

Een leerproces in de praktijk

Overleven bacteriën chemische oxidatie van de bodem?

Chemische oxidatie met een krachtige oxidator zoals Fenton's reagens, is de dood voor het bodemleven, wordt wel gedacht. Bacteriën zouden dit 'chemische geweld' niet overleven. Toch zijn er aanwijzingen dat het bodemleven het wel aankan en, na een korte terugval, in staat is de populatie te laten groeien. Reden om dit in de praktijk te testen.

Door Annet Weijer, Tessa Pancras en Jan Truijten

Over de auteurs:

ing. A. Weijer is als milieukundig bodemadviseur werkzaam bij Grontmij. Zij heeft deze proef begeleid en gerapporteerd.
ir. T. Pancras is als specialist chemische oxidatie werkzaam bij In-situ technieken. Zij heeft de proef opgezet en uitgewerkt.
ing. J. Truijten bsc is als projectleider bodemsanering bij Grontmij verantwoordelijk voor dit project.

De praktijkdemonstratie is uitgevoerd als SKB-project PT 5107 en had als hoofddoelstelling te laten zien dat chemische oxidatie naast het effectief reduceren van verontreinigingen ook de aerobe biologische activiteit in de bodem kan bevorderen. Chemische oxidatie is een intensieve techniek waarmee uitstekend hoge concentraties verontreiniging kunnen worden aangepakt. Lage eindwaarden kunnen bereikt worden, echter tegen verhoudingsgewijs hoge kosten. Door de laatste beetje verontreiniging met een extensieve techniek als biologische afbraak te combineren, ontstaat een kosteneffectieve saneringstechniek.

De saneringslocatie betrof een gasfabrieksterrein met complexe verontreinigingen. De sterke verontreiniging in de grond en de mobiele verontreinigingskernen zijn met een grondsanering verwijderd. De restverontreiniging onder grondwatervluchtniveau is met chemische oxidatie behandeld. In het behandelde gebied betrof de vracht aan verontreiniging, na de grondsanering, circa 300 kg in de grond en circa 1,5 à 3 kg in het grondwater. De maximale concentraties betroffen 9.600 µg/l aan aromaten en 10.000 µg/l aan vluchtige olie. Biologische afbraak van deze verontreiniging zou mogelijk moeten zijn maar zou effectiever verlopen indien deze gestimuleerd wordt door de complexere verbindingen op te breken in eenvoudigere verbindingen en door zuurstof toe te voegen. Deze voorbehandeling kan worden uitgevoerd door in-situ chemische oxidatie (ISCO).

