

Natuurlijke afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen in grondwater

Bij grondwatersaneringen op locaties verontreinigd met gechloreerde koolwaterstoffen als tri en per worden de saneringsdoelstellingen vaak niet binnen de gestelde termijn gehaald. Tevens wijzen veel onderzoeken op afname van concentraties onder invloed van natuurlijke processen. Beide aspecten hebben in de Verenigde Staten geleid tot de ontwikkeling van een technisch protocol aan de hand waarvan een gefundeerde afweging kan worden gemaakt van natuurlijke afbraak als saneringstechniek. Deze bijdrage beoogt een aanzet te geven voor de discussie in hoeverre deze techniek en een dergelijk protocol ook in ons dichtbevolkte landje toegepast zou kunnen worden.

Lex Oosterbaan en Hans Rovers

Stelt u zich de volgende situatie voor. Een terrein is verontreinigd met trichlooretheen, dat vooral in het grondwater wordt aangetroffen. Op basis van een saneringsonderzoek dat door een adviesbureau is uitgevoerd, stemt het bevoegd gezag in met de volgende variant: het verontreinigde grondwater monitoren, de resultaten hiervan evalueren en verslag uitbrengen aan het bevoegd gezag. Verwacht eindresultaat: na 15 jaar is de verontreiniging geheel verdwenen.

Een realistisch scenario of fictie? In de Verenigde Staten wordt deze saneringstechniek, die bekend staat als 'natural attenuation', steeds vaker toegepast, soms zelfs als enkelvoudige techniek.

Potentiële voordelen van een dergelijke aanpak liggen voor de hand: er zijn geen onttrekkings- en zuiveringssystemen nodig, verdroging en de belasting van de RWZI met licht verontreinigd water worden "non-issues" en de saneringskosten kunnen (veel) lager uitvallen dan met een conventionele saneringstechniek.

Definitie van 'natural attenuation'

De Environmental Protection Agency (EPA) omschrijft 'natural attenuation' als volgt: "The biodegradation, dispersion, dilution, sorption, volatilization and/or chemical and biochemical stabilization of contaminants to effectively reduce contaminant toxicity, mobility, or volume to levels that are protective of human health and the ecosystem".

De Engelse term laat zich vertalen als 'natuurlijke vermindering' of het meer gangbare 'natuurlijke afbraak'. Dit laatste kan aanleiding zijn voor verwarring omdat afbraak meestal wordt geassocieerd met biologische afbraak. EPA's definitie omvat alle processen die in meer of mindere mate bijdragen aan de afname van concentraties: naast biologische afbraak dus ook dispersie, verdunding, ad- en desorptie en vervluchtiging. Opvallend is het feit dat verdunding in de EPA-definitie expliciet als factor is opgenomen. Zou 'dilution' dan toch een 'solution' zijn voor de 'pollution'?

Recente ontwikkelingen

Uit het groeiende aantal bijdragen op bodemsymposia in de VS¹ is in de laatste jaren een toenemende belangstelling voor natuurlijke afbraak te zien. Lag eerst de nadruk vooral op de analyse van de natuurlijke processen, meer recent² is de nadruk komen te liggen op de onderzoeksinspanning die nodig is om te komen tot een gefundeerde afweging van de potentie van natuurlijke afbraak. In september 1996 is door het Air Force Center for Environmental Excellence (AFCEE) in concept een 'Technical Protocol for Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Groundwater'³ gepresenteerd, dat werd opgesteld in samenwerking met EPA. Natuurlijke afbraak wordt door EPA erkend als een haalbare en volwaardige saneringstechniek omdat saneringsdoelstellingen in een 'redelijke' termijn kunnen worden bereikt. Een vergelijkbaar AFCEE-protocol uit 1995 voor olieverontreinigingen op 'federal facilities' wordt momenteel door onderzoekers en overheden in de Verenigde Staten toegepast⁴.

