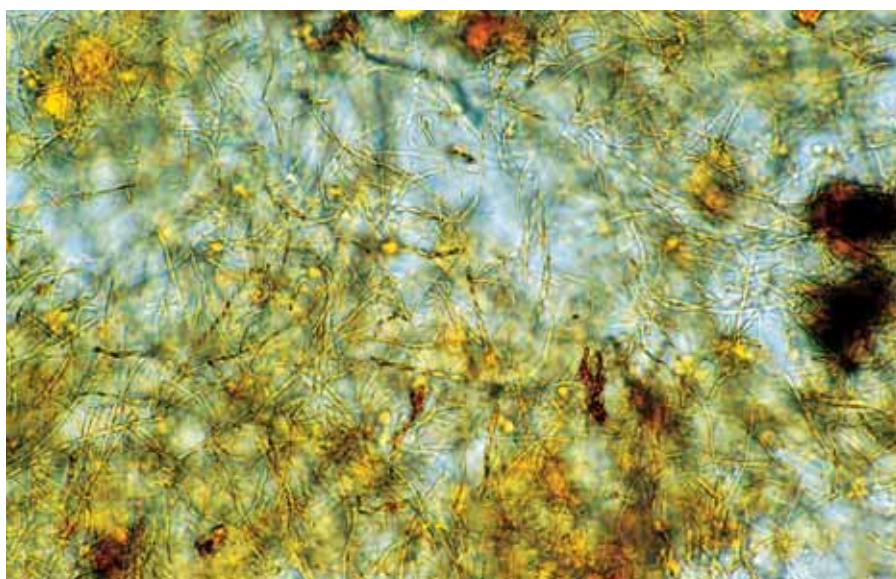


Biologische ontijzering aantrekkelijk voor grondwaterwinningen met twee filtratiestappen

Nederlandse waterbedrijven verwijderen ijzer voornamelijk fysisch-chemisch, via flocculente of adsorptieve ontijzering. Biologische ontijzering kan een hogere ijzerbelasting en filtratiesnelheid aan, waardoor tot meer dan de helft aan filteroppervlak kan worden bespaard. Bovendien zijn lange filterlooptijden mogelijk en ligt het spoelwaterverbruik vaak 90 procent lager. De techniek tolereert variaties van meer dan 50 procent in ijzerconcentratie en filtratiesnelheid. Wel is een extra beluchting nodig om aan de wettelijk vereiste twee milligram per liter zuurstof te voldoen, want biologische ontijzering vindt bij lage zuurstofconcentraties plaats. Daardoor worden ammonium en mangaan nauwelijks verwijderd. Hiervoor is een tweede filtratiestap nodig. Op grondwaterwinningen waar al twee filtratiestappen in gebruik zijn, kan biologische ontijzering grote voordelen bieden.



De bacteriesoort *Gallionella Ferruginea* (foto: Eleanor Robbins).

In Nederland wordt voor de verwijdering van ijzer uit grondwater meestal gebruik gemaakt van beluchting gevolgd door zandfiltratie. Hierbij wordt het ijzer snel geoxideerd en als vlok in het snelfilter afgevangen (flocculente ontijzering). In droogfilters is vanwege het ontbreken van bovenwater slechts een korte tijd beschikbaar voor de oxidatie van het ijzer. Vermoed wordt dat daardoor ook adsorptieve ontijzering optreedt in droogfilters.

Vorming van ijzervlokken vereist voldoende lange contacttijd en voldoende zuurstof; per milligram ijzer is 0,14 milligram zuurstof nodig voor de oxidatie. Om snelle vlokvorming te realiseren, wordt naar een pH van 7,5 of hoger gestreefd. Om doorslag van ijzervlokken te voorkomen, wordt een relatief lage filtratiesnelheid aangehouden en is bij voorkeur een fijne korrelfractie nodig. Vlak na een spoeling of na een herstart van een filter treedt doorslag van ijzer op.

