

**MARKTVERKENNING BIOLOGISCHE
IN-SITU BODEMSANERING IN
NEDERLAND**

*met prognose van de invloed van de
beleidsvernieuwing bodemsanering*

VOORWOORD

.....

INHOUD

	Pagina
SAMENVATTING	7
SUMMARY	10
1 INLEIDING	11
1.1Doelstellingen	11
1.2Leeswijzer	12
2 BELEIDSVERNIEUWING EN DE MARKT VOOR BIOLOGISCHE IN-SITU SANERING	13
2.1Beleidsveranderingen	13
2.2De nieuwe saneringsaanpak en biologische in-situ sanering	14
2.3Onderverdelen totale markt in stofgroep en bodemtype	16
2.4Herdefiniëring biologische in-situ markt	17
2.5Biologische in-situ markt verdeeld naar stofgroepen	20
2.6Geschat marktaandeel in geld voor biologische in-situ technieken	21
3 DE BIOLOGISCHE IN-SITU MARKT OP BASIS VAN DE PRAKTIJK TOT DE BELEIDSVERNIEUWING	23
3.1Volgorde selectiestappen	23
3.2Inventarisatie totale bodemsaneringsproblematiek	23
3.2.1Werkwijze	23
3.2.2Resultaten totale bodemsaneringsmarkt	28
3.3Selectie 1: de potentiële markt voor biologische in-situ sanering	30
3.3.1Werkwijze	30
3.3.2Omvang potentiële markt voor biologische in-situ saneringen	32
3.4Selectie 2: de reële markt voor biologische in-situ sanering	36
3.5Selectie 3: de actuele markt voor biologische in-situ sanering	37
3.6Samenvatting resultaten en conclusies marktomvang vóór beleidsvernieuwing	38
3.6.1Omvang potentiële, reële en actuele markt	38
3.6.2Conclusies potentiële markt	38
3.6.3Conclusies reële markt	39
3.6.4Conclusies actuele markt	40
4 BELANGRIJKSTE CONCLUSIES VAN DE MARKTVERKENNING	41
4.1De markt vóór de beleidsvernieuwing	41
4.2Markt ná de beleidsvernieuwing	42
4.3Omvang in geld	43
4.4Implicaties voor het beleid en het NOBIS-programma	45
LITERATUUR	47

Bijlagen:

- 1Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt
- 2Methode bepaling saneringskosten
- 3Bodemindeling en bodemkaart gebruikt bij schatting saneringskosten

- 4Van totale problematiek naar de potentiële markt voor biologische in-situ sanering
- 5Van potentiële markt naar reële markt voor biologische in-situ sanering
- 6Afleiding selectiematrix 2: restricties
- 7Naar een actuele markt voor biologische in-situ technieken voor de komende 25 jaar
- 8Verdeling locaties over stof/bodem combinaties
- 9Deelnemers brainstorm invloed beleidsvernieuwing op marktpotentie
- 10Mogelijkheden voor biologische in-situ saneren per stof/bodem combinatie

SAMENVATTING

Het doel van deze studie is het verkennen van de Nederlandse markt voor biologische in situ sanering, met het oog op sturing van onderzoek en ontwikkeling op dit gebied. De markt is op twee wijzen in beeld gebracht. Als basis voor de kwantificering diende een bestand met potentieel verontreinigde voormalige en huidige bedrijfsterreinen. In eerste instantie is de markt gekwantificeerd uitgaande van de bestaande bodemsaneringspraktijk ten tijde van de uitvoering (1996). Dit levert schattingen van de reële markt variërend van 4 tot 16 miljard gulden (een voorzichtig en een impulsscenario), waarvan 3,5 tot 14 miljard in de komende 25 jaar zou kunnen worden gerealiseerd (actuele markt). Dit leidt tot een mogelijke omzet van 150 tot 500 miljoen gulden per jaar, een bruto marktaandeel van circa 15 tot 20% en een netto marktaandeel van 4%.

Medio 1997 zijn nieuwe beleidsvoornemens met betrekking tot de bodemsanering bekend geworden. Belangrijke pijlers hiervan zijn kostenreductie en het vervangen van de 'multi-functioneel tenzij' benadering bij het vaststellen van saneringsdoelen door functie-gericht saneren van immobiele verontreinigingen en kosteneffectieve verwijdering van mobiele verontreinigingen. De verwachte effecten van de beleidsvernieuwing zijn:

- afname van de financiële omvang van de bodemsaneringsmarkt met 40 tot 45%. De totale saneringsmarkt voor de komende 25 jaar wordt geraamd op 39 miljard gulden;
- het aantal saneringsgevallen en het 'saneringsvolume' bij immobiele verontreinigingsgevallen loopt terug, ten gevolge van de functiegerichte benadering;
- het saneringsvolume bij mobiele verontreinigingsgevallen neemt toe, omdat er meer verontreiniging zal worden verwijderd (minder IBC).

Het nieuwe beleid heeft waarschijnlijk belangrijke consequenties voor de markt voor biologische in-situ sanering. Verwacht wordt dat de beleidsmatige haalbaarheid van de toepassing sterk zal toenemen. Tegelijkertijd zullen de kosten per m² kunnen dalen als terugsaneerwaarden omhoog gaan. De markt is daarom nogmaals in beeld gebracht, nu uitgaande van het nieuwe beleid. Hierbij is een globalere aanpak gevolgd omdat het nieuwe beleid nog in concrete uitvoeringsplannen moet worden uitgewerkt. Resultaat is dat bij circa 16 % van alle locaties biologische in situ sanering een totaaloplossing kan bieden. Circa 70 % van de locaties komt in aanmerking voor toepassing van een biologische in situ techniek, zo nodig gecombineerd met de inzet van andere technieken voor de aanpak van slecht afbreekbare verontreinigingen of het wegnemen van onacceptabele restisico's. Dit levert een 'bruto' marktaandeel (dat wil zeggen dat de kosten van de eventuele aanvullende, niet biologische in situ maatregelen worden meegerekend) op van 68 %, ofwel 27 miljard gulden, en een netto marktaandeel van 42 %, ofwel 16 miljard gulden. Uitgesmeerd over een periode van 25 jaar betekent dit een jaarlijkse bruto omzet (totale uitgaven aan saneringsgevallen waar biologische in situ technieken worden ingezet) van circa 1,1 miljard gulden en een jaarlijkse netto omzet van circa 655 miljoen gulden (in de komende 25 jaar).

De groeiende inzet van biologische in situ technieken zal leiden tot aanzienlijke besparingen op de saneringskosten, hoewel het niet mogelijk was de omvang van deze besparingen te kwantificeren. Het is echter duidelijk dat de doelstellingen van de beleidsvernieuwing bodemsanering omtrent het goedkoper maken sanering, alleen kunnen worden gehaald als er een duidelijke toename komt van de inzet van goedkopere technieken, zoals biologische in situ methoden.

De inspanningen zullen er dus op gericht moeten blijven om biologische in situ technieken in de praktijk inzetbaar te maken. Hier is ook vanuit gegaan bij het schatten van de mogelijkheden voor inzet van technieken bij verschillende verontreinigingssituaties. Extensieve saneringsvarianten en natuurlijke afbraak kunnen waarschijnlijk worden ingezet bij verontreinigingssituaties waar voorheen vaak een IBC-oplossing werd gekozen, en het onderzoek daarnaar verdient dus continuering. In het kader van een algemeen streven naar kwaliteitsverbetering, en ter begunstiging van de concurrentiepositie van biologische in situ technieken zal blijvend aandacht zal moeten worden besteed aan de prestaties van de technieken in termen van haalbare restconcentraties. Speciale aandacht binnen het NOBIS-programma voor de inzet van biologische in situ technieken in combinatie met andere aanvullende maatregelen vergroot naar verwachting de kans op realisatie van een aanzienlijk markt aandeel.

SUMMARY¹ INLEIDING

2.1 Doelstellingen

Ten behoeve van een goede sturing van het gewenste onderzoek en ontwikkelingen op het gebied van biologische in-situ sanering is behoefte aan een verkenning van de actuele nederlandse markt voor biologische in-situ sanering in de komende 25 jaar. De Stichting NOBIS heeft Tauw Milieu bv opdracht gegeven deze marktverkenning uit te voeren. Vanaf de tweede fase van de studie, waarin een prognose is gemaakt van de invloed van de beleidsvernieuwing bodemsanering op de markt, heeft Tauw samengewerkt met KAM Milieuadvies bv.

De werkwijze en resultaten van de studie zijn in dit rapport beschreven.

Potentiële markt

Ter voorbereiding op het NOBIS-programma is de Ad-NOBIS-studie uitgevoerd. In het kader van Ad-NOBIS is een eerste inschatting gemaakt van de potentiële markt voor biologische in-situ technieken in Europa [1]. Deze is uitgevoerd op basis van een voorselectie van "geschikte bodemgebieden" en bekende "geschikte" verontreinigingsgevallen. De conclusie van de Ad-NOBIS-studie was dat bij circa een derde van alle bodemverontreinigingsgevallen biologische in-situ technieken toepasbaar zijn. De potentiële markt voor biologische in-situ sanering in Nederland werd geschat op minimaal 7 miljard gulden. Daarbij is echter in beperkte mate rekening gehouden met de vraag hoe de potentiële markt verandert indien, als resultaat van het NOBIS-programma, naast makkelijk afbreekbare stoffen in goed doorlatende bodems, biologische in-situ technieken ook bij moeilijker afbreekbare stoffen en in minder goed doorlatende bodems kunnen worden ingezet.

Actuele markt voor de komende 25 jaar

In de Ad-NOBIS-studie is aangegeven dat de potentiële markt voor biologische in-situ technieken betrekking heeft op de komende 30 jaar. De verwachting werd uitgesproken dat de toepassing van biologische in-situ technieken de eerst komende jaren een omzet van circa 50 tot 100 miljoen gulden per jaar zal genereren, in latere jaren een omzet van enkele honderden miljoenen gulden per jaar. In de Ad-NOBIS-studie is echter in beperkte mate rekening gehouden met de beleidsmatige randvoorwaarden die in de praktijk de keuze voor biologische in-situ technieken beïnvloeden en de wettelijke urgentiebepalingen die het moment van sanering bepalen. Deze randvoorwaarden bepalen grotendeels de actuele markt voor biologische in-situ technieken voor de komende 25 jaar. In deze studie wordt aan de hierboven genoemde punten aandacht besteed.

Gehanteerde werkwijze

In deze studie is gebruik gemaakt van uitgebreidere datasets van verontreinigingsgevallen dan bij de Ad-NOBIS-studie. De gevallen die in aanmerking komen voor biologische in-situ sanering zijn geselecteerd in een aantal stappen. De wijze waarop de selectie plaatsvindt is telkens in de vorm van een keuzematrix uitgewerkt. Deze werkwijze maakt de gemaakte keuzes inzichtelijk en door het aanpassen van de keuzematrices wordt het mogelijk na te gaan wat de gevolgen zullen zijn van de verandering van de selectiecriteria.

Beleidsvernieuwing bodemsanering

De afgelopen jaren hebben het Ministerie van VROM, het Interprovinciaal Overleg (IPO) en de Vereniging van Nederlandse gemeenten (VNG) gewerkt aan de vernieuwing van het Nederlandse bodemsaneringsbeleid in het kader van BEVER. Daarnaast heeft de Interdepartementale Werkgroep bodemsanering voorstellen uitgewerkt voor aanpassing van de doelstelling voor bodemsanering en vernieuwing van het juridisch en financieel instrumentarium voor bodemsanering. In juli 1997 is, op basis van de resultaten van beide projecten, door de Regering het 'Kabinetsstandpunt beleidsvernieuwing bodemsanering' uitgebracht. Het Kabinet stelt voor de bodemsaneringsoperatie een impuls te geven door saneren bijna een factor 2 goedkoper te maken en tegelijkertijd extra stimulerende juridische, financiële en fiscale instrumenten in te zetten. De kostenbesparing voor de bodemsanering wordt gevonden in het functiegericht saneren van immobiele verontreiniging en het kosteneffectief verwijderen van mobiele verontreiniging. Met name dit onderdeel van het nieuwe bodemsaneringsbeleid kan effect hebben op de markt voor biologische in-situ technieken. In deze studie wordt dit effect globaal kwantitatief uitgewerkt.

2.3 Leeswijzer

De resultaten van de beleidsvernieuwing werden bekend nadat de eerste fase van de voorliggende studie was afgerond. In deze eerste fase van de studie is de potentiële - en de actuele markt voor biologische in-situ sanering (zie hiervoor) gekwantificeerd. Daarbij is op hoofdlijn uitgegaan van het bestaande bodemsaneringsbeleid c.q. de bodemsaneringspraktijk. In fase 2 zijn de mogelijke effecten van de beleidsvernieuwing op de biologische in-situ markt globaal uitgewerkt. De daarbij gehanteerde aanpak wijkt noodzakelijkerwijs af van die van fase 1, omdat voor het nieuwe beleid nog geen uitvoeringspraktijk bestaat.

Fase 1 en 2 zijn beide in dit rapport opgenomen, maar om bovenstaande reden niet volledig geïntegreerd. Het rapport bestaat daarom in feite uit twee delen. Er is voor gekozen het tweede deel als eerste te presenteren, daar dit de meest actuele informatie geeft. In hoofdstuk 2 zijn daarom de werkwijze en de resultaten van fase 2, het verwachte effect van de vernieuwing van het bodemsaneringsbeleid op de biologische in-situ markt, beschreven. In hoofdstuk 3 staan vervolgens wel de resultaten van fase 1 beschreven, omdat deze meer detailinzicht bieden. Achtereenvolgens komen daarbij aan de orde de gehanteerde werkwijze, de inschatting van de totale bodemsaneringsmarkt, de selectie van de potentiële markt voor biologische in-situ sanering, de selectie van de reële markt en de actuele markt en de conclusies van fase 1.

Hoofdstuk 4 bevat de geïntegreerde conclusies van de fasen 1 en 2. Verder wordt aandacht besteed aan de gevolgen die deze marktstudie kan hebben voor het NOBIS-programma.

3 BELEIDSVERNIEUWING EN DE MARKT VOOR BIOLOGISCHE IN-SITU SANERING

4.1 Beleidsveranderingen

De door het Kabinet voorgestelde veranderingen in de bodemsanering omvatten vijf punten [5]:

- wijziging van de aanpak van de bodemverontreiniging;
- integratie van de bodemsanering in overige maatschappelijke activiteiten;
- vergroting van de bijdrage van marktpartijen aan de bodemsanering;
- aanpassing van de NMP-doelstelling;
- aanpassing van de taken van de overheden.

Met betrekking tot de markt voor biologische in-situ technieken zijn met name een gewijzigde aanpak van de bodemsanering en aanpassing van de NMP-doelstelling van belang.

Nieuwe aanpak bodemverontreiniging

De nieuwe aanpak van de bodemsanering omvat twee elementen; immobiele verontreiniging zal functiegericht gesaneerd gaan worden en mobiele verontreiniging zal kosteneffectief verwijderd gaan worden. Dit laatste om een eindige saneringsduur te bereiken. Functiegericht saneren komt in de plaats van de huidige aanpak, die uit gaat van multifunctioneel saneren (alles verwijderen), maar als dat te duur is van isoleren, beheersen en controleren (IBC; sober en doelmatig inpakken). Voor functiegericht saneren zijn twee modellen beschreven:

-*De gebruiksrendementsvariant*: de verontreiniging moet weggehaald worden voor zover dat vanuit milieu-oogpunt (risico) nodig is bij het (geplande) gebruik van de bodem. De saneerder beslist zelf of hij meer wil weghalen (bijvoorbeeld als daarmee de marktwaarde van de grond stijgt);

-*De milieurendementsvariant*: er wordt verdergaand gesaneerd als de milieuverbetering daarvan opweegt tegen de extra kosten, zodat bijvoorbeeld in de toekomst eenvoudiger een gevoeliger functie kan worden gerealiseerd. Het bevoegd gezag bepaalt in dit model of die extra inspanning gedaan moet worden of niet en zo ja, in welke mate verdergaand gesaneerd moet worden.

Zowel functiegericht saneren als kosteneffectief verwijderen moet nog nader worden uitgewerkt.

Aanpassing NMP-doelstelling

Volgens de 'oude' NMP-(II)-doelstelling zou in 2010 de omvang van de bodemverontreiniging bekend moeten zijn, zouden alle urgente saneringsgevallen aangepakt moeten zijn en zouden de ernstige, niet-urgente gevallen waar nodig beveiligd worden. De nieuwe NMP-doelstelling gaat er van uit dat de bodemverontreinigingsproblematiek binnen 20-25 jaar beheerst moet zijn, terwijl in 2005 de omvang van de bodemverontreiniging 'landsdekkend' in kaart moet zijn gebracht.

Algemene effecten nieuw beleid

De omvang van de Nederlandse bodemverontreiniging is zoveel groter dan destijds werd aangenomen - bij het huidige beleid en in het huidige tempo zou deze nog 80 jaar vergen - dat:

- saneren goedkoper moet;
- de duur van de operatie verlengd moet worden;
- er per jaar meer geïnvesteerd moet worden.

Er wordt van uit gegaan dat functiegericht saneren van immobiele verontreiniging en kosteneffectief verwijderen van mobiele verontreiniging per saldo een besparing van 35 - 50% zal opleveren voor de bodemsaneringsoperatie als geheel. Om de bodemverontreiniging binnen 20-25 jaar te kunnen beheersen zal, naast het goedkoper maken van het saneren, jaarlijks ook nog 1,5 à 2 maal zoveel geld in de bodemsanering gestoken moeten worden. Het Kabinet heeft aangekondigd om tot aan 2010 (oplopend tot) f 125 miljoen per jaar daarvoor extra vrij te maken. Andere betrokken (markt)partijen dienen eveneens bij te dragen aan de versnelling van de operatie.

4.3 De nieuwe saneringsaanpak en biologische in-situ sanering

De vernieuwde aanpak van de bodemsanering leidt ten opzichte van de huidige situatie

tot aanpassing van de terugsaneerwaarden. De terugsaneerwaarde is op twee manieren van belang voor de omvang van de in-situ markt:

- de terugsaneerwaarde bepaalt mede het totaal aantal te saneren locaties en het saneringsvolume per geval (totale marktomvang);
- de terugsaneerwaarde bepaalt mede of in-situ technieken technisch en financieel inzetbaar zijn voor gevallen die daadwerkelijk moeten worden gesaneerd (markt voor biologische in-situ sanering).

Aantal te saneren gevallen/volume

Momenteel is de saneringsdoelstelling multifunctioneel (volledig verwijderen) of IBC (beheersen). Aanpassing van de saneringsdoelstelling kan bijvoorbeeld worden gebaseerd op het maximaal toelaatbare risico-niveau (MTR-waarde) bij een bepaald bodemgebruik, of op een bepaalde gebiedsgerichte kwaliteit op basis van milieurendement. Dit heeft een tweeledig effect: op het aantal gevallen en op het volume dat wordt gesaneerd. Ten opzichte van de gevallen die nu multifunctioneel (MF) worden aangepakt neemt zowel het aantal te saneren gevallen als het volume per saneringsgeval af. Omgekeerd zal bij de gevallen die nu volgens IBC worden aangepakt sprake kunnen zijn van (extra, ook mobiele) verwijdering, zodat het saneringsvolume toeneemt. In figuur 1 is dit schematisch aangegeven.

Fig. 1. Relaties tussen terugsaneerwaarde en aantal saneringsgevallen en saneringsdoelstelling en saneringsvolume per geval.

Omdat het totaal aantal gevallen en het saneringsvolume door een nieuwe saneringsdoelstelling verandert, verandert verhoudingsgewijs ook het aantal gevallen/het saneringsvolume dat potentieel met biologische in-situ technieken kan worden aangepakt. Omdat de aanpassing van de saneringsdoelstelling nog nader moet worden uitgewerkt, is niet concreet aan te geven hoeveel (en welke) gevallen in de toekomst nog aangepakt worden.

Eveneens kan nu geen uitspraak worden gedaan over welk volume, meer of minder, per geval gesaneerd zal moeten worden. Om die reden moet voor een saldo-benadering worden gekozen, op basis van de ramingen die in het Kabinetsstandpunt zijn genoemd. Deze komt er op neer dat het volume (in geld) van de totale bodemsaneringsmarkt afneemt met circa 42,5%.

Technisch/financiële toepasbaarheid biologische in-situ technieken

Niet alle gevallen van bodemverontreiniging kunnen door middel van biologische in-situ technieken worden aangepakt. Aan het ene eind van het spectrum, bij sterk ondoorlatende bodems en immobiele/niet-afbreekbare stoffen, zullen biologische in-situ technieken niet werken. Aan het andere eind van het spectrum, doorlatende bodems en mobiele/afbreekbare stoffen, zullen in-situ technieken optimaal werken tegen relatief lage kosten. Daartussen bevindt zich een breed gebied waar in-situ technieken wel werken, maar waar de toepassing ervan nog wel of niet meer kosteneffectief is.

Waar de 'knip' ligt tussen het nog wel of niet meer kosteneffectief kunnen toepassen van in-situ technieken, hangt niet alleen af van de bodemopbouw en het stofgedrag (en daarmee het te bereiken eindresultaat met de in-situ techniek), maar ook van de te hanteren saneringsdoelstelling of terugsaneerwaarde. Het aantal gevallen waar in-situ technieken technisch kansrijk zijn ten opzichte van andere technieken neemt toe naarmate de terugsaneerwaarde hoger is. Tevens nemen, naar verwachting, de relatieve kosten af van in-situ-sanering (per m³) bij hogere terugsaneerwaarden, waardoor ook het aantal gevallen toeneemt waar in-situ technieken financieel kansrijk zijn.

De trend van beide elkaar versterkende effecten is in figuur 2 geschetst (met als verticale schaal terugsaneerwaarden tussen streefwaarde en maximaal toelaatbaar risico, MTR).

Fig. 2. Relatie tussen de hoogte van de terugsaneerwaarde en de inzetbaarheid van biologische in-situ technieken.

Uitwerking

Het ontbreekt aan onderzoeks- en praktijkgegevens om bovenstaande kwalitatieve beschrijving van het effect van de terugsaneerwaarde op de inzet van in-situ technieken om te zetten in een precieze, kwantitatieve benadering. Wel kan een meer 'trend-benadering' worden uitgewerkt. In de volgende paragrafen wordt hier op ingegaan.

4.5Onderverdelen totale markt in stofgroep en bodemtype

Om het beeld van de aard van de *totale Nederlandse bodemsaneringsmarkt* nader te specificeren, is een matrix worden opgesteld waarin alle mogelijke combinaties van stofgroep en bodemtype zijn opgenomen. Voor al deze combinaties zal een telling worden verricht van het aantal ernstig verontreinigde locaties waar deze voorkomen. Hiervoor is de kans op verontreiniging, gekoppeld aan SBI-code, zoals deze in fase 1 is meegenomen in het kostenramingsmodel, afzonderlijk op het bestand losgelaten. De matrix is bruikbaar bij het beoordelen van de omvang van de toepassingsmogelijkheden van nieuwe technieken, en kan zo een rol spelen bij beslissingen over de richting van het NOBIS-programma.

