

Membraanfiltratie in drink- en industriewatervoorziening

Membraanfiltratie staat nationaal en internationaal sterk in de belangstelling. De potentie van deze fysische scheidingstechniek wordt alomtorekend en geprezen. Veel bedrijven hebben dan ook financiële ruimte gecreëerd om de toepasbaarheid voor hun eigen situatie te bestuderen. Menig onderzoek verkeert al in een vergevorderd stadium waarbij concrete voorstellen ter tafel liggen om membraanfiltratie te implementeren. Witteveen+Bos heeft, aangespoord door waterleidingbedrijven en industrie een aantal bijeenkomsten belegd met als belangrijkste aandachtspunten:

- recente ontwikkelingen op het gebied van membraantechnologie;
- toepassingen van nano- en microfiltratie bij enkele Amerikaanse waterleidingbedrijven;
- aanpak en voortgang van hyper- en ultrafiltratie bij productiebedrijf Heemskerk (PWN);
- plannen en ontwikkelingen voor toepassing van membraanfiltratie bij waterleidingbedrijven en industrie in Nederland.

In dit verslag worden de belangrijkste uitkomsten samengevat.

Ontwerp en ontwikkeling membraanfiltratie

Als eerste spreker trad aan R. G. Sudak (Separation Processes Inc. San Marcos, Californië). Membraanfiltratie heeft sinds de Tweede Wereldoorlog een zeer sterke ontwikkeling doorgemaakt. Sudak wees op de 'toevallige' ontdekking van nanofiltratie-membranen tijdens onderzoek naar de ontwikkeling van lage-druk hyperfiltratie-elementen. Men getroost zich grote inspanning om de verwijderings-efficiëntie van éénwaardige ionen door nano- en hyperfiltratie verder op te voeren zulks bij verlaagd energieverbruik. De verwachting is dat een tweetal producenten in 1995/1996 nieuwe energie-zuinige membranen op de markt zullen brengen. Deze ontwikkeling, verlaagde druk (minder energie) en verhoogde flux (méér capaciteit) stimuleert de toepassing van membraanfiltratie. Op lange(re) termijn, zo voorspelt Sudak, zullen de lage-druk hyperfiltratiemembranen de 'echte' nanofiltratiemembranen steeds meer verdringen. Een onderwerp dat ook voortvarend ter hand wordt genomen, is de ontwikkeling van thin-film-composite membranen met een glad en elektrisch neutraal oppervlak. Op deze wijze wil men de vervuilinggevoeligheid sterk verminderen. Sudak benadrukte voorts dat selectie van membranen een lastige klus is.

Producenten hanteren meestal verschillende testcondities (druk, temperatuur, pH, zoutconcentratie) wat een onderlinge vergelijking sterk bemoeilijkt. Uniformering van test-condities is zeer wenselijk.

Toepassingen van nano- en microfiltratie

D. L. Rohe (Montgomery Watson, Pasadena, Californië) belichtte enkele recente praktijktoepassingen van nano- en microfiltratie bij Amerikaanse waterleidingbedrijven. De Village of Royal Palm Beach (Florida) heeft zijn bestaande onthardingscapaciteit (vlokformingsproces) uitgebreid met een nanofiltratieopstelling. Hiermee worden behalve de hardheid van het ondiepe grondwater ook kleur, zoutgehalte, DOC en precursors verlaagd. De installatie (2 Mm³/a; eindcapaciteit 4 Mm³/a) bedrijft men op 80% recovery bij een voedingsdruk van 6,8 bar en een flux van 23 l/h.m². Het concentraat lost men op het rioolstelsel. Voor de City of Miramar (Florida) is een soortgelijke installatie in aanbouw (4 Mm³/a; eindcapaciteit 17 Mm³/a). Ook hier is de doelstelling: reductie van hardheid, kleur en zout. De installatie zal worden bedreven op 80% recovery bij een voedingsdruk van 6,8 bar en een flux van 25,4 l/h.m². Het membraanconcentraat pompt men via twee infiltratieputten in de diepe, zoute ondergrond. Ter controle hierop is een inspectieput ingericht. In Saratoga (Californië) zuivert men sedert 1994 oppervlaktewater met behulp van microfiltratie tot drinkwater (7 Mm³/a). De grondstof kenmerkt zich door een lage TOC-, kleur- en E.Coli- belasting en een sterk wisselende troebelheid (<1–>300 FTE). De zuivering geschiedt met holle vezelmembranen met een poriediameter van 0,2 µm. De recovery ligt boven de 97% bij een voedingsdruk van 1,4 bar en een flux van 80–160 l/h.m². De combinatie van microfiltratie en chloring voldoet aan de eisen van de Amerikaanse Surface Water Treatment Rule. Het concentraat/spoelwater wordt na bezinking teruggevoerd naar de zuivering. De kostprijs per m³ drinkwater belooft 0,1 US \$. De helft komt voor rekening van onderhoud en bediening.

