

# Bereiding van drinkwater uit stedelijk afvalwater met hyperfiltratie

## Inleiding

Voor de zuivering van afvalwater worden afhankelijk van het beoogde gebruiksdoel, verschillende processen onderzocht en toegepast. Eén van de veel belovende ontwikkelingen op dit gebied is het gebruik van hyperfiltratie in die situaties waarin hoge eisen worden gesteld aan het produkt. In Orange County (VS) wordt dit proces sinds enige tijd voor het eerst in de praktijk toegepast op voorgezuiverd stedelijk afvalwater [1].

In overeenstemming met deze ontwikkeling



IR. J. C. SCHIPPERS  
KIWA



J. M. HOFMAN  
KIWA

is door het RID dit proces bij het onderzoek in het kader van het project 'Hergebruik van Water' betrokken.

Voor de uitvoering van de eerste fase van het onderzoek met hyperfiltratie heeft het KIWA eind 1975 een opdracht van het RID geaccepteerd. Deze opdracht is tot stand gekomen in aansluiting op het gezamenlijk speurwerk dat door het RID en het KIWA is uitgevoerd, waarvan de laatstgenoemde het deel dat betrekking heeft op ontzouting voor haar rekening heeft genomen [2].

De fase van het project, welke door het KIWA is uitgevoerd, betrof het ontwerp, de bouw en de beproeving van een proefinstallatie waarmee naar verwachting het effluent van de rioolwaterzuiveringsinrichting te Dordrecht kan worden gezuiverd tot een kwaliteit welke die van drinkwater benadert.

In het volgende worden de opzet en de eerste resultaten, die verkregen zijn met deze proefinstallatie, besproken.

## Installatie

De proefinstallatie bestaat uit de volgende onderdelen.

- Doseerapparatuur voor chloorbleekloog, ferrichloride-oplossing en coagulatiehulpmiddel.
- Opwaartsfilter met zand (1,2 - 2,4 mm).
- Neerwaartsfilter met zand (1,2 - 2,4 mm).
- Doseerapparatuur voor zoutzuur.

— Hyperfiltratie-installatie met buisvormige membranen.

— Actief koolfilter korrelkool type PK van Norit (0,25 - 1,0 mm).

— Droogfilter met marmer (1,5 - 2,7 mm).

— Doseerapparatuur voor chloorbleekloog.

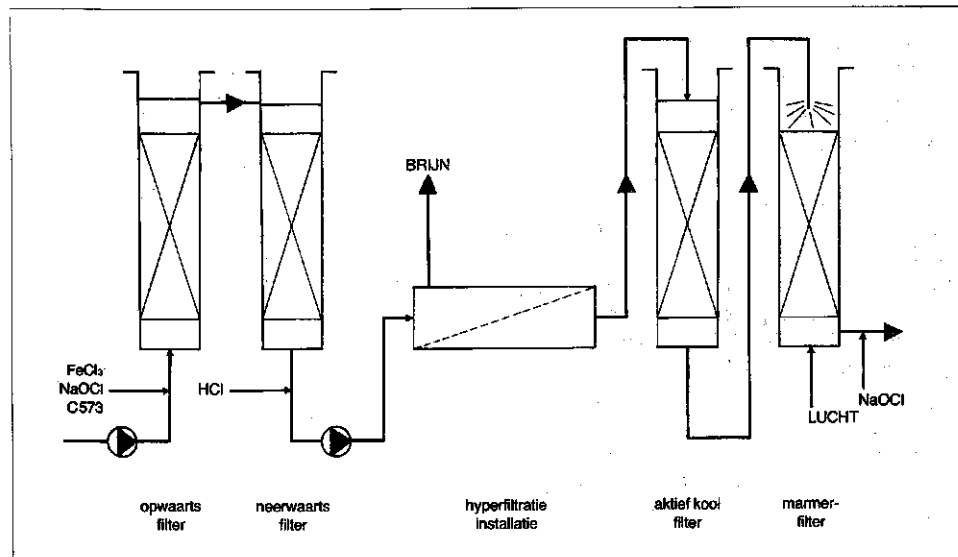
Afb. 1 geeft een indruk van het proces dat met de genoemde apparatuur wordt bestuurd, terwijl afb. 2 de installatie zoals die is opgesteld toont.