Het totaal aantal locaties dat is opgenomen in de bestanden bedraagt 428.350. Daarvan zijn naar schatting (op basis van de kans op verontreiniging gekoppeld aan SBI-code) 279.351 locaties ernstig verontreinigd. Het aantal locaties waarvan de saneringskosten op basis van een ontgravingsvariant naar verwachting meer dan een ton bedragen is 87.690. Met name deze locaties zijn van belang voor de markt van biologische in-situ saneringen. De locaties die op basis van ontgraving minder dan een ton kosten zullen naar verwachting in het algemeen op conventionele wijze worden gesaneerd.

In bijlage 8 is voor de ruim 87.000 locaties met kosten boven 1 ton de verdeling over de verschillende stof/bodemcombinaties weergegeven. In tabel 1 is de verdeling over de bodemtypen aangegeven.

Tabel 1Verdeling locaties met saneringskosten op basis van ontgraving > 1 ton over de verschillende bodemtypen.

Categorie	Bodem	aantal	%
1	homogene goed doorlatende bodem	19.898	23
2	homogene slecht doorlatende bodem	10.871	12
3	gelaagde goed doorlatende bodem	17.577	20
4	gelaagde slecht doorlatende bodem	33.350	38
5	antropogene bodems:		
	Aantropogene goed doorlatende bodem	3.258	4
	Bopgespoten materiaal	979	1
	Cpuinhoudend materiaal opgebracht	1.463	2

Uit de tabel blijkt dat de locaties ongeveer gelijk verdeeld zijn over goed en slecht doorlatende bodemtypen.

4.7 Herdefiniëring biologische in-situ markt

In de eerste fase van de studie is onderscheid gemaakt tussen een potentiële, reële en actuele markt (zie hfdst. 3). Het was het niet mogelijk om de marktomvang na de beleidsvernieuwing ook op dat detailniveau te schetsen. Voor een prognose hiervan moest een aantal vragen worden beantwoord:

-Wat zijn de technische mogelijkheden voor biologische in-situ sanering?

Hierbij is in tegenstelling tot de werkwijze van fase 1 niet alleen gekeken of bij een bepaalde stof-bodemcombinatie met biologische in-situ technieken de verontreiniging tot een aanvaardbare eindconcentratie kan worden verwijderd, maar ook of de verontreiniging kan worden beheerst. Dit heeft een wat ruimere definiëring van de technische mogelijkheden opgeleverd.

-Leidt de toepassing van biologische in-situ technieken ook tot een in de praktijk gewenste saneringsoptie?

De ontwikkelingen in het bodemsaneringsbeleid zullen er toe leiden dat de afweging van saneringsdoelstelling met behulp van de LSO-toets (financiële locatie specifieke omstandigheden) zal verdwijnen. Hiervoor in de plaats zal een waaier aan saneringsdoelstellingen komen. De keuze van de doelstelling zal worden gemaakt op basis van risico-reductie (afhankelijk van de functie van de locatie), en milieurendement. De saneringsbenadering 'multi-functioneel, tenzij..' vervalt, en veel saneringsopties zullen dus worden ingevuld met een combinatie van vrachtverwijdering en beheersing, afgestemd op de specifieke kenmerken van de locatie. Het is daarom niet goed mogelijk om voor fase 2 van de marktstudie de bodemsaneringsmarkt in te delen in groepen met verschillende saneringsdoelstelling, zoals in fase 1 gebeurd is met een herstel- en een beheersmarkt;

-Wat is het kostenverschil tussen saneringsopties met en zonder inzet van biologische in-situ technieken?

Deze is op basis van de beschikbare informatie niet goed te bepalen. De kostenramingen uit fase 1 zijn gebaseerd op duidelijk gedefinieerde (uitersten van) saneringsoplossingen. Hiervan zal dus in de toekomst steeds minder sprake zijn; in veel gevallen wordt een combinatie van technieken toegepast. De vraag of biologische in-situ sanering leidt tot een kosteneffectieve saneringsoplossing moest daarom worden beantwoord op basis van expert judgement, rekening houdend met de vraag of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

Op basis van het bovenstaande zijn de volgende concrete vragen geformuleerd:

AIn welke gevallen is biologische in-situ sanering technisch gezien mogelijk?

BIn welke van deze gevallen bestaat de verwachting dat de inzet van biologische in-situ technieken in de praktijk leidt tot een gewenst saneringsresultaat, hetzij als enige techniek toegepast, hetzij als onderdeel van de saneringsoplossing, gecombineerd met andere maatregelen?

CIn welke van deze gevallen leidt de inzet van biologische in-situ technieken geval naar verwachting tot een goedkopere saneringsoplossing dan alleen graven of pompen?

Deze vragen zijn voorgelegd tijdens een brainstormsessie aan een panel van deskundigen waarbij voor alle onderscheiden stof-bodemcombinaties is beoordeeld of de inzet van biologische in-situ sanering tot een reële saneringsoptie leidt (zie bijlage 8). Daarbij zijn bovengenoemde drie vragen integraal in beschouwing genomen. Combinaties die volledig met biologische in-situ technieken zijn aan te pakken zijn aangeduid met '++', combinaties waar deze technieken een deel kunnen uitmaken van de saneringsvariant met '+' en combinaties waar geen mogelijkheden voor biologische in-situ technieken worden verwacht met '-'. Bij de beoordeling zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

Bodemtypen

Bij de beoordeling zijn de volgende aannames over doorlatendheid van de onderscheiden bodemtypen gedaan:

	<i>Code + omschrijving</i>	<i>Gehanteerde doorlatendheid</i>
1	homogeen goed doorlatend	goed doorlatend
2	homogeen slecht doorlatend	slecht doorlatend

3gelaagd goed doorlatendgoed doorlatend
4gelaagd slecht doorlatendslecht doorlatend
5aanropogeen goed doorlatendgoed doorlatend
5bantropogeen opgespoten slecht doorlatend
5cantropogeen puinhoudendslecht doorlatend

Stoffen:

Per stofgroep is bij de beoordeling uitgegaan van de volgende voorbeeldstoffen en wijzen van afbraak:

Minerale olie

-aërobe afbraak.

Bestrijdingsmiddelen

Met name de oude bestrijdingsmiddelen leveren problemen op vooral bij productie- en stortlocaties. De biologische in-situ-aanpak zal met name plaatsvinden in de vorm van een bioscherm.

Bij toekenning van de mogelijkheid voor biologische in-situ technieken is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

-voorbeeldstof HCH;

-anaërobe afbraak.

EOCL

-voorbeeldstof chloorbenzenen;

-anaërobe afbraak¹.

VCL

-voorbeeldstof tri/per;

-anaërobe en aërobe afbraak.

PAK

- mobiële componenten afbreekbaar (bijv. naftaleen);
- er is vanuit gegaan dat PAK ook in toplaag aanwezig zijn, dus maximaal één + toegekend i.v.m. afgraven bovengrond;

Aromaten

- voorbeeldstoffen BTEX;
- aërobe afbraak.

Overige anorganische verbindingen

- voorbeeldstof cyanide;
- voor andere anorganische verbindingen (fluoride, chloride etc.) wordt verwacht dat geen (sanerings-)actie wordt ondernomen;
- cyanide-vrij kan goed met biologische in-situ technieken worden aangepakt;
- cyanide-complex geeft problemen bij biologische aanpak (misschien dat er op langere termijn wel mogelijkheden komen);
- biologische in-situ technieken zijn bij andere anorganische verbindingen niet mogelijk.

Om deze reden zijn twee tellingen uitgevoerd:

- één waarbij er van wordt uitgegaan dat op locaties waar overige anorganische verbindingen voorkomen geen biologische in-situ technieken kunnen worden toegepast;
- één waarbij de op de locaties voorkomende overige anorganische verbindingen buiten beschouwing worden gelaten.

De resultaten van deze tellingen verschiden niet wezenlijk van elkaar, zodat in dit rapport alleen de resultaten van de eerste optie zijn gepresenteerd.

Zware metalen

- biologische in-situ sanering is alleen mogelijk in de vorm van immobilisatie (beheersing van zware metalen in de ondergrond);
- immobilisatie geschiedt anaëroob;
- zware metalen in de ondergrond zijn meestal niet doorslaggevend voor al dan niet saneren van een locatie;
- er wordt vanuit gegaan dat de metalen ook in de toplaag aanwezig zijn, dus wordt maximaal één + toegekend, i.v.m. afgraven bovengrond;
- indien alleen zware metalen voorkomen dan wordt een - toegekend, omdat de *onderschatting* van het aantal locaties bij het hanteren van een - veel geringer zal zijn dan de *overschatting* van het aantal locaties indien hier een + wordt gehanteerd. Het komt immers naar verwachting niet vaak voor dat op een locatie een verontreiniging met uitsluitend zware metalen in de ondergrond/het grondwater wordt aangepakt.

Combinaties van stoffen

- Op een locatie kunnen meerdere stoffen voorkomen. Op basis van de beschikbare bestanden kan niet worden afgeleid of de stoffen op verschillende plekken voorkomen (separaat aanpakken stoffen is dan mogelijk) of dat de stoffen als een 'cocktail' in de bodem aanwezig zijn. Deze laatste situatie kan belemmerend werken voor de toepassing van biologische in-situ technieken. Voor het toekennen van de mogelijkheid voor deze technieken is er van uitgegaan dat de verontreiniging in de vorm van een cocktail aanwezig is. Deze aanpak kan leiden tot onderschatting van de markt.

-bij de combinatie VCL en minerale olie is voor de bodemtypen 1 en 5a gekozen voor een ++, omdat bij in geval van toepassing van biologische in-situ technieken de VCL-verontreiniging automatisch mee wordt gesaneerd;

Het resultaat van de beoordeling is opgenomen in bijlage 10.

De omvang van de markt is vervolgens bepaald door de resultaten te combineren met de tellingen van de aantallen locaties per stof-bodemcombinatie (zie bijlage 8). De omvang van markt is uitgedrukt in aandeel van de totale bodemsaneringsmarkt en opgenomen in tabel 2. Daarbij is onderscheid gemaakt naar alle locaties, en locaties waarbij saneringskosten op basis van ontgraving > 1 ton zijn.

Tabel 2 Aandeel van het aantal locaties waar biologische in-situ sanering naar verwachting een aanvaardbare saneringsoplossing biedt, al dan niet gecombineerd met andere technieken.

	% van aantal gevallen	
	biologisch in-situ saneren mogelijk onafhankelijk van de omvang	biologisch in-situ saneren alleen mogelijk als kosten ontgravingsvariant > 1 ton
biologische in-situ sanering mogelijk (+/++)	71	25
biologische in-situ sanering mogelijk, echter alleen in combinatie met andere technieken (+)	55	19
biologische in-situ sanering mogelijk als totaaloplossing (++)	16	6

Uit tabel 2 blijkt dat in een zeer groot deel van de gevallen biologische in-situ technieken onderdeel kunnen zijn van de saneringsoplossing. In de meeste gevallen is wel combinatie met andere technieken noodzakelijk. Als er vanuit wordt gegaan dat de toepassing alleen zinvol is bij de grotere gevallen (> 1 ton), dan ligt de procentuele toepasbaarheid een stuk lager. Daar het dan wel grote gevallen betreft, zal het marktaandeel uitgedrukt in geld hier minder gevoelig voor zijn (zie 2.6).

4.9 Biologische in-situ markt verdeeld naar stofgroepen

Om keuzen te maken tussen ontwikkelingsrichtingen binnen het NOBIS-programma is het zinvol inzicht te hebben in de verdeling van de markt over locaties met verschillende verontreinigende stoffen. Nadere analyse heeft uitgewezen dat in circa 80 % van de gevallen waar biologische in-situ technieken naar verwachting toepasbaar zijn, dit locaties betreft waar (onder andere) aromaten of minerale olie aanwezig zijn. Dit betekent dat een fors deel van de markt kan bestaan uit aërobe technieken. Anaërobe technieken komen in circa 30 % van de gevallen in aanmerking, namelijk als het chloorhoudende verbindingen en/of bestrijdingsmiddelen betreft. Op ongeveer 60 % van de locaties uit de biologische in-situ markt zijn zware metalen aanwezig. Technieken gericht op PAK-verwijdering kunnen in 10 % van de gevallen worden toegepast.

4.11 Geschat marktaandeel in geld voor biologische in-situ technieken

Gezien de beschreven beleidsontwikkelingen, in concreto de onduidelijkheid over in de praktijk uit te voeren saneringsopties, is het niet goed mogelijk om op basis van de informatie die in de bestanden aanwezig is over de verontreinigde locaties saneringskosten te verbinden aan alle verschillende saneringsoplossingen. Bijvoorbeeld met het beheersen van grondwaterverontreinigingen met behulp van biologische in situ technieken is nog zo weinig ervaring dat hieraan moeilijk kosten te verbinden zijn. Om de bepaalde marktomvang in aantallen locaties/aandeel van de totale bodemsaneringsmarkt te vertalen naar marktomvang in geld zijn daarom geen saneringskosten aan elke locatie in het bestand gekoppeld. In plaats daarvan zijn globale schattingen van de marktomvang in geld gemaakt op basis van marktaandelen, en met gebruikmaking van kentallen die zijn gegenereerd in het kader van het interdepartementaal beleidsonderzoek bodemsanering (IBO) [6].

De totale omvang van de bodemsaneringsmarkt wordt, op grond van de nieuwe beleidsuitgangspunten, geraamd op circa f 44 miljard. Dit betreft alleen de lokale gevallen van bodemverontreiniging (niet het diffuse deel), die volgens de huidige regels urgent zijn of dat in de toekomst worden als gevolg van gebruiks- of bestemmingswijziging. De financiële omvang van het deel dat in de NMP-planperiode - de komende 20-25 jaar - moet worden aangepakt, wordt geraamd op circa f 39 miljard.

Het marktaandeel voor biologische in-situ technieken kan op verschillende manieren worden aangegeven. Er worden twee variabelen gekozen:

- de financiële omvang van de verontreinigingsgevallen; alle gevallen of alleen de gevallen boven f 100.000;
- de bijdrage van in-situ technieken aan de saneringskosten; alleen het kostenaandeel van de in-situ techniek sec of de totale saneringskosten van de gevallen waar in-situ een rol speelt naast andere technieken.

In tabel 3 is het marktaandeel voor biologische in-situ technieken per variabele weergegeven. Voor de vertaling van aantallen locaties naar kostenklasse is daarbij uitgegaan van figuur 4 in hoofdstuk 3.

Tabel 3 Marktaandeel biologische in-situ technieken, afhankelijk van de aangegeven variabele (% van f 39 miljard voor de komende 20-25 jaar).

omvang gevallen		
kostenaandeel per geval	alle gevallen	alleen gevallen > f 100.000
aandeel van de gevallen waarin biologische in-situ technieken een rol spelen (bruto-marktaandeel)	71 %	68 %
aandeel biologische in-situ technieken* (netto-marktaandeel)	44 %	42 %

*Hierbij is de volgende aanname gedaan:

De gevallen die volledig biologisch in-situ kunnen worden gesaneerd zijn voor 100 % meegenomen, en de gevallen waar biologische in-situ technieken samen met andere maatregelen worden toegepast voor 50%.

Voor het marktaandeel van biologische in-situ technieken maakt het nauwelijks verschil of wordt uit gegaan van alle gevallen of alleen de gevallen $> f$ 100.000. Het lijkt echter redelijk om uit te gaan van alleen de gevallen boven f 100.000, omdat de huidige praktijk uitwijst dat met name de kleinere gevallen eenvoudig (en relatief goedkoop) met traditionele technieken zijn aan te pakken.

Wel maakt het (een visueel) verschil of het marktaandeel voor in-situ berekend wordt op basis van de totale saneringskosten per geval (bruto marktaandeel) of op basis van het werkelijke aandeel dat de in-situ techniek uitmaakt van de totale kosten per geval (netto-marktaandeel). Voor de beoordeling of biologische in-situ saneringen een rol van betekenis spelen is dit onderscheid niet van belang. In beide gevallen is het antwoord: ja.

Uitgaande van een omvang van de totale bodemsaneringsmarkt in de komende 25 jaar van f 39 miljard, bedraagt het bruto-marktaandeel voor biologische in-situ technieken f 27 miljard. Dit betekent een jaarlijkse bruto-omzet van circa f 1,1 miljard.

De schatting voor het netto-marktaandeel bedraagt f 16 miljard, hetgeen overeenkomt met een jaarlijkse netto omzet van circa f 655 miljoen.

5 DE BIOLOGISCHE IN-SITU MARKT OP BASIS VAN DE PRAKTIJK TOT DE BELEIDSVERNIEUWING

6.1 Volgorde selectiestappen

Om te komen tot een inschatting van de markt zijn de volgende stappen genomen:

- inventarisatie van de totale bodemsaneringsmarkt;
- selectie van de potentiële markt voor biologische in-situ saneringstechnieken;
- selectie van de reële markt voor biologische in-situ saneringstechnieken;
- selectie van de actuele markt voor biologische in-situ saneringstechnieken voor de komende 25 jaar.

In navolging van het toenmalige beleid is onderscheid gemaakt tussen biologische in-situ sanering als variant voor herstel van de bodemkwaliteit (multi-functionele saneringsvariant) en het toepassen van biologische in-situ technieken bij IBC-varianten. In het laatste geval worden biologische in-situ saneringstechnieken ingezet voor het beheersen van de verontreinigingen. De doelstelling van een beheersing is primair niet het saneren van de verontreinigingen maar het terugdringen van de verspreiding van de verontreinigingen via de bodemlucht en het grondwater tot een acceptabel niveau.

De **totale geïnventariseerde bodemsaneringsmarkt** is dan ook conform het toenmalige beleid op basis van een vergelijking van de verwachte saneringskosten (m.b.v. de zogenaamde "LSO-toets²") verdeeld in een **herstel-** en een **beheersmarkt**. Na splitsing van de totale markt in de twee deelmarkten zijn deze verder afzonderlijk beschouwd.

De hoofdlijn van de gevolgde aanpak is geïllustreerd in figuur 3 en wordt in de volgende paragrafen nader toegelicht. In 3.6 wordt een samenvattend overzicht van de resultaten en conclusies gepresenteerd.

6.3 Inventarisatie totale bodemsaneringsproblematiek

6.4.1 Werkwijze

Er is getracht een zo compleet mogelijk beeld te verkrijgen van de totale bodemverontreinigingsproblematiek in Nederland. Daartoe zijn de volgende gegevensbestanden met (potentiële) bodemverontreinigingsgevallen gebruikt:

- het basisbestand van potentieel verontreinigde in gebruik zijnde bedrijfsterreinen in Nederland;
 - bestanden met potentieel verontreinigde voormalige bedrijfslocaties.
- in figuur 3.1 is de ligging van de potentieel verontreinigde locaties uit beide bestanden op kaart weergegeven. Uit dit beeld blijkt dat via deze bestanden een goede landelijke dekking is verkregen.

De bestanden zijn uitgebreid met een aantal aanvullende gegevens die worden gebruikt bij het selecteren van locaties die in aanmerking komen voor biologische in-situ sanering. Met behulp van modellen zijn vervolgens kosten voor de herstelsaneringsvariant en een IBC-saneringsvariant uitgewerkt, waar het mogelijk is zijn de kosten voor een biologische in-situ saneringsvariant bepaald. Bijlage 1 gaat nader op de gevolgde werkwijze in.

Figuur 3. Ligging van de potentieel verontreinigde locaties.

Figuur 4. Schematische weergave van de doorlopen selectiestappen.

6.4.3 Resultaten totale bodemsaneringsmarkt

Volledigheid van het uitgangsbestand

Er zijn circa 350.000 potentieel verontreinigde voormalige en 150.000 huidige bedrijfslocaties geïnventariseerd. Hiermee wordt niet de gehele Nederlandse bodemsaneringsmarkt gedekt omdat:

- De bekende verontreinigingsgevallen *buiten* voormalige of huidige bedrijfsterreinen niet zijn meegenomen. Dit betreft bijvoorbeeld stortplaatsen, ophogingen en slootdempingen.
- Voor de provincies Flevoland, Zuid-Holland en Zeeland en de gemeenten Amsterdam, Rotterdam en Utrecht geen bestand met voormalige bedrijfsterreinen geleverd is.

De bestanden zijn ook niet geheel te gebruiken, omdat voor een deel van de locaties de saneringskosten niet konden worden geraamd vanwege het ontbreken van gegevens over de aard van de activiteiten of omdat coördinaten of adresgegevens van de locatie ontbreken. Dit betreft circa 17% van de locaties. De resterende circa 430.000 locaties vormen de basis voor deze marktverkenning. Gezien het feit dat het gehele bestand met huidige bedrijfsterreinen is meegenomen en voor de meeste provincies het bestand met voormalige bedrijfsterreinen, kan worden gesteld dat in ieder geval meer dan de helft van de problematiek hiermee in beeld is gebracht. Door het ontbreken van de voormalige bedrijfsterreinen in een aantal belangrijke provincies en steden en het ontbreken van de overige typen terreinen is echter ook geen sprake van een volledig beeld. Naar verwachting is met het uitgangsbestand 50 tot 75% van de totale bodemsaneringsmarkt in beeld gebracht.

Berekende omvang van de herstel- en de beheersmarkt

Met behulp van de model-aanpak zijn per locatie kosten voor een ontgravings- (herstel-)variant en voor een IBC-variant bepaald. De totale saneringskosten op basis van ontgraving bedragen voor de gehele markt 88 miljard gulden. Op basis van IBC bedragen de kosten voor de totale markt 33 miljard gulden. De markt is vervolgens conform het huidige beleid met behulp van de formule voor financiële locatiespecifieke omstandigheden gesplitst in een herstelmarkt en een beheersmarkt. Op basis van deze afweging wordt in circa 15% van de locaties voor de IBC-variant gekozen.

De verdeling van de aantallen locaties per kostenklasse en de verdeling van de aantallen locaties over de herstel- en beheersmarkt als functie van de kosten voor ontgraving (ingedeeld in klassen), is weergegeven in de figuren 5 en 6. Figuur 5 laat zien dat in aantallen gezien, verreweg de meeste gevallen in de categorie kleiner dan 1 miljoen gulden vallen. Uit figuur 6 blijkt dat bij kosten voor de ontgravingsvariant van minder dan 1 miljoen slechts in circa 10% van de gevallen op basis van financiële locatie-specifieke omstandigheden voor een IBC-variant kan worden gekozen. De herstelmarkt bestaat dus grotendeels uit bodemverontreinigingsgevallen met relatief lage saneringskosten. Als de kosten voor een ontgravingsvariant tussen de 1 en 10 miljoen liggen, valt de keuze in circa 60% van de gevallen op IBC, en boven de 10 miljoen in bijna 100% van de gevallen. Zoals op grond van de LSO-afweging mocht worden verwacht bestaat de IBC-markt hoofdzakelijk uit de bodemverontreinigingsgevallen met hoge saneringskosten.

Figuur 5. Procentuele verdeling van de aantallen locaties over de saneringskostenklassen (kostenklassen op basis van de ontgravingsvariant).

Figuur 6. Procentuele verdeling van de locaties over de herstel- en de beheersmarkt per saneringskostenklasse (kostenklasse op basis van de ontgravingsvariant).

De financiële omvang van beide deelmarkten en van de totale bodemsaneringsmarkt is aangegeven in tabel 4.