Ontwerp UF- en HF-installaties productiebedrijf 'Heemskerk' (PWN)

Hierop is ingegaan door ir. F. de Bruijn en ir. R. J. E. Kools (Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.; Deventer). Door de ruwwater-samenstelling (voornamelijk IJsselmeerwater met hoge hardheid, hoog natriumgehalte en laag TAC-gehalte) ziet PWN zich genoodzaakt om ontharding

deels via membraanfiltratie te bewerkstelligen. Door MW, SPI en W+B zijn in het voortraject drie alternatieve zuiveringsopties voor WRK-halffabrikaat in technische en financiële zin uitgewerkt namelijk:

1. direct filtratie-hyperfiltratie (CA-membranen)-ozonisatie geavanceerde oxydatie – actieve koolfiltratie (optioneel).
2. ultrafiltratie-hyperfiltratie (TFC-membranen) – desinfectie met ClO₂ (optioneel).
3. microfiltratie-hyperfiltratie (TFC-membranen) – UV-desinfectie.

De 2e en de 3e optie zijn, gelet op de schaalgrootte (18 Mm³/a) als zeer innovatief te betitelen.

Door bemoedigende testresultaten, vergelijkbare kosten en de superieure produktwaterkwaliteit is gekozen voor optie 2: ultrafiltratie (UF) gevolgd door hyperfiltratie (HF). Zowel UF als HF garanderen in principe desinfectie, en derhalve behoeft geen aanvullende (chemische) desinfectie te worden toegepast. De integriteit van UF en HF wordt met behulp van deeltjestelling, respectievelijk geleidbaarheidsmeting bewaakt. In het ontwerpproces is met PWN en Kiwa NV Onderzoek en Advies aandacht besteed aan specifieke omstandigheden zoals het grote temperatuurtraject en de bedrijfsvoering met het oog op scaling-potential.

Uniek is het concept van 2 verdiepingen, waarbij al het leidingwerk en secundaire installaties in de kelder zijn ondergebracht.

De HF-installatie zal gebruik maken van innovatieve drukvaten met side-entry-ports. Er is rekening gehouden met specifieke wensen van PWN zoals debietmeting per trap binnen de HF voor optimale procesbewaking. De reinigingsinstallaties zijn op beperkte capaciteit ontworpen door reiniging van de membraanfiltratieblokken stapsgewijs te laten plaatsvinden. Vanwege de strenge (desinfectie) eisen aan het produkt vroeg de detaillering speciale aandacht voor hygiëne om besmetting van produkt te allen tijde te vermijden. Hiertoe is ook een 'off spec systeem' voorzien: de produktie van een verdacht HF blok kan worden afgeleid naar een aparte tank zonder dat de hoofdstroom wordt 'verontreinigd/besmet'. Onderwijl kan een diagnose van eventuele problemen worden gesteld. De UF-installatie wordt in belangrijke mate opgezet conform de HF-installatie. Ook hier worden 6 membraanelementen ondergebracht in horizontaal opgestelde drukvaten. Een blok bestaat uit 2 parallelle

één-traps racks van elk 12 drukvaten. De UF zal op 'dead end' worden bedreven met periodieke terugspoelingen.

