5) Toekomstige onderzoeksprogramma's**

Op de vraag welke factoren, behalve geld, een rol spelen om aan een onderzoeksprogramma deel te nemen is geantwoord:

- waardering/ erkenning voor eigen onderzoek;
- aansluiting bij eigen onderzoek en organisatorische inpasbaarheid;
- duidelijke, vooraf heldere procedures;
- succesfactor (kans op doorgaan gerelateerd aan benodigde investeringsinspanning)

Met name de meerwaarde die het onderzoeksproject kan bieden aan het eigen onderzoek is van doorslaggevende betekenis.

Universitaire onderzoeksgroepen zijn in hoofdzaak gehouden aan een fundamenteel onderzoeksprogramma en worden daar ook op beoordeeld door middel van visitaties, op basis van aantallen publicaties, e.d. Het aangaan van een project binnen een onderzoeksprogramma moet daarom tevens een versterking van het eigen onderzoeksprogramma betekenen. Men streeft ernaar om kennis te blijven ontwikkelen door het uitvoeren van vernieuwend onderzoek. Korte projecten zijn in het algemeen verre van interessant voor de universitaire onderzoekswereld. Het voordeel van programma's als STW en EEG-ENVIRONMENT is dat er 4 jarige AIO's en/of 2-4 jarige post-docs kunnen worden aangesteld. Routinematig onderzoek, dat zich bijvoorbeeld puur richt op het meten van parameters, zonder duidelijke wetenschappelijke vraagstelling, wordt over het algemeen niet geëntameerd. Men participeert alleen in programma's die qua opzet en uitvoering geschikt zijn voor het uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek op hoog niveau.

Een van de aantrekkelijke aspecten van het huidige NOBIS-programma voor universiteiten is de mogelijkheid om studenten kennis te laten maken met de praktijk, via onderzoekstages en het geven van colleges door in NOBIS functionerende personen.

Door de kennisinstituten is aangegeven dat zij met name de verplichte samenwerkingsformule appreciëren. Het heeft hun ondermeer directe contacten met probleembezitters opgeleverd en hun kennis(sen)netwerk uitgebreid. Ook volgende onderzoeksprogramma's zouden bij voorkeur een dergelijke samenwerkings- en ook een co-financieringsformule moeten voorstaan.

Ten aanzien van de inhoud van toekomstige programma's, zoals wellicht binnen het nieuw op te richten Stichting Kennistransfer Bodemonderzoek, is tijdens de interviews het volgende ter sprake gekomen: Het Speerpunt Programma Bodem Onderzoek (SPBO) dat aan NOBIS vooraf ging, had een sterk fundamenteel karakter. Het huidige NOBIS-programma is marktgestuurd en toepassingsgericht. Binnen een volgend programma zou het aandeel fundamenteel-strategisch onderzoek weer groter moeten zijn dan thans het geval is. Naarmate het NOBIS-programma vordert, wordt steeds duidelijker waar nog kennisleemten zijn en behoefte is aan generiek onderzoek. Deze onderzoeksvragen zouden in een volgend programma aan bod moeten komen. In dit kader is nog opgemerkt dat ook probleemeigenaren zelf bereid zouden moeten zijn om (generiek) toegepast onderzoek te financieren om de voortgang van kennisontwikkeling en -implementatie te kunnen realiseren, ook in algemeen eigen belang.



De kennisinstellingen stellen het overigens op prijs om direct en actief betrokken te worden bij de totstandkoming van een volgend onderzoeksprogramma.

**Geconcludeerd kan worden dat toekomstige onderzoeksprogramma's:**

- Een aanzienlijk deel fundamenteel-strategisch onderzoek zouden moeten financieren;
- Het beoogde onderzoek qua duur en wetenschappelijke uitdaging aan moet sluiten bij de onderzoeksprogramma's van universiteiten;
- Een samenwerkingsverplichting en een co-financieringsformule kennen.

## **6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN**

### **6.1 Kennisinfrastructuur**

Binnen deze studie is een representatief beeld verkregen van de de kennisinfrastructuur binnen Nederland op het gebied van biologische in-situ bodemsanering.

