Zuiveringsstrategie NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland

Samenvatting

NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN) heeft een zuiveringsstrategie voor de drinkwaterbereiding uit oppervlaktewater ontwikkeld. Grondstof is IJsselmeerwater en water geleverd door de waterwinstations Prinses Juliana (IJsselmeerwater) en ir. Cornelis Biemond (Lekkanaalwater) na een voorbehandeling met coagulatie/sedimentatie en snelfiltratie. Het oppervlaktewater wordt deels direct gezuiverd, deels verder voorgezuiverd, geïnfiltreerd en nagezuiverd.

- *hoofddesinfectie* vindt bij de directe zuivering plaats door een combinatie van processen met een belangrijke rol voor ultra- en hyperfiltratie; bij de infiltratie door bodempassage.
- *organische microverontreinigingen* worden bij de directe zuivering verwijderd door hyperfiltratie met ultralagedruk composietmembranen; bij de infiltratie door actieve-koolfiltratie eventueel in combinatie met geavanceerde oxidatie.
- *biologische stabiliteit* wordt bij de directe zuivering geffectueerd door de WRK-voorzuivering en hyperfiltratie; bij de infiltratie door bodempassage.
- *ontharding* wordt gerealiseerd door hyperfiltratie bij de directe zuivering en zonodig door pelletontharding in de nazuivering.
- *ontzouting* wordt gerealiseerd door hyperfiltratie.
- *nadesinfectie* vindt vooralsnog plaats door chloordioxidedosering.

Het aan deze strategie ontleende zuiveringsconcept is in proefinstallatie-onderzoek getoetst en blijkt aan alle primaire kwaliteitsdoelstellingen te kunnen voldoen. Potentiële problemen zijn putverstopping en, na geavanceerde oxidatie, bromaatvorming.

De zuiveringsstrategie zal op korte termijn op productie- en voorzuiveringsbedrijf Heemskerk en de drinkwaterstations Mensink en Bergen worden geïmplementeerd. Op lange termijn zal dit ook gebeuren voor productiebedrijf Andijk.

Inleiding

NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN) bereidt 65 Mm^3/jaar drinkwater uit oppervlaktewater. 25 Mm^3/jaar IJsselmeerwater wordt in productiebedrijf Andijk gezuiverd tot drinkwater.
40 Mm^3/jaar wordt op de waterwinstations ir. Cornelis Biemond en Prinses Juliana van de NV Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK) voorgezuiverd en in de duinen geïnfiltreerd. Na de duininfiltratie wordt het opgepompte water op de productiebedrijven Wim Mensink en Bergen nabehandeld met behulp van een conventionele grondwaterzuivering.



P. C. KAMP
NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland



J. WILLEMSEN-ZWAAGSTRA
NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland



J. C. KRUITHOF
Kiwa NV Onderzoek en Advies



J. C. SCHIPPERS
Kiwa NV Onderzoek en Advies

De voorzuivering op waterwinstation ir. Cornelis Biemond dat Lekkanaal (Rijn) water behandelt, bestaat uit: coagulatie/sedimentatie en snelfiltratie.
De voorzuivering op waterwinstation Prinses Juliana dat IJsselmeerwater behandelt, bestaat uit: verblijf in een diep bekken, trommelzeving (200 μm), coagulatie/sedimentatie, opwaartse filtratie en actieve-koolfiltratie, met in principe een tijdelijk karakter.
Het voorgezuiverde water wordt getransporteerd naar de duinen en aldaar geïnfiltreerd. Het teruggewonnen water wordt op de duinwaterpompstations nabehandeld met beluchting, snelfiltratie en chloordioxidedosering.