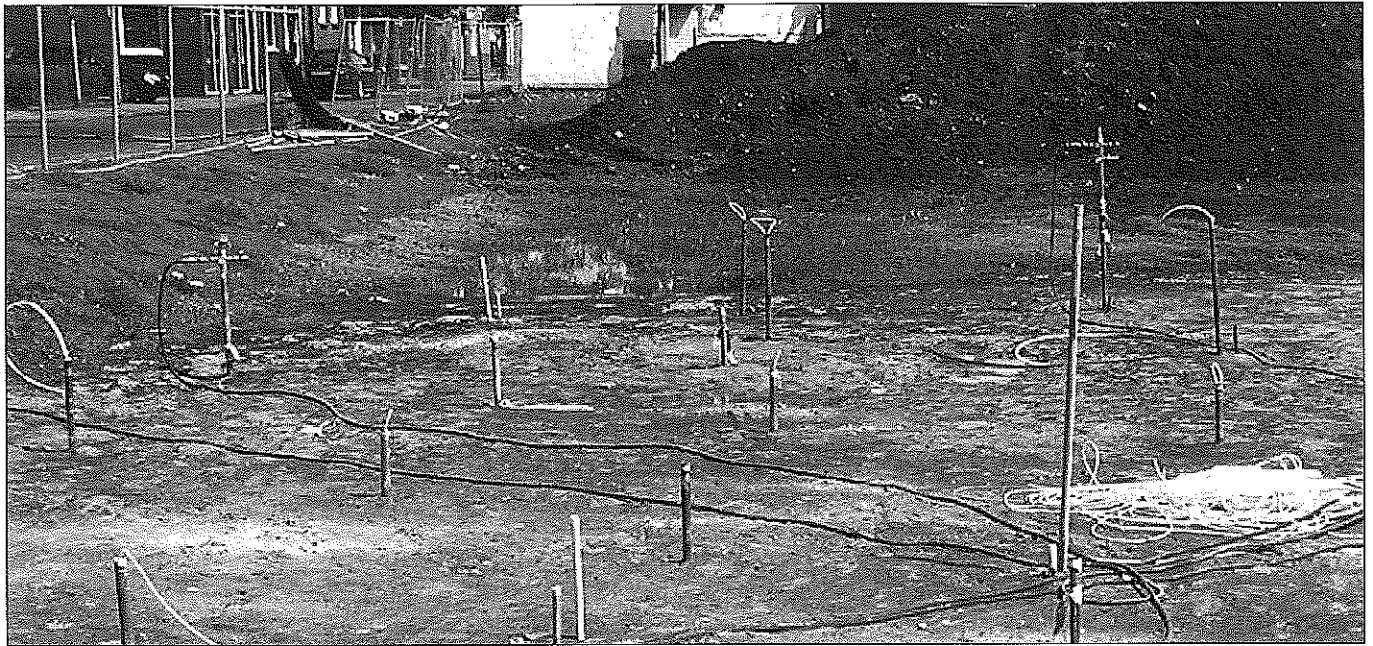
FENTON'S REAGENS ALS OXIDATOR

Als oxidatiemiddel is het zeer krachtige Fenton's reagens toegepast. Dit middel is een combinatie van waterstofperoxide (H₂O₂) met tweewaardig ijzer (Fe²⁺) als katalysator. In het bijgaande kader wordt het principe van ISCO met Fenton's reagens toegelicht. De beslissing tot het gebruiken van Fenton's reagens is

niet zomaar genomen. Uitgebreide laboratoriumproeven zijn hieraan voorafgegaan om de geschiktheid van de bodem en de verontreinigingen te bepalen, maar ook om het effect van de chemische oxidatie te voorspellen en de dosis vast te stellen.

Door de sterke oxidator Fenton's reagens toe te passen kunnen de aan de grond gebonden verontreinigingen gemobiliseerd worden. Complexe verontreinigingen zoals PAK en cyanide worden geheel of gedeeltelijk gereduceerd en de omstandigheden voor biologische afbraak worden verbeterd. Deze laatste werking van het Fenton's reagens wordt verklaard doordat de bodem minder toxisch wordt door de afname aan verontreinigingen en doordat het nutriënten- en zuurstofgehalte in de bodem toeneemt.

Het verbeteren van de omstandigheden voor biologische aerobe afbraak heeft echter geen zin als de bacteriën het chemische geweld van oxidatie met Fenton's reagens niet overleven. Bijkomend effect van Fenton's reagens is namelijk ook dat de zuurgraad van de bodem verlaagd wordt tot pH 3. Om te bepalen of de bacteriën het chemische geweld overleven en na te gaan of de omstandigheden voor biologische afbraak verbeteren, is de praktijkdemonstratie uitgevoerd. Resultaat De praktijkdemonstratie heeft aangetoond dat beide saneringstechnieken goed te combineren zijn. Door omstandigheden heeft de sanering wel een ander verloop gehad dan was voorzien. Dit levert een aantal leerzame praktijkaspecten op voor de inzet van de combinatie van chemische oxidatie met biologische afbraak bij andere bodemsaneringsprojecten. Deze ervaringen worden in het navolgende benoemd en toegelicht. Zorg voor voldoende gronddekking en voorkom kortsluitstromen. Bij het injecteren van vloeistoffen in de bodem, zal door de druk van de injectie verspreiding in eerste instantie plaatsvinden via voorkeursstroombanen. Dit is bij start van de ISCO-sanering zeer duidelijk geworden. Door onvoldoende onverdichte gronddekking boven een aantal injectiefilters ontstonden kortsluitstromen van reagentia naar het werkterrein. Niet alleen trad hierdoor verlies op van Fenton's reagens, ook is hierdoor in de bovenste bodemlagen onvoldoende Fenton's reagens geïnjecteerd. Andere belangrijk aspect hierbij zijn de veiligheidsrisico's die kunnen optreden als Fenton's reagens ontsnapt. Bij de volgende injectierondes is hiermee rekening gehouden; er is grond aangebracht en verdicht en er is met minder druk geïnjecteerd.