Tabel 4 Omvang herstelmarkt en beheersmarkt in guldens.

Type markt	voormalige bedrijfsterreinen	huidige bedrijfsterreinen	totaal
Herstelmarkt (kosten o.b.v. ontgravingsvariant)	22 miljard	16 miljard	38 miljard
Beheersmarkt (kosten o.b.v. IBC)	4 miljard	6 miljard	10 miljard
Totaal	26 miljard	22 miljard	48 miljard

Uit de tabel blijkt dat door het saneren op basis van IBC voor die locaties waar dat volgens de financiële locatie-specifieke omstandigheden geoorloofd is, een totale besparing van circa 50% kan worden bereikt ten opzichte van het in alle gevallen ontgraven.

Rekening houdend met het feit dat de inventarisatie circa 50 tot 75% van de totale problematiek omvat, is de schatting van de omvang van de totale markt van circa 50 miljard in lijn met andere prognoses van de totale omvang. Schattingen gemaakt in het kader van het 10-jarensceario, de rapportage van de commissie-Welschen en recent in het kader van de heroverweging bodemsanering, liggen in de orde van grootte van 50 tot 100 miljard.

6.5 Selectie 1: de potentiële markt voor biologische in-situ sanering

6.6.1 Werkwijze

Of een biologische in-situ sanering mogelijk is, is beoordeeld op basis van het bodemtype en de verontreinigende stoffen. Op basis hiervan is een **eerste selectie** uit de totale markt gemaakt van de **potentiële markt** voor biologische in-situ sanering. Deze bestaat dus uit de verontreinigingsgevallen waar biologische in-situ sanering *technisch mogelijk* wordt geacht. Binnen de potentiële markt wordt de markt voor herstelvarianten en voor beheersvarianten apart beschouwd.

De technische mogelijkheden voor biologische in-situ sanering hangen met name samen met het type verontreiniging, en met de bodemopbouw. De selectie wordt uitgevoerd met behulp van de selectiematrix in tabel 5, waarin deze beide aspecten een rol spelen. Hierop wordt in bijlage 4 nader ingegaan.

Tabel 5 Selectiematrix technische haalbaarheid.

bodemcategorie	homogeen goed doorlatend	homogeen slecht doorlatend	gelaagd goed doorlatend	gelaagd slecht doorlatend	antropogeen goed doorlatend en opgespoten materiaal	puinhoudend materiaal opgebracht
stofgroep						
aromaten	+	+/-	+	+/-	+	+
minerale olie	+	+/-	+/-	-	+	+/-
vluchtige chloorkoolwaterstoffen	+	-	+/-	-	+/-	+/-
niet-vluchtige chloorkoolwaterstoffen	+/-	-	-	-	+/-	-
PAK*	+/-	-	-	-	-	-
metalen	-	-	-	-	-	-

+ = in de praktijk bewezen techniek beschikbaar

+/- = veelbelovende technieken beschikbaar

- = komen in eerste instantie niet in aanmerking

*PAK-verontreiniging ten gevolge van kooldeeltjes is niet biologisch in-situ reinigbaar (zie boven). Dit komt vooral veel voor in antropogene bodems (categorie 5). Er is daarom van uitgegaan dat PAK-verontreinigingen in bodemcategorie 1 geen kooldeeltjes betreffen. Dit is een vereenvoudiging van de werkelijkheid, hetgeen leidt tot een kleine overschatting van de omvang van de markt voor biologisch in-situ te saneren PAK-verontreinigingen.

Met behulp van de selectiematrix in tabel 5 kunnen dus twee verschillende scenario's voor de omvang van de potentiële markt voor biologische in-situ sanering worden berekend:

voorzichtig scenario door alleen de combinaties die zijn aangeduid met een + te selecteren, en een

impulsscenario dat uitgaat van een impuls voor biologische in-situ saneringen zodat, onder andere door het NOBIS-programma, ook in de wat 'moeilijkere' gevallen biologische in-situ technieken inzetbaar zullen zijn. Voor dit scenario zijn zowel de combinaties + als de combinaties +/- geselecteerd.

Bij het doorrekenen van de scenario's wordt per locatie nagegaan of biologische in-situ sanering technisch mogelijk is. Aangezien per locatie echter meerdere stofgroepen als verontreinigend kunnen zijn toegekend, moet daarbij onderscheid worden gemaakt tussen:

- locaties waar alle toegekende verontreinigde stoffen door middel van biologische in-situ technieken zijn te saneren (de zuivere biologische in-situ locaties);
- locaties waar een deel van de toegekende verontreinigde stoffen door middel van biologische in-situ technieken zijn te saneren en een deel niet (de combinatie-locaties);
- locaties waar geen van de toegekende verontreinigde stoffen door middel van biologische in-situ technieken zijn te saneren (ongeschikte locaties).

In het kader van deze studie is het niet mogelijk aan te geven of, in de gevallen waar zowel niet - als wel - biologisch in-situ te saneren stoffen aanwezig zijn, de biologische in-situ technieken ook daadwerkelijk inzetbaar zijn.

Bij het presenteren van de resultaten van de twee scenario's zullen dan ook telkens een minimum en een maximum variant worden gepresenteerd. De minimumvariant gaat uit van inzet van biologische in-situ technieken op alleen de "zuivere" biologische in-situ locaties. De maximumvariant gaat uit van inzet van biologische in-situ technieken op zowel de "zuivere" in-situ locaties als op de combinatie-locaties.

6.6.3 Omvang potentiële markt voor biologische in-situ saneringen

Omvang potentiële herstelmarkt

Bij het doorrekenen van het *voorzichtig scenario* blijkt dat 16% van de locaties uit de herstelmarkt in aanmerking komt voor een volledige biologische in-situ sanering (de "zuivere" in-situ locaties). Als ook de combinatie-locaties worden meegerekend bedraagt dit percentage 29%.

Bij het doorrekenen van het *impulsscenario* blijkt dat 24% van de locaties uit de herstelmarkt in aanmerking komt voor een volledige biologische in-situ sanering (de "zuivere" in-situ locaties). Als ook de combinatie-locaties worden meegerekend bedraagt dit percentage 73%.

Er zijn selecties gemaakt om de financiële omvang van de potentiële markt te schatten. Bij de minimale schattingen zijn alleen de locaties meegenomen waar alle aanwezige stoffen in aanmerking komen voor biologische in-situ sanering (de "zuivere" in-situ locaties). Bij de maximale schattingen zijn ook de locaties meegenomen waar een combinatie van wel - en niet - biologisch afbreekbare stoffen aanwezig is (de combinatie-locaties). In tabel 6 zijn de gegevens over de financiële omvang van de potentiële herstelmarkt opgenomen. De (modelmatig) berekende omzet aan biologische in-situ saneringen is voor de verschillende deelmarkten en varianten aangegeven in miljoenen gulden. Tussen haakjes is ook vermeld wat volgens de modelmatige berekening de besparingen zijn die bereikt kunnen worden ten opzichte van ontgravingsvarianten.

Tabel 6 Potentiële herstelmarkt biologische in-situ saneringen in miljoenen gulden (en mogelijke besparingen t.o.v. ontgravingsvarianten in miljoenen).

scenario	voorzichtig		impuls	
"zuivere" in-situ/combinatie locaties	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
voormalige bedrijfsterreinen	700 (800)	1400 (1000)	1000 (1200)	2900 (1700)
huidige bedrijfsterreinen	800 (1000)	1400 (1900)	900 (1400)	2400 (2600)
totaal	1500 (1800)	2800 (2900)	1900 (2600)	5300 (4300)

Uit tabel 6 blijkt dat de omvang van de *totale potentiële markt voor volledige biologische in-situ saneringen* uitgaande van het *voorzichtige scenario* ligt tussen 1,5 en 2,8 miljard gulden. De besparingen op saneringskosten die kunnen worden gerealiseerd bedragen 1,8 tot 2,9 miljard. Dat betekent voor de totale herstelmarkt een potentiële besparing van 5 tot 8% door toepassing van biologische in-situ technieken.

Als wordt uitgegaan van een *technische impuls scenario* voor biologische in-situ technieken, is de geschatte potentiële marktomvang groter: tussen 1,9 en 5,3 miljard. De besparingen ten opzichte van ontgravingsvarianten kunnen dan 2,6 tot 4,3 miljard bedragen. Dat betekent voor de totale herstelmarkt een potentiële besparing van 7 tot 11% door toepassing van biologische in-situ technieken.

Omvang van de potentiële beheersmarkt

Bij het doorrekenen van het *voorzichtige scenario* blijkt dat 25% van de locaties uit de beheersmarkt in aanmerking komt voor een volledige biologische in-situ sanering (de "zuivere" in-situ locaties). Als ook de combinatie-locaties worden meegerekend bedraagt dit percentage 40%.

Bij het doorrekenen van het *impuls scenario* blijkt dat 31% van de locaties uit de beheersmarkt in aanmerking komt voor een volledige biologische in-situ sanering (de "zuivere" in-situ locaties). Als ook de combinatie-locaties worden meegerekend bedraagt dit percentage 84%.

De omvang van de potentiële beheersmarkt is moeilijk in geld uit te drukken, omdat de biologische in-situ varianten die op kosten gezet zijn, geen beheersvarianten zijn, maar varianten waarbij zover als mogelijk de bodemkwaliteit wordt hersteld. Deze kosten zijn bij slechts circa 5% van de locaties lager dan de kosten voor een traditionele IBC-variant. Dit zijn de locaties die zeer geschikt zijn voor het uitvoeren van zogenaamde 'IBC-plusvarianten' omdat op deze locaties, waar een IBC-sanering mag worden uitgevoerd, voor hetzelfde geld ook een deel van de verontreinigingsvracht kan worden verwijderd. De inzet van biologische in-situ technieken bij beheersing is, door gebrek aan praktijkgegevens, nog niet op kosten te zetten. Er kan wel worden gesteld dat in het algemeen pas voor een biologische variant zal worden gekozen als dit niet duurder is dan een traditionele IBC-oplossing. Daarom kan als de maximale financiële omvang van de potentiële beheersmarkt voor biologische in-situ sanering worden beschouwd de gesommeerde IBC-kosten voor de locaties waar biologische in-situ technieken technisch gezien inzetbaar zijn. Daarom zijn deze in tabel 7 met de gegevens over de potentiële beheersmarkt opgenomen. Besparingen ten opzichte van de traditionele IBC-varianten zijn door het gebrek aan praktijkervaring met in-situ beheerstechnieken niet aan te geven.

Tabel 7 Potentiële beheersmarkt biologische in-situ saneringen in miljoenen guldens IBC-kosten.

scenario	voorzichtig		impuls	
"zuivere" in-situ/combinatie locaties	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
voormalige bedrijfsterreinen	700	1400	800	3300
huidige bedrijfsterreinen	1000	2900	1100	4700
totaal	1700	4300	1900	8000

Uit tabel 7 blijkt dat de maximale potentiële beheersmarkt uitgaande van het voorzichtig scenario 1,7 tot 4,3 miljard gulden bedraagt (17 tot 43% van de totale beheersmarkt), en uitgaande van het impulsscenario 1,9 tot 8,0 miljard gulden (19 tot 80% van de totale beheersmarkt). De huidige bedrijfsterreinen hebben het grootste aandeel in deze markt.

Totale omvang potentiële markt

Bij het doorrekenen van het *voorzichtige scenario* blijkt dat 17% van de locaties uit de totale markt in aanmerking komt voor een volledige biologische in-situ sanering (de "zuivere" in-situ locaties). Als ook de combinatie-locaties worden meegerekend bedraagt dit percentage 31%. Dit komt in grote lijnen overeen met het geschatte aandeel van een derde van alle locaties die volgens de Ad-NOBIS-studie in aanmerking zouden komen voor biologische in-situ sanering.

Bij het doorrekenen van het *impuls scenario* blijkt dat 25% van de locaties uit de totale markt in aanmerking komt voor een volledige biologische in-situ sanering (de "zuivere" in-situ locaties). Als ook de combinatie-locaties worden meegerekend bedraagt dit percentage 74%. Het meenemen van 'moeilijkere' stof-bodemcombinaties in het impulsscenario leidt dus tot een substantiële uitbreiding van de potentiële markt, ook ten opzichte van de schattingen in de Ad-NOBIS-studie.

In tabel 8 zijn de herstel- en beheersmarkt uitgedrukt in geld opgeteld om een beeld te geven van de totale potentiële markt voor biologische in-situ saneringstechnieken.

Tabel 8 Totale potentiële markt biologische in-situ saneringen in miljoenen guldens.

scenario	voorzichtig		impuls	
"zuivere" in-situ/combinatie locaties	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
voormalige bedrijfsterreinen	1400	2800	1800	6200
huidige bedrijfsterreinen	1800	4300	2000	7100
totaal	3200	7100	3800	13300

Uit tabel 8 blijkt dat de *totale potentiële markt* voor biologische in-situ sanering uitgaande van het *voorzichtige scenario* 3,2 tot 7,1 miljard bedraagt (7 tot 15% van de totale bodemsaneringsmarkt, dat wil zeggen f 5 tot 15 miljard), en uitgaande van het *impulsscenario* 3,8 tot 13,3 miljard (8 tot 28% van de totale bodemsaneringsmarkt, dat wil zeggen f 6 tot 28 miljard). De bedragen voor het voorzichtige scenario liggen in dezelfde grootte-orde als de daarmee vergelijkbare schatting van 7 miljard die is gemaakt in de Ad-NOBIS-studie.

Kanttekeningen bij de bedragen zijn:

- De aangegeven minima betreffen de "zuivere" in-situ locaties waar alleen biologisch te saneren verontreinigingen aanwezig zijn, de maxima zijn inclusief locaties waar ook niet biologisch te saneren verontreinigingen aanwezig zijn, en waar dus een combinatie van technieken moet worden toegepast. Dit is niet altijd mogelijk, zodat de werkelijke marktomvang tussen het minimum en maximum in zal liggen.
- Het impulsscenario kan nog een onderschatting van de markt zijn, omdat hierin met name voor slecht doorlatende gronden nauwelijks mogelijkheden voor biologische in-situ sanering zijn meegenomen. De verwachting is dat in combinatie met andere technieken er voor deze bodems toch mogelijkheden zijn voor biologische in-situ sanering, vooral als IBC-variant of IBCplus-variant.
- Het aandeel van biologische in-situ technieken binnen de beheersmarkt is moeilijk in

geld uit te drukken, omdat de saneringsoplossingen hier altijd maatwerk zijn waarvoor in het algemeen bij gebrek aan praktijkervaring nog geen kostenramingen zijn te geven. De gepresenteerde omvang is gebaseerd op de kosten voor traditionele IBC-oplossingen. Uitgaande van de veronderstelling dat er met name voor een biologische techniek zal worden gekozen als dit een kostenvoordeel oplevert, moet deze omvang dus als een maximum worden beschouwd.

Verdeling markt over stofgroepen en bodemtypen

In de tabellen 9 en 10 is aangegeven hoe de verdeling is van de aantallen locaties over de onderscheiden categorieën bodemtypen en stofgroepen.

Tabel 9 Verdeling van de locaties in de potentiële herstelmarkt over de stofgroepen en bodemtypes (tussen de haakjes = impulsscenario)

bodemcategorie	homoge en goed doorlatend	homoge en slecht doorlatend	gelaagd goed doorlatend	gelaagd slecht doorlatend	antropoge en goed doorlatend en opgespoten	puinhoudend materiaal opgebracht	totaal
stofgroep							
aromaten	8%	(7%)	8%	(23%)	3%	1%	49%
minerale olie	11%	(9%)	(11%)	-	3%	(1%)	35%
vluchtige chloorkoolwaterstoffen	6%	-	(6%)	-	(2%)	(1%)	14%
niet-vluchtige chloorkoolwaterstoffen	(1%)	-	-	-	(0%)	-	1%
PAK	(1%)	-	-	-	-	-	1%
metalen	-	-	-	-	-	-	-
totaal	26%	16%	24%	23%	8%	3%	100%

- : inzet biologische in-situ technieken technisch niet mogelijk

Tabel 3.7 Verdeling van de locaties in de potentiële beheersmarkt over de stofgroepen en bodemtypes (tussen de haakjes = impulsscenario)

bodemcategorie	homogeen goed doorlatend	homogeen slecht doorlatend	gelaagd goed doorlatend	gelaagd slecht doorlatend	antropogeen goed doorlatend en opgespoten	puinhoudend materiaal opgebracht	totaal
stofgroep							
aromaten	12%	(6%)	9%	(20%)	3%	1%	51%
minerale olie	13%	(7%)	(11%)	-	3%	(1%)	36%
vluchtige chloorkoolwaterstoffen	5%	-	(5%)	-	(1%)	(1%)	11%
niet-vluchtige chloorkoolwaterstoffen	(1%)	-	-	-	(0%)	-	1%
PAK	(1%)	-	-	-	-	-	1%
metalen	-	-	-	-	-	-	-
totaal	31%	13%	25%	20%	8%	3%	100%

- : inzet biologische in-situ technieken technisch niet mogelijk

6.7 Selectie 2: de reële markt voor biologische in-situ sanering

Niet bij alle potentieel geschikte bodemverontreinigingsgevallen zal een biologische in-situ sanering in de praktijk plaats kunnen vinden. Dit zal onder andere afhankelijk zijn van:

- de restverontreiniging in relatie tot gebruiksmogelijkheden;
- het kostenverschil met andere saneringsopties.

Een **tweede selectie** op grond van deze criteria levert dan ook de **reële markt** voor biologische in-situ sanering op. Deze bestaat dan uit gevallen waar biologische in-situ sanering *praktisch haalbaar is omdat de biologische in-situ-variant het beleidsmatig gewenste/vereiste resultaat zal leveren en financieel haalbaar zal zijn*.

Voor de herstelmarkt is deze selectiestap op basis van de algemene beleidslijnen aan de hand van de beschikbare gegevens goed uitvoerbaar. Bij de keuze voor in-situ technieken kunnen in de praktijk echter praktische argumenten, zoals de aanwezigheid van bebouwing, een rol spelen waardoor het selectieproces op locatieniveau anders kan verlopen dan de algemene beleidslijnen aangeven. Het is echter gezien de beschikbare gegevens niet mogelijk hiermee rekening te houden. Ook is het op basis van de beschikbare informatie over de gevallen in de databestanden moeilijk te beoordelen in welke gevallen in de praktijk gekozen zal worden voor een IBC-sanering waarbij biologische in-situ-technieken als beheersmaatregel worden ingezet. Omdat er nog nauwelijks ervaring bestaat met deze toepassingen, kunnen er ook geen kosten voor geraamd worden.

Het is dus niet goed mogelijk een selectie van de reële markt te maken. De omvang van de potentiële markt uitgedrukt in kosten van traditionele IBC-varianten kan echter als bovengrens van de biologische in-situ beheersmarkt worden beschouwd, omdat verwacht mag worden dat biologische in-situ technieken met name zullen worden toegepast als dit tot kostenbesparingen leidt.

In bijlage 5 wordt nader ingegaan op de gevolgde werkwijze van deze selectiestap. In tabel 11 is voor de herstelmarkt aangegeven hoe de verdeling is van de aantallen locaties over de onderscheiden categorieën bodemtypen en stofgroepen. Voor de beheersmarkt is deze tabel gelijk aan degene die bij de potentiële markt reeds is gepresenteerd. Derhalve wordt daarvoor verwezen naar tabel 10. Voor de overige resultaten wordt verwezen naar bijlage 5, en een samenvatting van de resultaten en de conclusies worden gepresenteerd in paragraaf 3.6.

Tabel 11 Verdeling van de locaties in de reële herstelmarkt over de stofgroepen en bodemtypes.

bodemcategorie	homogeen en goed doorlatend	homogeen en slecht doorlatend	gelaagd goed doorlatend	gelaagd slecht doorlatend	antropogeen en goed doorlatend en opgespoten	puinhoude en materiaal opgebracht	totaal
stofgroep							
aromaten	23%	(1%)	1%	(2%)	8%	0%	35%
minerale olie	29%	(9%)	(12%)	-	8%	(2%)	60%
vluchtige chloorkoolwaterstoffen	1%	-	(1%)	-	(0%)	(0%)	2%
niet-vluchtige chloorkoolwaterstoffen	(2%)	-	-	-	(0%)	-	2%
PAK	(0%)	-	-	-	-	-	0%
metalen	-	-	-	-	-	-	-
totaal	55%	10%	14%	2%	16%	2%	100%

- : inzet biologische in-situ technieken technisch niet mogelijk

* getallen tussen haakjes betreffen impulsscenario.

6.9 Selectie 3: de actuele markt voor biologische in-situ sanering

Tot slot is van belang te weten welk deel van de markt binnen afzienbare termijn werkelijk zal worden aangepakt. De urgentie voor bodemsanering zal, naast maatschappelijke ontwikkelingen, bepalen of een geval binnen 25 jaar of later ter hand genomen zal gaan worden. Een **laatste selectie** op basis van urgentie levert dan ook de schatting van de **actuele markt voor de komende 25 jaar** op. Deze bestaat dan uit gevallen die naar verwachting *in de komende 25 jaar zullen worden aangepakt*.

Bijlage 7 gaat in meer detail in op de gevolgde werkwijze en de verkregen resultaten. Een samenvatting van de resultaten en de conclusies zijn opgenomen in paragraaf 3.6.

6.11 Samenvatting resultaten en conclusies marktomvang vóór beleidsvernieuwing

6.12.1 Omvang potentiële, reële en actuele markt

In tabel 12 is een totaaloverzicht opgenomen van de potentiële, reële en actuele markt, zowel voor het voorzichtige als voor het impulsscenario. Er is onderscheid gemaakt tussen de marktomvang voor "zuivere" biologische in-situ locaties, en de marktomvang als ook locaties worden meegerekend waar biologische in-situ technieken gecombineerd moeten worden met andere technieken om een acceptabele saneringsoplossing te bereiken.

Tabel 12 Totale potentiële, reële en actuele markt biologische in-situ saneringen in miljarden gulden.

scenario	voorzichtig		impuls	
	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
potentiële markt	3,2	7,1	3,8	13,3
reële markt	2,2	5,2	2,5	9,1
actuele markt	2,1	4,7	2,2	7,9

6.12.3 Conclusies potentiële markt

Voorzichtige inschatting potentiële markt

Uit de uitgevoerde marktstudie komt naar voren dat bij het voorzichtige scenario, de potentiële markt voor biologische in-situ saneringen 7 tot 15 procent van de totale bodemsaneringsmarkt (in financiële zin) omvat. Het scenario gaat uit van de inzet van biologische in-situ technieken bij combinaties van verontreinigende stoffen en bodemtypen waar de technieken hun waarde op dit moment reeds hebben bewezen. De totale bodemsaneringsmarkt wordt geschat op een omvang van circa 75 tot 100 miljard. De omvang van de totale potentiële markt voor huidige generatie biologische in-situ technieken, ligt daarmee tussen de 5 en 15 miljard. Dit komt goed overeen met de omvang van 7 miljard die hiervoor is aangegeven in de Ad-NOBIS-studie [1]. Het percentage van de locaties dat bij het voorzichtig scenario geschikt wordt geacht voor biologische in-situ sanering ligt tussen 15 en 30%. In de Ad-NOBIS-studie is een aandeel van een derde genoemd. De totale potentiële besparing die de inzet van biologische in-situ technieken op kan leveren, ligt na extrapolatie in de orde van grootte van 3 tot 5 miljard gulden. De geschatte besparingen in de Ad-NOBIS-studie liggen op een duidelijk hoger niveau (minimaal 12 miljard gulden).