Om op verantwoorde wijze aan de vraag naar drinkwater van hoge kwaliteit te blijven voldoen gaat PWN op korte termijn haar drinkwaterproductie uitbreiden en aanpassen.
In de zuivering worden barrières ingebouwd tegen micro-organismen en organische microverontreinigingen waaronder bestrijdingsmiddelen. De zuivering dient biologisch stabiel water af te leveren en de toepassing van omzettingsprocessen (chemische oxidatie en desinfectie) dient tot het uiterste te worden beperkt.
Daarnaast heeft PWN besloten het water te gaan ontharden. Pelletontharding met natronloog of soda geeft echter een overschrijding van de natriumnorm. Om deze overschrijding tegen te gaan, is besloten tot toepassing van hyperfiltratie. Naast de gewenste verlaging van de natriumnorm levert hyperfiltratie een belangrijke bijdrage aan de ontharding, terwijl ook het chloride- en sulfaatgehalte worden verlaagd.
Om de vervuilingsproblematiek van de hyperfiltratiemembranen zoveel mogelijk te beperken, heeft PWN oorspronkelijk gekozen voor cellulose-acetaatmembranen. Met het op de markt komen van ultrafiltratiemembranen, die voor de voorzuivering van de hyperfiltratie ingezet kunnen worden, is ook toepassing van composietmembranen een reëel alternatief geworden. Na uitgebreid onderzoek is gekozen voor de gecombineerde toepassing van ultrafiltratie en hyperfiltratie met ultralagedruk composietmembranen.

De uitbreiding van de capaciteit zal worden gerealiseerd door de bouw van productie- en voorzuiveringsbedrijf Heemskerk met een capaciteit van 64 Mm^3/jaar. Als grondstof voor het bedrijf zal het product van de waterwinstations ir. Cornelis Biemond en Prinses Juliana worden ingezet.
Op productie- en voorzuiveringsbedrijf Heemskerk zullen de volgende zuiveringen worden gerealiseerd:
- een directe zuivering van 18 Mm^3/jaar met ultrafiltratie en hyperfiltratie (als essentiële onderdelen);
- een additionele voorzuivering voor de duinen van 46 Mm^3/jaar met actieve-koolfiltratie, eventueel aangevuld met geavanceerde oxidatie (een gecombineerde ozonisatie/waterstofperoxidedosering) wanneer de tijdelijke actieve-koolfiltratie op waterwinstation Prinses Juliana buiten bedrijf wordt gesteld.

Het voorgezuiverde water wordt geïnfiltreerd en het opgepompte water wordt nabehandeld op de duinwaterbedrijven, waarna het gemengd wordt met het direct gezuiverde water.

Verdere mogelijke aanpassingen van de zuivering zijn:
- uitbreiding van de zuivering op duinwaterbedrijf Wim Mensink met pelletontharding;
- een tijdelijke ontharding in het bekken van productiebedrijf Andijk.

Voor een latere fase wordt bij de renovatie van het productiebedrijf toepassing van

ultra- en hyperfiltratie overwogen.
In dit artikel worden kort de uitgangspunten en overwegingen uiteengezet waarop de zuiveringsstrategie is gebaseerd.
Op basis van bestaande kennis is gekomen tot een voorkeursscenario. Vraagpunten en onzekerheden zijn geformuleerd en in onderzoek genomen.

Uitgangspunten en randvoorwaarden

Waterkwaliteit
Voor de kwaliteit van het te produceren drinkwater is als uitgangspunt gekozen dat de zuivering in staat moet zijn drinkwater te produceren dat direct na realisatie en in de toekomst aan bovengenoemde eisen voldoet. De volgende kwaliteitsdoelstellingen zijn gehanteerd:
- microbiologisch in alle opzichten betrouwbaar;
- vrij van bestrijdingsmiddelen en andere organische microverontreinigingen, zoals reuk- en smaakstoffen;
- biologisch stabiel;
- zo veel mogelijk vrij van oxidatie/desinfectienevenproducten;
- onthard tot de wettelijk toegestane waarde;
- ontzout naast de verlaging van het natriumgehalte gericht op sulfaat- en chlorideverwijdering.

Deze kwaliteitsdoelstellingen zijn ontleend en gekwantificeerd op basis van:
- het Waterleidingbesluit en de in voorbereiding zijnde herziening hiervan;
- de VEWIN-aanbevelingen;
- de USA-wetgeving voor wat betreft de inactivatie van virussen, Giardiacysten en Cryptosporidium-oöcysten;
- de aanbevelingen van de Kiwa Commissie Conditionering die betrekking hebben op het lood- en koperoplossend vermogen.

In tabel I zijn de meest relevante parameters en de betreffende grenswaarden samengevat.

