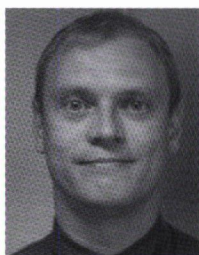


# Stabiele eindsituatie... wel of geen black-box?

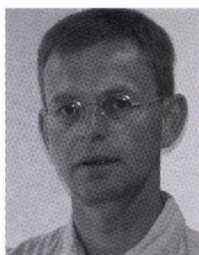
## Haalbaarheid stabiele eindsituatie onderbouwd bij in-situ-sanering Marconiplein

Een van de uitgangspunten van het huidige bodemsaneringsbeleid voor mobiele verontreinigingen is het realiseren van een stabiele eindsituatie (SE).<sup>1</sup> Een belangrijke knelpunt voor het bevoegd gezag daarbij is de onzekerheid omtrent het ontstaan van een stationaire pluim bij het achterlaten van een restverontreiniging in de bodem. Vragen die dan spelen zijn: gaat de ontwikkeling van de pluim wel zoals voorgesteld, wat doen we als dit niet zo is en wanneer grijpen we in?

Maurice Henssen en Marcel Koopmans



**Ir. M. Henssen**  
is Adjunct-directeur en  
project-manager bij  
Bioclear b.v. te  
Groningen.



**Ing. M. Koopman**  
is werkzaam bij de  
Milieudienst Regio  
Eindhoven.

Door deze onzekerheden wordt het afgeven van een saneringsbeschikking en het formuleren van eventueel aanvullende randvoorwaarden, alsook het handhaven van terugvalmomenten voor het bevoegd gezag-Wbb lastig. In de uitwerking van saneringsplannen blijkt tot op heden weinig concrete *onderbouwing* te worden gegeven aan de verschillende processen die nodig zijn voor het bereiken van de gewenste situatie. Dit terwijl protocollen voor bijvoorbeeld de bepaling van natuurlijke afbraak met BOSNA<sup>2</sup> en de robuustheid en duurzaamheid van natuurlijke afbraakprocessen op langere termijn met het D-NA-protocol<sup>3</sup> voorhanden zijn.

De oplossing wordt nu voornamelijk gezocht in het definiëren en vastleggen van een monitoringsplan, waarmee een eventuele verspreiding kan worden gedetecteerd (bijvoorbeeld via flexibele emissiebeheersing, FEB<sup>4</sup>) of waarmee de verwachte biologische afbraak(snelheid) kan worden geverifieerd en in modellen kan worden bijgesteld. Hiermee wordt de onderbouwing van optredende processen *in de toekomst* gelegd in plaats van voorafgaand aan de sanering. Groot nadeel hiervan is dat, bijvoorbeeld bij een hoge biologische potentie van de bodem, met dit gegeven geen voordeel kan worden

behaald in de vorm van een minder vergaande bron/pluimverwijdering.

Het doel van dit artikel is het aangeven van de meerwaarde van het vroegtijdig in kaart brengen van processen in relatie tot de mate van bron- en pluimverwijdering voor het bereiken van een stabiele eindsituatie. Ook het invullen van monitoring en het concreet definiëren van terugvalscenarië's worden daarmee een stuk eenvoudiger, zoals zal worden toegelicht aan de hand van de case Marconiplein.

### CASE MARCONIPLEIN, EINDHOVEN

Bij het achterblijven van een mobiele restverontreiniging in de bodem zijn drie variabelen aan te wijzen die gezamenlijk bepalen of een stabiele eindsituatie wordt bereikt. Deze variabelen zijn in het algemeen vooraf goed te bepalen. Het gaat om:

- de (geo)hydrologische omstandigheden, vertaald naar verplaatsingssnelheid van verontreiniging op de locatie;
- de biologische afbraakpotentie en -snelheid;
- de concentratie restverontreiniging bij *aanvang van de passieve saneringsfase*.

Voor het vaststellen of in een bepaalde situatie een stabiele eindsituatie wordt bereikt, moet worden gekeken naar de



samenhang tussen deze parameters. Niet slechts één parameter is in dit verband doorslaggevend: je bereikt niet per definitie een stabiele eindsituatie als de concentratie beneden of gelijk aan de T-waarde is.

Dit is ook afhankelijk van verplaatsings-snelheid van de verontreiniging en wel of geen aanwezigheid van biologische afbraak.

Op de locatie Marconiplein te Eindhoven wordt een actieve in-situ-sanering uitgevoerd door middel van biosparging om de aanwezige minerale olie- en aromatenverontreiniging te saneren. Doelstelling voor de aannemer, vastgelegd in een prestatiebestek, is het bereiken van de tussenwaarde (T-waarde) voor de verontreinigende stoffen.

