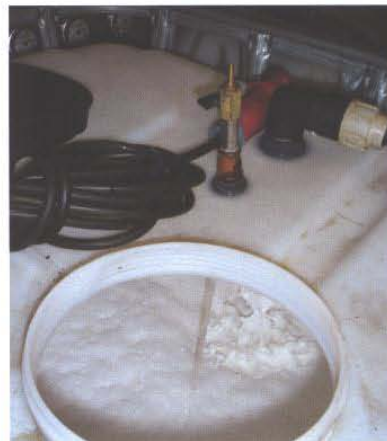
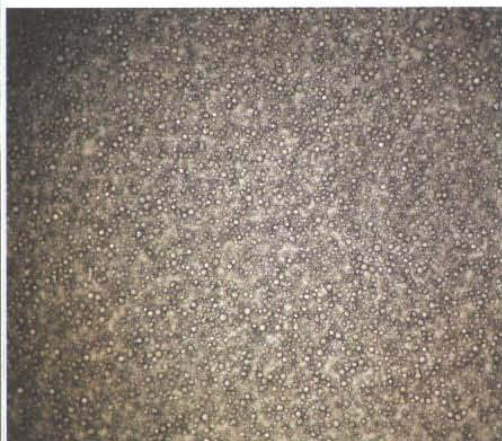


Soja stimuleert biologische afbraak chloorverbindingen



FOTO'S: HMVT

Bij een verontreinigd terrein in Haarlem zijn de bodemcondities voor de natuurlijk afbraak van chloorcomponenten sterk verbeterd na het injecteren van soja. De techniek is toepasbaar in de bron- en pluimzone.

ING. M.L.J. VAN DEN BRAND MSC / ING. F.J. PELS

Bij veel (voormalige) chemische wasserijen is de bodem verontreinigd met gechlorooreerde koolwaterstoffen. Door de lastige verspreiding en grote verontreinigingspluimen in het grondwater is sanering in deze situaties vaak een kostbare operatie. HMVT heeft een voor Nederland nieuwe bodemsaneringstechniek ontwikkeld, waarbij soja wordt gebruikt als voedingsstof voor stimulatie van biologische afbraak van gechlorooreerde koolwaterstoffen. De techniek heet ENNA: Enhanced Natural Attenuation.

Biologische afbraak

Bacteriën zijn in staat om gechlorooreerde koolwaterstoffen om te zetten in minder schadelij-

ke producten. Onder anaërobe omstandigheden gaat dit het beste. Hierbij wordt steeds een chlorideatoom van het product verwijderd. De afbraakroute is dan: tetrachlooretheen, trichlooretheen, cis 1,2-dichlooretheen, vinylchloride en vervolgens het onschadelijke etheen en uiteindelijk ethaan. De chloorverontreinigingen fungeren hierbij als elektronenacceptor. Voor hun energie en groei zijn de dechlorerende bacteriën aangewezen op andere koolstofbronnen. Van 'nature' wordt hiervoor organische koolstof gebruikt dat is opgelost in het grondwater.

Op de meeste locaties is er echter te weinig natuurlijke organische koolstof voorhanden om een goede dechlorering te bewerkstelligen. Om dit te verbeteren injecteerde men tot op heden vaak (prota)molasse of bijvoorbeeld methanol in de bodem. Deze voedingsstoffen worden echter snel verbruikt en spoelen ook makkelijk van de locatie weg. Omdat saneringen vaak meerdere jaren in beslag nemen, betekent dit dat continue injectie of meerdere injectierondes nodig zijn om het bodemmilieu blijvend van voldoende koolstofbron te voorzien.

Emulgeren

Het idee om soja als koolstofbron te gebruiken ontstond in de praktijk. Op sommige locaties is zowel sprake van verontreiniging met

Bereiden en injecteren van soja – met detail van de emulsie – op saneringslocatie 'Dellen Wuyts' in Zwolle.

gechlorooreerde koolwaterstoffen als met olieachtige producten (bijvoorbeeld diesel). In dergelijke gevallen blijkt dat op de plaats van de brandstofverontreiniging de natuurlijke afbraak van de chloorcomponenten vaak goed verloopt, terwijl bij de rest van de chloorverontreiniging de afbraak stopt. De diesel fungeert dan als koolstofbron. Ook is bekend dat oliebronverontreinigingen tientallen jaren stabiel op hun plek blijven. De koolstofbron zit als het ware gebonden aan de gronddeeltjes en geeft zijn voedingsstoffen slechts zeer geleidelijk af ('slow release'). Met de biologisch afbreekbare soja is een vergelijkbare voedingsbron gevonden. Door de gecontroleerde afgifte over meerdere jaren kan men met inbreng van soja volstaan met een eenmalige injectie.