Milieu
De zuiveringscomponenten moeten milieuvriendelijk zijn en tenminste voldoen aan wettelijke regelingen, VEWIN-aanbevelingen en maatschappelijke opvattingen. Dit betreft:
- kwalitatieve aspecten. Hierbij speelt het Infiltratiebesluit Bodembescherming een belangrijke rol. Voor een aantal parameters zoals bestrijdingsmiddelen en zware metalen zijn lagere grenswaarden geformuleerd dan voor drinkwater;
- energieverbruik, vooral bij de inzet van membraantechnologie;
- afvalstoffenproductie, zowel uit oogpunt van een zo beperkt mogelijke productie (actieve-koolfiltratie in plaats van poederkooldosering) als een productie die een nuttige toepassing bevordert (pelletontharding in plaats van vlokkendekenprecipitatie);
- lozing afvalstoffen, vooral de plaats van lozing van membraanconcentraat bij de toepassing van hyperfiltratie is een punt van zorgvuldige overweging.

Zuiveringsstrategie

Desinfectie
Het voorkomen van Giardiasis en Cryptosporidiosis ten gevolge van de consumptie van drinkwater heeft geleid tot ernstige twijfels over de normstelling voor de bacteriologische gesteldheid op basis van indicatororganismen die sinds jaar en dag wordt gehanteerd. In de Verenigde Staten van Amerika heeft dit geleid tot aanvullende richtlijnen voor de inactivatie van virussen en Giardia-cysten. Deze richtlijnen zijn vastgelegd in de Surface Water Treatment Rule [USEPA, 1989] en zijn gebaseerd op een risico-analyse bij blootstelling aan deze micro-organismen met een acceptabele risicofactor van 10^{-4} [Regli *et al.*, 1991]. Dit betekent dat op jaarbasis één op 10.000 personen wordt geïnfecteerd, wat overigens nog niet inhoudt dat de geïnfecteerde daadwerkelijk ziek wordt.
Het maximaal toelaatbare aantal micro-organismen bij een risicofactor van 10^{-4} bedraagt:



Afb. 1 - Infiltratie...

- voor virussen: 2,2 x 10^{-7}/l (1/4500 m^3)
- voor Giardia: 6,7 x 10^{-6}/l (1/150 m^3)
- voor Cryptosporidium: 3,3 x 10^{-5}/l (1/30 m^3)

Het is onmogelijk met behulp van een directe meting vast te stellen of de zuivering aan deze gestelde eisen voldoet. Daarom wordt conform de SWTR aan de zuivering een eliminatiecapaciteit toegekend op basis van de aantallen micro-organismen in het IJsselmeerwater en bovengenoemde toelaatbare aantallen micro-organismen. Deze eisen houden een aanzienlijke verscherping in ten opzichte van de eisen die tot op heden worden gehanteerd. Conform de SWTR is aan de zuivering van waterwinstation Prinses Juliana een eliminatiecapaciteit toegekend. Voor de aanvullende eliminatiecapaciteit is in de *directe zuivering van productiebedrijf Heems-*

TABEL I – *Relevante grenswaarden in het kader van de zuiveringsstrategie.*

Microbiologische parameters	
Virussen	< 1/4500 m^3
Giardia cysten	< 1/150 m^3
Cryptosporidium oöcysten	< 1/30 m^3
Organische microverontreinigingen	
Bestrijdingsmiddelen indiv.	< 0,1 µg/l
totaal	< 0,5 µg/l
Chloorpesticiden indiv.	< 0,01 µg/l
totaal	< 0,05 µg/l
Polycyclische aromaten	< 0,05 µg/l
AOX	< 0,20 µg/l
Geurverdunningsfactor	< 1
Biologische parameters	
AOC	< 10 µg AC Ceq/l

