Optimaliseren van de ontijzering

Een goede ontijzering van grondwater beperkt het onderhoud van het leidingnet (spuien) en watermeters en is daarom van economisch belang. Is het ijzergehalte van het drinkwater aan de hoge kant dan is het nuttig de oorzaak hiervan te zoeken.
Een goede hulp hierbij is de troebelheidsmeter. De troebelheid stijgt namelijk wanneer het ijzergehalte toeneemt.

Het ijzergehalte van drink- of proceswater is in veel gevallen door eenvoudige ingrepen in bedrijfsvoering of filterregeling te verlagen.



IR. G. K. REIJNEN:
Vakgroep Procestechnologie
KIWA NV

De Commissie Grondwaterzuivering van het KIWA heeft in 1977 op grond van een enquête vastgesteld dat de ontijzering in de praktijk vrij veel problemen oplevert.
Het KIWA heeft sindsdien in het kader van het VEWIN speurwerk en in opdracht van enkele waterleidingbedrijven onderzocht op welke wijze de ontijzering kan worden verbeterd. Het blijkt dat veel problemen te wijten zijn aan technische onvolkomenheden in de filtratie.
Deze publikatie geeft voorbeelden van ontijzeringsproblemen die zich in de praktijk hebben voorgedaan en hoe die problemen zijn opgelost. Hierbij is ook gebruik gemaakt van gegevens, beschikbaar gesteld door leden van de Contactgroep Ontijzering* van het KIWA.

Theorie
IJzer wordt uit het zuurstofloze water verwijderd door het te beluchten. Zuurstof oxydeert tweewaardig ijzer (Fe^{2+}) tot driewaardig ijzer (Fe^{3+}) dat reageert met water – hydrolyseert – tot ijzerhydroxyde of ijzer-oxyde hydraten [1]. Het is moeilijk om vast te stellen welke ijzerverbinding nu precies ontstaat, maar bekend is dat er vele mogelijkheden zijn. Welk ijzeroxyde of hydroxyde ontstaat hang mede af van de samenstelling van het water [2, 3, 4, 5].
Wij merken dat verschil in de praktijk aan het gemak waarmee de ontijzering op de ene plaats verloopt en de problemen die elders optreden. Op sommige plaatsen groeit filtergrind aan met een bruine korst, elders gebeurt dit niet. Volgens de huidige inzichten bevordert de katalytische werking van reeds in het filter afgezette ijzerverbindingen de oxydatie van ijzer [1].
Deze theorie is meestal onvoldoende om de oorzaak van ontijzeringsproblemen te verklaren. Het eenvoudig opsporen van de relatie tussen oorzaak en gevolg van het probleem is dan de aangewezen weg.

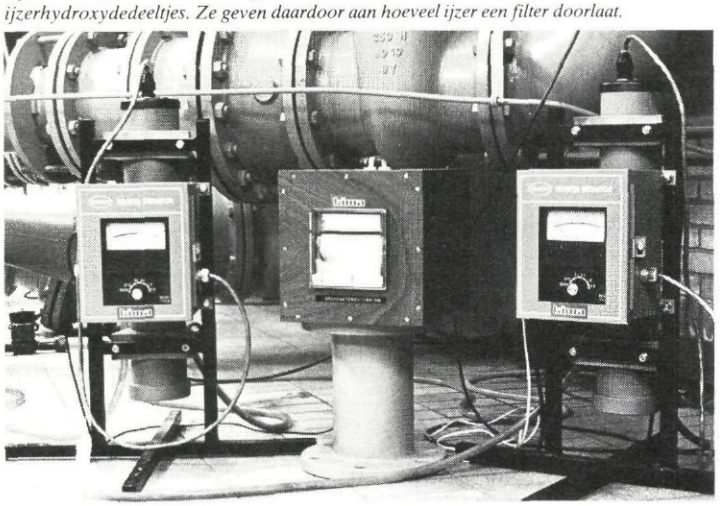
Troebelheidsmeting
Het ijzer dat een snelfilter passeert, is meestal geoxydeerd en bestaat uit – kleine – deeltjes. Deze kleine deeltjes veroorzaken een meetbare troebelheid van het water. Bij lagere ijzergehalten is er een nagenoeg lineaire relatie tussen troebelheid en ijzergehalte van het filtraat [6]. Het continu meten van de troebelheid met een 'doorstroom-troebelheidsmeter' (afb. 1) geeft direct aan welke invloed diverse factoren hebben op de ontijzering. De grootte van de doorgelaten ijzerdeeltjes kan verschillen per filter. Omdat de deeltjesgrootte de troebelheid beïnvloedt, kan de relatie tussen troebelheid en ijzergehalte per lokatie verschillen. Men moet daarom voor iedere nieuwe situatie deze relatie bepalen. Het meest nauwkeurig is dit te realiseren door watermonsters te nemen bij een piek in de troebelheid. Geef het tijdstip aan op het recorderpapier en bepaal het ijzergehalte. Zet dit gehalte met de bijbehorende troebelheid uit in een grafiek (afb. 2).

