

'Membraantechnologie gaat uit oogpunt van kwaliteit, milieu en kosten concurreren met conventionele technieken'

Membraantechnologie bij waterleiding-bedrijven sterk in de belangstelling

Een breed overzicht van toepassingen, problemen en oplossingen op het gebied van membraantechnologie. Dat werd gepresenteerd tijdens de door Kiwa op 21 mei 1996 georganiseerde workshop. Bovendien is bij een beperkt aantal onderwerpen dieper ingegaan op de theoretische achtergronden. De belangstelling voor deze workshop was groot: circa 80 deelnemers volgden de voordrachten en discussies, nagenoeg alle waterleidingbedrijven waren vertegenwoordigd.

De workshop membraantechnologie was de derde in een reeks. De eerste is in 1994 in samenwerking met SVW bij Gemeentewaterleidingen Amsterdam gehouden. Parijs was in 1995 de locatie voor de tweede workshop en wel in samenwerking met Compagnie Générale des Eaux en Lyonnaise des Eaux in het kader van IWSA-activiteiten.

Desinfectie met ultra- en hyperfiltratie

Ultrafiltratie gevolgd door hyperfiltratie vormt de kern van het nieuw te bouwen productiestation Heemskerk (capaciteit 1500 m³/h). Deze twee processtappen zijn multifunctioneel: ze zorgen voor desinfectie, verwijdering van bestrijdingsmiddelen en andere organische microverontreinigingen, ontharding en ontzouting. Ultrafiltratie dient tevens als voorzuivering voor de hyperfiltratie om de vervuilingssnelheid van de hyperfiltratiemembranen te beperken.

Zeer opvallend in dit zuiveringsconcept is dat de desinfectie door een combinatie van zuiveringsstappen plaatsvindt, dus zonder chemische desinfectie. Ultra- en hyperfiltratie vervullen hier een hoofdrol. Essentieel bij deze combinatie is een eliminatiecapaciteit van 105 voor micro-organismen. Uit theoretisch oogpunt zijn ultra- en hyperfiltratie absolute barrières.

In de praktijk moet echter rekening worden gehouden met het optreden van lekkages, bijvoorbeeld ten gevolge van beschadigde O-ring-afdichtingen, onvolkomenheden in lijmverbindingen, scheurtjes in membranen of breuk van capillairen. PWN heeft daarom in samenwerking met Kiwa een pakket van meetmethoden ontwikkeld en beproefd om de integriteit (eliminatiecapaciteit voor micro-organismen) van membraanelementen en de installatie als geheel te toetsen. Deeltjestelling vanaf een diameter van 0,05 µm is volgens ir. P.C. Kamp (PWN) de meest gevoelige methode en daarom onontbeerlijk. Daarnaast bewijst de meting van de geleidbaarheid nuttige diensten tijdens bedrijfsvoering en voor het opsporen van lekkages bij hyperfiltratie.

Voordat de membraanelementen in de installatie worden geplaatst is het noodzakelijk deze aan een vacuümtest (hyperfiltratie) of een drukhoudtest te doen onderwerpen.

Vervuiling van hyperfiltratiemembranen

Bij behandeling van oppervlaktewater met hyperfiltratie moet zelfs bij een intensieve voorzuivering rekening worden gehouden met vervuiling. Dit heeft dr. ir. J. P. van der Hoek (GWA) ervaren. De belangrijkste oorzaak bleek echter niet te liggen bij de voorzuivering, maar bij de dosering van anti-scalants. De anti-scalants zijn toegepast om het neerslaan van bariumsulfaat op de membranen te voorkomen. Dat zou immers een extra weerstand veroorzaken, zodat een hogere druk nodig is om de capaciteit te handhaven. Dit is ongewenst omdat hierdoor het energieverbruik toeneemt. De toegepaste anti-scalants zijn effectief in het voorkomen van scaling, maar veroorzaken een sterke biofouling waardoor frequente reiniging van de membranen nodig is. Uit oogpunt van een 'elegante' bedrijfsvoering is dit minder gewenst. De dosering van zwavelzuur is dan ook vervangen door zoutzuur, terwijl de conversie is verlaagd van 90% naar 80% in de hoop dat de dosering van anti-scalants achterwege zou kunnen blijven. Het resultaat van het experiment was positief: er trad geen neerslag van bariumsulfaat op en ook geen biofouling. Dit resulteerde in looptijden langer dan 8 maanden.