Conditioneringsparameters	
7,8 en (0,38 TAC + 1,5 SO_4^{2-} + 5,3) < pH < 8,3	
TAC > 2 mmol/l	
-0,2 < SI < +0,3	
corrosie-index : $\frac{Cl^- + 2SO_4^{2-}}{TAC} < 1$	
Pb < 10 µg/l na 16 uur stilstand	
Cu < 2 mg/l na 16 uur stilstand	
Totale hardheid ≥ 1,0 mmol/l	
Oxidatie/desinfectienevenproducten	
Bromaat	< 0,05 µg/l
Bromaat bij desinfectie	< 5,0 µg/l
Chloriet	< 0,1 µg/l
Anorganische parameters	
Natrium	< 120 mg/l

kerk gekozen voor de combinatie ultrafiltratie/hyperfiltratie.
De *open- en diepinfiltratie* (afb. 1) worden in staat geacht de hoofddesinfectie volledig te kunnen waarborgen. Hierbij wordt de minimale verblijftijd tijdens bodempassage op drie weken gesteld.
In *productiebedrijf Andijk* wordt de desinfectie gewaarborgd door een combinatie van processen waaronder een hoofddesinfectie met chloor. Overwogen wordt op termijn de chloring en coagulatie/bezinking te vervangen door ultrafiltratie terwijl ook een deelstroom hyperfiltratie zal worden toegepast.
Op *alle productiebedrijven* zal vooralsnog de nadesinfectie met chloordioxide gehandhaafd blijven.
(Zie voor een verdere uitwerking van de desinfectiestrategie [Willemsen-Zwaagstra *et al.*, 1996]).

Bij de infiltratie wordt de desinfectie gewaarborgd door de bodempassage. Bij de directe zuivering wordt de hoofddesinfectie gerealiseerd door een combinatie van processen met name ultra- en hyperfiltratie.

Verwijdering bestrijdingsmiddelen en andere organische microverontreinigingen
In de zuivering moeten barrières tegen organische microverontreinigingen zijn ingebouwd. Volgens PWN heeft verwijdering van organische microverontreinigingen sterk de voorkeur boven omzetting om de vorming van nevenproducten zoveel mogelijk te beperken. Voor de verwijdering komen hyperfiltratie en actieve-koolfiltratie in aanmerking, voor omzetting geavanceerde oxidatie.
Bij de *directe zuivering op productiebedrijf Heemskerk* worden bestrijdingsmiddelen en andere organische microverontreinigingen verwijderd door hyperfiltratie met ultralagedruk composietmembranen. Dit nieuwe type membranen, met een werkdruk van minder dan 10 bar, blijkt naast een hoge zoutretentie ook bestrijdingsmiddelen te verwijderen voor 90% of meer. Dit is ruim voldoende om de maximaal gemeten concentraties in het IJsselmeer tot ≤ 0,1 µg/l te verlagen zodat een nageschakelde omzetting achterwege kan blijven [Hofman *et al.*, 1996].
Voorafgaand aan de *infiltratie* worden in de *voorzuivering op productiebedrijf Heemskerk* bestrijdingsmiddelen verwijderd door actieve-koolfiltratie. Voor sterk polaire stoffen is een additionele barrière noodzakelijk. De voorkeur hierbij gaat uit naar een geavanceerde oxidatie volgend op de actieve-koolfiltratie. De achterliggende gedachte bij deze procesvolgorde is dat alleen stoffen die niet door actieve-koolfiltratie worden verwijderd (met name polaire microverontreinigingen) geoxideerd worden. Hierdoor kunnen de ozon- en waterstofperoxidedoseringen en daarmee de concentratie aan organische nevenproducten beperkt blijven [Kruithof *et al.*, 1996]. Potentiële problemen zijn echter de vorming van het anorganische nevenproduct bromaat en putverstopping.
Een definitief besluit over de toepassing van geavanceerde oxidatie en de plaats van dit proces in de zuivering zal worden genomen op basis van de resultaten van proefinstallatie-onderzoek.
De barrières tegen organische microverontreinigingen zijn geplaatst in de directe zuivering en voorzuivering van productiebedrijf Heemskerk. Derhalve kunnen ze in de zuivering van de *duinwaterpompstations* achterwege blijven.
In *productiebedrijf Andijk* worden bestrijdingsmiddelen en andere organische microverontreinigingen verwijderd door een tweetraps actieve-koolfiltratie volgens het pseudo moving bed principe.
Overwogen wordt om op termijn de zuivering uit te breiden met een deelstroombehandeling met ultra- en hyperfiltratie.

Voorafgaand aan de infiltratie worden bestrijdingsmiddelen verwijderd door actieve-koolfiltratie. Als aanvulling op de actieve-koolfiltratie wordt een geavanceerde oxidatie overwogen. Bij de directe zuivering wordt de verwijdering gerealiseerd door hyperfiltratie met ultralagedruk composietmembranen.