* De Contactgroep Ontijzering bestaat uit medewerkers van waterleidingbedrijven die de zuivering van grondwater onderzoeken. Onderzoek naar het verwijderen van ijzer wordt gecoördineerd en de resultaten hiervan worden uitgewisseld en besproken.
De Contactgroep Ontijzering werkt onder auspiciën van de Commissie Grondwaterzuivering van het KIWA.

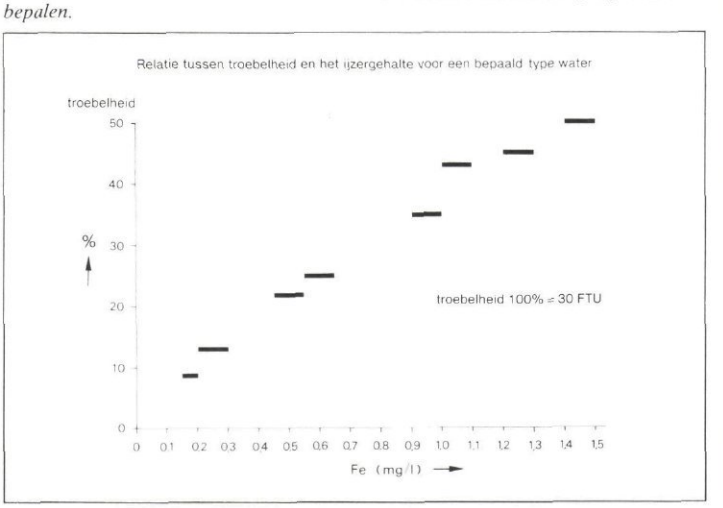
COLLOÏDAAL IJZER
IJzer is in zuurstofloos grondwater opgelost in de tweewaardige vorm, Fe^{2+}. Belucht men het water, dan oxydeert het ijzer en ontstaat driewaardig ijzer, Fe^{3+}. Door hydrolyse, dit is reageren met water, ontstaan ijzerhydroxyde-vlokjes, $Fe(OH)_3$. Deze vlokjes worden gefiltreerd door het snelfilter. Soms ontstaat door oxydatie en hydrolyse een ijzer-hydroxyde colloïd. Dit wordt veroorzaakt door de watersamenstelling. Zo'n colloïd is een heel klein deeltje met een – meestal negatieve – lading. Door die lading stoten de deeltjes elkaar af en ontstaan er geen grote vlokken. Deze colloïden worden niet of onvoldoende afgefiltreerd door het snelfilter.