Ultra-lage-druk hyperfiltratie: 'The next generation'

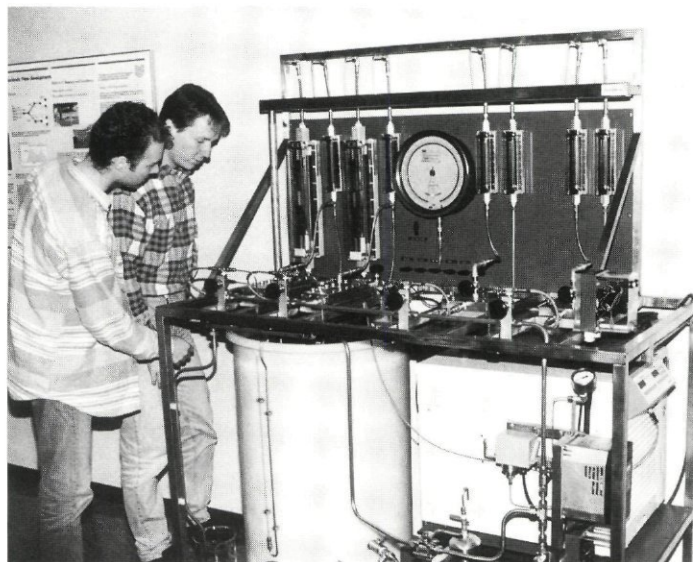
'Recent is een nieuw type hyperfiltratiemembranen beschikbaar gekomen: de ultra-lage-druk (ULD) membranen. Deze ULD-membranen kenmerken zich

door een goede verwijdering van zouten, een hoge flux bij een lage druk en een goede retentie voor bestrijdingsmiddelen en andere organische microverontreinigingen' concludeert dr. ir. J. A. M. H. Hofman (Kiwa) op basis van onderzoek dat in samenwerking met PWN is uitgevoerd. Door deze uitzonderlijke eigenschappen wordt het energieverbruik met circa 40% verlaagd ten opzichte van de huidige generatie composiet-membranen. De retentie voor onder andere bestrijdingsmiddelen is vergelijkbaar; doorgaans 90 tot 99%. Er is met deze membranen echter nog geen ervaring in de praktijk. Vandaar dat in proefinstallaties bij PWN de gevoeligheid voor vervuiling en de werking van de membranen gedurende langere perioden worden vastgesteld.

Bariumsulfaat scaling in hyperfiltratiemembranen

Alvorens experimenten met hyperfiltratie uit te voeren, heeft GWA berekend dat het voedingswater (voorbehandeld Rijnwater) reeds verzadigd tot oververzadigd was aan bariumsulfaat. Voor de berekening werd gebruik gemaakt van de meest gangbare methode (Du Pont-model). Mede op grond van het resultaat is besloten anti-scalants toe te passen. Dit had echter onder andere biofouling in de membraanelementen als gevolg. Een en ander riep de vraag op of anti-scalants echt nodig zijn. Om deze vraag te beantwoorden zijn twee wegen bewandeld, te weten:

- uitvoering van experimenten met de proefinstallaties (zie samenvatting voordracht dr. ir. J. P. van der Hoek);
 - toetsing van de oplosbaarheid van bariumsulfaat in Rijnwater, zowel theoretisch als experimenteel.
- Mevrouw S. F. E. Boerlage MSc (IHE) heeft vastgesteld dat de oplosbaarheid van



Proefinstallatie waarmee de eigenschappen (onder andere retentie voor bestrijdingsmiddelen) van hyper- en nanofiltratiemembranen onder gestandaardiseerde omstandigheden worden gemeten.

bariumsulfaat significant hoger is dan uit de berekeningen volgens het Du Pont-model volgt. Dit zowel op grond van experimenten als op grond van berekeningen met het recentere model van Pitzer. De hogere oplosbaarheid verklaart echter niet waarom er bij 80% recovery geen neerslag van bariumsulfaat optreedt. De aanwezigheid van organische stoffen in het Rijnwater zou hier een mogelijke verklaring voor kunnen zijn, maar dit bleek evenmin een verklaring. Zij komt dan ook tot de conclusie dat de verklaring gezocht dient te worden in het feit dat bariumsulfaat 'stabiele oververzadigde oplossingen' kan vormen. Hierbij kunnen organische stoffen de snelheid van precipitatie sterk vertragen. Het onderzoek wordt in deze richting voortgezet.

