

Elektroreclamatie in retro- en prospectief

Het idee dat het gebruik van elektriciteit zou kunnen wedijveren met de traditionele methodes van bodemsanering leek halverwege de jaren tachtig een onzinnige gedachte. Zeker in Nederland waar bodemsanering in die tijd synoniem was met afgraven, storten of verbranden van grond en het oppompen en zuiveren van vele honderdduizenden kubieke meters verontreinigd grondwater. Het waren de jaren van procesmatige grondreiniging en voor in-situ sanering was in Nederland, vooral als gevolg van het multifunctionaliteitprincipe nauwelijks een markt. Inmiddels is het tij gekeerd en staat in-situ sanering volop in de belangstelling en daarmee ook de technieken die daarbij worden toegepast. Eén daarvan is elektroreclamatie en de indruk wordt wel gewekt dat het een "emerging technology" zou zijn, een ontwikkeling van de laatste paar jaar. Niets is minder waar; een terug- en vooruitblik.

Korte historie

In tegenstelling tot Nederland was men in de Verenigde Staten al eerder met de ontwikkeling van in-situ technieken begonnen. Bodemluchtextractie werd al vanaf het begin van de jaren tachtig uitgevoerd. Kleiige gronden en zware metalen vormden bij saneringen echter een onoverkomelijk probleem en elektrokinetische technieken leken daarvoor een mogelijke oplossing te zijn. De geschiedenis leert dat al langer dan 70 jaar elektrokinetische technieken in de bodem worden toegepast. Tot aan de jaren tachtig was de belangstelling vooral gericht op het ontwateren en stabiliseren van kleien en het verwijderen van zout uit verzilte landbouwgronden. In de jaren tachtig vonden de eerste onderzoeken plaats, die erop waren gericht toxische ionen elektrochemisch uit de bodem te verwijderen¹. De elektrokinetische verschijnselen elektro-osmose en electromigratie werden in de VS en Europa door diverse groepen bestudeerd. De resultaten van deze eerste onderzoeken en veldexperimenten voldeden niet aan de verwachting. Oorzaken hiervoor waren o.a. het niet kunnen beheersen van de elektrochemische veranderingen rond de elektrodes. Daarnaast werd geen rekening gehouden met de kationuitwisselingscapaciteit van de "echte" grond in vergelijking met de modelsystemen zoals gebruikt bij de laboratoriumproeven. Verschillende onderzoekers in de VS richtten daarnaast hun aandacht vooral op het verschijnsel van elektro-osmose. Ook in dit geval werden niet de gewenste resultaten behaald. De doorbraak kwam in 1987. Door Lageman, Pool en Seffinga² werd

aangetoond, dat zware metalen door electromigratie uit de grond konden worden verwijderd. Hiertoe plaatsten zij de elektroden in een ionen-doorlatende behuizing en pompten daarin een conditionerende vloeistof rond. Het door hen eind 1987 opgerichte bedrijf Geokinetics voerde in 1989 in Loppersum als eerste bedrijf ter wereld een succesvolle commerciële in-situ sanering uit m.b.v. elektroreclamatie. Het betrof een locatie van een voormalig houtimpregneringsbedrijf waar de bodem was verontreinigd met arseen. Op uitnodiging van VROM werden de resultaten in 1989 gepresenteerd op de NATO-CCMS conferentie³ in Kopenhagen. Vanaf dat moment nam de belangstelling voor de technologie wereldwijd zeer sterk toe. In 1995 werd Geokinetics International opgericht in Berkeley, Californië. In Nederland ging Geokinetics in 1995 verder onder de naam van A. Hak Milieutechniek/Geokinetics. Anno 2000 worden de elektroreclamatie projecten en overige saneringen en milieukundige activiteiten in Nederland uitgevoerd door Hak Milieutechniek b.v.

Onderzoek en ontwikkeling

Ondanks de nog steeds minder gunstige markt voor in-situ saneringen in Nederland gedurende de eerste helft van de jaren negentig zijn onderzoek en ontwikkeling op dit gebied doorgegaan. Na 1992 werd de aandacht vooral gericht op toepassingsmogelijkheden van elektroreclamatie voor de verwijdering van organische verontreinigingen. Aan deze verandering lag een aantal oorzaken ten grondslag: 1. Bodemverontreiniging met zware metalen werd als een minder urgent probleem beschouwd. 2. Grondwatersaneringen verliepen minder succesvol dan berekend en moesten in veel gevallen worden bijgesteld naar een

tiental dan wel naar vele tientallen jaren. 3. Tijdens de in-situ saneringen van met zware metalen verontreinigde bodems was gebleken dat ook de concentraties van andere verontreinigingen afnamen.