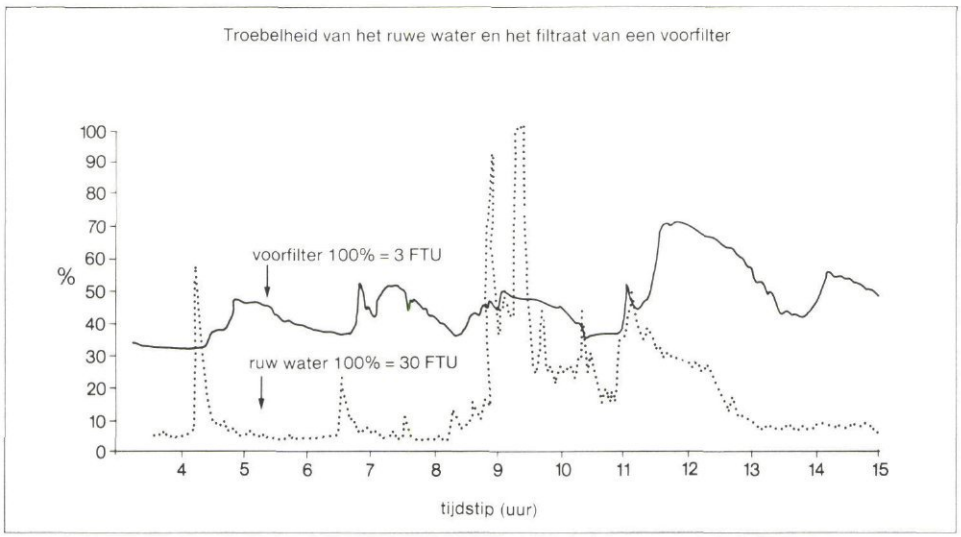
Colloïdaal ijzer
Bij de lage pH die grondwater meestal heeft, oxydeert ijzer niet snel. Toch treedt er in veel gevallen wel oxydatie van ijzer op als er zuurstof in het water zit. We noemen dat 'vooroxydatie'. Daarbij kan colloïdaal ijzer ontstaan dat niet of moeilijk is af te filtreren. Het verwijderen van colloïdaal ijzer is dan alleen mogelijk door het doseren van vlokhulpmiddelen. Voorkomen van vooroxydatie, of tenminste beperken, kan worden bereikt door de verblijftijd van het water tussen beluchting en filtratie te beperken.

Afb. 1 - Troebelheidsmeters registreren de troebelheid die wordt veroorzaakt door ijzerhydroxydedeeltjes. Ze geven daardoor aan hoeveel ijzer een filter doorlaat.



Afb. 2 - Er bestaat vaak een lineair verband tussen de troebelheid en het ijzergehalte van het filtraat van een snelfilter. Deze relatie verschilt soms sterk per lokatie en moet daarom steeds opnieuw worden bepaald. De bovenstaande relatie is bepaald door tijdens een piek in de troebelheid een serie monsters te nemen en met een veldlaboratorium het ijzergehalte te bepalen.





Afb. 3 - Wanneer in de bronleiding ijzerhoudend water met zuurstofhoudend water wordt gemengd, treedt vooroxydatie op. Vooral bij verhogen van de watersnelheid spoelt in de leiding bezonken ijzer los en ontstaat een troebelheidsgolf. Een deel van dit ijzer wordt niet afgefiltreerd.

Of dit lukt hangt af van de omstandigheden. De volgende voorbeelden illustreren dit.

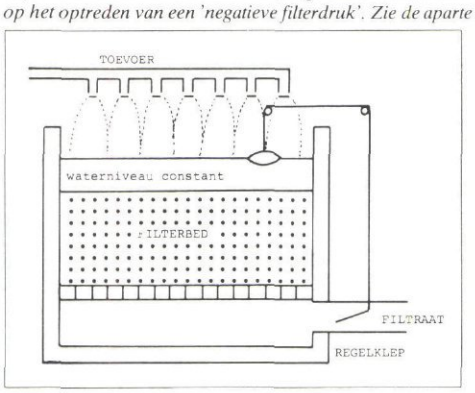
Mengwater in de bronleiding
Indien op de toevoerleiding van het ruwe water putten met ijzerhoudend water en putten met zuurstofhoudend water zijn aangesloten, treedt in deze leiding vooroxydatie op (afb. 3). Ontstaat hierdoor colloïdaal ijzer, dan is gescheiden toevoer van beide watertypen gewenst.