De spreiding in de schatting van de potentiële markt is met name het gevolg van onduidelijkheid over de vraag in hoeverre biologische in-situ technieken effectief kunnen worden ingezet als op een locatie een deel van de verontreinigde stoffen technisch gezien niet met biologische in-situ technieken is te saneren. Komen beide verontreinigingen los van elkaar voor, dan kan een combinatie van een biologische in-situ techniek en een andere techniek worden toegepast.

Komen beide verontreinigingen gemengd voor dan zal een techniek moeten worden gekozen gericht op het gelijktijdig verwijderen van beide typen verontreinigingen. De huidige biologische in-situ technieken zijn niet geschikt voor de sanering van cocktails van stoffen.

Een opvallende uitkomst is dat zeker de helft van de potentiële markt bij het zogeheten voorzichtige scenario bestaat uit de inzet van biologische in-situ technieken als beheersvariant. Met de inzet van biologische in-situ technieken in beheerssituaties in echter in de praktijk nog nauwelijks ervaring opgedaan.

Mogelijkheden tot vergroting van de potentiële markt

Er is nagegaan in welke mate de potentiële markt voor biologische in-situ saneringen groeit indien naast reeds bewezen technieken ook rekening wordt gehouden met een aantal veel belovende ontwikkelingen op het gebied van biologische in-situ saneringen. Er wordt namelijk verwacht dat biologische in-situ technieken op korte termijn bij meer typen stoffen en bodemtypes succesvol kunnen worden ingezet. Dit zogeheten impuls-scenario laat zien dat de potentiële markt door deze ontwikkelingen kan worden vergroot tot circa 8 à 28% van de totale bodemsaneringsmarkt. De potentiële besparingen als gevolg van de inzet van biologische in-situ technieken kunnen daarmee oplopen tot 5 à 8 miljard. Hierbij is nog geen rekening gehouden met situaties waarin biologische in-situ technieken worden ingezet gecombineerd met andere technieken, waardoor de toepassing voor nog meer typen locaties mogelijk zal worden. De verwachting is dat nieuwe ontwikkelingen als de inzet van natuurlijke afbraak, extensieve saneringstechnieken, bioschermen en de clusteraanpak tot een nog grotere impuls aan de markt kunnen leiden, met name daar waar het gaat om IBC-varianten of IBCplus-varianten. Er zijn hierover echter onvoldoende gegevens beschikbaar om in te kunnen schatten hoe vaak deze technieken kunnen worden ingezet, en welke omzetten hiermee gepaard gaan. De invloed op de omvang van de markt is daarom slecht aan te geven.

6.12.5 Conclusies reële markt

Uitgaande van het huidige beleid en de huidige stand der techniek blijken biologische in-situ technieken in de praktijk niet geschikt omdat het eindresultaat vanuit het beleid niet acceptabel is. Dit probleem speelt met name bij saneringen waar biologische in-situ technieken worden ingezet voor herstel van de bodemkwaliteit. De risico's die na sanering kunnen optreden bij gebruik van de locatie als gevolg van de achtergebleven restconcentraties, zijn in grofweg 50 tot 70% van de gevallen te groot.

De schatting van omvang van de reële markt varieert na extrapolatie van 4 miljard (voorzichtig scenario) tot 19 miljard (impulsscenario, inclusief 'combinatiesaneringen).

Nadere beschouwing van de restrisico's op deze locaties laat zien dat de risico's na een biologische in-situ sanering vaak te groot zijn, als gevolg van vooral de restconcentraties in de onverzadigde bodem. Zouden de restrisico's worden beoordeeld aan de hand van de restverontreinigingen in het grondwater na biologische in-situ saneringen, dan zal die techniek meestal wel toepasbaar zijn.

De reële markt voor biologische in-situ saneringen kan dan ook sterk worden vergroot indien de biologische in-situ technieken worden gecombineerd met andere technieken voor het saneren van de kernen van bodemverontreiniging in de onverzadigde bodem. De inzet van twee technieken tegelijkertijd zal dan wel ten koste gaan van de berekende besparing ten opzichte van de ontgravingsvariant.

De genoemde beperkte inzetbaarheid van biologische in-situ technieken als gevolg van restricties speelt naar alle waarschijnlijkheid nauwelijks een rol bij de inzet van biologische in-situ technieken bij IBC-saneringen. Eventuele onacceptabele restricties kunnen in deze gevallen door bijvoorbeeld aanvullende isolatiemaatregelen worden tegengegaan.

6.12.7 Conclusies actuele markt

Uit de marktstudie blijkt dat verreweg het grootste deel van de locaties waarvoor biologische in-situ technieken een reële mogelijkheid zijn, naar verwachting ook urgent zijn in het kader van de saneringsregeling Wbb. Dit betekent dat de biologische in-situ markt voor het grootste deel bestaat uit gevallen die in de komende 25 jaar zullen worden aangepakt. De omvang bedraagt naar schatting 3,5 tot 14 miljard gulden.

Over deze periode van 25 jaar zal de toepassing van biologische in-situ technieken dan ook naar verwachting leiden tot een omzet van f 150 tot maximaal f 500 miljoen per jaar. Ook deze jaarlijkse bedragen liggen over het algemeen in dezelfde orde van grootte als de resultaten van de Ad-NOBIS-studie, zij het dat de maximale omzet bij het impulsscenario duidelijk hoger is dan de schattingen uit de Ad-NOBIS-studie.

7 BELANGRIJKSTE CONCLUSIES VAN DE MARKTVERKENNING

8.1 De markt vóór de beleidsvernieuwing

De markt voor biologische in-situ sanering is op twee wijzen in beeld gebracht. Als basis voor de kwantificeringen van de markt is een bestand met potentieel verontreinigde voormalige en huidige bedrijfsterreinen gebruikt. Met dit bestand is naar schatting 50 tot 75 % van de totale bodemproblematiek in Nederland gedekt. In het eerste deel van de studie is de markt gekwantificeerd, uitgaande van de bestaande bodemsaneringspraktijk. Dit heeft schattingen opgeleverd van de potentiële markt voor biologische in-situ saneringen die na extrapolatie naar de totale markt variëren van 5 tot 28 miljard gulden. De schattingen van de reële markt variëren na extrapolatie van 4 tot 19 miljard gulden (voorzichtig en impulsscenario), waarvan 3,5 tot 14 miljard in de komende 25 jaar zou kunnen worden gerealiseerd (actuele markt). Dit leidt tot een mogelijke omzet van 150 tot 500 miljoen gulden per jaar.

De marktaandelen voor het impulsscenario zijn in beeld gebracht in taartdiagrammen in de figuren 7 en 8. Figuur 7 laat de netto-marktaandelen zien (alleen "zuivere" in-situ locaties) en figuur 8 de bruto marktaandelen ("zuivere" en in-situ locaties) en figuur 8 de bruto marktaandelen ("zuivere" en combinatielocaties).

Fig. 7. Potentieel, reëel en actueel netto-marktaandeel biologische in-situ sanering bij het impulsscenario.

Fig. 8. Potentieel, reëel en actueel bruto-marktaandeel biologische in-situ sanering bij het impulsscenario.

8.3 Markt ná de beleidsvernieuwing

Na het gereedkomen van dit onderdeel van de studie zijn medio 1997 nieuwe beleidsvoornemens met betrekking tot de bodemsanering bekend geworden. Belangrijke pijlers hiervan zijn kostenreductie en het vervangen van de 'multi-functioneel tenzij' benadering bij het vaststellen van saneringsdoelen door functie-gericht saneren van immobiele verontreinigingen en kosteneffectieve verwijdering van mobiele verontreinigingen.

De verwachte effecten van de beleidsvernieuwing zijn:

- Afname van de financiële omvang van de bodemsaneringsmarkt met 40 tot 45%. De totale saneringsmarkt voor de komende 25 jaar wordt geraamd op 39 miljard gulden.
- Het aantal saneringsgevallen en het 'saneringsvolume' bij immobiele verontreinigingsgevallen loopt terug, ten gevolge van de functiegerichte benadering.
- Het saneringsvolume bij mobiele verontreinigingsgevallen neemt toe, omdat er meer verontreiniging zal worden verwijderd (minder IBC).

Het nieuwe beleid heeft waarschijnlijk belangrijke consequenties voor de markt voor biologische in-situ sanering. Verwacht wordt dat de beleidsmatige haalbaarheid van de toepassing sterk zal toenemen. Tegelijkertijd zullen de kosten per m³ kunnen dalen als terugsaneerwaarden omhoog gaan. De markt is daarom nogmaals in beeld gebracht, nu uitgaande van het nieuwe beleid. Hierbij is een globalere aanpak gevolgd omdat het nieuwe beleid nog in concrete uitvoeringsplannen moet worden uitgewerkt.

Daar is uitgekomen dat bij circa 16 % van alle locaties biologische in-situ sanering een totaaloplossing kan bieden. Dit komt redelijk overeen met de schatting van 14 % van de locaties in de reële markt voor het impulsscenario uit het eerste deel van de studie. Circa 71 % van de locaties komt in aanmerking voor toepassing van een biologische in-situ techniek, zo nodig gecombineerd met de inzet van andere technieken voor de aanpak van slecht afbreekbare verontreinigingen of het wegnemen van onacceptabele restrisico's.

Dit stemt redelijk overeen met de schatting van 75 % van de locaties die uit het eerste deel van de studie naar voren komen als potentieel te saneren met biologische in-situ technieken als onderdeel van de saneringsoplossing. Een vergelijking met de potentiële in plaats van de reële markt is hier gerechtvaardigd, omdat in het geval biologische in-situ technieken niet als totaaloplossing hoeven te worden beschouwd, eventuele restrisico's van minder belang zijn, aangezien deze met aanvullende maatregelen kunnen worden weggenomen. Deze vergelijking van resultaten ondersteunt zowel de aanpak van het eerste als van het tweede deel van de studie.

8.5 Omvang in geld

Om een vertaling te kunnen maken naar de marktomvang in geld is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- de totale omvang van de actuele bodemsaneringsmarkt (aanpak in de komende 20-25 jaar) uitgaande van het nieuwe beleid bedraagt 39 miljard gulden;
- alleen locaties waarbij de saneringskosten op basis van ontgraven hoger zouden zijn dan een ton, komen naar verwachting in de praktijk in aanmerking voor een biologische in-situ oplossing.

Dit levert een 'bruto' marktaandeel (d.w.z. inclusief kosten van eventuele aanvullende, niet-biologische in-situ maatregelen) op van 68%, ofwel 27 miljard gulden. Uitgesmeerd over een periode van 25 jaar betekent dit een jaarlijkse bruto omzet. Dit zijn dus de totale uitgaven aan saneringsgevallen waar biologische in-situ technieken worden ingezet van circa 1,1 miljard gulden.

Om een schatting te maken van 'netto' marktaandeel is uitgegaan van het volgende aanvullende uitgangspunt:

- voor locaties waar biologische in-situ technieken slechts een deel van de oplossing betekenen, wordt de helft van de saneringskosten als onderdeel van de 'netto' biologische in-situ markt gerekend.

Op deze wijze kan een 'netto' marktaandeel van 42 %, ofwel 16 miljard worden berekend. Dit komt overeen met een jaarlijkse netto omzet van circa 655 miljoen gulden gedurende de komende 25 jaar.

De resultaten van de schattingen van de marktomvang uitgaande van de beleidsvernieuwingen zijn samengevat in tabel 13. De geschatte netto- en bruto-marktaandelen zijn in beeld gebracht in figuur 9.

Tabel 13 Geschatte marktomvang biologische in-situ sanering voor de komende 25 jaar, uitgaande van de beleidsvernieuwingen en een saneringsmarkt van 39 miljard gulden.

	netto	bruto
marktaandeel in procenten	42%	68%
marktomvang in guldens	16 miljard	27 miljard
jaarlijkse omzet in guldens	1,1 miljard	0,7 miljard

Fig. 9. Netto en bruto marktaandeel biologische in-situ sanering, schatting op basis van beleidsvernieuwing.

De groeiende inzet van biologische in-situ technieken zal leiden tot aanzienlijke besparingen op de saneringskosten, hoewel het niet mogelijk was de omvang van deze besparingen te kwantificeren. Het goedkoper maken van de nog uit te voeren bodemsaneringen was ook een belangrijke doelstelling van de beleidsvernieuwing. Om dit te doen slagen is een toenemende inzet van goedkopere technieken, zoals biologische in-situ methoden, dan ook nodig.

8.7 Implicaties voor het beleid en het NOBIS-programma

De conclusies uit de marktstudie kunnen worden gebruikt om de koers van de NOBIS-operatie te toetsen en zonodig bij te stellen. Een aantal belangrijke conclusies uit de marktverkenning waarmee bij de programmering van het NOBIS-programma rekening gehouden kan worden zijn:

De beleidsvernieuwing vormt inderdaad naar verwachting een belangrijke impuls voor de toepassing van biologische in-situ technieken, maar is tegelijkertijd noodzakelijk. De wens tot kostenreductie, en tot het kosteneffectief verwijderen van mobiele verontreinigingen noopt tot de inzet van goedkopere technieken die geschikt zijn voor het verwijderen van verontreinigingsvracht. Biologische in-situ technieken zijn hier bij uitstek voor geschikt. Voorwaarde is dat de inspanningen erop gericht blijven biologische in-situ technieken in de praktijk inzetbaar te maken. Hier is ook vanuit gegaan bij het schatten van de mogelijkheden voor inzet van technieken bij verschillende verontreinigingssituaties.

Reeds ingezette ontwikkelingen binnen NOBIS, zoals de inzet van extensieve saneringsvarianten en natuurlijke afbraak, kunnen waarschijnlijk worden ingezet bij verontreinigingssituaties waar voorheen vaak een IBC-oplossing werd gekozen.

De beleidsontwikkelingen bieden betere mogelijkheden dan voorheen voor het praktisch toepassen van biologische in-situ technieken, omdat de restconcentraties niet meer per definitie onder de streefwaarde hoeven te liggen. Dit is in het bestaande beleid wel het geval, tenzij er sprake is van locatie-specifieke omstandigheden en een IBC-variant kon worden uitgevoerd.

Functiegericht saneren en de inzet van een combinatie van technieken maakt het mogelijk oplossingen met hogere restconcentraties niet bij voorbaat uit te sluiten. Dit laat echter onverlet dat blijvend aandacht zal moeten worden besteed aan de verbetering van prestaties van de technieken in termen van haalbare restconcentraties.

In het grootste deel (circa 3/4) van de gevallen waar biologische in-situ technieken kunnen worden toegepast, zijn daarnaast ook andere maatregelen noodzakelijk, hetzij voor het wegnemen van onacceptabele blootstellingsrisico's, hetzij voor de aanpak van tevens aanwezige niet tot slecht afbreekbare stoffen. Speciale aandacht binnen het NOBIS-programma voor de inzet van biologische in-situ technieken in combinatie met andere aanvullende maatregelen zal de kans op realisatie van een aanzienlijk marktaandeel vergroten.

Om keuzen te maken tussen ontwikkelingsrichtingen binnen het NOBIS-programma is het zinvol inzicht te hebben in de verdeling van de markt over locaties met verschillende verontreinigende stoffen. Nadere analyse heeft uitgewezen dat in circa 80 % van de gevallen waar biologische in-situ technieken naar verwachting toepasbaar zijn, (onder andere) aromaten of minerale olie aanwezig zijn. Dit betekent dat een fors deel van de markt kan bestaan uit aërobe technieken. Anaërobe technieken komen in circa 30 % van de gevallen in aanmerking (aanwezigheid chloorhoudende verbindingen en of bestrijdingsmiddelen). Op ongeveer 60 % van de locaties uit de biologische in-situ markt zijn zware metalen aanwezig. Technieken gericht op PAK-verwijdering kunnen in 10 % van de gevallen worden toegepast.

LITERATUUR

1. Ad-NOBIS: Marktverkenning biologische in-situ sanering, H.H.M. Rijnaarts en J.W.T.M. Reckman, TNO Milieuwetenschappen i.o.v. Stichting NOBIS, TNO-rapport TNO-MW-R95/124, Delft, mei 1995.
2. Bedrijfsactiviteiten en bodemverontreiniging, Grontmij N.V., Zeist;
3. (Chemische) afvalstoffengids, Tauw Infra Consult B.V., Deventer.
4. Modelbeschrijving BSB-Prioriteitenrangschikking PR-2 en PR-3, rapportnummer R3221210.W02/M CH, Tauw Milieu bv, Deventer, april 1993.
5. Kabinetsstandpunt over de vernieuwing van het bodemsaneringsbeleid, juli 1997.
6. Gerede grond voor groei. Nieuwe impulsen voor de bodemsanering. Interdepartementaal beleidsonderzoek bodemsanering, maart 1997.
7. Bodemsanering: met gezond verstand goede afspraken maken. De toepassing van bodemsanering geëvalueerd. Den Haag, 1996.
8. Urgentie van bodemsanering: De handleiding, J.G.M. Koolenbrander, Tauw Milieu b.v. in opdracht van Ministerie VROM, den Haag, 1995.

BIJLAGEN

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

BIJLAGE 1

INVENTARISATIE TOTALE BODEMSANERINGSMARKT

INVENTARISATIE TOTALE BODEMSANERINGSMARKT

1 Algemeen

In deze bijlage komt aan de orde hoe de totale bodemsaneringsmarkt is ingeschat. Daarbij wordt ingegaan op de bestanden die zijn verzameld, de gegevens die hieraan zijn toegevoegd, en wordt aangegeven hoe op basis hiervan de indeling is gemaakt van de totale bodemsaneringsmarkt, althans voor zover die in beeld is gebracht, in een herstel- en een beheersmarkt.

2 Verzamelen beschikbare uitgangsbestanden

Ter inventarisatie van alle (potentiële) gevallen van bodemverontreiniging in Nederland is contact opgenomen met de bodemsaneringsafdelingen van alle provincies en de vier grote gemeenten die in het kader van de bodemsanering als bevoegd gezag zijn aangewezen, en met de commissie BSB. Aan de provincies en gemeenten is gevraagd of zij geautomatiseerde bestanden hebben opgesteld van:

- bekende verontreinigingsgevallen (Wbb-bestanden), en
- inventarisaties van potentieel verontreinigde *voormalige* bedrijfslocaties (VMBT-bestanden).

Voor zover men deze bestanden beschikbaar heeft, is verzocht om de bestanden beschikbaar te stellen voor de marktverkenning.

Aan de Commissie BSB is gevraagd om het basisbestand van potentieel verontreinigde *in gebruik zijnde* bedrijfsterreinen beschikbaar te stellen. Dit is een *landsdekkend bestand*.

Genoemde instanties hebben in alle gevallen voor zover mogelijk hun medewerking verleend of toegezegd. In het algemeen is hier de voorwaarde aan verbonden dat de gegevens slechts voor deze marktverkenning mogen worden gebruikt, en alleen in geaggregeerde vorm mogen worden gepresenteerd en gerapporteerd.

In tabel 1.1 wordt een overzicht gegeven van de beschikbaarheid van bestanden. Er zijn bestanden met *voormalige* bedrijfsterreinen geleverd door 9 provincies en 1 grote gemeente. Dit betekent dat in de marktverkenning zijn meegenomen alle voormalige bedrijfsterreinen, met uitzondering van die in Flevoland, Zuid-Holland, Zeeland, Amsterdam, Rotterdam en gemeente Utrecht. Het landsdekkende BSB-bestand met *huidige bedrijfsterreinen* is ook meegenomen in de marktverkenning. In dit bestand zijn de ontbrekende provincies en grote steden wel meegenomen. Er is voor gekozen de verzamelde Wbb-bestanden (bekende verontreinigingsgevallen) niet te gebruiken voor de marktstudie, omdat de beschikbare informatie over de verschillende locaties in deze bestanden te summier bleek om zinvolle selecties te kunnen maken. Voor een deel overlappen de Wbb-bestanden met de bestanden met voormalige en huidige bedrijfsterreinen. Ze bevatten echter ook verontreinigde locaties die niet zijn gekoppeld aan bedrijfsactiviteiten, zoals stortplaatsen, opgehoogde terreinen en slootdempingen. Dit type locaties is dus niet in de marktverkenning betrokken!

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

Tabel 1.1. Beschikbaarheid bestanden voor de NOBIS-marktverkenning.

Instantie	WBB-bestand	VMBT-bestand
Provincie Groningen	geleverd	geleverd en gebruikt
Provincie Friesland	geleverd	geleverd en gebruikt
Provincie Drenthe	geleverd	geleverd en gebruikt
Provincie Overijssel	geleverd	geleverd en gebruikt
Provincie Flevoland	slechts 1 relevante locatie, verder niets beschikbaar	
Provincie Gelderland	geleverd	geleverd en gebruikt
Provincie Utrecht	geleverd	geleverd en gebruikt
Provincie Noord-Holland	geleverd	geleverd en gebruikt
Provincie Zuid-Holland	niet beschikbaar	niet beschikbaar
Provincie Zeeland	geleverd	niet compleet en niet geleverd
Provincie Noord-Brabant	geleverd	geleverd en gebruikt
Provincie Limburg	geleverd	geleverd en gebruikt
Gemeente Amsterdam	geleverd (papier)	niet beschikbaar
Gemeente Den Haag	geleverd	geleverd en gebruikt
Gemeente Rotterdam	geleverd (papier)	niet beschikbaar
Gemeente Utrecht	toegezegd, nog niet ontvangen	toegezegd, nog niet ontvangen
Commissie BSB	basisbestand potentieel verontreinigde in gebruik zijnde bedrijfsterreinen, geleverd en gebruikt	

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

De bestanden met voormalige bedrijfsterreinen van de verschillende provincies en de gemeente Den Haag zijn gekoppeld, zodat uiteindelijk 2 bronbestanden zijn verkregen:

- bronbestand VMBT, met potentieel verontreinigde *voormalige* bedrijfsterreinen;
- en bronbestand BSB, met potentieel verontreinigde *huidige* bedrijfsterreinen.

Op basis van een vergelijking van postcodes en huisnummers zijn zo veel mogelijk dubbeltellingen verwijderd. De afzonderlijke bronbestanden zijn niet gekoppeld, omdat het in verband met mogelijk toekomstige samenwerkingsverbanden van belang kan zijn vast te stellen wat de verdeling van de markt over de verschillende probleemeigenaren is. De verdeling wordt hierbij beperkt tot een indeling in de volgende twee groepen:

- overheid;
- industrie.

Aangenomen wordt dat de locaties uit de bestanden met huidige bedrijven zullen worden aangepakt door de categorie industrie. De verwachting is dat de locaties uit de bestanden met voormalige bedrijven in de meeste gevallen zullen worden aangepakt door de overheid (vangnet).

3 Toevoegen aanvullende gegevens

Algemeen

In de uitgangsbestanden zijn veelal alleen gegevens opgenomen over de ligging van de locaties, de uitgevoerde bedrijfsactiviteiten en over de ouderdom van de locaties. Om de totale bodemsaneringsmarkt in de juiste termen te kunnen beschrijven en om gewenste selecties met betrekking tot de markt voor biologische in-situ saneringen te kunnen maken zijn aan de bestanden met locatiegegevens de volgende gegevens toegevoegd:

- aanwezige verontreinigende stoffen;
- grondsoort;
- landgebruik.