Bereiding biologisch stabiel water
De zuivering moet biologisch stabiel water produceren zodat nadesinfectie met een persistent middel achterwege kan blijven.
Bij de *directe zuivering* zal biologische stabiliteit geëffectueerd worden door de voorzuivering bestaande uit coagulatie, bezinking en snelfiltratie en de op *productiebedrijf Heemskerk* uitgevoerde hyperfiltratie.
Door de *open- en diepinfiltratie* wordt biologisch stabiel water geproduceerd zodat het water van de duinwaterpompstations biologisch stabiel is. Dit zal ook het geval zijn wanneer in de voorzuivering geavanceerde oxidatie wordt toegepast, waarbij 100 à 150 µg Ac Ceq/l kan worden gevormd. Hierbij kan een versnelde putverstopping optreden. Dit wordt onderzocht.
In *productiebedrijf Andijk* wordt momenteel door een combinatie van processen te weten coagulatie, bezinking, snelfiltratie en actieve-koolfiltratie biologisch stabiel water bereid.

Bij de infiltratie wordt biologische stabiliteit geëffectueerd door bodempassage. Bij de directe zuivering door een combinatie van processen te weten coagulatie/bezinking, opwaartse filtratie en hyperfiltratie.

Beperking vorming oxidatie/desinfectienevenproducten
Bij de zuivering moet de vorming van oxidatie-/desinfectienevenproducten zoveel mogelijk achterwege blijven. Daarom zal op nieuwe productielocaties de toepassing van chloor achterwege blijven.
De toepassing van ozon en waterstofperoxide wordt onderzocht. Voor nadesinfectie wordt chloordioxide toegepast in lage doseringen.

In de *directe zuivering van productiebedrijf Heemskerk* worden geen oxidatie/desinfectiemiddelen toegepast zodat geen nevenproducten worden gevormd.
Voorafgaand aan de *infiltratie* is in de *voorzuivering op productiebedrijf Heemskerk* een geavanceerde oxidatie geprojecteerd.
De vorming van organische reactieproducten lijkt geen probleem. Wel kunnen hoge concentraties bromaat worden gevormd. Wanneer bromaatvorming niet sterk beperkt kan worden en/of als het gevormde bromaat niet verwijderd kan worden, kan dit prohibitief worden voor de toepassing van de geavanceerde oxidatie [Kruithof *et al.*, 1996].
In *productiebedrijf Andijk* wordt op termijn de chloordosering geëlimineerd zodat geen organohalogenen meer worden gevormd (zie desinfectie).
Op *alle productiebedrijven* zal vooralsnog de nadesinfectie met chloordioxide gehandhaafd blijven. De dosering is echter zo laag dat ruimschoots aan de aangekondigde norm voor chloriet en chloraat kan worden voldaan.

Bij de directe zuivering worden geen oxidatie/desinfectiemiddelen toegepast. In de voorzuivering kan geavanceerde oxidatie leiden tot overschrijding van de bromaatnorm. Wanneer dit het geval is, zal deze processtap achterwege blijven. De vorming van chloriet en chloraat blijft bij de toepassing van chloordioxide voor de nadesinfectie onder de norm.

Hardheidsverlaging
Het water moet geconditioneerd worden om afgifte van lood en koper en vorming van kalkafzettingen te voorkomen. Voor conditionering zullen hyperfiltratie en mogelijk pelletontharding worden toegepast.
In de *directe zuivering op productiebedrijf Heemskerk* wordt hyperfiltratie toegepast. Hierbij wordt de hardheid tot nagenoeg nul gereduceerd. Door het hyperfiltraat te mengen met het product van de *duinwaterpompstations Wim Mensink en Bergen* wordt de hardheid op het gewenste peil gebracht. Op duinwaterpompstation Bergen wordt de hardheid ingesteld door menging van niet-onthard duinwater met het benodigde percentage ontzout oppervlaktewater.
Op duinwaterpompstion Mensink kan de hardheid indien nodig op peil worden gebracht door ontharding van het duinwater in pelletreactoren aangevuld door menging met ontzout water.