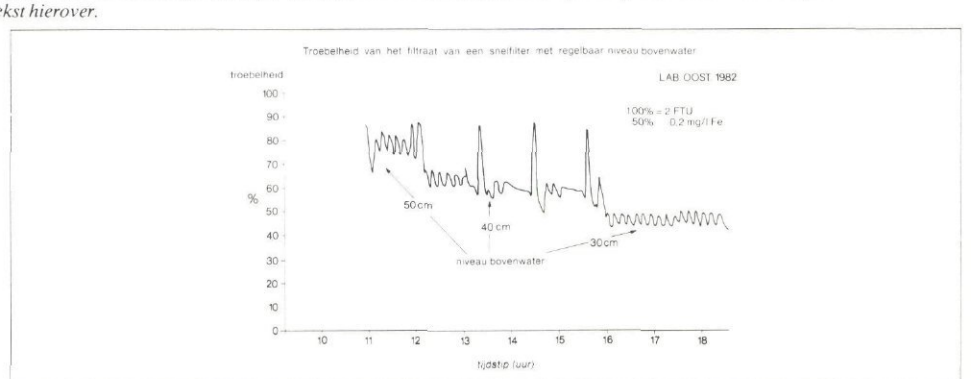
Niveauregeling
Is de tijd tussen beluchting en filtratie te lang door een hoge – soms oplopende – waterstand boven het filterbed, dan kan een andere filterregeling helpen. De waterstand boven het filterbed kan constant en laag worden gehouden door het aanbrengen van een niveausignalering op het bovenwater, die een regelklep in de filtraatafvoer stuurt (afb. 4 en 5). Het verhogen van de filtratiesnelheid kan daarbij nog een verbetering opleveren, ten gevolge van de kortere verblijftijd van het water tussen beluchting en filtratie.

Een voorwaarde is in dit laatste geval wel dat de ontmanganing en nitrificatie volledig moeten blijven verlopen wanneer geen nafiltratie volgt. Een nadeel van de niveauregeling is dat er een negatieve filterdruk op kan treden. Deze mag niet zo hoog worden dat door gasafzetting in het filterbed de weerstand toeneemt.

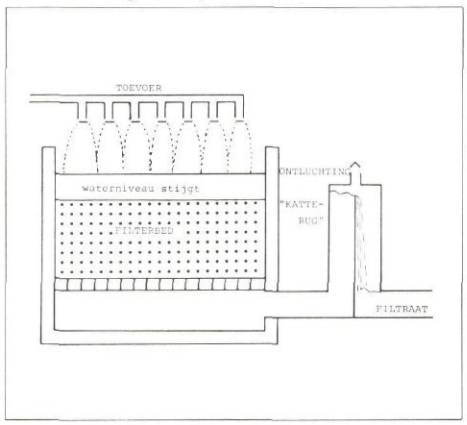
Droogfiltratie
In een droogfilter is de verblijftijd van het ruwe water tussen beluchting en filtratie extreem kort. De beluchting vindt namelijk plaats in het filterbed waar het versproeide water meteen inzakt.
Droogfiltratie is in een aantal gevallen toegepast om vooroxydatie van ijzer te voorkomen.

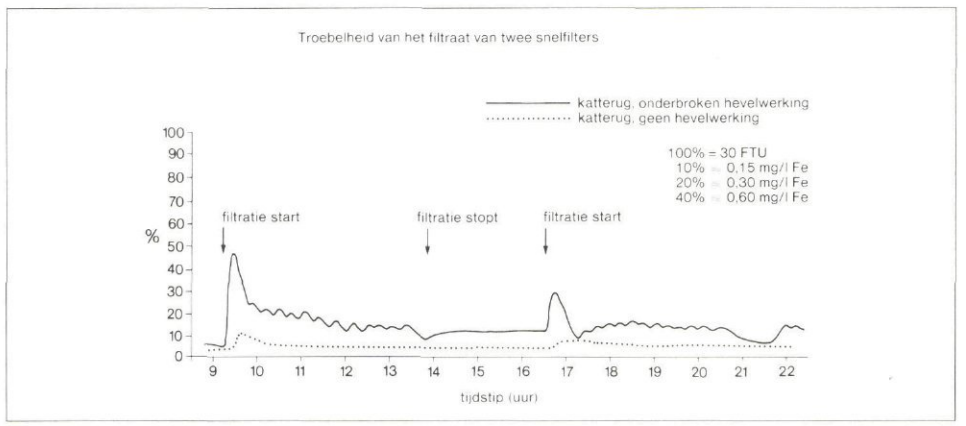
Afb. 4/5 - Met een niveauregeling kan de waterstand boven het filterbed worden geregeld. Ontstaat colloïdaal ijzer door vooroxydatie, dan kan men de tijd tussen beluchting en filtratie beperken door het waterniveau te verlagen. De hoeveelheid niet filtreerbaar colloïdaal ijzer in het filtraat is dan minder. Er bestaat echter bij een lage waterstand boven het filter meer kans op het optreden van een 'negatieve filterdruk'. Zie de aparte tekst hierover.

