

Praktijkervaringen bij de produktievergroting van pompstation 'ir. A. Polstra' te Sellingen

1. Inleiding

In H₂O van 14 september 1972 werd het pompstation 'ir. A. Polstra' te Sellingen uitgebreid beschreven nadat het in mei van dat jaar officieel in gebruik was gesteld. De moeilijkheden die men bij het zoeken naar het juiste zuiveringsproces ondervond, konden veelal worden toegeschreven aan de steeds wisselende chemische parameters van het op verschillende plaatsen in het winveld gevonden grondwater. Tenslotte werd echter een acceptabel proces toegepast voor een produktie van maximaal 300 m³ per uur.



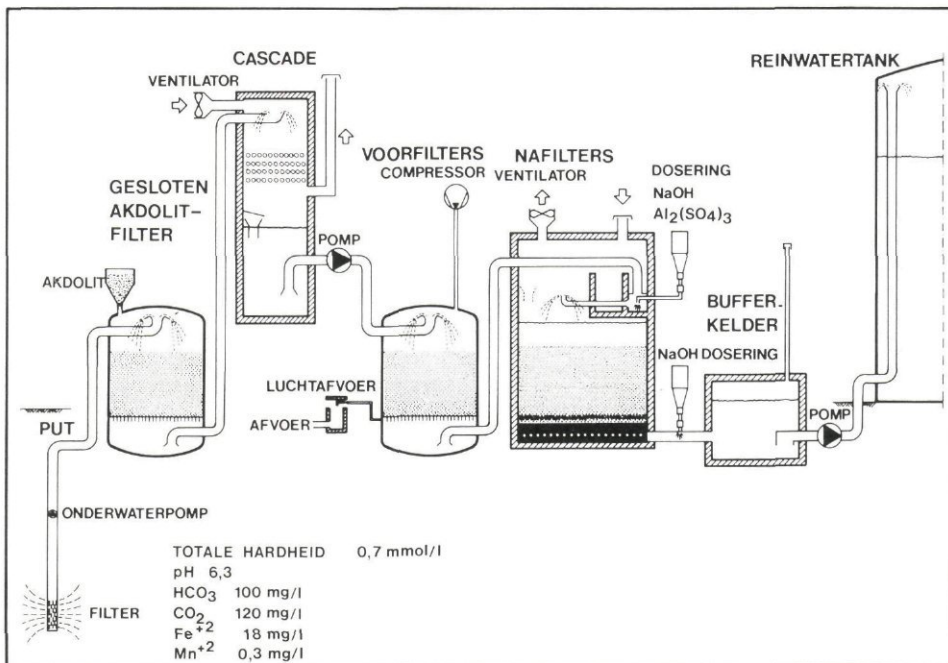
IR. J. C. DE WIJS
Waterleidingmaatschappij
v. d. provincie Groningen
(WAPROG)

Dat dit proces later niet geschikt bleek voor een grotere produktie kon toen nog niet worden voorzien; de beperkte putten-capaciteit en de krappe concessie voor onttrekking van grondwater (1,5 miljoen m³ per jaar) waren hier mede debet aan. Afb. 1 toont het tot 1980 gevolgde proces. Opvallend is de zeer geringe hardheid en de hoge gehalten aan Fe en CO₂ van het ruwe water. Om tot ca. 1 mmol/l op te harden ligt het voor de hand om de ophardingsfase aan het begin van het proces te plaatsen, waar de CO₂-concentratie in het water zo groot mogelijk is. De opharding vond plaats met akdolit (37,5% CaO en 25,8% MgO). Na de opharding en chemische ontzuring is de pH nog te laag om snel en betrouwbaar te ontijzeren, zodat het water eerst nog een mechanische ontzuringstrap doorloopt alvorens in twee voorfilters, uitgevoerd als droogfilter, te komen waar het ijzergehalte tot 1 à 2 mg/l teruggebracht wordt. In de droogfilters is de filterbelasting hoog (ca. 22 m/h), terwijl bovendien een aanvullende mechanische ontzuring van ongeveer 20% optreedt. Van ontmanganing is hier nog nauwelijks sprake tengevolge van de lage pH (ca. 6,7).

Vóór de natte nafilts werd 30 of 33% natronloog en aluminiumsulfaat gedoseerd. Het eerste was nodig om ontmanganing in de 6 nafilts mogelijk te maken en het tweede om het restijzergehalte tot onder 0,05 mg/l terug te brengen.

Als het water uit de nafilts komt wordt voor de tweede keer loog gedoseerd, ditmaal om de pH zodanig te verhogen dat het inmiddels 'rein' geworden water vrijwel niet meer kalkagressief is.