Vooralsnog zijn de ontwikkelingen op dit gebied in Nederland beperkt. Ofschoon in een aantal nieuwe NOBIS-projecten natuurlijke afbraak als proces is meegenomen, wordt er zowel in het Handboek Bodemsaneringstechnieken als tijdens recente Bodemcongressen (Maastricht, 1995) nog nauwelijks of geen aandacht geschonken aan dit fenomeen.

Op militaire vliegbases in de Verenigde Staten zijn pluimen van vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen (VOC) in grondwater uitvoerig onderzocht. Hieruit komt ondermeer naar voren dat natuurlijke afbraak van hoog-gechloreerde VOC's als tri en per plaatsvindt onder anaerobe omstandigheden, via cis-1,2-dichlooretheen en vinylchloride, tot het onschadelijke etheen. Deze afbraakreeks, de zogenaamde reductieve dechlorering, is reeds lang bekend uit experimenteel onderzoek. Afbraaksnelheden uitgedrukt als halfwaardetijden lig-

Over de auteurs



Drs. A.W.A. Oosterbaan
is projectleider Geohydrologie.



Ir. J.F.M. Rovers
is senior project manager.

Beide auteurs zijn werkzaam bij de sectie Bodem en Geohydrologie, Afdeling Milieu & Veiligheid, TEBODIN Consultants & Engineers, Den Haag.

gen voor deze reeks in de grootte-orde van 1 à 3 jaar, waarbij de halfwaardetijd oploopt naarmate het aantal chlooratomen afneemt. Voor de anaerobe omzetting van vinylchloride (dat nog maar 1 chlooratoom bevat) in etheen (zonder chlooratomen) wordt dan ook een halfwaardetijd van 2 à 3 jaar aangehouden. Er zijn echter sterke aanwijzingen dat een snellere omzetting van vinylchloride zich kan afspelen in een aerobe omgeving.

Protocol

Aanleiding tot het opstellen van de AFCEE-protocollen voor natuurlijke afbraak vormden de onbevredigende resultaten van conventionele saneringen ('pump & treat'), waar de saneringsdoelstellingen in het grondwater

vaak niet binnen de gestelde termijn of zelfs in het geheel niet worden gehaald. Dit probleem is ook in Nederland niet onbekend. De oorzaken zijn veelal te vinden in:

- de noodzakelijke inter- en extrapolatie bij de karakterisatie van de fysische ondergrond en de verontreinigingssituatie, die leiden tot onzekerheden in het ontwerp van saneringssystemen;
- de heterogeniteit van de ondergrond, waardoor het lastig is om alle mogelijke verspreidingsroutes te detecteren;
- de aanwezigheid van verontreinigingen in micro-poriën waarin de beschikbaarheid bepaald wordt door diffusie, waardoor het lang duurt om de stoffen uit het grondwatersysteem te verwijderen;
- het stofgedrag van VOCl's ('Non-Aqueous Phase Liquids'), dat ondermeer resulteert in ad- en desorptie.

Het AFCEE-protocol geeft 'bewijsvoeringen' die moeten worden uitgewerkt om te bepalen of natuurlijke afbraak een haalbare techniek is voor een gegeven lokatie:

1. historische trends in VOCl-gehalten moeten aangeven dat de *totale* concentratie afneemt in de tijd en dat er sprake is van een stabiele of een kleiner wordende pluim, indicatief voor het feit dat afbraak even snel als aanvulling, of zelfs sneller dan aanvulling plaatsvindt;
2. de aanwezigheid van afbraakcomponenten moet gerelateerd kunnen worden aan gunstige geochemische omstandigheden;
3. met proeven in het laboratorium moeten locatiespecifieke afbraaksnelheden worden vastgesteld.

Figuur 1 geeft de opeenvolgende stappen (naar het AFCEE-protocol) voor het opzetten van een systematisch onderzoek voor een gegeven verontreinigingssituatie. In het protocol is een aantal wegingstabellen opgenomen aan de hand waarvan nagegaan kan worden welke parameters bepalend zijn en of de heersende chemische omstandigheden op een locatie aangeven dat afbraak plaats vindt.