Elektrodialyse

Elektrodialyse onderscheidt zich van de drukgedreven membraantechnieken (micro-, ultra-, nano- en hyperfiltratie) omdat hierbij niet het water, maar de in het water aanwezige ionen de membranen passeren. Dit gebeurt onder invloed van een aangelegd elektrisch veld met ionselectieve membranen. Door de recente ontwikkeling van nitraatselectieve membranen is elektrodialyse een kansrijke techniek voor verwijdering van nitraat geworden. Dit al dan niet gecombineerd met verwijdering van hardheid, sulfaat en chloride. Er is op dit moment slechts op beperkte schaal ervaring opgedaan met inzet van elektrodialyse voor verwijdering van de combinatie nitraat en hardheid. In het kader van het VEWIN-onderzoekprogramma onderzoeken WML, WOB, WLZ en Kiwa gezamenlijk de mogelijkheden van elektrodialyse in Roodborn en Boxmeer. De eerste resultaten van dit onderzoek zijn volgens mevrouw J. E. Nemeth PE (Kiwa) veelbelovend. Na behandeling in een tweetraps-anionselectieve membraaninstallatie wordt het gehalte nitraat van het water verlaagd van 100 tot 6 mg/l en de totale hardheid van 4,1 tot 1,5 mmol/l. Hierbij bedraagt het energieverbruik slechts 0,2 Kwh per m³ water. De kosten van elektrodialyse worden op basis van de ervaringen op pompstation Roodborn geschat op circa 50 cent per m³, vergelijkbaar met biologische nitraatverwijdering. Mevrouw Nemeth benadrukte het belang van onderzoek zoals in Roodborn wordt uitgevoerd omdat hierbij ontwerpparameters, zoals benodigd membraanoppervlak en energieverbruik, concreet worden getoetst. Bij het onderzoek bleken de waarden van beide parameters aanmerkelijk lager dan de waarden, die door de leveranciers werden verwacht. Ook bij GWA

wordt elektrodialyse beproefd. Hierbij wordt vooral de verwijdering van chloride, bromide, bromaat, hardheid en sulfaat bestudeerd. Bovendien wordt het effect van temperatuurvariaties op de werking van elektrodialyse vastgesteld.

Micro- en ultrafiltratie voor behandeling van oppervlaktewater

Micro- en ultrafiltratie staat in het middelpunt van de belangstelling voor toepassing bij industriewaterbereiding, spoelwaterverwerking en als voorzuivering voor diep-infiltratie, nano- of hyperfiltratie. Dit onder andere vanwege de eenvoudige procesvoering, de modulaire en compacte bouw, en het lagere chemicaliënverbruik ten opzichte van conventionele technieken. Bij de introductie van membraantechnieken wordt de bedrijfstak geconfronteerd met vele vragen. De belangrijkste zijn volgens mevrouw ir. H. A. Oosterom (Kiwa): 'Welke bedrijfsvoering, wat zijn de kosten en welk type membraan?' Binnen het VEWIN-onderzoekprogramma is onderzoek geformuleerd dat erop is gericht om deze vragen systematisch te beantwoorden. 'Met de bij Kiwa beschikbare Quick-scan/proefinstallaties kan de vervuilingsgevoeligheid van verschillende soorten membranen en de vervuilingspotentie van verschillende soorten water met een kortdurende proef worden gekarakteriseerd', aldus Oosterom. De mogelijkheden van directe zuivering van oppervlaktewater met micro- en ultrafiltratie voor de bereiding van industriewater wordt door NRE in samenwerking met Kiwa onderzocht. Met een proef (circa 3 maanden) is in Eindhoven vastgesteld dat uit het water van het Beatrixkanaal een product van goede kwaliteit bereid kan

worden. Het energieverbruik blijkt bij bedrijfsvoering in de 'dead-end' modus gering te zijn, te weten lager dan 0,2 Kwh/m³. Tijdens de proef is tevens vastgesteld dat er weinig verschil in prestaties is tussen micro- of ultrafiltratie. Beide soorten membraan vervuilen relatief snel, zodat de terugspoeling en reiniging moeten worden geoptimaliseerd. Oosterom constateerde dat er bij oppervlaktewaterbehandeling een grote behoefte bestaat aan 'low-fouling'-membranen en dat de inzetbaarheid van micro- en ultrafiltratie, ondanks de reeds opgedane ervaring, maatwerk blijft.