De volgende overwegingen en experimenten hebben geleid tot de bovenstaande opzet. Hyperfiltratie is een technologie welke ontwikkeld is voor de ontzouting van water. Deze technologie vindt dan ook zijn belangrijkste toepassing op dit terrein. Naast zouten worden ook organische en anorga-

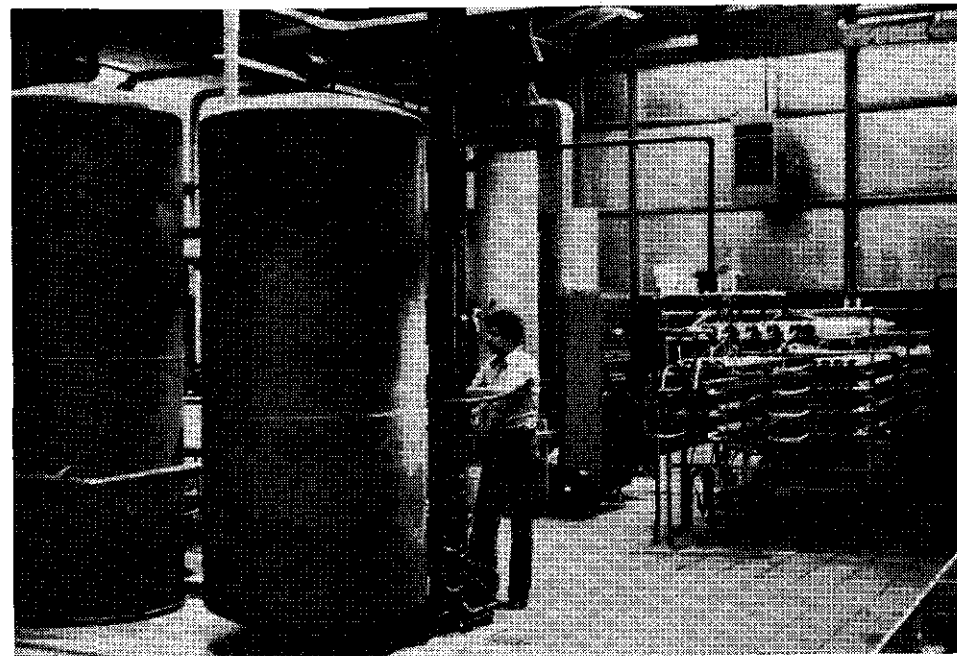
nische micropolluenten in redelijke tot hoge mate verwijderd, terwijl virussen, bacteriën, amoeben, colloïden en zwevende stoffen volledig door de membranen worden tegengehouden. Organische stoffen, zoals fulvinezuren, blijken eveneens zeer goed verwijderd te worden [3].

Er is dan ook alle reden toe om te veronderstellen dat hyperfiltratie in principe bij uitstek geschikt is als zuiveringstechniek voor sterk verontreinigd water. Uit het onderzoek dat door het KIWA is uitgevoerd, is gebleken, dat hyperfiltratie niet zonder meer toepasbaar is op sterk vervuild water. De oorzaak hiervan ligt in het optreden van vervuiling van de membranen door onder andere colloïden en zwevende stoffen [3].

Afb. 1 - Processchema voor de bereiding van drinkwater uit stedelijk afvalwater met hyperfiltratie.



Afb. 2 - Proefinstallatie te Dordrecht.



### Membranvervuiling

Op grond van ervaring is te verwachten dat toepassing van hyperfiltratie direct op effluent van de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi) te Dordrecht met ernstige membraanvervuiling gepaard zal gaan. Dit betekent dat behalve de capaciteit per m<sup>2</sup> membraanoppervlak ook het zoutwerend vermogen (retentie) van membranen afneemt.

De snelheid waarmee membranen vervuilen hangt af van:

- het type membraansysteem, bijv. holle vezel, spiraalgewonden of buisvormig;
- de aard en structuur van het membraanmateriaal;
- de aard en concentratie waarin de zwevende en colloïdale stoffen aanwezig zijn;
- de aard en concentratie van minder goed oplosbare stoffen;
- de hydrodynamische condities bij het membraanoppervlak.

Water waarin zwevende en colloïdale stoffen in ruime mate aanwezig zijn, kan niet direct worden behandeld met holle vezel of spiraalgewonden membranen, daar deze typen membranen nogal gevoelig zijn gebleken voor vervuiling. Reiniging van membranen na vervuiling is mogelijk, doch door de hoge frequentie waarmee dit dan gedaan moet worden, weinig aantrekkelijk. Buisvormige membranen zijn wat vervuiling betreft veel minder gevoelig. Directe toepassing is mogelijk, doch leidt tot een weinig elegant ontwerp voor de installatie. Een ontwerp dat voor kleinschalige toepassingen weliswaar mogelijkheden biedt, doch voor gebruik op industriële schaal momenteel onaantrekkelijk is. Er is dan ook gekozen voor een opzet die zoveel mogelijk aansluit bij de meer grootschalige toepassingsmogelijkheden.

