

Verbetering rendement ultrafiltratie door coagulatie op pompstation De Punt

IR. R.T. VAN DER VELDE (WATERBEDRIJF GRONINGEN)
ING. M.J. BOORSMA (WATERBEDRIJF GRONINGEN)
ING. J.H. BRUINS (WATERBEDRIJF GRONINGEN)
IR. H.A. OOSTEROM (KIWA ONDERZOEK EN ADVIES)

In het kader van de bestrijding van de verdrogingsproblematiek in het Gorechtgebied onderzoekt het Waterbedrijf Groningen de mogelijkheid de oppervlaktewaterzuivering op het pompstation De Punt uit te breiden en de grondwaterwinning in dit gebied te verminderen. Het streven is om drinkwater te bereiden uit 50 procent oppervlaktewater (Drentsche Aa) en 50 procent grondwater.

Na een voorstudie naar de huidige en de te verwachten toekomstige kwaliteit van de Drentsche Aa, de toekomstige normen voor drinkwater en de beschikbare technologieën is een aantal potentiële zuiveringsscenario's opgesteld (zie afbeelding 1⁴⁾). Het Waterbedrijf Groningen onderzoekt in samenwerking met Kiwa middels pilot-onderzoek de inzet van ultrafiltratie in het zuiveringsproces van oppervlaktewater. In 1996 heeft het Waterbedrijf Groningen in een proefinstallatie reeds ervaring opgedaan met de zuivering (met zowel ultra- als microfiltratie) van spoelwater afkomstig van de grond- en oppervlaktewaterzuivering¹⁾. De goede proefresultaten waren

een extra aanleiding om de inzet van deze technologie in de oppervlaktewaterzuivering te overwegen. De voorzuivering voor ultrafiltratie in de oppervlaktewaterzuivering bestaat uit een mengbekken gevolgd door een coagulatie-flocculatie, eventueel gevolgd door een sedimentatie.

Uit vergelijking van de op pompstation De Punt gerealiseerde productiecapaciteit per m² membraanoppervlak, met resultaten van zuivering van ruw oppervlaktewater met ultrafiltratie elders in Nederland^{2),3),5)}, blijkt een verdubbeling van de flux mogelijk door toepassing van een voorgaande dosering van een vlokmiddel middels een coagulatie-stap. Hier-

door wordt de vervuilingssnelheid gereduceerd, waardoor aanzienlijk langere effectieve looptijden zijn te realiseren. Dezelfde verhoging van de flux als gevolg van voorafgaande coagulatie van het ruwe (voedings)water wordt tevens met een laboratoriumopstelling aangetoond. Hierbij zijn de membraanprestaties van het ruwe water uit mengbekken de Punt en het water na coagulatie onder dezelfde procesomstandigheden vergeleken. Daarnaast lijkt (in de praktijk) een extra verhoging van de flux met nog eens circa 20 procent mogelijk door een inwek met zuur van een reeds grondig gereinigd membraan bij de rigoureuze chemische reiniging.

Op basis van de resultaten van het inmiddels 12 maanden durende pilot-onderzoek verwacht het Waterbedrijf Groningen dat een netto flux van circa 90 l/(m².h) bij een transmembraandruk (TMD) van ongeveer 0,5 bar over het membraan gedurende de levensduur van minstens vijf jaar van de membranen haalbaar zal zijn. Eens in de maand zal daarbij een rigoureuze chemische reiniging moeten worden uitgevoerd.

Resultaten ultrafiltratie

Met betrekking tot de inzet van ultrafiltratie in de rechtstreekse zuivering van oppervlaktewater tot drinkwater zijn door Waterbedrijf Groningen tijdens het pilot-onderzoek onder andere onderstaande resultaten bereikt: netto flux tijdens het pilot-onderzoek circa 90 l/(m².h) bij 10°C. reinigingsfrequentie rigoureuze chemische reiniging ≤ één maal per maand. levensduur membranen ≥ één jaar.