Op basis van deze gegevens zijn met behulp van een model de saneringskosten ingeschat, zowel voor een ontgravingsvariant, als voor een IBC-variant en voor een biologische in-situ variant.

Lokalisering

De grondsoort en het landgebruik zijn niet standaard in de bestanden opgenomen. Deze gegevens zijn daarom later toegevoegd door de locaties te combineren met opgestelde GIS-kaarten met betrekking tot deze thema's. Daarvoor is het noodzakelijk dat van alle locaties in de bestanden de geografische ligging bekend is. In de bestanden is deze in veel gevallen niet opgenomen. Waar mogelijk zijn voor de betreffende locaties coördinaten toegevoegd in het bestand op basis van postcode en huisnummer. Indien deze gegevens ontbraken zijn deze toegevoegd op basis van de straat en de woonplaats. Was ook dat niet mogelijk dan is het coördinatenpaar geselecteerd van het centrum van het 4-cijferige postcodegebied dat binnen de betreffende woonplaats als geohydrologisch meest kwetsbaar wordt beschouwd.

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

Fig. 1.1. Ligging van de potentieel verontreinigde locaties.

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

(In het kader van de operatie BSB is een bestand opgesteld dat geohydrologische kwetsbaarheid koppelt aan postcodegebieden). Deze keuze leidt tot een ruime schatting van de actuele markt, omdat de verspreidingsmogelijkheden van verontreinigingen een rol spelen bij de urgentiebepaling.

In het onderstaande wordt ingegaan op de wijze waarop de gegevens zijn toegevoegd. De wijze waarop de kosten zijn ingeschat wordt toegelicht in paragraaf 4.

Toevoegen gegevens over verontreinigende stoffen

De verontreinigende stoffen zijn op basis van SBI-codes (beschrijving bedrijfstype) geautomatiseerd gekoppeld aan de in de bestanden voorkomende bedrijfslocaties. Deze koppeling is gebaseerd op onderzoekservaringen van Tauw Milieu bv, informatie van branche-organisaties en literatuurgegevens [2,3].

Er is onderscheid gemaakt in de volgende stofgroepen:

- metalen;
- anorganische verbindingen;
- aromatische verbindingen;
- polycyclische aromatische koolwaterstoffen;
- gechloreerde koolwaterstoffen;
- EOCL;
- bestrijdingsmiddelen;
- minerale olie.

Aan een locatie kunnen afhankelijk van de activiteiten die zijn uitgevoerd, één of meerdere stofgroepen zijn toegekend.

Toevoegen van gegevens over grondsoort

Bodemgegevens zijn aan de locaties toegevoegd door koppeling met een digitale bodemkaart. Op deze bodemkaart worden 5 categorieën onderscheiden die zijn opgenomen in tabel 1.2.

Tabel 1.2. Onderscheiden categorieën op de bodemkaart.

categorie	bodem
1	homogene goed doorlatende bodem
2	homogene slecht doorlatende bodem
3	gelaagde goed doorlatende bodem
4	gelaagde slecht doorlatende bodem
5	antropogene bodems: A antropogene goed doorlatende bodem B opgespoten materiaal C puinhoudend materiaal opgebracht

De gebruikte bodemkaart is als volgt tot stand gekomen:

Als ondergrond is gebruik gemaakt van de toegepaste geologische kaart uit 1975, die digitaal bij Tauw beschikbaar is. Vervolgens heeft een vertaling van de legenda-eenheden naar de onderscheiden categorieën plaatsgevonden conform tabel 1.3.

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

Tabel 1.3. Vertaling legenda-eenheden toegepaste geologische kaart naar bodemcategorieën.

RGD-index	omschrijving	categorie
1	klei	2
2	klei op grof zand	4
3	klei op grind	4
4	leem op lemig fijn zand	4
5	lemig fijn zand	2
6	lemig fijn zand op grind	4
7	lemig fijn zand op kalksteen	4
8	leemarm fijn zand	1
9	leemarm fijn zand op grof zand	3
10	grof zand	1
11	grof zand op fijn zand	3
12	grof zand op klei/veenlagen	3
13	grind	1
14	grind op lemig fijn zand	3
15	grind op fijn zand	3
16	grind op kalksteen	3
17	grind op lemig fijn zand op kalksteen	3
18	vuursteen op kalksteen	4
19	kalksteen	2
20	zilverzand	1
21	duinzand	1
22	geul- en strandzand (soms lemig/venig)	3
23	lemig fijn zand met keileeminschakelingen	4
24	lemig fijn zand met keileeminschakelingen op potklei	4
25	fijn zand met keileeminschakelingen	3
26	potklei deels bedekt met keileem	4
27	veen	2
28	klei/veen op fijn zand, soms lemig	4
29	zandsteen	2

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

De toegepaste geologische kaart geeft een goed beeld van de bodem in het landelijk gebied. In stedelijke gebieden is er echter nogal eens sprake van ophogingen en dergelijke. Hierdoor kan de geschiktheid van een locatie voor biologische in-situ sanering anders zijn dan op basis van de onderliggende bodem te verwachten is. Daarom zijn er 40 stedelijke gebieden in Nederland geselecteerd waarin naar verwachting de meeste bodemverontreinigingslocaties zijn gelegen. Voor deze 40 gebieden is de bodemopbouw nagegaan op basis van informatie aanwezig bij Tauw door in het verleden uitgevoerde bodemonderzoeken. De informatie is weergegeven volgens de categorie-indeling in tabel 1.1. Deze informatie is gedigitaliseerd in de bovengenoemde kaart opgenomen. De aldus verkregen bodemkaart is ter illustratie opgenomen in figuur 1.1.

Toevoegen gegevens over landgebruik

Het landgebruik is nodig voor de beoordeling van het restrisico na biologische in-situ sanering. Daartoe is een indeling gemaakt in 10 typen landgebruik, die verschillen in de mate waarin bodemverontreiniging een humaan risico vormt, omdat de blootstellingsroutes steeds anders zijn. De onderscheiden typen zijn opgenomen in tabel 1.4.

Tabel 1.4. Onderscheiden typen landgebruik.

type	landgebruik
1	wonen met moestuin
2	moestuin
3	wonen met tuin
4	wonen zonder tuin
5	verkeer
6	werken
7	verblijfsrecreatie
8	maatschappelijk/cultureel gebruik
9	groen en buitenrecreatie
10	overig (geen blootstelling verwacht)

Voor de landgebruikskarta is gebruik gemaakt van een rasterkaart van het CBS, waarop per vak van 500 x 500 meter is aangegeven wat de procentuele verdeling is van het oppervlak over 35 onderscheiden vormen van landgebruik. Aan elk vak is het gebruik toegekend dat het grootste aandeel heeft. Vervolgens is een vertaling van de legenda-eenheden naar de onderscheiden landgebruikstypen toegepast volgens tabel 1.5. Deze vertaling is gemaakt door voor elke CBS-omschrijving te bedenken met welk landgebruikstype deze het meest overeenkomt, gelet op humane blootstelling aan bodemverontreiniging.

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

Fig. 1.2. Bodemkaart gebruikt voor de beoordeling van de technische mogelijkheden voor het toepassen van biologische in-situ sanering.

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

Tabel 1.5. Vertaling legenda-eenheden CBS-kaart naar typen landgebruik ten behoeve van risico-beoordeling.

CBS-nr.	omschrijving	landgebruikstype
1	spoor-, tram- en metrowegen	5
2	verharde wegen	5
3	onverharde en halfverharde wegen	5
4	spaarbekkens (waterreservoirs)	10
5	overig water breder dan 6 meter	10
6	begraafplaatsen	9
7	sportterreinen	9
8	vliegvelden	5
9	volkstuinten	2
10	stortplaatsen	5
11	wrakkenopslagplaatsen	5
12	delfstoffenwinning	5
13	parken en plantsoenen	9
14	verblijfsrecreatie	7
15	dagrecreatieve objecten en terreinen	9
16	sociaal-culturele voorzieningen	8
17	overige openbare voorzieningen	8
18	industrie- en haventerreinen	6
19	handel	6
20	dienstverlenende sector (overige bedrijfsterreinen)	6
21	woongebied	3
22	wonen-werken gemengd	4
23	bouwtterreinen voor industrie- en haventerrein	6
24	bouwtterreinen voor overige bestemmingen	6
25	bos	9
26	bos met recreatieve hoofdfunctie	9
27	glastuinbouw	1
28	overig agrarisch gebruik	1
29	droog natuurlijk terrein	9
30	nat natuurlijk terrein	9
31	overige gronden	9
32	Waddenzee, Eems, Dollard	10
33	Noordzee	10
34	IJsselmeer	10
35	Ooster- en Westerschelde	10

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

Er is bij het indelen van de landbouwgebieden gekozen voor een worst-case benadering door deze vormen van landgebruik in te delen onder de categorie "wonen met moestuin".

Hiervoor is gekozen aangezien bodemverontreiniging op huidige of voormalige bedrijfsterreinen over het algemeen op de bebouwde locaties binnen het landelijk gebied zal worden aangetroffen en indien (een deel van) de verontreiniging aanwezig is buiten het bebouwd gebied, de meest gevoelige functie de teelt van voedingsgewassen is. De landgebruiksk kaart is opgenomen in figuur 1.3.

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

Fig. 1.3.Landgebruikskaat.

4 Modelmatige bepaling van de saneringskosten

Algemeen

Voor elke locatie zijn saneringskosten berekend voor verschillende saneringsvarianten:

- ontgraven gecombineerd met grondwatersanering door middel van pompen en zuiveren;
- IBC-sanering, bestaande uit ontgraven tot 1 m-mv, aanbrengen van een schone leeflaag en beheersen van de grondwaterverontreiniging;
- indien de aanwezige combinatie van verontreinigingen en bodemtype het toelaat: biologische in-situ sanering, waarbij verontreiniging in de grond en het grondwater tegelijkertijd worden aangepakt;
- indien er ook meerdere stoffen aanwezig zijn waarbij voor een deel biologische sanering niet mogelijk is: een combinatie van ontgraven en biologische in-situ sanering.

In het onderstaande zijn de kostenramingen globaal beschreven. In de bijlagen 2 en 3 wordt nader op de werkwijze bij de kostenramingen ingegaan.

Kostenraming van de ontgravings- en de IBC-variant

Het gebruikte kostenmodel voor de ontgravingsvariant is ontleend aan het BSB-traject [4]. Deze berekende saneringskosten betreffen kosten van sanering tot globaal de toenmalige B-waarde contour (ontgravingsvariant). Het model is geijkt op 78 uitgevoerde praktijkcases.

De kostenramingsmodule voor IBC is gebaseerd op de module voor ontgravingsvarianten, met de volgende aanpassingen:

- Uitgangspunt voor de verontreiniging in de grond bij de IBC-variant is de realisering van een leeflaag van 1 m. Alle verontreinigingen die dieper dan 1 m -mv zitten worden niet ontgraven.
- Uitgangspunt met betrekking tot de grondwaterverontreiniging is dat de kosten voor beheersing van het grondwater afhankelijk worden gesteld van de toegekende stofgroepen. Aangehouden is dat het kosteneffectiever is om relatief kleine hoeveelheden *mobile* stoffen in het grondwater te reinigen dan te beheersen. Pas bij grote hoeveelheden verontreinigd grondwater zal het rendabel zijn om de IBC-variant toe te passen. Hiervoor wordt een grens getrokken bij verontreinigingen van meer dan 100.000 m³. In dat geval zijn de grondwaterbeheerskosten voor de IBC-variant een derde van de grondwaterreinigingskosten. Bij relatief *immobiele* stoffen zijn de kosten voor de grondwaterbeheersing voor de IBC-variant altijd (ongeacht de hoeveelheden verontreinigd grondwater), gesteld op een derde van de grondwaterreinigingskosten.

Voor de opdeling van de markt in een herstelmarkt en een beheersmarkt en voor de uit te voeren selecties, is het eigenlijk van belang om te weten wat de kosten zijn van een multi-functionele saneringsvariant. Het BSB-model maakt een schatting van een B-waardesanering. De verschillen tussen de B-waardevariant en de multifunctionele variant zullen echter afhankelijk zijn van de wijze waarop de bodem is belast, van de verontreinigende stoffen en grondsoort. In verband met de keuze tussen herstel en beheersing is het tevens van belang dat in de praktijk de kosten voor een ontgravingsvariant in veel gevallen hoger zullen uitvallen dan de berekende kosten als er kosten worden gemaakt voor sloop en herinrichting van het terrein.

Inventarisatie totale bodemsaneringsmarkt

Rekening houdend met de uitgangspunten van het model, is er voor gekozen de kosten van de multifunctionele variant gemiddeld een factor 2 hoger te kiezen dan de kosten van de B-waardevariant (zie ook bijlage 2). Dit op basis van een vergelijking van de in de huidige praktijk door de provincies opgegeven verhouding tussen multifunctionele (herstel-) en IBC-varianten.

Kostenraming van de biologische in-situ variant en combinatiesanering

Voor dit project is het model uitgebreid met een kostenramingsmodule voor een *biologische in-situ variant*. Deze kostenramingen zijn uitgevoerd voor alle locaties waar alleen stoffen aanwezig zijn die mogelijk biologisch in-situ gesaneerd kunnen worden. De kosten voor in-situ sanering zijn gerelateerd aan de stofgroepen, het bodemtype en het aantal kubieke meters verontreinigd grondlichaam. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in drie klassen: saneringen kleiner dan 1.000 m³, 1.000 m³ tot 5.000 m³ en groter.

De berekening van in-situ saneringskosten wijkt verder op de volgende punten af van de ontgravingsvariant:

- In plaats van de kostentabellen voor de ontgraving van grond en sanering van grondwater wordt gebruik gemaakt van één kostentabel (zie bijlage 2). Hierin wordt een geschatte prijs *per kubieke meter verontreinigde grond* per stofgroep per bodemtype gegeven voor een integrale in-situ sanering, gebaseerd op de huidige praktijkgegevens.
- Er wordt eerst gekeken of het verontreinigingsfront niet dieper dan 1 meter is doorgedrongen. In dat geval wordt de locatie ontgraven en bij deze gevallen wordt per definitie gesteld dat geen grondwaterverontreiniging is opgetreden.
- Voor de overige gevallen wordt nagegaan of het een locatie met landgebruikstype wonen, sociaal-culturele of overige openbare voorzieningen betrof. Als dit het geval is wordt uitgegaan van ontgraving van de eerste meter (leeflaag). In deze eerste meter wordt geen verontreinigd grondwater verondersteld. De rest wordt in-situ gesaneerd.
- De rest van de gevallen worden geheel in-situ gesaneerd.

In de gevallen waar ook stoffen aanwezig zijn die niet biologisch in-situ kunnen worden gesaneerd, wordt voor deze stoffen aanvullend een kostenraming gemaakt voor ontgraving. Beide bedragen zijn vervolgens opgeteld. Er wordt dus in feite van uitgegaan dat er twee afzonderlijke verontreinigingen aanwezig zijn, hetgeen leidt tot een hoog bedrag voor totale kosten. Gezien het feit dat er geen specifieke informatie over de verontreinigingssituatie aanwezig is, kan geen nauwkeurigere kostenraming van de combinatievariant worden gemaakt.

Methode bepaling saneringskosten

BIJLAGE 2

METHODE BEPALING SANERINGSKOSTEN

BEPALING SANERINGSKOSTEN ONTGRAVINGSVARIANT

De bepaling van de saneringskosten is niet gebaseerd op feitelijke kennis van (bodemverontreiniging op) het bedrijfsterrein, maar op een gestandaardiseerde berekeningsmethode. Hiervoor is een computermodel ontwikkeld. In grote lijnen werkt dit model als volgt: uitgangspunt voor de modelberekeningen zijn de openbare gegevens uit het Handelsregister. Het gaat om de volgende soorten gegevens:

- de postcode van de locatie en coördinaten;
- het vestigings- en eindjaar van het betreffende bedrijf of bedrijfs onderdeel;
- de activiteit van het bedrijf, weergegeven in de SBI-code;
- de omvang van het bedrijf, weergegeven in de klasse werkzame personen.

Deze gegevens zeggen zonder nadere analyse niets over de aanwezigheid en omvang van eventueel aanwezige bodemverontreiniging. Daartoe is een aantal aannames in het computermodel ingevoerd. De belangrijkste gegevens in het computermodel zijn:

- Aan de hand van de bedrijfsactiviteit zijn, op basis van ervaring, de stoffen gedefinieerd die bij die bedrijfsactiviteit vaak worden gebruikt en een bedreiging kunnen vormen voor de bodemkwaliteit (zie boven). Van deze stoffen zijn de schadelijkheid (toxiciteit) en verplaatsingssnelheid in de bodem (mobiliteit) bekend. Deze gegevens zijn toegevoegd in het model.
- Een andere belangrijke parameter is de grondsoort. In zandgrond kan een verontreiniging zich snel verspreiden, in een kleigrond zal dat veel minder het geval zijn. Aan de hand van de coördinaten is daarom het bodemtype (de grondsoort) bepaald. Dit is gedaan aan de hand van de beschreven bodemkaart in bijlage 3. Ook zijn gegevens toegevoegd over de samenstelling van de diepere ondergrond (de geohydrologie), om te bepalen in hoeverre de verontreiniging zich in de ondergrond kan verspreiden.
- Het vestigingsjaar bepaalt in combinatie met het eindjaar met name de door het model geschatte omvang van de verontreiniging. Een oude verontreiniging zal zich immers verder hebben kunnen verspreiden dan een verontreiniging die kort geleden ontstaan is.
- De omvang van het bedrijf is als maat gebruikt voor de omvang in het horizontale vlak van de verontreiniging.

Aan de hand van de genoemde gegevens is per bedrijf een inschatting gemaakt van de omvang van een mogelijke bodemverontreiniging. De omvang wordt met name bepaald door de ouderdom en omvang van het bedrijf het soort stoffen en de grondsoort. Vervolgens worden de saneringskosten bepaald met behulp van tabellen met standaardprijzen voor de sanering van grond en grondwater per kubieke meter (zie tabel 2.1 en 2.2). Voor een meer uitgebreide beschrijving van het model wordt verwezen naar [4].

Methode bepaling saneringskosten

Tabel 2.1.Ontgravingsvariant: Gemiddelde kosten per m³ verontreinigde grond, excl. BTW.

Stofgroep	Grondsoort			
	I klei/veen /leem	II lemig fijn zand	III fijn zand	IV grof zand /grind
A: zware metalen en arseen	f 400,=	f 400,=	f 350,=	f 325,=
B: overige anorganische verontreinigingen	f 400,=	f 390,=	f 350,=	f
C: aromatische oplosmiddelen en fenolen	f 400,=	f 335,=	f 315,=	f
D: PAK's	f 400,=	f 335,=	f 330,=	f
E: gechloreerde oplosmiddelen	f 400,=	f 335,=	f 350,=	f
F: EOCI	f 400,=	f 390,=	f 350,=	f
G: bestrijdingsmiddelen	f 400,=	f 390,=	f 350,=	f
H: minerale olie/benzine	f 400,=	f 320,=	f 320,=	f

Tabel 2.2.Ontgravingsvariant: Gemiddelde kosten per m³ te onttrekken grondwater, excl. BTW.

Stofgroep	Hoeveelheid te onttrekken grondwater (in m ³)			
	<1.000	1.000-10.000	10.000-100.000	\$ 100.000
A: zware metalen en arseen	f 100,=	f 30,=	f 6,50	f 3,25
B: overige anorganische verontreinigingen	f 105,=	f 37,=	f 9,50	f 4,00
C: aromatische oplosmiddelen en fenolen	f 55,=	f 15,=	f 3,00	f 1,50
D: PAK's	f 50,=	f 14,00	f 4,00	f 2,00
E: gechloreerde oplosmiddelen	f 55,=	f 15,=	f 3,00	f 1,50
F: EOCI	f 110,=	f 38,00	f 10,00	f 4,50
G: bestrijdingsmiddelen	f 110,=	f 38,00	f 10,00	f 4,50
H: minerale olie/benzine	f 45,=	f 13,=	f 3,00	f 1,50

BEPALING SANERINGSKOSTEN IBC-VARIANT

De kostenramingsmodule voor IBC is gebaseerd op de module voor ontgravingsvarianten, met de volgende aanpassingen:

Voor de grond:

-Uitgangspunt is de realisering van een leeflaag van 1 m. Alle verontreinigingen die dieper dan 1 m -mv zitten worden niet ontgraven. In de berekening wordt daarom het volgende veranderd: het berekende aantal verontreinigde m^3 is maximaal gelijk aan de oppervlakte van het terrein, immers oppervlakte in $m^2 * 1$ m leeflaag levert m^3 . Indien het aantal verontreinigde m^3 groter is dan de oppervlakte van het terrein wordt deze dus gemaximaliseerd op de grootte van het terrein. De berekende saneringskosten worden in dat geval vermenigvuldigd met de factor (oppervlakte terrein/berekende hoeveelheid verontreinigde m^3). Het uitgangspunt hierbij is dat de kosten evenredig over de bodem verdeeld zullen zijn.

Voor het grondwater:

-Uitgangspunt is dat de kosten voor beheersing van het grondwater afhankelijk worden gesteld van de mobiliteit van de toegekende stofgroepen.

Relatief immobiele stofgroepen zijn:

- zware metalen;
- PAK's;
- EOX;
- bestrijdingsmiddelen.

Relatief mobiele stofgroepen zijn:

- overig anorganische verbindingen;
- aromaten en fenolen;
- vluchtige gechloreerde verbindingen;
- minerale olie.

-Bij de relatief *immobiele* stoffen is het uitgangspunt dat de kosten voor de grondwaterbeheersing voor de IBC-variant altijd lager dan de kosten voor grondwaterreiniging (ongeacht de hoeveelheden verontreinigd grondwater). Dit ligt voor de hand aangezien door het immobiliteit van de stoffen de beheersing zeer beperkt kan blijven of kan worden volstaan met enkel monitoring. Op basis van praktijkervaringen is ervoor gekozen de kosten voor grondwaterbeheersing op een derde van de kosten voor de grondwaterreiniging te leggen.

-Het is bij *mobiele* stoffen kosteneffectiever om relatief kleine hoeveelheden in het grondwater te reinigen dan te beheersen. Pas bij grote hoeveelheden verontreinigd grondwater zal het rendabel zijn om de IBC-variant toe te passen. Aan de hand van een aantal grote saneringsgevallen is de grens tussen grote en kleine gevallen getrokken bij 100.000 m^3 . Bij grote gevallen zijn de grondwaterbeheerskosten voor de IBC-variant conform de benadering bij de niet mobiele stoffen, gesteld op een derde van de grondwaterreinigingskosten.