De inzet van een voorzuivering is dan ook in deze situatie als gewenst beschouwd. De stand van de kennis op het gebied van de verwijdering van zwevende stoffen en colloïden uit behandeld stedelijk afvalwater is zodanig dat alleen van een experiment met buisvormige membranen succes te verwachten is. Althans wanneer uitgegaan wordt van effluent van een hoogbelaste actiefslibinstallatie zoals deze in Dordrecht in bedrijf is. Het belangrijkste probleem dat aan de effluenten van dit type installaties verbonden is, is de zeer sterke wisseling die kan optreden in aard en hoeveelheid van de colloïdale en zwevende stoffen. Een proces in de vorm van een coagulatieproces heeft in het algemeen bewezen het meest flexibel en effectief te zijn [4] met

betrekking tot de verwijdering van deze stoffen.

Er is dan ook een voorzuiveringsinstallatie gebouwd met de volgende kenmerken:

- dosering van ferrichloride (ca. 3 mg Fe<sup>3+</sup>/l);
- dosering van een kationactief coagulatiehulpmiddel C573;
- opwaartse filtratie (zand 1,2 - 2,4 mm);
- neerwaartse filtratie (zand 1,2 - 2,4 mm).

Naast het type membraansysteem en de mate van voorzuivering zijn de hydrodynamische condities bij het membraanoppervlak van belang.

De twee belangrijkste factoren hierbij zijn:

- de filtratiesnelheid door het membraan (flux m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dag);
- de stroomsnelheid langs het membraan (m/sec).

Deze twee parameters bepalen in hoge mate de snelheid waarmee membranen, gevoed met een bepaald watertype, vervuilen.

In afb. 3 wordt dit geïllustreerd aan de hand van de resultaten van één van de vele experimenten die uitgevoerd zijn met een kleine proefinstallatie. In deze afbeelding is het verloop van de flux van een type membraan met een hoge en een lage flux bij vergelijkbare stroomsnelheden langs het membraan weergegeven.

Uit deze resultaten blijkt dat de stroomsnelheid langs de membranen bij membranen met een hoge flux aanzienlijk hoger moet zijn dan bij die met een lage flux om de vervuilingssnelheid binnen de perken te houden. Een belangrijk nadeel van een hoge snelheid langs de membranen is het optreden van een hogere drukval in de modules, waardoor de drijvende kracht afneemt. Bovendien hebben membranen met een hoge flux geringere zoutwerende

eigenschappen hetgeen in dit geval vooral ongunstig is met betrekking tot de verwijdering van ammonium.

Op grond van het bovenstaande is tot een opzet besloten waarbij:

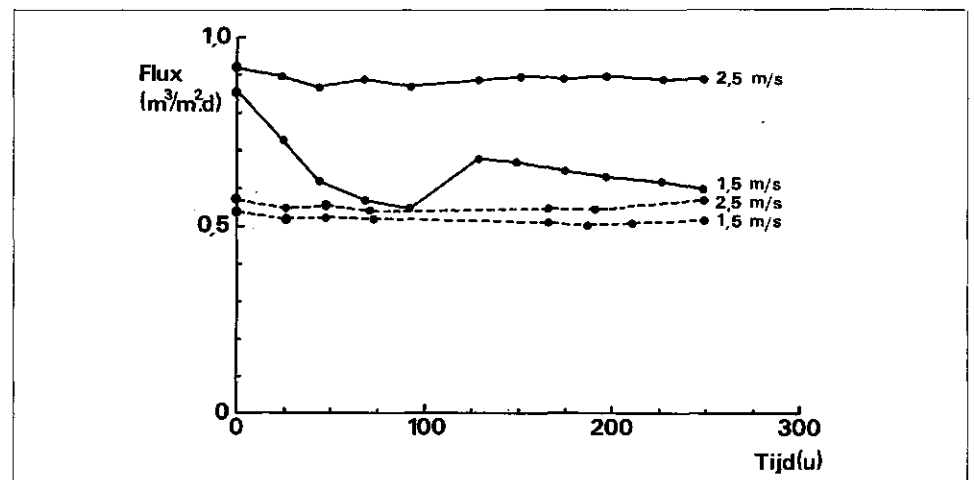
- buisvormige celluloseacetaatmembranen met een hoge zoutretentie (ca. 97 %) worden gebruikt;
- de stroomsnelheid langs de membranen op minimaal 1 m/sec kan worden ingesteld;
- de installatie uit 10 trappen bestaat, waarbij resp.  
5 4 4 4 4 3 3 3 2 2  
modules parallel geschakeld zijn, met elk een membraanoppervlak van 2,6 m<sup>2</sup>;
- de installatie bij een druk van 4 MPa (40 bar) een capaciteit van 1,5 m<sup>3</sup>/h bij een opbrengst van 60 tot 80 %, dan wel bij 2 MPa (20 bar) een capaciteit van 0,8 m<sup>3</sup>/h bij een opbrengst van 75 % heeft.

