



PROVINCIE  UTRECHT



Colofon

Titel:	Deelrapport Monitoringsplan ijzerschermb Amersfoort
Auteur:	dr. ir. P.A. Alphenaar ir. A.H. van de Velde ir. K.R. Weytingh
Datum:	8 mei 2001
Vrijgave:	ir. K.R. Weytingh
Projectnummer:	D9913
Opdrachtgever:	SKB
Project:	Reactief ijzerschermb
Projectnummer opdrachtgever:	sv224
Consortium:	Heijmans Milieutechniek (penvoerder) The Three Engineers GeoDelft Universiteit Twente CSG Eemkwartier Gemeente Amersfoort Provincie Utrecht



Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Uitgangspunten schermstelsel en faalscenario's	2
2.1	Verontreinigingssituatie en ligging scherm	2
2.2	Aanbrengen schermwand	4
2.3	Faalscenario's en fall-back acties	4
3	Basisconcepten monitoring	7
3.1	Conventionele tracer testen	7
3.2	Passieve tracer dosering en –detectie	8
4	Monitoringsplan	9



1 Inleiding

Duurzame isolatie

Op de locatie Actief II in het Centraal StadsGebied te Amersfoort is een bronzone aanwezig van chloorkoolwaterstoffen. De bron zal worden geïsoleerd, waarna de grondwaterverontreiniging in de pluim wordt gesaneerd. Er is gekozen de bron te isoleren middels een ijzerscherm gecombineerd met een funnel and gate systeem. Door middel van damwanden (funnel) wordt stroomafwaarts van de bronzone het verontreinigde grondwater uit de bronzone afgevangen en door middel van 'onttrekkingsputten' en leidingen naar ondergrondse zuiveringstanks (gates) geleid. De gates zijn gevuld met nulwaardig ijzer. De verontreinigingen in het grondwater reageren met het ijzer waarbij deze omgezet worden tot onschadelijke producten. De elektronen die vrijkomen bij de oxidatie van het ijzer worden gebruikt om de chloride-atomen te verwijderen van de koolwaterstoffen. Na de zuivering in de gates wordt het water geloosd op de Eem. Het reactief scherm onderscheidt zich van andere isolatie oplossingen door het duurzame karakter van het systeem. Gezien het eeuwigdurende karakter van een isolatiemaatregel is dit van groot belang.

Monitoring

De isolatie voorkomt dat de sanering van het grondwater achter de bron neerkomt op dweilen met de kraan open. In een convenant is afgesproken dat ná het aanbrengen van de isolatiemaatregel geen verontreinigd grondwater vanuit de Actief-locatie naar de bedrijven aan de overzijde van de Amsterdamseweg zal stromen. Door monitoring van het grondwater wordt gecontroleerd of dit inderdaad niet optreedt. In het monitoringsplan wordt beschreven op welke wijze de performance van de isolatie wordt gemonitord, en op welke wijze kan worden bijgestuurd als de isolatie niet voldoet aan de doelstelling.

Fall-back maatregelen

Basisidee achter het monitoringsplan en het uitgewerkte isolatiesysteem is dat een dreigende verspreiding zodanig tijdig wordt geconstateerd dat daadwerkelijke verspreiding kan worden voorkomen door de procesvoering aan te passen. In de volgende hoofdstukken wordt dit basisidee uitgewerkt. In hoofdstuk 2 worden de mogelijke faalscenario's met bijbehorende gevolgen geïdentificeerd.

Fasering

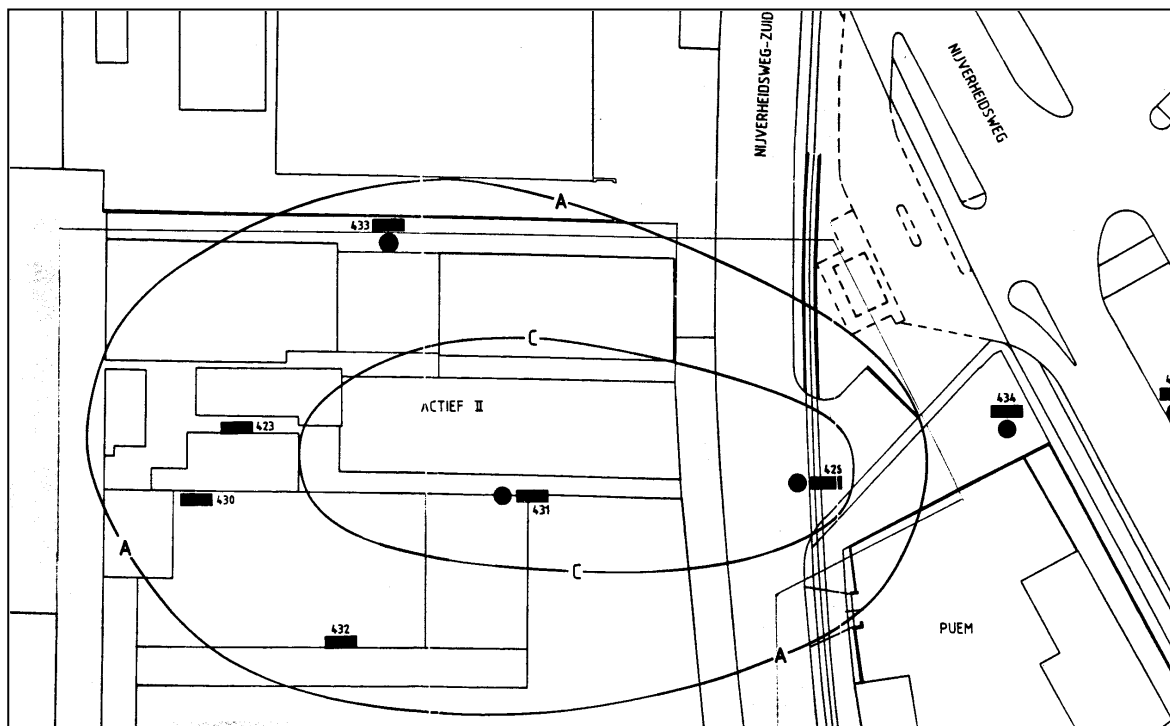
In het monitoringsplan maken we onderscheid in een opstartfase en een exploitatiefase. In de opstartfase wordt vastgesteld bij welke procescondities het systeem voldoet aan de gestelde eisen. In deze fase wordt ook de wijze van monitoring tijdens de exploitatiefase ontwikkeld en getest. Op basis hiervan wordt een draaiboek opgesteld voor de bedrijfsvoering in de exploitatiefase. De opstartfase valt samen met de herinrichting van de CSG-locatie, in welk kader verschillende tijdelijke onttrekkingen geïnstalleerd worden ten behoeve van de bouw van ondergrondse parkeer garages.