Plannen en ontwikkelingen waterleidingbedrijven

Ing. J. A. M. van Paassen (WMO) wijst op belangstelling voor nanofiltratie van grondwater in de Noordelijke provincies. Dit in verband met lokale hardheids-, kleur en/of (verwachte) chlorideproblemen. Inmiddels is een 5-traps (5-3-2-1-1) NF-proefinstallatie (8 m³/h) gerealiseerd op productiebedrijf 'Hammerflier'. Als voedingswater gebruikt men filtraat van de nafilts. Het onderzoekprogramma richt zich vooral op de aspecten: kleur- en hardheidsreductie, membraanvervuiling, reiniging en ontwerpcriteria.

Al één dag na het opstarten van de proef liepen de prestaties fors terug. Regeneratie van de membranen met een scala aan reinigingsmiddelen bleek onmogelijk; de opgetreden vervuiling was irreversibel, aldus Van Paassen. Inmiddels is met een kleine test-unit het voedingswater langdurig beproefd (achtereenvolgende blootstelling aan diverse NF-installatie-onderdelen), waarbij geen vervuiling is geconstateerd.

Het probleem lijkt te zijn veroorzaakt door een slechte 'batch' membranen.

Het beleid van DZH is gestoeld op toepassing van fysische en biologische processen bij de bereiding van drinkwater, aldus ir. W.J. van Grinsven. DZH staat voor de keuze, gegeven het masterplan 'Integrale Drinkwatervoorziening Plus', om capaciteitsuitbreiding van productiebedrijf 'Scheveningen', te realiseren door herzij opvoeren van de diepinfiltratiecapaciteit of door introductie van nanofiltratie.

In 1993 is al een studie verricht naar de inzet van hyperfiltratie voor verlaging van het natriumgehalte (<0,5 mmol/l). Dit met het oog op levering van gietwater aan de Zuid-Hollandse glastuinbouw. Too costly, no sales, luidde de conclusie. Inmiddels test men op bench-scale (8 m³/h) nanofiltratie-membranen op voorgezuiverd Maaswater. Aandachtspunten zijn onder meer: membraantype, scheidingsrendement, vervuilingsgevoeligheid, reiniging.

DZH overweegt een praktijk-installatie te realiseren met een jaarcapaciteit van 1 Mm³. Het onderzoek zal zich vooral richten op de eliminatie van virussen en bacteriën. De overheid zal erbij worden betrokken om acceptatie voor membraan-

filtratie-toepassing op productiebedrijf 'Scheveningen' te krijgen.

Dr.ir. J. P. van der Hoek schetste de plannen van GW over de uitbreiding van de 'rivierduinwaterleiding' met 13 Mm³/a. Hierbij wordt onder meer de inzet van hyperfiltratie (deelstroom) op voorgezuiverd Lekkanaal-water overwogen. Het eindproduct van de directe zuiveringslijn (geen duinpassage) dient hygiënisch betrouwbaar drinkwater te zijn, vrij van pesticiden en andere organische micro's en met een lage hardheid en laag zoutgehalte. Deze laatste component is van betekenis in verband met de corrosie-problematiek van het grotendeels uit gietijzeren leidingen bestaande distributienet. Hyperfiltratie is als eindtrap bedoeld, voorafgegaan door enkel langzame zandfiltratie dan wel door ozonisatie, biologisch actieve-koolfiltratie en langzame zandfiltratie. De keuze tussen enkelvoudige of drietrapszuivering vóór hyperfiltratie wordt mede bepaald door de MFI, AOC en het gehalte aan organische micro's in het HF-voedingswater. Dit laatste houdt verband met de voorgenomen lozing van membraanconcentraat op de Noordzee. GW bestudeert momenteel twee opties in proefbedrijf om neerslagvorming, organische en biologische vervuiling en daarmee samenhangend de reinigingsfrequentie in beeld te brengen. Beide proefopstellingen bestaan uit een 4-2-1 configuratie, elk met een capaciteit van 10 m³/h. GW beziet momenteel de toepasbaarheid van elektro-dialyse (bureaustudie) als alternatief voor hyperfiltratie gegeven de stevige barrière ozon/actieve kool voor organische micro's.