Behalve door colloïden en zwevende stoffen kunnen de membranen ook door afzetting van minder goed oplosbare zouten, zoals calciumcarbonaat, calciumsulfaat en silicaat vervuilen. Doordat de zouten in het voedingwater, naarmate het hyperfiltratieproces voortschrijdt, sterk worden geconcentreerd kan het oplosbaarheidsproduct van onder andere genoemde stoffen overschreden worden. In dit geval geldt dit voor calciumcarbonaat. Precipitatie hiervan kan voorkomen worden door toevoeging van bijv. zoutzuur. Een verlaging van de pH is bovendien gewenst om de hydrolyse van het celluloseacetaat, waaruit de membranen bestaan, te voorkomen. Het product van de hyperfiltratie-installatie is dan ook sterk agressief ten opzichte van calciumcarbonaat, zodat neutralisatie nodig is.

### Neutralisatie

Het water na hyperfiltratie is sterk agressief ten opzichte van calciumcarbonaat doordat

Afb. 3 - Verloop van de flux als functie van de snelheid voor membranen met een hoge en lage flux.



de pH van het voedingwater tussen 5 en 6 wordt ingesteld. Bovendien worden calcium- en hydrocarbonaationen nagenoeg geheel tegengehouden en kooldioxide niet, hierdoor is het produkt extra agressief ten opzichte van calciumcarbonaat.

Gezien de samenstelling van dit water, namelijk lage pH, laag calcium- en hydrocarbonaatgehalte en relatief hoog kooldioxidegehalte, is filtratie over gebroken marmar de meest aantrekkelijke methode om de neutralisatie te realiseren.

Naast neutralisatie is de verwijdering van organische stoffen en in het bijzonder van organische micropolluenten mede bepalend voor de opzet van het zuiveringsproces.

#### Verwijdering van organische stoffen

Hyperfiltratie is in staat het totaal organisch stof gehalte van grond-, rivier- en afvalwater sterk te verlagen. Dit effect moet echter in belangrijke mate worden toegeschreven aan de goede verwijdering van humusverbindingen en verbindingen met een hoog molecuulgewicht, welke tezamen het leeuwendeel vormen van het totaal organische stof gehalte.

De verwijdering van organische micropolluenten hangt echter sterk af van de aard en het molecuulgewicht van de verbindingen. Voor rivierwater is gebleken dat het verwijderingspercentage voor een aantal stoffen interessant is, doch niet kwantitatief. Het is dan ook nodig actieve koolfiltratie in het proces op te nemen. Het ligt voor de hand de actieve koolfiltratie na de hyperfiltratie uit te voeren daar op dat moment het grootste deel van de organische stoffen verwijderd is en dus geen aanslag meer kan doen op de capaciteit van de actieve kool. Het actiefkoolfilter is vóór het marmerfilter geplaatst, op grond van de overweging, dat zwakke organische zuren die de hyperfiltratiestap mogelijk gedeeltelijk gepasseerd zijn in ongedissocieerde vorm beter door actieve kool worden geadsorbeerd, dan in gedissocieerde vorm. Aangezien de pH van het water na hyperfiltratie aanzienlijk lager is dan na marmerfiltratie, dient het koolfilter voor het marmerfilter te worden geplaatst.

Een aspect van de zuivering dat bij de bereiding van drinkwater in het algemeen nog meer aandacht krijgt en verdient is de desinfectie.

#### Desinfectie

Het water na hyperfiltratie is in principe vrij van micro-organismen. In de praktijk is het echter denkbaar dat door een klein defect in een membraan of een niet geheel sluitende afdichting, het produkt niet volkomen vrij van bacteriën en virussen is. Een veiligheidschloring als laatste fase van het proces is dan ook gewenst daar water

van drinkwaterkwaliteit aan een zeer hoge graad van hygiënische betrouwbaarheid moet voldoen. Inzet van chloor aan het begin van het proces kan voor een extra veiligheid zorgen, doch heeft het nadeel dat trihalomethanen worden gevormd.

Bij chloring na hyperfiltratie en actieve koolfiltratie is te verwachten, dat dit niet meer het geval is [3, 5]. Enige desinfectie in een fase voor hyperfiltratie is echter nodig ter bescherming van de membranen tegen bacteriële aantasting.

Een intermitterende dosering van ca. 10 mg Cl<sub>2</sub>/l in de vorm van chloorbleekloog gedurende 1 uur per week wordt als voldoende effectief verondersteld.

#### Technologische aspecten

Het voornaamste technologische aspect van het proces betreft de werking van de hyperfiltratie-installatie, daar de andere processen reeds bewezen hebben toepasbaar te zijn. Voor de beoordeling van de werking van de hyperfiltratie-apparatuur kan het verloop van de flux en de zoutretentie van de membranen als indicatie worden gehanteerd.

