

Verwijderen van aluminium uit grondwater te Epe

Inleiding

Het gemengde ruwe grondwater van pompstation Epe van de Waterleiding Maatschappij Gelderland (WMG) bevat, afhankelijk van de putschakeling, 50-200 µg/l aluminium. Voor aluminium in drinkwater geeft het Waterleiding-besluit een maximaal toegestane concentratie (MTC-waarde) van 200 µg/l. Bij overschrijding van een gehalte van 30 µg/l dient de Inspectie voor de Volksgezondheid te worden ingelicht, omdat dan bijzondere maatregelen nodig zijn voor thuisdialyse van nietpatiënten.



G. K. REIJNEN
KIWA NV



A. KOSTENSE
NV Waterleiding Maatschappij
Gelderland



J. VERDOUW
KIWA NV

WMG streeft er naar het aluminium zo volledig mogelijk te verwijderen, doch in elk geval tot een restgehalte lager dan 30 µg/l. Door het doseren van kalk, de enige waterbehandeling welke momenteel wordt toegepast, wordt dit doel niet bereikt. KIWA en WMG hebben daarom met een proeffilter onderzocht of de toch reeds geplande filtratie over gebroken kalksteen, voor het ontzuren ontijzeren en ontmanganen van het grondwater, tevens effectief is voor het verwijderen van aluminium.

TABEL I – Gemiddelde waarden van enkele parameters voor de samenstelling van het ruwe grondwater en drinkwater in 1989.

Parameter		Grondwater	Drinkwater
K ₂₀	(mS/m)	10,1	15,4
pH		6,5	8,0
Fe	(mg/l)	0,03	0,04
Mn	(mg/l)	0,02	0,02
O ₂	(mg/l)	4,2	4,7
HCO ₃ ⁻	(mg/l)	23	67
Ca ²⁺	(mg/l)	7,9	21,8
KMnO ₄	(mg/l)	0,3	0,2
NH ₄ ⁺	(mg/l)	0,03	< 0,02
NO ₃ ⁻	(mg/l)	2,4	2,3
SO ₄ ²⁻	(mg/l)	10	10

K₂₀ = specifiek geleidingsvermogen

Samenvatting

Het gemengde ruwe grondwater van pompstation Epe van de Waterleiding Maatschappij Gelderland (WMG) bevatte in 1989 50-200 µg/l aluminium. WMG en KIWA hebben met een proeffilter onderzocht of het ontzuren, ontijzeren en ontmanganen van dit water door filtratie over gebroken kalksteen tevens effectief is voor het verwijderen van aluminium. Dit blijkt inderdaad het geval te zijn. Een restgehalte aluminium < 30 µg/l is te bereiken. De korrelgrootte van de kalksteen is een belangrijke factor. De beste resultaten werden verkregen met de kalksteenfractie 1,2-1,8 mm, waarmee een stabiel en gemiddeld lager restgehalte aluminium werd bereikt dan met de fractie 0,8-1,2 mm. De looptijd tussen twee filterspoelingen kan 1.000 uren bedragen, en een kwartier spoelen met 15 m/h water is voldoende om de toename van de filtratieweerstand weer geheel teniet te doen.

Pompstation Epe

Pompstation Epe ligt aan de oostelijke rand van het Veluwe massief (afb. 1). Het waterwingebied ligt in het bos, ten westen van Epe. Het grondwater wordt gewonnen uit 13 putten, met putfilters op een diepte tussen 30 en 70 meter onder het maaiveld. De gemiddelde samenstelling van het ruwe en reine water in 1989 is vermeld in tabel I. Het grondwater heeft een zeer lage hardheid en bevat zowel ijzer, mangaan als zuurstof. Het is dus een zogenaamd 'mengwater', dat bestaat uit een mengsel van anaëroob ijzer- en mangaanhoudend water met aëroob water zonder ijzer en mangaan.