GEVOELIGHEIDSANALYSE VERDELING HERSTEL- EN BEHEERSMARKT

Voor het ramen van de kosten van de ontgravingsvarianten is in principe uitgegaan van ontgraven tot de oude B-waarde. Voor een multi-functionele sanering moet dit een ontgraving tot de streefwaarde zijn. Het kostenverschil tussen een B- en streefwaarde-ontgraving is niet eenduidig vast te stellen. Naar schatting variëren de kosten tussen eenzelfde orde van grootte en een factor 6 hoger. In de praktijk zullen zoals gezegd de kosten voor een ontgravingsvariant in veel gevallen nog hoger kunnen uitvallen als er kosten worden gemaakt voor sloop en herinrichting van het terrein. Om inzicht te krijgen in de invloed die deze aspecten hebben op de resultaten van de verdeling van de markt in een herstelmarkt en een beheersmarkt, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij de kosten voor ontgravingsvarianten zijn gevarieerd door ze te vermenigvuldigen met een factor van 1 tot en met 6. Voor 8 verschillende waarden van de vermenigvuldigingsfactor is berekend wat de verdeling is tussen herstel- en beheersmarkt. Hierbij is uitgegaan van de locaties in het BSB-bestand waarvoor kosten konden worden berekend, berekend, op basis van de LSO-logformule, wat de verdeling is tussen herstel- en beheersmarkt.

Het aantal locaties in het BSB-bestand waarvoor saneringskosten zijn berekend bedraagt 150.000. De procentuele verdeling van de locaties als functie van de vermenigvuldigingsfactor over de beheers- en herstelmarkt op basis van de LSO-logformule is aangegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2.3. Overzicht invloed verhoging ontgravingskosten.

vermenigvuldigingsfact or ontgravingskosten	aantallen locaties naar beheersmarkt (%)
1	2
1,25	5
1,5	8
2	15
3	31
4	40
5	46
6	62
10	68
15	73

Uit tabel 2.3 blijkt dat bij een vermenigvuldigingsfactor 1 nauwelijks locaties in aanmerking komen voor een IBC-sanering. Hoe de verhouding tussen aantallen IBC- en multi-functionele saneringen in de praktijk ligt, is niet goed duidelijk. Het is echter wel duidelijk dat 2% IBC-locaties niet strookt met de werkelijkheid. In het kader van de evaluatie van de toepassing van de aanbevelingen van de Werkgroep Bodemsanering is een korte inventarisatie uitgevoerd bij de provincies en grote gemeenten. Daaruit is gebleken dat de keuze van de saneringsvorm sterk varieert tussen de verschillende provincies en gemeenten. Het ruimtelijke onderscheid in het aandeel IBC-saneringen hangt voor een groot deel samen met de bodemopbouw en grondslag van de betreffende provincie. In zandige gebieden wordt meer voor herstelvarianten gekozen dan in klei- en veengebieden. Een overzicht van de resultaten van de inventarisatie is hieronder weergegeven.

Tabel 2.4. Huidige verhouding tussen herstel- en IBC-varianten zoals bekend bij de provincies [7].

Methode bepaling saneringskosten

grote stad/provincie	Wbb-financierde saneringen			Saneringen in eigen beheer		
	% IBC	tussenvorm	% MF	%IBC	tussenvorm	% MF
Stad Utrecht	<25	>50	<25			
Amsterdam*	10	80	10			
Rotterdam*	<5	>85	<10	<5	>85	<10
Den Haag	25	50	25			
Friesland	<10	<10	>80			
Drenthe*	<25	<5	>70			
Groningen	15	15	70	>50		<50
Overijssel	<25		>75	<25		>75
Gelderland*	20		80	10		90
Prov. Utrecht*	<25		>75			
Noord-Holland	>25	>25	<50			
Zuid-Holland	25	50	25	>75		<25
Zeeland	<10		>90	<25		>75
Noord-Brabant*	<20		>80	>80		<20
Limburg*			<50	25	50	25
Flevoland	<5		>95	<5		>95

Mede op basis van de gepresenteerde verhoudingen gaan we er vanuit dat het aandeel van de beheersmarkt in de praktijk rond de 20% zal liggen. Dit zou betekenen dat de ontgravingskosten berekend met het BSB-model met minimaal een factor 2 zouden moeten worden verhoogd (zie tabel 2.3), om meer recht te doen aan de werkelijkheid. In overleg met de opdrachtgever is er daarom voor gekozen om in de kostenramingen voor ontgravingsvarianten een vermenigvuldigingsfactor 2 mee te nemen.

KOSTENRAMING BIOLOGISCHE IN-SITU SANERINGSVARIANT

Voor dit project is het model uitgebreid met een kostenramingsmodule voor een *biologische in-situ variant*. Deze kostenramingen zijn uitgevoerd voor alle locaties waar alleen stoffen aanwezig zijn die mogelijk biologisch in-situ gesaneerd kunnen worden. De kosten voor in-situ sanering zijn gerelateerd aan de stofgroepen, het bodemtype en het aantal kubieke meters verontreinigd grondlichaam. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in drie klassen: saneringen kleiner dan 1.000 m³, 1.000 m³ tot 5.000 m³ en groter.

De berekening van in-situ saneringskosten wijkt verder op de volgende punten af van de ontgravingsvariant:

-in plaats van de kostentabellen voor de ontgraving van grond en sanering van grondwater wordt gebruik gemaakt van één kostentabel (tabel 2.5) waarin een geschatte prijs *per kubieke meter verontreinigde grond* per stofgroep per bodemtype wordt gegeven voor een integrale in-situ sanering, gebaseerd op praktijkgegevens;

-er wordt eerst gekeken of het verontreinigingsfront niet dieper dan 1 meter is doorgedrongen. In dat geval wordt de locatie ontgraven en bij deze gevallen wordt per definitie gesteld dat geen grondwaterverontreiniging is opgetreden;

-voor de overige gevallen wordt nagegaan of het een locatie met landgebruikstype 3, 4 of 8 (wonen en sociaal-culturele of overige openbare voorzieningen) betrof. Als dit het geval is wordt uitgegaan van ontgraving van de eerste meter (leeflaag). In deze eerste meter wordt geen verontreinigd grondwater verondersteld. De rest wordt in-situ gesaneerd;

-de rest van de gevallen worden geheel in-situ gesaneerd.

Onderbouwing kostentabel biologische in-situ sanering (tabel 2.5)

Voor het opstellen van de kostentabel is gebruik gemaakt van de gegevens van saneringsonderzoeken, saneringsplannen en inschrijvingen. In deze gegevens zijn de totale kosten van zowel de biologische in-situ sanering van de grond als de sanering van het grondwater meegenomen.

In totaal zijn 23 projecten gescreend, waarvan 17 projecten met een olie/aromaten verontreiniging, 5 projecten met een ckw verontreiniging en 1 project met een PAK verontreiniging. Met deze gegevens zijn de overzichten van de biologische in-situ saneringskosten van 3 hoeveelheids- en 2 bodemklassen opgesteld:

Hoeveelheidsklassen (grondvolume in-situ te saneren):

1. < 1.000 m³
2. 1.000 tot 5.000 m³
3. > 5.000 m³

Bodemklassen :

1. Goed doorlatende bodem
2. Slecht doorlatende en/of sterk heterogene bodems.

Daar waar te weinig of geen gegevens bekend waren zijn de resultaten geëxtrapoleerd op basis van de gegevens van de biologische in-situ saneringen van olie/verontreinigingen.

Tabel 2.5. Biologische in-situ variant: Gemiddelde kosten in guldens per m³ verontreinigd grondvolume (incl. grondwater), exclusief BTW.

stofgroep	grondsoort	< 1.000	< 5.000	\$ 5.000
zware metalen en arseen	klei/veen/leem	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
zware metalen en arseen	lemig fijn zand	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
zware metalen en arseen	fijn zand	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
zware metalen en arseen	grof zand/grind	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
overige anorganische verontreinigingen	klei/veen/leem	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
overige anorganische verontreinigingen	lemig fijn zand	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
overige anorganische verontreinigingen	fijn zand	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
overige anorganische verontreinigingen	grof zand/grind	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
aromatische oplosmiddelen en fenolen	klei/veen/leem	1000,00	800,00	400,00
aromatische oplosmiddelen en fenolen	lemig fijn zand	1000,00	800,00	400,00
aromatische oplosmiddelen en fenolen	fijn zand	700,00	600,00	300,00
aromatische oplosmiddelen en fenolen	grof zand/grind	700,00	600,00	300,00
PAK's	klei/veen/leem	2600,00	2000,00	1000,00
PAK's	lemig fijn zand	2600,00	2000,00	1000,00
PAK's	fijn zand	1300,00	1000,00	500,00
PAK's	grof zand/grind	1300,00	1000,00	500,00
gechloreerde oplosmiddelen	klei/veen/leem	1800,00	1400,00	700,00
gechloreerde oplosmiddelen	lemig fijn zand	1800,00	1400,00	700,00
gechloreerde oplosmiddelen	fijn zand	1300,00	1000,00	500,00
gechloreerde oplosmiddelen	grof zand/grind	1300,00	1000,00	500,00
EOCL	klei/veen/leem	2600,00	2000,00	1000,00
EOCL	lemig fijn zand	2600,00	2000,00	1000,00
EOCL	fijn zand	1300,00	1000,00	500,00
EOCL	grof zand/grind	1300,00	1000,00	500,00
bestrijdingsmiddelen	klei/veen/leem	2600,00	2000,00	1000,00
bestrijdingsmiddelen	lemig fijn zand	2600,00	2000,00	1000,00
bestrijdingsmiddelen	fijn zand	1300,00	1000,00	500,00
bestrijdingsmiddelen	grof zand/grind	1300,00	1000,00	500,00
minerale olie/benzine	klei/veen/leem	900,00	700,00	300,00
minerale olie/benzine	lemig fijn zand	900,00	700,00	300,00
minerale olie/benzine	fijn zand	500,00	350,00	200,00
minerale olie/benzine	grof zand/grind	500,00	350,00	200,00

Van de zware metalen, anorganische verbindingen, EOCL en bestrijdingsmiddelen zijn geen biologische in-situ saneringskosten bekend. Derhalve zijn voor deze stofgroepen de hoogste kosten (van de stofgroep PAK) als kosten opgenomen. Dit is plausibel omdat als de biologische in-situ saneringskosten lager zouden zijn, biologische in-situ technieken voor deze stofgroepen naar verwachting al vaker toegepast zouden zijn.

Combinatievariant

Voor locaties waar ook stoffen aanwezig zijn die niet biologisch gesaneerd kunnen worden, is een *combinatievariant* doorgerekend. Daarbij zijn voor de afbreekbare stoffen kosten bepaald volgens de biologische in-situ variant, en voor de niet afbreekbare volgens de ontgravingsvariant, en beide bedragen zijn opgeteld. Er wordt dus in feite van uitgegaan dat er twee afzonderlijke verontreinigingen aanwezig zijn, hetgeen leidt tot een hoog bedrag voor totale kosten. Gezien het feit dat er geen specifieke informatie over de verontreinigingssituatie aanwezig is, kan echter geen nauwkeurigere kostenraming van de combinatievariant worden gemaakt.

KANTTEKENINGEN BIJ DE KOSTENRAMINGEN

Wegens het ontbreken van basisgegevens bij verschillende locaties is het volgende aangenomen:

- de SBI-codes zijn volgens het systeem van de Kamers Van Koophandel. Het bleek dat voor een aantal gevallen (niet nader gekwantificeerd, naar schatting kleine 20%) een SBI-code van een bedrijfsklasse (bijv. 6600) in plaats van een feitelijke activiteit (bijv. 6631) is gegeven. Voor deze SBI's kon niet worden gerekend. Indien de locatie meerdere SBI's kende is voor de overige SBI's doorgerekend. Als slechts één SBI code was gegeven dan zijn voor dit geval geen saneringskosten berekend;

- de dikte van het eerste watervoerend pakket is gesteld op maximaal 100 meter;

- indien het vestigingsjaar onbekend was, is hiervoor 1968 genomen (gemiddelde van de 206.000 BSB bedrijven). Deze waarde is ook gebruikt als een vestigingsjaar gegeven is voor het jaar 1000 of na 1996;

- voor een zeer beperkt aantal gevallen is voor het eindjaar een jaar voor 1800 opgegeven, voor deze gevallen is niet gerekend, omdat verondersteld wordt dat dit niet klopt;

- voor zover mogelijk zijn de door de aanleverende instantie verstrekte gegevens als basis gebruikt. Bij ontbreken zijn de standaard BSB-tabellen gebruikt. Zo is de dikte deklaag in geen van de VMBT-, noch in de BSB-gevallen individueel bekend;

- voor een beperkt aantal gevallen (iets meer dan 1%) is niet gerekend omdat de vestigingsduur negatief bleek te zijn, hetgeen op een fout wijst.

Bodem-indeling en bodemkaart gebruikt bij schatting saneringskosten

BIJLAGE 3

**BODEMINDELING EN BODEMKAART
GEBRUIKT BIJ SCHATTING SANERINGSKOSTEN**

BODEM-INDELING GEBRUIKT BIJ SCHATTING SANERINGSKOSTEN

Voor de schatting van saneringskosten wordt gebruik gemaakt van een andere bodem-indeling dan besproken in bijlage 1, namelijk de *bodemklasse* die ook in de BSB-systematiek wordt gehanteerd. De vertaling van de legenda-eenheden van de toegepaste geologische kaart naar deze bodemklassen is in onderstaande tabel opgenomen. De bodemsoort is eveneens geclassificeerd aan de hand van de index die wordt gehanteerd in de "Overzichtskaart Toegepaste Geologie van Nederland" (Rijks Geologische Dienst, Uitgave 1975). Vanuit deze classificatie is via generalisatie een indeling gemaakt in vier bodemklassen. Samenvattend is deze indeling weergegeven in de tabel "BSB Classificering bodemtypen" Hierbij zijn veen, klei en geconsolideerde formaties samengenomen. De reden hiervoor is ten eerste de wenselijkheid om het aantal klassen zo gering mogelijk gehouden: aangezien geconsolideerde formaties in Nederland slechts sporadisch voorkomen, is besloten hier geen aparte klasse van te maken. Ten tweede komen over het algemeen in Nederland klei en veen (al dan niet in combinatie met fijne zandlagen) afwisselend in de deklaag voor. Vanuit deze overwegingen is gekozen voor de volgende vier bodemklassen:

BSB Classificering bodemtypen

- 1.klei, veen en geconsolideerde formaties;
- 2.lemig fijn zand;
- 3.leemarm fijn zand;
- 4.grof zand en grind.

De vertaling van de legenda-eenheden naar de 4 klassen is opgenomen in de tabel op de volgende pagina.

Tevens is een kaartje opgenomen waarop de verdeling van gebieden in Nederland over de 4 klassen is aangegeven.

Bodem-indeling en bodemkaart gebruikt bij schatting saneringskosten

Tabel 3.1. Vertaling legenda-eenheden toegepaste geologische kaart naar bodemklassen BSB.

RGD-index	omschrijving	bodemklasse BSB
1	klei	1
2	klei op grof zand	1
3	klei op grind	1
4	leem op lemig fijn zand	1
5	lemig fijn zand	2
6	lemig fijn zand op grind	2
7	lemig fijn zand op kalksteen	2
8	leemarm fijn zand	3
9	leemarm fijn zand op grof zand	3
10	grof zand	4
11	grof zand op fijn zand	4
12	grof zand op klei/veenlagen	4
13	grind	4
14	grind op lemig fijn zand	4
15	grind op fijn zand	4
16	grind op kalksteen	4
17	grind op lemig fijn zand op kalksteen	4
18	vuursteen op kalksteen	1
19	kalksteen	1
20	zilverzand	3
21	duinzand	3
22	geul- en strandzand (soms lemig/venig)	2
23	lemig fijn zand met keileeminschakelingen	2
24	lemig fijn zand met keileeminschakelingen op potklei	2
25	fijn zand met keileeminschakelingen	3
26	potklei deels bedekt met keileem	1
27	veen	1
28	klei/veen op fijn zand, soms lemig	1
29	zandsteen	1

Bodem-indeling en bodemkaart gebruikt bij schatting saneringskosten

Van totale problematiek naar de potentiële markt voor biologische in-situ sanering

BIJLAGE 4

**VAN TOTALE PROBLEMATIEK NAAR DE POTENTIËLE MARKT VOOR
BIOLOGISCHE IN-SITU SANERING**

Van totale problematiek naar de potentiële markt voor biologische in-situ sanering

VAN TOTALE PROBLEMATIEK NAAR DE POTENTIËLE MARKT VOOR BIOLOGISCHE IN-SITU SANERING

1 Algemeen

In deze bijlage wordt de tot standkoming van de selectiematrix behandeld (zie tabel 5 in hoofdstuk 3). De matrix is gebruikt om de potentiële markt in te schatten, dat wil zeggen om de locaties te identificeren die technisch gezien geschikt zijn voor biologische in-situ sanering. De omvang van deze potentiële markt wordt vervolgens gepresenteerd en besproken.

2 Selectiematrix 1: technische mogelijkheden

De opgebouwde basisbestanden bevatten zoveel mogelijk potentieel verontreinigde locaties in Nederland. Ze weerspiegelen aldus de totale Nederlandse *potentiële bodemsaneringsmarkt*. In het kader van deze studie zijn we echter geïnteresseerd in een deel van deze markt, namelijk dat deel dat in aanmerking komt voor **biologische** in-situ sanering. Of een saneringslocatie hiervoor in aanmerking komt hangt in de eerste plaats af van de *verontreinigingssituatie*. De verontreinigingssituatie wordt in belangrijke mate bepaald door de *verontreinigende stoffen en de bodemopbouw*. De eerste selectie wordt daarom uitgevoerd op basis van deze kenmerken.

De *selectiematrix* om te komen van de totale problematiek naar de potentiële markt voor biologische in-situ sanering bestaat uit twee assen, te weten een as met de zes onderscheiden stofgroepen en een as met de vijf onderscheiden bodemcategorieën. De uitgangspunten voor het opstellen van de selectiematrix zijn:

- alleen biologische in-situ saneringstechnieken worden in beschouwing genomen;
- bij het opstellen van de matrix zijn de volgende bodemcategorieën onderscheiden:
 1. Homogeen goed doorlatende bodem.
 2. Homogeen slecht doorlatende bodem.
 3. Gelaagd hoofdzakelijk goed doorlatende bodem.
 4. Gelaagd en hoofdzakelijk slecht doorlatende bodem.

5a/5b. Antropogene goed doorlatende bodem (opgespoten terreinen en stadgrond): bij de antropogene bodems kan veel verschil voorkomen in de doorlatendheid. Er kunnen bijvoorbeeld door het opspuiten van terreinen veel verschillen voorkomen in de horizontale en verticale doorlatendheid. Daarnaast kunnen opspuitingen met verschillende grondsoorten hebben plaatsgevonden met zowel grove als zeer fijne zanden. Hier worden alleen de goed doorlatende antropogene bodems in beschouwing genomen.

5c. opgebrachte grond, puinhoudend.

-de volgende stofgroepen zijn beschouwd, per stofgroep wordt kort ingegaan op mogelijkheden voor biologische in-situ saneringen:

- *Minerale olie en aromaten*

Daarmee wordt bedoeld de olieverontreiniging gevormd door brandstoffen met relatief goed afbreekbare componenten (benzine, huisbrandolie e.d.) en niet de vrijwel niet biologisch in-situ te saneren olieproducten zoals zware stookolie of smeeroliën.

Van totale problematiek naar de potentiële markt voor biologische in-situ sanering

● *Gechloreerde koolwaterstoffen*

Onderzoek naar de biologische afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen staat sterk in de belangstelling. Er zijn echter nog nauwelijks praktijkervaringen met betrekking tot de haalbare eindresultaten. De inschatting van de haalbaarheid is dan ook geëxtrapoleerd op resultaten van laboratorium- en pilot plantopstellingen. Bij de niet-vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen worden matig tot slecht oplosbare en niet-vluchtige stoffen als HCH, HCB's en andere pesticiden bedoeld. De zware vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen met grote molecuulstructuren (meerdere aromatische ringen zoals PCB's en dioxines) moeten als niet biologisch in-situ reinigbaar worden beschouwd. Opgemerkt moet worden dat de afbreekbaarheid en de condities waaronder de afbraak van niet-vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen plaatsvindt (onder meer aëroob vs anaëroob) sterk kan verschillen.

● *PAK's*

De PAK's die voor biologische in-situ sanering in aanmerking komen zijn het gevolg van industriële activiteiten (bijv. cresoteerbedrijven of gasfabrieken) de bodem hebben verontreinigd. PAK-verontreinigingen ten gevolge van kooldeeltjes of verbrandingsresten, een verschijningsvorm die vaak wordt aangetroffen in antropogene grond, zijn niet reinigbaar met biologische in-situ technieken.

● *Zware metalen*

Over de biologische reiniging (biologische uitloging of vastlegging) van zware metalen in bodems zijn geen concrete data bekend.

Voor elke combinatie van bodemcategorie en stofgroep is op basis van expert-judgement de technische haalbaarheid van toepassing van een biologische in-situ saneringstechniek weergegeven in tabel 5 (zie hoofdstuk 3). Combinaties van stof en bodem waarvoor in de praktijk bewezen biologische in-situ technieken beschikbaar zijn, zijn in de tabel met een '+' aangeduid. Combinaties waarmee op laboratoriumschaal veelbelovende resultaten zijn behaald, en waarvoor wordt verwacht dat mede dankzij de impulsen die uitgaan van het NOBIS-programma in de toekomst praktijktoepassingen tot de mogelijkheden behoren, zijn aangeduid met een '+/-'. Vooral nog minder belovende combinaties zijn aangeduid met een '-', hetgeen echter niet wil zeggen dat voor deze gevallen biologische in-situ technieken in geen enkel geval in aanmerking zullen komen. Met name voor de beheersmarkt, waar de te behalen eindconcentraties een minder belangrijke rol spelen, kunnen biologische in-situ technieken, vaak in combinatie met andere technieken, naar verwachting bij een deel van deze locaties ook succesvol worden ingezet. Hierover is echter niet genoeg informatie beschikbaar om systematisch mee te rekenen.

Van potentiële markt naar reële markt voor biologische in-situ saneringen

BIJLAGE 5

**VAN POTENTIËLE MARKT NAAR REËLE MARKT VOOR BIOLOGISCHE
IN-SITU SANERINGEN**

VAN POTENTIËLE MARKT NAAR REËLE MARKT VOOR BIOLOGISCHE IN-SITU SANERINGEN

1 Inleiding

Deze bijlage geeft aan hoe de selectie van de potentiële naar de reële markt voor biologische in-situ sanering is uitgevoerd. Aangegeven wordt hoe met de beoordeling van de restrisico's en het verschil in kosten met andere varianten is omgegaan. Tot slot wordt aangegeven wat het resultaat van de uitgevoerde selectie is op de markt voor biologische in-situ sanering.

Voor de potentiële markt zijn locaties geselecteerd waar een biologische in-situ sanering technisch mogelijk is (in tweevoud: voorzichtig scenario en impuls-scenario). Om te komen tot een inschatting van de reële markt wordt op de potentiële markt een tweede selectie toegepast. Daarbij is van belang of de locaties die technisch gezien met behulp van biologische in-situ sanering kunnen worden aangepakt, uit beleidsmatig oogpunt ook voor een dergelijke sanering in aanmerking komen. Daarbij spelen twee aspecten een belangrijke rol:

- a. Het eindresultaat van de sanering.
- b. Het kostenverschil tussen een biologische in-situ sanering en mogelijke andere saneringsvarianten.