2. Een eerste poging tot procesverandering
Eind 1973 werd vergunning aangevraagd om de winning tot vijf miljoen m³ per jaar uit te



Afb. 1.

breiden. In verband daarmee was het gewent om de invloed van diverse procesparameters te onderzoeken, mede gezien de verwachting om met nieuw te boren putten harder water te kunnen winnen. Indien namelijk over harder water beschikt kon worden was het denkbaar om de akdolitopharding achterwege te laten zodat dan het in 1972 tot akdolitfilter omgebouwde voorfilter weer zijn oorspronkelijke functie terug zou kunnen krijgen. Deze werkwijze zou mogelijkwerijs een forse vermindering in investering mogelijk maken. In 1978 werd getracht om de pH van het ruwe water met by-passing van de akdolitfase te verhogen. Bij een produktie van ca. 280 m³/h werd natronloog gedoseerd in de zuigleiding van de ruwwaterpomp, die het beluchte ruwe water uit de ontzuringstoren naar de voorfilters transporteerde. Doel van de proef was na te gaan of de ontijzering en ontmanganing in vóór- en nafilts goed bleef verlopen. Dit bleek niet het geval te zijn. Het experiment werd in verband met te hoge ijzercijfers in het reine water na korte tijd beëindigd. Het is niet precies bekend wat hiervan de oorzaak is geweest. Mogelijk is door de loogdosering het ijzer gedeeltelijk in een niet-affiltreerbare vorm omgezet.

3. Vervolgonderzoek

Vervolgens werd onderzoek gedaan naar werking en inrichting van de ontzuringstorens. Veronderstellend, dat bij het toegepaste meestroomprincipe van het ruwe water en de lucht het uittredende water, wat CO₂-gehalte betreft, in evenwicht verkeert met de uittredende lucht, kan met behulp van een massabalans voor CO₂ de volgende

formule voor het theoretische ontzuringrendement worden afgeleid:

$$\eta_{\text{theor}} = \frac{R(w - ml)}{w(R + m)} \text{ waarin:}$$

η_{theor} = de hoeveelheid CO₂ die in verhouding tot de aanvangshoeveelheid wordt verwijderd.

w = CO₂-concentratie in het inkomende ruwe water (g/m³).

l = CO₂-concentratie in de toegevoerde lucht (g/m³).

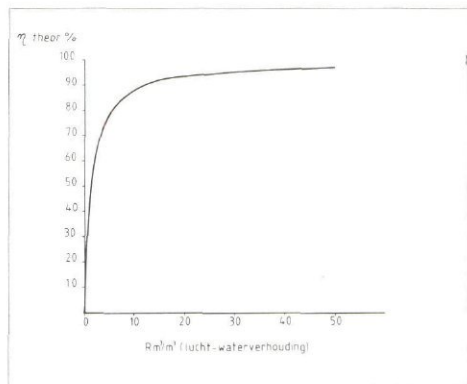
R = lucht-watervedeling (m³/m³).

m = de verdelingscoëfficiënt van het in evenwicht verkerende systeem water - CO₂ - lucht, uitgedrukt als het aantal grammen CO₂ per m³ water gedeeld door het aantal grammen CO₂ per m³ lucht bij dezelfde temperatuur en druk.

Daar lucht ca. 0,03 vol % CO₂ bevat, komt dit bij 10 °C en 1 bar overeen met 0,57 g CO₂ per m³ lucht. Het blijkt, dat in het systeem CO₂-water bij 1 bar en 10 °C ca. 2,35 kg CO₂ per m³ water in oplossing kan gaan. Bij 3.10⁻⁴ bar lost er volgens de wet van Henry dus 0,705 g CO₂ per m³ water op. Derhalve bedraagt de verdelingscoëfficiënt

$$\frac{0,705}{0,57} = 1,24$$

De grafiek van afb. 2 toont het verband tussen het theoretisch ontzuringrendement en de lucht-water verhouding, waarbij $w = 120$ mg/l. De kromme lijn is een hyperbool met als horizontale asymptoot de lijn $\eta_{\text{theor}} = 1 - \frac{ml}{w}$ (= 0,994), optredend voor $R = \infty$.



Afb. 2.

Op te merken valt dat het mogelijk moet zijn om reeds bij vrij lage waarden van R een goed ontzuringrendement te bereiken. Of dit zal lukken hangt uiteraard mede af van de inrichting en afmetingen van de ontzuringstoren. Bij voorbaat is echter aan te nemen, dat het werkelijk rendement aanzienlijk lager zal uitkomen dan de theoretische waarde en wel om de volgende redenen:

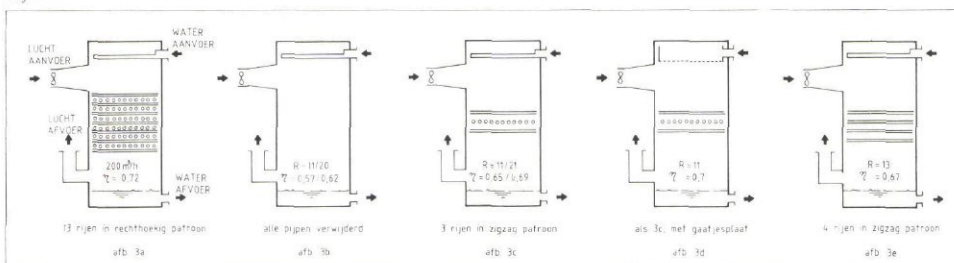
1. de korte verblijftijd van het water en de lucht in de toren maakt het onwaarschijnlijk dat er voldoende nieuwe grensvlakken worden gevormd om evenwicht volgens het diffusieproces mogelijk te maken;
2. lang niet alle luchtdeeltjes zullen op hun weg waterdeeltjes ontmoeten, er zullen altijd by-pass stromingen blijven bestaan. De kans op by-pass stromingen is trouwens, bij geringe drukval over het werkzame pakket, geringer bij meestroom dan bij tegenstroom, hoewel de laatste principieel een hogere stofoverdracht mogelijk maakt.