Nadat de technische haalbaarheid is vastgesteld, moet een monitoringplan worden opgesteld, bestaande uit waarnemingsfilters in de pluim die de voortgang van de afbraak controleren en filters *rondom* de pluim die vast moeten stellen of deze voorbij vooraf vastgestelde grenzen komt ('points-of-compliance').

Indien de sanering onvoldoende progressie vertoont of de uiterst toelaatbare grenzen worden overschreden, dient er alsnog rekening gehouden te worden met aanvullende actieve saneringsactiviteiten, vaak in de vorm van een permanente beheersvariant. Aldus wordt een 'vangnet' gevormd voor de sanering met behulp van natuurlijke afbraak. Inzicht in de vorm, haalbaarheid en kosten van dit vangnet is nodig voor de definitieve besluitvorming.

Met het oog op de kosten bestaat een natuurlijke afbraakvariant enkel en alleen uit een monitoringsysteem en uit de monitoring zelf (bemonsteringen, analyses en evaluaties).

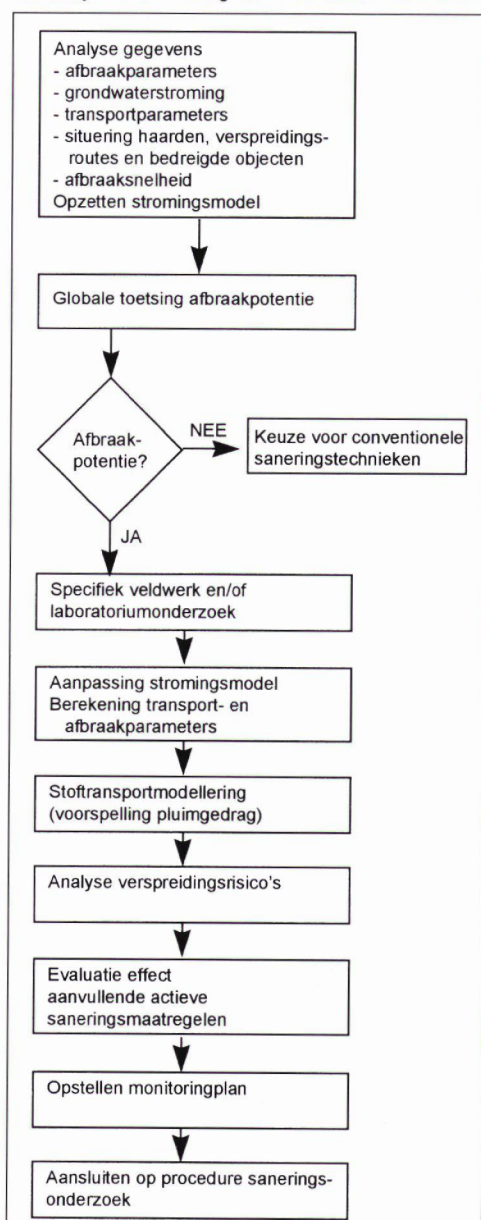
Toepasbaarheid

Aan natuurlijke afbraak zijn ook nadelen verbonden. Zo wordt de verontreiniging tijdelijk groter van omvang, hetgeen maatschappelijk, ethisch, psychologisch danwel juridisch op bezwaren zou kunnen stuiten. Dichtbevolkte gebieden met veel individuele en maatschappelijke belangen zullen de langdurige aanwezigheid van verontreinigd grondwater niet altijd toelaten. Stroomafwaarts gesitueerde terreineigenaren kunnen vragen stellen met betrekking tot waardevermindering van hun terreinen. Tijdelijke gebruiksbeperkingen voor bodem en grondwater in de betreffende regio kunnen noodzakelijk zijn.