Micro- en ultrafiltratie voor spoelwaterzuivering

'Door wijziging in de regelgeving (grondwaterheffing) en vergroting van het kostenbewustzijn bij waterbedrijven is spoelwaterzuivering in Nederland in een stroomversnelling geraakt', aldus ir. N. C. Wortel (Kiwa). Met micro- en ultrafiltratie is inmiddels veel ervaring opgedaan met proefinstallaties. Vooralsnog geniet ultrafiltratie wat spoelwaterbehandeling betreft een voorkeur boven microfiltratie. Door de lagere kosten en het lagere chemicaliënverbruik van ultrafiltratie ten opzichte van de conventionele coagulatie en snelfiltratie ligt inzet van membraantechnologie voor spoelwaterzuivering op grotere schaal voor de hand. Inmiddels heeft NRE besloten hiertoe over te gaan. De levensduur van de membranen, het reinigingsregiem (met name om mangaandoorslag te voorkomen) en de wellicht noodzakelijke UV-desinfectie van het productwater zijn aandachtspunten bij het vervolgonderzoek. De positieve ervaringen met membraantechnologie betekenen niet dat voor elk

TABEL I – Oordeel deelnemers over de stellingen geponoord door de sprekers.

Stelling	Waar	Onwaar
Deeltjestelling is de meest veelbelovende techniek om de integriteit van membraansystemen te monitoren.	98%	2%
Bij de zuivering van oppervlaktewater tot drinkwater geeft membraanfiltratie een gelijk, zo niet hogere bedrijfszekerheid en leveringszekerheid ten opzichte van bodempassage door middel van (diep)infiltratie.	35%	65%
Binnen nu en 10 jaar zal hyperfiltratie bedreven worden bij drukken die overeenkomen met die voor distributie van water over lange afstanden.	96%	4%
Toepassing van anti-scalant is noodzakelijk zodra het oplosbaarheidsproduct van bariumsulfaat wordt overschreden.	20%	80%
De energie die voor elektrodialyse in Roodborn per m ³ water per uur wordt verbruikt is voldoende om drie lampen van 60 W continu te laten branden.	85%	15%
Het energieverbruik bij micro- en ultrafiltratie is vergelijkbaar met of lager dan het minimale energieverbruik voor het distribueren van water.	96%	4%
Membraanfiltratie is de panacee voor de zuivering van spoelwater tot drinkwater.	57%	43%

spiegelwater de conclusie getrokken kan worden dat ultrafiltratie de oplossing is: (ook) spiegelwaterzuivering blijft maatwerk.

Samenvatting en conclusie

Als voorzitter van de workshop concludeerde ir. J. P. P. M. Ernes dat de aandacht van waterleidingbedrijven verschuift van kwaliteit, via milieu en nieuwe technieken, naar kostenbewustzijn. De snelle ontwikkelingen in de membraantechnologie betekenen dat deze techniek uit oogpunt van kwaliteit, milieu en kosten gaat concurreren met conventionele technieken, en vooral kansen heeft bij een integrale benadering van de problematiek. Dit houdt in dat naast aspecten als waterkwaliteit en investeringen ook aspecten zoals chemicaliënverbruik, reststoffen (membraanconcentraat), energieverbruik, hergebruik van membranen in de kostenafweging moeten worden meegenomen. Ten aanzien van het onderzoek constateert Ernes de behoefte aan betrouwbare en snelle meet- en indicatiemethoden om te voorspellen wat je kunt of zou moeten verwachten, terwijl er tegelijkertijd behoefte is aan langdurig onderzoek om gedegen ervaring en meer diepgaande theoretische kennis op te bouwen. Beide aspecten zijn in evenwicht in het VEWIN-onderzoekprogramma binnen het aandachtsveld Membraantechnologie.

Opiniepeiling onder de deelnemers

De workshop is afgesloten met de bekendmaking van het resultaat van de opiniepeiling onder de deelnemers. Deze opiniepeiling was gebaseerd op een enquête waarin het oordeel werd gevraagd over de stellingen die door de sprekers zijn geponeerd. Het resultaat is in tabel I weergegeven. Uit de opiniepeiling en de discussies blijkt dat membraantechnologie niet langer als een energieverlindende technologie wordt gezien. Dit vanwege de spectaculaire ontwikkeling van de membranen en de bedrijfsvoering.

Tot slot honoreerde de heer Ernes twee deelnemers aan de enquête met een attentie: het betrof de deelnemers die met hun oordeel respectievelijk het meest en het minst overeenkwamen met het juiste oordeel. Op het moment van overhandigen van de attentie was hem echter 'ontschoten' wie het beste en wie het minst goed had gescoord: een leuk slot voor een geslaagde dag.

ing. C. W. A. M. Merks,
dr. ir. M. M. Nederlof,
prof. dr. ir. J. C. Schippers
Kiwa Onderzoek en Advies

Naardermeer krijgt Europese steun

De Europese Commissie heeft twee miljoen gulden steun toegezegd aan het Nederlandse natuurmonument Naardermeer. Om het water op peil en schoon te houden is een omvangrijk project nodig. Rijk, provincie, waterschap en de Vereniging Natuurmonumenten dragen zelf twee miljoen gulden bij.

