

UITVOERING VAN LANDBODEMSANERINGEN MET IN-SITU METHODEN

Protocol 7002



Dit protocol 7002, versie 2.3, is op 12 december 2013 vastgesteld door het Centraal College van Deskundigen Bodembeheer, ondergebracht bij Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB) te Gouda

Inhoudsopgave

1	Doel van het protocol	4
2	Definities, werkingsgebied en principe	5
2.1	Definities	5
2.2	Werkingsgebied en principe	8
3	Plaats van het protocol in kwaliteitssysteem	10
4	Verantwoordelijkheden	11
4.1	Taken en verantwoordelijkheden	11
4.2	Vakbekwaamheid	13
5	Apparatuur en hulpmiddelen	15
6	Werkwijze voor de uitvoering van landbodemsanering met in-situ methoden	16
6.1	Algemeen	16
6.2	Ontwerp	16
6.3	Technische uitvoeringsvoorschriften	17
6.4	Terreininrichting	17
6.5	Voorkomen contaminatie	17
6.6	Controles	18
6.6.1	Controles aanlegfase	18
6.6.2	Controles Instandhoudingsfase	18
6.7	Logboek	18
6.8	Rapportages	20
6.9	Milieukundige processturing door de aannemer	20
6.10	Uitvoeren mechanische boringen door de aannemer	21
6.11	Opleverdocumentatie	21
Bijlage 1	In-situ saneringstechnieken en te monitoren systeem- en bodemprocesparameters	22



Eigendomsrecht

Deze beoordelingsrichtlijn is opgesteld in opdracht van en uitgegeven door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, Postbus 420, 2800 AK Gouda. Deze beoordelingsrichtlijn wordt inhoudelijk beheerd door het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer, ondergebracht bij de SIKB te Gouda. De actuele versie van de beoordelingsrichtlijn staat op de website van SIKB en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd. Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD Bodembeheer goedgekeurde en vastgestelde teksten met het doel hieraan rechten te (kunnen) ontlenen.

Vrijwaring

SIKB is behoudens in geval van opzet of grove schuld niet aansprakelijk voor schade die bij de certificatie-instelling of derden ontstaat door het toepassen van deze beoordelingsrichtlijn met het bijbehorende protocol en het gebruik van deze certificatieregeling.

© Copyright SIKB

Bestelwijze

Deze beoordelingsrichtlijn en het bijbehorende protocol zijn in digitale vorm kosteloos te verkrijgen via de website van de SIKB: www.sikb.nl. Een ingebonden versie van deze beoordelingsrichtlijn kunt u bestellen tegen kosten, op te vragen bij de SIKB, Postbus 420, 2800 AK Gouda, e-mail: info@sikb.nl.

Updateservice

Vastgestelde mutaties in deze beoordelingsrichtlijn door het CCvD Bodembeheer kunt u verkrijgen bij SIKB, aanmelden via www.sikb.nl. Bij de SIKB kunt u ook terecht voor het verzoek tot toezending per post van de reguliere nieuwsbrief info@sikb.nl.

Helpdesk/gebruiksaanwijzing

Voor vragen over inhoud en toepassing kunt u terecht bij uw certificatie-instelling of SIKB. Voor geschillen zie de klachten- en geschillenregeling in deze beoordelingsrichtlijn.



1 Doel van het protocol

Het doel van het protocol is het beschrijven van de specifieke eisen voor het waarborgen van de kwaliteit van de uitvoering van landbodemsaneringen met in-situ saneringsmethoden.

Het protocol is van toepassing op de uitvoering van bodemsaneringen in het kader van de Wbb en de Wm. Uitgangspunt is de aanwezigheid van:

- een beschikking op een goedgekeurd saneringsplan (Wbb), afgegeven door het bevoegde gezag Wbb, of,
- de melding in het kader van het Besluit Uniforme Saneringen (BUS), of,
- de aanwijzingen op een melding van een ongewoon voorval (art. 13 en 27 Wbb), of,
- een goedkeuringsverklaring op het saneringsplan (Wm), afgegeven door het bevoegde gezag Wm,

waarbij de inhoud van genoemde documenten bepalend is welke onderwerpen van BRL en protocol van toepassing zijn.

Dit protocol heeft betrekking op het verwijderen van verontreinigingen uit grond en grondwater met in-situ methoden (zie bijlage 1). Dit protocol schrijft geen technieken voor.

Dit protocol maakt onderdeel uit van BRL SIKB 7000, 'Uitvoering van (water)bodemsaneringen en ingrepen in de waterbodem'. In de BRL staan de algemene eisen, waaraan aannemers moeten voldoen, die onder het certificaat van BRL SIKB 7000 werken. Dit protocol beschrijft de specifieke eisen waaraan aannemers en personen moeten voldoen, die onder het certificaat van BRL SIKB 7000 werken aan de uitvoering van landbodemsaneringen met behulp van in-situ methoden.

Dit protocol maakt het voor de aannemer mogelijk zelf de milieukundige processturing van in-situ saneringen te doen die door hem worden uitgevoerd en onder BRL SIKB 7000 vallen. In dit protocol zijn daartoe de eisen opgenomen waaraan de aannemer moet voldoen indien hij zelf de milieukundige processturing op zich neemt. Indien de aannemer voldoet aan deze eisen mag door de aannemer zelf de milieukundige processturing worden uitgevoerd in het kader van protocol 7002 zonder dat de aannemer zelf gecertificeerd is voor protocol 6002.

Dit protocol maakt het voor de aannemer mogelijk mechanische boringen uit te voeren ten behoeve van de aanleg van in-situ systemen die door hem worden uitgevoerd en die vallen onder BRL SIKB 7000. In dit protocol zijn daartoe de eisen opgenomen waaraan de aannemer moet voldoen indien hij zelf de mechanische boringen uitvoert. Indien de aannemer voldoet aan deze eisen mogen door de aannemer zelf mechanische boringen worden uitgevoerd in het kader van protocol 7002 zonder dat de aannemer zelf gecertificeerd is voor protocol 2101.

Deze versie van het protocol vervangt alle vorige versies.



2 Definities, werkingsgebied en principe

2.1 Definities

De belangrijkste definities in het kader van dit protocol zijn:

Aanlegfase	<p>Tijdens deze fase worden door de aannemer de onder- en bovengrondse saneringssystemen aangebracht. De fase eindigt na proefdraaien en opleveren van de saneringssystemen met een 'Tussenevaluatie Aanlegfase'.</p> <p>Deze fase wordt opgesplitst in twee delen:</p> <ul style="list-style-type: none">• 'civiele installatie' (Installatie van de ondergrondse saneringssystemen, filters en leidingwerk)• 'installatie apparatuur' (aanbrengen, testen en proefdraaien van de benodigde saneringsapparatuur: pompen, ventilatoren, installaties, etc.).
Aannemer	<p>De natuurlijke- of rechtspersoon die de uitvoering van de (water)bodemsanering of ingreep in de waterbodem op zich neemt.</p>
Afwijkingen-niet kritiek	<p>Afwijking van de eisen zoals gesteld in deze beoordelingsrichtlijn die in potentie geen invloed heeft op de uitvoering van de (water)bodemsanering of ingreep in de waterbodem.</p>
Afwijkingen-kritiek	<p>Er is sprake van een 'kritieke afwijking' wanneer de afwijking:</p> <ul style="list-style-type: none">• onmiddellijk kritiek effect heeft op de resultaten van het proces van de (water)bodemsanering of ingreep in de waterbodem, zoals deze zijn vastgelegd in de kwaliteitseisen van het door het bevoegde gezag goedgekeurde saneringsplan, projectplan of locatieplan of in de eisen zoals die bij Ministeriële Regeling zijn vastgelegd. Kritiek wil zeggen dat de afwijking direct van invloed kan zijn op de vervolgfases van de uitvoering van de (water)bodemsanering of ingreep of,• inhoudt dat één of meer elementen van deze beoordelingsrichtlijn niet zijn gedocumenteerd terwijl dit wel vereist is of,• bestaat uit het niet implementeren van één of meer eisen van deze beoordelingsrichtlijn of,• inhoudt dat medewerkers die niet over de passende ervaring of opleiding beschikken worden ingezet of,• inhoudt dat de aannemer geen werkvoorbereider of kwaliteitsverantwoordelijke persoon in dienst heeft of,• inhoudt dat medewerkers als geregistreerd medewerker, zonder dat ze gemeld zijn via het (bedrijfseigen) meldingensysteem, worden ingezet of,• inhoudt dat bij meerdere eisen van deze beoordelingsrichtlijn sprake is van vergelijkbare afwijkingen in documentatie en/of implementatie (een zogenaamde 'trend').