De onderzoeksactiviteiten blijken verdeeld te zijn over een groot aantal universitaire vakgroepen en kennisinstituten. Binnen de universiteiten wordt vooral fundamenteel onderzoek verricht naar ondermeer de processen die zich in de bodem afspelen, zowel biologisch als hydrologisch en (geo)chemisch. Ook fundamentele eco(toxico)logische aspecten, die van belang zijn voor risico-inschatting van milieucontaminanten worden door enkele vakgroepen onderzocht. De risico-analyses zelf zijn eerder het domein van kennisinstituten, evenals toepassingsgerichte onderwerpen als meten en monitoren en de ontwikkeling van saneringsconcepten en -technieken. Overigens zijn milieutechnologisch georiënteerde vakgroepen ook actief op laatstgenoemd terrein.

Er bestaan vele samenwerkingsverbanden, variërend van het gezamenlijk uitvoeren van ad-hoc projecten tot meer structurele samenwerkingsverbanden, mede voortkomend uit de participatie in onderzoeksscholen en -instituten. De verplichte samenwerking tussen marktpartijen, zoals NOBIS deze hanteert, heeft de samenwerking tussen onderzoeksgroepen en externe partijen bevordert. Gebleken is ook dat een dergelijke samenwerking een meerwaarde kan bieden aan alle betrokken partijen.

### **6.2 Onderzoekscapaciteit**

Uitgedrukt in fte's blijkt dat zowel voor het specifiek op in-situ bodemsanering gerichte onderzoek als wat betreft het flankerend onderzoek, dat van belang kan zijn voor de biologische in-situ saneringspraktijk, de kennisinstituten qua onderzoekscapaciteit een groter aandeel innemen dan de universiteiten. Over de gehele linie genomen blijkt er verhoudingsgewijs veel meer (ca. 5 maal zo veel) flankerend onderzoek uitgevoerd te worden dan onderzoek dat zich specifiek op biologische in-situ sanering richt. Financiering van het onderzoek voor biologische in-situ sanering is voor het merendeel afkomstig van de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> geldstroom.

Het gevaar bestaat dat na 1998 de financiering dreigt op te drogen, mede ten gevolge van het ophouden van het bestaan van het NOBIS-onderzoeksprogramma. Uit de cijfers blijkt onder meer dat een programma als NOBIS een grote bijdrage levert aan de totale onderzoekscapaciteit. Jaarlijks komt zo'n 5 miljoen gulden bij de kennisinstituten terecht en wordt 1 miljoen gulden door NOBIS uitgegeven aan universitair onderzoek. Indien dit laatste getal wordt vergeleken met het externe onderzoeksbudget van de universiteiten voor specifiek op in-situ bodemsanering gericht onderzoek (circa 1,4 miljoen) blijkt het belang van het NOBIS-programma als externe financieringsbron van dit type onderzoek.

Gelet op de betekenis van de thans opgebouwde kennisinfrastructuur en het belang van externe financieringsprogramma's, zoals NOBIS, voor de instandhouding ervan, wordt aanbevolen om de activiteiten van NOBIS na 1998 voort te zetten in bij voorkeur het SKB. Het aandeel fundamenteel-strategisch onderzoek moet hierbij groot genoeg zijn om de onderzoeksactiviteiten te kunnen continueren.

### 6.3 Toekomstig onderzoek

Het belang van externe financiering voor biologisch in-situ saneringsonderzoek neemt voor kennisinstellingen in de toekomst alleen maar toe, waardoor marktgericht opereren steeds noodzakelijker wordt.

Kennisinstututen hebben meer ervaring met marktgericht opereren dan universiteiten, gezien het toegepaste karakter van het onderzoek en de afhankelijkheid van externe financieringsbronnen. Marktgericht opereren betekent voor de meeste universitaire vakgroepen vooral het onderhouden van contacten en verwerven van naamsbekendheid in de "eigen" onderzoekswereld. Hier wordt men in feite ook op beoordeeld en het sluit aan bij de wetenschappelijke doelstelling van universiteiten. Kennisinstututen richten zich veelmeer op de "economische" markt, waar de vraag naar en financiering van het onderzoek vandaan komt.