In *productiebedrijf Andijk* wordt overwogen tijdelijk in het bekken met natronloog te ontharden. Op termijn ligt hyperfiltratie van een deelstroom voor de hand.

Ontharding wordt bereikt door hyperfiltratie in de directe zuivering en zonodig pelletontharding in de nazuivering op de duinwaterpompstations.

Ontzouting
Momenteel is in het Waterleidingbesluit een grenswaarde voor natrium opgenomen die regelmatig wordt overschreden. Door toepassing van ontharding met natronloog neemt deze overschrijding toe. Daarnaast worden de grenswaarden voor chloride en sulfaat regelmatig overschreden. Om deze reden dient WRK-III nu al de ijzersulfaatdosering te beperken.
Hyperfiltratie verwijdert natrium voor circa 90% terwijl ook chloride en sulfaat met dit percentage of meer verwijderd worden.
Dit heeft een gunstig effect op de corrosie-index voor gietijzer (zie tabel I).
In de *directe zuivering van productiebedrijf Heemskerk* wordt hyperfiltratie toegepast. Het water wordt gemengd met het product van de duinwaterpompstations.
Voor *productiebedrijf Andijk* wordt overwogen op termijn een deelstroom met hyperfiltratie te behandelen.

Ontzouting wordt toegepast in de directe zuivering door hyperfiltratie.

Bedrijfsvoeringsaspecten
Hyperfiltratie en diepinfiltratie zijn gevoelig voor membraanvervuiling respectievelijk putverstopping. In het gekozen zuiveringsconcept wordt vervuiling van hyperfiltratiemembranen vermeden door de inzet van ultrafiltratie in aanvulling op de voorzuivering van waterwinstation Prinses Juliana. Biofouling moet worden voorkomen door de voorzuivering bestaande uit coagulatie/bezinking en snelfiltratie, waarbij het AOC-gehalte sterk wordt verlaagd. Vervuiling door colloïden wordt voorkomen door ultrafiltratie. Een eventueel toch nog optredende biofouling wordt verwijderd door een regelmatig, kortstondig spoelen bij hoge pH.
Putverstopping bij het diepinfiltratieconcept van PWN kan worden voorkomen door een MFI < 5 s/l^2 en een AOC van 15 à 20 µg Ac Ceq C/l. In het geval geavanceerde oxidatie wordt toegepast, kan 100 à 150 µg Ac Ceq C/l ontstaan. Of dit werkelijk tot een versnelde verstopping leidt, wordt in proefinstallatie- c.q. meeloop-filteronderzoek getoetst.

Zuiveringsconcept
De zuiveringsstrategie is de basis geweest voor het in afbeelding 2 weergegeven zuiveringsconcept [Kamp, 1995].
Naast de conventionele processen van waterwinstation Prinses Juliana en de duinwaterpompstations Wim Mensink en Bergen heeft productiebedrijf Heemskerk een uniek zuiveringsconcept bestaande uit een directe zuivering met ultra- en hyperfiltratie en een voorzuivering bestaande uit actieve-koolfiltratie en geavanceerde oxidatie.

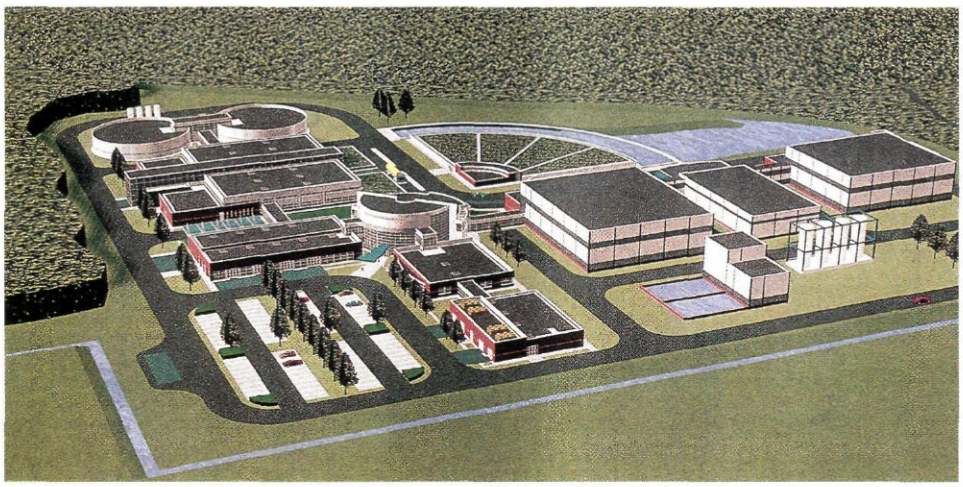


Afb. 2 - Zuivering op waterwinstation Prinses Juliana, productiebedrijf Heemskerk en de duinwaterpompstations Wim Mensink en Bergen.