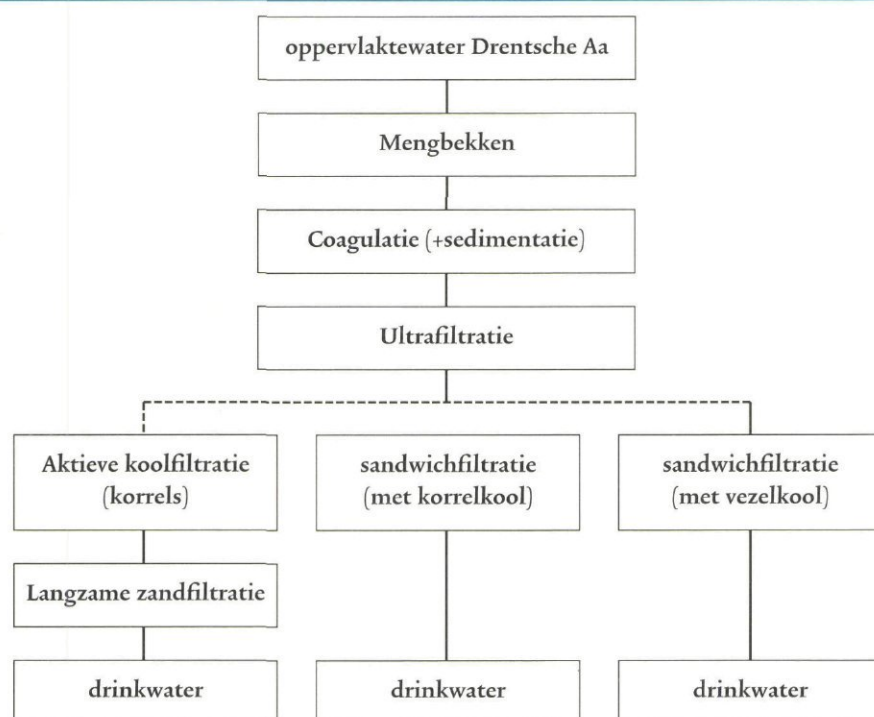
1. netto flux circa 90 l/(m².h) bij 10°C.

Op basis van de netto productie kunnen de investeringskosten voor de definitieve installatie worden ingeschat. Daarbij geldt dat ook aan het eind van de levensduur van de membranen de netto productie nog moet kunnen worden gerealiseerd.

Procesvoering

Om de membranen niet irreversibel te vervuilen, is in de proeven in eerste instantie een constante TMD van ongeveer 0,5 bar gehandhaafd. Bij deze druk is onderzocht hoe hoog de productie was en hoe deze afnam door vervuiling van het membraan. Omdat in de praktijk een constante productie is gewenst, is het Waterbedrijf Groningen in april van dit jaar overgestapt op een procesvoering waarbij de productie constant wordt gehouden. Hierdoor zal de TMD (door toenemende vervuiling) oplopen. Op basis van resultaten van de bepaling van de relatie tussen productie en druk is besloten om de TMD niet hoger te laten oplopen dan 0,6 bar. Wanneer de TMD

Afb. 1. Scenario's toekomstige oppervlaktewaterzuivering

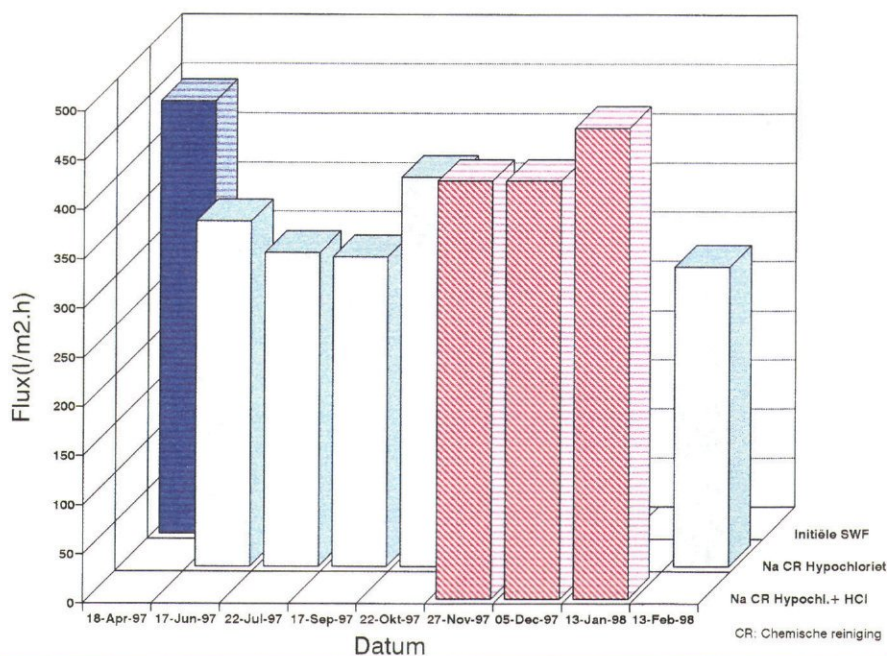


verder oploopt dan 0,2 bar wordt de efficiëntie van het filtratieproces reeds minder. Niet alleen zal er meer energie nodig zijn bij een TMD groter dan 0,2 bar, ook zal de reiniging van de membranen mogelijk meer inspanning vergen doordat de vervuiling dieper het membraan indringt.