NRE is voornemens de zuiveringscapaciteit van productiebedrijf 'Aalsterweg' te vergroten. In dat kader, aldus ing. G. Vos, wordt ook bezien hoe de spoelwaterterugwinning kan worden geoptimaliseerd. Dit in termen van waterkwaliteit (geen nadesinfectie met chloor!), bedrijfsvoering, bouwvolume, etc.

Op 'Welschap' is al ervaring opgedaan met moving-bedfiltratie en UV-desinfectie, waarbij het gezuiverde spoelwater wordt teruggevoerd naar de bedrijfsnelfilters. NRE onderzoekt momenteel de toepasbaarheid van microfiltratie en ultrafiltratie op spoelwater van 'Aalsterweg'. Dit als alternatief voor het huidige coagulatie- en snelfiltratieproces.

Zwaartepunten zijn onder meer: vervuilingsgevoeligheid van de membranen, spoelverliezen, verwijdering van micro-organismen en bouwkundige en economische aspecten.

Ook andere waterleidingbedrijven zoals WOB ('Budel') en WMO ('Hammerflier')

hebben onderzoekplannen voor onder meer microfiltratie van spoelwater.

Plannen en ontwikkelingen industrie

Ing. H. P. A. Jansen zette uiteen hoe bij Philips Semiconductors te Nijmegen ultra puur water wordt geproduceerd door drinkwater verder te behandelen met achtereenvolgens hyperfiltratie, ontgassing, ionenwisselaars en ultrafiltratie (capaciteit 40 m³/h). Voor desinfectie is bovendien tweemaal UV-desinfectie tussengeschied. Het water wordt ingezet bij de submicron-IC-productie. De hyperfiltratie-installatie bestaat uit 2 trappen en is al 7 jaar in bedrijf. Er zijn cellulose-acetaat membranen geïnstalleerd, die sinds de start van de installatie nog niet zijn vervangen. Vervanging wordt overwogen wanneer de achteruitgang in prestaties dermate is, dat vervangingskosten opwegen tegen de extra kosten voor chemicaliën voor de regeneratie van ionenwisselaars. Deze moeten de achteruitgang van hyperfiltratie 'compenseren'. Bij vervanging zullen TFC-membranen worden overwogen, hoewel bezorgdheid bestaat over de vervuilingsgevoeligheid van deze membranen.

In de huidige bedrijfsvoering vormt membraanvervuiling geen probleem. Elke 4 uur wordt HF-permeaat gerecirculeerd, wat vervuiling goed tegengaat.

Bij Heineken te Zoeterwoude wordt al sinds 1980 een hyperfiltratie-installatie bedreven (600 m³/h). Door de stelselmatische verbetering van de membraanwerking is een belangrijke reductie van het benodigde oppervlak en pompcapaciteit bewerkstelligd, aldus ing. K. R. J. Jansen van Heineken Nederland BV. Hierdoor kon een deel van de installatie buiten gebruik worden gesteld.

Men heeft ondervonden dat anti-scalants niet nodig blijken, en dat de berekeningen van de fabrikant hierover zeer conservatief zijn. Het gebruik van anti-scalants moet worden afgewogen tegen de snellere vervanging van membranen, en bovendien worden beschouwd in het licht van eventuele bevordering van biologische/organische vervuiling. Bij Heineken worden op basis van deze (kosten-)vergelijking geen anti-scalants gedoseerd. Het voorkomen van biofouling door het voedingswater te desinfecteren met UV blijkt niet goed te werken. Een mogelijke oorzaak is de lage transmissie van het water. Een eenduidige parameter op basis waarvan de biofouling-potentie kan worden voorspeld ontbreekt vooralsnog.