In de directe zuivering hebben zowel de ultra- als hyperfiltratie een multifunctionele rol. De ultrafiltratie is de belangrijkste voorzuivering voor de hyperfiltratie met als primair doel verlaging van de vervuilingspotentie van het water. Daarnaast is het de eerste robuuste desinfectiebarrière in het systeem.
De hyperfiltratie heeft als conventionele toepassingen de ontharding en ontzouting. Daarnaast is het de tweede zware desinfectiebarrière en de belangrijkste barrière tegen organische microverontreinigingen. Ook de biologische stabiliteit wordt mede door de hyperfiltratie gewaarborgd. Van

Afb. 3 - Proefinstallatie.





Afb. 4 - CAD-impressie Heemskerk.

groot belang is de integriteit van de twee membraansystemen.
In de voorzuivering vormen de actieve-koolfiltratie en geavanceerde oxidatie de barrières tegen organische microverontreinigingen. Belangrijke vragen hierbij zijn de vorming van bromaat en infiltreerbaarheid.
In dit traject wordt de microbiologische gesteldheid gewaarborgd door de duinfiltratie. Ontharding vindt zonodig plaats in de nazuivering.
De belangrijkste hierboven genoemde aspecten worden in laboratorium- en proefinstallatie onderzoek onderzocht (afb. 3). De resultaten hiervan zullen afzonderlijk worden gepubliceerd. De belangrijkste bevindingen tot nog toe zijn:
- ultrafiltratie heeft een uitstekende MFI verwijdering. Er wordt een verlaging tot 0,1 à 0,2 l/s^2 gerealiseerd;
- ultrafiltratie is een zeer robuuste desinfectiebarrière als de membraanintegriteit gegarandeerd wordt. Deeltjestelling is bruikbaar voor een integriteitsmeting [Folmer *et al.*, 1996];
- hyperfiltratie is een uitstekende desinfectiebarrière. Punten van aandacht zijn afdichtingen en lijmverbindingen.
Een vacuumtest en geleidbaarheidsmeting zijn zeer geschikt als integriteitstesten [Folmer *et al.*, 1996];
- hyperfiltratie met ultralagedruk composietmembranen is een afdoende barrière tegen bestrijdingsmiddelen en andere organische microverontreinigingen;
- geavanceerde oxidatie is na actieve-koolfiltratie een afdoende barrière tegen alle organische microverontreinigingen.
Versnelde verstopping van infiltratieputten en vooral bromaatvorming zijn belangrijke problemen. Blijkt de vorming van bromaat onvoldoende beperkt te kunnen worden, dan zal deze processtap achterwege blijven.

Gezien het bovenstaande mag worden verwacht dat het integrale zuiveringsconcept van productiebedrijf Heemskerk (afb. 4) aan alle eisen zal voldoen.