Tabel I geeft dit verloop weer voor de

TABEL I - Verloop flux en retentie van de membranen.

Trap	Flux m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dag		Retentie membranen %	
	na 200 uur	na 6000 uur	na 200 uur	na 6000 uur
1	0,53	0,50	97,4	98,1
2	0,54	0,52	96,8	98,2
3	0,54	0,48	97,6	98,2
4	0,61	0,50	97,6	98,2
5	0,54	0,48	97,6	98,2
6	0,61	0,50	97,7	97,2
7	0,56	0,51	97,5	97,9
8	0,56	0,52	97,3	97,2
9	—	0,51	—	98,1
10	0,56	0,53	96,9	97,8
gemiddeld	0,56	0,50	97,4	97,9

eerste 6000 uur waarin de installatie continu in bedrijf is geweest. De flux is hierbij omgerekend naar een netto druk van 4 MPa (40 bar) en 20 °C, terwijl de retentie is gebaseerd op de meting van de geleidbaarheid.

Uit deze gegevens blijkt dat de flux gedurende 6000 uur met ongeveer 10 % is afgenomen en de retentie ongeveer gelijk is gebleven. De afname van de flux wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door compactie en irreversibele vervuiling.

In deze periode zijn de membranen viermaal met schuimproppen gereinigd en eenmaal met een specifiek schoonmaakmiddel. De opbrengst van het hyperfiltratieproces bedroeg minimaal 60 %, terwijl aan de hand van een experiment gedurende 150 uur aan-

getoond is dat een opbrengst van 80 % mogelijk is. De reinigingsfrequentie van de membranen met schuimproppen dient bij dit hogere omzettingspercentage echter van eenmaal per 3 maanden opgevoerd te worden tot tweemaal per maand. De snellere vervuiling van de membranen treedt hierbij vooral op in de laatste trap. Een experiment bij 20 bar en een opbrengst van 75 % verliep eveneens succesvol, terwijl bovendien de vervuiling van de membranen gering was.

Op grond van de bovenstaande resultaten kan worden geconcludeerd dat de werking van de installatie in technologisch opzicht succesvol is geweest. Dit houdt mede in dat het ontwerp van de voorzuiverings- en de hyperfiltratie-installatie goed op elkaar zijn afgestemd.

#### Kwaliteitsaspecten

In de periode van 1 december 1977 tot 1 september 1978 zijn door het RID oriënterende metingen uitgevoerd naar het effect van de verschillende fasen in het proces op de waterkwaliteit.

#### Anorganische parameters

Het effect op de klassieke anorganische parameters wordt geïllustreerd in tabel II. Hieruit blijkt dat:

- een reductie van het totale zoutgehalte van ca. 95 % wordt gerealiseerd;
- het ammoniumgehalte met ca. 90 % afneemt;
- het water na marmerfiltratie nog enigszins agressief is ten opzichte van calciumcarbonaat.

Nadat het marmerfilter tot droogfilter is omgebouwd en is geënt met materiaal van een goed werkend droogfilter wordt het ammonium nagenoeg geheel verwijderd. De neutralisatie van het eindprodukt wordt in redelijke mate benaderd, nadat het droogfilter met tegenstroombeluchting is uitgerust. Hierbij kan het koolzuurgehalte van het ingevoerde water zodanig verlaagd worden dat het effluent een hardheid bereikt van ca. 1 mmol/liter.

#### Nutriënten voor micro-organismen

Nutriënten, zoals ammonium(albuminoïd), nitriet, nitraat en fosfaat worden evenals ammonium(saline) in sterke mate verwijderd (zie tabel II).