Natuurmonumenten zegt erg blij te zijn met de Europese steun. 'Hierdoor kan het oudste natuurmonument van Nederland, het internationaal erkende 'wetland' Naardermeer, de belangrijke natuurfunctie vasthouden en ontwikkelen.'

Het Naardermeer dreigde te verdrogen doordat er grondwater onttrokken wordt ten behoeve van drinkwater en landbouw. Sinds 1984 wordt gezuiverd IJsselmeerwater ingelaten, maar dat is niet zonder nadelen. Het water is te voedselrijk waardoor het milieu van dit bijzondere moerasgebied langzaam verandert, aldus Natuurmonumenten.

Naast het wegbaggeren van de voedselrijke sliblaag wordt nu het waterpeil in de directe omgeving omhoog gebracht. Natuurmonumenten zal hiertoe omliggende landbouwgronden aankopen en met graafmachines de natuurlijke hoogteverschillen herstellen. Hierdoor ontstaat nieuwe natuur in het Vechtplassengebied van 280 hectare.

INKA Workshop II

INKA organiseert een workshop 'Verwijdering bestrijdingsmiddelen – ozonisatie, biologische actieve koolfiltratie, en hyperfiltratie.' De workshop wordt gehouden op 28 november 1996 bij het IHE in Delft.

Directe behandeling van oppervlaktewater tot drinkwater, dus zonder bekkens of infiltratie? Dat is de vraag die schuilgaat achter de titel van deze workshop. In 1992 is op initiatief van Gemeentewaterleidingen Amsterdam de beproeving van een nieuw zuiveringsconcept ter hand genomen en is het INKA project gestart. In dit project participeren IHE, Norit NV, Kiwa NV Onderzoek en Advies en Gemeentewaterleidingen Amsterdam. Tijdens de eerste workshop die gehouden is op 21 april 1995 zijn de voorlopige resultaten gepresenteerd. Inmiddels zijn hier heel wat nieuwe en interessante resultaten aan toegevoegd. Dit is ook zoals het behoort te zijn daar

het INKA project dit jaar officieel wordt afgerond. Of hiermee ook alle vragen zijn beantwoord zal blijken tijdens de workshop.

Het voorlopige programma ziet er als volgt uit:

- Doelstelling en uitvoering INKA project, M. A. Siebel;
- Biodegradation and biomass, J. A. Hirst
- Competitive adsorption and preloading, E. Orlandini;
- Integrated approach to biological activated carbon, E. Orlandini;
- Membrane fouling due to particles, S. E. Boerlage;
- Membrane scaling, I. Bremere;
- Directe zuivering van oppervlakte water – een alternatief?, J. P. van der Hoek (GWA).

Tijdens de wandelende lunch is er gelegenheid om posters van M. Sc.-onderzoekopdrachten te bekijken. Belangstellenden kunnen zich opgeven bij het IHE, mevrouw J. M. Bult, telefoon 015-215 1766, fax 015-212 2921.

De kosten voor deelname (inclusief lunch en bundel met hardcopies van de voordrachten) bedragen f 150,-. Voor meer informatie kunt u zich wenden tot dr. ir. M. A. Siebel, IHE, telefoon 015-215 1784, of prof. dr. ir. J. C. Schippers, Kiwa, telefoon 030-606 95 32.

EWPCA-workshop

De European Water Pollution Control Association (EWPCA) organiseert een workshop 'European Workshop on Environmental Technologies 1996'. De workshop vindt plaats van 13 tot en met 15 november in Kopenhagen. Nadere inlichtingen: EWPCA secretariaat, mw. E. Kristensen, Theodor-Heuss-Allee 17, D-53773 Hennef, telefoon 00-49 2242 872189, fax 00-49 2242 872 135, E-mail 101623.1473@compuserve.com.

Studiedag Modelcalibratie

Onder auspiciën van de NHV organiseert de Werkgroep Modelcalibratie een symposium 'Modelcalibratie'. Het symposium vindt plaats op 7 november 1996 in het congrescentrum De Reehorst in Ede. Nadere inlichtingen: B. van Ee, telefoon 030-696 56 66, of Th. Olsthoorn, telefoon 023-523 35 69.