Voorzuivering

Bij het pilot-onderzoek, met ultrafiltratie van voorgezuiverd oppervlaktewater op pompstation De Punt, blijkt een netto flux van circa 90 l/m².h haalbaar. De drijvende kracht, de TMD, loopt hierbij op tot maximaal 0,6 bar bij de actuele watertemperatuur. In vergelijking met productieniveau's die zijn bereikt met bijvoorbeeld rechtstreekse membraanfiltratie van ruw oppervlaktewater elders (2,5), zijn de productiecapaciteiten die op pompstation De Punt worden gerealiseerd aanzienlijk hoger.

Een mogelijke verklaring hiervan kan zijn dat colloïden in onbehandeld oppervlaktewater verantwoordelijk zijn voor de lage productie van ultrafiltratiemembranen bij behandeling van ruw oppervlaktewater. Colloïden hebben een grootte van circa 5 tot 200 nm. De ultrafiltratie-membranen in de betreffende onderzoeken hebben poriën die circa 20 tot 40 nm groot zijn. Dit betekent dat de kleinere colloïden in of door de poriën van de membranen kunnen dringen. De verminderde doorlatendheid van de membranen zou een gevolg van de fysische blokkade van de poriën kunnen zijn. De voorzuivering op pompstation De Punt bestaat onder andere uit een coagulatiestap. Door coagulatie worden colloïden gedestabiliseerd en tot grotere vlokken aan elkaar geplakt. Hierdoor kunnen deze deeltjes de poriën van de ultrafiltratiemembranen niet meer blokkeren.



Afb.3 SWF bij 10°C

Het achterwege laten van een sedimentatie in de voorzuivering zou mogelijk tot een hogere productie van de ultrafiltratie kunnen leiden. Dit is echter niet aangetoond bij het pilot-onderzoek. De permeabiliteit bij 10°C neemt in de looptijd van de experimenten niet sneller af bij het gecoaguleerde en gesedimenteerde water (zie afbeelding 2).

Tussentijdse chemische reiniging

De tussentijdse chemische reiniging bestaat uit periodiek een dosering van chemicaliën aan het terugspoelwater gevolgd door een korte inwekeperiode. Aanvankelijk werden diverse chemicaliën (zoutzuur, natronloog, Na-EDTA, waterstofperoxide en natri-

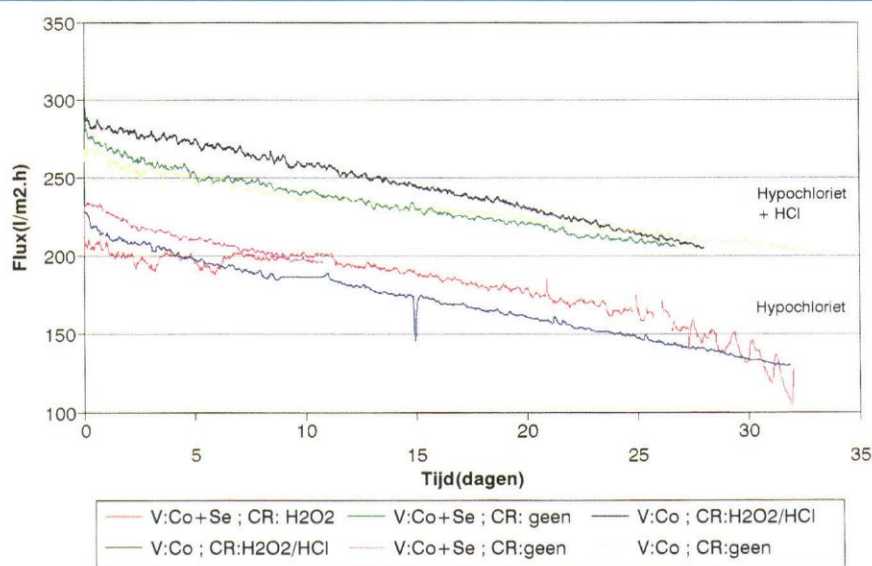
umhypochloriet) in verschillende combinaties toegepast voor de tussentijdse automatische reiniging van de membranen. Hierbij werd gevarieerd in doseringen, inweektijden, doseerfrequentie en combinaties van chemicaliën. Na deze proeven is besloten om een tussentijdse chemische reiniging achterwege te laten. Gebleken is dat de vervuilingssnelheid hierdoor niet aantoonbaar slechter werd. Op basis van deze resultaten wordt overwogen in een praktijkinstallatie geen tussentijdse reiniging uit te voeren.