De beste resultaten verkrijgt men met een pakket waarbij het contact tussen water en lucht zo intensief mogelijk is, bijvoorbeeld een gepakte kolom. Toegepast op belucht, sterk ijzerhoudend water is hiervan een groot bezwaar dat de vulling zeer spoedig ernstig zal vervuilen waardoor het ontzuringrendement sterk terugloopt.

In het filtergebouw zijn twee ontzuringstorens aanwezig, waarvan één steeds als reserve stond. Dit hield verband met een mogelijke uitbreiding van nog eens drie voorfilters en zes nafilts.

Elke toren bestaat uit een betonnen ruimte met vloeroppervlak van $2 \times 2 \text{ m}^2$ en een hoogte van 6,7 m. Bovenin wordt door

Afb. 3.



middel van een 4 kW ventilator lucht aangevoerd alsmede het ruwe water dat via een halve pijp overstort naar beneden. Het water kwam dan terecht op een pakket pvc-pijpen $\varnothing 63 \text{ mm}$ die in een rechthoekig patroon gegroepeerd lagen in 13 rijen van elk 25 pijpen naast elkaar (afb. 3a). Aan de kopeinden waren de pijpen tot $\varnothing 80 \text{ mm}$ opgetrompt zodat tussen de pijpen een ruimte overbleef van 17 mm. In schone toestand bedroeg het ontzuringrendement ca. 72% bij $280 \text{ m}^3/\text{h}$ ruwwatertoevoer. Ten gevolge van het hoge ijzergehalte in het ruwe water ging dit pakket echter spoedig vervuilen zodat het rendement tot ca. 60% daalde.

Een theoretische berekening van de CO_2 overdracht van water naar lucht is erg onzeker gezien de aan te nemen grootte van het in rekening te brengen grensvlak. Omdat uit de theorie echter ook blijkt dat bij lucht/waterverhoudingen van 10 à 20 reeds ontzuringrendementen van om en nabij 90% te bereiken zijn, ging de interesse primair uit naar het werkelijke ontzuringrendement van de toren indien geen enkele maatregel werd genomen om een intensief contact tussen water en lucht te bevorderen. In één ontzuringstoren werd daarom het gehele pakket pijpen verwijderd en bleek nog een redelijk rendement haalbaar, zie afb. 3b. Het was dus niet onlogisch om te veronderstellen dat een noemenswaardig hoger rendement gehaald zou kunnen worden indien, met het oog op een snelle schoonmaakprocedure, met een simpele inrichting kon worden volstaan. Inderdaad was een duidelijke verbetering te constateren (afb. 3c). Een verdere rendementsverhoging gaf een boven de pijpen gemonteerde plaat met daarin gaatjes van $\varnothing 3 \text{ mm}$ en steek 10 mm, waarmee lange tijd werd gewerkt (afb. 3d). Ofschoon het water hier vrijwel onbelucht uit de gaatjes stroomt, vervuilde de plaat op den duur wel. De waterstand op de plaat werd tenslotte zo hoog dat het water vervolgens langs de opstaande randen naar beneden stortte. Dit gaf uiteraard relatief dikke waterlagen zodat de CO_2 uitwisseling verminderde en het rendement weer daalde. Voor deze inrichting is het interessant om na te gaan hoe goed (of slecht!) de overdracht van de CO_2 in het water naar de lucht verloopt.

Een chemische analyse van februari '81 gaf aan:

CO_2 -gehalte in het toegevoerde ruwe water 98 g/m^3 ,

CO_2 -gehalte in het afgevoerde ruwe water 34 g/m^3 ,

Waterstroom $450 \text{ m}^3/\text{h}$ en luchtstroom $6.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Bij een CO_2 -gehalte in de buitenlucht van $0,6 \text{ g/m}^3$ en een verdelingscoëfficiënt van 1,24 bedraagt de overgedragen hoeveelheid

$$\text{CO}_2 : 450 \left(\frac{98}{1.000} - \frac{34}{1.000} \right) = 28,8 \text{ kg/h.}$$

De uitgangskoncentratie van de lucht bedraagt dan $5,4 \text{ g/m}^3$. Het drijvend concentratieverschil aan de toevoerszijde is $98 - 1,24 \cdot 0,6 = 97,3 \text{ g/m}^3$ en aan de afvoerszijde $34 - 1,24 \cdot 5,4 = 27,3 \text{ g/m}^3$. Het logaritmisch concentratieverschil vindt men vervolgens

$$\text{met } c_{\text{ln}} = \frac{97,3 - 27,3}{\ln 97,3/27,3} = 55 \text{ g/m}^3.$$

Tenslotte volgt uit de formule voor de stofoverdracht $\Phi_m = k_l \cdot A \cdot c_{\text{ln}}$ de waarde van $k_l \cdot A$. In deze formule is:

Φ_m = overgedragen massastroom (kg/s)

k_l = stofoverdrachtscoëfficiënt in het grensvlak (m/s)

A = grootte van het grensvlak (m^2)