Afwijkingen plan of beschikking / melding	t.o.v. Onder afwijkingen wordt het volgende verstaan: <ul style="list-style-type: none">• de aard van het geval wijkt af van het saneringsplan, projectplan, locatieplan of de voornoemde BUS-melding of het geval blijkt significant anders en dit kan van invloed zijn op de aanpak en het resultaat van de (water)bodemsanering of ingreep in de waterbodem;• de (water)bodemsanering of ingreep in de waterbodem duurt significant langer (of korter) dan is aangegeven in het plan of de melding;• de uitvoeringswijze wordt aangepast;• het eindresultaat is anders dan de doelen waarop het plan of de melding is geschreven.
Bodemsanering	Het beperken en zoveel mogelijk ongedaan maken van verontreiniging en de directe gevolgen daarvan of van dreigende verontreiniging van de bodem. Maatregelen om de verontreiniging weg te nemen en de verspreiding te voorkomen (afdekken, isoleren) behoren tot de sanering. Ook tijdelijke uitplaatsing valt hieronder omdat hiervoor een BUS-melding moet worden gedaan.
Bevoegd gezag	Bevoegd gezag voor het betreffende kader waarin de ingreep of sanering wordt uitgevoerd. In de meeste gevallen de overheidsinstantie die de saneringsplannen beschikt, aan wie de melding in het kader van het BUS wordt gedaan en die de evaluatieverslagen beoordeelt voor gevallen van ernstige bodemverontreiniging, of de waterbeheerder als het een ingreep in de waterbodem betreft.
Directievoering	Namens de opdrachtgever toezicht uitoefenen op de uitvoering van het werk en op de naleving van het contract met de aannemer. <i>De opdrachtgever kan deze taak ook zelf op zich nemen.</i>
Instandhoudingsfase	Tijdens deze fase worden door de aannemer de onder- en bovengrondse saneringssystemen opgestart en in stand gehouden. De fase eindigt bij het behalen van het beoogde saneringsdoel.
Kritische en niet kritische werkzaamheden	Kritische werkzaamheden zijn alle werkzaamheden in de (water)bodem die het resultaat van de (water)bodemsanering of ingreep in de waterbodem (kunnen) beïnvloeden. Dit omvat: <ul style="list-style-type: none">• het vaststellen van de uit de bodem te verwijderen verontreinigingen in het veld (land- en waterbodem);• het aanbrengen van het saneringssysteem door de aannemer voor de sanering van grond en grondwater;• het scheiden van grond/baggerstromen, het in depot brengen en/of afvoeren van gescheiden deelstromen grond of bagger. Niet-kritische werkzaamheden zijn alle werkzaamheden in de (water)bodem die niet het resultaat van de (water)bodemsanering of ingreep in de waterbodem (kunnen) beïnvloeden en alle werkzaamheden die niet van invloed (kunnen) zijn op de verwerking van te verwijderen grond/bagger en verontreinigingen.



Voorbeelden van **niet-kritische** werkzaamheden, waarbij niet de (continue) aanwezigheid van de kwaliteitsverantwoordelijke persoon is vereist, zijn:

- het inrichten van het werkterrein;
- het aanbrengen van isolerende voorzieningen als bijvoorbeeld een leeflaag, verhardingslaag of scheidingslaag;
- het aanvullen van de saneringsput nadat eindkeuring heeft plaats gevonden;
- het ontgraven van een grond- of baggerdepot waarbij de kwaliteit en einddiepte op basis van inmeten van tevoren bekend zijn;
- het ontgraven van grond uit een homogeen verontreinigde bodem waarbij de ontgravingscontour is bepaald door de in de bodem te realiseren functie zoals bijvoorbeeld een aan te leggen kelder of parkeergarage.

Kwaliteitsverantwoordelijke persoon van de aannemer De medewerker van de aannemer die op de plaats van uitvoering van de bodemsanering verantwoordelijk is voor de kwaliteit van de uitvoering van het werk.

Voor de aannemer die de milieukundige processturing op zich neemt:

In de situatie dat de aannemer ook de milieukundige processturing op zich neemt kan de kwaliteitsverantwoordelijke persoon tevens degene zijn die de rol van de projectleider op zich neemt.

Landbodemsanering met in-situ methoden Sanering of beheersing van grond en/of grondwater met methoden waarbij geen sprake is van ontgraving of uitsluitend pump & treat.

Logboek Document, waarin gedurende de bodemsanering alle voor de uitvoering relevante gegevens worden vastgelegd.

Milieukundig begeleider Degene die de milieukundige processturing en/of verificatie op zich neemt.

Milieukundige processturing Het sturen van de bodemsanering ter plaatse van de uitvoering tijdens de aanleg- en de instandhoudingsfase.

Aanlegfase

De detectie van afwijkingen ten opzichte van het bodemonderzoek of saneringsplan. Gedacht moet worden aan een afwijkend verontreinigingsbeeld of bodemopbouw.

Instandhoudingsfase

Tijdens de instandhoudingsfase is de milieukundige processturing verantwoordelijk voor opvolging van het saneringsresultaat, constateren van afwijkingen van het verwachte verloop en (doen van voorstellen) voor bijsturing van de sanering. Tevens geldt de verantwoordelijkheid voor het vastleggen en rapporteren van gegevens.



Milieukundige verificatie	Het met visuele inspectie, monsterneming, analyses en rapportage vastleggen en beschrijven van het eindresultaat van de werkzaamheden / (water)bodemsanering of ingreep in de waterbodemplaan waarop de BRL SIKB 6000 van toepassing is. De milieukundige verificatie heeft als doel het bevoegde gezag in staat te stellen te beoordelen of de (sanerings)doelstelling is.
Opdrachtgever	De natuurlijke- of rechtspersoon, die opdracht geeft voor de uitvoering van de (water)bodemsanering en/of de ingreep in de waterbodemplaan.
Saneringsapparatuur	De bovengrondse installaties t.b.v. de sanering, o.a.: pompen, ventilatoren, compressoren, water- en luchtzuiveringsinstallaties.
Saneringssysteem	Het geheel van ondergrondse filters/saneringsmiddelen én bovengrondse saneringsapparatuur.
Tussenevaluatie aanlegfase	De installatiefase wordt afgesloten met een 'Tussenevaluatie aanlegfase' waarin de aangebrachte saneringssystemen 'as-built' door de aannemer worden gerapporteerd, inclusief afwijkingen op het oorspronkelijke plan.
Uitvoeringsplan	Het plan dat door de aannemer wordt opgesteld waarin wordt beschreven op welke wijze de aannemer het werk gaat uitvoeren en op welke wijze hij gaat voldoen aan de in het bestek of werkschrijving genoemde eisen (zie 2.2.2 van de BRL).
Verificatieplan	Plan dat voorafgaand aan de uitvoering van de in-situ sanering door de milieukundige verificatie wordt opgesteld en waarin de kritische momenten en aspecten van de in-situ sanering worden vastgelegd waarop verificatie plaatsvindt.
Werkomschrijving	Door of namens de opdrachtgever opgesteld stuk met daarin een omschrijving van de door de aannemer uit te voeren werkzaamheden.
Werkvoorbereider	Medewerker van de aannemer die verantwoordelijk is voor de voorbereiding van het werk.



2.2 Werkingsgebied en principe

Het voorliggende protocol 7002 omschrijft de specifieke eisen aan (personen van) de aannemer die belast is met de uitvoering van de in dit protocol onderscheiden taken. Deze uitvoering moet uiteraard afdoende geborgd zijn om op voorhand voldoende zekerheid te verkrijgen dat de saneringsdoelstelling wordt gerealiseerd conform de uitgangspunten.

Bij de uitvoering van een in-situ sanering is de bodemgesteldheid en verontreinigingssituatie niet altijd op voorhand 100% correct in te schatten. Het is daarom ook veelal noodzakelijk om tijdens de uitvoering op bepaalde punten te kunnen afwijken. De taak van de milieukundige processturing (van het adviesbureau of van de aannemer) is het melden van afwijkingen aan opdrachtgever/directievoerder en de aannemer. Indien de aannemer zelf afwijkingen initieert is hij verplicht deze te melden aan de milieukundige begeleider.

BRL SIKB 7000 en de daarbij horende protocollen, waaronder dit protocol, hebben een directe relatie met BRL SIKB 6000 en de daarbij horende protocollen vormen de grondslag voor het procescertificaat voor de milieukundige begeleiding van bodemsaneringen. Beide beoordelingsrichtlijnen zorgen voor een goede kwaliteitsborging ten aanzien van de uitvoering.

Een belangrijk aspect van deze BRL is een afdoende mate van functiescheiding ten opzichte van de opdrachtgever. Functiescheiding is nader uitgewerkt in paragraaf 3.2 van BRL SIKB 7000 (en daarnaast in BRL SIKB 6000).

In bijlage 1 is een niet-limitatieve opsomming van in-situ technieken opgenomen. De lijst met technieken is indicatief en bedoeld ter ondersteuning van de milieukundige begeleiding (zie BRL SIKB 6000). In deze lijst zijn per groep van technieken de belangrijkste relevante systeem- en bodemprocesparameters opgenomen. Het is verplicht deze parameters op te nemen in het saneringsplan, kwaliteitsplan en/of verificatieplan om inzicht te krijgen in de werking van het systeem en de voortgang van de sanerende processen in de bodem¹. In genoemde plannen kan gemotiveerd worden afgeweken van de keuze van de parameters en de frequentie waarmee de parameters worden gemeten.



¹ In de tabel wordt onderscheid gemaakt tussen systeemparameters en bodemprocesparameters. De systeemparameters zijn van belang voor monitoring van de werking van het systeem en de controle of het systeem levert wat het moet leveren zoals afgesproken in het saneringsplan en/of het bestek. De bodemprocesparameters zijn van belang voor meting van de voortgang van de processen in de bodem. Daarbij is onderscheid gemaakt in relevante parameters en incidenteel relevante parameters. In de tabel is een indicatie gegeven van de range waarbinnen het resultaat van de meting zou moeten vallen. Resultaten van metingen buiten de aangegeven range moeten kritisch worden beschouwd en kunnen een aanwijzing zijn dat of het systeem onvoldoende presteert dan wel er onvoldoende voortgang is in de processen in de bodem. De aangegeven ranges van de bodemprocesparameters hebben betrekking op metingen binnen de verontreinigingscontour. In specifieke gevallen moeten metingen van bodemprocesparameters stroomopwaarts of stroomafwaarts van de verontreinigingscontour gemeten worden om de resultaten van de metingen binnen de contour op de juiste wijze te kunnen interpreteren. Daarnaast wordt in de tabel de frequentie gegeven waarmee parameters worden gemeten en met welke techniek dit zou kunnen. De meest gangbare meetmethode is daarbij aangegeven. Zowel de methode als de frequentie moeten als indicatief worden opgevat.

3 Plaats van het protocol in kwaliteitssysteem

BRL SIKB 7000 regelt de kwaliteitsborging en de wijze waarop de eisen uit die BRL en dit protocol moeten zijn verankerd in het kwaliteitssysteem van de aannemer. Het is hierbij toegestaan om dit protocol integraal als werkdocument op te nemen in het kwaliteitssysteem.