In de periode 1990 tot 1996 is dan ook een groot aantal concepten ontwikkeld en getest voor mogelijke toepassingen van op elektrische stroom gebaseerde technieken⁴. Hieronder volgt een greep uit het R & D-programma van die tijd:

- Onderzoek naar de mogelijkheden van elektrokinetische afscherming van een met zink verontreinigde grondwaterpluim tot een diepte van 80 m –mv;
- Laboratoriumonderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van diëlektroforese voor het verwijderen van polaire en apolaire toxische organische verbindingen zoals aromaten, PAK, PCB, pesticiden, fenolen e.d.;
- Onderzoek naar de mogelijkheden om biodegradatie te bevorderen met behulp van elektrokinetische technieken door o.a. het gedrag van micro-organismen te bepalen onder invloed van een elektrisch veld en na te gaan in hoeverre nutriënten elektrokinetisch door de bodem kunnen worden verplaatst;
- Onderzoek naar de mogelijkheid van elektrokinetisch reinigen van baggerspecie en zuiveringsslib;
- Onderzoek en grootschalige veldproeven naar de toepassing van elektrische opwarming in combinatie met bodemluchtextractie, grondwateronttrekking en nutriënteninjectie voor de in-situ verwijdering van organische verontreinigingen als minerale olie en gechlloreerde koolwaterstoffen;
- Grootschalige veldproef (50 ton) met grond verontreinigd met TNT, DNT en organisch arseen;
- Grootschalige veldproef (150 ton) met grond verontreinigd met cyanide en PAK;

Stand van zaken

Vanaf 1994 is de toepassing van elektroreclamatie voor in-situ sanering van organische verontreinigingen als bijvoorbeeld diesel, benzine, huisbrandolie en oplosmiddelen als per en tri geoperationaliseerd. Het “elektro” gedeelte van de sanering heeft in dit geval betrekking op het opwarmen van de ondergrond, het zogeheten Joule-effect dat optreedt als er een elektrische stroom doorheen wordt geleid. Door de verhoogde temperatuur worden de verontreinigingen mobiel. In combinatie met andere in-situ technieken als bodemluchtextractie en

grondwateronttrekking worden zij vervolgens in gas- damp- of vloeibare vorm uit de bodem gehaald. Een verhoogde temperatuur heeft ook een gunstig effect op de microbiologische activiteit in de bodem. Ook bij temperaturen van 70 °C is nog sprake van microbiologisch leven. Door de micro-organismen tevens te voorzien van voedingsstoffen, elektronendonoren en zuurstof wordt de biologische afbraak nogmaals versneld. Het lag dan ook voor de hand deze wijze van bodemsanering elektrobioreclamatie te noemen.

Elektrobioreclamatie kon dan ook in 1996 naadloos worden ingepast in het nieuwe pragmatische saneringsbeleid, waarin het rigide beginsel *alles moet schoon tot een fictieve A(chtergrond)-waarde* werd vervangen door een aanzienlijk genuanceerdere opstelling: wat is het gebruiksdoel van de verontreinigde locatie, wat is haalbaar en wat zijn de risico's indien nog een restverontreiniging overblijft. In de afgelopen vier jaren zijn dan ook twaalf elektrobioreclamatie projecten uitgevoerd en afgerond, terwijl nog zeven projecten in uitvoering zijn. Het zijn voor het merendeel projecten die als ernstige gevallen van bodemverontreiniging worden gekarakteriseerd. Het betreft verontreinigingen die zich geheel of gedeeltelijk onder bebouwing bevinden, in woonwijken, op grote diepte en/of in slechtdoorlatende afzettingen als klei en veen. Het zijn verontreinigingen als diesel-, huisbrand- en stookolie, benzine, PAK, per en tri en hun afbraakproducten.