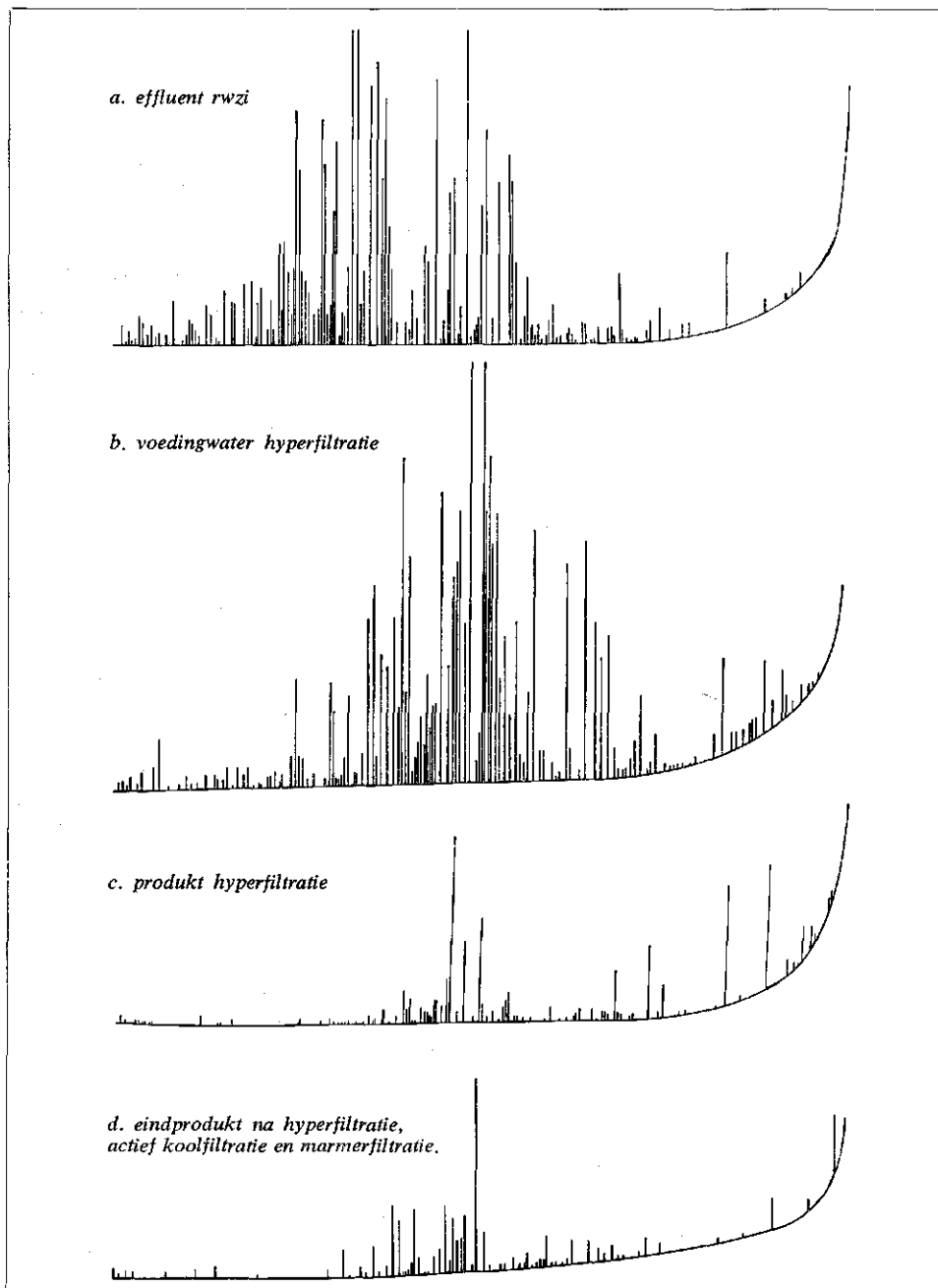
Het nitrietgehalte na marmerfiltratie is echter nog aan de hoge kant. De veiligheidschloring wordt echter in staat geacht het nitriet volledig in nitraat om te zetten.

#### Organische somparameters

KMnO<sub>4</sub>-verbruik, COD en DOC worden in hoge mate gereduceerd tot een niveau

TABEL II - De verwijdering van anorganische stoffen.

parameter	effluent rwzi	na kool- en marmerfiltratie		
		na voorzuivering	na hyperfiltratie	na kool- en marmerfiltratie
totaal zoutgehalte	— mg/l	955 mg/l	45 mg/l	— mg/l
geleidbaarheid	1220 us/cm	1220 us/cm	50 us/cm	315 us/cm
Cl <sup>-</sup>	—	161 mg/l	12 mg/l	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	—	107	2	—
F <sup>-</sup>	0,6 mg/l	0,5	0,01	0,10 mg/l
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	365	357	15	199
pH	7,5	7,5	5,2	6,7
Ca <sup>2+</sup>	102	104	3	76
Mg <sup>2+</sup>	15	14	1	1
K <sup>+</sup>	110	110	3,5	3,5
Na <sup>+</sup>	17	16	1	1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -saline	24	23	3,0	1,5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -albuminoid	1,0	0,8	0,1	<0,1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,0	1,0	<0,01	0,15
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	30	30	4	7
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -ortho	15	11	0,05	0,12
SiO <sub>2</sub>	25	21	1	5

Afb. 4 - Gaschromatogrammen CS<sub>2</sub>-extracten (Grob-methode analyse RID).

