

GEHALTE IN DE BODEM BLIJFT ONDER STREEFWAARDE

Beperkte uitloging arseen bij ondergronds beluchten

Hydron Zuid-Holland past ondergronds beluchten toe, een zeer extensieve vorm van ondergronds ontijzeren die tot doel heeft om de zuiveringsprocessen te verbeteren. Hoewel al decennia bekend is, dat de bodem zelfs bij intensieve toepassingen niet verstopt raakt door ijzerafzetting bestaat de angst dat de bodem vervuild kan raken door ophoping van toxische sporenelementen (zoals arseen en nikkel) in de afgezette ijzerhydroxiden. Een winput waar ondergrondse beluchting werd toegepast, werd uitgebreid bemonsterd. De gegevens werden gemodelleerd door dr C. Appelo, hydrochemisch adviseur in Amsterdam. Uit deze studie blijkt, dat de sporenelementen aanvankelijk tegen de verwachting in juist uit de bodem uitlogen. Op de langere termijn (50 jaar) blijkt het arseengehalte in de bodem van de onderzochte locatie, weliswaar iets toe te nemen, maar ruimschoots onder de streefwaarden te blijven.

Het Drinkwaterbedrijf Hydron Zuid-Holland wint grondwater en oeverfiltraat. Op enkele zuiveringsstations wordt het zuiveringsproces bemoeilijkt omdat het opgepompte water, naast mangaan, enkele tot een tiental mg/l methaan, ijzer en ammonium bevat. Bij deze zuiveringsstations wordt periodiek een beperkte hoeveelheid reinwater ingebracht in het watervoerende pakket om het zuiveringsproces te verbeteren. Hier toe wordt een bron alternerend als infiltratie- en als winput gebruikt.

Deze techniek lijkt op ondergronds ontijzeren, maar is veel minder intensief en wordt aangeduid met ondergronds beluchten. Waar ondergronds ontijzeren de volledige verwijdering van ijzer (en mangaan) in de bodem tot doel heeft, geldt dit uitgangspunt niet voor ondergronds beluchten. Door een beperkte inbreng van zuurstofhoudend water in een klein deel van de totale winning blijven slechts enkele percenten van het in het grondwater opgeloste ijzer in de bodem achter. Toch leidt deze techniek tot een spectaculaire verbetering van het bovengrondse filtratieproces. Naar de achtergronden en het mechanisme dat de verbetering teweegbrengt loopt momenteel een promotieonderzoek op de universiteit van Wageningen.

Ondanks de relatief geringe hoeveelheid afgezette ijzerhydroxiden in de bodem bestond er bij zowel Hydron als de provincie Zuid-Holland (als toezichthouder en vergunningverlener) de angst, dat de techniek van ondergronds beluchten zou leiden tot ophoping van sporenelementen, met name

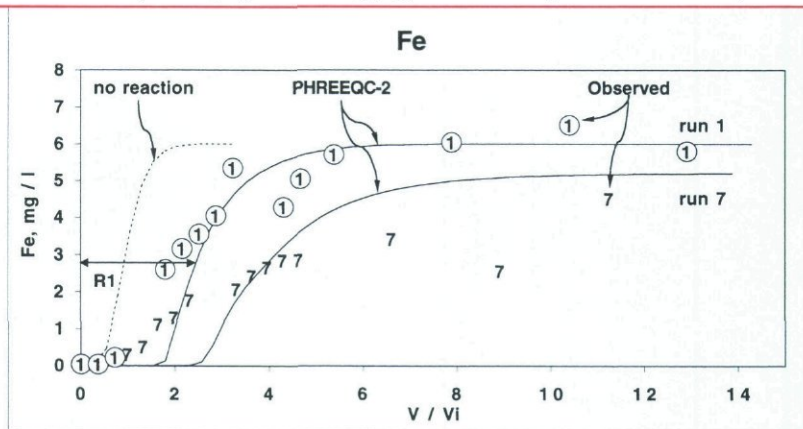
kunnen sterk adsorberen aan ijzerhydroxiden.

Om deze mogelijke consequenties te onderzoeken is Hydron in 1998 een praktijkproef met ondergronds beluchten gestart in het winveld Schuwacht van zuiveringsstation Lekkerkerk in Krimpen aan de Lek. Hierbij is zowel het onttrokken water als de bodem gedurende een langere periode bemonsterd.

