

Anaerobe afbraak van vluchtige aromaten in de praktijk

Verontreinigingen met vluchtige aromaten breken af onder aerobe en anaerobe condities in de bodem. Het stimuleren van aerobe afbraak is een bewezen techniek. De anaerobe saneringsroute biedt ook kansen, zoals blijkt uit een jarenlange praktijkproef in Den Haag.

IR. D. TIJDEMAN

Het stimuleren van anaerobe afbraak van aromatische koolwaterstoffen is niet gebruikelijk, omdat anaerobe afbraak van vluchtige aromaten wetenschappelijk wel bewezen is, maar de toepassingsmogelijkheden en de voordelen niet bekend zijn bij een groot publiek. Wetenschappelijk zijn er leemtes in kennis, maar in de praktijk zijn inmiddels legio voorbeelden dat anaerobe afbraak onder natuurlijke condities optreedt en kan worden gestimuleerd door het toevoegen van nitraat, sulfaat of chloraat. Op een locatie in Den Haag is de techniek een paar jaar beproefd onder SKB-vlag (Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem).

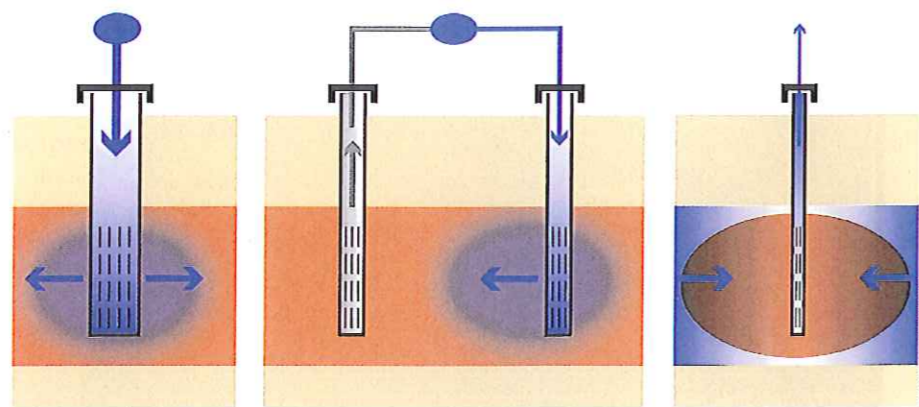
Anaerobe afbraak

In het algemeen neemt men aan dat afbraak door micro-organismen in de ondergrond het belangrijkste proces is dat verspreiding van verontreiniging in het grondwater kan beperken en terugdringen. Stationaire grondwaterpluimen zijn mede een gevolg van natuurlijke anaerobe afbraak.

Bij het afbreken van vluchtige aromaten worden elektronenacceptoren gebruikt, zoals nitraat, ijzer en sulfaat. Afwijkende redoxomstandigheden in en buiten de pluim zijn een duidelijke indicatie dat anaerobe afbraak is opgetreden of nog optreedt. Het rapport *Sustainability of Na-*

IN 'T KORT - PRAKTIJKPROEF

- Anaerobe afbraak concurrerende techniek van biosparging en pump & treat
- Drie uitvoeringsvormen: injectie, grondwatercirculatie en -onttrekking
- Drie veldproeven met nitraatinjectie op locatie met grondwaterpluim van benzeen
- Resultaten tonen toegevoegde waarde van nitraatinjectie in de pluim aan



UITVOERINGSVORMEN

Schematische weergave van het toevoegen van elektronenacceptoren aan een verontreinigde bodem door v.l.n.r. (directe) puntinjectie, grondwatercirculatie en -onttrekking.

natural Attenuation of Aromatics (BTEX) dat in opdracht van Nicole (Network for industrially contaminated land in Europe) is opgesteld, reikt instrumenten aan om de toepasbaarheid van natuurlijke anaerobe afbraak als (deel van de) saneringsoplossing in te schatten.

Het stimuleren van anaerobe afbraak is een aantrekkelijke saneringsvariant voor het verwijderen van opgeloste verontreinigingen in grond en grondwater. In de schil van een bronzone en in relatief kleine grondwaterpluimen is anaerobe afbraak een concurrerende techniek van zijn tegenhanger (biosparging) en andere in-situ technieken die in deze zones inzetbaar zijn. In relatief grote pluimen is pump & treat de concurrerende techniek. Anaerobe afbraakstimulatie kan ook in de rand van een grondwaterpluim worden ingezet om een grondwaterpluim stationair te maken.

Uitvoeringsvormen

Het stimuleren van anaerobe afbraak komt neer op het samenbrengen van de verontreiniging en de benodigde elektronenacceptoren. Drie uitvoeringsvormen zijn denkbaar. Ten eerste kan men een wateroplossing met de hulpstoffen injecteren in filters of via directe injectie. Door sparging kan het bereik van een puntinjectie worden vergroot. De tweede uitvoeringsvorm is een onttrekking- en infiltratiesysteem, waarbij de hulpstoffen in de waterstroom worden gedoseerd. Bij de derde uitvoeringsvorm haalt men de elektronenacceptoren uit de omgeving van de grondwaterpluim door een tijdelijke grondwateronttrekking. Bestaande technieken zijn dus inzetbaar om dit doel te bereiken. Als de gewenste situatie is bereikt, is het saneringsproces te volgen met bestaande monitoringtechnieken.