Aluminium in grondwater

In 1988 zijn de gehalten aluminium, ijzer en mangaan in het water uit de winputten bepaald, tezamen met de pH (tabel II). Het water uit de winputten bleek een per

put sterk verschillend aluminiumgehalte te hebben. Een verband tussen het aluminiumgehalte, de geografische ligging en de diepte van de putten is niet aangetoond [1]. Reeds in 1982 heeft Appelo [2] in dit blad melding gemaakt van de toename van het aluminiumgehalte in ondiep Veluwe water, als gevolg van verzuring. In Epe wordt het grondwater voor de drinkwatervoorziening echter op een diepte tussen 30 en 70 m onder het maaiveld gewonnen. De pH van dit water ligt bovendien in de range van 6-7, waarin de oplosbaarheid van aluminium minimaal is en circa 10 µg/l bedraagt [3]. Toch bevat het water uit een aantal putten nu reeds een relatief hoog aluminiumgehalte. Wat zou daarvan de oorzaak kunnen zijn? Om het antwoord op deze vraag te kunnen geven is het nodig iets te vermelden over enkele chemische aspecten van aluminium.

Afb. 1 – Op pompstation Epe wordt nu nog alleen kalk gedoseerd. Voor het verwijderen van aluminium, ijzer en mangaan is echter een aanvullende zuivering nodig.



TABEL II – Gehalten aan ijzer, mangaan en aluminium, alsmede de pH van het grondwater uit de winputten in 1988.

Put	Windiepte (m)	Ijzer (mg/l)	Mangaan (mg/l)	Aluminium (µg/l)	pH
A 1	33-60	0,02	0,03	5	6,3
A 2	32-57	< 0,02	0,02	85	6,3
A 3	30-57	< 0,02	0,01	114	6,1
A 4	41-58	< 0,02	0,01	88	6,0
A 5	41-58	0,09	< 0,01	10	6,2
B 1	26-43	0,45	0,01	490	6,3
B 3	30-65	0,48	0,04	66	6,3
B 4	26-47	0,58	0,04	37	6,4
B 5	32-68	0,22	0,03	460	6,3
B 6	57-71	0,23	0,02	5	6,4
B 7	27-66	< 0,02	< 0,01	5	6,5
B 8	33-63	< 0,02	< 0,01	10	6,2
B 9	31-58	< 0,02	0,01	70	6,2

Chemie van aluminium

De chemie van aluminium is complex en niet in kort bestek volledig te behandelen. Daarom wordt hier volstaan met het geven van een korte samenvatting. Aluminium is in ionvorm driewaardig (Al³⁺). Het kan onder meer voorkomen als Al(OH)²⁺, Al(OH)⁺, Al(OH)₃, Al(OH)₄⁻, AlOHSO₄, AlSO₄⁺, AlF²⁺, AlF₂⁺, complex gebonden met humuszuur enz. De samenstelling van het grondwater en de bodem hebben invloed op de aluminium verbindingen die in het water oplossen. Vooral de pH-waarde is belangrijk. Het oplossen van aluminium uit bodembestanddelen kan plaatsvinden door de verlaging van de pH ten gevolge van de verzuring van het grondwater. De onderstreepte verbindingen zijn naar verwachting de belangrijkste [4]. Belangrijk voor het verwijderen is dat aluminium amfoteer reageert, dat wil zeggen dat het bij lage en hoge

pH-waarden beter oplosbaar is. In het pH-gebied van 6 tot 7 is de oplosbaarheid het laagst, omdat het slecht oplosbare Al(OH)₃ wordt gevormd [2]. Heeft het opgepompte water een pH tussen 6 en 7, of wordt de pH op die waarde gebracht, dan zal vlokvorming optreden. Die vlok-vorming verloopt echter langzaam. Aanvankelijk ontstaat een vers amorf hydroxide, waarvan de oplosbaarheid groter is dan die van Gibbsiet (Al(OH)₃) dat vervolgens door veroudering ontstaat [5].

Mengwater

Reeds is vermeld dat het in Epe onttrokken grondwater een mengwater is. Het relatief hoge aluminiumgehalte is hiermee ook te verklaren. In het ondiepe grondwater, bemonsterd uit waarnemingsputten in het intrekgebied, is 7-10.000 µg/l aluminium aangetoond. De pH-waarden verschilden sterk van elkaar. De hoogste waarde bedroeg 6,9 en

de laagste 4,7. Wanneer een winput verzuurd water uit de bovenlaag van het watervoerende pakket aantrekt, leidt dat tot een relatief hoog aluminiumgehalte.