In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de opzet en achtergronden van het monitoringsplan. In hoofdstuk 4 wordt vervolgens per faalscenario een fall-back maatregel beschreven.

2 Uitgangspunten schermstelsel en faalscenario's

2.1 Verontreinigingssituatie en ligging scherm

Bij het ontwerp van het scherm is voor de omvang van de bronzone uitgegaan van het gebied binnen de A-contour (zie figuur 2.1).



Figuur 2.1: Omvang van de bronzone.

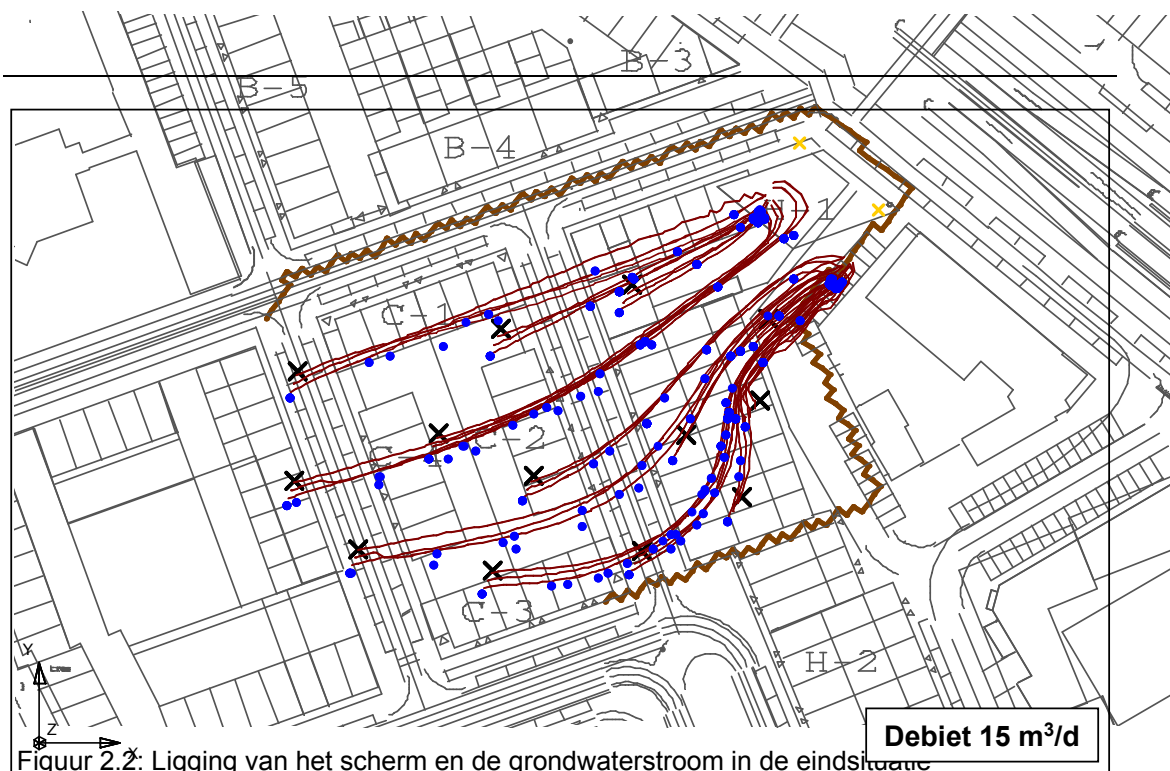
De bodemopbouw op de locatie is aangegeven in tabel 2.1. De bronzone is tot op de eerste veenlaag (circa 3 m –mv. ontgraven). Het puur product is weggezakt tot op de Eemklei (circa 13 m –mv.)

Tabel 2.1: Schematisatie bodemopbouw t.b.v. de grondwatermodellering (naar DHV, 1997)

Diepte (in m –mv)	Grondsoort	Benaming	Horizontale doorla- tendheid (m/dag)	Verticale doorla- tendheid (m/dag)
0 tot 3	Zand	Freatische deklaag	1	0,3
3 tot 4	Veen	Eerste tussenlaag	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
4 tot 7	Zand	Bovenste laag 1 ^e watervoerend pakket	6,7	2,2
7 tot 8	Veen	Tweede tussenlaag	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
8 tot 13	Zand	Onderste laag 1 ^e watervoerend pakket	9	3
13 tot 17	Klei	Eemklei	$1,14 \cdot 10^{-3}$	$1,14 \cdot 10^{-3}$
17 tot 100	Zand	2 ^e watervoerend pakket	60	20

Tussen het freatisch pakket boven de eerste veenlaag en het eerste watervoerende pakket boven de Eemklei bestaat geen noemenswaardig potentiaalverschil. Er is derhalve geen duidelijke infiltratie of kwel. De grondwaterstroming is noordoostelijk gericht, in de richting van de Eem die hier een drainerende werking heeft. Tussen het eerste en het tweede watervoerende pakket bestaat in het noordnoordoostelijk deel van het CSG-gebied een duidelijke kweldruk. In het zuidzuidwestelijk deel is deze veel kleiner of licht tegengesteld (lichte infiltratiedruk).

De ligging van het scherm is weergegeven in figuur 2.2. Om al het verontreinigde grondwater uit de bronzone af te vangen wordt 15 m³/dag water onttrokken in de funnel.



Figuur 2.2: Ligging van het scherm en de grondwaterstroom in de eindsituatie

Vanwege de tijdelijke omlegging van de Amsterdamseweg kan de 'oostelijke poot' van de funnel pas over circa drie jaar aangelegd worden. Om in deze periode te kunnen voldoen aan de isolatie doelstelling worden er aan deze zijde bij de funnel twee extra onttrekkingsputten (elk $2,5 \text{ m}^3/\text{d}$) geplaatst. Met een totale onttrekking van $20 \text{ m}^3/\text{dag}$ wordt het grondwater ook in deze situatie voldoende ingevangen (zie figuur 2.3).