Het stimuleren van anaerobe afbraak heeft

BENZEENAFBRAAK

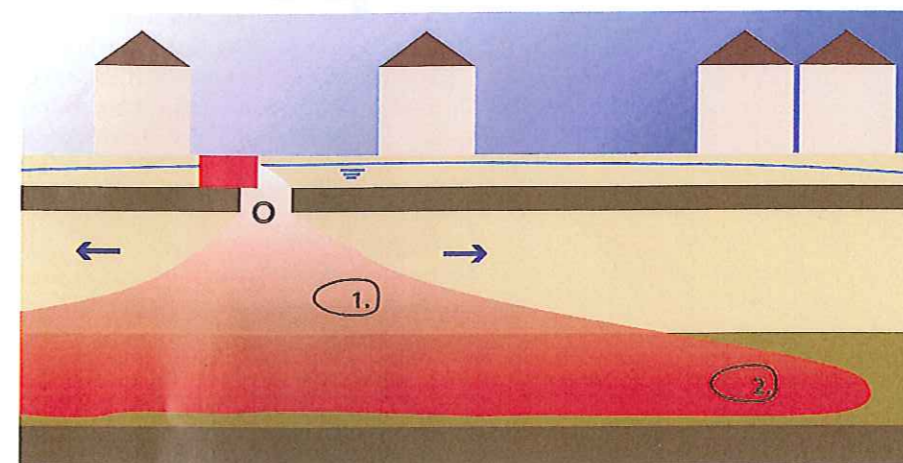
Dit is het derde en laatste artikel in een serie over de afbraak van benzeen. De eerste twee artikelen stonden in *Land+Water* 3 en 4/2010.

belangrijke voordelen vergeleken met biosparging. De truc van in-situ saneren is het samenbrengen van de verontreiniging en de hulpstoffen in een vaak heterogene bodem. De slaagkans is bij bio-sparging minder groot, omdat de hulpstof via de gasfase wordt verspreid en daarmee de weg van de minste weerstand in het verontreinigde bodemprofiel kiest. Het tweede voordeel is dat de actieve sanering kort duurt, wat zich vertaalt in lagere kosten. De verontreinigde bodem hoeft namelijk slechts eenmaal te worden ververs met grondwater waarin nitraat of sulfaat in zeer hoge concentraties is gedoseerd. Een derde belangrijk voordeel is dat het ontwerp van het sanerings-systeem ongevoelig is voor de bebouwde omgeving, terwijl bij biosparging de reikwijdte van de injectiepunten beperkt is.

Vergeleken met pump & treat is het stimuleren van anaerobe afbraak aantrekkelijk, omdat geen grondwater wordt geloosd, de grondwaterreservoir wordt ontzien en de grondwaterstand minder wordt beïnvloed.

Pilotlocatie Den Haag

Op de locatie Altingstraat in Den Haag is een omvangrijke grondwaterpluim van benzeen aanwezig (circa 20.000 m³, 8 tot 15 meter beneden maaiveld). De bron is in 2005 bijna volledig verwijderd. Hier is in opdracht van de gemeente Den Haag en SKB een onderzoeksproject uitge-



PLUIM

Conceptueel model van de grondwaterpluim in de Haagse Altingstraat: 1. proefgebied met grondwatercirculatie; 2. proefgebied met pushpull-test.

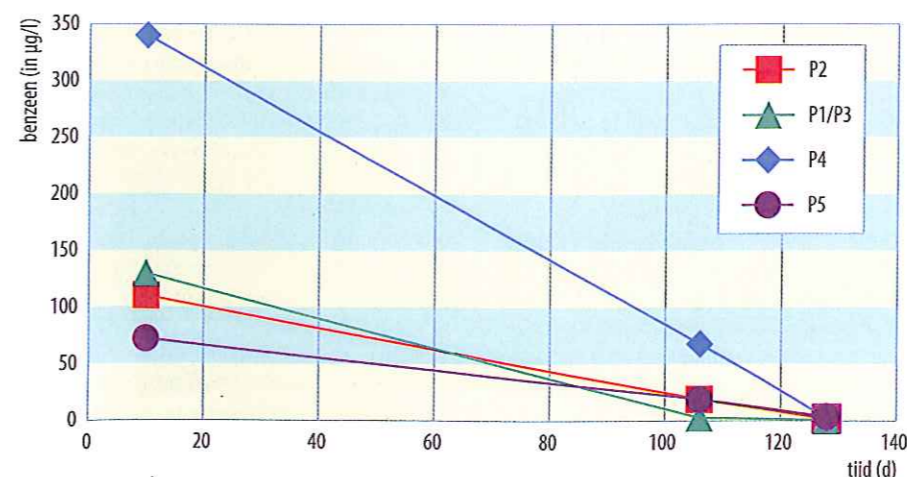
voerd (Demonstratie en optimalisatie van gestimuleerde anaerobe afbraak van benzeen (PT5412)). De doelstelling van het onderzoeksproject is het overtuigend aantonen van anaerobe afbraak van benzeen door nitraatinjectie en het toepassen en het nader onder de aandacht brengen van bewezen specifieke monitoring-technieken. De saneringsoplossing van de onderzoekslocatie wordt mede bepaald door de resultaten van het onderzoeksproject. Op de locatie zijn drie veldproeven met nitraatinjectie uitgevoerd. Bij twee van de drie proeven is continu grondwater onder toevoeging van nitraat gecirculeerd, gevolgd door periodieke concentratiemetingen. Kort na de eerste pilot zijn batchproeven uitgevoerd met grond en grondwater van de locatie. De derde veldproef was een pushpull-test (zie het eerste artikel van deze serie: 'Afbraak benzeen stimuleren met nitraat of chloraat' in *Land+Water* 3/2010) met aansluitend periodieke concentratiemetingen. Bij deze test