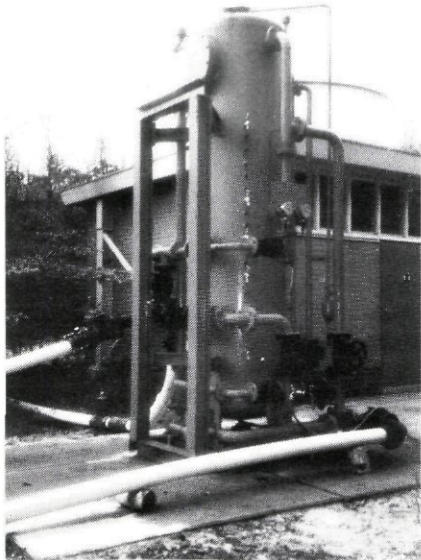
In de formatie rond de put, de omstorting en de put zelf zal door het toenemen van de pH, ten gevolge van het mengen van het water, reeds vlok-vorming van aluminiumhydroxide optreden. Tot nu toe is echter nog geen putverstopping door aluminium in dit wingebied geconstateerd.

Hoe is aluminium te verwijderen?

In de literatuur werd geen informatie gevonden over het verwijderen van aluminium uit grondwater. Wel is veel gepubliceerd over het verwijderen van aluminium dat ten behoeve van vlok-vorming is gedoseerd. Duidelijk is daaruit wel dat het aluminiumgehalte is te verlagen door het vormen en verwijderen van vlokken, en dat volledige verwijdering niet mogelijk is.

Vanwege de aanwezigheid van ijzer en mangaan in het grondwater, het lage HCO₃-gehalte en afzettingen in watermeters ten gevolge van kalkdosering heeft WMG gepland de dosering van kalk te vervangen door de filtratie over gebroken kalksteen [6]. De Stichting Waterlaboratorium Oost (WLO) had goede ervaringen met het filtreren van aluminium uit ondiep grondwater met een kalksteenfilter [7]. Daarom is besloten een experiment met een kalksteenfilter uit te voeren.

Afb. 2 – Proeffilter.



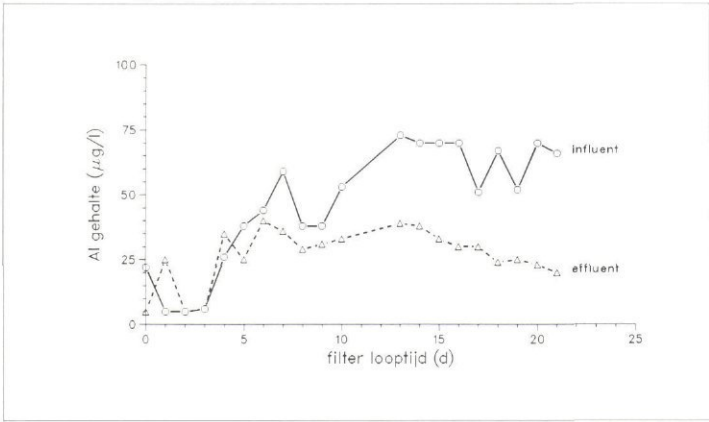
Met dit proeffilter, gevuld met gebroken kalksteen, is de verwijdering van aluminium, ijzer en mangaan onderzocht.

Het proeffilter was als volgt gedimensioneerd:

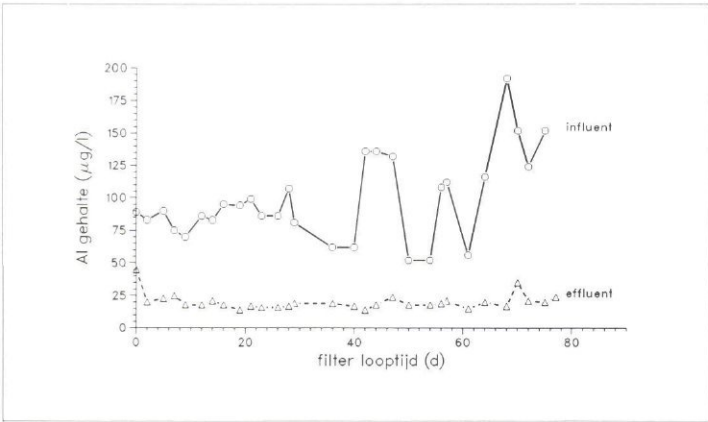
- diameter (doorsnede) 0,8 m (0,5 m²);
- bedhoogte maximaal 2,3 m;
- kalksteenfracties 1,2-1,8 mm; 0,8-1,2 mm;
- filtratiesnelheid 5-10 m/h;
- spoelwatersnelheid maximaal 25 m/h (ruw water)
- spoelluchtsnelheid 60 m/h;
- monsterpunten over hoogte 8