Figuur 2.3: Ligging scherm en grondwaterstroom gedurende de omlegging van de Amsterdamse weg. Het effect van de 'oostelijke poot' van het scherm wordt overgenomen door een tijdelijke grondwateronttrekking.



2.2 Aanbrengen schermwand

Vooruitlopend op het bepalen van de faalscenario's kan gesteld worden dat het voorkomen van lekkage altijd vele malen efficiënter is dan het genezen. Het toepassen van preventieve maatregelen is hiervan een belangrijk onderdeel.

Het scherm wordt opgebouwd uit stalen damwandelementen. Damwanden zijn op zichzelf staande, verticale elementen die onderling gekoppeld zijn door middel van een slotconstructie over de gehele lengte van de damwand. Damwandplanken worden aangebracht door middel van trillen, heien of drukken.

Met betrekking tot de grondwaterstroming zijn met name de damwandsloten van belang. Damwandsloten zijn per definitie niet waterdicht. In de praktijk blijkt het echter mogelijk te zijn om damwanden te construeren met een minimale slotlekkage. Praktijkproeven tonen aan dat bij een correct geheide damwand de slotlekkage inderdaad minimaal is. De weerstand van een damwandslot bedraagt circa 10^{-7} d/m. Bij de schermwand in Amersfoort wordt bovendien gebruik gemaakt van bitumineuze slotvullingen waardoor de weerstand met 10 tot 100 maal wordt vergroot. Hiermee wordt dan een nagenoeg volkomen dichte wand bereikt. Evaluatie van het waterbezwaar in een recente grote bouwput heeft aangetoond dat de genoemde weerstandswaarden daadwerkelijk praktisch haalbaar zijn (referentie: Lekdetectie in waterremmende constructies, Delft Cluster, mei 2000).

Preventieve maatregelen

Preventieve maatregelen om ongewenste damwandlekkage te voorkomen zijn:

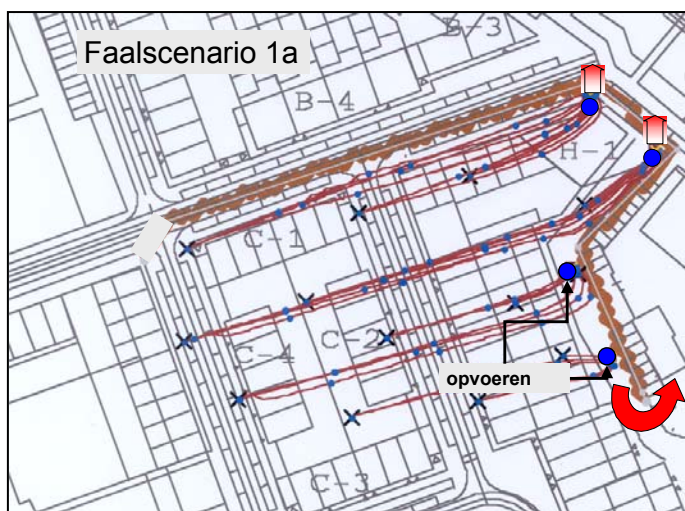
- Controle op de kwaliteit en de vorm van de in te brengen damwanden
- Zorgvuldigheid tijdens het inbrengen van de damwanden:
Het uit het slot lopen van damwanden wordt onder meer veroorzaakt doordat, als gevolg van de ongelijke wrijving tussen de slotzijde en de vrije zijde van de plank, de kracht die op de bovenzijde van de plank wordt uitgeoefend excentrisch wordt verdeeld. Het gebruik van een stijve en zware gekoppelde heigording, voorzien van middelen om de planken goed haaks en plaatvast op te sluiten, is een goed hulpmiddel.
- Damwandslotverklikker:
Aan maaiveld wordt in het algemeen niet opgemerkt dat damwanden uit het slot lopen. Om dit te voorkomen is de slotverklikker ontwikkeld. De meest gebruikte methode is de damwandslotverklikker met breekpen. Het meetsysteem wordt gevormd door een gesloten elektrisch circuit dat onder in het slot van een damwandplank wordt aangebracht. Wordt bij het inbrengen van een plank geconstateerd dat de breekpen afbreekt, dan is daarmee nagenoeg met zekerheid bepaald dat de plank in het slot is aangebracht. Bij dit systeem moet een elektrische bedrading naar de voet van elke damwandplank worden aangebracht.
- Invloed heimethode:
Het intrillen in plaats van heien van damwanden leidt in het algemeen tot minder risico voor het uit het slot lopen van damwandelementen.

2.3 Faalscenario's en fall-back acties

Met faalscenario's bedoelen we in dit plan situaties waarin suboptimaal functioneren van het isolatiesysteem leidt tot verspreiding van de verontreiniging vanuit de bron naar de omgeving. Ieder faalscenario is gekoppeld aan een fall-back actie. Het monitoringssysteem dient de faalscenario's tijdig te detecteren, en vervolgens een fall-back actie te initiëren. Uitvoering van de fall-back actie zorgt er vervolgens voor dat de ongewenste verspreiding zodanig snel wordt tegengegaan dat aan de doelstelling van de sanering wordt voldaan. Er zijn 4 faalscenario's geïdentificeerd.