TABEL III - De verwijdering van organische stoffen en anorganische microverontreinigingen.

parameter	effluent rwzi	na kool- en marmerfiltratie		
		na voorzuivering	na hyperfiltratie	na kool- en marmerfiltratie
KMnO <sub>4</sub> verbr.	39 mg/l	32 mg/l	1 mg/l	1 mg/l
COD ongef.	47	—	3	<1
DOC	14	12	1	1
As	5 µg/l	4 µg/l	<0,5 µg/l	<0,5 µg/l
Cd	1,2	0,4	<0,1	<0,1
Cr	2,4	1,8	<0,5	0,5
Cu	3,0	1,8	<0,5	0,5
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mo	7	7	<2	<2
Ni	6,3	6,8	<1	<1
Pb	9,4	3,3	0,5	0,5
Se	<2	<2	<2	<2
Zn	80	40	<10	<10

welke de detectiegrens van de analysemethoden benadert (zie tabel III).

#### Anorganische microverontreinigingen

Tijdens het oriënterende onderzoek is de opvatting dat een sterke reductie te verwachten is van het gehalte aan anorganische microverontreinigingen bevestigd [3] (zie tabel III).

#### Organische microverontreinigingen

Het totaal opgelost organisch koolstofgehalte wordt door hyperfiltratie tot de detectiegrens van de bepalingmethode verlaagd. Organische micropolluenten worden in het algemeen minder goed verwijderd. Het effect op organische microverontreinigingen welke met zwavelkoolstof via de dampfase geëxtraheerd en geconcentreerd kunnen worden (zgn. Grob-methode) is desalniettemin opvallend. In de afb. 4a, 4b, 4c en 4d zijn de gestyleerde gaschromatogrammen van de concentraten van resp. het effluent van de rioolwaterzuiveringsinrichting, de voorzuivering, de hyperfiltratie en de marmerfiltratie weergegeven. Opvallend is de sterke verlaging in concentratie van alkanen welke na hyperfiltratie optreedt. Wij moeten ons echter bewust zijn van het feit dat met de genoemde analysemethoden een deel van de organische microverontreinigingen wordt gemeten en niet het volledige scala aan organische verbindingen. Het onderzoek dat een meer volledig beeld geeft is nog in uitvoering.

#### Vorming trihalomethanen

De vorming van trihalomethanen tijdens het proces zal naar verwachting zeer beperkt zijn, daar:

- slechts gedurende 1 uur per week ca. 10 mg Cl<sub>2</sub>/l wordt toegevoegd, bovendien is hierbij een overmaat aan ammonium aanwezig, zodat het minder reactief is;
- de veiligheidschloring plaatsvindt nadat

het totaal organisch koolstofgehalte zeer sterk verlaagd is.

#### Bacteriologische betrouwbaarheid

De resultaten van de oriënterende metingen geven geen redenen om te veronderstellen dat het eindproduct niet zou voldoen aan de eisen die gesteld worden aan de bacteriologische betrouwbaarheid van drinkwater.

#### Kosten

De kosten welke verbonden zullen zijn aan de zuivering van behandeld stedelijk afvalwater tot drinkwater volgens een proces zoals dit in het voorgaande is beschreven, zijn niet gemakkelijk te schatten. Een belangrijke reden hiervoor is dat er nog geen installaties van enige omvang, volgens het beschreven ontwerp, in bedrijf zijn. Er moet dan ook volstaan worden met een zeer globale schatting. In tabel IV is deze schatting weergegeven.

TABEL IV - Geschatte kosten per m<sup>3</sup> produkt bereid volgens het proces 'Dordrecht'.

Capaciteit ca. 10.000 m<sup>3</sup>/dag.  
Afschrijving 20 jaar, rente 9 %.

	Investering per m <sup>3</sup> per jaar	Kosten per m <sup>3</sup>
Chloordoseerapparatuur, vlok- vorming, vlokverwijdering, snelfiltratie	f 0,50	f 0,06
Hyperfiltratie (buisvormig systeem)	f 3,00	f 0,33
Actief kool en marmerfiltratie	f 0,50	f 0,06
Gebouwen	f 0,50	f 0,06
	f 4,50	f 0,51
Energie 2 kWh/m <sup>3</sup> à f 0,10/kWh		f 0,20
Chemicaliën (zoutzuur, chloor, marmer)		f 0,04
Vervanging membranen (leeftijd 3 jaar)		f 0,15
Onderhoud, bediening controle		f 0,10
Regeneratie actieve kool		f 0,05
		f 1,05

#### Verantwoording

Het analytisch onderzoek ten aanzien van het effect van de verschillende onderdelen van het proces is uitgevoerd door het RID. Het aandeel van drs. C. Morra, ing. A. den Boer en N. Ruijgrok hierin verdient expliciet vermeld te worden, daar hun bijdrage het onderzoek op het gebied van organische micropolluenten middels een nieuwe en geavanceerde methode betreft. Hiernaast verdient de bijdrage van A. F. van Dam en C. A. Bom van het KIWA aan het ontwerp en de bouw van de proefinstallatie veel waardering.