J. G. M. Thiessen van Mommers Printservice BV beschreef de waterbehoefte van

de printplatenfabriek. Men gebruikt 5 soorten water in verschillende kwaliteiten en kwantiteiten, bijvoorbeeld 5000 m³/a met een zeer lage geleidbaarheid (0,1 µS/cm) tot 300.000 m³/a koelwater van beduidend mindere kwaliteit. In totaal wordt circa 500.000 m³ grondwater per jaar opgepompt. Door de geplande uitbreiding van de produktie moet dit worden opgevoerd tot circa 1 Mm³ in 2003. Voor deze onttrekking is echter nog geen vergunning afgegeven. In het verleden zijn experimenten gedaan met microfiltratie om galvanisch afvalwater te zuiveren. Deze proeven zijn vanwege foulingproblemen gestaakt. Bovendien wordt membraanfiltratie voor de afvalwaterbehandeling niet haalbaar geacht door het sterk variërende aanbod van kwaliteit en kwantiteit. Wellicht is op kleinere schaal proceswaterbereiding (hoge kwaliteit) met membraanfiltratie zinvol.

R. J. G. Selen van de Gelderse Papiergroep zette de situatie uiteen bij KNP te Meerssen. Voor de papierproduktie wordt grondwater in eigen beheer gewonnen. Per ton geproduceerd papier werd in 1992 nog 60 à 90 m³ water verbruikt. In 1994 was dit nog maar 58 m³. Dit leidde tot een reductie van de totale grondwaterwinning van 2,5 Mm³ in 1992 tot 2,2 Mm³ in 1994. Het doel op langere termijn is om het waterverbruik drastisch terug te brengen tot circa 30 m³/ton papier. Dit in verband met een mogelijke korting op de onttrekkingsvergunning. Op dit moment wordt het afvalwater van de fabriek via een transportleiding afgevoerd naar KNP Maastricht, waar de afvalwaterzuivering staat. KNP Meerssen onderzoekt de mogelijkheid om zelf te zuiveren en eventueel water te hergebruiken (zogenaamd 'witwater'). Membraanfiltratie kan hierbij in de toekomst een rol spelen.

Tot slot presenteerde ir. P. E. L. Soerij-wardojo (NOVEM) diverse stimuleringsprogramma's in het kader van energie en milieu. De belangrijkste opdrachtgever is het ministerie van Economische Zaken. Eén van de programma's is het 'Meerjarenprogramma Intersectorale Nieuwe Technologieën' (MINT), waarbinnen ook speciale aandacht is voor membraan-technologie. In het kader van de stimuleringsprogramma's verleent NOVEM subsidie. De maximale subsidieerbaarheid hangt af van de fase van het project: haalbaarheidstudies 100%, onderzoek en ontwikkeling 60%, demonstratieproject 40% en marktintroductie 25%.

Ook in het Heemskerk-project voor PWN is een aantal deelaspecten in dit kader door NOVEM gesubsidieerd.