De volgende metingen en bepalingen zijn uitgevoerd:

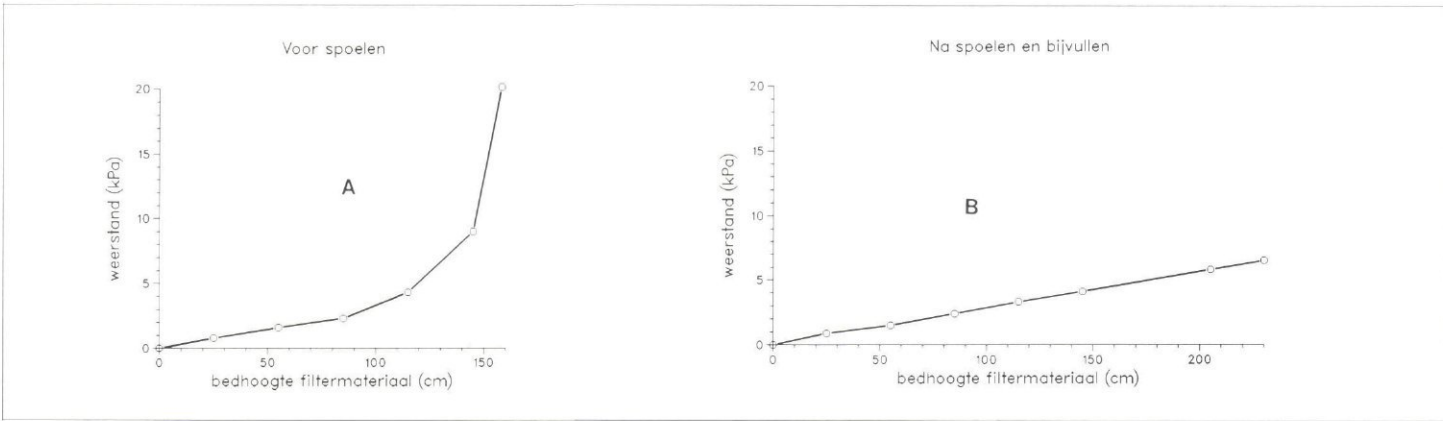
- bepaling pH, CO₂, HCO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe, Mn, Al, K₂O (specifiek geleidingsvermogen) in influent en effluent van het kalksteenfilter;
- bepaling pH, Al en Fe in water uit monsterkranen op verschillende hoogten in het filterbed;
- meting van de volumestroom, de druk vóór en na het filter en op een aantal plaatsen in het filterbed;
- continu is geregistreerd de troebelheid en de pH van het filtraat.



Afb. 3 - Na het begin van de proef met continue filtratie van water uit één put kwam de verwijdering van aluminium niet direct op gang. De grafiek geeft de resultaten van de eerste filterrun: filtratie over kalksteen 1,2-1,8 mm, met een filtratiesnelheid van 5 m/h.



Afb. 4 - De concentratie aluminium in het ruwe water had geen invloed op het gehalte in het effluent. De grafiek geeft het resultaat weer van discontinue filtratie van het gemengde ruwe water, met een filtratiesnelheid van 15 m/h over kalksteen 1,2-1,8 mm.



Afb. 5a en 5b - Uit de opbouw van de filtratieweerstand blijkt dat relatief veel aluminium in de bovenlaag van het filterbed is afgezet (A). Na een kwartier spoelen met 15 m/h water is de filtratieweerstand weer die van een schoon filterbed (B).

Proeffiltratie over gebroken kalksteen

Vanaf augustus 1988 tot oktober 1989 zijn experimenten uitgevoerd met een proeffilter gevuld met gebroken kalksteen. Zie afb. 2. De dimensionering van het proeffilter en de uitgevoerde metingen zijn beschreven in het kader onder afb. 2. Aanvankelijk is voor een eerste oriëntatie continue filtratie toegepast met water uit één put, met een aluminiumgehalte van 50-80 µg/l. Hiertoe is het water uit put A 2 door een kleine onderwaterpomp via een koppelleiding naar het proeffilter gepompt. Vervolgens is het gemengde ruw water gefiltreerd, met een aluminiumgehalte, variërend tussen 50 en 200 µg/l, afhankelijk van de putschakeling. Het water werd onttrokken aan de ruwwaterleiding.