De vraag was echter hoe de soja in de bodem te krijgen. Onder normale omstandigheden is het al erg lastig om schoon water in de bodem te infiltreren, laat staan soja. Om dit voor elkaar te krijgen is gezocht naar een geschikte emulgator om de soja in water te emulgeren. Deze emulsie kan dan in de bodem geperst worden.

De stabiliteit van de emulsie tijdens het injecteren en een zeer kleine druppelgrootte van de soja zijn hierbij belangrijk. De druppels mogen niet te groot zijn om geen problemen te vormen voor de microporiën in de bodem. Daarnaast is er gezocht naar een eenvoudige

In 't kort

PRAKTIJK

- ▶ Soja fungeert als stabiele koolstofbron en geeft voedingsstoffen geleidelijk af
- ▶ Stabiliteit van soja-emulsie en kleine druppelgrootte zijn van belang
- ▶ Eerste resultaten bij sanering in Zwolle en bij proefproject in Haarlem
- ▶ Voordelen van soja in vergelijking met gangbare koolstofbronnen

VOORDELEN

Vergeleken met gangbare koolstofbronnen heeft het injecteren met soja als voordelen:

- er wordt een fijne emulsie gemaakt – die nog het meeste lijkt op melk – die zich goed in de bodem laat injecteren tot grote diepte; de kleine deeltjes (2 tot 10 µm) verspreiden zich gemakkelijk tot in de bodemmatrix;
- het substraat komt geleidelijk in de tijd beschikbaar voor de biologie ('slow release');
- er wordt een grote hoeveelheid koolstofbron tegelijkertijd ingebracht, waardoor één injectie in beginsel voldoende is;
- het is relatief goedkoop;
- de verontreiniging wordt geïmmobiliseerd doordat de gechloreerde componenten veel beter oplossen in soja dan in water.

en betrouwbare mengtechniek die ook in het veld is toe te passen.

Het onderzoek richtte zich op het vinden van een betaalbare stabiele emulgator en het bereiken van zeer fijne sojadruppels. Hiervoor zijn labtesten en praktijkproeven uitgevoerd. In het laboratorium zijn de fijnste druppels gecreëerd met een homogenisator. Om grote hoeveelheden emulsie in het veld aan te maken is ontdekt dat met inzet van een speciale pomp eenzelfde druppelgrootte te bereiken is, kleiner dan 10 micrometer. De emulsie blijft over een periode van enkele dagen stabiel, lang genoeg om te kunnen verspreiden in de bodem.

Bron- en pluimzone

De techniek is toe te passen in zowel de bron als de pluimzone. Door ENNA te injecteren in de bron wordt de afbraak in de bron langdurig gestimuleerd (vijf tot tien jaar). De afbraaksnelheid van het substraat is afhankelijk van de 'flux' elektronenacceptoren (zuurstof, nitraat, sulfaat) die met het grondwater van bovenstrooms wordt aangevoerd.

Het is mogelijk het gehalte soja op te voeren, waardoor de doorlatendheid van de bodem bij de bronzone afneemt en het grondwater deels om de bron heen zal stromen. Daarnaast wordt de verontreiniging in theorie geïmmobiliseerd, doordat de verontreiniging beter oplost in soja dan in water. Gechloreerde verontreinigingen lossen circa 2.000 keer beter op in soja dan in grondwater. In theorie kan dit betekenen dat de grondwaterconcentraties na injectie al heel snel dalen. Bij een

proefproject in Haarlem lijkt zich een dergelijk immobilisatie-effect te hebben voorgedaan. Dit jaar volgt nader onderzoek naar dit effect.

Door de combinatie van biologische afbraak, verminderde doorspoeling en immobilisatie zal de fluxverontreiniging uit de bron direct al na injectie verminderen.