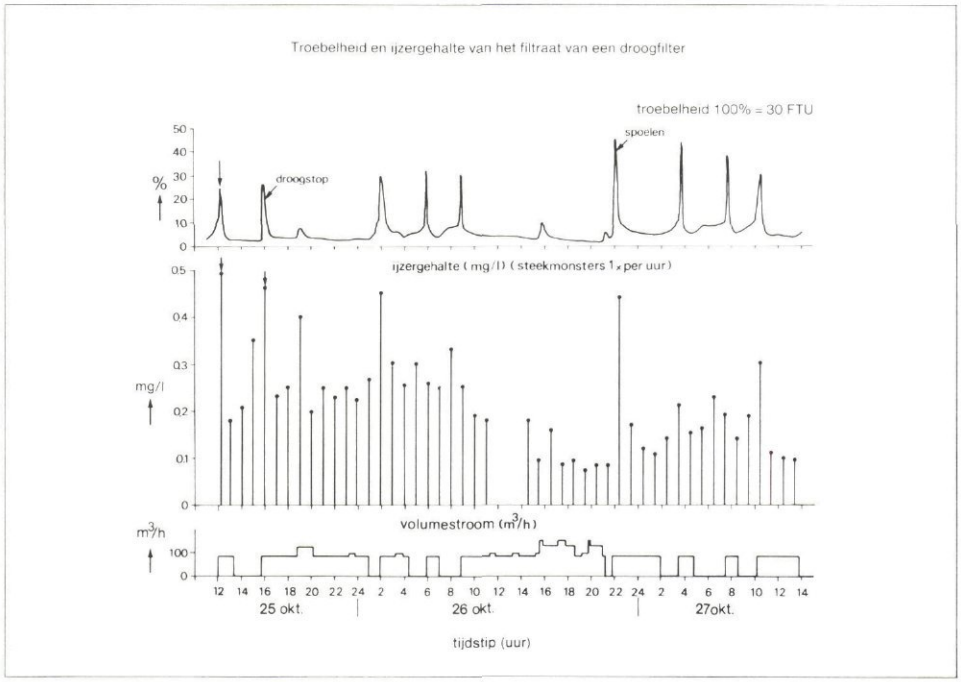




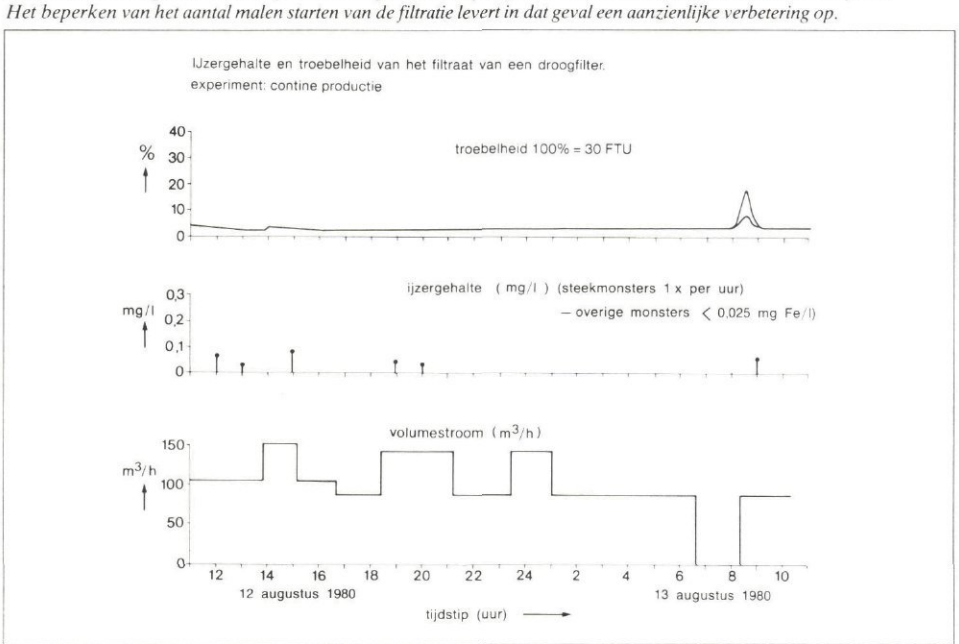
Afb. 6/7 - Een overstort ('katterug') in de filtraatafvoer voorkomt dat het filterbed droogloopt tijdens stilstand. Een oplopende waterstand boven het filterbed levert de druk om de toenemende filtratieweerstand te overwinnen. Is de ontluchtingsopening in de overstort te klein, dan ontstaat er een drukverlaging waardoor water uit het filter wordt geheveld. Het filterbed kan hierdoor gedeeltelijk drooglopen. Soms treedt deze hevelwerking periodiek op met als gevolg een variërend waterniveau in het filterbed. Dan spoelt periodiek ijzer los uit de bovenste laag van het filterbed.