Uitgangspunt van de tweede selectiestap is dat indien het eindresultaat van een biologische in-situ sanering beleidsmatig acceptabel is en de biologische in-situ variant goedkoper is dan andere saneringsvariant, in de praktijk ook daadwerkelijk voor de biologische in-situ variant zal worden gekozen. De wijze waarop de selectie is gemaakt wordt in de volgende paragraaf voor de herstelmarkt en de beheersmarkt afzonderlijk beschreven. Tot slot worden de resultaten gepresenteerd en de reële markt besproken.

2 Selectie van de reële markt voor biologische in-situ saneringen

Selectie van de reële herstelmarkt

Bij het uitvoeren van de selectie wordt achtereenvolgens eerst getoetst op de beleidsmatige haalbaarheid van het eindresultaat van de biologische in-situ sanering. Vervolgens is voor de overgebleven locaties nagegaan of de biologische in-situ variant goedkoper is dan andere saneringsvarianten.

Beoordeling restrisico's

Bij het beoordelen van de haalbaarheid van biologische in-situ saneringstechnieken moet de doelstelling van de biologische in-situ sanering in acht genomen worden. De biologische in-situ techniek zal niet altijd leiden tot een volledig herstel van de multifunctionaliteit van de bodem. Dat betekent dat er restconcentraties boven de streefwaarden in de bodem kunnen achterblijven na afloop van de biologische in-situ sanering. De *restrisico's* zijn afhankelijk van deze *restconcentraties* en van het *gebruik van de bodem* in verband met de mogelijke blootstellingsroutes. Over de te bereiken restconcentraties na biologische in-situ saneringen is nog geen eenduidig beeld voor handen. De bereikte restconcentraties binnen de categorieën bestaande uit diverse combinaties van stofgroepen en bodemtypen, variëren van bijna volledige verwijdering tot aanzienlijke restconcentraties die veelal boven de interventiewaarde liggen.

Van potentiële markt naar reële markt voor biologische in-situ saneringen

Als uitgangspunt bij de beoordeling van de haalbaarheid is gekozen dat een biologische in-situ variant beleidsmatig haalbaar is indien bij de worst-case situatie, waar bij de maximale restconcentraties geen actuele risico's optreden bij het gebruik van de locatie. De veronderstelling daarbij is echter dat in de meeste gevallen de verontreiniging via de biologische in-situ technieken wel grotendeels verwijderd kan worden en de restrisico's ver beneden het niveau van actuele risico's zullen liggen.

Bij afwezigheid van actuele risico's wordt inzet van een biologische in-situ techniek als herstelvariant, ook indien de verontreiniging niet volledig wordt verwijderd, beleidsmatig acceptabel geacht.

De restconcentraties die bij biologische in-situ saneringen zijn bereikt, zijn verzameld uit de literatuur. Voor de beoordeling van risico's zijn humaan- en eco-toxicologische risicogrenswaarden behorend bij de verschillende onderscheiden typen van landgebruik (zie bijlage 1) vergeleken met deze restconcentraties. Voor de risicogrenswaarden is uitgegaan van het Maximaal Toelaatbaar Risico-niveau (MTR-niveau). Dat is een veronderstelling die conform het huidige beleid in de praktijk in sommige gevallen tot acceptatieproblemen kan leiden. Gezien bovenbeschreven worst-case benadering (uitgaan van maximale restconcentratie) en een verwachte tendens in het beleid naar ruimere mogelijkheden voor functiegerichte (en dus risicogestuurde) oplossingen, is toch voor deze benadering gekozen.

Op basis van risicogrenswaarden en restconcentraties is een tabel opgesteld (selectiematrix 2) waarin is aangegeven voor welke combinaties van stoffen en bodemtype biologische in-situ sanering leidt tot acceptabele restrisico's. De totstandkoming van selectiematrix 2 is in detail beschreven in bijlage 6.

Als alleen rekening wordt gehouden met humane restrisico's, leidt toepassen van selectiematrix 2 tot selectie van circa 50% van de gevallen uit de potentiële markt. Dat betekent dat ongeveer de helft van de gevallen dus afvalt, omdat de restrisico's onacceptabel zijn. Het percentage afvallers ligt hoger, namelijk op 70%, als wordt uitgegaan van de impulsmarkt met zowel de 'zuivere in-situ' als de combinatie-locaties. Een deel van de extra locaties in de impulsmarkt valt dus weer af ten gevolge van onacceptabele restrisico's. Als alleen de markt voor 'zuivere in-situ locaties' wordt beschouwd, treedt dit effect ook op, maar is veel kleiner (51% afvallers bij impuls en 47% bij voorzichtig scenario). Het tevens in beschouwing nemen van ecologische restrisico's heeft nauwelijks effect: het levert eenzelfde percentage afvallers. De gepresenteerde resultaten hebben dan ook in het vervolg alleen betrekking op selectie op basis van humane restrisico's.

Afweging van het kostenverschil

Een locatie wordt geselecteerd voor de reële herstelmarkt voor biologische in-situ sanering indien de kosten voor de biologische in-situ variant lager zijn dan de kosten van andere varianten. Het algemene karakter van de uitgangsgegevens maakt het echter niet mogelijk dat de biologische in-situ variant wordt vergeleken met een groot aantal andere mogelijke varianten. Alleen de kosten voor een traditionele ontgravingsvariant zijn beschikbaar. Het gekozen criterium is dan ook dat indien de biologische in-situ variant goedkoper is dan de ontgravingsvariant, de locatie wordt geselecteerd voor de reële markt.

Het blijkt dat slechts 4 tot 5% van de locaties uit de potentiële herstelmarkt afvallen omdat de kosten voor de biologische in-situ variant hoger zijn dan die voor een ontgravingsvariant. Als ook de 'combinatielocaties' worden meegenomen ligt het percentage afvallers op basis van de kostenafweging iets hoger, namelijk 6 tot 8%.

Van potentiële markt naar reële markt voor biologische in-situ saneringen

Selectie van de reële beheersmarkt

Bij de beheersmarkt is de beleidsmatige haalbaarheid van het resultaat van de sanering van minder doorslaggevend belang. Omdat niet gestreefd wordt naar zo veel mogelijk herstel van de bodemkwaliteit, wordt er voor de beheersmarkt van uitgegaan dat eventuele onacceptabele restrisico's door bijvoorbeeld isolatiemaatregelen kunnen worden tegengegaan. Uitgangspunt is dat met biologische in-situ technieken de verspreidingsrisico's met dezelfde effectiviteit als bij de traditionele IBC-technieken, kunnen worden beheerst.

Zoals eerder aangegeven is over het verschil in kosten tussen de traditionele IBC-technieken en de biologische in-situ technieken, nog geen concrete uitspraak te doen. Daarvoor zijn de biologische beheerstechnieken nog in een te experimenteel stadium. Het kostencriterium kan voor de beheersmarkt dan ook niet worden toegepast. Om een omvang van de potentiële beheersmarkt te kunnen geven is deze al maximaal gelijk gesteld aan de markt op basis van IBC-kosten. De reële markt wordt voor het beheersspoor dus gelijk gesteld aan de potentiële markt.

3De omvang van de reële markt voor biologische in-situ technieken

In tabel 5.1 zijn de gegevens over de financiële omvang van de reële herstelmarkt opgenomen. De (modelmatig) berekende omzet aan biologische in-situ saneringen is voor de verschillende deelmarkten en varianten aangegeven in miljoenen gulden.

Tabel 5.1. Reële herstelmarkt biologische in-situ saneringen in miljoenen gulden, en tussen haakjes besparingen ten opzichte van volledige ontgravingsvarianten.

scenario	voorzichtig		impuls	
"zuivere" in-situ/combinatie locaties	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
voormalige bedrijfsterreinen	230 (260)	430 (470)	260 (370)	550 (590)
huidige bedrijfsterreinen	290 (430)	470 (780)	300 (620)	550 (1050)
totaal	520 (690)	900 (1250)	560 (990)	1100 (1640)

Uit de tabel blijkt dat de financiële omvang van de reële herstelmarkt varieert van 0,5 tot 1,1 miljard gulden (voorzichtig scenario bij enkel "zuivere" in-situ locatie tot het impuls scenario bij zowel "zuivere" in-situ als combinatie-locaties).

De totale besparing ten opzichte van traditionele ontgraving varieert van 0,7 miljard tot 1,6 miljard gulden. Dit komt overeen met 2 tot 4% van de totale herstelmarkt.

De voormalige en huidige bedrijfsterreinen dragen in ongeveer gelijke mate bij aan de reële herstelmarkt. De mogelijke besparingen zijn echter bij de huidige bedrijfsterreinen aanzienlijk hoger. Dit kan worden verklaard door het feit dat het minder locaties betreft, maar dat de verontreinigingsomvang, en daarmee de saneringskosten, per locatie groter is.

Van potentiële markt naar reële markt voor biologische in-situ saneringen

Voor de maximale omvang van de reële beheersmarkt wordt verwezen naar tabel 7 in hoofdstuk 3, omdat deze wordt gelijkgesteld aan de potentiële beheersmarkt.

In tabel 5.2 zijn de reële herstel- en beheersmarkt uitgedrukt in geld opgeteld om een beeld te geven van de totale reële markt voor biologische in-situ saneringstechnieken.

Tabel 5.2. Totale reële markt biologische in-situ saneringen in miljoenen gulden.

scenario	voorzichtig		impuls	
	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
voormalige bedrijfsterreinen	930	1830	1060	3850
huidige bedrijfsterreinen	1290	3370	1400	5250
totaal	2220	5200	2460	9100

Uit de tabel blijkt dat de *totale reële markt* voor biologische in-situ sanering uitgaande van het *voorzichtige scenario* 2,2 tot 5,2 miljard bedraagt (5 tot 11% van de totale bodemsaneringsmarkt, dat wil zeggen *f* 4 tot 11 miljard), en uitgaande van het *impulsscenario* 2,5 tot 9,1 miljard (5 tot 19% van de totale bodemsaneringsmarkt, dat wil zeggen *f* 4 tot 19 miljard). Het grootste deel hiervan komt voor rekening van de beheersmarkt. De huidige bedrijfsterreinen hebben in totaal het grootste aandeel in deze reële markt.

Afleiding selectiematrix restrisico's

BIJLAGE 6

AFLEIDING SELECTIEMATRIX RESTRISICO'S

AFLEIDING SELECTIEMATRIX RESTRISICO'S

Inleiding

In deze bijlage worden in een selectiematrix (tabel 6.7) de eindwaarden na biologische in-situ sanering vermeld. Daarbij wordt de tabel nader toegelicht. Bij het beoordelen van de haalbaarheid van biologische in-situ saneringstechnieken moet de doelstelling van de biologische in-situ sanering in acht genomen worden. De biologische in-situ techniek zal niet altijd leiden tot een herstel van de multifunctionaliteit van de bodem. Dat betekent dat er restconcentraties boven de streefwaarden in de bodem kunnen achterblijven na afloop van de biologische in-situ sanering. De *restrisico's* zijn afhankelijk van deze *restconcentraties* en van het *gebruik van de bodem* in verband met de mogelijke blootstellingsroutes.

De restconcentraties zijn verzameld uit de literatuur. Voor de beoordeling van risico's zijn humaan- en eco-toxicologische risicogrenswaarden behorend bij de verschillende onderscheiden typen van landgebruik vergeleken met deze restconcentraties. Op basis daarvan is een tabel opgesteld, waarin is aangegeven voor welke combinaties van stoffen en bodemtype biologische in-situ sanering leidt tot acceptabele restrisico's.

Restconcentraties

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de eindwaarden (restconcentraties) die kunnen worden behaald. Het resultaat van een biologische in-situ sanering is afhankelijk van het bodemtype maar ook van de begingehalten in de bodem. Algemeen kan worden gesteld dat indien een drijf laag of zaklaag aanwezig is, voorafgaand aan de biologische sanering de drijf laag verwijderd dient te worden. Met name voor niet-vluchtige olieverbindingen, waar een sterke nadruk ligt op het biologisch afbreken van de verontreiniging, geldt dat de beginconcentratie van belang is voor de te behalen eindgehalten in de bodem. De tabel 6.1 moet dus met enige voorzichtigheid in beschouwing genomen worden. Algemeen mag worden gesteld dat afhankelijk van het bodemtype, zeker een reductie in concentraties van 60 tot 80% haalbaar is. De eindwaarden gelden voor bodems met een redelijke tot goede doorlatendheid, waar een in-situ sanering door bodemluchtonttrekking, bioventing, persluchtinjectie of spoelen mogelijk is.

Olie

Voor olieproducten is onderscheid gemaakt in een aantal olieproducten. De samenstelling van de olieverontreiniging wijzigt ten gevolge van de biologische in-situ saneringsactiviteit. Algemeen kan worden gesteld dat toxische verbindingen (met name de aromatische verbindingen, maar ook de vluchtige loodverbindingen) verwijderd worden uit de bodem. Eventueel aanwezige aromaten kunnen worden gesaneerd tot 0 à 1 mg/kg. Het restproduct dat na de sanering overblijft bestaat hoofdzakelijk uit niet-vluchtige, sterk vertakte en slecht oplosbare alkanen (ketenlengte groter dan C₁₂). Van de afbraak van zware olieverontreinigingen met een gemiddelde ketenlengte van meer dan 25 koolstofketens zijn weinig gegevens bekend. In de praktijk worden deze niet biologisch in-situ gesaneerd.

PAK

Er moet onderscheid gemaakt worden in PAK's afkomstig van industriële activiteiten (bijv. creosoteerbedrijven of gasfabrieken) en PAK-verontreinigingen ten gevolge van kooldeeltjes of verbrandingsresten, een verschijningsvorm die vaak wordt aangetroffen in antropogene grond. Deze laatste groep kan als niet reinigbaar met biologische in-situ technieken worden beschouwd.

Tabel 6.1. Te behalen eindgehalten bij de uitvoering van biologische in-situ saneringen [1 t/m 7].

component	eindgehalte grond (mg/kg)		eindgehalte grondwater (µg/l)	opmerkingen
bodemcategorie	1, 5a en 5b (goed doorlatend)	2, 3, 4 en 5c (matig doorlatend)		
aromatische verbindingen	0 - 0,5*	0,5* - 1,0*	0 - 200**	hoofdzakelijk xyleen
minerale olie:				
-benzine (C ₄ -C ₁₂)	0 - 200	200 - 400	0 - 300	
-Kerosine (C ₇ -C ₁₅)	0 - 1.000	500 - 1500***		
-dieselolie/HBO (C ₉ -C ₂₅)	500 - 2.000***	1.000 - 3.000***	0 - 500	Voor grond sterk afhankelijk van beginconcentratie
-zware olie				Wordt in de praktijk niet biologisch in-situ gesaneerd
vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen	0 - 3****		0 - 200****	Wordt in de praktijk nog niet biologisch in-situ gesaneerd
niet-vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen				Te weinig data bekend over resultaten biologische in-situ saneringen
PAK	? - 2.000*****			Weinig data bekend
metalen				Te weinig data

* Kan voor benzeen boven de interventiewaarde liggen, afhankelijk van het humusgehalte van de grond

** Voor (ethyl)benzeen en xylenen boven de interventiewaarde

*** Boven de interventiewaarde voor minerale olie

**** Voor een aantal stoffen boven de interventiewaarde

***** Boven de interventiewaarde

Literatuur:

- 1.)Interne Tauw rapportage : "Evaluatie Grondwatersaneringen 1. Tankstations", J. Boode, jan. 1995.
- 2.)Interne Tauw rapportage : "Evaluatie Grondwatersaneringen 2. Stagnerende saneringen, Benzine en olie", J. Boode, aug. 1995.
- 3.)Interne Tauw rapportage : "Evaluatie Grondwatersaneringen 3. Chloorhoudende oplosmiddelen", nog te verschijnen sept. 1996.
- 4.)Applied Bioremediation of petroleum hydrocarbons, R. Hinchee, Batelle San Diego 1995.
- 5.)International evaluation of in-situ biorestauration of contaminated soil and Groundwater, J. Staps, jan. 1990.
- 6.)Performance of Air Sparging Systems, A review of Case Studies, D.H. Bass, Groundwater Technology, presented at Sparge-O-Rama, march 1996.
- 7.)Bioventing, Performance and cost summary, Air Force Center for Environmental Excellence, Brooks AFB, Texas, 1994.

Afleiding selectiematrix restrisico's

De in de tabel genoemde eindwaarden voor PAK hebben betrekking op gasfabrieksterreinen en creosoteerbedrijven en zijn slechts zeer indicatief. De afname van de PAK-gehalten wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de afname van de 2- en de 3-ring PAK's. Afnames van PAK-totaal gehalten in grond van 30 tot 50% worden genoemd in de literatuur. Naar verwachting kunnen in het grondwater grotere reducties worden behaald.

Niet-vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen

Van de biologische in-situ sanering van niet-vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen en zware metalen zijn dermate weinig data bekend dat geen algemene uitspraken kunnen worden gedaan omtrent de te behalen eindwaarden.

Risico-grenswaarden

Eerst is een aantal stoffen geselecteerd op basis van hun veelvuldig voorkomen bij bodemverontreiniging en risico's van blootstelling voor de mens. Daarvoor zijn de risicogrenswaarden voor grond en grondwater berekend bij verschillende typen bodemgebruik. Vervolgens zijn de berekende risicogrenswaarden vergeleken met de eindgehalten grond en grondwater van de betreffende stoffen bij verschillende bodemopbouw, op basis van de gegevens uit tabel 6.1. Daaruit is de uiteindelijke selectiematrix afgeleid.

De beoordeling is uitgevoerd voor de volgende stoffen:

- aromaten:
 - *benzeen,
 - *xyleen en
 - *fenol;
- minerale olie-producten;
- vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen:
 - *tetrachlooretheen,
 - *trichlooretheen,
 - *tetrachloormethaan en
 - *1,2-dichloorethaan;
- niet-vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen:
 - *HCH,
 - *HCB,
 - *drins en
 - *DDE/DDT/DDD;
- PAK(10).

Humaan toxicologische risicogrenswaarden

De risicogrenswaarden worden berekend met een blootstellingsmodel. Daarvoor is het model CSOIL gekozen, met inachtneming van de methodiek ter bepaling van actuele risico's conform de Handleiding [8].

Kritische parameters van de verontreiniging voor de berekening van risicogrenswaarden zijn de diepte van de verontreiniging, en het percentage humus. Daarnaast is de soort bebouwing en het bodemgebruik relevant.

Afleiding selectiematrix restrisico's

De risicogrenswaarden zijn gebaseerd op de onderstaande scenario's (landgebruiksvormen, zie ook bijlage 1). De risicogrenswaarde komt overeen met het gehalte in de bodem waarbij voor levenslange blootstelling de TDI opgevuld wordt.

1. wonen met moestuin
2. moestuin
3. wonen met tuin
4. wonen zonder tuin
5. verkeer
6. werken
7. verblijfsrecreatie
8. maatschappelijk/cultureel gebruik
9. groen en buitenrecreatie
10. overig (geen blootstelling verwacht)

De bijbehorende blootstellingsparameters zijn geselecteerd conform de Handleiding, en hebben betrekking op blootstellingsfrequentie, het eten van verontreinigd gewas, en verblijftijden binnen- en buitenshuis, voor volwassenen en kinderen. Het scenario moestuin (2) komt overeen met het scenario wonen met moestuin (1) met uitsluiting van blootstellingsroutes binnenshuis. Er is altijd uitgegaan van onverharde locaties, en woningen met kruipruimten. Voor de categorie "overig" (10) wordt geen blootstelling verwacht, en bestaan er derhalve geen risicogrenswaarden bij actueel gebruik.

Verder is gekozen voor de volgende uitgangspunten:

-Een humusgehalte van 2% Dit is de laagste waarde die gebruikelijk wordt toegepast, en daarmee een soort van worst-case benadering. Hier is voor gekozen omdat een differentiatie naar humusgehalte op basis van de bekende locatiegegevens niet goed mogelijk was. De gebruikte bodemcategorieën zijn onderscheiden op basis van doorlatendheid. Er is geen eenduidige relatie tussen de doorlatendheid en het humusgehalte.

-De diepte van de verontreiniging is bij gebrek aan locatiespecifieke informatie als volgt gesteld:

bovengrond	0 tot 1,25 m -mv
grondwater	1,25 m -mv

Hierbij is dus geen rekening gehouden met de aanwezigheid van een leeflaag na de sanering. Bij de kostenramingen wordt het aanbrengen van een leeflaag wel verondersteld bij de vormen van landgebruik 3, 4 en 8 (wonen, werken en sociaal-culturele of overige openbare voorzieningen). De leeflaag zal de vooral de restrisico's van niet-vluchtige stoffen reduceren, i.c. PAK. Daar waar bij PAK sprake is van onaanvaardbare restrisico's volgens de volgende tabellen, levert dit dus mogelijk een onderschatting van de markt voor biologisch in-situ sanering van PAK-verontreinigingen.

De berekende humaan-toxicologische risico-grenswaarden zijn opgenomen in de tabellen 6.2 tot en met 6.6.