4 Verantwoordelijkheden

4.1 Taken en verantwoordelijkheden

De aannemer is verantwoordelijk voor de technische installatie en uitvoering van de in-situ sanering conform de specificaties in het saneringsplan, bestek of werkomschrijving / uitvoeringsplan. De aannemer heeft de plicht om door hem geconstateerde afwijkingen die in eerste instantie niet direct onder zijn verantwoordelijkheid vallen – zoals o.a. afwijkingen in bodemopbouw of verontreinigingssituatie – te melden aan de milieukundige begeleiding en de directievoerder.

De aannemer geeft op basis van de werkomschrijving of uitvoeringsplan aan welke functies binnen zijn organisatie betrokken zijn bij de werkvoorbereiding en uitvoering van de bodemsanering. Tevens geeft hij aan wie de werkvoorbereider en wie de kwaliteitsverantwoordelijke persoon voor de uitvoering is. De aannemer kan ook voor verschillende fasen van de uitvoering verschillende kwaliteitsverantwoordelijke personen inzetten. Dit documenteert de aannemer dan goed van tevoren in het uitvoeringsplan.

Taken aannemer die de milieukundige processturing op zich neemt:

Wanneer de aannemer (het bedrijf) de milieukundige processturing op zich neemt geeft hij aan wie binnen het bedrijf de rol van projectleider op zich neemt zoals aangegeven in protocol 6002 en wie de rol van processtuurder op zich neemt. De milieukundige processturing kan namelijk door zowel één persoon als door een team van personen worden verricht waarbij de besluitvorming ligt bij één persoon, de projectleider. De projectleider is verantwoordelijk voor de inhoudelijke kwaliteit van het project.

Taken aannemer die de mechanische boringen op zich neemt:

Wanneer de aannemer (het bedrijf) de mechanische boringen op zich neemt, geeft hij aan wie de taak van projectleider en boormeester op zich neemt. De taak van de projectleider kan gecombineerd worden met de taak van de werkvoorbereider en de taak van de boormeester kan gecombineerd worden met de taak van de kwaliteitsverantwoordelijke persoon.

Taken werkvoorbereider

In het kader van dit protocol zijn de taken en verantwoordelijkheden van de werkvoorbereider:

- Het samenstellen van het locatiedossier. De inhoud van dit locatiedossier voldoet aan de eisen zoals deze zijn gesteld in § 3.9.1 en 3.9.2 van BRL SIKB 7000;
- Het opstellen van het uitvoeringsplan (zie § 2.2.2 van de BRL SIKB 7000 en hoofdstuk 6 van dit protocol (voor zover van toepassing voor de sanering met in-situ methoden));
- Het voor akkoord aanbieden van het uitvoeringsplan aan de opdrachtgever/directievoerder en het bedrijf dat de milieukundige begeleiding uitvoert;
- Zorg dragen voor de beschikbaarheid van voldoende vakbekwaam personeel en het juiste materieel en middelen om de in-situ sanering uit te voeren;
- Zorg dragen voor een goede overdracht van het werk aan de kwaliteitsverantwoordelijke persoon;
- Het opstellen van een rapport Tussenevaluatie aanlegfase;
- Het periodiek opstellen van voortgangsrapportages;
- Het aan de hand van het ingevulde logboek, werktekeningen en transportbonnen/ontvangstbewijzen opstellen van de opleverdocumentatie.



Taken kwaliteitsverantwoordelijke persoon

De kwaliteitsverantwoordelijke persoon heeft in het kader van dit protocol de volgende taken en verantwoordelijkheden:

- Het controleren van de inhoud van het locatiedossier in het bijzonder de aanwezigheid van alle voor de sanering benodigde meldingen, vergunningen en ontheffingen;
- Het controleren van de aanwezigheid en goede werking van het in te zetten materieel en middelen;
- Het controleren en waar nodig het laten kalibreren van meet- en registratieapparatuur;
- Het controleren van het in te zetten personeel op geschiktheid voor de door hun uit te voeren werkzaamheden, zoals medische keuring, vakbekwaamheid en opleidingscertificaten;
- Het volgens het uitvoeringsplan uitvoeren van de in-situ bodemsanering. Hierbij stuurt hij alle uitvoerend medewerkers van de aannemer op de sanering aan;
- Het, voor zover van toepassing en niet vermeld in het uitvoeringsplan, voldoen aan de uitvoeringseisen zoals vermeld in hoofdstuk 6 van dit protocol;
- Controle op de technisch juiste werking van de installaties;
- Zorg dragen voor een goede samenwerking met de milieukundige begeleider;
- Bijhouden van het logboek;
- Controle dat alle verplichte meldingen m.b.t. de sanering aan bevoegd gezag (toezichthouders, vergunningverleners e.d.) zijn verricht;
- Indien van toepassing zorg dragen voor correcte afhandeling en ondertekening van de transportdocumenten;
- Zorg dragen voor de oplevering van de in-situ bodemsanering volgens het uitvoeringsplan;
- Het overhandigen van het locatiedossier aan de werkvoorbereider.

De kwaliteitsverantwoordelijke persoon is tijdens de uitvoering van kritische werkzaamheden op de locatie aanwezig en het aanspreekpunt voor het bevoegde gezag en de certificerende instelling. Bij niet kritische werkzaamheden kan de kwaliteitsverantwoordelijke persoon zich laten vervangen door een voldoende deskundige assistent. Deze vervanging wordt geregistreerd in het logboek.

Taken grondwerker

De grondwerker heeft in het kader van dit protocol de volgende taken en verantwoordelijkheden:

- Indien van toepassing het samen met de machinist van de graafmachine of boormachine bepalen op welke wijze wordt gecommuniceerd;
- Het op instructie van de kwaliteitsverantwoordelijke persoon en/of aanwijzing van de milieukundige begeleider uitvoeren van de aan hem/haar toebedeelde werkzaamheden;
- Het melden van afwijkingen in de samenstelling van de bodem aan kwaliteitsverantwoordelijke persoon en/of de milieukundige begeleider;
- Het melden van defecten aan ingezette apparatuur en middelen.

Voor de aannemer die de milieukundige processturing op zich neemt:

Monsterneming van grond en grondwater in het kader van processturing mag worden uitgevoerd door een milieukundig begeleider (geregistreerd voor protocol 6002) en moet plaatsvinden conform BRL SIKB 2000 en de protocollen 2001 en 2002. Indien een veldwerker deze monsterneming verricht dan worden deze werkzaamheden onder procescertificaat BRL SIKB 2000 uitgevoerd door een daarvoor geregistreerde veldwerker, onder toezicht van de milieukundige begeleider / kwaliteitsverantwoordelijke persoon.

Voor de taken en verantwoordelijkheden van de werkzaamheden die vallen onder de BRL 6002 en BRL 2101 wordt verwezen naar de desbetreffende protocollen.



4.2 Vakbekwaamheid

Hieronder staan achtereenvolgens in het kader van dit protocol de vereiste vakbekwaamheden van de werkvoorbereider en de kwaliteitsverantwoordelijke persoon beschreven.

Werkvoorbereider

De werkvoorbereider behoort minimaal aan de volgende eisen te voldoen:

- HBO werk- en denkniveau met als basis een opleiding civiele techniek, milieu-, cultuurtechniek. Of de opleiding uitvoerder grond- water en wegenbouw en aantoonbare praktijkervaring met als hoofdtak de uitvoering (water)bodemsanering en/of werken in en met verontreinigde grond of waterbodem van minimaal 2 jaar; of
- MBO-opleiding civiele techniek, milieu-, cultuurtechniek of de opleiding uitvoerder grond- water en wegenbouw en aantoonbare praktijkervaring (drie jaar) met als hoofdtak de voorbereiding van landbodemsaneringen met in-situ methoden;
- Kennis van in-situ bodemsaneringstechnieken;
- Hij/zij heeft kennis van:
 - a. (water)bodemonderzoeksnormen en de interpretatie van onderzoeksgegevens;
 - b. de relevante onderdelen van de meest recente Standaard RAW Bepalingen (inclusief UAV en UAV GC);
 - c. het eigen kwaliteitssysteem;
 - d. de BRL SIKB 7000 en het protocol 7002;
 - e. de taken en verantwoordelijkheden van de milieukundige begeleiding zoals beschreven in BRL SIKB 6000 en het protocol 6002;
 - f. de hoofdlijnen van de Wbb, BUS, Bbk, Rbk en het Activiteitenbesluit.

De kennis voor het uitvoeren van werkzaamheden onder certificaat moet actueel worden gehouden. De certificerende instelling toetst of de kwaliteitsverantwoordelijke persoon voldoende op de hoogte is van de hoofdlijnen van de actuele wet- en regelgeving.

Kwaliteitsverantwoordelijke persoon

De kwaliteitsverantwoordelijke persoon behoort minimaal aan de volgende eisen te voldoen:

- Minimaal een MBO-opleiding civiele techniek, milieu-, cultuurtechniek of de opleiding uitvoerder grond- water en wegenbouw en aantoonbare praktijkervaring met als hoofdtak de uitvoering van in-situ bodemsanering van minimaal 2 jaar; of
- Opleiding civiele techniek, milieu-, cultuurtechniek of de opleiding uitvoerder grond- water en wegenbouw en aantoonbare praktijkervaring met als hoofdtak de uitvoering van in-situ bodemsanering van minimaal 3 jaar;
- Opleiding asbestherkenning;
- Kennis van:
 - a. (water)bodemonderzoeksnormen en de interpretatie van de onderzoeksgegevens
 - b. de relevante onderdelen van de meest recente versie van de Standaard RAW Bepalingen (inclusief UAV en UAV GC);
 - c. het eigen kwaliteitssysteem;
 - d. de BRL SIKB 7000 en het protocol 7002;
 - e. de taken en verantwoordelijkheden van de milieukundige begeleiding zoals beschreven in BRL SIKB 6000 en het protocol 6002.