Faalscenario 1: Langsstroming aan de oostelijke zijde

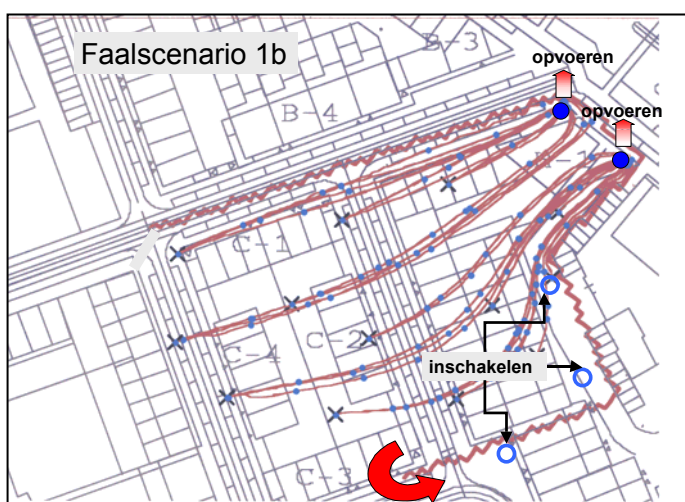
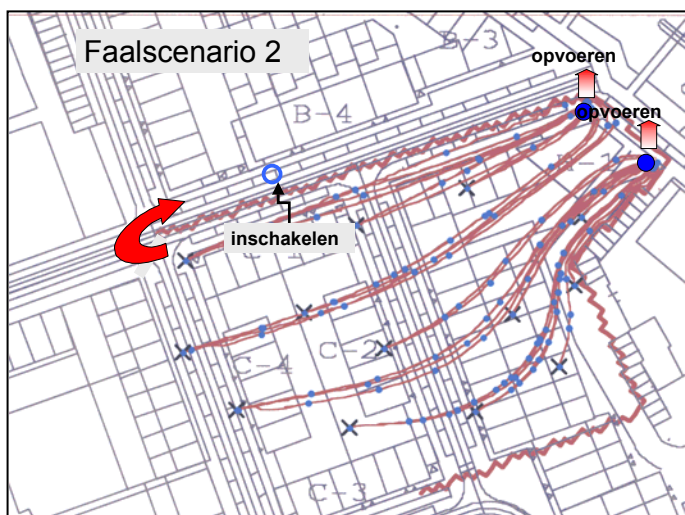
Verontreinigd grondwater afkomstig uit de bronzone stroomt aan de oostzijde langs de funnel. In de opstartfase is de oostelijke poot van de funnel nog niet aanwezig en wordt langsstroming tegengegaan door een aanvullende grondwateronttrekking. In de exploitatiefase is de oostelijke poot van de funnel geplaatst. De onttrekkings bronnen worden in stand gehouden en kunnen als fall-back actie ingeschakeld worden.

**Fall-back acties korte termijn:**

- Inschakelen additionele onttrekkingen buiten damwand

Fall-back acties lange termijn:

- Opvoeren debiet uit funnel
- evt. additionele onttrekking binnen wand of verlengen damwand aan oostzijde.

**Faalscenario 2: Langsstroming aan de westelijke zijde**

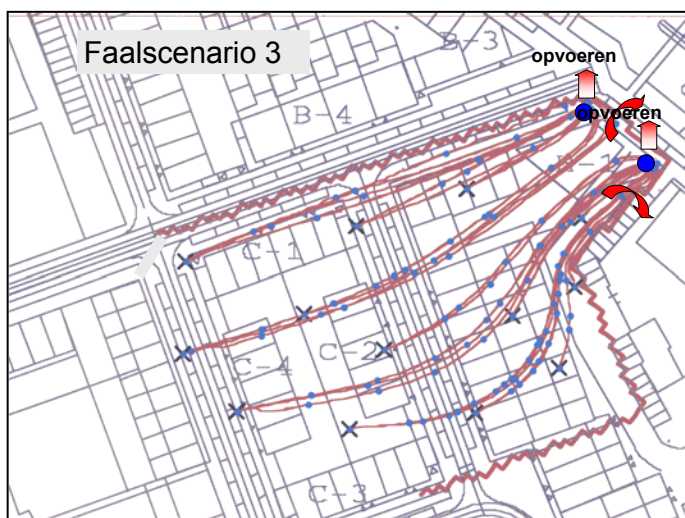
Verontreinigd grondwater afkomstig uit de bronzone stroomt aan de westzijde langs de funnel.

Fall-back acties korte termijn:

- Inschakelen additionele onttrekkingen buiten damwand.

Fall-back acties lange termijn:

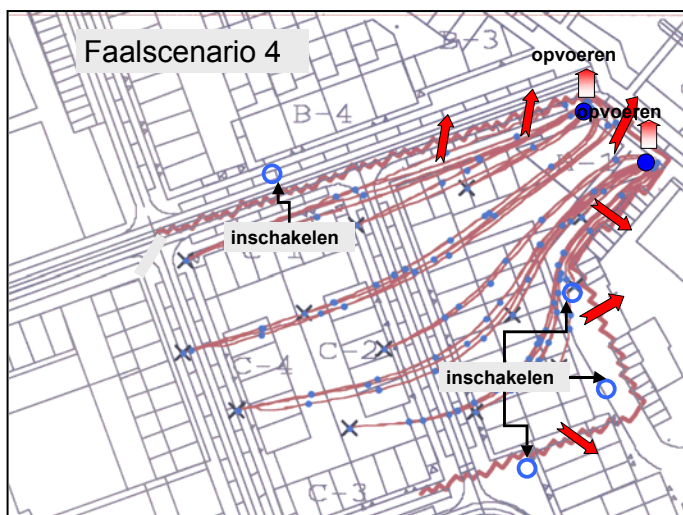
- Opvoeren debiet uit funnel
- evt. additionele onttrekking binnen wand of verlengen damwand aan westzijde.

**Faalscenario 3: Stroming over de funnel aan de noordzijde**

Het grondwater wordt zo hoog opgestuwd door de funnel dat het water over de damwand aan de noordzijde heen stroomt.

Fall-back acties

- Opvoeren debiet uit funnel

Faalscenario 4: Lekkage door de damwand

Verontreinigd water uit de bronzone stroomt door de damwand (lekage): t.p.v. doorvoeringen van leidingen of ten gevolgen van een niet goed sluitende damwand.

Fall-back acties korte termijn:

- Opvoeren debiet uit funnel
- Inschakelen additionele onttrekkingen buiten damwand (na modelleren effectiviteit!)

Fall-back acties lange termijn:

- Ondoorlatend maken
- Evt. onttrekking bijplaatsen aan stroomafwaartse zijde

3 Basisconcepten monitoring

Het monitoringsprogramma is opgesplitst in een opstartfase en een exploitatiefase. De opstartfase is de fase waarin nog een deel van de funnel niet is aangelegd (zie figuur 2.3). De fase eindigt met de installatie van het laatste deel van de funnel. Tijdens de daarop volgende exploitatiefase is sprake van een stabiele situatie (figuur 2.2).

In de exploitatiefase wordt een aantal eisen aan het monitoringsplan gesteld:

- Er moet daadwerkelijk bepaald worden of het systeem functioneert;
- Het bepalen moet kosten- en milieuhygiënisch effectief zijn

Als gevolg van de “achtergrondconcentratie” aan VOCl kan de effectiviteit van de isolatie op de locatie alleen worden uitgevoerd met een op tracermetingen gebaseerd monitoringsconcept. Het betrouwbaar én kosteneffectief uitvoeren van tracermetingen vraagt om een onconventionele benadering van de monitoring in de exploitatiefase. Tijdens de opstartfase zal deze verder worden ontwikkeld en uitgetest (zie paragraaf 3.1). Indien dit concept bij aanvang van de exploitatiefase onvoldoende betrouwbaar blijkt zal, tot de betrouwbaarheid van het alternatief is aangetoond, gebruik gemaakt worden van een conventionele tracertest zoals tijdens de opstartfase.