Berekening voor $k_l \cdot A^* = \frac{k_l A}{V}$ leidt dan

tot een $k_l \cdot A^*$ waarde van $0,8 \cdot 10^{-2}/\text{s}$, waarbij als werkzame hoogte van de toren is genomen de afstand van de sproeiplate tot het waterniveau onder in de toren ($\sim 4,5 \text{ m}$). Voor sproeitoren geeft Beek [lit. 2] een waarde op voor $k_l \cdot A^*$ van $1,4 \cdot 10^{-2}/\text{s}$, zodat geconcludeerd kan worden dat de CO_2 overdracht met de bestaande torens zo nodig nog wel verhoogd zou kunnen worden. Volgens Roefs [lit. 4 en 5] kan men er vanuit gaan dat het beluchtingsresultaat van een ontzuringstoren, die op een bepaalde manier is ingericht, in feite alleen een functie is van de water-luchtverhouding R bij waterbelastingen tussen 60 en $250 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ en bij R -waarden groter dan 1. De overigens incidentele metingen aan de ontzuringstorens op het pompstation bevestigen in vrij goede mate de daarvoor ontwikkelde formule. Tenslotte is begin 1983 de huidige inrichting gekozen (afb. 3e). De gaatjesplaat is weer verlaten en er worden vier pijpenrijen toegepast op ca. 0,4 m afstand van elkaar in een zigzagpatroon. Ook de om en om haakse ligging van de pijpenrijen is verlaten. De reden hiervan is dat de grootte van de deuropening het gemakkelijk hoge-druk schoonspuiten van vier pijpenrijen toelaat zonder dat de pijpen verwijderd behoeven te worden. De pijpen liggen dus thans alle gericht op de deuropening. Bovendien is de pijpafstand vergroot tot 27 mm om brugvorming van ijzeroxyden en daardoor

dichtgroeien zoveel mogelijk te voorkomen. Hiermee is een zeer onderhoudsvriendelijke opstelling bereikt met een weliswaar iets lager maximaal ontzuringrendement dan in de oorspronkelijke opzet, welke echter wel een vrijwel constante waarde heeft tussen de schoonmaakbeurten. Slechts tweemaal per jaar moeten de pijpen schoongespoten worden, een karweitje dat slechts ongeveer een mandag in beslag neemt.

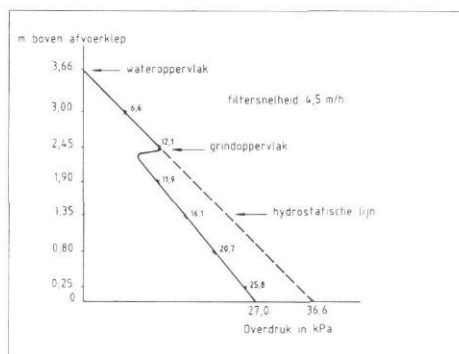
4. Pogingen om de produktie op te voeren

In de loop van 1979 werden 7 putten geboord. De hardheid van het gewonnen water uit deze zuidputten was nauwelijks voldoende om samen met de reeds aanwezige noordputten een waarde van omstreeks 1 mmol/l te bereiken in afwezigheid van akdolit-ophardingsfase. Het bleek echter dat er grote verschillen in hardheid in het water aanwezig waren op verschillende hoogten in de watervoerende lagen. Daarom werden bij vier putten de filters afgeblind op die plaatsen waar zachter water werd aangetroffen, zodat de gemiddelde hardheid steeg tot ca. 0,9 mmol/l.

Begin '80 werd besloten om het akdolitfilter om te bouwen tot voorfilter met juraperl korrels (99,4% CaCO_3) als vulling. Reden hiervoor was dat de vereiste hardheid dan bij een capaciteitsvergroting tot 450 m³/h gemakkelijker kon worden gehaald en men minder afhankelijk zou zijn van de in hardheid lage noordputten. Op grond van ervaringen van andere waterleidingbedrijven werd verwacht dat het filter bij een capaciteit van 150 m³/h een opharding zou geven van 0,25 à 0,45 mmol/l en dat bovendien de ontijzering nog wat grondiger zou verlopen dan bij de grindfilters.

In november kwam de ombouw gereed. De opharding bleek echter slechts 0,2 à 0,25 mmol/l te zijn bij 150 à 100 m³/h. De ontijzering was wel beter, het restijzergehalte bedroeg 0,5 à 1 mg/l (grindfilters 1 à 2 mg/l). Al spoedig werden wat hogere drukken boven het filterbed geconstateerd, wat echter toegeschreven werd aan loslatende ijzerafzettingen uit de ontzuringstoren en de voorfilteraanvoerleiding (het juraperlfilter stond het dichtste bij deze toren). Ook het eerste grindfilter werd nu met juraperl gevuld. Inmiddels was de door de minister vastgestelde voorlopige uitbreiding van de grondwaterconcessie (tot 3,5 miljoen m³ per jaar) in de loop van 1979 geëffectueerd zodat de produktie zonder meer tot 450 m³/h mocht worden opgevoerd. In januari '81 kwam bovendien de Ø 500 mm transportleiding Sellingen - Stadskanaal in bedrijf. Deze leiding maakte het tevens eenvoudiger om het geproduceerde water naar het voorzieningsgebied te pompen.

In februari werd de produktie geleidelijk aan opgevoerd tot 450 m³/h. Reeds snel kwamen



Afb. 4.

er problemen: de ontijzering en ontmanganing bleek onvoldoende. In maart werd de produktie verlaagd tot 330 m³/h. De ontmanganing verbeterde hierdoor maar de ontijzering nauwelijks, ondanks een hogere dosering met aluminiumsulfate. Pogingen om de doseerwijze hiervoor en ook van natronloog te verbeteren (verplaatsing doseerpunt, verdunde toevoer, roerwerk) hadden geen effect.