Chemische reiniging na afloop van een effectieve looptijd

Een rigoureuze reiniging na afloop van de effectieve looptijd blijft noodzakelijk om de membranen weer in productie te kunnen nemen met voldoende capaciteit. Voorlopig verwacht het Waterbedrijf Groningen hiervoor mede natriumhypochloriet nodig te hebben. Andere toegepaste chemicaliën hebben tot op heden niet een voldoende effect gehad. Wel lijkt een zure reiniging met zoutzuur na een voorafgaande rigoureuze reiniging met natriumhypochloriet een blijvende verhoging van de schoonwaterflux (SWF) met circa 20 procent te veroorzaken (zie afbeelding 3).

Een mogelijke verklaring voor dit effect van de zure reiniging aan het eind is het ontstaan van een kalklaagje door de neerslag van calciumcarbonaat als gevolg van de basische pH tijdens de inweke met natriumhypochloriet. Dit kalklaagje zou door een nabehandeling met zoutzuur worden verwijderd, waardoor de productiecapaciteit structureel stijgt. Dat een behandeling met zoutzuur bij een tussentijdse reiniging slechts een kortdurende

Afb.2 Permeabiliteit (10°C) Ultrafiltratie gecoaguleerd water



V: Voorzuivering ; Co:Coagulatie; Se: Sedimentatie; CR: Chemische Reiniging

productiestijging laat zien kan worden veroorzaakt door de reeds aanwezige moeilijk verwijderbare vervuilingsslaag bovenop de kalklaag. Ook is het niet uitgesloten dat de lading van het membraan wordt beïnvloed door het zuur. Als gevolg hiervan kan interactie ontstaan tussen de humusverbindingen in het voedingswater en de membranen. Waterbedrijf Groningen en Kiwa verrichten dit jaar nader onderzoek naar de oorzaak van deze verschillen.

2. reinigingsfrequentie rigoureuze chemische reiniging ≤ één per maand.

Om een aanvaardbare frequentie van rigoureuze chemische reiniging te realiseren, is gesteld dat de vervuilingssnelheid van de membranen maximaal twee procent per dag mag bedragen. Dit houdt in dat de productie per m² membraanoppervlak bij een constante TMD slechts twee procent lager mag zijn dan de voorgaande dag. Wanneer de productiecapaciteit constant wordt gehouden, mag de TMD slechts met twee procent zijn gestegen in vergelijking met de voorgaande dag. Gedurende deze productieperiode wordt het membraan slechts gereinigd door het met permeaat te spoelen al dan niet gecombineerd met een reinigingsmiddel.

Een vervuilingssnelheid van één à twee procent is tijdens het pilot-onderzoek mogelijk gebleken (zie afbeelding 2). Dit betekent voor de rigoureuze chemische reiniging een frequentie van één maal per maand en een effectieve looptijd van circa 30 dagen. Uitgangspunt voor het bepalen van de effectieve looptijd is een maximaal aanvaardbare TMD van 0,6 bar bij een bruto flux van circa 100 l/(m².h.).

3. levensduur membranen ≥ 1 jaar.

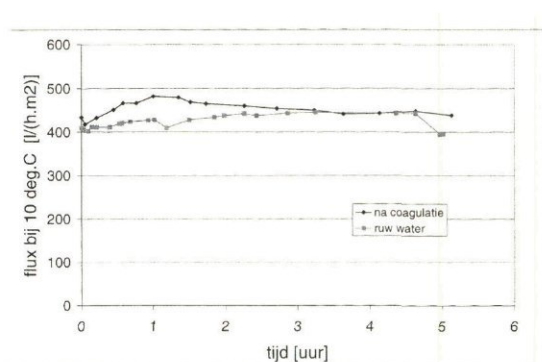
Door de leveranciers wordt onder bepaalde voorwaarden een levensduur van de membranen van vijf jaar gegarandeerd. Het doel van het proefonderzoek is om de procescondities zodanig in de hand te hebben dat te verwachten is dat de levensduur daadwerkelijk vijf jaar bedraagt. Aandachtspunten hierbij zijn de integriteit van de membranen wat betreft de verwijdering van micro-organismen, de productiecapaciteit en de toegestane contacturen met chemicaliën.