Literatuur

Folmer H. C., Verdouw J. en Nederlof M. M. (1996). *'Meetmethoden eliminatiecapaciteit van membranen voor micro-organismen'.* Concept publicatie H_2O, 1996.
Hofman J. A. M. H., Beerendonk E. F., Folmer H. C. en Schultink L. J. (1996). *'Verwijdering van organische microverontreinigingen met ultralagedruk hyperfiltratie'.* Concept publicatie H_2O, 1996.
Kamp P. C. (1995). *'Integral approach of surface water treatment using ultra filtration and reverse osmosis'.* Proceedings 1995 AWWA Membrane Technology Conference, Reno 13-16 augustus 1995, pp. 31-38.
Kruithof J. C., Oderwald-Muller E. J., Meijers R. T., Willemsen-Zwaagstra J., Veer A. J. van der en Nuhn P. A. N. M. (1996). *'Disinfection, pesticide degradation and bromate formation by ozonation and advanced oxidation'.* Proceedings Regional IOA-Conference on Ozone, Ultraviolet Light, Advanced Oxidation Processes in Water Treatment, Amsterdam 1996.
Regli S., Rose J. B., Haas C. N. en Gerba C. P. (1991). *'Modelling the risk from Giardia and viruses in drinking water'.* Journal AWWA, vol 83, 1991, pp. 76-84.
USEPA (1989). *'Guidance manual for compliance with the filtration and disinfection requirements for public water systems using surface water'.* USEPA Contract no 68-01-6989, oktober 1989.
Willemsen-Zwaagstra J., Kruithof, J. C., van der Kooij, D. en Schippers, J. C. (1996). *Desinfectiefilosofie productiebedrijf Heemskerk.* Concept publicatie H_2O, 1996.

• • •

Algengroei bedreigt kwaliteit Maaswater

Algengroei bedreigt in toenemende mate de kwaliteit van het Maaswater. In de toekomst kan dit een van de belangrijkste problemen worden. Dat zei I. Meheus van het RIWA, de vereniging van alle Belgische en Nederlandse drinkwaterbedrijven die hun water uit de Maas halen, eind mei op een bijeenkomst in Maastricht.
De algen groeien veel sterker dan in het verleden omdat andere vervuilingen van de Maas, onder meer door zware metalen, zijn verminderd. De algen voeden zich met fosfaat en stikstofverbindingen. Die stoffen zijn afkomstig van huishoudelijk , afvalwater, industriële lozingen en de landbouw. Met name in België lozen nog talrijke gemeenten het rioolwater rechtstreeks op de Maas.
De algen vermeerderen zich ook sterk door de steeds hogere temperatuur van het Maaswater. Dat is weer een gevolg van de lozingen van grote hoeveelheden koelwater door onder meer kerncentrales. De gemiddelde watertemperatuur bij Eijsden is de afgelopen decennia gestegen van 10 tot 16 °C.
De algen zijn verantwoordelijk voor een vermindering van de hoeveelheid zuurstof in het Maaswater. Daardoor gaat het biologisch evenwicht naar de knoppen waardoor grote problemen ontstaan voor zowel flora als fauna. De enorme hoeveelheden algen verstoppen bovendien de installaties van de waterwinbedrijven. Een extra risico is dat bij toenemende temperatuur blauwalgen ontstaan. Dat zijn eigenlijk geen algen, maar bacteriën. 'Ze hebben de slechte neiging om giftig te zijn', aldus Meheus.
Ongeveer zes miljoen mensen zijn voor hun drinkwater afhankelijk van de Maas. Het komt uit de kraan in Antwerpen, Brussel, Rotterdam en Den Haag. Alleen al in Rotterdam is jaarlijks meer dan twintig miljoen gulden nodig om het te zuiveren.
De totale kosten van twee Maasprojecten lopen van 2,1 tot 3,1 miljard gulden, aldus mr. J. Huurman van Rijkswaterstaat. Waar de rivier de grens vormt tussen Nederland en België wil Rijkswaterstaat vooral de natuurwaarden versterken. Bijkomend voordeel is dat de kans op overstromingen afneemt. Kosten: 1,1 miljard gulden. Daar staat een opbrengst aan kiezelsteen tegenover van ongeveer 800 miljoen gulden.
Bij de Maas in Noord-Limburg, het tweede project, ligt het accent op het beveiligen tegen hoog water. Afhankelijk van de aandacht die daarnaast de natuur krijgt, lopen de kosten uiteen van een tot twee miljard gulden. In beide plannen wordt het rivierbed verbreed en uitgediept.
De internationale natuurvriendenbeweging, in Nederland vertegenwoordigd door het NIVON, heeft de Maas uitgeroepen tot Europees landschap van het jaar. Een dergelijke verkiezing vindt elke twee jaar plaats. Het gaat steeds om een grensoverschrijdend gebied met een ecologische en toeristische waarde dat onder druk staat. In het kader van de uitverkiezing wordt een actieprogramma opgesteld dat moet leiden tot een duurzame ontwikkeling van de Maasregio. (ANP)