De kennis voor het uitvoeren van werkzaamheden onder certificaat moet actueel worden gehouden. De certificerende instelling toetst of de kwaliteitsverantwoordelijke persoon voldoende op de hoogte is van de hoofdlijnen van de actuele wet- en regelgeving.

Voor de aannemer die de milieukundige processturing op zich neemt:

In de situatie dat de aannemer de milieukundige processturing van de in-situ sanering op zich neemt gelden dezelfde opleidings- en ervaringseisen zoals omschreven in protocol



6002. De werkvoorbereider van de aannemer kan de werkzaamheden van de projectleider milieukundige processturing op zich nemen mits hij/zij voldoet aan de opleidings- en ervaringseisen zoals deze voor de projectleider in protocol 6002 zijn gesteld. De monsterneming en het fysieke toezicht tijdens de sanering zal moeten worden uitgevoerd door iemand die voldoet aan de opleidings- en ervaringseisen zoals opgenomen in protocol 6002.

Voor de aannemer die zelf mechanische boringen uitvoert:

In de situatie dat de aannemer zelf mechanische boringen uitvoert gelden dezelfde opleidings- en ervaringseisen zoals omschreven in protocol 2101.



5 Apparatuur en hulpmiddelen

Het algemene beheer van apparatuur en hulpmiddelen is geregeld via de eisen die zijn opgenomen in BRL SIKB 7000 Beoordelingsrichtlijn uitvoering (water)bodemsanering en ingrepen in de waterbodem. Voor protocol 7002 Uitvoering van landbodemsanering in-situ zijn geen apparaten of hulpmiddelen nader gespecificeerd. Het staat de aannemer vrij om hier naar eigen inzicht invulling aan te geven. De keuze voor de juiste apparaten en hulpmiddelen zal voortvloeien uit het saneringsplan of melding en wordt beschreven in het uitvoeringsplan.

Voor de aannemer die de milieukundige processturing op zich neemt:

Indien de aannemer de milieukundige processturing op zich neemt conform protocol 6002 is hij verplicht de apparatuur en hulpmiddelen toe te passen zoals beschreven in hoofdstuk 5 van protocol 6002.

Voor de aannemer die zelf mechanische boringen uitvoert:

In de situatie dat de aannemer zelf mechanische boringen uitvoert is hij verplicht de apparatuur en hulpmiddelen toe te passen zoals beschreven in protocol 2101.



6 Werkwijze voor de uitvoering van landbodemsanering met in-situ methoden

6.1 Algemeen

Bij in-situ bodemsanering is de samenwerking tussen het milieukundig adviesbureau en aannemer bepalend voor de kwaliteit van de sanering. Om tot een goede samenwerking te komen is het van belang dat de taken en verantwoordelijkheden duidelijk van te voren worden vastgelegd. Het uitvoeringsplan zoals dit in de BRL SIKB 7000 wordt genoemd wordt voor dit protocol uitgebreid met de eisen die gesteld worden aan de in te zetten apparatuur en hulpmiddelen, wie verantwoordelijk is voor de goede werking, controle, ijking enz. (zie protocol 6002 hoofdstuk 5).

De uitvoering van een in-situ sanering kent twee fasen:

1. Aanlegfase

Aanleg van filters & installatie van saneringsapparatuur.

Civiele aanleg

De civiele uitvoering bevat onder meer het inrichten van het werkterrein, het boren van de diverse ondergrondse saneringsfilters, elektrodes, het graven van sleuven en het aansluiten van het benodigde leidingwerk.

Mogelijk vindt ook een deelontgraving plaats, evenals bemalingen en aan- en afvoer van grond. Indien dit het geval is vindt dit werk plaats conform protocol 7001 'Uitvoering van landbodemsanering met conventionele methoden'.

Installatie saneringsapparatuur

Aansluitend aan de civiele uitvoering wordt door de aannemer de saneringsapparatuur geïnstalleerd, aangesloten en getest.

De installatiefase wordt afgesloten met opstart van de saneringssystemen en een 'Tussenevaluatie aanlegfase'.

2. Instandhoudingfase

In deze fase draagt de aannemer zorg voor het op een juiste wijze technisch in stand houden van de (onder- en bovengrondse) saneringssystemen.

De aannemer draagt er zorg voor dat hij voorafgaand aan het uitvoeren van kritische werkzaamheden ter plaatse voldoende aanwijzingen en instructies van de milieukundige begeleider heeft ontvangen.

6.2 Ontwerp

Het saneringsplan, het bestek of de werkschrijving geldt als basis voor het saneringssysteem. Afhankelijk van de wijze van aanbesteden worden voorafgaande aan de start van het project de saneringssystemen door de aannemer in nader detail ontworpen. Dit ontwerp omvat in ieder geval:

- nadere detaillering van de saneringssystemen:
 - dieptes en locaties (indien van toepassing);
 - materiaalgebruik;
 - saneringsapparatuur: pompen, compressoren en ventilatoren;
 - water- en luchtreinigingsapparatuur & behalen lozingsnormen.
- detaillering in te zetten apparatuur: debieten, capaciteiten, drukken, temperaturen, elektriciteitsverbruik;



- flowschema, inclusief weergave monsterpunten, afsluiters;
- elektrisch schema conform wettelijke eisen;
- storingsanalyse & beveiligingen (bijv. hoog water, temperaturen, flow, LEL);
- controle installaties aan benodigde vergunningen;
- testprotocol controle lekdichtheid leidingen tussen start- en eindpunt.

6.3 Technische uitvoeringsvoorschriften

De inhoudelijke eisen die zijn opgenomen in de meest recente versie van de Standaard RAW bepalingen van CROW zijn voor de uitvoering van de werkzaamheden informatief. Het betreft de volgende hoofdstukken, tenzij in het contract met de aannemer anders is afgesproken:

- hoofdstuk 11 'sloopwerk';
- hoofdstuk 17 'verontreinigde grond- en verontreinigd grondwater';
- hoofdstuk 21 'bemalingen';
- hoofdstuk 22 'grondwerken';
- hoofdstuk 23 'drainage';
- hoofdstuk 26 'kabelwerk';
- hoofdstuk 27 'waterputten';
- hoofdstuk 41 'funderingsconstructies';
- hoofdstuk 61 'werk algemene aard';
- hoofdstuk 62 'verkeersmaatregelen bij werk in uitvoering'.

6.4 Terreininrichting

Bij de werkvoorbereiding worden indien van toepassing de volgende aspecten bepaald en vastgelegd in het uitvoeringsplan:

- afbakening van de locatiegrenzen;
- de toegang tot saneringslocatie (schoon/vuil zone);
- de plaats van de decontaminatie-unit;
- de was- en borstelplaats;
- de ontgravingsgrenzen naar milieukundige kwaliteit;
- op terreinen waarop de KLIC-melding niet van toepassing is, de ligging en aard van ondergrondse obstakels en leidingen;
- indien van toepassing de ligging van de bemaling en de plaats van lozing.

6.5 Voorkomen contaminatie

Om te voorkomen dat de verontreinigingen zich verspreiden dienen, indien noodzakelijk, voorzorgsmaatregelen getroffen te worden zoals:

- Het aanleggen van een schoon/vuil zone;
- Het aanbrengen van rijplaten;
- Het aanleggen van een los- laadplaats;
- Indien noodzakelijk, het inrichten van een was- borstelplaats;
- Het gebruik van grond- en dekzeilen bij opslag van verontreinigd afval en grond.

Tevens moet een afvalcontainer of vergelijkbaar (ter keuze van de aannemer) geplaatst worden voor klein verontreinigd afval zoals wegwerpsaneringsartikelen.



6.6 Controles

6.6.1 Controles aanlegfase

Civiele aanleg

Vóór dat de saneringsfilters/-middelen ondergronds worden afgewerkt controleert de aannemer:

- de juiste aansluiting van de juiste filters op de juiste leidingen;
- toepassing conform plan van de juiste materialen, diameters leidingwerk, elektrodes en filters;
- de ligging van filters, leidingtracé én koppelplaatsen leidingwerk;
- diepte van leidingwerk en filters en elektrodes beneden maaiveld;
- indien sprake is van koppelingen tussen start- en eindpunt van een leiding: de lek-dichtheid van de leidingen conform het testprotocol;
- afwijkingen ten opzichte van het oorspronkelijke plan.

De resultaten worden vastgelegd in het logboek, inclusief eventuele meetresultaten.

Controle Saneringsapparatuur

Voordat de aannemer de installaties definitief opstart controleert deze:

- of conform ontwerp de juiste installaties geïnstalleerd zijn;
- of de installaties conform het flowschema geïnstalleerd zijn, inclusief de voorziene debiet- en bemonsterpunten;
- de installaties op lek-dichtheid conform het testprotocol;
- afwijkingen van het oorspronkelijke plan.

Vervolgens worden de installaties 'functioneel getest' waarbij alle beveiligingen worden gecontroleerd, evenals een juiste schakeling van de apparatuur. E.e.a. conform de vooraf opgestelde storingsanalyse. Door de aannemer wordt de juiste werking van eventuele zuiveringsinstallaties gecontroleerd door monsternamen van in- en effluent.

De testresultaten worden vastgelegd in de 'Tussenevaluatie aanlegfase'.

6.6.2 Controles Instandhoudingsfase

Bij ieder locatiebezoek controleert de aannemer op de technisch juiste werking installaties (flow, drukken, temperaturen, oliepeil, ...).

Storingen worden gerapporteerd aan de directie (aard en duur van de storing, genomen maatregelen en effecten daarvan).

6.7 Logboek

De aannemer houdt twee logboeken bij:

- één tijdens de aanlegfase;
- één tijdens de instandhoudingsfase.