De techniek is ook te gebruiken als extensieve in-situ variant voor de pluim. Gezien het grote volume van de pluim is het aanpakken van de gehele pluim niet kosteneffectief meer. Daarom worden zogenaamde 'biobarriers' met ENNA gecreëerd: door een rij filters loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater te plaatsen worden de condities voor afbraak plaatselijk geoptimaliseerd. In de biobarriers breken de verontreinigingen vervolgens af.

Het systeem is redelijk passief. De verontreiniging moet vanzelf (zonder grondwateronttrekking) door de biobarriers stromen. Daarom wordt dit systeem gezien als een extensieve sanerings- of beheersvariant. Indien gewenst kan men het proces versnellen door een grondwateronttrekking.

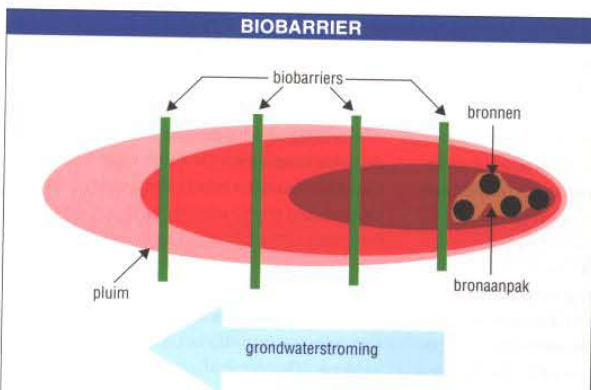
Praktijkresultaten

In de Verenigde Staten gebruikt men al enkele jaren soja als koolstofbron en heeft men veelbelovende resultaten bereikt. In Nederland is

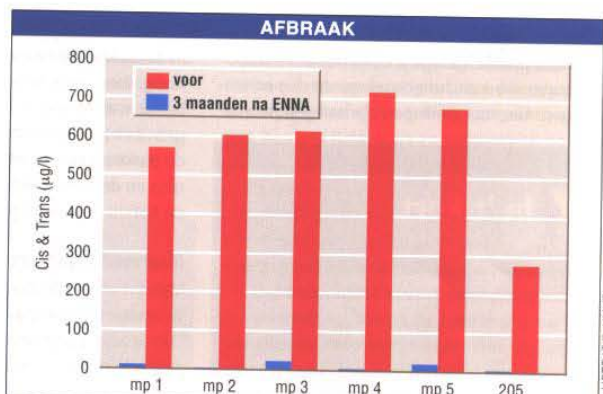
soja met succes geïnjecteerd op de saneringslocatie 'Dellen Wuyts' in Zwolle (www.bodemsanering-dellenwuyts.nl). De eerste resultaten duiden op een verbeterd afbraakmilieu: een verhoging van opgeloste organische koolstof en een toename van anaëroob bodemmilieu.

Daarnaast is ENNA medio 2005 toegepast bij een verontreiniging van een chemische wasserij in de binnenstad van Haarlem. Op deze locatie trad al enige afbraak op, deze stagneerde echter bij de vorming van cis 1,2-dichlooretheen. Direct achter de verontreinigingsbron is als proefproject een 'barrier' geïnjecteerd. Drie maanden na injectie van ENNA bleek bij een monitoring dat in en direct achter de barrier de redoxpotentiaal was gedaald (van circa 0 mV tot -150 à 200 mV). De concentraties koolstofbron waren toegenomen van circa 1 à 2 mg/l tot 500 à 700 mg/l. De bodemcondities voor anaëroobe afbraak van gechloreerde componenten zijn dus sterk verbeterd. De omzetting van cis 1,2-dichlooretheen naar vinylchloride en de onschadelijke afbraakproducten etheen en ethaan is ook goed op gang gekomen.

Marco van den Brand en Frank Pels zijn werkzaam bij HMVT in Ede.



Bij het saneren van de pluim kan men zogenaamde 'biobarriers' creëren: door hier te injecteren met soja worden de condities voor afbraak plaatselijk geoptimaliseerd.



Bij het saneren van de pluim kan men zogenaamde 'biobarriers' creëren: door hier te injecteren met soja worden de condities voor afbraak plaatselijk geoptimaliseerd.