Bij adsorptieve ontijzering vindt adsorptie van tweewaardig ijzer aan het filtermateriaal plaats. Het ijzer oxideert vervolgens tot ijzer(hydr)oxiden; dit is een cruciale stap omdat hierbij een nieuwe laag wordt gevormd waarop ijzer kan worden geadsorbeerd¹⁾. Om ontijzering door vlokvorming te voorkomen, vindt dit proces plaats bij lage zuurstof-

concentraties. Er kan zelfs gekozen worden voor bedrijfsvoering met zuurstofloos water, waarbij het filter periodiek met zuurstofrijk water wordt gespoeld²⁾. De optimale pH voor adsorptieve ontijzering ligt tussen 6 en 7, en het proces kan worden bedreven met hoge filtratiesnelheden door de snelle en sterke hechting van tweewaardig ijzer aan het filtermateriaal¹⁾. Nadelen van deze methode zijn dat alle ijzer als aangroei op het filtermateriaal in het filter achterblijft. Bij de lage zuurstofconcentratie zal geen significante nitrificatie en mangaanverwijdering plaatsvinden, zodat bij biologische ontijzering in aanwezigheid van ammonium en/of mangaan een aanvullende beluchting en filtratiestap nodig zijn.

De bacteriesoort *Gallionella ferruginea* is vaak dominant bij biologische ontijzering.

De bacteriesoort is aerob, maar kan zich vooral goed handhaven onder condities met zeer weinig zuurstof³⁾. Om daarnaast ook flocculente ontijzering te voorkomen, wordt dit proces bewust bedreven bij lage zuurstofconcentraties. *Gallionella ferruginea* heeft een groeioptimum bij temperaturen onder de 20°C en heeft tweewaardig ijzer nodig voor de stofwisseling. De optimale pH ligt tussen 6 en 7. Er wordt een beperkte filterspoeling gehanteerd. Deze is voldoende voor de verwijdering van het gevormde ijzerslib, terwijl uitspoeling van *Gallionella ferruginea* zo veel mogelijk wordt voorkomen⁴⁾. *Gallionella ferruginea* is gevoelig voor het toxische zwavelwaterstof⁵⁾.

De condities waaronder biologische ontijzering plaatsvindt, zijn sterk vergelijkbaar met die voor adsorptieve ontijzering. Waarschijnlijk zullen beide fenomenen in de praktijk tegelijkertijd optreden. Aanvullend onderzoek is nodig om vast te stellen wat het overheersende verwijderingsproces is.

Ervaringen

Voornamelijk in België en Frankrijk zijn verschillende ervaringen met biologische ontijzering. Onlangs werden de eerste ervaringen in Nederland opgedaan. Waterleidingmaatschappij Drenthe en Waterlaboratorium Noord voerden proeven uit.

Bij de zuiveringsinstallatie te Lomé (Frankrijk) wordt water behandeld met relatief lage ijzerconcentratie in het influent⁵⁾ (zie tabel 1). Voor de opstart van biologische ontijzering is het filterbed eerst geënt met *Gallionella ferruginea*. Binnen 24 uur na enten is de ontijzering volledig en kan het filter in bedrijf gezet worden. Een filtratiesnelheid van 23 meter per uur wordt aangehouden, waarbij de looptijd meer dan 48 uur bedraagt. Het

Tabel 1: Overzicht van verschillende ervaringen met biologische ontijzering.

	ingaaende ijzerconcentratie (mg/l)	filtratiesnelheid (m/h)	pH	belasting (kg/m ²)	spoelwater (%)
Lomé (Frankrijk)	1	23	6-6,5	-	0,2
Lommel (België)	13-26	7-17	6-6,5	4-8	<0,3
Balen (België)	12	16	6,4	10-15	<0,3
Dalen (WMD)				7,5-8	0,4

spoelwaterverlies is slechts 0,2 procent en het uitgespoelde slib kan goed ontwaterd worden.

Ervaringen in Lommel (België) bevestigen dat een beperkte spoeling effectief is om afgevangen ijzer te verwijderen, zonder dat het bacteriebestand wordt uitgespoeld⁴⁾. De gehanteerde spoelprocedure bestaat uit een korte luchtspoeling, gevolgd door twee minuten waterspoeling met 60 meter per uur. Tijdens een looptijd is vier tot acht kilo ijzer met m² filteroppervlak verwijderd. Bij reguliere snelfilters worden filters al gespoeld bij een ijzerbelasting van ongeveer één tot drie kilo per m² filteroppervlak²⁾.