Aanlegfase

Bij aanvang van de installatiefase is op de saneringslocatie een logboek aanwezig. Dit logboek houdt de aannemer bij. Dit logboek is in basisvorm ook al beschreven in de BRL en in meer detail in protocol 7001 'Uitvoering landbodemsanering met conventionele methoden' in geval van een conventionele (deel)sanering. In *aanvulling* daarop wordt bij de installatiefase van een in-situ sanering in het logboek vastgelegd (indien van toepassing):



- Specificaties filters/boringen/elektrodes:
 - aantal (per dag);
 - nummer;
 - locatie inmeten & intekenen op tekening;
 - diepte (& filterstelling);
 - schoon gepompt (ja/nee);
 - registratie afwijkingen bodemopbouw;
 - melding afwijkingen bodemopbouw milieukundig begeleider en directie;
 - filters/elektrodes aangepast (ja/nee); zo ja, nieuwe locatie, diepte (& filterstelling) registreren.
- leidingwerk & kabels:
 - welke filters/elektrodes aangesloten (per dag);
 - nummer;
 - diameter en materiaal leidingen, buigpunten en koppelingen;
 - inmeten en intekenen leidingtracé ligging op tekening;
 - getest op lekdichtheid;
 - testresultaten lekdichtheidstesten;
 - diepte leidingtracés.
- saneringsapparatuur:
 - getest op lekdichtheid;
 - resultaten lekdichtheidstesten;
 - resultaten functionele testen saneringsapparatuur.

Instandhoudingsfase

Voor aanvang van de instandhoudingsfase maakt de aannemer een locatiespecifiek logboek, afhankelijk van de geïnstalleerde saneringssystemen, waarin alle van belang zijnde (technische) parameters in genoteerd worden bij ieder locatiebezoek. Een kopie van deze gegevens zijn ook op kantoor van de aannemer in de projectmap geregistreerd.

Als basisvorm van het logboek wordt verwezen naar de BRL SIKB 7000. In aanvulling daarop wordt in ieder geval geregistreerd (indien van toepassing):

- reden bezoek: regulier onderhoud of storing;
- registratie draaiuren;
- debieten en debietstanden per meetpunt;
- drukken;
- (gewijzigde) inregeling diverse filters, bijvoorbeeld puls-/pauze-tijden, welke filters open/dicht;
- storingen;
- verstoppingen;
- eventuele (indicatieve) meetresultaten;
- aard/reden bezoek;
- hoeveelheden nutriënten/substraat;
- stroomverbruik;
- afval/slib;

In het logboek wordt aantoonbaar gemaakt dat de aanwijzingen van de milieukundige processturing zijn opgevolgd.

De aannemer moet op aanvraag dan wel aan het eind van het werk een kopie van het logboek overhandigen aan de milieukundige begeleiding.

Indien gebruik wordt gemaakt van automatische metingen en digitale registraties (bijvoorbeeld telemetrie), wordt vooraf vastgelegd hoe vaak en op welke wijze de benodigde metingen en registraties worden uitgevoerd. Ook wordt vastgelegd waar en op welke wijze deze beschikbaar zijn. Wijzigingen in het schema van metingen en registraties worden geregistreerd in het logboek inclusief de motivatie voor de wijziging.



6.8 Rapportages

De installatiefase wordt afgerond met een 'Tussenevaluatie Aanlegfase'. Hierin wordt minimaal het volgende opgenomen:

- Met betrekking tot civiele installatie
 - Type, aantal, filterstellingen en overige specificaties saneringsfilters.
 - Revisietekening met ligging en diepte filters, elektrodes & leidingwerk, inclusief materiaalgebruik, diameters leidingen en koppel- en buigpunten.
 - Geconstateerde afwijkingen ten aanzien van bodemopbouw en verontreinigingssituatie.
 - Eventuele aanpassingen ondergronds saneringssysteem.
 - Test- en controleresultaten filters, elektrodes & leidingwerk.
 - In geval van ontgraving: zie protocol 7001.
- Met betrekking tot saneringsapparatuur
 - Revisieschema's: flowschema & elektrisch schema.
 - Testrapport functionele testen.
 - Testrapport lekdichtheid.
 - Bemonsterresultaten in/effluent.
 - Motivatie en samenvatting wijze van inregeling sanering: debieten, drukken, puls/pauze tijden, filters aan/uit, plus locatiespecifieke kenmerken.

Tijdens de in-situ sanering rapporteert de aannemer ook periodiek de (technische) uitvoering van de sanering. De frequentie van deze voortgangsrapportages zal voor start van de saneringswerken in overleg met de milieukundige begeleider en directie worden vastgesteld. De frequentie bedraagt minimaal eens per half jaar. In deze technische voortgangsrapportages geeft de aannemer minimaal een samenvatting van:

- debieten, debietstanden, drukken, temperaturen en overige locatiespecifieke parameters;
- storingen & meldingen directie;
- verstoppingen;
- technische aanpassingen installaties;
- eventuele (indicatieve) meetresultaten;
- overzicht bedrijfsvoering installaties (filters/elektrodes aan/uit, kleptijden, puls/pauze);
- calamiteiten (bijvoorbeeld overlopen van installaties);
- algemene opmerkingen.



6.9 Milieukundige processturing door de aannemer

Indien de aannemer de milieukundige processturing op zich neemt conform protocol 6002, is hij verplicht de werkwijze te hanteren zoals beschreven in hoofdstuk 6 van protocol 6002.

Indien de aannemer de milieukundige processturing op zich neemt conform protocol 6002, is hij verplicht te voldoen aan de eisen voor het evaluatieverslag processturing zoals beschreven in paragraaf 8.1 van protocol 6002.

6.10 Uitvoeren mechanische boringen door de aannemer

Indien de aannemer zelf mechanische boringen uitvoert conform protocol 2101, is hij verplicht de werkwijze te hanteren zoals beschreven in protocol 2101.

6.11 Opleverdocumentatie

De aannemer toont aan dat hij alle tijdelijke voorzieningen in het kader van de uitvoering voor oplevering heeft verwijderd van de locatie. Van de middelen die achterblijven legt de aannemer vast aan wie eigendom en (onderhouds)verplichtingen worden overgedragen. Tenslotte beschrijft en verantwoordt de aannemer alle milieuhygiënisch relevante isolatie- en afdekkingsmiddelen. De opleverdocumentatie bestaat verder uit:

- Weeg- en transportbonnen;
- Revisietekeningen en
- Volledig ingevuld logboek.



Bijlage 1 In-situ saneringstechnieken en te monitoren systeem- en bodemprocesparameters

Biologische technieken	Chemische technieken	Fysische technieken
B1 Natuurlijke afbraak	C1 Chemische oxidatie	F1 Spoelen met grondwater
A reductieve afbraak (CKW)	A Fenton's	F2 Meerfase extractie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	B permanganaat	F3 Persluchtinjectie
B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak	C/D ozon / perozon	F4 Bodemluchtonttrekking
A reductieve afbraak (CKW)	C2 Chemische reductie	F5 Elektroreclamatie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	C3 Vastlegging	F6 Cosolvent / surfactant flushing
B3 Gestimuleerde aërobe afbraak	C4 Sorptiescherm	F7 Bodemverwarming
		A stoominjectie
		B elektrisch verwarmen



B1. Natuurlijke afbraak					
a) alifatische en aromatische chloorkoolwaterstoffen					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
afbraakproducten (lager gechlorreerde CKW en ongevaarlijke eindproducten)	gw	altijd	gaschromatografie	zelfde als verontreiniging	bewijs voor (on)volledige afbraak
Total/dissolved organic carbon (TOC/DOC)	gw	periodiek	TOC/DOC analysator	> 5 mg/L	natuurlijk substraat voor afbraak, hoe hoger hoe beter elektronen acceptor, remt anaëroobe afbraak
zuurstof	gw	periodiek	zuurstofelektrode (veld)	<1 mg/L	elektronen acceptor, remt volledige CKW afbraak
nitraat	gw	periodiek	colorimetrisch, ion-chromatografie	< 1 mg/L	elektronen acceptor, remt volledige CKW afbraak
ijzer(II)	gw	periodiek	colorimetrisch	> achtergrondwaarde	anaëroob omzettingsproduct elektronen acceptor, bij hoge concentratie kans op onvolledige afbraak
sulfaat	gw	periodiek	colorimetrisch, ion-chromatografie	< 200-300 mg/L	algemeen anaëroob afbraakproduct, vorming duidt op gunstige condities
methaan	gw	periodiek	gaschromatografie	>1 mg/L (max. ca 35 mg/L)	bij pH < 6 kans op onvolledige afbraak
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	6-8	
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
redoxpotentiaal	gw	altijd	redox-elektrode (veld)	< -100 mv	indicatieve parameter, lage waarde (< -100 mv) nodig voor volledige afbraak
sulfide	gw	periodiek	colorimetrisch	hoger dan achtergrondwaarde	redoxparameter, vorming duidt op gunstige condities
16S-RNA	gw/gr	laag/eenmalig	PCR	n.v.t.	aanwezigheid specifieke bacteriën
enzymspecifiek DNA (VC reductase)	gw/gr	laag/eenmalig	PCR	n.v.t.	aanwezigheid capaciteit volledige afbraak Per/Tri/Cis/VC
stabiele koolstof isotopen	gw	laag/eenmalig	GC-C-IRMS	-50 tot + 50‰	verhoging ¹³ C-gehalte is bewijs voor afbraak specifieke componenten