Onderzocht zijn de volgende aspecten:

- het inwerken van het filter;
- de filtratiesnelheid;
- de invoerconcentratie;
- het spoelproces;
- de looptijd tussen twee filterspoelingen;
- continue en discontinue filtratie;

- twee kalksteenfracties (1,2-1,8 mm; 0,8-1,2 mm).
- Deze aspecten worden hierna kort besproken.

Resultaten

Inwerken

Begonnen is met het filtreren van water uit put A2, met een filtratiesnelheid van 5 m/h over kalksteen 1,2-1,8 mm. Het vergde 6 dagen voordat het filter aluminium ging verwijderen (afb. 3). Dit kan mede zijn veroorzaakt door het aanvankelijk zeer lage aluminiumgehalte in het water van deze put, die in verband met het vervangen van de onderwaterpomp enige tijd stil had gestaan. Na 15 dagen werd een restgehalte < 30 µg/l in het effluent van het filter bereikt.

Filtratiesnelheid

De filtratiesnelheid had alleen een duidelijk meetbare invloed op het te bereiken laagste aluminiumgehalte in het effluent bij de fijne kalksteenfractie (0,8-1,2 mm). Bij een snelheid van 15 m/h

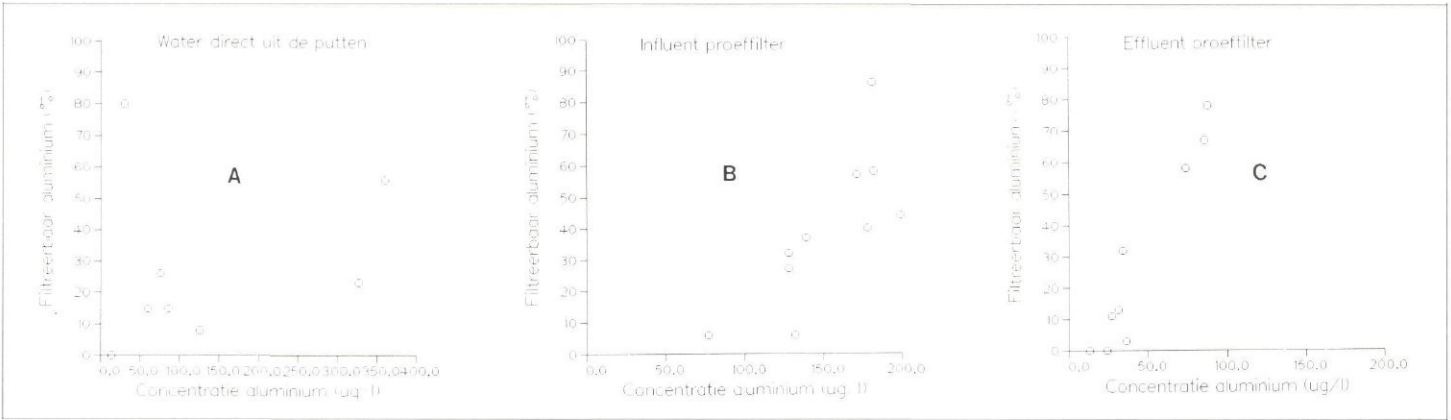
bevatte het effluent 20-30 µg/l aluminium, bij 9 m/h nam het toe tot circa 35 µg/l. Dus door het verlagen van de filtratiesnelheid nam het aluminiumgehalte in het effluent toe. Bij de grovere kalksteenfractie (1,2-1,8 mm) is geen verschil waargenomen.

Invoerconcentratie

De concentratie aluminium in het ruwe water had geen invloed op het aluminiumgehalte in het effluent. Zie afb. 4.