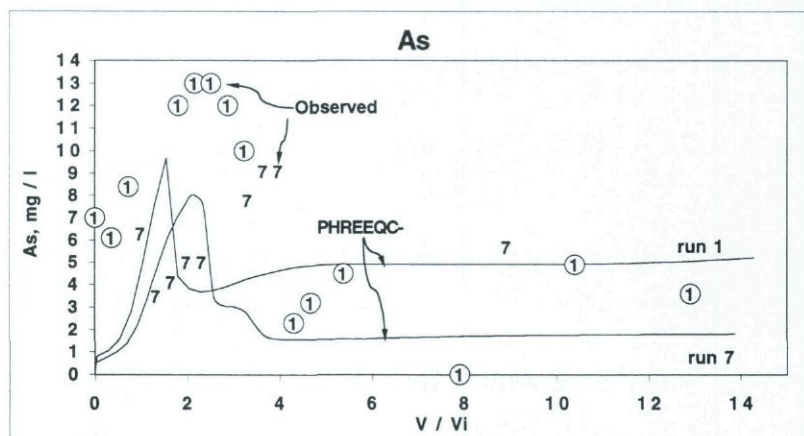
De gegevens werden gemodelleerd met behulp van het geohydrochemisch model PHREEQC-2 dat transport-, oxidatie-, en sorptieprocessen in de bodem kan simuleren. Het model berekent de opgepompte waterkwaliteit op basis van de in de bodem vastgelegde, omgezette of uitgeloopte hoeveelheden stoffen. Het doel van de modellering was in eerste instantie een voorspelling te doen van de bodemafzetting op korte (twee jaar) en lange termijn (50 jaar) van ondergronds beluchten, en van de veranderingen die zouden optreden als de toepassing werd beëindigd. Voor de calibratie is gebruik gemaakt van de wateranalyses gedu-

arseen en nikkel in de bodem nabij de infiltratie- en winput. Deze sporenelementen

Afb. 1: Gemeten (nummers) en gemodelleerde (lijn) ijzerconcentraties tijdens eerste en zevende infiltratiereeks.



Afb. 2: Gemeten en gemodelleerde arseenconcentraties.



rende de eerste zeven infiltratie- en onttrekkingcycli. PHREEQC kon redelijk tot zeer succesvol voor een aantal componenten (methaan, ammonium, mangaan, ijzer en fosfaat) worden gekalibreerd. In afbeelding 1 is deze simulatie voor ijzer weergegeven.

De sporenelementen, met name arseen, toonden een gecompliceerder patroon. Voor deze componenten simuleerde het model de eerste dagen na het begin van de onttrekking een lagere piek in het opgepompte water dan in het veld gemeten werd. Dit betekent, dat er in het model meer adsorptie van arseen in de bodem plaatsvond, dan uit de veldgegevens volgde.

Mogelijk worden gedurende deze beginfase meer aan colloïdale deeltjes ijzerhydroxide geadsorbeerd arseen opgepompt. Een andere verklaring is ook mogelijk. Door competitie met onder meer fosfaat bij de adsorptie wordt minder arseen vastgelegd.

Om meer inzicht in deze discrepantie tussen meet- en modelgegevens te krijgen is een modelmatige gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op de interactie tussen verschillende grondwatercomponenten. Waar arseen in een gereduceerde omgeving, zoals het oorspronkelijke grondwater, hoofdzakelijk als

driewaardig arseniet voorkomt, neemt de geoxideerde vorm, vijfwaardig arsenaat, de overhand in een meer geoxideerde omgeving, zoals optreedt bij ondergronds beluchten. Het blijkt dat arseen, met name in de geoxideerde vorm, zeer gevoelig is voor competitie met andere grondwatercomponenten.

In de tabel staan de distributiecoëfficiënten voor beide vormen van arseen, in af- en aanwezigheid van opgelost ijzer, fosfaat en bicarbonaat in het grondwater. De distributiecoëfficiënt is gedefinieerd als de verhouding tussen geadsorbeerd arseen (in mmol As per mmol ijzerhydroxide bij 1 mmol ijzerhydroxide/l) en opgelost arseen in het

grondwater (uitgedrukt in mmol/l).

Fosfaat, bicarbonaat en ijzerconcentratie in het lokale grondwater van Schuwacht maken dat de adsorptie van As(V) geringer wordt dan van As(III). Voor deze specifieke toepassing van ondergronds beluchten betekent dit aanvankelijk een uitloging van arseen uit de bodem.

Een uitgebreide samenvatting van het verrichte onderzoek met achterliggende theorie en alle resultaten zal als hoofdstuk opgenomen worden in de Kluwer-uitgave 'Arsenic in ground water: occurrence and geochemistry' (Alan Welch and Kenneth Stollenwerf) die dit najaar uitkomt. ■

Tabel 1: Distributiecoëfficiënten voor arseen (mol geadsorbeerd aan 1 mmol ijzerhydroxide/l) per As (mol/l opgelost in het grondwater) bij 1 mmol ijzerhydroxide/l in de bodem voor het grondwater Schuwacht.

	As(III)	As(V)
Fe, Alk, PO ₄ , alle 0 mg/l	22	211
6 mg Fe/l*	18	234
3,16 mg PO ₄ /l*	6	2
308 mg HCO ₃ /l*	6	36
Fe, Alk, PO ₄ , alle bij grondwaterconcentraties*	4	1
geïnjecteerd water*	12	53

* concentraties zoals aanwezig in het grond- en injectiewater van winveld Schuwacht