Er was nog een merkwaardig en veront-rustend verschijnsel: de waterstanden in de nafilts waren ondanks een geheel geopende filtraatvoer erg hoog, deze standen bleven zelfs hoog na een produktievermindering tot 250 m³/h. Tijdens het spoelen bleek tevens een grote hoeveelheid gas vrij te komen gedurende de eerste spoelfase, waarbij de luchtcompressor nog niet meedraaide. Aanvankelijk dacht men aan onderdrukken in de filters, zodat gas (lucht?) vrij kon komen met als gevolg dat de waterpassage werd belemmerd. Plaatselijk zouden dan relatief hoge watersnelheden kunnen optreden waardoor de afgezette ijzervlokken weer gedeeltelijk in het filtraat terecht konden komen.

Aangezien de ontijzering weer perfect werkte na gestopte loogdosering moest hiermee echter een verband bestaan. De hoge waterstanden in de nafilts bleven echter aanwezig, ook na gestopte dosering van aluminiumsulfate. Een grindmonster getrokken uit de bovenste laag van een nafiltsbed vertoonde geen bijzonderheden. Teneinde de waterstanden niet zo hoog te laten worden dat de filtraattoevoer geheel onder water zou komen te staan, waardoor een extra beluchting zou verdwijnen en andere nafilts overbelast zouden kunnen worden, verwijderde men de aanwezige gassen tussen twee spoelbeurten in met behulp van een lichte waterspoeling. Verder onderzoek bracht aan het licht dat ten gevolge van de hogere drukken in de juraperlfilters vrij veel zuurstof in het voorfiltraat opgelost was. Het water uit de voorfilters werd echter naar een verdeelgoot geleid zodat het onder atmosferische druk naar de nafilts stroomde en ruime gelegen-

heid had om extra gas kwijt te raken.

Bovendien wees een drukmeting van nafilts nr. 3 uit dat er nergens in het filterbed onderdruk optrad ten opzichte van de atmosfeer (afb. 4).

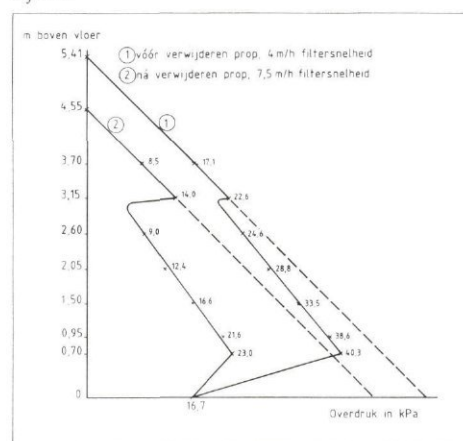
In één der nafilts werd een sproeibak geplaatst om door middel van dunne vallende stralen te trachten het water beter te ontgassen. Dit gaf geen resultaat evenmin als het verwijderen van de bovenste 4 cm grind in nafilts nr. 3. Ook werd gedacht aan niet goed sluitende spoelluchtkleppen, welke tijdens het spoelen van een filter lucht zouden kunnen doorlaten. Een onderzoek bracht niets aan het licht.

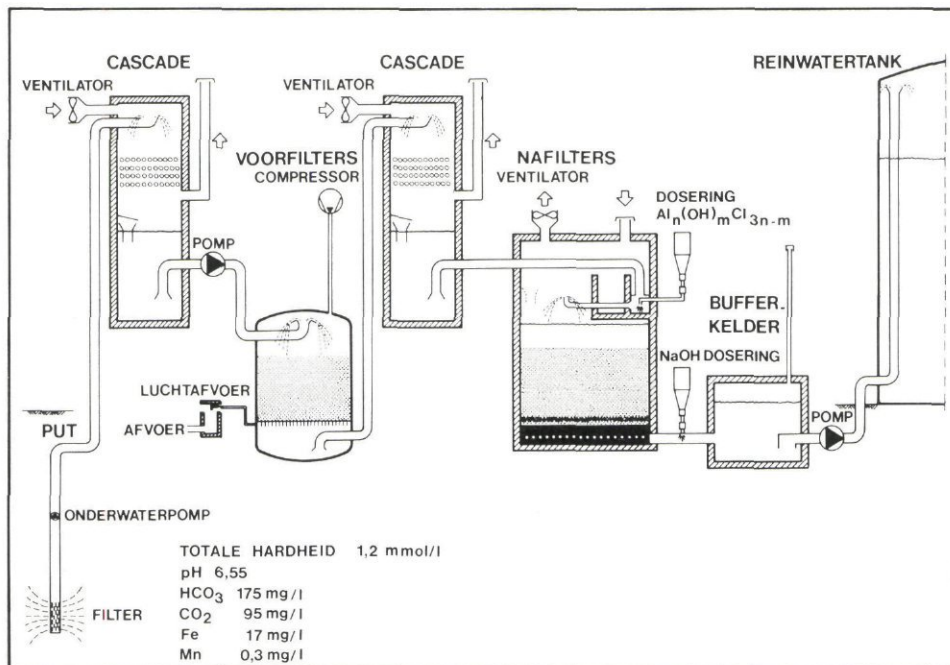
Intussen was het eerste juraperlfilter steeds slechter gaan ontijzeren. Hiervoor bleek echter een te frequente spoeling verantwoordelijk te zijn. Ten gevolge van de minder frequente spoeling verminderde echter weer de opharding in dit juraperlfilter. Het bleek ook gunstiger om de drukken in de droogfilters niet te hoog te laten worden, omdat hierdoor de waterniveaus in de nafilts beïnvloed werden (de filtraatafsluiters waren door de niveauregeling steeds geheel open-gestuurd).