Daarnaast speelt elektrobioreclamatie een belangrijke rol bij het heden ten dage zeer populaire “natural attenuation” of extensieve sanering, waarbij zoveel mogelijk aan de microbiologische afbraakprocessen wordt overgelaten. Deze manier van saneren kent zijn beperkingen vooral daar, waar hoge concentraties van verontreinigingen of puur product voorkomen. Met elektroreclamatie kunnen deze “hotspots” via een intensieve saneringfase worden



Horst: Elektrobioreclamatie van voormalig olieoverslagbedrijf annex tankstation

aangepakt en worden optimale omstandigheden geschapen voor een daaropvolgende extensieve bioreclamatie. In Horst is gedurende de intensieve fase tot 7m diepte bij een voormalige olieopslag en tankstation 21 m³ pure olie verwijderd. In Maasdam vond in 1993 een calamiteit met een ondergrondse benzineleiding plaats, waarbij naar schatting 50 m³ benzine vrijkwam. In 1998 en 1999 is hier een bodemvolume van 11500 m³ binnen 74 weken gesaneerd. In Nieuwpoort is een sanering gaande onder een historisch pand en een woonwijk op de locatie van een voormalige zilverfabriek. Hier was onzorgvuldig met ontvettingsmiddelen als per en tri omgegaan. Inmiddels is (plaatselijk tot 14 m diep) al ruim 40 kg VOCl verwijderd. In de woongemeenschap de Heygraeff in Woudenberg is gedurende een intensieve fase van 13 maanden ruim 7800 liter huisbrandolie verwijderd van de oorspronkelijke 9000 liter die was weggelekt. Gedurende een aansluitende extensieve fase van 19 maanden is nog eens 1000 liter huisbrandolie door biodegradatie uit de bodem verdwenen. In Assen wordt elektro(bio)reclamatie toegepast om een restverontreiniging van per en tri op een diepte van 8m te verwijderen. In Dordrecht is een sanering geheel in pandig uitgevoerd. Qua omvang vallen vier van deze 19 projecten in de categorie één tot bijna drie miljoen gulden.

Vooruitblik

Voor het komende decennium is hernieuwde interesse getoond in het gebruik van elektro(bio)reclamatie voor in-situ sanering van voormalige gasfabrieksterreinen. Ook het concept van elektrokinetische schermen aan de randen van verontreinigde grondwaterpluimen mag zich in een toenemende belangstelling verheugen. Behalve als ondergronds scherm voor het opvangen van zware metalen kunnen met dergelijke schermen ook nutriënten en/of elektronendonoren door hun elektrische lading homogeen binnen een relatief nauwe zone worden verspreid. Binnen deze zone wordt het

met organische verbindingen verontreinigde grondwater gereinigd door elektrokinetisch gestimuleerde natuurlijke afbraak. Kenmerkend voor deze aanpak is dat geen honderdduizenden kubieke meters grondwater worden opgepompt en dat het grondwaterstromingsregime niet wordt beïnvloed. Een proefproject voor een elektrokinetisch bioscherm zal in de loop van 2000 starten. De energie voor dit soort schermen kan in bepaalde gevallen worden geleverd door windmolens of zonnecellen.

Nawoord

Aan het begin van het nieuwe millennium kan worden geconstateerd dat elektroreclamatie zich heeft ontwikkeld tot een volwassen en veelzijdige in-situ saneringstechnologie voor zowel anorganische alsook organische verontreinigingen. De ontwikkeling en aanpak zijn vanaf het begin op de praktijk gericht geweest. Samen met het geloof in de doelmatigheid en functionaliteit van in-situ sanering heeft dit er toe geleid dat anno 2000 elektro(bio)reclamatie een vooraanstaande rol speelt bij in-situ saneringen in Nederland.

Literatuur

1. **Agard, J.B.R., 1981**
A study of electroreclamation and its applications to the removal of toxic metals from contaminated soils. M.Sc thesis. Univ. of Manchester.
2. **Lageman, R., W. Pool en G.A. Seffinga, 1988**
Electro-Reclamatie, een nieuwe techniek voor in-situ reiniging. Land Water en Milieutechniek (mei).
3. **Lageman, R., 1989**
NATO/CCMS Pilot Study: Demonstration of Remedial Action Technologies for Contaminated Land and Groundwater, Theory & Practice of Electro-Reclamation, Copenhagen.
4. **Lageman, R., W. Pool en R.L. Clarke, 1997**
The use of electro-reclamation for removal of toxic inorganic and organic contaminants from soil and groundwater. Electrosynthesis Corp, Clearwater Beach, Florida.