Afb. 8 (boven)/9 (onder) - Het ijzergehalte en de troebelheid van het filtraat van een droogfilter kunnen sterk toenemen door het veelvuldig starten van de filtratie. Het gemiddelde ijzergehalte van het drinkwater neemt dan duidelijk toe. Het beperken van het aantal malen starten van de filtratie levert in dat geval een aanzienlijke verbetering op.



Het filterbed loopt droog

IJzer wordt in een filterbed vooral in de bovenste laag afgezet. Wanneer het waterniveau zich niet boven maar in het filterbed bevindt, kan het ijzer losspoelen door het boven het filter versproeide water. Het gevolg is een aanzienlijke toename van het ijzergehalte van het filtraat. De volgende voorbeelden laten zien wanneer dit kan gebeuren.

Hevelen

Veel filters zijn voorzien van een overstort – 'katterug' – in de filtraatafvoer (afb. 6). De overstort is boven het niveau van de bovenkant van het filterbed geplaatst. Het filterbed loopt dan niet droog wanneer de filtratie stilstaat. Tijdens de filtratie stijgt het niveau van het bovenwater om de voordruk voor de filtratie te kunnen leveren. Is de beluchtingsopening in de overstort te klein, dan zuigt het over de overstort vallende water te weinig lucht mee. De lucht ondervindt weerstand in de beluchtingsopening en er ontstaat een onderdruk in de overstort. De overstort gaat nu als een hevel werken en de filtratiesnelheid neemt toe. Blijft de watertoevoer gelijk, dan daalt het waterniveau boven het filterbed en kan het filter gedeeltelijk drooglopen. Soms stopt het hevelen omdat de drukval over het filter afneemt door het dalen van het waterniveau. De waterstand stijgt weer en het filter komt opnieuw onder water te staan. Herhaalt dit proces zich, dan ontstaat de onderbroken hevelwerking.
Een sterk variërend ijzergehalte in het filtraat kan het gevolg zijn (afb. 7).

Het filterbed rijst

Filtergrind kan door afzetting van ijzer 'aangroeien'. De korrelgrootte neemt toe en het filterbed wordt hoger. Komt hierdoor de bovenkant van het filterbed boven het niveau van de overstort in de filtraatafvoer, dan daalt het waterniveau tijdens stilstand tot in het filterbed. Vooral na het starten van de filtratie komt er veel ijzer in het filtraat. Periodieke controle van de hoogte van het filterbed is daarom gewenst. Zo nodig moet er wat grind van het filterbed worden weggeschept.

Afvoer eerste filtraat

Na het spoelen van een filter wordt het eerste filtraat meestal niet meteen benut als drinkwater, maar afgevoerd naar de spoelwatervijver. Zit er in de afvoerleiding van dit eerste filtraat geen overstort of volumestroomregeling, dan kan het waterniveau tot in het filterbed dalen. Schakelt men vervolgens over op de filtraatafvoer, dan vult het filterbed zich weer geheel met water. Enige tijd spoelt ijzer los door het op het filterbed vallende water. Dit ijzer komt in het reine water.
Wanneer er een gezamenlijke overstort in de filtraatafvoer van meerdere filters zit, kan er bij de aanvang van de 'normale' filtratie water uit de andere filters terugstromen in het filterbed van het – gedeeltelijk met water – gevulde filter. De stroomrichting verandert waardoor ijzer kan losspoelen.