5. Het proeffilter

Op grond van de conclusie dat het gas in de nafiltsbedden hoofdzakelijk uit lucht moest bestaan afkomstig uit de voorfilters, werd een simpele proefinstallatie opgezet bestaande uit een plaatbeluchter en een nafilts. De plaatbeluchter werd gevoed door een juraperlvoorfilter. Doel van de plaatbeluchter was om de overmaat aan opgeloste lucht in het water kwijt te raken en om de pH te verhogen door CO_2 uitdrijving. Het laatste was gewenst om loogdosering zoveel mogelijk te verminderen aangezien de ervaring tot nu toe steeds had geleerd dat loogdosering een slechte invloed had op de restontijzering. Inderdaad bleek de plaatbeluchter aan zijn doel te beantwoorden. In het nafilts trad geen hoge waterstand meer op bij in bedrijf zijnde plaatbeluchter. Bovendien steeg de

Afb. 5.





Afb. 6.

pH ruim boven 7 zodat verwacht kon worden dat de loogdosering in de nafilterverzamelgoot bij passende maatregelen ook geheel zou kunnen vervallen. Het proeffilter kon het echter niet zonder aluminiumsulfaat stellen omdat het restijzer anders op een niveau van 0,1 à 0,2 mg/l bleef. Dit restijzer bleek nog de ferro vorm te hebben.

Aangenomen wordt dat dit restijzer wordt omgeven door humuszuren die oxydatie belemmeren. Het vlokmiddel moet deze zuren 'openbreken', waarna oxydatie van ferro tot ferri kan plaatsvinden.

Bij een filtratiesnelheid van 7,5 m/h (gewenste snelheid in de nafilts om 450 m³/h totaal te verwerken) bleek ook bij hogere aluminiumsulfaatdoseringen een laag restijzergehalte (0,05 mg/l) niet haalbaar. Het resterende mangaangehalte kwam op den duur wel tot zeer lage waarden.

6. Enige moeilijkheden opgelost

Bij het zoeken naar de oorzaak van de luchtoverlast in de nafilts herinnerde men zich dat in het verleden de uitstort van de voorfilters in de nafilterverzamelgoot altijd boven het waterniveau van de goot lag, hetgeen thans niet het geval was. Zou dit ogenschijnlijk onbelangrijke detail van invloed kunnen zijn op de ontgassing van het water? Besloten werd om ca. 40 cm van deze uitstort af te zagen. Vrijwel ogenblikkelijk verdwenen de luchtballen in de nafilts. Kennelijk was het storteffect van enige dm's hoogte zo doeltreffend dat hier de gewenste ontgassing van met lucht overzadigd water plaatsvond.

Typisch was wel dat de hoge waterstand in de nafilts bleef bestaan. Een nieuwe druk-

meting op nafilter 3 (afb. 5) wees uit dat een abnormaal hoge drukval aanwezig was over de nafiltafsluiter met aangrenzende filtraatleiding, welke het verzamelde filtraat naar een filtraatbufferkelder voert. Daar alle nafilts een hoge waterstand hadden lag het voor de hand om te denken aan een grote weerstand in deze filtraatleiding. Inspectie hiervan toonde een grote steenachtige prop aan ter plaatse van de inlaat van de natronloogdosering. De prop bleek uit kalk te bestaan en kon met een hogedrukspuit in stukken gestraald en verwijderd worden. De loogdosering veroorzaakte blijkbaar in water met een hardheid van slechts ca. 1 mmol/l nog plaatselijke ontharding.

Na deze operatie zakte het peil in de nafilts tot een normale waarde.

Na het oplossen van deze problemen bleek de ontijzing in de nafilts nog steeds te wensen over te laten. Bovendien gingen er in de voorfilters steeds meer spoelkoppen kapot, waardoor er veel beijzerd grind in de nafilterverzamelgoot terecht kwam. Men besloot rigoreus alle spoelkoppen te vervangen, ze hadden er dan ook zo'n 10 jaar op zitten.

7. Nog meer vorderingen

Hoe moest nu de vicieuze cirkel: hoog restijzer bij loogdosering of hoog rest-mangaan zonder loogdosering doorbroken worden?

De proefinstallatie wees de goede weg: geen loogdosering meer en de pH verhoging realiseren door extra beluchting. Hiertoe was de stand-by ontzuringstoren beschikbaar. Enige tientallen meters Ø 300 mm pvc-leiding en de nodige hulpstukken werden

daartoe gemonteerd. In december '81 ging de zogenaamde tussencascade in bedrijf en werd de productie opgevoerd tot 360 m³/h. Men verkreeg goede resultaten met de putten die het hardste en minst zure water leverden, maar toen het water door putvervanging minder hard en zuurder werd liep het restijzergehalte van de nafilts weer op. Overigens beantwoordde deze tussencascade aan haar doel, de resultaten waren gelijkwaardig met die van de proefinstallatie. Het inzicht groeide dat er behalve de storende werking van de loogdosering vóór de nafilts nog een ander mechanisme werkzaam moest zijn dat de restontijzing belemmerde, want na opvoering tot een productie van 400 m³/h met de beste putten in bedrijf waren de restijzergehalten niet meer altijd acceptabel. Het kon niet anders of de werking van aluminiumsulfaat liet het bij hogere produktieniveaus afweten.