Aan de hand van de ervaringen tijdens de opstartfase zal de tracerdosering worden geminimaliseerd. Met het oog op het voorkomen van onnodige milieubelasting door tracerdosering wordt de noodzaak van verdere tracerdosering jaarlijks geëvalueerd met het bevoegd gezag.

Opstartfase:

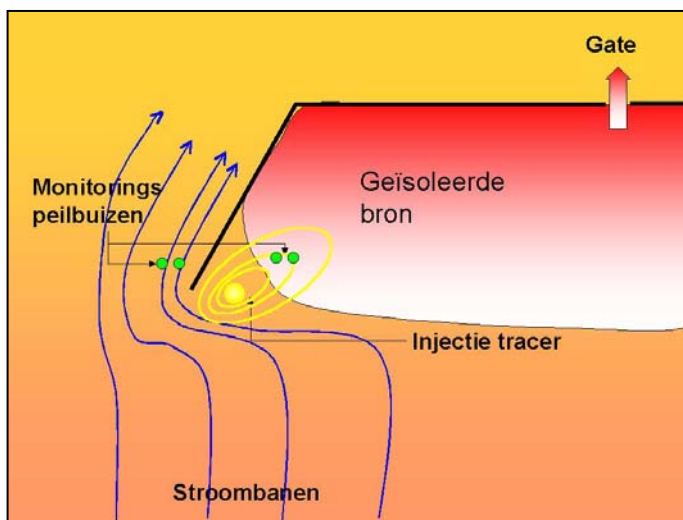
- conventionele tracertesten om de effectiviteit van het systeem te toetsen;
- in lab- en pilotsituatie uitwerken monitoring exploitatiefase;
- onder veldcondities toetsen monitoring exploitatiefase.

Exploitatiefase:

- Conventionele tracermetingen met minimale tracerdosering (bepaald in opstartfase), óf:
- tracermetingen volgens de in de opstartfase ontwikkelde techniek

3.1 Conventionele tracertesten

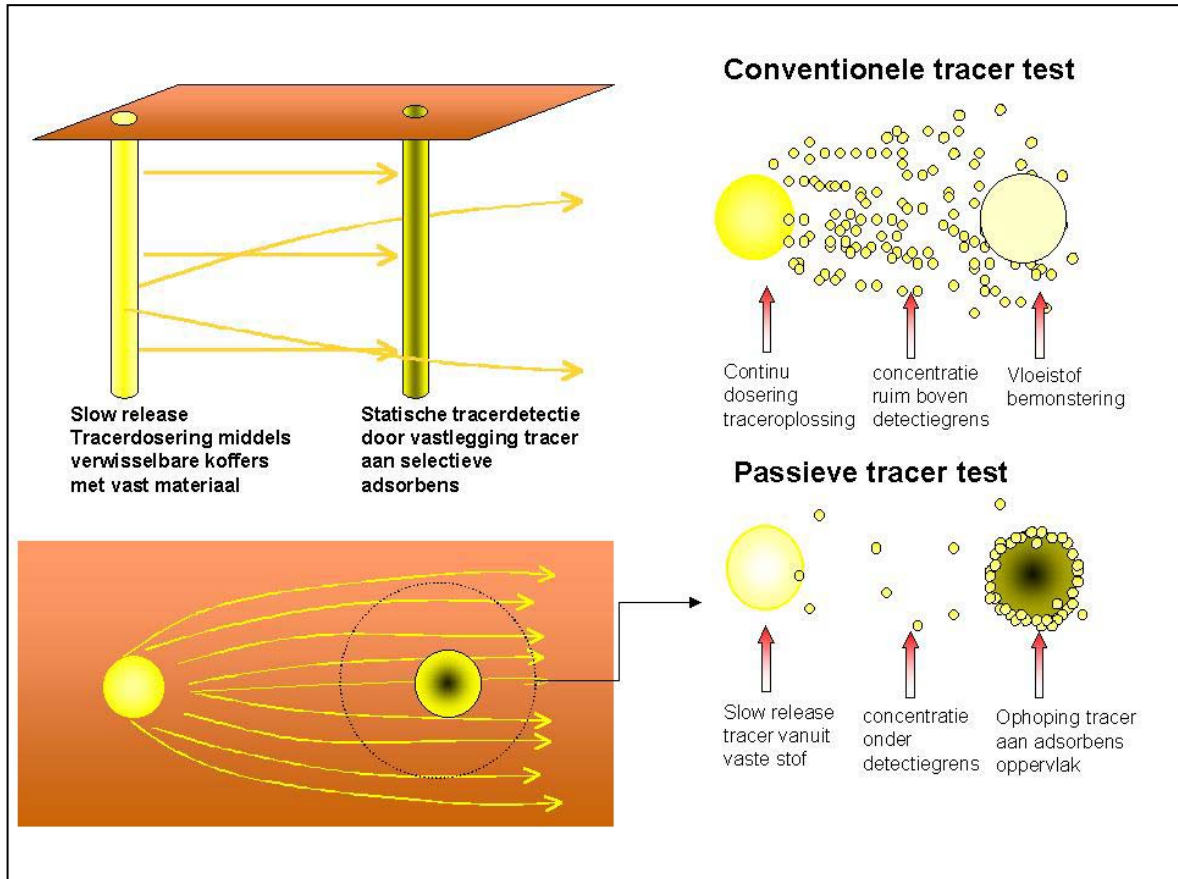
Net buiten de te isoleren “A” contour, maar binnen de schermwand wordt gedurende minimaal 6 maanden tracer ingebracht (schematische weergave figuur 3.1). Monitoring van de tracer vindt plaats net buiten de schermwand, in een stroombaan die buiten de verontreiniging omloopt. Er is dus sprake van een controle op een “worst case” situatie. Als er in de monitoringspeilbuis géén tracer wordt aangetroffen zal er zeker geen verontreiniging langs het scherm lekken.