In de beschikking is echter vastgelegd dat naast de tussenwaarde als eindresultaat ook een stabiele eindsituatie - voor deze locatie nog gedefinieerd als stationaire pluim binnen 30 jaar die niet is verschoven - moet worden bereikt. Om hieraan te kunnen voldoen zal er dus inzicht moeten zijn in de eventuele veranderingen ten aanzien van de restverontreiniging na de actieve sanering. Biologische processen spelen daarin een belangrijke rol. In het verleden zijn de mogelijke afbraakprocessen op deze locatie nog niet in kaart gebracht. Interessant is verder dat er geen aanvullende verplichtingen gelden bij de actieve sanering, anders dan het behalen van de T-waarde voor de verontreiniging. Te denken valt bijvoorbeeld aan aanvullende randvoorwaarden betreffende de redoxcondities tijdens en na actieve sanering.

In opdracht van Milieudienst Regio Eindhoven heeft Bioclear de randvoorwaarden vastgesteld waaronder een gewenste stabiele eindsituatie behaald kan worden. Hierbij is gebruik gemaakt van een in dit artikel weergegeven nieuwe, door Bioclear opgezette grafische presentatievorm en de daarbij behorende metingen (zie figuur 1).

#### RESULTATEN

Modellering toont aan dat zonder biologische afbraak op deze locatie de restverontreiniging - uitgaande van T-waardeconcentraties - tot een vergroting van de verontreinigingspluim zal leiden, waarbij de pluim ook na 30 jaar nog groeit. Hierbij kan dus niet worden gesproken van een stabiele eindsituatie.

Om de kans op afbraak te bepalen is een grondwaterkarakterisatie uitgevoerd. Voor het Marconiplein is vastgesteld dat de

sulfaatreducerende condities gunstig zijn voor verdere biologische afbraak van aromaten. Daarbij is tevens geverifieerd of dit natuurlijke afbraakproces in de toekomst voldoende duurzaam is. Nagegaan is of de hoeveelheid aanwezige sulfaat, die als brandstof dient voor het afbraakproces, in balans is met de verwachte restfractie aan aromaten na de actieve sanering (D-NA-methodiek<sup>3</sup>). Dit bleek het geval te zijn en bovendien is de bron van sulfaat duurzaam, namelijk van nature aanwezig in het instromende grondwater.

Voor de locatie zijn op grond van de geohydrologische gegevens en bodemkarakteristieken (zoals organisch-stofgehalte) de verwachte *boven-* en *ondergrens* voor de verspreidingsnelheid van de verontreiniging bepaald.

In een afbraaktest met grond en grondwater van de saneringslocatie is de te verwachten afbraaksnelheid voor verwijdering van de aromaten bepaald onder natuurlijke (niet-gestimuleerde) condities. In de aanwezigheid van sulfaat treedt vergaande afbraak van de aromaten op met een biologische halfwaardetijd van circa 0,5 jaar. Dit is een reële snelheid zoals deze op meerdere locaties proefondervindelijk danwel uit monitoring is vastgesteld. Opvallend is dat bij *afwezigheid* van sulfaat onder methanogene condities de afbraak veel trager verloopt, hetgeen het belang van blijvende aanwezigheid van sulfaat aantoont.