Ten aanzien van de beschikbaarheid en flexibele inzetbaarheid van personeel geldt dat kennisinstututen over het algemeen in staat zijn om flexibeler te opereren dan universiteiten. Een uitzondering op deze regel vormt het RIVM als departementaal kennisinstutut, waarbij de capaciteit vrijwel volledig gealloceerd is door het Ministerie VROM.

Nog meer dan thans het geval gaat verankering van opgedane kennis een steeds grotere rol spelen. Het fundament is daartoe reeds gevormd. De rol van universiteiten met betrekking tot verankering van kennis lijkt primair te liggen in het opleiden van mensen door middel van overdracht van ontwikkelde kennis, terwijl de rol van kennisinstututen met betrekking tot verankering van kennis vooral gezocht moet worden in het toegankelijk maken van kennis en beschikbaar houden van kennis.

Om tot een gestructureerde verankering van kennis te komen is het wenselijk dat afspraken worden gemaakt tussen de betrokken partijen in de markt. Ook NOBIS wil hieraan bijdragen. Dergelijke afspraken kunnen ook van betekenis zijn voor het nieuw op te richten SKB.

Tenslotte wordt met betrekking tot toekomstige onderzoeksprogramma's geconcludeerd dat zij een aanzienlijk deel fundamenteel-strategisch onderzoek zouden moeten financieren, waarbij het beoogde onderzoek qua duur en wetenschappelijke uitdaging aan moet sluiten bij de onderzoeksprogramma's van universiteiten. Tevens moet de bereidheid aanwezig zijn om multidisciplinair onderzoek financieel te ondersteunen. Het maatschappelijke en praktijkgeoriënteerde karakter van bodemsanering vraagt namelijk om een multidisciplinaire aanpak. Om tot innovatieve en grensverleggende saneringsconcepten te komen is generiek onderzoek van wezenlijk belang. De financiering van dit niet-locatiegebonden, maar wel van algemeen belang zijnde type onderzoek dient voor de toekomst veilig gesteld te worden.

Een samenwerkingsverplichting evenals een co-financieringsformule is binnen toekomstige onderzoeksprogramma's ook gewenst en heeft zijn waarde in de (NOBIS) praktijk reeds bewezen.

## 7. GEBRUIKTE AFKORTINGEN

### Kennisinstututen

AB-DLO	DLO Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek
DLO	Dienst Landbouwkundig bodemonderzoek
GD	Grondmechanica Delft
IBN-DLO	Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
IPO-DLO	Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek
NITG-TNO	Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
SC-DLO	Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TNO-MEP	TNO- Milieu, Energie en Procesinnovatie

### Universitaire instellingen en onderzoeksgroepen

CML	Centrum voor Milieukunde te Leiden
HKL	Vakgroep Hydrologie, Kwartairgeologie en Laaglandgenese
KUN	Katholieke Universiteit Nijmegen
LUW	Landbouw Universiteit Wageningen
RUG	Rijksuniversiteit Groningen
RUL	Rijksuniversiteit Leiden
TUD	Technische Universiteit Delft
UT	Universiteit Twente
UU	Universiteit Utrecht
UvA	Universiteit van Amsterdam
VU	Vrije Universiteit (Amsterdam)
WMG	Vakgroep Waterbeheer, Milieu- en Gezondheidstechniek van de TUD

### Onderzoeksscholen en -instituten

ACES	Amsterdams Centrum voor Milieuwetenschappen (VU)
ARISE	Amsterdams Instituut voor stoffen in Ecosystemen (UvA)
BSDL	Onderzoeksschool Biotechnological Sciences Delft Leiden
CML	Centrum voor Milieuwetenschappen (RULeiden)
CTG	Centrum voor Technische Geowetenschappen
GBB	Onderzoeksschool Groningen Biomolecular Sciences and Biotechnology Institute
ICG	The Netherlands Centre for Geo-ecological Research
IVAM	Interfacultaire Vakgroep voor Milieuwetenschappen (UvA)
IVM	Instituut voor Milieuvraagstukken
M&T	Onderzoeksschool Milieuchemie en Toxicologie
NSG	Aardwetenschappelijke Onderzoeksschool (voor Sedimentaire Geologie)
OSW	Onderzoeksschool Waterbouw
RITOX	Research Instituut Toxicologie (UU)
SENSE	Onderzoeksschool Milieuwetenschappen
STS	Vakgroep voor Wetenschap, Technologie en Maatschappij (UU)
WIMEK	Wagening's Instituut voor Milieu- en klimaatonderzoek (LUW)