Hoewel volgens lit. 8 een goed resultaat te bereiken moet zijn bij hoge doseringen van aluminiumsulfaat leek het gezien de kosten en handling gunstiger om naar alternatieve vlokmiddelen om te zien. De keuze viel op het middel Locron L (polymoleculen van Al₂(OH)₅Cl) dat bij hogere pH's doelmatiger moest zijn.

De Locron werd eerst in de proefinstallatie uitgeprobeerd. Na enige aanloopmoeilijkheden bleek dat de restijzercijfers bij een filtratiesnelheid van 7,5 m/h tot zeer lage waarden daalden (0,03 mg/l).

Ondertussen gaven de met juraperl gevulde voorfilters steeds meer moeilijkheden. Er rezen capaciteitsproblemen omdat de ruwwaterpompen, die het water uit de ontzuringstoren naar de voorfilters verpompten, ten gevolge van de daarin aanwezige hoge druk hun capaciteit niet meer haalden. Ook gaven de voorfilters hoge ijzergehalten te zien na het opnieuw bijvullen met juraperl. Een ander soort storing ontstond indirect door het schoonmaken van de voorfiltertoevoerleidingen (die door het hoge ijzergehalte in het inmiddels beluchte ruwe water snel vervuilden). Na schoonmaken van deze leidingen vertoonde het nafiltraat gedurende enige dagen een verhoogd restijzergehalte. Ook dit verschijnsel werd geweten aan onvoldoende werking van aluminiumsulfaat.

8. Evaluatie en besluitvorming

In maart '82 vond een evaluatie plaats van de tot nu toe verkregen ervaringen en resultaten. Het was wenselijk om de tussencascade te handhaven omdat hiermee een pH van ca. 7,2 gerealiseerd kon worden. Deze waarde moest blijken de proeffilterresultaten voldoende zijn om een goede ontmangening te bereiken, hoewel de uitkomsten van de nafilts tot dan matig waren. Daarom moesten de nafilts als het ware opnieuw

inlopen, dat wil zeggen een zeer geleidelijke capaciteitsvergroting tot vollast ondergaan. Men besloot, wat de ontijzering betrof, het vlokmiddel Locron enige dagen uit te proberen bij een capaciteit van ca. 400 m³/h. De juraperlfilters moesten weer een grindvulling krijgen. De optredende hoge drukken hierin konden inmiddels worden verklaard door de vorming van een koek in het bovenste deel van het filter. Deze koek bestond uit een matrix van fijne juraperl-deeltjes samengebonden door ijzerslib. Ten gevolge van het omsluitingseffect op de juraperlkorrels werd de opharding steeds minder en bedroeg tenslotte nog slechts ca. 0,15 mmol/l bij 150 m³/h.

Geconcludeerd moest worden dat voor onze omstandigheden een combinatie van opharding en ontijzering niet goed haalbaar was.

Het gebruik van Locron in plaats van aluminiumsulfaat was succesvol en besloten werd om de dosering over langere duur te herhalen wanneer alle voorfilters weer met grind gevuld zouden zijn. In mei werd tenslotte een produktieniveau van 450 m³/h gehaald bij goede ontijzering en ontmangening. Locron werd gedoseerd in een sterkte van 1 g/m³ en in een verdunning van 1 op 40. De verdunning was gewenst om enerzijds zoveel mogelijk vloeistof te doseren ten behoeve van een goede menging, anderzijds begrensd om uitvlokking in het voorraadvat te voorkomen.

De gewenste hardheid van ca. 1 mmol/l werd gehaald met de hardste putten in bedrijf. In september werd de capaciteit nog wat verder opgevoerd. Over ruim drie weken was de gemiddelde netto uurproduktie bijna 490 m³/h. Het was thans noodzakelijk om vast te stellen hoe de definitieve opstelling er uit zou komen te zien. Het zou acceptabel zijn om één der twee ontzuringstorens definitief als tussencascade aan te wijzen mits ten gevolge van bijvoorbeeld reparatie één der twee torens tijdelijk gemist zou kunnen worden. Aangezien de ruwwatertoren noodzakelijk is in verband met voldoende ontijzeringvermogen in de voorfilters moesten beide torens de mogelijkheid houden om als ruwwaterontzuringstoren te werken. Onderzocht diende dus nog te worden of de tussencascade tijdelijk buiten bedrijf gesteld kon worden door hernieuwde loogdosering op de nafilteverzamelgoot. Deze proceswijziging bleek echter geen succes, onmiddellijk liep het restijzergehalte in het nafiltraat weer op. Om uit te sluiten dat het een doseringsprobleem zou kunnen zijn werd de loog verdund en vóór respectievelijk na een geknepen afsluiter toegevoerd. In alle gevallen bleef het restijzergehalte hoog. Er was geen ontkomen aan: ook met Locron was loogdosering onbruikbaar. Tenslotte werd de loogdosering gestopt en afgewacht