Figuur 3.1: Schematische weergave (bovenaanzicht) van de opzet van de tracertest tijdens de opstartfase

3.2 Passieve tracerdosering en –detectie

Dosering van tracer op de in de vorige paragraaf voorgestelde wijze heeft als bezwaar dat relatief grote hoeveelheden tracer moeten worden gedoseerd, de tracer moet immers in detecteerbare concentraties worden aangetoond. Zeker wanneer, zoals bij faalscenario nr.4, kleine lek volumes sterk verdund moeten worden aangetoond moet de tracerconcentratie in het isolatiegebied erg hoog zijn. Voor de exploitatiefase (duur ∞) leidt dit tot een milieutechnisch en financieel onwenselijke situatie. Om deze reden zal in de exploitatiefase gebruik gemaakt worden van een passief doserings- en detectiesysteem. Dit systeem, dat gebaseerd is op slow release tracers en detectie aan een selectieve adsorbens wordt tijdens de opstartfase verder ontwikkeld en getest. Het systeem wordt schematisch weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2: Schematische weergave van het passieve tracer systeem tijdens de exploitatiefase

De keuze van de geschikte tracer – adsorbens combinatie zal tijdens het eerste jaar van de opstartfase op labschaal worden gemaakt. Gedurende het tweede jaar zal de combinatie op de locatie worden getest. In het laatste jaar van de opstartfase kan het systeem worden gebruikt om de procesvoering te “finetunen”



4 Monitoringsplan

In de opstartfase wordt een beperkte monitoring van de faalscenario's uitgevoerd. Een betrouwbare, en direct functionerende detectie van alle faalscenario's vergt de injectie van zeer grote hoeveelheden tracer in het isolatiegebied. Grootste technische knelpunt is echter het in een korte periode opmengen van de tracer over het hele gebied. Om deze reden is de monitoring in de opstartfase gefocussed op lekkage aan de westzijde (faalscenario 2). Faalscenario 1 (lekkage aan de oostzijde) wordt in deze periode actief voorkomen door de additionele geohydrologische onttrekking. Mocht uit monitoring van stijghoogten blijken dat er reële kans is op lekkage aan de oostzijde wordt ook aan deze zijde een tracerexperiment uitgevoerd.

De lekkage dóór het scherm zal in alle gevallen beperkt zijn, zij het dat het op lange termijn wel degelijk om grote vrachten kan gaan. Het monitoringsschema gaat hierom uit van de ontwikkeling van een betrouwbare controle tijdens de exploitatiefase ($t > 3$ jaar). Lekkage óver het scherm zal gecontroleerd worden door stijghoogtemetingen, bij voorkeur middels het installeren van druksensoren, direct voor en achter de schermwand. Het monitoringssysteem voor de opstartfase is weer-gegeven in figuur 4.1 a en b.

Monitoring- en stijghoogtebepaling filters

Ten behoeve van de monitoring van tracers en verloop van de VOCL gehalten wordt een aantal nieuwe peilbuizen geplaatst (drie filters per boring: filterstelling in freatische laag, eerste zandlaag en tweede zandlaag). De filters zijn geperforeerd over de gehele lengte van de betreffende laag. De peilbuizen worden ingemeten t.o.v. NAP en een vast punt.

Aantal: 21
Locatie: Zie figuur 4.1

Stijghoogte: Meting met druksensor of stijghoogtemeting
Monitoring: periodieke monsternamen

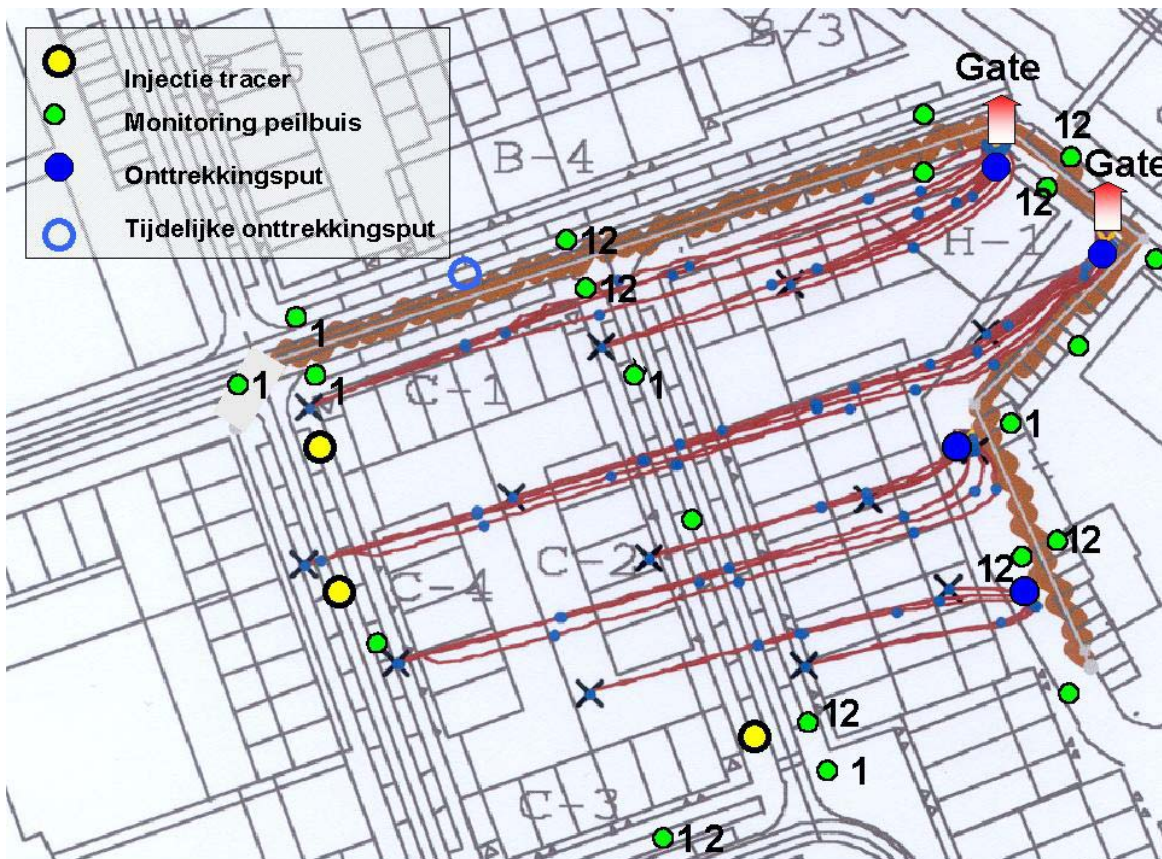
Tracer injectiefilters

Er wordt een filter geplaatst ten behoeve van de dosering van vloeibare tracers (filterstelling: eerste zandlaag en tweede zandlaag). De gedoseerde tracer moet over *de gehele hoogte* van deze lagen homogeen vrijkomen. Voorgesteld wordt uit te gaan van een smalle brengbuis (minifilter) in een relatief dikke omstorting. De filters worden ingemeten t.o.v. NAP en een vast punt.