<b>Overig</b>	
BIS	Biologische in-situ (bodem)sanering
BTEX	Benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen
CKW's	Gechlorideerde koolwaterstoffen
FTE	Full time equivalent (als maat voor de onderzoekscapaciteit)
ICES	Interdepartementale Commissie Economische Structuur
IOP's	Innovatiegerichte Onderzoekprogramma's
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
NOBIS	Nederlands Onderzoeksprogramma Biotechnologische In-situ Sanering
NWO	Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
SKB	Stichting Kennistransfer Bodemonderzoek
STW	Stichting Technische Wetenschappen
VROM	Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Natuurbeheer

BIJLAGE 1 ENQUETE

## VRAGENLIJST ONDERZOEKSCAPACITEIT NEDERLANDSE KENNISINSTELLINGEN -UNIVERSITEITEN-

### *Toelichting*

*De vragenlijst bestaat uit drie delen.*

*Deel A heeft betrekking op een aantal algemene gegevens van de betreffende vakgroep.*

*In deel B worden vragen gesteld die tot doel hebben de aard van het (in-situ biologisch sanerings) onderzoek dat wordt uitgevoerd te identificeren.*

*In deel C wordt gevraagd naar de beschikbare onderzoekscapaciteit en de inzetbaarheid daarvan.*

*U wordt gevraagd de vragenlijst bij voorkeur met een tekstverwerker (WP5.1) in te vullen. Indien U er echter voor kiest om de vragen handmatig te beantwoorden, kunt u gebruik maken van de ruimte die naast en/of direct onder elke vraag is opengelaten. In enkele gevallen zal deze ruimte niet toereikend zijn en wordt u verzocht de gevraagde gegevens op een apart vel te vermelden. Indien een vraag onvoldoende duidelijk is, vragen wij u aan te geven op welke wijze u de vraag heeft geïnterpreteerd.*

### **A. Algemene gegevens kennisinstelling (per organisatorische eenheid)**

1. Naam van de universiteit, waarvan de vakgroep onderdeel uitmaakt:

1.1 Naam van de vakgroep :

1.2 Hoofd van de vakgroep :  
*titel/ voorletter(s)/naam*

1.3 Contactpersoon en functie :  
*titel/ voorletter(s)/naam*

1.4 Postadres vakgroep :  
Postcode :  
Plaatsnaam :

1.5 Bezoekadres :  
Postcode :  
Plaatsnaam :

1.6 Telefoon :  
Telefax :  
E-mail :

2. Omvang vakgroep

Totaal aantal werkzame personen binnen de vakgroep in fte's  
*onderverdeeld naar HL, UHD/HO, UD/OND, PD, PROM/ AIO/OIO, TWP, NWP<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Gebruikte afkortingen: HL= hoogleraar, UHD/HO = universitair hoofddocent of hoofdonderzoeker, UD/OND = universitair docent of onderzoeker, PD = postdoc, PROM = promovendus, AIO/OIO = assistent/ onderzoeker in opleiding, TWP = tijdelijk wetenschappelijk personeel, NWP = niet-wetenschappelijk personeel

**B. Type onderzoek**

1. Voert de vakgroep specifiek onderzoek uit m.b.t. biologische in-situ sanering (specifiek onderzoek), danwel onderzoek dat een bijdrage kan leveren aan biologische in-situ bodemsanering (flankerend onderzoek)?

Zo ja, hoe zou U dit onderzoek beknopt omschrijven?