Spoelen

Aanvankelijk is gespoeld met de in de praktijk veel toegepaste gecombineerde lucht-water spoeling (60 m/h lucht; 10 m/h water), gevolgd door naspoelen met water met een snelheid van 25 m/h. Daarna is ook alleen met water gespoeld, met een snelheid van 15 m/h. Er bleek geen verschil in spoel effect op te treden. Door beide spoelprocessen werd de oorspronkelijke weerstand van het schone filterbed weer bereikt. Zie afb. 5. Na het spoelen met beide spoelprocessen vergde het enkele dagen voor het aluminium-



Afb. 6 - Door filtratie met een 0,45 µm Millipore-membraanfilter is bepaald welk deel van het aluminium bestaat uit vlokken. Reeds in het water uit de putten (A) zijn vlokken aanwezig. De vlokvorming gaat verder in de ruwwaterleiding (B). In het effluent is het grootste deel van het aluminium in vlokvorming aanwezig (C). Bij een hogere concentratie aluminium is het percentage vlokken groter.

gehalte in het filtraat weer < 30 µg/l was. Opmerkelijk was het verschil tussen het water uit put A 2 en het gemengde ruwe water. Na het spoelen vergde het 5-10 dagen voor het aluminium uit het water van put A 2 weer werd verwijderd tot het laagst haalbare restgehalte (circa 20 µg/l). Deze periode was het langst bij de laagste filtratiesnelheid (5 m/h). Voor het gemengde ruwe water vergde dit doorgaans enkele dagen.

Looptijd
Bij het filtreren van het gemengde ruwe water nam het aluminiumgehalte in het effluent niet toe gedurende een periode van 60-80 dagen, met ongeveer 16 uren filtratie per dag en een filtratiesnelheid van 15 m/h. Na deze werkelijke looptijd van circa 1.000 uren werd de filtratie gestopt om het filter bij te vullen met kalksteen. Vóór en na het bijvullen werd gespoeld met water. Bij het continue filtreren van het water uit put A 2, met een filtratiesnelheid van 15 m/h nam ongeveer 30 dagen na het spoelen van het filter het aluminiumgehalte in het effluent weer langzaam toe.

Continue en onderbroken filtratie
De filtratie is een aantal malen gestopt en weer gestart, om te bepalen of na het starten een tijdelijke toename van aluminium in het effluent optreedt. Ook bij deze proeven bleek er weer verschil te zijn tussen het water uit put A 2 en het gemengde ruwe water. Na het starten van de filtratie met water uit put A 2 was het aluminiumgehalte in het effluent enkele uren hoger dan bij continue filtratie. Het hoogste gehalte bedroeg 115 µg/l. Deze verhoging was groter aan het einde van een looptijd, wanneer dus veel aluminium in het filterbed was afgezet. Bij filtratie van het gemengde ruwe water waren de verhoging en de duur van de

verhoging geringer. Om te bevestigen dat het aluminiumgehalte in het effluent door discontinue filtratie van het gemengde ruwe water niet in belangrijke mate werd verhoogd, is een proportioneel monster genomen gedurende een periode waarin het filter zesmaal stil stond en weer werd gestart. Het aluminiumgehalte bedroeg 20 µg/l, en was dus niet hoger dan na continue filtratie.

Kalksteenfracties
Twee kalksteenfracties zijn onderzocht: 0,8-1,2 mm en 1,2-1,8 mm. Het best voldeed de grovere fractie. Met een filtratiesnelheid van 15 m/h verwijderde de fijnste kalksteenfractie het aluminium namelijk minder goed en minder regelmatig dan de grovere fractie. Het effluent van het filter met de kleinste kalksteenfractie bevatte daardoor enkele malen meer dan 30 µg/l aluminium. De filtratie-weerstand nam bij de fijnste fractie veel sneller toe, en beperkte daardoor de haalbare looptijd.

Het mechanisme van de verwijdering
Om inzicht te krijgen in de vorm waarin aluminium in het gewonnen grondwater en het effluentaanwezig is, en zo zicht te krijgen op het mogelijke mechanisme van de verwijdering, is het aluminiumgehalte vóór en na filtratie over een Millipore-membraanfilter 0,45 µm bepaald in het water uit alle putten apart, het gemengde ruwe water, en het filtereffluent. De resultaten zijn grafisch weergegeven in afb. 6. Een deel van het aluminium in het water uit de putten blijkt reeds in vlok-vorm aanwezig te zijn, en dit deel is groter bij hogere concentratie. Voor het gemengde ruwe water geldt hetzelfde, zij het dat in de ruwwaterleiding de vlok-vorming verder is gegaan, waardoor het percentage filterbaar aluminium is toegenomen. In het filtereffluent is het

grootste deel van het aluminium in vlok-vorm aanwezig. Ongeveer 10 µg/l is niet-filtreerbaar, en dat komt goed overeen met de minimale oplosbaarheid van aluminium, die ook circa 10 µg/l bedraagt* .[3]