Na een grondige chemische reiniging (ongeveer t-12 uur inweek in natriumhypochloriet met een concentratie 'op' de membranen

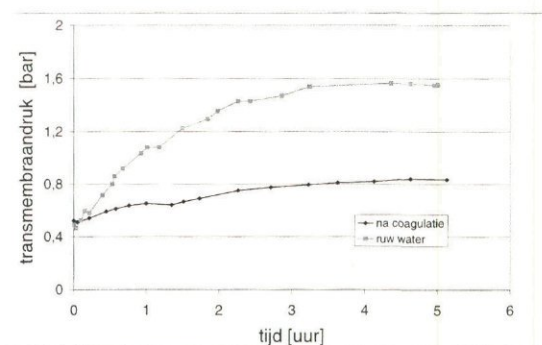
van 500 ppm) wordt door het meten van de schoonwaterpermeabiliteit (SWF), onder standaard omstandigheden, bepaald in hoeverre de productiecapaciteit van het membraan is hersteld. Hierbij valt op dat een nabehandeling met zoutzuur (inweek ongeveer 30 minuten bij pH=2) ook op de SWF een sterk verhogend (en blijvend) effect lijkt te hebben (zie afbeeldingen 2 en 3). Voorlopig lijkt het dat, na één jaar testen de SWF niet is afgenomen (zie afbeelding 3). Derhalve lijkt een levensduur van vijf jaar uit oogpunt van productiecapaciteit zeker niet onmogelijk.

Resultaten ultrafiltratie laboratorium experiment

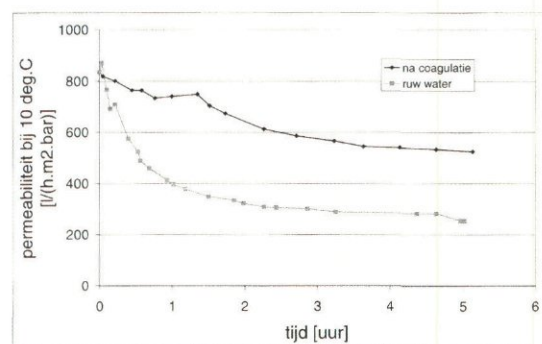
Om de verschillen tussen het ongezuiverde en het gecoaguleerde water uit het mengbekken te bepalen heeft Kiwa de membraanprestaties bij de behandeling van beide watertypes met ultrafiltratie in een (cross-flow) test-unit op laboratoriumschaal vergeleken. Aanzienlijke verschillen tussen het ongezuiverde en gecoaguleerde oppervlaktewater zijn ook bij dit experiment waar te nemen (zie afbeelding 4). Bij de bedrijfsvoering met een relatief hoge maar constante flux neemt de transmembraandruk bij het ongezuiverde water zeer snel toe in vergelijking met de toename in de transmembraandruk van het gecoaguleerde water. Dit verschil is vermoedelijk mede het gevolg van onmiddellijke en snelle verstopping van de poriën bij het ruwe water uit het mengbekken. Bij het gecoaguleerde water zijn de deeltjes relatief groter door de samenklontering als gevolg van de coagulatiestap. Hierdoor vindt waarschijnlijk opbouw van een (permeabele) koeklaag plaats op het membraan, in plaats van verstopping van de poriën.



Afb.4a Flux



Afb.4b Transmembraandruk



Afb.4c Permeabiliteit

LITERATUUR

- 1) Bruins J.H., 1996. Van spoelwater tot drinkwater. Van Hall Instituut, Groningen. Opdrachtgever Gemeentelijk Waterbedrijf Groningen. Rapportnr. 96-WZ-12.
- 2) Galjaard G., Oosterom H., Burger W., 1997. Mogelijkheden van micro- en ultrafiltratie als voorzuivering van Lekwater voor diepinfiltratie; oriënterend onderzoek. Kiwa, Nieuwegein. SWI 97.186.
- 3) Kiwa-workshop 'Membraantechnologie', 1996. Bundeling van presentaties. Kiwa, Nieuwegein. SWI 96.153.
- 4) Proefinstallatie sandwichfiltratie bij GWG, 1997. H₂O (30) 1997, nr. 8 (p.267).
- 5) Siegers W.H., Oosterom H.A., 1997. Micro- en/of ultrafiltratie van Biesboschwater met diverse 8 inch membraanmodules. Kiwa, Nieuwegein. SWI 97.167.