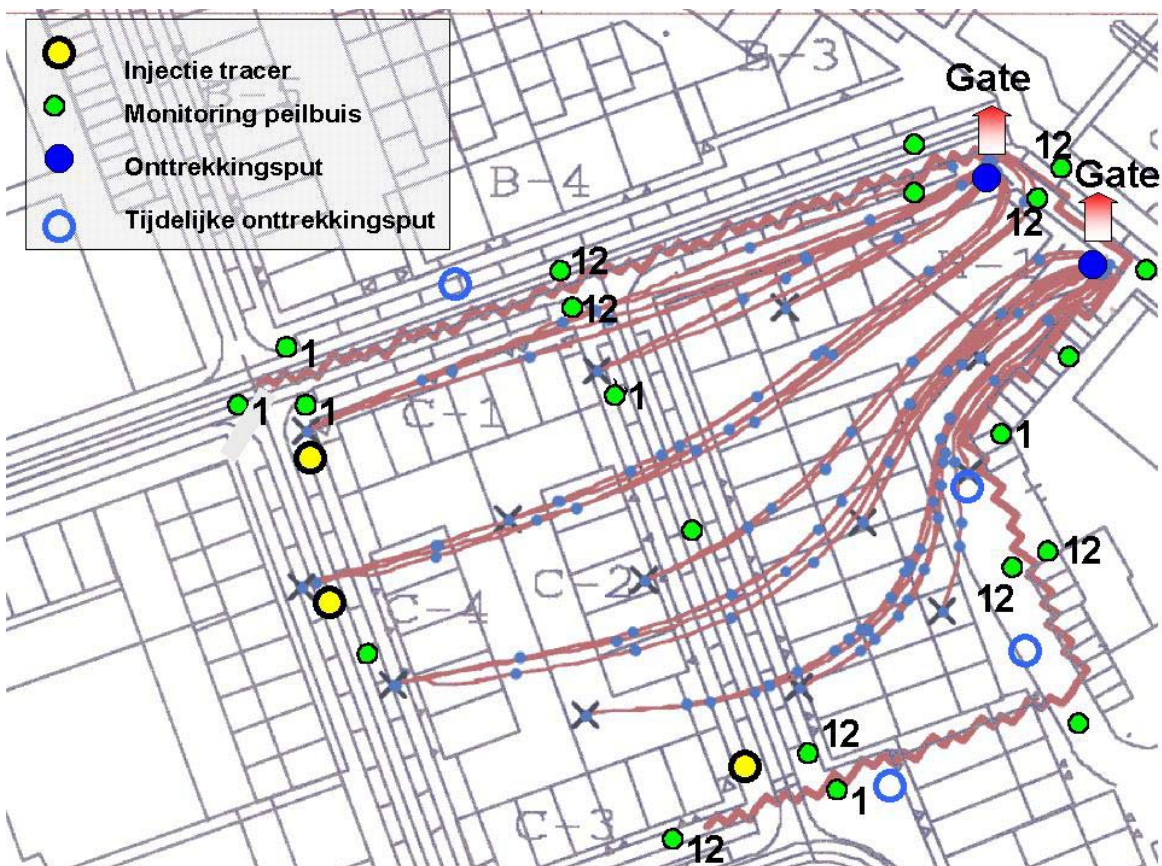
Aantal: 2 (aan westzijde), 1 (optioneel, aan oostzijde)
Locatie: Zie figuur 4.1

Onttrekkingspunten

In alle grondwateronttrekkingsbronnen (additionele onttrekkingen buiten schermwand én in de funnel) worden monsterpunten geplaatst ten behoeve van monsternamen en analyse van tracers.



Figuur 4.1a: Schematische weergave monitoring tijdens de opstartfase



Figuur 4.1b: Schematische weergave monitoringssysteem tijdens de opstartfase



Dosering tracer

Zodra het systeem geohydrologisch stabiel is wordt gestart met de dosering van bromide als tracer. Binnen de schermwand wordt een zodanige hoeveelheid bromide gedoseerd dat een zodanige concentratie / detectiegrens verhouding ontstaat dat significante lekverliezen aan de buitenzijde van de schermwand gedetecteerd kunnen worden. In het kritische gebied van de schermwand (zie figuur 3.1) wordt een bromideconcentratie van 100 * de detectiegrens gerealiseerd (10 mg/l). Met een detectiegrens van 0,1 mg/l, en een volume van 25*20*10 m voor het kritische gebied komt dit neer op een dosering van 15 kg bromide. Aangezien binnen de schermwand nauwelijks grondwaterstroming optreedt is een volledig continue dosering van de tracer niet noodzakelijk. Gedurende 1 maand wordt 4 maal ± 375 liter grondwater (Br concentratie 10 g/l) gedoseerd. In de daaropvolgende 11 maanden wordt maandelijks een "onderhouds" dosering van 50 liter (5 g/l) gedoseerd. In de periode hierna wordt de Br concentratie in het kritische gebied periodiek (1 maal / twee maanden) gecontroleerd (monstername uit doseringspunt) en eventueel aangevuld. Bovenstaande berekeningen zijn uitgegaan van een te verwaarlozen achtergrondgehalte aan bromide. Dit dient voorafgaand aan de uitvoering te worden gecontroleerd.