Te verwachten is dat het reeds gevlokte aluminium in het ruwe water voor een deel in het filter achterblijft, en daardoor de verdere vlokvorming (of vlogroei) en filtratie bevordert. De minder optimale verwijdering van aluminium uit het water van put A 2 is wellicht te verklaren door het lagere aluminiumgehalte, en dus een geringer deel gevlokt aluminium, in combinatie met de korte verblijftijd van het ruwe water in de koppelleiding naar het proeffilter, waardoor ook minder vlok-vorming is opgetreden. Het inwerken van het filter duurde met dit water in het begin en na het spoelen langer omdat minder gevlokt aluminium op het filter kwam.

Combinatie met ontzuring, ontijzering en ontmanganing
IJzer is steeds volledig verwijderd (< 0,02 mg/l). De ontmanganing verliep, na een inwerkperiode, ook volledig (< 0,01 mg/l). Aan het einde van een looptijd was na het starten van de filtratie het mangaangehalte iets verhoogd (0,02-0,03 mg/l). Na het spoelen was dit niet het geval. In KIWA-mededeling 100 [8] worden onder meer de volgende criteria aangegeven voor de watersamenstelling na conditionering.
TAC > 2 mmol/l;
7,8 < pH < 8,3;
-0,2 < SI < +0,3

* Deze 10 µg/l is de minimale oplosbaarheid bij pH=6. Bij de pH van het effluent van het kalksteenfilter is de oplosbaarheid hoger.

TAC is de som van CO₂, HCO₃⁻ en CO₃²⁻. SI is de verzadigingsindex. De samenstelling van het ruwe water is zodanig dat een TAC-gehalte > 2 mmol/l niet is te bereiken door ontzuren met kalksteen. Een gehalte van ruim 1,5 mmol/l wordt echter wel bereikt, en dat is hoger dan na doseren van kalk (tabel I). Bij de toegepaste contacttijden met kalksteen 1,2-1,8 mm is niet te voldoen aan de criteria betreffende de pH en SI. Filtratie met een snelheid van 9 m/h over een bed van 2,3 m kalksteen 0,8-1,2 mm maakt het wel mogelijk aan deze criteria te voldoen. De verwijdering van aluminium verliep echter bij deze procescondities niet optimaal. Wordt gekozen voor kalksteen 1,2-1,8 mm, dan is een aanvullende dosering van bijvoorbeeld natronloog noodzakelijk om aan de criteria voor pH en SI te voldoen.

Verder onderzoek

Met het onderzoek is aangetoond dat aluminium uit het grondwater te Epe is te verwijderen door filtratie over kalksteen, de behandeling die WMG toch al wilde toepassen om het water te ontzuren, ontijzeren en ontmanganen. De aluminiumverwijdering stelt feitelijk geen bijzonder eisen aan deze filtratie, waardoor nauwelijks sprake zal zijn van extra kosten. Niet bekend is of bij een verdere toename van het aluminiumgehalte de verwijdering voldoende zal blijven, om in het reine water een restgehalte < 30 µg/l aluminium te bereiken. Meer inzicht in het mechanisme van de aluminiumverwijdering en mogelijke aanvullende maatregelen is daarom gewenst.

Ook op andere locaties bevat grondwater reeds een relatief hoog gehalte aluminium, en zal dit op den duur moeten worden verwijderd. Dit geldt bijvoorbeeld voor pompstation De Haere van WMG. Ontzuring met kalksteen is daar minder effectief, omdat het water een hoger HCO₃⁻ gehalte heeft dan in Epe, en de pH rond de zeven ligt. Het gebruik van andere filtermaterialen op deze locatie ligt dan ook voor de hand. Maar, welke materialen zijn geschikt, en welke invloed heeft de pH op de verwijdering? Het onderzoek te Epe is voortgezet met filtratie over grind, om voornoemde vragen te kunnen beantwoorden. Wellicht worden ook andere filtermaterialen beproefd. Vóór het proeffilter kan natronloog worden gedoseerd, om de invloed van de pH op de aluminiumverwijdering te bepalen. De resultaten zullen het inzicht in de mogelijkheden aluminium te verwijderen verder vergroten, zodat

aangegeven kan worden hoe de verwijdering onder verschillende omstandigheden het beste is te verwezenlijken.