B1. Natuurlijke afbraak					
a) alifatische en aromatische chloorkoolwaterstoffen					
vluchtige vetzuren	gw	laag/eenmalig	gaschromatografie	geen verlaging t.o.v. achtergrond	omzettingsproduct anaërobe afbraak DOC
purchaseable organic carbon (POC)	gw	laag/eenmalig	TOC/DOC analysator	geen verlaging t.o.v. achtergrond	maat voor beschikbare hoeveelheid DOC
waterstof	gw	laag/eenmalig	veld GC	> 2 nM	indicatie redoxtoestand

gw = grondwater
 gr = grond

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen

** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** zie BRL 2000 voor monsternamen



B1. Natuurlijke afbraak					
b) olie, aromaten					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
carbonaten /alkaliteit	gw	periodiek	titratie	> achtergrondwaarde	algemeen biologisch afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
zuurstof	gw	periodiek	zuurstofelektrode (veld)	0-10 mg/L	elektronen acceptor, gunstig voor afbraak, verbruik in verontreinigde zone aspecifiek bewijs voor afbraak
nitraat	gw	periodiek	colorimetrisch, ion-chromatografie	0-200 mg/L	elektronen acceptor, verbruik in verontreinigde zone aspecifiek bewijs voor afbraak
ijzer(II)	gw	periodiek	colorimetrisch	0-100 mg/L	afbraakproduct ijzerreductie, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
sulfaat	gw	periodiek	colorimetrisch, ion-chromatografie	0 -3.000 mg/L	elektronen acceptor, verbruik in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
methaan	gw	periodiek	gaschromatografie	0-35 mg/L	afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	5-8	hogere of lagere pH algemeen ongunstig voor micro-organismen



B1. Natuurlijke afbraak						
b) olie, aromaten						
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)						
redoxpotentiaal	gw	altijd	redox-elektrode (veld)	-200 - +200 mv		redoxconditie grondwater, daling in verontreinigde zone is aspectief bewijs voor afbraak
sulfide	gw	periodiek	colorimetrisch	0-50 mg/L		afbraakproduct sulfaatreductie, vorming in verontreinigde zone is aspectief bewijs voor afbraak
tussenproducten	gw	periodiek	gaschromatografie	lage concentraties		bewijs voor afbraak, potentieel specifiek
stabiele koolstof isotopen	gw	laag/eenmalig	GC-C-IRMS	-50 - + 50‰		toename ¹³ C-gehalte specifiek bewijs voor afbraak
waterstof	gw	periodiek	veld GC	0-100 Mn		redoxconditie grondwater
kooldioxide	bg	periodiek	diverse technieken	0,05 - 1%		algemeen biologisch afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspectief bewijs voor afbraak

gw = grondwater
 gr = grond
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** zie BRL 2000 voor monsternamen



B2. Gestimuleerde anaërobe CKW-afbraak					
a) 1. spoelen met substraat 2. directe injectie substraat 3. vernevelen substraat met stikstof 4. aanvullende bioaugmentatie					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
afbraakproducten	gw	altijd	gaschromatografie	zelfde als verontreiniging	let op optreden volledige afbraak tot ongevaarlijk eindproducten
TOC/DOC/CZV of specifieke substraat analyse	gw	altijd	TOC/DOC analysator, colorimetrisch, div.	hoger dan omgeving	aspecifieke of specifieke maat voor substraat
zuurstof	gw	periodiek	zuurstofelektrode (veld)	<1 mg/L	elektronen acceptor, remt anaërobe afbraak
nitraat	gw	periodiek	colorimetrisch, ionchromatografie	< 1 mg/L	elektronen acceptor, remt volledige CKW afbraak
ijzer(II)	gw	periodiek	colorimetrisch	> achtergrondwaarde	anaëroob omzettingproduct, stijging wist op afbraak substraat
sulfaat	gw	altijd	colorimetrisch, ionchromatografie	< 10 mg/L	elektronen acceptor, remt volledige CKW afbraak
methaan	gw	periodiek	gaschromatografie	>1 mg/L (max. ca. 35 mg/L)	algemeen anaëroob afbraakproduct, vorming duidt op gunstige condities
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	6-8	bij pH < 6 kans op onvolledige afbraak
Systeem parameters					
injectiedebiet per injectiepunt (a1, a3)		altijd	debietmeter	relateren aan ontwerp	controle proces, afname debiet wijst op verstoppingen



B2. Gestimuleerde anaërobe CKW-afbraak						
a) 1. spoelen met substraat						
2. directe injectie substraat						
3. vernevelen substraat met stikstof						
4. aanvullende bioaugmentatie						
injectiedruk (a1, a3)		altijd		manometer	relateren aan ontwerp	verhoging druk wijst op verstoppingen
verontreiniging in onttrokken water (a1)		altijd		gaschromatografie		massabalans (eisen vergunningen)
geïnjecteerde hoeveelheden per injectiepunt (a2)		eenmalig			relateren aan ontwerp	
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra belasting)						
redoxpotentiaal	gw	altijd		redox-elektrode (veld)	< -100 mv	lage waarde (< -100 mv) nodig voor volledige afbraak, betrouwbaarheid meting staat ter discussie
sulfide	gw	periodiek		colorimetrisch	hoger dan achtergrondwaarde	redoxparameter, vorming duidt op gunstige condities
conservatieve tracer	gw	periodiek		diversen	afhankelijk gebruikte concentratie	verspreiding injectievloeistof
16S rRNA	gw/gr	laag		PCR		aanwezigheid specifieke bacteriën
enzymspecifiek DNA (VC reductase)	gw/gr				n.v.t.	aanwezigheid bacteriën met juiste afbraakcapaciteit
stabiele koolstof isotopen	gw	periodiek		GC-C-IRMS	-50 - + 50‰	bewijs voor afbraak specifieke componenten
vluchtige vetzuren	gw	periodiek		gaschromatografie		bewijs voor afbraak DOC
Waterstof	Gw	periodiek		veld GC	>2-10 Mn	redoxconditie grondwater



B2. Gestimuleerde anaërobe CKW-afbraak

- a) 1. spoelen met substraat
 2. directe injectie substraat
 3. vernevelen substraat met stikstof
 4. aanvullende bioaugmentatie

Infiltratie aspecten (a1, a4)

Infiltratie van:

organisch substraat (= koolstofbron en elektronendonor)

nutriënten (fosfaat, nitraat, ammonium)

biomassa

tracers (lithium, bromide; evt. chloride, natrium)

rationale

bacteriegroei, sulfaat-reductie (precipitatie van metaalsulfiden)

precipitatie (fosfaat), bacteriegroei

deeltjesverstopping

kleizwelling, kleidispersie

monitorsaspecten

drukverloop in systeem, zuurstof (gasdicht systeem), mengwater in onttrekkingsput, sulfiden

drukverloop in systeem

drukverloop in systeem, deeltjestelling, zwevende stof

Drukverloop in systeem; troebelheid, onderzoek interacties met bodem en grondwater.

gw = grondwater

gr = grond

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen

** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** zie BRL 2000 voor monsternamen



B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak aromaten						
b) 1. spoelen met elektronen acceptor						
2. directe injectie elektronen acceptor						
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	(gang- Range	Rationale	
toe te voegen e-acceptor (nitraat, sulfaat)	gw	altijd	colorimetrisch, ionchromatografie	toegevoegde concentratie	effectiviteit injectie	
carbonaten /alkaliteit	gw	periodiek	titratie	> achtergrondwaarde	algemeen biologisch afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak	
zuurstof	gw	periodiek	zuurstofelektrode (veld)	0-10 mg/L	elektronen acceptor, gunstig voor afbraak, verbruik in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak	
ijzer(II)	gw	periodiek	colorimetrisch	0 - 100 mg/L	afbraakproduct ijzerreductie, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak	
methaan	gw	periodiek	gaschromatografie	0 - 35 mg/L	afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is aspecifiek bewijs voor afbraak	
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	5-8	hogere of lagere pH algemeen ongunstig voor micro-organismen	
nitriet (alleen bij toedienen nitraat)	gw	altijd	colorimetrisch	< 1 mg/L	toxisch tussenproduct nitraat-afbraak	
Systeem parameters						
injectiedebiet per injectiepunt (b1)		altijd/continue	debietmeter, hvh	relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem	
onttrekkingsdebiet (b1)		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem	
verontreiniging in onttrokken grondwater (b1)		altijd	GC		massabalans (eisen vergunningen)	
geïnjecteerde hoeveelheid per injectiepunt (b2)		elke injectie	debietmeter, hvh	relateren aan ontwerp	effectiviteit systeem	



B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak aromaten						
b) 1. spoelen met elektronen acceptor						
2. directe injectie elektronen acceptor						
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)						
conservatieve tracer (bv bromide)	gw	altijd	diverse technieken	toegevoegde concentratie	verspreiding injectievloeistof	
redoxpotentiaal	gw	altijd	redox-elektrode (veld)	-200 - +200 mv	redoxconditie grondwater, stijging in sterk verontreinigde zones is bewijs voor verbetering condities voor afbraak	
sulfide	gw	periodiek	colorimetrisch	0-50 mg/L	afbraakproduct sulfaatreductie, vorming in verontreinigde zone is specifiek bewijs voor afbraak	
tussenproducten	gw	periodiek	gaschromatografie	lage concentraties	bewijs voor afbraak, potentieel specifiek	
stabiele koolstof isotopen	gw	laag/eenmalig	GC-C-IRMS	-50 - + 50‰	toename ¹³ C-gehalte specifiek bewijs voor afbraak	
waterstof	gw	periodiek	veld GC	0-100 Mn	redoxconditie grondwater	
kooldioxide	bg		diverse technieken		algemeen biologisch afbraakproduct, vorming in verontreinigde zone is specifiek bewijs voor afbraak	



B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak aromaten		
b) 1. spoelen met elektronen acceptor		
2. directe injectie elektronen acceptor		
Infiltratie aspecten (b1)	rationale	monitoringsaspecten
Infiltratie van: elektronen-acceptoren (nitraat, sulfaat)	bacteriegroei, ongewenste oxidatieprocessen	drukverloop in systeem, zuurstof (gasdicht systeem), mengwater onttrekkingsput
tracers (lithium, bromide; evt. chloride, natrium)	kleizwelling, kleidispersie	drukverloop; troebelheid (MFI); meten ESP of SAR, onderzoek interacties met bodem, grondwater.