Een concreet terugvalscenario bestaat om deze reden uit het additioneel doseren

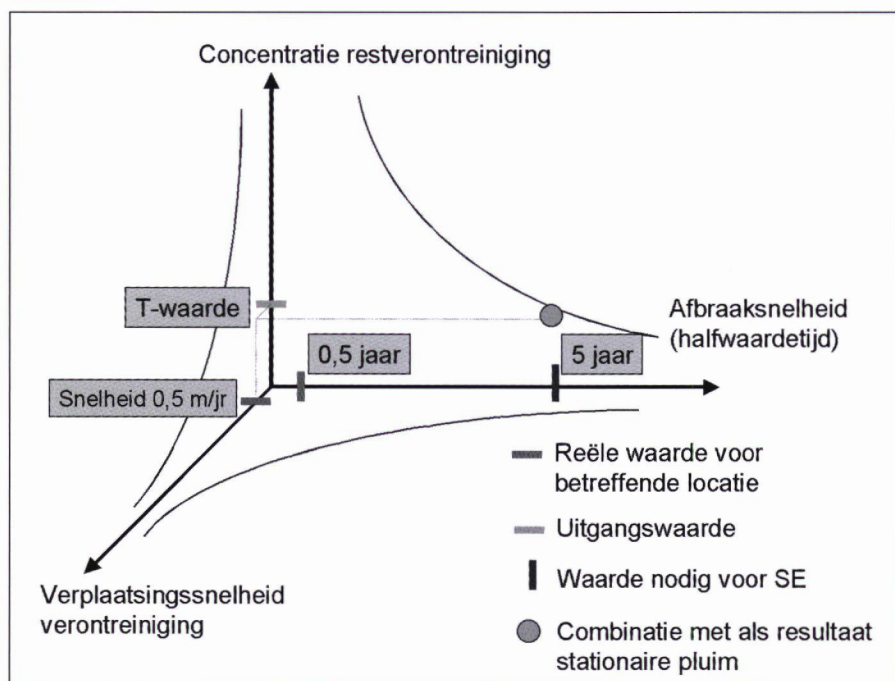
van sulfaat. Sulfaat is in het monitoringsprogramma opgenomen als relevante parameter. Het handhaven van minimaal sulfaatreducerende condities en voor biologie optimale milieucondities is voor de onderhavige situatie essentieel. Deze condities mogen niet blijvend worden verstoord door de huidige actieve sanering. Deze voorwaarde betekent een aanscherping van de monitoring tijdens de actieve sanering.

Binnen de voor deze locatie reële grenzen voor de verplaatsingssnelheid (0,5 tot 1 m/jaar) is vastgesteld dat bij een restverontreiniging met T-waarde concentraties een halfwaardetijd voor de biologische afbraaksnelheid van 3 tot 5 jaar nodig is voor het bereiken van een stationaire pluim binnen 30 jaar.

De resultaten op basis van best-guess schatting van de verschillende parameters zijn grafisch weergegeven in figuur 1.

Uitgaande van T-waarde concentraties als restconcentratie na de actieve saneringsfase is duidelijk dat op grond van de vastgestelde geohydrologische omstandigheden en biologie een stabiele eindsituatie (stationaire pluim) makkelijk haalbaar is. Immers, de biologische afbraaksnelheid (halfwaardetijd 0,5-1 jaar) is veel hoger dan wat nodig is (3-5 jaar) voor het bereiken van een stationaire pluim.

Op grond van de bovenstaande resultaten blijkt dat er "marge" zit tussen de capaciteit die nodig is en de capaciteit die naar alle waarschijnlijkheid *aanwezig* is. Dit



FIGUUR 1: GRAFISCHE WEERGAVE RESULTATEN MARCONIPLEIN EN INZICHT IN MARGE TUSSEN BENODIGDE AFBRAAKSNELHEID EN AANWEZIGE AFBRAAKSNELHEID.



was aanleiding om te bekijken in hoeverre de terugsaneerwaarde eventueel bijgesteld zou kunnen worden.

Gebleken is dat door de hoge capaciteit en de relatief lage verplaatsingssnelheid van de verontreiniging de terugsaneerwaarde voor de actieve saneringsfase in plaats van T-waarde ook wel I-waarde of zelfs ruim daarboven had mogen zijn, waarbij nog steeds een stationaire pluim zou ontstaan binnen 30 jaar. Voor de betreffende locatie is gekozen voor een veilige benadering voor wat betreft het realiseren van een stabiele eindsituatie.

#### CONCEPT AANPAK VOOR ANDERE LOCATIES

Duidelijk is dat het vroegtijdig in kaart brengen van geohydrologische en biologische parameters belangrijk is. De kosten voor deze activiteiten (voor de behandelde case bedroegen deze circa 15.000-20.000 euro) kunnen ruimschoots opwegen tegen de voordelen die deze gedetailleerde informatie biedt. Op grond van de bevindingen kan een optimale terugsaneerwaarde voor de actieve saneringsfase worden geformuleerd, welke is afgestemd op de mate van biologische afbraak en geohydrologische situatie op de locatie - en de mogelijke voorzienbare veranderingen hierin.

Een hogere terugsaneerwaarde (in plaats van de vaak geopperde tussenwaarde) kan een kostenreducerend effect hebben voor de actieve sanering. Dit kan van groot belang zijn in situaties waarbij het kosteneffectief verwijderen van de bron en de pluim in het geding is. Met deze kostenbesparingen kan de noodzakelijke voorinvestering (onderzoek) ruimschoots worden terugverdiend. Daarnaast kan beter worden gedefinieerd welke parameters gemonitord moeten worden en welke minder van belang zijn. Dit kan leiden tot vermindering van de kosten voor monitoring, maar zeker ook tot een vereenvoudigde en soepele communicatie met het bevoegde gezag-Wbb.