werd hoe het restmangaangehalte van het nafiltraat zich zou ontwikkelen bij een produktie van 450 m³/h. De resultaten van deze laatste proef waren gunstig. Gedurende drie weken achtereenvolgend kwam het mangaangehalte van het reine water niet boven de grenswaarde van 0,05 mg/l ondanks een lage pH in de verzamelgoot van 6,7 à 6,8 (tegen 7,1 à 7,2 bij in bedrijf zijnde tussencascade). Het vermoeden bestaat dan ook dat Locron eveneens voor mangaanverwijdering werkzaam is. Uiteraard was het verbruik aan natronloog in de nadosering tijdens deze proef veel groter dan met in bedrijf zijnde tussencascade (ca. 30 g/m³ tegen ca. 12 g/m³).

De tot nu toe verkregen resultaten gaven nu aanleiding om definitief te besluiten één der ontzuringstorens te bestemmen als tussencascade, zodat de investering voor een nieuwe toren achterwege kon blijven.

Wel werden de drie resterende zuidputten eveneens van blindfilters voorzien teneinde bij hoge produktieniveaus nog enige vrijheid te hebben in putkeuze. In dit jaar (1982) werd voor het eerst de verleende grondwaterconcessie geheel benut. Tenslotte vond begin '83 de definitieve ombouw plaats door montage van gerilsaneerde leidingen en vlinderkleppen. Afb. 6 toont het thans gebezigde filterbedrijf.

9. Slotbeschouwing

Het aanpassen van de bestaande installatie heeft ongeveer f 70.000,— gekost, als investering gezien praktisch te verwaarlozen. Als het resultaat dat met deze aanpassing verkregen werd, namelijk produktiecapaciteitsverhoging van 150 à 200 m³ per uur, met bouwkundige voorzieningen (uitbreiding van voor- en nafilte) tot stand was gekomen, zouden de exploitatiekosten door rente en afschrijving met 2 à 3 ct per m³ hoger zijn uitgevallen.

In het huidige proces zijn echter ook de chemicaliënkosten aanzienlijk lager.

Op grond van de verbruiken van chemicaliën in 1979 (laatste jaar dat het oude proces nog ongewijzigd toegepast werd) en 1982 (eerste jaar dat volledig met het nieuwe proces werd gewerkt) kunnen de chemicaliënkosten bij een produktie van 3,5 miljoen m³ per jaar ruim f 100.000,— lager getaxeerd worden (prijsspeil 1982).

Naast de besparing die optreedt door het niet meer behoeven op te harden (ca. f 40.000,—) bestaat deze post vooral uit besparing op natronloogdosering als gevolg van extra mechanische ontzuring.

De geslaagde produktievergroting, tot stand gekomen zonder noodzaak tot bouwactiviteiten, is te danken aan intensief brainstormen van allen die op hun eigen wijze betrokken waren bij het proces op dit pompstation.

Literatuur

1. Boelens, A. H. M. en Sybrandie, J. C. (1966). *Ontzuring door middel van Cascades*. Water 50 (14), p. 214-219.
2. Beek, W. J. (1968). *Fysisch-technologische aspecten van de gasabsorptie*. 20ste vakantiecursus in drinkwatervoorziening.
3. Sybrandie, J. C. *Ontzuring door middel van cascades*. H₂O (3) 1970, nr. 2, p. 32-39.
4. Roefs, W. A. J. *Torenbeluchting I*. H₂O (4) 1971, nr. 4, p. 74-78.
5. Roefs, W. A. J. *Torenbeluchting II*. H₂O (4) 1971, nr. 6, p. 131-133.
6. NV Waprog. *Het pompstation 'Ir. A. Polstra' te Sellingeren*. Overdruk uit H₂O (5) 1972, nr. 19.
7. Kleyn, H. F. W. *Waterchemie THD 1976*.
8. Amirtharajah, A. and Mills, Kirk M. *Rapid-mix design for mechanisms of alum coagulation*. Journal Awwa april '82, p. 210-216.

● ● ●

AQUA-EXPO 85 9-15 juni 1985 te Brussel

De 4e Internationale Vakbeurs voor Watertechnieken AQUA-EXPO zal van 10 t/m 14 juni 1985 in het Tentoonstellingspark van Brussel gehouden worden. Deze 4e beurs wordt door de Internationale Jaarbeurs van Brussel (IJB) in nauwe samenwerking met de Nationale Vereniging van Waterleidingbedrijven (NAVEWA) georganiseerd.

Tegelijkertijd zal van 9 t/m 15 juni 1985 het Ve Congres Watervoorraden, georganiseerd door de International Water Resources Association (IWRA) plaatsvinden. Hoofddthema van het Congres zal zijn: 'De watervoorraad voor landelijke gebieden'. Ongeveer 1.500 congressisten uit alle werelddelen worden er verwacht. Tijdens de voorbije beurs, in 1983, hebben meer dan 5.500 bezoekers, waaronder 1.250 buitenlanders, komende uit 25 verschillende landen, de Vakbeurs bezocht.

AQUA-EXPO 85 hoopt op een bruto oppervlakte van 10.300 m², meer dan 150 exposanten te ontvangen.

Er worden 6.500 bezoekers verwacht.

● ● ●