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** zie BRL 2000 voor monsternamen



B3. Gestimuleerde aërobe afbraak

1. biosparging
2. zuurstofdiffusie
3. ORC injectie

Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode (veld)	0-10 mg/L	voorwaarde voor aërobe afbraak
pH	gw	altijd	pH-elektrode (veld)	5-8	hogere of lagere pH, algemeen ongunstig voor micro-organismen, ORC kan pH-verhogen!
verontreiniging (1)	bg	periodiek	diversen	geen risico	controle op ongewenste ver- vluchtiging
Systeem parameters					
injectiedebiet per filter (1,2)		altijd/continu	diversen	relateren ontwerp	aan effectiviteit systeem
injectiedruk per filter (1,2)		altijd/continu	manometer	relateren ontwerp	aan effectiviteit systeem
injectiehoeveelheid per injectiepunt (3)		elke injectie		relateren ontwerp	aan effectiviteit systeem
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
kooldioxide	bg		diverse technieken		algemeen biologisch afbraak-product, vorming is aspecifiek bewijs voor afbraak
nutriënten (N, P)	gw		ionchromatografie, colorimetrie	C:N:P 250:5:3	
stijghoogtes	gw	altijd	stijghoogtemeter of druksensor		
onttrekkingsdebiet gas (1)		altijd/continue	debietmeter	relateren ontwerp	aan effectiviteit proces
onderdruk (1)		altijd/continue	manometer	relateren ontwerp	aan effectiviteit proces



B3. Gestimuleerde aërobe afbraak					
1. biosparging					
2. zuurstofdiffusie					
3. ORC injectie					
verontreiniging in onttrokken lucht (1)		altijd	GC	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces, massabalans
verontreiniging in gezuiverde lucht (1)		altijd	GC	< emissie-eis	werking luchtzuivering
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbouts	< specificatie	controle op ongewenste zettingen

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 *** zie BRL 2000 voor monsternamen

Biologische technieken	Chemische technieken	Fysische technieken
B1 Natuurlijke afbraak	C1 Chemische oxidatie	F1 Spoelen met grondwater
A reductieve afbraak (CKW)	A Fenton's	F2 Meerfase extractie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	B permanganaat	F3 Persluchtinjectie
B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak	C/D ozon / perozon	F4 Bodemluchtonttrekking
A reductieve afbraak (CKW)	C2 Chemische reductie	F5 Elektroreclamatie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	C3 Vastlegging	F6 Cosolvent / surfactant flushing
B3 Gestimuleerde aërobe afbraak	C4 Sorptiescherm	F7 Bodemverwarming
		A stoominjectie
		B elektrisch verwarmen



C1. Chemische oxidatie		organische oxideerbare stoffen				
a) Fentons reagens						
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale	
temperatuur	gw	altijd	thermokoppel, thermometer	<45°C	bij hogere temperatuur zelfontleding peroxide	
pH	gw	altijd	pH-elektrode	4-5	optimale temperatuur voor Fenton's reactie	
redox potentiaal	gw	altijd	redox-elektrode	hoger dan omgeving	invloedsstraal sanering	
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode	hoger dan omgeving	invloedsstraal sanering	
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	laag	effectiviteit sanering	
verontreinigingen na luchtzuivering		altijd	GC	lozingseis	effectiviteit luchtzuivering (indien van toepassing)	
zware metalen	gw	periodiek	ICP	< I waarde	controle op ongewenste mobilisatie	
verontreiniging	bg	periodiek	GC	geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping	
Systeemp parameters						
injectiedebieten (oxidant, primer) per injectiepunt		elke injectie	debietmeter /hvh	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces	
onttrekkingsdebiet lucht		altijd/continue	debietmeter /hvh	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces	
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)						
conservatieve tracer	gw	periodiek	diversen	afhankelijk gebruikte concentratie	verspreiding injectievloeistof	
injectiedruk		altijd	manometer	relateren aan SP	inzicht saneringsactiviteiten	
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbouten	< 2 mm	controle op eventuele zettingen	
chloride	gw	periodiek	ionchromatografie	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie CKW	



C1. Chemische oxidatie		organische oxideerbare stoffen	
a) Fentons reagens			
Infiltratie aspecten			
infiltratie van: peroxide	rationale ijzer neerslagen	monitoringsaspecten drukverloop in systeem volgen, pH moet laag blijven	

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL 2000

C1. Chemische oxidatie		organische oxideerbare stoffen			
b) permanganaat					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
permanganaat	gw	altijd	colorimetrie	ingebrachte concentratie	effectiviteit methode
redox potentiaal verontreiniging	gw bg	altijd periodiek	redox-elektrode GC	> 0 mV	invloedsstraal sanering controle op (ongewenste) uitdamping
verontreiniging	afgas	altijd	GC		
zware metalen	gw	periodiek	ICP	< I waarde	controle op ongewenste mobilisatie
Systeemparemeters					
injectiedebieten per injectiepunt	-	altijd	debietmeter	relateren aan ontwerp	inzicht saneringsactiviteiten
Aanvullende parameters					
conservatieve tracer	gw	periodiek	diversen	ingebrachte concentratie	verspreiding injectievloeistof
injectiedruk			manometer	relateren aan ontwerp	inzicht saneringsactiviteiten
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbouten	< specificatie	controle op ongewenste zettingen



C1. Chemische oxidatie	organische oxideerbare stoffen			
b) permanganaat				
doorlatendheid	gr	laag	pompproef	controle op ongewenste verla- ging doorlatendheid
chloride	gw	periodiek	ionchromatografie	hoger dan omge- ving eindproduct oxidatie reactie CKW
Infiltratie aspecten				
Infiltratie van:		rationale	monitoringsaspecten	
permanganaat		neerslag van ge- vormde mangaan oxides	drukverloop in systeem	
tracers (lithium, bromide; evt. chlo- ride, natrium)		kleizwelling, kleidis- persie	Drukverloop in sys- teem; troebelheid, on- derzoek interacties met bodem en grondwater.	

gw = grondwater
 gr = grond
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie
 analyse verontreini-
 gingen
 ** afhankelijk van
 voortgang en nulme-
 ting

*** monsternamen, zie
 BRL 2000



C1. Chemische oxidatie		organische oxideerbare stoffen			
c) ozon					
d) perozone					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
ozon	bg	altijd	ozon meter + gasdetectiebuisjes		effectiviteit proces
redox potentiaal	gw	altijd	Redox-elektrode	hoger dan omgeving	effectiviteit proces, ozon verhoogt redoxpotentiaal
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode	hoger dan omgeving	effectiviteit proces, zuurstof is
verontreiniging	bg	altijd	GC	geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	laag	effectiviteit sanering
verontreinigingen in lucht na zuivering		altijd	GC	lozingseis	effectiviteit luchtzuivering (indien van toepassing)
Systeemp parameters					
injectiedebiet		altijd/continue	debietmeter	relateren ontwerp	aan effectiviteit systeem
onttrekkingsdebiet lucht		altijd/continue	debietmeter	relateren ontwerp	aan effectiviteit systeem
Aanvullende parameters					
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbouten	< specificatie	controle op ongewenste zettingen
carbonaten	gw	periodiek	titratie	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie
koolzuur	bg	periodiek	diversen	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie
chloride	gw	periodiek	ionchromatografie	hoger dan omgeving	eindproduct oxidatie reactie CKW

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting
 *** monsternamen, zie BRL 2000



C2. Chemische reductie		alifatische CKW					
1) ijzerscherm							
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***		Range		Rationale
afbraakproducten	gw	altijd	GC		zelfde als verontreiniging		aantonen werking proces, masabalans voor en na scherm
redox potentiaal	gw	altijd	redox-electrode		< -100 mV		uitstromend water moet lage redoxpotentiaal hebben
pH	gw	altijd	pH-elektrode		<10		ijzerscherm verhoogt pH,
stijghoogte voor en achter scherm	gw	altijd	stijghoogte meter, divers				toenemend stijghoogteverschil wijst op verminderde doorlatendheid
nitraat	gw	periodiek	colorimetrie, moatografie	ionchro-	< 1 mg/l	achter scherm	effectiviteit proces
sulfaat	gw		colorimetrie, moatografie	ionchro-	lager scherm	achter	effectiviteit proces
ijzer(II)	gw		colorimetrie		hoger scherm	achter	effectiviteit proces
Aanvullende parameters							
geleidbaarheid	gw		geleidbaarheidsmeter		hoger scherm	achter	
carbonaat	gw		titratie		hoger scherm	achter	
chloride	gw	altijd	ionchromatografie		zelfde als verontreiniging		aspecifiek eindproduct dechlorering
stabiele koolstof isotopen	gw	laag	GC-C-IRMS		-50 - + 50‰		toenemend 13C-gehalte bewijs voor afbraak specifieke componenten

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL 2000



C3. Vastlegging		zware metalen				
1) in-situ metaalprecipitatie						
2) toeslagstof bouwvoor						
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale	
redox potentiaal	gw	altijd	redox-elektrode	< -100 mV	lage redoxpotentiaal nodig voor sulfaatreductie	
pH	gw	altijd	pH-elektrode	>4	bij lagere pH remming sulfaatreductie	
TOC/DOC/CZV of specifieke substraat analyse	gw	altijd	TOC/DOC analysator, colorimetrisch, div.	hoger dan omgeving	aspecifieke of specifieke maat voor substraat	
sulfaat	gw	altijd	ionchromatografie		nodig voor vastlegging	
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode	< 1 mg/L	anaërobe condities noodzakelijk	
Systeemparameters						
injectiedebiet per injectiepunt (a)		altijd/continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces	
Aanvullende parameters						
conservatieve tracer	gw	periodiek	diversen	afhankelijk gebruikte concentratie	verspreiding injectievloeistof	
Infiltratie aspecten (a)						
infiltratie van:		rationale	monitoringsaspecten			
organisch substraat (= koolstofbron en elektronendonor)		bacteriegroei, sulfaatreductie (precipitatie van metaalsulfiden)	drukverloop in systeem, zuurstof (gasdicht systeem), mengwater in onttrekkingsput, sulfiden			
nutriënten (fosfaat, nitraat, ammonium)		precipitatie (fosfaat), bacteriegroei	drukverloop in systeem			
tracers (lithium, bromide; evt. chloride, natrium)		kleizwelling, kleidispersie	drukverloop in systeem; troebelheid, onderzoek interacties met bodem en grondwater.			