Met behulp van het protocol kan in een vroeg stadium reeds worden aangegeven dat natuurlijke afbraak *geen* geschikte techniek is. In het stroomschema van figuur 1 is een beslispunt aangegeven na de globale toetsing van de afbraakpotentie (voorlopige haalbaarheid), waar de afweging wordt gemaakt voor het al dan niet inzetten van een aanvullend specifiek onderzoekstraject. 'Geen geschikte techniek' is bijvoorbeeld het geval als uit grondwateranalyses volgt dat er geen afbraakproducten worden aangetroffen of als zich stroomafwaarts op korte afstand grondwateronttrekkingsputten of andere bedreigde objecten bevinden.

Voor welke (verontreinigings)situatie is deze techniek dan wel geschikt? Om (toekomstige) bezwaren en daaruit voortkomende schadeclaims te vermijden lijken de situaties, waarbij de verontreinigingspluim in het grondwater zich niet voorbij de eigen terreingrenzen zal verspreiden, het eerst

Figuur 1: Stroomschema systematisch onderzoek naar natuurlijke afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen.



in aanmerking voor natuurlijke afbraak te komen. Een tweede groep situaties betreft de stagnerende bestaande grondwatersaneringen. Deze situaties kunnen worden geëvalueerd met betrekking tot natuurlijke afbraak voor de restverontreiniging. Tenslotte die situaties waarvoor mag worden aangenomen dat gebruiksbependingen als gevolg van de aanwezigheid van de verontreinigingspluim de komende x-jaar niet actueel worden.

Discussie

Gezien de positieve ervaringen met deze techniek in de VS is de tijd rijp dat ook in Nederland serieus naar de toepasbaarheid wordt gekeken. Het is niet uit te sluiten dat er momenteel locaties zullen zijn waar deze techniek al wordt toegepast c.q. gedoogd. Suggesties zijn welkom voor situaties waar de techniek in proefprojecten zal kunnen worden beoordeeld.

In ieder geval verdient 'natuurlijke afbraak' een plaats in het Handboek Bodemsaneringstechnieken. De onderzoeksinspanning om natuurlijke

afbraak te toetsen volgens het AFCEE-protocol komt niet overeen met de wijze van beoordeling naar de geschiktheid van de in-situ biorestauratietechniek volgens het Handboek. Het protocol en het Handboek dienen nader op elkaar afgestemd te worden.

In dit artikel is de gangbare term 'natuurlijke afbraak' aangehouden of schoon dit verwarrend kan zijn omdat afbraak meestal wordt geassocieerd met *biologische* afbraak. Andere bestaande, uit het Engels afgeleide, benamingen zijn intrinsieke of passieve remediatie en restauratie. Graag maken wij gebruik van het platform van BODEM om te komen tot een algemeen geaccepteerde Nederlandse benaming.

Natuurlijke afbraak wordt vaak gezien als de DOE NIETS of LAAT MAAR LOPEN benadering van een bodemsanering. Het zal op grond van dit artikel duidelijk zijn dat, gezien de benodigde bewijsvoering, het flink wat (wetenschappelijke) argumentatie en overredingskracht zal vergen om overheden c.q. de publieke opinie er

van te overtuigen dat oplosmiddelen in het grondwater 'vanzelf' kunnen verdwijnen.

Noten

1. Second International Symposium on In-Situ and On-Site Bioreclamation, San Diego, 1993;
Third International Symposium on In-Situ and On-Site Bioreclamation, San Diego, 1995.
2. Symposium on Natural Attenuation of Chlorinated Organics in Ground Water, Dallas, 1996.
3. Wiedemeier, T.H. et al., 1996. Overview of the technical protocol for natural attenuation of chlorinated aliphatic hydrocarbons in groundwater under development for the U.S. Air Force Center for Environmental Excellence. In: Proceedings "Symposium on Natural Attenuation of Chlorinated Organics in Ground Water", pag. 35-59 EPA/540/R-96/509.
4. Wiedemeier, T.H. et al., 1995. Technical protocol for implementing intrinsic remediation with long-term monitoring for natural attenuation of fuel contamination dissolved in ground water. AFCEE, San Antonio, Texas.