Meetprogramma

Na één maand bromidedosering binnen de schermwand zal gestart worden met monitoring van de fall-back onttrekking, en de monitoringspeilbuis buiten de schermwand en de gate. Deze monstername zal de eerste 3 maanden tweewekelijks worden uitgevoerd. Na deze periode zal de frequentie worden teruggeschroefd tot 1 à 2 maal per kwartaal. Het monitoringsschema is weergegeven in tabel 4.1 en 4.2

Tabel 4.1: Meetprogramma opstartfase

Parameter	Monitoringspunt	Periode	Frequentie
Stijghoogte	Alle monitoringsfilters Handmatig of druksensor	Tot 6 mnd na start	Opname/Uitleesfrequentie 1 maal per mnd
		Van 6 mnd tot einde	1 maal per 3 maanden
Tracer	Monitoringsfilters no 1 (zie figuur 4.1)	Start	1 maal
		Maand 1-3	1 maal per 2 weken
		Tot einde	1 à 2 maal per kwartaal
	Onttrekkingsfilters	Gehele periode	1 maal per 6 maanden
VOCi	Monitoringsfilters no 2 (zie figuur 4.1)	Gehele periode	1 maal per jaar
	Onttrekkingsfilters	Gehele periode	1 à 2 maal per kwartaal

Tabel 4.2: Meetprogramma exploitatiefase

Parameter	Monitoringspunt	Gehele periode	Frequentie
Stijghoogte	Alle monitoringsfilters. Handmatig, bij voorkeur druksensoren		Uitleesfrequentie 1 maal per kwartaal
Tracer	Monitoring filters no 1 (zie figuur 4.1)		1 maal per kwartaal
	Onttrekkingsfilters		1 maal per 6 maanden
VOCi	Monitoringsfilters no 2 (zie figuur 4.1)		1 maal per jaar
	Onttrekkingsfilters		1 maal per kwartaal

Signaalwaarden en acties

Tracer

Uitgangspunt van de tracertesten is dat er geen detecteerbare hoeveelheden bromide vanuit het isolatiegebied naar buiten mogen lekken. Zodra bromide afkomstig uit het isolatiegebied wordt aangetroffen zal één van de fall-back acties worden geïnitieerd. Indien er wel een natuurlijke achtergrondconcentratie bromide aanwezig is zal het inschakelen van de fall back maatregelen afhankelijk zijn van een significante verhoging van het bromidegehalte. Direct na aanleg, maar vóór opstart zullen de peilbuizen op bromide worden geanalyseerd. Op grond van de natuurlijke achtergrondgehalten bromide en variatie daarin wordt een signaalwaarde (verhoging) vastgesteld

Stijghoogten

De stijghoogten in de monitoringspeilbuizen worden gerelateerd aan de in het grondwatermodel berekende stijghoogten. Significante afwijkingen van één of enkele peilbuizen gelden als signaalwaarde en dus, na verificatie van de metingen, tot het in gang zetten van fall-back acties. Als zich meer algemene afwijkingen, al dan niet veroorzaakt door invloeden van buitenaf voordoen wordt het geohydrologische model opnieuw gevalideerd.

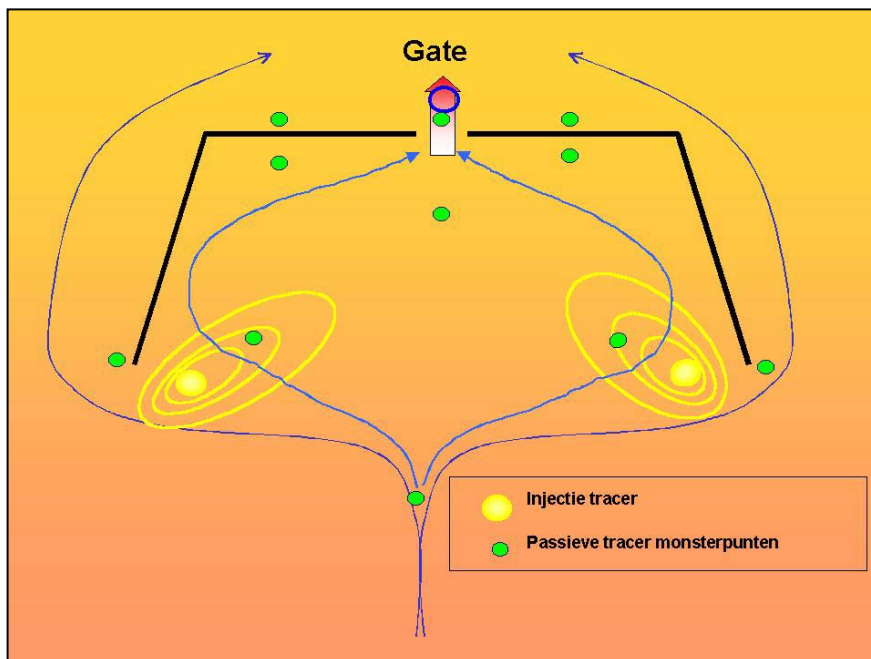
Ook bij de stijghoogtemeting geldt dat de signaalwaarde afhankelijk is van de mate waarin stijghoogte veranderingen per peilbuis significant kunnen worden onderscheiden van “natuurlijke” variaties in de grondwaterstand.

Ontwikkeling passieve tracer test

Conventionele tracer tests zoals hierboven beschreven zijn ontwikkeld om een geohydrologisch model (doorlatendheden, stroomsnelheden etc.) te verifiëren. Tijdens de exploitatiefase is de vraagstelling echter veel eenvoudiger. De vraagstelling is in feite digitaal: een gebied wordt wel of niet doorstroomd (ja/nee lekkage). Door deze eenvoudige vraagstelling is het mogelijk een sterk vereenvoudigde tracertest te ontwikkelen.

Tijdens de exploitatiefase worden op één of twee punten binnen de bron tracers gedoseerd. Door de tracerdosering te koppelen aan monitoring wordt een minimale tracerconcentratie gehandhaafd. De tracerdosering wordt bij voorkeur uitgevoerd met “slow release tracer piles”. Dit monitoringssysteem is schematisch weergegeven in figuur 4.3. Bij daadwerkelijke implementatie zal gebruik gemaakt worden van bestaande filters (figuur 4.1).

Tijdens de exploitatiefase is de monitoring volledig gebaseerd op de passieve tracer test. De adsorbens filters zullen 1 maal per 6 maanden geanalyseerd en verwisseld worden.



Figuur 4.2: Schematische weergave van het passieve tracer systeem tijdens de exploitatiefase

Signaalwaarden en acties

Uitgangspunt van de tracertests is dat er geen detecteerbare hoeveelheden tracer vanuit het isolatiegebied naar buiten mogen lekken. Zodra tracer afkomstig uit het isolatiegebied wordt aangetroffen zal één van de fall-back acties worden geïnitieerd. De gehalten worden hier weer gerelateerd aan de eventuele “natuurlijke” achtergrondconcentraties.