Door het vooraf in kaart brengen van de genoemde informatie kan middels modellering op grond van de gewenste terugsaneerwaarde voor de actieve saneringsfase (als inputparameter bepaald vanuit het kosteneffectief verwijderen van de bron en pluim) bij de vastgestelde geohydrologie binnen de verwachte spreiding de afbraakbehoefte bepaald worden. Welke afbraakcapaciteit is nodig voor het bereiken van een stabiele eindsituatie?

Deze waarde kan vervolgens worden vergeleken met de onafhankelijk vastgestelde afbraakcapaciteit op de locatie. Is de

marge tussen de potentie en behoefte groot, dan kan dat een afweging zijn om de terugsaneerwaarde in heroverweging te nemen. Is verwijdering tot het vooraf gestelde niveau noodzakelijk of kan met een hogere terugsaneerwaarde worden volstaan omdat de combinatie van een lage grondwaterstroming en een hoge afbraakcapaciteit kan leiden tot een stabiele eindsituatie binnen een acceptabele periode? Door dit vergelijk wordt duidelijk of er speelruimte aanwezig is. Welke parameters mogen variëren en hoeveel voordat de stabiele eindsituatie in gevaar komt?

#### CONCLUSIE

Voor het Marconiplein zijn de grenzen waarbinnen een stabiele eindsituatie zal optreden bepaald. De dominante parameter voor deze locatie is de biologische afbraaksnelheid. Deze afbraak is op grond van de uitgevoerde metingen en referenties dermate hoog dat - ook bij verandering van stromingssnelheid of zelfs een aanpassing van de terugsaneerwaarde - een stationaire pluim nog steeds haalbaar is. Aangezien de van belang zijnde processen in het voortraject zijn bepaald, zijn tevens de randvoorwaarden voor de actieve sanering bekend: minimaal het handhaven van een sulfaatreducerend grondwaterpakket (ook na afloop van de actieve sanering) en het extra monitoren van de invloed van injecties voor biosparging op de pH.

Duidelijk is dat bij restverontreinigingen biologische processen een belangrijke rol spelen in het bereiken van een stabiele eindsituatie. Een eerste stelling - mede gebaseerd op marktervaring - is dat biologische processen doorgaans onvoldoende in kaart worden gebracht om een goede inschatting van de haalbaarheid van een SE te kunnen maken. Mogelijke reden is dat deze onderbouwing gevoelsmatig alleen maar tijd en geld kost en eigenlijk weinig extra's oplevert.

Stelling twee is dat er door het bevoegde gezag soms te lage terugsaneerwaarden worden gehanteerd vanuit de doelstelling het bereiken van een stabiele eindsituatie, ongeacht de omstandigheden op een locatie. Het vooraf bepalen van de optredende processen kan ertoe leiden dat onderbouwde terugsaneerwaarde verhoogd kan worden, hetgeen kan leiden tot bijvoorbeeld een kortere sanering, met bijbehorende kostenreductie.

Belangrijk is ook dat naast het monitoren op verontreinigingsconcentraties het minstens even belangrijk is om te monitoren op processen: geohydrologische en biologische. Daarmee zijn zelfs "weglopende restverontreinigingen" die zich in een

biologisch gezien geschikt bodempakket bevinden te verdedigen als stabiele eindsituatie. Door het begrip stabiele eindsituatie in de praktijk zo concreet mogelijk in te vullen en daar waar mogelijk te kwantificeren kunnen uiteindelijk met minder geld meer saneringen worden uitgevoerd.

#### LITERATUUR

1. Voorlopige praktijkdocument ROSA, zie [www.bodembreed.nl/platforms/rosa](http://www.bodembreed.nl/platforms/rosa).
2. Beslisondersteunend systeem voor beoordeling van natuurlijke afbraak als saneringsvariant, NOBIS-rapportage 98-1-10.
3. Duurzaamheid van Natuurlijke Afbraak op met gechloroerde ethenen verontreinigde locaties. De D-NA-methodiek (duurzaamheid natuurlijke afbraak) is door een consortium bestaande uit Bioclear (initiator en penvoerder), DHV, Royal Haskoning, CS-Aspa, Doelman advies, Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, Dura Vermeer, Mourik, Phillips, Shell Nederland Raffinaderij, Shell Global Solutions, provincie Utrecht, provincie Overijssel en provincie Zuid-Holland met financiële steun van SKB ontwikkeld (SKB-raport SV-513).
4. Handleiding flexibele emissiebeheersing, NOBIS-rapportage 98-1-02.