Starten van de filtratie

Snelfilters

Snelfilters zijn soms gevoelig voor het starten

NEGATIEVE FILTERDRUK

Bij een niveauregeling wordt een regelafsluiter in de filtraatafvoer verder opengestuurd om de toenemende filterweerstand te compenseren (afb. 4). Het water wordt dus ten gevolge van een zekere onderdruk door het filter 'getrokken'. Plaatselijk kan de druk in het filterbed hierdoor lager zijn dan de atmosferische druk. De oplosbaarheid van de in het water opgeloste gassen, zoals zuurstof en stikstof, neemt door deze drukverlaging af, en er kunnen gasbellen ontstaan.
Deze gasbellen veroorzaken een hoge filtratieweerstand. De negatieve filterdruk kan worden beperkt door een hogere waterstand boven het filterbed aan te houden. Treedt gasafzetting toch op, dan is de filterweerstand te verlagen door korte tijd met water te spoelen.

ACHT AANBEVELINGEN VOOR EEN GOEDE ONTIJZERING

1. Controleer het filtraat van de snelfilters continu met een registrerende troebelheidsmeter.
2. Is het ijzergehalte, en dus de troebelheid, periodiek te hoog, gebruik dan de troebelheidsmeter voor het opsporen van de oorzaak.
3. Onderzoek zo mogelijk vóór het realiseren van een nieuwe filterinstallatie met een proeffilter wat de invloed is van:
   - het starten van de filtratie;
   - snelheidsvariaties;
   - het spoelproces;
   - de bovenwaterstand;
   - het mengen van watersoorten.
4. Beperk zo nodig het aantal malen schakelen van de snelfilters door de reinwaterberging als produktiereservoir te benutten.
   Dat kan bijvoorbeeld door:
   - 's nachts de reinwaterberging langzaam te vullen;
   - de filters 's winters bij een lager waterniveau te laten starten dan 's zomers;
   - tijdens stilstand van de produktie de filters niet te starten wanneer één filter wordt gespoeld (bijvoorbeeld 's nachts);
   - bronnen uit te schakelen in plaats van een ander filter in te schakelen tijdens het spoelen van een filter.
5. Controleer de waterverdeling over parallel geschakelde filters. Verschillen kunnen onder meer optreden door:
   - toepassen van verschillende typen sproeiers;
   - verschillen in het niveau waarop het water wordt ingevoerd;
   - verschillende diameters van de toevoerleidingen.
6. Voer bij een droogfilter geen lucht af door de filtraatafvoer. Zorg voor een aparte ontluchting.
7. Ga na of het filterbed periodiek droogloopt:
   - tijdens de afvoer van het eerste filtraat;
   - omdat het filterbed is gerezen door aangroei van het filtergrind;
   - omdat de beluchtingsopening van de overstort in de filtraatafvoer te klein is. De instromende lucht mag geen geluid maken.
8. Controleer of door negatieve filterdruk gas is afgezet in het filterbed. De filterweerstand neemt dan snel toe en het filter borrelt wanneer u de filtratie stopt.

van de filtratie. Ze laten dan vrij veel ijzer door. Dit treedt vooral op wanneer het ijzer zich moeilijk laat filtreren omdat een zwakke ijzervlok wordt gevormd. De gevoeligheid voor het starten van de filtratie of een toename van de filtratiesnelheid moet bekend zijn om het meest optimale schakelschema te kunnen bepalen. Het starten van de filtratie geeft niet altijd aanleiding tot een verhoogd ijzergehalte van het filtraat. Soms treedt volstrekt geen toename van de troebelheid op. Ook hier geldt: meten is weten! Is een filter gevoelig voor het starten van de filtratie, dan is bijvoorbeeld een gestaffelde schakeling van de filters beter dan het aan/uitschakelen van alle filters.

Het aantal keren dat elk filter start is dan minder. Een variërende filtratiesnelheid is ook een oplossing, wanneer de ontmanganing en nitrificatie hierdoor niet worden verstoord.