-

2. *In tabel 1 (zie bijlage) zijn in de 1<sup>e</sup> kolom de onderzoeksthema's in het kader van biologische in-situ sanering weergegeven, zoals NOBIS deze onderscheidt. In de bovenste 2 rijen zijn de wetenschappelijke vakgebieden weergegeven. Deze tabel is bedoeld om het onderzoek dat door uw vakgroep wordt uitgevoerd te positioneren.*

Kunt U s.v.p. in deze tabel met kruisjes maximaal 5 zwaartepunten van het onderzoek van uw vakgroep aangeven? Omcirkel s.v.p. het kruisje waar het belangrijkste zwaartepunt ligt.

3. Welke projecten zijn er de afgelopen 2 jaar door de vakgroep uitgevoerd cq. nog lopende:

a > specifiek op het gebied van biologische in-situ sanering?

b > die een bijdrage kunnen leveren aan biologische in-situ sanering?

*Vermeld s.v.p. hieronder, danwel op een apart vel de titel en de looptijd (start, einddatum) van de projecten.*

a > -

b > -



4. Hoeveel en welke artikelen zijn er de afgelopen 2 jaar door de vakgroep gepubliceerd:
- a > specifiek betrekking hebbend op biologische in-situ sanering?
  - b > die een bijdrage kunnen leveren aan biologische in-situ sanering?
- Vermeld s.v.p. hieronder danwel op een apart vel de auteurs, titel, naam van tijdschrift danwel congres of symposium waarvoor gepubliceerd is, datum van publicatie*

a > -

b > -

5. Welke samenwerkingsverbanden kent de vakgroep op het gebied van biologische in-situ sanering:

a > met andere vakgroepen binnen de universiteit?

b > participatie in onderzoeksscholen/ instituten?

c > met bedrijven?

d > overig (nationaal)?

e > internationaal?

### C. Onderzoekscapaciteit

1. Wilt U s.v.p. in tabel 2, kolom 2 aangeven hoeveel onderzoekscapaciteit (uitgedrukt in fte's) het afgelopen jaar (1996) besteed is aan onderzoek, zoals onder vraag B3 benoemd:

a > specifiek op het gebied van biologische in-situ sanering (specifiek onderzoek)?

b > dat relevant is voor biologische in-situ sanering (flankerend onderzoek)?

maak daarbij een onderscheid in HL, UHD/HO, UD/OND, PD, PROM/ AIO/OIO, TWP, NWP

2. Wilt U eveneens in onderstaande tabel 2, in kolom 3 t/m 5, een schatting van de capaciteit voor betreffend onderzoek aangeven in '97, '98 en '99 (wederom in fte's) op basis van toegezegde geldstroomfondsen?

Geef daarbij s.v.p tussen haakjes aan wat de gemiddelde looptijd van het onderzoek betreft uitgedrukt in mensmaanden.

**Tabel 2. Onderzoekscapaciteit**

onderzoekscapaciteit	1996 bestede capaciteit (fte's)	1997 capaciteit (fte's)	1998 capaciteit (fte's)	1999 capaciteit (fte's)
a > specifiek onderzoek - korte omschrijving + looptijd project (in mensmaanden)	HL: UHD/HO: UD/OND: PD: PROM: AIO/OIO: TWP: NWP:			
-				
-				
	Totaal:	Totaal:	Totaal:	Totaal:
b > flankerend onderzoek - korte omschrijving + looptijd project (in mensmaanden)	HL: UHD/HO: UD/OND: PD: PROM: AIO/OIO: TWP: NWP:			
-				
-				
	Totaal:	Totaal:	Totaal:	Totaal:

3. *Uit onderzoek, uitgevoerd door NOBIS (geledingen onderzoek, december 1996) is naar voren gekomen dat er m.b.t. de rol en inbreng van universiteiten een aantal knelpunten bestaat.*

*Het betreft onder meer:*

- *het spanningsveld tussen korte looptijd van projecten en (langere) duur van het universitair onderzoek;*
- *de beschikbaarheid van capaciteit (m.n. flexibele, kortdurende inzet van personeel)*
- *de verankering van kennis (binnen het onderwijs, inzet van vast personeel)*
- *het marktgericht opereren.*

**Vraag:**

**Welke activiteiten worden door uw vakgroep cq. universiteit ondernomen om de gesignaleerde knelpunten voor de komende jaren op te lossen?**