Literatuur

1. Moolenaar, S., Ordeman, K., Pepels, A. en Römer, R. (1990). *Aluminium in het grondwater van pompstation Epe; een inventariserend verslag*. Wageningen, januari 1990, Verslag van de Werkgroep Milieuhygiëne. Niet openbaar.
2. Appelo, C. A. J. (1982). *Verzuring van het grondwater op de Veluwe*. H₂O (15) 1982, nr. 18, blz. 464-468.
3. Jekel, M. R. and Heinzmann, B. (1989). *Residual aluminium in drinking water treatment*. Aqua (38), blz. 281-288.
4. Stuyfzand, P. J. (1990). *Persoonlijke mededeling*.
5. Jekel, M. R. (1986). *Die Entfernung von Spurenelementen bei der Wasseraufbereitung*. DVGW Schriftenreihe, Wasser, nr. 51, blz. 259-265.
6. Reijnen, G. K. (1984). *Ontzuren met kalksteen op pompstation Epe*. Nieuwegein, december 1984, SWI 94.195 van KIWA. Niet openbaar.
7. Bennekom, C. A. (1988). *Mondelinge mededeling*.
8. *Optimale samenstelling van drinkwater*. Nieuwegein, 1988, KIWA-mededeling nr. 100.



Tiende Ozon-congres 19-21 maart in Monaco
Het tiende congres (met tentoonstelling) van de Int. Ozon Association IOA wordt gehouden van 19-21 maart 1991 in Monaco. Het definitieve programma is thans verschenen. Dr. W. J. Masschelein van de Brusselse Waterleiding-maatschappij is voorzitter. In de lijst van bijna 40 bestuurders komt geen Nederlander voor! Tijdens het congres wordt een nieuw handboek over ozon en drinkwaterbereiding gepresenteerd, samengesteld door de Compagnie Generale des Eaux en de AWWA Research Foundation. Het programma is verkrijgbaar bij het hoofdkwartier van de IOA, p.a. Wasserversorgung Zürich, Hardhof 9, Postbus CH-8023, Zürich.

Waternutverbruik over eerste halfjaar in 1990 0,9% hoger dan in 1989

Het waternutverbruik in Nederland over het eerste halfjaar lag in 1990 0,9% hoger dan in 1989. Dit blijkt uit de voorlopige cijfers, die door het CBS bij de waterleidingbedrijven zijn opgevraagd met betrekking tot produktie, leveringen van en aan het buitenland en aan derden. Onderstaande tabel brengt de verbruikscijfers, vergeleken met die van 1989 en 1988, in beeld (in miljoenen m³):

	1988 totaal	1989 totaal	Stijging t.o.v. 1988		1990 totaal	Stijging t.o.v. 1989	
			hoev.	%		hoev.	%
januari	97,2	100,8	+ 3,6	+ 3,7	103,1	+ 2,3	+ 2,3
februari	91,9	92,0	+ 0,1	+ 0,1	94,0	+ 2,0	+ 2,2
maart	100,1	103,4	+ 3,3	+ 3,3	108,5	+ 5,1	+ 4,9
april	102,5	102,5	--	--	106,6	+ 4,1	+ 4,0
mei	112,3	122,8	+ 10,5	+ 9,3	122,6	- 0,2	- 0,2
juni	108,9	117,6	+ 8,7	+ 8,0	110,0	- 7,6	- 6,5
juli	100,4	115,2	+ 14,8	+ 14,7	•	•	•
augustus	104,1	111,5	+ 7,4	+ 7,1	•	•	•
september	99,8	105,1	+ 5,3	+ 5,3			
oktober	102,4	105,7	+ 3,3	+ 3,2			
november	99,1	102,5	+ 3,4	+ 3,4			
december	99,6	101,5	+ 1,9	+ 1,9			
totaal	1.218,3	1.280,6	+ 62,3	+ 5,1	644,8	+ 5,7	+ 0,9
					tussenstand t/m juni		

•: gegevens nog niet bekend.
N.B.: de CBS-cijfers liggen op jaarbasis enkele miljoenen m³ boven de VEWIN-cijfers, omdat in de CBS-telling ook een aantal kleinere niet-waterleidingbedrijven is opgenomen.