Bij pompstation Balen (België) wordt ruwwater met hoge ijzerconcentratie behandeld (13 à 26 mg/l). Desondanks is de filtratiesnelheid hoog (zie tabel 1) en worden looptijden tot 52 uur behaald. De zuurstof-toevoer aan het ruwe water is variabel en hangt af van de ijzerconcentratie. Gestreefd wordt naar een zuurstofconcentratie van 0,5 à 1 mg/l in het filtereffluent. Proefonderzoek in Dalen (Waterleidingmaatschappij Drenthe) bevestigt dat ruw water met een ijzerconcentratie rond 12 mg/l effectief kan worden behandeld, waarbij vergelijkbare resultaten zijn behaald als bij pompstation Balen in België. Tijdens het proefinstallatie-onderzoek zijn de grenzen voor wat betreft filtratiesnelheid en spoelwaterverlies echter nog niet opgezocht.

Ervaringen in Balen geven aan dat variaties in ijzerconcentratie tussen tien en 26 mg/l geen nadelig effect gaven ten aanzien van de ijzerverwijdering. Variaties in filtratiesnelheid tussen zeven en 17 meter per uur gaven ook geen significante variatie in ontijzering. Testen in de proefinstallatie in Dalen, met een stilstand van enkele uren tot meer dan 24 uur, hadden geen effect op het zuiveringsproces. De ervaringen geven aan dat biologische ontijzering een zeer robuust proces is ten aanzien van procesvariaties. Desondanks worden de huidige installaties zo constant mogelijk bedreven.

Voordelen

Belangrijke voordelen van biologische ontijzering ten opzichte van flocculente ontijzering zijn:

- Voor het bereiken van dezelfde waterkwaliteit kan een grover filtermateriaal worden gebruikt, waardoor men langere looptijden kan bereiken;
- Vaak wordt biologische ontijzering in drukfilters uitgevoerd, waarbij hoge bedweerstand (tot 9 mWk) worden

gehanteerd. De looptijden kunnen hierdoor langer worden gekozen;

- Hoge filtratiesnelheden kunnen worden toegepast, waardoor een kleiner filteroppervlak nodig is;
- Het spoelwaterverbruik is beperkt, omdat een korte spoelprocedure voldoet en de bergingscapaciteit voor ijzer groot is;
- Het uitgespoelde ijzerslib ontwaterd beter, zodat de slibbehandeling goedkoper is.

Consequenties

Voor drie pompstations is nagegaan wat de consequenties kunnen zijn van het vervangen van de bestaande, flocculente ontijzering door biologische ontijzering: Macharen, Noordbargeres en Spannenburg, waar de ijzerconcentratie relatief hoog is. De in de tabel opgenomen gegevens zijn ontleend aan het rapport BTO 2006.074²⁾. De volgende aannames zijn gedaan met betrekking tot biologische ontijzering op deze locaties:

- Een ontijzering van 8 kilo ijzer per m² filterbed;
- Bij bedrijfsvoering een filtratiesnelheid van tien meter per uur hanteren (Macharen: 14 meter per uur);
- Het spoelprogramma bestaat uit 30 seconden lucht en twee minuten water, met een spoelsnelheid van 60 meter per uur.

Bij de genoemde aannames blijkt dat een besparing op het spoelwaterverbruik van 90 procent mogelijk is en dat bij de pompstations Noordbargeres en Spannenburg het benodigde filteroppervlak van de voorfilters met respectievelijk 40 en 55 procent kan worden gereduceerd.

Als de beluchting gereduceerd wordt om biologische ontijzering te promoten, kan het influent van de filters nog steeds methaan bevatten. Om ongunstige effecten van methaan te voorkomen, kan gekozen worden om over te gaan op vacuumontgassing voorafgaand aan de biologische ontijzering. Een alternatief kan zijn om te kiezen voor adsorptieve ontijzering, met volledig anaerobe bedrijfsvoering en periodieke zuurstofrijke spoeling. Eventueel nadelige effecten van sulfide zullen met proefonderzoek moeten worden vastgesteld.