#### Conclusies

— De proefinstallatie opgesteld in de RID-

proefhal op het terrein van de GEVUDO te Dordrecht, waarmee biologisch gezuiverd stedelijk afvalwater, met onder andere hyperfiltratie wordt behandeld, heeft bewezen goed te functioneren.

— Op grond van het oriënterend onderzoek mag worden verwacht, dat de kwaliteits-eisen die tot nu toe voor drinkwater gelden met het beproefde proces kunnen worden bereikt. Een volledige toetsing van de kwaliteit aan de concept-EG-richtlijnen voor drinkwater is echter noodzakelijk.

— Een uitspraak omtrent het al dan niet acceptabel zijn van het verkregen produkt als drinkwater kan aan de hand van de bereikte resultaten niet worden gedaan. Als belangrijkste reden hiervoor geldt het ter discussie staande antwoord op de vraag of de kwaliteitseisen voor drinkwater onafhankelijk van de aard van de grondstof mogen worden gehanteerd. Het is gezien deze problematiek ten minste nodig dat genetische toxiciteitstesten en meer diepgaand toxicologisch onderzoek uitgevoerd worden, zoals zijn opgenomen in het RID-programma voor 1979.

#### Literatuur

- Argo, D. C., and Nusbaum, J., 1976. *Water Factory 21. An Alternative Approach*. Fourth Annual Conference National Water Supply Improvement Association Oklahoma City.
- KIWA Speurwerk Voortgangsbericht nr. 5, 1977.
- Schippers, J. C., Bom, C. A., Verdouw, J., 1978. *Five years experience with a reverse osmosis plant for the treatment of River Rhine water*. Sixth Intern. Symposium Fresh Water from the Sea Vol 3., 363-375.
- Schippers, J. C., 1977. *De bereiding van drink-en industriewater met hyperfiltratie uit grond- en oppervlaktewater*. Symposium Membraanfiltratie Utrecht, PT Proc, techniek 33 (1978) 503-512.
- Rook, J. J., *Formation of haloforms during chlorination of natural waters*. Water treatment Exam. 23 (1974) 2, 234-243.



#### Symposium 'Water naar Drenthe'

22 juni 1979, Assen

De werkgroep 'Watervoorziening Drenthe', die studie heeft gemaakt van de watervoorziening van het Drentse plateau, heeft haar werkzaamheden beëindigd. De bevindingen zijn verrat in het rapport 'Water naar Drenthe'. GS van Drenthe heeft het rapport aan de belanghebbende instanties toegezonden met het verzoek eventueel commentaar kenbaar te maken.

Mede met het oog daarop organiseert de Provinciale Waterstaat van Drenthe op 22 juni 1979 in het zalencentrum Bellevue, dr. Nassaulaan 30 te Assen een symposium, waarbij enkele leden van de werkgroep een nadere toelichting zullen geven op het rapport. De kosten voor het symposium bedragen f 15,—, over te maken op giro 835571, t.n.v. de hoofdingenieur-direkteur van de Provinciale Waterstaat van Drenthe, met vermelding van 'Symposium Water naar Drenthe'.

Sprekers zijn: A. J. Eshuis, lid van GS; ir. B. Volbeda, hoofdingenieur-direkteur van de Provinciale Waterstaat van Drenthe; ing. W. H. Naarding, Landinrichtingsdienst; ing. F. C. Hamster, waterschap de Veenmarken; ir. C. J. Janmaat, provinciale directie voor de bedrijfsontwikkeling; ir. M. Tamminga, Provinciale Waterstaat van Drenthe; forumdiscussie. Eventuele inlichtingen kunnen worden ingewonnen bij Mw. M. ter Harmsel, directie-sekretaresse, tel. 05920 - 29222, tst. 2235.

#### Vademecum kunststoffolies

De Heidemij heeft alle op dit moment op de markt zijnde waterondoorlatende folies met hun eigenschappen samengebracht in een vademecum Kunststoffolies.

Dit is samengesteld omdat hoe langer hoe vaker voor bassins en voor waterkerende lagen zoals stortterreinen voor afval kunststoffolies worden gebruikt. Het aantal materiaalsoorten voor deze folies is nog te overzien, maar het aantal fabrikanten en merknamen neemt met de dag toe. Daardoor wordt de keuze voortdurend ondoorzichtiger en moeilijker. Nadere inlichtingen hierover: Heidemij (Adviesbureau Arnhem), Postbus 230, 6800 AE Arnhem, tel. 085 - 719191, ir. A. van Nes.