Slotwoord

De discussies tijdens de workshops spitsten zich toe op onderwerpen als levensduur, integriteit en vervuilingengevoeligheid van membranen en de verwijdering van membraanconcentraat. De deelnemers waren vooral ook benieuwd naar de ontwikkeling van lage-druk hyperfiltratiemembranen. De proefresultaten behaald met TFC-membranen, die bij een druk van 5 bar werken, zijn zeer hoopgevend aldus Sudak. De aandacht van fabrikanten richt zich ook op het verminderen van de vervuilingengevoeligheid. De structuur van de membranen biedt velerlei aanknopingspunten in deze richting. Wel blijft het noodzakelijk om proefinstallatie-onderzoek te verrichten zolang nog geen afdoende meetmethode voorhanden is om bijvoorbeeld 'biofouling' te voorspellen. Voorts is de verwijdering van membraanconcentraat een punt van zorg. Kleinschalige lozing op oppervlaktewater of riool dan wel afvoer naar zee lijken geaccepteerde oplossingen. Voor omvangrijke volumina membraanconcentraat van landinwaarts gesitueerde bedrijven bestaat (nog) geen verwijderingsroute. Hier ligt mogelijk een taak voor onder meer de Reststoffenunie (in oprichting) van de waterleidingbedrijven. Bezien we de planvorming rond de toepassing van membraanfiltratie dan zal, naar het zich laat aanzien, Nederland over enkele jaren een vooraanstaande positie op dit gebied innemen. Hiervan zal een belangrijke impuls uitgaan naar legio ondernemingen voor dekking van hun waterbehoefte uit oppervlaktewater in combinatie met recycling van processtromen.

Ir. H. M. M. Koppers,
Witteveen+Bos Raadgevende
ingenieurs b.v.



Rapport afvalwater-problematiek van melk(rund)-veehouderijen gepubliceerd

Recent is verschenen het rapport 'Afvalwaterproblematiek van melk(rund)veehouderijen'. Het rapport is opgesteld door de Commissie Integraal Waterbeheer/CUWVO.

Het rapport bevat aanbevelingen ter zake van waterkwaliteitsbeleid ten aanzien van de afvalwaterproblematiek van de melk(rund)veehouderij. Tevens wordt geprobeerd af te stemmen met andere beleidskaders waarin beslissingen worden genomen die van invloed zijn op de afvalwaterproblematiek in de melk(rund)veehouderij. Met name kunnen hierbij genoemd worden de Bestuursovereenkomst uitvoering MJP-G en de sectorwerkgroepen die hierbij horen, en de Werkgroep Agrarische Afvalwaterlozingen (WAAL) die bezig is met het opstellen van een circulaire betreffende het ontheffingenbeleid van de gemeente in het kader van het Lozingenbesluit bodembescherming.

Op ruim 40.000 melkveebedrijven wordt, door 1,7 miljoen koeien, in Nederland per jaar circa 11 miljard kilo melk geproduceerd. Gemiddeld heeft een bedrijf 41 koeien en 24 hectare grond.

Bij de volgende bedrijfsactiviteiten kan afvalwater ontstaan:

- reinigen van de melkwinningsinstallatie, melktank, melkkamer en melkstal;
 - reinigen van de voederbieten en witlofpennen;
 - reinigen van stallen;
 - reinigen van landbouwmachines;
- Bovendien kunnen nog de volgende stromen onderscheiden worden:
- restanten desinfectiemiddelen;
 - perssap en/of regenwater bij kuilvoeropslagplaatsen;
 - percolaat vaste mestopslag;
 - regenwater verharde oppervlakken.

Verder kan het uitrijden van bestrijdingsmiddelen en meststoffen een bron vormen van verontreiniging van het oppervlaktewater.

Het afvalwater uit de melkstal is de belangrijkste afvalwaterstroom.

Afhankelijk van de bedrijfsgrootte kan deze 90-750 m³/jr bedragen. Hierin zitten met name hoge concentraties CZV, stikstof, reinigings- en desinfectiemiddelen en soms ook fosfaat.

Perssap kan vrij komen indien voeders opgeslagen worden met een laag droge stofgehalte (<25%). In Nederland komt dit zeer weinig voor, maar als het vrij komt bevat het zeer hoge concentraties verontreinigingen.

Restanten van bestrijdingsmiddelen mogen niet geloosd worden maar moeten opgevangen en afgevoerd worden naar een erkende verwerker.

Van het rapport zijn exemplaren te verkrijgen bij de Hoofddirectie van de Waterstaat, CIW-secretariaat, Postbus 20906, 2500 EX Den Haag, telefoon 070-351 8038.