Consequentie van biologische ontijzering is dat het filtermateriaal significant aangroeit. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door het parallel optreden van biologische- en adsorptieve ontijzering. Met aanvullend onderzoek naar de procescondities

waaronder deze beide mechanismen optreden, kan de aangroei mogelijk worden beperkt. Het aangegroeide filtermateriaal kan echter een nuttige bestemming krijgen, bijvoorbeeld voor verwijdering van arseen en/of sulfide.

Conclusie

Biologische ontijzering heeft grote voordelen ten opzichte van flocculente ontijzering op locaties waar voor- en nafilts worden toegepast. Biologische ontijzering leidt tot hogere filtratiesnelheden en hiermee lager filteroppervlak, langere filterlooptijden, minder spoelwaterverlies en eenvoudiger te ontwateren slib.

Biologische ontijzering lijkt uitermate geschikt in situaties met wisselende procescondities en/of ijzerconcentraties. De techniek biedt perspectieven voor nieuw te bouwen grondwaterzuiveringen, maar ook voor bestaande locaties kan ombouw naar biologische ontijzering aantrekkelijk zijn, zeker wanneer de voorfiltratie in ketels wordt uitgevoerd. De zuurstofregeling in gesloten ketels is namelijk eenvoudiger te realiseren dan met open filters. Voor locaties waar op basis van de watersamenstelling slechts één filterstap nodig is, is biologische ontijzering slechts aantrekkelijk wanneer geen ammonium en mangaanverwijdering nodig is. Inzet van de nafilts voor ammoniumverwijdering kan leiden tot hogere concentraties biomassa in het filtereffluent. Nagegaan moet worden of een aanvullende zuiveringsstap noodzakelijk is om de biologische stabiliteit van het reinwater te zeker te stellen.

Over de effecten van methaan en sulfide in het ruwe water is nog onvoldoende bekend. Om de haalbaarheid van biologische ontijzering onder deze omstandigheden vast te stellen, is aanvullend onderzoek op boven- genoemde punten noodzakelijk.

David de Ridder (TU Delft)
Jantine Bruins (Waterlaboratorium Noord)
Koen Huisman (Pidpa)
Joost Kappelhof (Kiwa Water Research)

Voor reacties op of vragen over dit artikel kunt u contact opnemen met Anneke Abrahamse van Kiwa Water Research.

NOTEN

- 1) Sharma S. (2001). Adsorptive iron removal from groundwater. Dissertatie Landbouwuniversiteit Wageningen / IHE Delft.
- 2) Van Bennekom C., D. de Ridder en J. Kappelhof (2006). Biologische ontijzering: een literatuurscreening. Kiwa Water Research. BTO-rapport 2006.072.
- 3) Bruins J. (1998). GWG bedrijfsonderzoek grondwaterzuivering en drinkwaterdistributie. Intern rapport gemeentelijk waterleidingbedrijf Groningen. Rapport WB98-2.
- 4) Cromphout J. (1993). Design and operation of a 24000 m³/day groundwater production plant based on bacterial iron removal. European filtration congress.
- 5) Mouchet P. (1992). From conventional to biological removal of iron and manganese in France. Journal AWWA, jaargang 82, nr. 4, pag. 158-167.

Tabel 2: Effecten biologische ontijzering bij pompstations Macharen, Noordbargeres en Spannenburg.

	Macharen		Noordbargeres		Spannenburg	
	conventioneel	biologisch	conventioneel	biologisch	conventioneel	biologisch
ingående ijzerconcentratie (mg/l)	11,3	11,3	14,9	14,9	11	11
filtratiesnelheid (m/h)	14	14	6	10	4,5	10
looptijd (h)	16	50	16	54	48	72
ijzerverwijdering (kg/m ² /looptijd)	2,5	8,0	1,4	8,0	2,4	8,0
spoelwaterverlies (%)	2,3	0,3	4,3	0,4	2,9	0,3
oppervlaktereductie (%)	0	0	0	40	0	55