gw = grondwater
 gr = grond
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL 2000



C4. Sorptiescherm		zware metalen			
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie *, **	Meetmethode (gang- Range baar) ***	Rationale	
stijghoogte voor en achter scherm	gw	altijd	stijghoogte meter, diver	-	toenemend stijghoogteverschil wijst op verminderde doorlatendheid

gw = grondwater
 gr = grond
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting
 *** monsternamen, zie BRL 2000

Biologische technieken	Chemische technieken	Fysische technieken
B1 Natuurlijke afbraak	C1 Chemische oxidatie	F1 Spoelen met grondwater
A reductieve afbraak (CKW)	A Fenton's	F2 Meerfase extractie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	B permanganaat	F3 Persluchtinjectie
B2 Gestimuleerde anaërobe afbraak	C/D ozon / perozon	F4 Bodemluchtonttrekking
A reductieve afbraak (CKW)	C2 Chemische reductie	F5 Elektroreclamatie
B oxidatieve afbraak (aromaten, olie)	C3 Vastlegging	F6 Cosolvent / surfactant flushing
B3 Gestimuleerde aërobe afbraak	C4 Sorptiescherm	F7 Bodemverwarming
		A stoominjectie
		B elektrisch verwarmen



F1. Spoelen met grondwater - Mobiele stoffen						
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale	
stijghoogtemetingen	gw	altijd	stijghoogtemeter, diver	relateren ontwerp lozingseis	aan effectiviteit zuivering	
verontreiniging in water na zuivering		altijd	GC		effectiviteit zuivering	
Systeemparameters						
injectedebiet per injectiepunt		altijd/ continue	debietmeter	relateren ontwerp	aan	effectiviteit proces
injectiedruk		altijd/ continue	manometer	relateren ontwerp	aan	controle op verminderde permeabiliteit
onttrekkingsdebiet		altijd/ continue	debietmeter	relateren ontwerp	aan	effectiviteit proces
verontreiniging in onttrokken water (let op puur product)		altijd	GC	relateren ontwerp	aan	effectiviteit proces
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)						
hoogtemetingen		periodiek	meetbouten	< specificaties	controle op ongewenste zettingen	
Infiltratie aspecten		rationale		monitoringsaspecten		
Infiltratie van: (gezuiverd) grondwater		CO ₂ -ontgassing biomassa, groei (en ijzerprecipitatie) door mengwater		drukverloop in systeem (omstorting en put)		

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen

** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL 2000



F2. Meerfase extractie						
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale	
dikte drijflaag		altijd	drijflaagmeter	verlaging t.o.v. uitgangssituatie	effectiviteit proces	
stijghoogte geëxtraheerde verontreiniging	gw	periodiek altijd	stijghoogtemeter, diver berekenen uit systeemp- arameters	relateren aan ontwerp relateren aan ontwerp	effectiviteit proces effectiviteit proces	
verontreiniging in gezuiverd water		altijd	GC	< lozingseis	werking waterzuivering	
verontreiniging in gezuiverde lucht		altijd	GC	< emissie eis	werking luchtzuivering	
Systeem parameters						
onttrekkingsdebiet lucht		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces	
onttrekkingsdebiet water		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces	
onttrekkingsdebiet puur product		altijd/ continue	hvh bepalen	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces	
onttrekkingsdebiet emulsie		altijd	hvh bepalen	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces	
verontreiniging in onttrokken water		altijd	GC	relateren aan SP	effectiviteit proces, massaba- lans	
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	relateren aan SP	effectiviteit proces, massaba- lans	
onderdruk		altijd	manometer	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces	
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)						
hoogtemetingen		periodiek	meetbouten	< specificaties	controle op ongewenste zet- tingen	

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie
analyse verontrei-
nigingen

** afhankelijk van
voortgang en nul-
meting

*** monstername, zie
BRL 2000



F3. Persluchtinjectie + bodemluchtonttrekking					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
zuurstof	gw	altijd	zuurstofelektrode (veld)	0-10 mg/L	zuurstof is maat voor invloedstraal
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC	relateren ontwerp	aan effectiviteit bodemluchtonttrekking, massabalans
verontreiniging in gezuiverde lucht		altijd	GC	< emissie-eis	werking luchtzuivering
verontreiniging	bg	periodiek	GC	geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
Systeem parameters					
injectiedebiet		altijd/continue	diversen	relateren ontwerp	aan effectiviteit PLI
injectiedruk		altijd/continue	manometer	relateren ontwerp	aan effectiviteit PLI
onttrekkingsdebiet lucht		altijd	debietmeter	relateren ontwerp	aan effectiviteit bodemluchtonttrekking
onderdruk		altijd	manometer	relateren ontwerp	aan effectiviteit bodemluchtonttrekking
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
hoogtemetingen		periodiek	meetbouten	< specificaties	controle op ongewenste zettingen
stijghoogtes	gw	periodiek	stijghoogtemeter of diver		maat voor invloedstaal

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monstername, zie BRL 2000



F4. Bodemluchtonttrekking		Vluchtige stoffen				
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode ***	(gangbaar)	Range	Rationale
verontreiniging in onttrokken lucht		altijd	GC		relateren aan ontwerp	effectiviteit proces, massabalans
verontreiniging in gezuiverde lucht		altijd	GC		< emissie-eis	werking luchtzuivering
verontreiniging	bg	periodiek	GC		geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
Systeemparemeters						
onttrekkingsdebiet		altijd/continue	debietmeter		relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
onderdruk		altijd/continue	manometer		relateren aan ontwerp	effectiviteit proces

bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monstername, zie BRL 2000



F5. Bodemverwarming						
a) stoominjectie						
b) elektrisch verwarmen						
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale	
temperatuur	gw	altijd	thermokoppel, meter	thermo-	>70 °C	temperatuur boven kookpunt verontreiniging
verontreiniging onttrokken lucht	-	altijd	GC		relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
temperatuur onttrokken lucht	-	altijd	thermokoppel, meter	thermo-	relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
verontreiniging lucht na zuivering bij CKW: verontreiniging onder saneringszone	- gw	altijd altijd	GC GC		< emissie-eis geen stijging	effectiviteit luchtzuivering controle op ongewenste neerwaartse migratie puur product
verontreiniging	bg	periodiek	GC		geen risico	controle op (ongewenste) uitdamping
Systeemparameters						
onttrekkingsdebiet lucht		continue	debietmeter		relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
stoomdebiet (a)	-	altijd/continu	stoomdebietmeter		relateren aan ontwerp	
injectiedruk (a)	-	altijd	manometer		relateren aan ontwerp	
doorlatendheid injectiefilters (a)		periodiek	hydrologische test			controle op verminderde doorlatendheid
stroomverbruik (b)		continue			relateren aan ontwerp	effectiviteit proces
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)						
hoogtemetingen	-	periodiek	meetbouten		< specificatie	controle op eventuele ongewenste zettingen



F5. Bodemverwarming		
a) stoominjectie		
b) elektrisch verwarmen		
Infiltratie aspecten (a)		
Infiltratie van: stoom	rationale geochemische precipitatie (kalkneerslag)	monitoringsaspecten drukverloop in systeem

gw = grondwater
 bg = bodemgas

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL 2000



F6. Surfactant / cosolvent flushing							
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale		
concentratie surfactant/cosolvent onttrokken water		altijd	GC,HPLC	ingebrachte concentratie			effectiviteit proces
verontreiniging in onttrokken water		altijd	GC	relateren aan SP			effectiviteit proces
verontreiniging in water na zuivering		altijd	GC	lozingseis			effectiviteit zuivering
bij CKW: verontreiniging onder saneringszone	gw	altijd	GC	geen stijging			controle op ongewenste neerwaartse migratie puur product
Systeemparemeters							
injectiedebieten per injectiepunt		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan SP			effectiviteit proces
injectiedruk		altijd	manometer				controle op verminderde permeabiliteit
onttrekkingsdebiet		altijd/ continue	debietmeter	relateren aan SP			effectiviteit proces
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)							
-							
Infiltratie aspecten		rationale		monitoringsaspecten			
infiltratie van Surfactants / solvents		verstopping door hoge viscositeit van emulsie		deeltjestelling, zwevend stof			

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen

** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monsternamen, zie BRL 2000



F7. Elektronreclamatie (metalen, andere ionen)					
Relevante procesparameters	Fase	Frequentie*, **	Meetmethode (gangbaar) ***	Range	Rationale
pH	gw	altijd	pH-elektrode	afwijking < 1	proces kan bij elektrodes pH sterk beïnvloeden
verontreiniging in onttrokken water		altijd	ICP, ionchromatografie	relateren ontwerp	aan effectiviteit proces
verontreiniging in water na zuivering		altijd	GC	lozingseis	effectiviteit zuivering
Systeemparematers					
onttrekkingsdebiet water		altijd/continue	debietmeter	relateren ontwerp	aan
stroomverbruik		continue		relateren ontwerp	aan
Aanvullende procesparameters (incidenteel relevant, extra bewijslast)					
temperatuur	gw	periodiek	thermokoppel, thermometer	30-60°C	

gw = grondwater

* t.o.v. frequentie analyse verontreinigingen
 ** afhankelijk van voortgang en nulmeting

*** monstername, zie BRL 2000