zijn componentspecifieke stabiele-isotopenanalyses uitgevoerd.

Bijzonder is dat deze locatie op een waterscheiding ligt. Hierdoor is de positie van de grondwaterpluim dieper in het bodemprofiel en kan er geen sprake zijn van instroom van elektronenacceptoren zoals nitraat en sulfaat. De grondwaterpluim is dieper weggezakt in het minder doorlatende deel van het duinzandpakket en het onderliggende Basisveen. Het concentratieniveau van benzeen is enkele honderden µg/l. De bodem in de grondwaterpluim is sterk gereduceerd en de voorraad elektronenacceptoren is weggenomen, terwijl in het onderzochte front van de pluim plaatselijk voldoende sulfaat aanwezig is om benzeen te kunnen afbreken.

Resultaten

In de eerste veldproef is nitraat succesvol bij het benzeen in het duinzandpakket gebracht. Binnen enkele maanden was de benzeenconcentra-



CONCENTRATIES

Benzeenconcentraties in peilbuizen tussen het onttrekkings- en injectiepunt.

tie in het proefgebied (centraal in de pluim) sterk afgenomen. De afname wordt door biologische afbraak verklaard. Mogelijk dat de afbraak is geïnitieerd door zuurstof, dat bij aanvang van de proef in het grondwater is aangetoond. Hierdoor is niet eenduidig te concluderen of de omzetting van benzeen is gestimuleerd door het toegevoegde nitraat.

Batchexperimenten zijn ingezet met grond en grondwater van de locatie. Uit de resultaten volgt dat de anaerobe omzetting van benzeen onder natuurlijke condities niet op gang is gekomen binnen de tijdsduur van de experimenten. Onder met nitraat gestimuleerde condities treedt wel afbraak van benzeen op in de aanwezigheid van nitraat na een zogenaamde 'lagfase' (adaptatietijd voor micro-organismen) van drie tot vijf maanden.

De tweede veldproef is in een groter proefgebied in het front van de pluim uitgevoerd. In deze proef is het ter hoogte van de meetpunten niet gelukt nitraat bij benzeen te brengen. In het proefgebied was benzeen in het duinzandpakket niet of in lage concentraties aanwezig en het nitraat werd onvoldoende in het gelaagde bodemtraject met hoge benzeenconcentraties gebracht.

In de pushpull-test was alleen het injectiefilter geschikt voor proefnemingen. In de omringende filters is geen nitraat doorgebroken. De verklaring ligt in de gelaagde van de bodem en een overheersende verticale stroming.

In meerdere peilbuizen op de locatie is met componentspecifieke isotopenanalyses fractionering van benzeen aangetoond, wat wijst op afbraak van benzeen. Ook nu nog treedt afbraak van benzeen op, doordat in het injectiefilter een verdere fractionering van benzeen is aangetoond. Verder is in peilbuizen met en zonder nitraat fractionering van benzeen vastgesteld, wat wijst op afbraak van benzeen. Hierdoor is niet te concluderen of de afbraak het gevolg is van de aanwezigheid van nitraat, omdat ook zonder nitraat omzetting van benzeen heeft plaatsgevonden.

Toegevoegde waarde

Het al dan niet stimuleren van anaerobe afbraak is een natuurlijk saneringsproces dat hetzelfde toepassingsgebied heeft als biosparging en pump & treat. Stimuleren van anaerobe afbraak is te overwegen als er duidelijk indicaties zijn dat anaerobe afbraak optreedt, maar onvoldoende is om het beoogde saneringsdoel te bereiken. In Den Haag is de toegevoegde waarde van nitraatinjectie in de pluim aangetoond, maar niet in het front van de pluim, waar mogelijk (nog) wel de juiste condities aanwezig zijn.

Dirk Tijdeман is adviseur Bodemadvies bij Advies- en Ingenieursbureau Oranjewoud in Oosterhout.