Droogfilters

Bij een droogfilter sproeit het water op het filterbed. Gezien de ervaring met een gedeeltelijk drooggelopen natfilter verwacht men dat de ontijzering niet goed verloopt in een droogfilter. Bij een continue filtratie kan het ijzergehalte van het filtraat van een droogfilter echter laag zijn.
Bij het starten van de filtratie kan een droogfilter echter zeer veel ijzer doorlaten (afb. 8). Het gestaffeld schakelen van de filters en/of een variërende filtratiesnelheid kan in dit geval een verbetering opleveren (afb. 9).

Helpt een nafilter?

In de praktijk past men vaak dubbele filtratie toe. De ontijzering vindt voornamelijk plaats in het voorfilter, evenals een deel van de ontmanganing en de nitrificatie. Het nafilter verwijdert het nog resterende gehalte mangaan en ammonium-ionen, en bovendien een deel van het ijzer dat het voorfilter heeft doorgelaten.
Toch laat een nafilter wel ijzer door en is een piek in de troebelheid van het filtraat van het voorfilter ook na het nafilter nog duidelijk aanwezig.
Een goede ontijzering in het voorfilter blijft dus noodzakelijk.

Literatuur

1. Lerk, C. F. (1965). *Enkele aspecten van de ontijzering van grondwater.* Delft, Waltman. Dissertatie.
2. Whittemore, D. O. and Langmuir (1975). *The solubility of ferrix oxyhydroxides in natural waters.* Ground Water *13*, nr. 4, bladzijde 360-365.
3. Robinson, L. R. and Dixon, R. I. (1968). *Iron and manganese precipitation in low alkalinity ground waters.* Water and Sewage Works *115*, nr. 11, bladzijde 514-518.
4. O'Melia, C. R. and Crapps, D. K. (1964). *Some chemical aspects of rapid sand filtration.* JAWWA *56*, bladzijde 1326-1344.
5. Robinson, R. B. Demirel, T. and Baumann, E. R. (1981). *Identity and character of iron precipitates.* Journ. Env. Eng. Div., ASCE, *107*, no. EE6, bladzijde 1211-1227.
6. Filip, A., Vuskovic, B. and Strundjalic, P. (1974). *Correlation between turbidity and iron content of the filter effluent of well origin.* JAWWA, bladzijde 166-168.

● ● ●

Themadag 'Ecologische Waterkwaliteitsdoelstellingen'

In het tweede IMP Water werd het belang van het verder ontwikkelen van ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen benadrukt. Ten aanzien van de ontwikkeling van ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen vinden momenteel in verschillende kaders vele activiteiten plaats.
Een aantal commissies/werkgroepen is actief op landelijk niveau. Genoemd kunnen worden de Commissie Ecologische Normen Waterbeheer van de Gezondheidsraad, Werkgroep V van de CUWVO en de Werkgroep Biologische Waterbeoordeling. Instituten en Universiteiten/Hogescholen enerzijds en waterbeheerders anderzijds verrichten aquatisch ecologisch onderzoek wat mede gericht is op de verdere ontwikkeling van ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen.
Daarnaast wordt meer op regionaal niveau in het kader van de planvorming gewerkt aan het formuleren van ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen voor de te beheren oppervlaktewateren.
Het doel van de themadag is het verschaffen van inzicht in de stand van zaken met betrekking tot bovengenoemde activiteiten en het bieden van mogelijkheden voor discussie over gesignaleerde vragen en knelpunten.
De themadag wordt gehouden op 23 oktober 1984 in het Jaarbeursgebouw te Utrecht.
Sprekers zullen zijn:
- Dr. S. Parma, Limnologisch Instituut, over de werkzaamheden van de Commissie Ecologische Normen Waterbeheer van de Gezondheidsraad.
- Dr. H. W. Kroes, Ministerie van VROM, over de werkzaamheden in het kader van CUWVO V.
- Dr. ir. B. G. H. J. Beltman, Rijksuniversiteit Utrecht, over het aquatisch ecologisch onderzoek in Nederland.
- Mw. ir. M. E. A. van Gijsen, Zuiveringsschap Drenthe, over de wijze waarop in de planvorming aandacht geschonken wordt aan ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen.
- Dr. ir. H. H. Tolkamp, Waterschap Zuiveringsschap Limburg, over de praktische toepasbaarheid van ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen in de dagelijkse praktijk van het waterkwaliteitsbeheer.

● ● ●