Afleiding selectiematrix restrisico's

Tabel 6.2Humaan-toxicologische grenswaarden aromaten.

stoffen	benzeen		(m)xyleen		fenol	
grondgebruik	[mg/kg ds]	[µg/L]	[mg/kg ds]	[µg/L]	[mg/kg ds]	[µg/L]
woning met moestuin	0,1	270	0,6	400	15	25000
moestuin	0,9	1200	3	800	16	27000
woning met tuin	0,1	330	0,7	720	70	>>
woning zonder tuin	0,1	340	0,7	840	180	>>
verkeer	15	14000	60	13000	>>	>>
werken	0,2	1200	3	2700	670	>>
recreatie	0,2	1200	3	2700	670	>>
maatschappelijk	0,2	1200	3	2700	670	>>
groen	15	14000	60	13000	>>	>>

Tabel 6.3Humaan-toxicologische risico-grenswaarden minerale olieproducten.

stof	alkyl(C3C4)benzenen	
grondgebruik	(mg/kg ds)	(µg/L)
woning met moestuin	50	4400
moestuin	130	6000
woning met tuin	76	11000
woning zonder tuin	84	16000
verkeer	>>	47000
werken	315	47000
recreatie	315	47000
maatschappelijk	315	47000
groen	>>	47000

Afleiding selectiematrix restrisico's

Tabel 6.4.Humaan-toxicologische risico-grenswaarden vluchtige chloorhoudende koolwaterstoffen.

stoffen	tetrachlooretheen		trichlooretheen		tetrachloormethaan		1,2-dichloorethaan	
	(mg/kg ds)	(µg/L)	(mg/kg ds)	(µg/L)	(mg/kg ds)	(µg/L)	(mg/kg ds)	(µg/L)
woning met moestuin	0,1	360	50	20000	0,2	78	1,8	3000
moestuin	4	2500	200	75000	1,6	600	3,8	6400
woning met tuin	0,1	400	66	25000	0,2	78	3	5000
woning zonder tuin	0,1	400	69	26000	0,2	90	3	5700
verkeer	170	90000	70000	>>	53	20000	150	>>
werken	0,5	1500	250	94000	0,9	330	12	20000
recreatie	0,5	1500	250	94000	0,9	330	12	20000
maatschappelijk	0,5	1500	250	94000	0,9	330	12	20000
groen	170	89000	70000	>>	52	20000	150	>>

Tabel 6.5.Humane risico-grenswaarden niet-vluchtige chloorhoudende koolwaterstoffen.

stoffen	HCH		HCB		drins		DDE/DDT	
	(mg/kg ds)	(µg/L)	(mg/kg ds)	(µg/L)	(mg/kg ds)	(µg/L)	(mg/kg ds)	(µg/L)
woning met moestuin	3	150	0,2	2	0,3	1	63	34
moestuin	3	160	0,2	2	0,3	1	63	34
woning met tuin	16	870	1	8	1,5	3	9500	40
woning zonder tuin	245	13000	1260	110	285	20	60000	40
verkeer	7100	17000	1380	110	300	20	62000	40
werken	4400	17000	1340	110	300	20	62000	40
recreatie	890	17000	280	110	62	20	13000	40
maatschappelijk	4400	17000	1340	110	300	20	62000	40
groen	1460	17000	280	110	62	20	13000	40

Tabel 6.6. Humane risico-grenswaarden PAK-10.

stof	PAK(10) als chryseen of benzo(a)pyreen-equivalenten
grondgebruik	(mg/kg ds)
woning met moestuin	1
moestuin	1
woning met tuin	500
woning zonder tuin	6000
verkeer	6200
werken	6200
recreatie	1300
maatschappelijk	6200
groen	1300

Vergelijking eindgehalten met humaan toxicologische risicogrenswaarden

De in tabel 6.1 opgenomen te behalen eindgehalten bij biologische in-situ saneringen zijn vergeleken met de humaan-toxicologische risico-grenswaarden in de tabellen 6.2 tot en met 6.6. Het resultaat van deze vergelijking is opgenomen in selectiematrix 2 in tabel 6.7, waarin wordt aangegeven of biologische in-situ sanering van grond en/of grondwater voor combinaties van grondsoorten (goed en matig doorlatend), stoffen en vormen van landgebruik leidt tot voldoende resultaat op basis van de humaan-toxicologische restrisico's (j) of niet (n). De matrix wordt in het navolgende besproken:

Aromaten

Grond:

Met uitzondering van het gebruik van de bodem voor infrastructuur en openbaar groen liggen restconcentraties van benzeen na biologische in-situ sanering bij een goed en matig doorlatende bodem boven het toelaatbare niveau. Voor de overige aromaten wordt na een biologische in-situ sanering van de grond geen ontoelaatbare blootstelling verwacht.

Grondwater:

Voor alle aromaten worden na biologische in-situ sanering van het grondwater geen ontoelaatbaar restrisico voor de mens verwacht.

Minerale olie-producten

De meest bepalende component van benzine en kerosine zijn de xylenen. Uit de beoordeling van de aromaten blijkt, dat xylenen in voldoende mate uit grond en grondwater bij een biologische in-situ sanering worden verwijderd. Op grond hiervan kan geconcludeerd worden dat er na biologische in-situ sanering van benzine en kerosine geen ontoelaatbare humane restrisico's achterblijven.

Afleiding selectiematrix restrisico's

De kritische component van diesel en huisbrandolie (HBO) zijn de alkylbenzenen. In diesel is de fractionele bijdrage van alkylbenzeen 2% van het mengsel en in HBO 1%. De restverontreiniging bestaat na biologische in-situ sanering uit zwaardere componenten, dus de fractionele bijdrage zal tijdens sanering niet toenemen, maar eerder afnemen. Het is dus verantwoord een humaan toxicologische risicogrenswaarde voor diesel en HBO te stellen die een factor 50 resp. 100 maal hoger is dan de waarden voor alkylbenzenen. Volgens deze aanname ligt het eindpunt van de biologische in-situ sanering onder de risicogrenswaarde van diesel en HBO, voor grond en grondwater.

Vluchtige chloorhoudende koolwaterstoffen

Grond:

Met uitzondering van het gebruik van de bodem voor infrastructuur en openbaar groen liggen restconcentraties van tetrachlooretheen en tetrachloormethaan na biologische in-situ sanering bij een goed en matig doorlatende bodem boven het toelaatbare niveau. Voor 12 dichloorethaan ligt het eindpunt van de sanering voor bewoning juist op de risicogrenswaarde. Voor de overige vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen wordt na een biologische in-situ sanering van de grond geen ontoelaatbare blootstelling verwacht.

Grondwater:

Voor alle vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen worden na biologische in-situ sanering van het grondwater geen ontoelaatbaar restrisico voor de mens verwacht, met uitzondering van het tetrachloormethaan bij woningen.

Niet-vluchtige chloorhoudende koolwaterstoffen

Grond:

Er zijn geen eindgehalten van niet-vluchtige chloorhoudende koolwaterstoffen na biologische in-situ sanering bekend. De humaan toxicologische risicogrenswaarden voor een aantal bestrijdingsmiddelen tonen een grote diversiteit in toelaatbare gehalten. Het is derhalve zeer sterk afhankelijk van de stoffen in de bodemverontreiniging en verdere locatiespecifieke gegevens of een biologische in-situ sanering tot het gewenste resultaat leidt.

Grondwater:

Voor alle niet-vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen ligt de risicogrenswaarde voor het grondwater bij niet-kritisch bodemgebruik op de maximale wateroplosbaarheid. Voor tuinen ligt de toelaatbare eindconcentratie in de grootte orde van enige µg/L. Deze concentraties worden voor de andere genoemde stoffen na biologische in-situ sanering niet gehaald. Het is dan onwaarschijnlijk dat na een biologische in-situ sanering van niet-vluchtige chloorhoudende koolwaterstoffen in grondwater onder de humaan toxicologische risicogrenswaarde zullen liggen.

PAK(10)

Grond:

Bij een eindgehalte van 2000 mg PAK/kg na biologische in-situ sanering is alleen het gebruik van woningen zonder tuin (met beperkte mogelijkheid tot ingestie van grond) toelaatbaar.

Afleiding selectiematrix restrisico's

Tabel 6.7. Selectiematrix 2: haalbaarheid op basis van restrisico's.

	grond		grondwa ter
	1, 5a en 5b (goed doorlatend)	2, 3, 4 en 5c (matig doorlatend)	
BENZEEN			
woning met moestuin	n	n	j
moestuin	j	n	j
woning met tuin	n	n	j
woning zonder tuin	n	n	j
verkeer	j	j	j
werken	n	n	j
recreatie binnen en buiten	n	n	j
maatschappelijk/cultureel	n	n	j
groenvoorziening/recreatie buiten	j	j	j
overig	j	j	j
OVERIGE AROMATEN			
woning met moestuin	j	j	j
moestuin	j	j	j
woning met tuin	j	j	j
woning zonder tuin	j	j	j
verkeer	j	j	j
werken	j	j	j
recreatie binnen en buiten	j	j	j
maatschappelijk/cultureel	j	j	j
groenvoorziening/recreatie buiten	j	j	j
overig	j	j	j

Afleiding selectiematrix restrisico's

BENZINE/KEROSINE				
------------------	--	--	--	--

woning met moestuin				
moestuin				
woning met tuin				
woning zonder tuin				
verkeer				
werken				
recreatie binnen en buiten				
maatschappelijk/cultureel				
groenvoorziening/recreatie buiten				
overig				

DIESEL/HBO				
------------	--	--	--	--

woning met moestuin				
moestuin				
woning met tuin				
woning zonder tuin				
verkeer				
werken				
recreatie binnen en buiten				
maatschappelijk/cultureel				
groenvoorziening/recreatie buiten				
overig				

TETRACHLOORETHEEN/TETRACHLOORMETHAAN				
--------------------------------------	--	--	--	--

woning met moestuin	n	(n)	n	
moestuin	n	(n)	j	
woning met tuin	n	(n)	n	
woning zonder tuin	n	(n)	n	
verkeer	j	(j)	j	
werken	n	(n)	j	
recreatie binnen en buiten	n	(n)	j	
maatschappelijk/cultureel	n	(n)	j	
groenvoorziening/recreatie buiten	j	(j)	j	
overig	j	(j)	j	

OVERIGE VLUCHTIGE GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN				
---	--	--	--	--

woning met moestuin		(j)		
moestuin		(j)		
woning met tuin		(j)		
woning zonder tuin		(j)		
verkeer		(j)		
werken		(j)		
recreatie binnen en buiten		(j)		
maatschappelijk/cultureel		(j)		
groenvoorziening/recreatie buiten		(j)		
overig		(j)		

NIET-VLUCHTIGE GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN: geen gegevens (j)				
---	--	--	--	--

PAK				
woning met moestuin	n	n.v.t.	(j)	
moestuin	n	n.v.t.	(j)	
woning met tuin	n	n.v.t.	(j)	
woning zonder tuin	j	n.v.t.	(j)	
verkeer	j	n.v.t.	(j)	
werken	j	n.v.t.	(j)	
recreatie binnen en buiten	n	n.v.t.	(j)	
maatschappelijk/cultureel	j	n.v.t.	(j)	
groenvoorziening/recreatie buiten	n	n.v.t.	(j)	
overig	j	n.v.t.	(j)	

ja = haalbaar
nee = niet haalbaar

Afleiding selectiematrix restrisico's

() = **geschat wegens ontbreken eindgehalten**
n.v.t. = **niet van toepassing omdat biologische in-situ sanering technisch niet haalbaar wordt geacht**

Voor aromaten is onderscheid gemaakt in benzeen en overige aromaten. Bij de selecties is voor goed doorlatende grond uitgegaan van de tabel voor overige aromaten, omdat het te verwachten is dat in goed doorlatende gronden benzeen na de sanering verdwenen is. De aromaten die dan nog aanwezig zijn bestaan hoofdzakelijk uit xylenen. In matig doorlatende gronden kan wel een restgehalte aan benzeen overblijven, zodat in die gevallen met de tabel voor benzeen is gewerkt.

Voor minerale olie is onderscheid gemaakt tussen benzine/kerosine en diesel/hbo. Dit levert echter geen verschil in de selectiematrix.

Voor vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen is onderscheid gemaakt in tetrachlooretheen/tetrachloormethaan en overige vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen. Bij de selecties zijn de waarden voor tetrachlooretheen/tetrachloormethaan gehanteerd, vanwege het veelvuldig voorkomen van deze verontreinigingen.

Afleiding selectiematrix restrisico's

Ecosysteem

Volgens de Urgentiesystematiek is er sprake van een actueel risico voor het ecosysteem als het representatief bodemgehalte in de bovengrond de ecotoxicologische risicogrenswaarde (HC_{50}) voor een bepaald oppervlakte overschrijdt. De HC_{50} is afhankelijk van percentage humus. Deze werd op 2% gesteld. Het kritische oppervlak is afhankelijk van het gebiedstype en de mate van overschrijding van de HC_{50} .

Na vergelijken van de eindgehalten van de stoffen in de grond na biologische in-situ sanering aan de HC_{50} blijkt dat voor alle stoffen het eindresultaat onder de ecotoxicologische risicogrenswaarde ligt, met uitzondering van PAK(10). Hiermee is in selectiematrix 2 geen rekening gehouden. Daarom zijn hiervoor twee scenario's doorgerekend:

humaan risico-scenari waarin alleen de humane risico's een rol spelen bij de beoordeling van het restrisico (o.b.v. selectiematrix 2), en

humaan/ecologisch

risico-scenari waarbij naast de humane ook ecologische risico's een rol spelen (ook o.b.v. selectiematrix 2, waarbij echter voor alle PAK in grond een nee is ingevuld, met andere woorden als er een PAK-verontreiniging is, wordt er van uitgegaan dat biologische in-situ sanering in de praktijk niet kan worden toegepast, omdat het tot onvoldoende resultaat leidt om de ecologische risico's tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen).

Gezien het geringe verschil in resultaten zijn alleen de resultaten van het humaan-*risico-scenario* gepresenteerd.

Naar een actuele markt voor biologische in-situ technieken voor de komende 25 jaar

BIJLAGE 7

**NAAR EEN ACTUELE MARKT VOOR BIOLOGISCHE IN-SITU
TECHNIEKEN VOOR DE KOMENDE 25 JAAR**

Naar een actuele markt voor biologische in-situ technieken voor de komende 25 jaar

NAAR EEN ACTUELE MARKT VOOR BIOLOGISCHE IN-SITU TECHNIEKEN VOOR DE KOMENDE 25 JAAR

1 Algemeen

Deze bijlage geeft aan hoe de selectie van de reële naar de actuele markt voor biologische in-situ sanering voor de komende 25 jaar is uitgevoerd. Aangegeven wordt hoe de urgentiebeoordeling heeft plaatsgevonden en wat de resultaten van deze stap in het selectieproces zijn.

2 Selectie van urgente locaties

Om te komen van een selectie van de reële markt naar de actuele markt voor de komende 25 jaar, wordt beoordeeld of op de locaties naar verwachting sprake is van een urgent geval van bodemverontreiniging. Is dit het geval dan zullen deze locaties op grond van de saneringsregeling Wbb binnen 25 jaar moeten worden aangepakt.

De *urgentie* kan niet zonder meer worden vastgesteld op basis van de beschikbare gegevens, omdat ook daarvoor meer detailinformatie omtrent de verontreinigingssituatie nodig is. De urgentie is daarom geschat aan de hand van gegevens over de bodemopbouw, verontreinigende stoffen en het landgebruik. Hiervoor is een selectiematrix opgesteld op basis van expert-judgement. De selectie-matrix is opgenomen in tabel 7.1.

Bij toepassing van de urgentiematrix op de totale herstelmarkt blijkt dat 75% van de locaties urgent wordt verondersteld. Voor de potentiële herstelmarkt voor biologische in-situ saneringen is dat, afhankelijk van de verschillende scenario's en varianten, 84 tot 88% van de locaties. Van de totale beheersmarkt wordt 84% van de locaties urgent verondersteld. Voor de potentiële beheersmarkt voor biologische in-situ sanering is dat 90 tot 97% van de locaties. Hieruit blijkt dat locaties die geschikt zijn voor biologische in-situ sanering relatief vaak urgent zijn. Dat is te begrijpen als men bedenkt dat het meestal gaat om mobiele stoffen in goed doorlatende bodems.

3 De actuele markt voor biologische in-situ sanering

In tabel 7.2 zijn de gegevens over de financiële omvang van de actuele herstelmarkt opgenomen. De (modelmatig) berekende omzet aan biologische in-situ saneringen is voor de verschillende deelmarkten en varianten aangegeven in miljoenen gulden. Tussen haakjes is ook vermeld wat volgens de modelmatige berekening de besparingen zijn die bereikt kunnen worden ten opzichte van ontgravingsvarianten.

Uit tabel 7.2 blijkt dat de financiële omvang van de actuele herstelmarkt varieert van 0,5 tot 0,8 miljard gulden (voorzichtig scenario bij enkel "zuivere" in-situ locatie tot het impuls scenario bij zowel "zuivere" in-situ als combinatie-locaties). De totale besparing ten opzichte van traditionele ontgraving varieert van 0,6 miljard tot 1,1 miljard gulden (met 2 tot 3% van de totale herstelmarkt).

Naar een actuele markt voor biologische in-situ technieken voor de komende 25 jaar

Tabel 7.1 Selectie-matrix 3: urgentie

bodemca tegorie	gebruik	aromaten	minerale olie	vluchtige CKW's	niet-vluchtige CKW's	PAK
1, 5a en 5b (goed doorlaten de bodem)	woning met moestuin	U	U	U	U	U
	moestuin	U	U	U	U	U
	woning met tuin	U	N	U	N	N
	woning zonder tuin	U	N	U	N	N
	verkeer	U	N	U	N	N
	werken	U	N	U	N	N
	recreatie	U	N	U	N	N
	maatschappelijk	U	N	U	N	N
	groen	U	N	U	N	N
	overig	U	N	U	N	N
2, 3, 4 en 5c (matig/ niet doorlaten de bodem)	woning met moestuin	U	U	U	U	U
	moestuin	U	U	U	U	U
	woning met tuin	U	N	U	N	N
	woning zonder tuin	U	N	U	N	N
	verkeer	N	N	N	N	N
	werken	U	N	U	N	N
	recreatie	U	N	U	N	N
	maatschappelijk	U	N	U	N	N
	groen	N	N	N	N	N
	overig	N	N	N	N	N

U = urgent

N = niet urgent

Naar een actuele markt voor biologische in-situ technieken voor de komende 25 jaar

Tabel 7.2. Actuele herstelmarkt biologische in-situ saneringen in miljoenen guldens, en tussen haakjes besparingen t.o.v. volledige ontgravingsvarianten.

scenario	voorzichtig		impuls	
	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
voormalige bedrijfsterreinen	220 (220)	360 (420)	220 (240)	380 (420)
huidige bedrijfsterreinen	280 (350)	400 (650)	280 (390)	420 (700)
totaal	500 (570)	760 (1070)	500 (630)	800 (1120)

In tabel 7.3 zijn de gegevens over de financiële omvang van de actuele beheersmarkt opgenomen. De (modelmatig) berekende omzet aan biologische in-situ saneringen is voor de verschillende deelmarkten en varianten aangegeven in miljoenen guldens.

Tabel 7.3. Actuele beheersmarkt biologische in-situ saneringen in miljoenen guldens IBC-kosten.

scenario	voorzichtig		impuls	
	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
voormalige bedrijfsterreinen	670	1330	770	3060
huidige bedrijfsterreinen	890	2600	970	4080
totaal	1560	3930	1740	7140

Uit tabel 7.3 blijkt dat de financiële omvang van de actuele beheersmarkt varieert van 1,6 tot 7,1 miljard gulden (voorzichtig scenario bij enkel "zuivere" in-situ locatie tot het impuls scenario bij zowel "zuivere" in-situ als combinatie-locaties). Dit is 16 tot 71% van de totale beheersmarkt.

In tabel 7.4 zijn de actuele herstel- en beheersmarkt uitgedrukt in geld opgeteld om een beeld te geven van de totale potentiële markt voor biologische in-situ saneringstechnieken.

Uit tabel 7.4 blijkt dat de *totale actuele markt* voor biologische in-situ sanering uitgaande van het *voorzichtig scenario* 2,1 tot 4,7 miljard bedraagt (4 tot 10% van de totale bodemsaneringsmarkt), en uitgaande van het *impulsscenario* 2,2 tot 7,9 miljard (5 tot 16% van de totale bodemsaneringsmarkt). Geëxtrapoleerd naar de totale markt komt dit neer op een omvang van naar schatting 3,5 tot 14 miljard gulden. Uitgaand van het beleidsuitgangspunt dat bij de urgente locatie binnen 25 jaar met de aanpak wordt geschat, betekent dit gemiddeld over deze periode de toepassing van biologische in-situ technieken leidt tot een omzet van f 150 tot f maximaal 500 miljoen per jaar.

Naar een actuele markt voor biologische in-situ technieken voor de komende 25 jaar

Ook deze jaarlijkse bedragen liggen over het algemeen in dezelfde orde van grootte als de resultaten van de Ad-NOBIS-studie, zij het dat de maximale omzet bij het impulsscenario duidelijk hoger is dan de schattingen uit de Ad-NOBIS-studie.

Bij het grootste deel van locaties binnen de reële markt is naar verwachting sprake is van urgentie. De actuele markt ligt dan ook in dezelfde orde van grootte als de reële markt. Dit is goed verklaarbaar als men bedenkt dat binnen deze selectie van de markt hoofdzakelijk sprake is van verontreinigingen met mobiele stoffen in relatief goed doorlatende bodems.

Tabel 7.4. Totale actuele markt biologische in-situ saneringen in miljoenen guldens.

scenario	voorzichtig		impuls	
	"zuivere"	"zuivere" + combinatie	"zuivere"	"zuivere" + combinatie
voormalige bedrijfsterreinen	890	1690	990	3440
huidige bedrijfsterreinen	1170	3000	1250	4500
totaal	2060	4690	2240	7940

Verdeling locaties over stof/bodem combinaties

BIJLAGE 8

VERDELING LOCATIES OVER STOF/BODEM COMBINATIES

**- ALLEEN LOCATIES MET SANERINGSKOSTEN
OP BASIS VAN ONTGRAVING BOVEN f 100.000,= -**

Verdeling locaties over stof/bodem combinaties

categorie	bodem	afkorting
1	homogene goed doorlatende bodem	bod. 1
2	homogene slecht doorlatende bodem	bod. 2
3	gelaagde goed doorlatende bodem	bod. 3
4	gelaagde slecht doorlatende bodem	bod. 4
5	antropogene bodems A. antropogene goed doorlatende bodem B. opgespoten materiaal C. puinhoudend materiaal opgebracht	bod. 5 bod. 6 bod. 7

Stofgroepcode	Omschrijving stofgroep	Afkorting
A	zware metalen en arseen	ZM
B	overige anorganische verontreinigingen	OAN
C	aromatische oplosmiddelen en fenolen	ARO
D	polycyclische aromatische koolwaterstoffen	PAK
E	vluchtige gechloreerde verbindingen	VCL
F	hoogkokende gechloreerde verbindingen	EOCL
G	bestrijdingsmiddelen	BES
H	minerale olie en benzine	MO

Deelnemers brainstorm invloed beleidsvernieuwing op marktpotentie

BIJLAGE 9:
DEELNEMERS BRAINSTORM INVLOED BELEIDSVERNIEUWING
OP MARKTPOTENTIE

Deelnemers brainstorm invloed beleidsvernieuwing op marktpotentie

Deelnemers brainstormsessie

de heer ing. B. Darwinkel		Tauw Milieu
de heer drs. W.F. Kooper		KAM Milieuadvies
de heer ir M.H. Nijboer		Tauw Milieu
de heer ir A.M. Otten	Tauw	Milieu
de heer ir F. Spuij		Tauw Milieu
mevrouw ir Y. Tieleman		Tauw Milieu
de heer ir M. in 't Veld		Tauw Milieu
de heer ir H.J. Vermeulen		NOBIS
de heer dr ir J.C.M. de Wit	Tauw	Milieu

Mogelijkheden voor biologische in-situ saneren per stof/bodemcombinatie

BIJLAGE 10

**MOGELIJKHEDEN VOOR BIOLOGISCH In-situ
SANEREN PER STOF/BODEMCOMBINATIE**

Mogelijkheden voor biologische in-situ saneren per stof/bodemcombinatie

Verklaring coderingen

- ++:naar verwachting biologische in-situ technieken inzetbaar als totaaloplossing
- +:naar verwachting kunnen biologische in-situ technieken deel uitmaken van saneringsvariant, aanvullende maatregelen echter noodzakelijk
- :naar verwachting geen mogelijkheden voor inzet van biologische in-situ technieken

Voor verklaring coderingen stofgroepen en bodemtypen, zie bijlage 8.

¹monochloorbenzeen kan ook aëroob worden omgezet

²Als er sprake is van financiële locatiespecifieke omstandigheden mag worden gekozen voor een BC-variant (Isoleren, Beheersen en Controleren) in plaats van volledig herstel van de functionele eigenschappen van de bodem (multi-functioneel saneren). Er is sprake van financiële LSO als er een extreem kostenverschil bestaat tussen beide saneringsvarianten m.a.w. als multifunctioneel saneren onevenredig duur is. Dit wordt getoetst met een log-formule (LSO-toets).