door de verbeterde bodemomstandigheden (meer zuurstof en nutriënten) en de verhoogde temperatuur. De optimale zuurgraad voor oxidatie met Fenton's reagens ligt tussen pH 3 en pH 6. Na 2 injecties met Fenton's reagens is de pH gedaald onder 6. Door calciumperoxide stijgt de pH, in de directe omgeving van de injectiefilters is een pH van 13 gemeten. Bacteriën groeien het beste bij een pH tussen 5,5 en 7,5. Door de injecties met de 2 oxidatoren komt de zuurgraad van de bodem dus (ver) buiten de ideale range voor bacteriën.

Het kiemgetal toont echter aan dat bacteriën deze aanslag met chemisch geweld kunnen overleven en dat ze -dankzij de verbeterde bodemomstandigheden- na neutralisatie weer kunnen gaan groeien.

COMBINEER BODEMMATRIX EN BIOLOGISCHE AFBRAAK MET DE JUISTE OXIDATOR

Uit de monitoring blijkt dat telkens na injectie sprake is van een forse stijging in het zuurstofgehalte. Door de bodemmatrix en

verbruik voor de afbraak van verontreinigingen daalt het zuurstofgehalte vervolgens weer snel. Zuurstofgebrek leidt uiteindelijk tot het teruglopen van de bacteriepopulatie. Pas na de 2e injectie met calciumperoxide blijven de verhoogde zuurstofconcentraties langer beschikbaar voor de aerobe bacteriën. Dit is een wezenlijk verschil met de werking van Fenton's reagens. Voor de optimale werking van de combinatie van ISCO met biologische afbraak is het daarom belangrijk een goede inschatting te maken van het zuurstofverbruik en daar de oxidator op aan te passen.

CONTROLEER DE MOBILISATIE VAN ZWARE METALEN

Door aanzuring van de bodem voor het optimaliseren van de werking van het Fenton's reagens, bestaat een risico op desorptie en mobilisatie van zware metalen. De metingen hebben aangevoerd dat dit inderdaad gebeurt, tot concentraties van 3 a 10 maal de interventiewaarde. Ruim een jaar na de injectie met Fenton's reagens zijn de concentraties weer gedaald naar normaal niveau. Een dergelijke mobilisatie veroorzaakt tijdelijk een bodem-verontreiniging die zeker gevolgd moet worden.

CONCLUSIE

Uit de resultaten blijkt dat de combinatie van chemische oxidatie met aerobe biologische afbraak kan leiden tot een succesvolle in-situ sanering van complexe verbindingen.

Voor een succesvolle sanering met deze tweestapstechniek zijn een aantal aspecten van belang:

- voorkom kortsluitstromen bij het injecteren;
- door een goed ingericht monitoringsplan kan tijdig worden bijgestuurd, zodat het tweede deel van de sanering -de biologische afbraak- voldoende gestimuleerd wordt;
- zorg voor voldoende kennis van de bodemmatrix en de zuurstofbehoefte van de 2e trap en pas de oxidator daarop aan;
- mobilisatie van zware metalen kan resulteren in tijdelijke verhoogde concentraties waar zowel bij aanvang als bij afronding rekening mee moet worden gehouden.

Op de praktijklocatie is de sanering in het behandelde gebied in de laatste fase beland. Binnenkort zal een laatste polishingstep (beperkt aanvullende injectie) worden uitgevoerd. Verwacht wordt dat het resultaat daarna aan de saneringsdoelstelling voldoet.

De volledige rapportage van de praktijkdemonstratie is beschikbaar op de internetpagina van SKB: SKBodem>Publicaties>PT5107.

