

Workshop over hergebruik van afvalwater in de VS

1. Inleiding

Het is nauwelijks een jaar geleden dat er binnen het Environmental Protection Agency (EPA) in de VS vrijwel geen interesse bestond voor de problematiek van hergebruik van afvalwater voor diverse doeleinden, waaronder de bereiding van drinkwater. Plotseling heeft men in Amerika echter grote belangstelling gekregen voor de gezondheidsvraagstukken die verbonden zijn aan direct of indirect hergebruik van afvalwater. Enerzijds is dit toe te schrijven aan het verschijnen op



IR. B. C. J. ZOETEMAN
Plaatsvervangend hoofd van de
Chemisch-Biologische Afdeling,
Rijksinstituut voor Drink-
watervoorziening

6 november 1974 van het zogenaamde 'New Orleans Report', dat is getiteld: 'Implications of cancer causing substances in Mississippi River Water' en is opgesteld door R. H. Harris van het Environmental Defense Fund, en anderzijds aan de ontdekking dat door chloren van drinkwater mogelijk kankerverwekkende stoffen worden gevormd. Daarbij wordt deze interesse vergroot door het watertekort dat in het westelijke deel van de Verenigde Staten optreedt en dat onder meer voor Denver, Colorado aanleiding is geweest om een beperkte toepassing van afvalwaterhergebruik voor drinkwaterbereiding in haar planning voor de komende 15 jaar op te nemen.

Naar aanleiding van deze recente ontwikkelingen is van 17-20 maart jl. op de University of Colorado in Boulder, Colorado een workshop georganiseerd met deelneming van een kleine honderd van de voornaamste deskundigen op het gebied van hergebruik in de VS. De 'Municipal Wastewater Reuse Research Needs Workshop' werd gesponsord door het US Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center - Cincinnati, de American Waterworks Association en de Water Pollution Control Federation.

In tegenstelling tot de expert meeting die januari jl. door het WHO International Reference Centre for Community Water Supply in Amsterdam is georganiseerd en die uitsluitend betrekking had op de gezondheidsaspecten van hergebruik voor drinkwaterbereiding kreeg de EPA workshop een opzet die tevens ruimte liet voor technologische en socio-economische aspecten. De doelstelling van de workshop was om prioriteiten op te stellen voor onderzoek dat kan leiden tot een grotere betrouwbaarheid

van drinkwatervoorzieningen die gebruik maken van recirculatie van water. Door de EPA zal in de komende jaren aan de voorgestelde onderzoekprogramma's uitvoering worden gegeven.

Tijdens de workshop werden een aantal voordrachten gehouden, gevolgd door discussie in een zestal werkgroepen. De laatste dag werden de werkgroep-rapporten gepresenteerd en in plenaire vergadering besproken. In het volgende zijn enige opvallende punten uit de voordrachten weergegeven, vervolgens zijn de werkgroep-rapporten kort samengevat.

2. Voordrachten

Volgens F. M. Middleton (EPA, NERC-Cincinnati), die een voordracht hield getiteld: 'Overview of Municipal Wastewater Reuse and EPA Research Strategy', is de tijd aangebroken dat hergebruik niet langer een ongeplande bijkomstigheid is, maar dat het bewust in watervoorzieningsplannen wordt opgenomen.

Hoewel de waterschaarste in de Verenigde Staten minder ernstig moet worden genoemd dan in verschillende andere landen is een dertig lange periode gemoeid met het realiseren van watervoorzieningsprojecten dat nog slechts weinig tijd rest om de voor toepassing van intensief hergebruik van afvalwater benodigde studies te verrichten. Een overzicht van 'Current Municipal Wastewater Reuse Practices' in de VS werd door C. J. Schmidt (SCS Engineers, Inc.) gepresenteerd.

In 1970 was in de VS in totaal 7.670 miljard gallon * aan afvalwater beschikbaar, waarvan volgens gegevens over 1971 slechts een zeer gering deel, nl. 135 miljard gallon of ca. 2 % opnieuw werd gebruikt. Meer dan de helft van het hergebruik (77 miljard gallon) vindt plaats voor irrigatie en landbouwdoeleinden, terwijl 54 miljard gallon voor industriële doeleinden, voornamelijk als koelwater, wordt hergebruikt. De resterende hoeveelheid van 3 miljard gallon wordt hoofdzakelijk opnieuw gebruikt voor recreatiedoeleinden.

Waterschaarste doet zich in Amerika vooral voor in de staten Texas en California. Volgens Schmidt valt het te betreuren dat in Amerika nog zo weinig hergebruik plaatsvindt, terwijl er zich vele uitgelezen mogelijkheden voordoen, met name in de industriële sector.

N. M. Cline (Orange County Water District) beschreef hoe 'Wastewater Reuse in Ground Water Management' wordt toegepast in Orange County, California. Evenals in de Nederlandse duinen wordt door middel van een zoetwaterinfiltratie de zoutindringing in de kustgebieden tegengegaan. Het te infilte-

ren water mag niet meer chloride bevatten dan 120 mg/l terwijl het afvalwater een gemiddeld chloride-gehalte van 200 mg/l vertoont. Na chemische coagulatie, ammoniakstripping, recarbonatatie, snelfiltratie en chloring wordt het produkt water tot het juiste zoutgehalte gemengd met ontzout zee-water. De capaciteit van de afvalwaterzuiveringseenheid is 15 miljoen gallon per dag. Men beoogt nog niet het geïnfilterde water voor de drinkwaterbereiding te gebruiken. In de toekomst zal het verdunde infiltraat evenwel onvermijdelijk de winningsmiddelen van drinkwaterbedrijven bereiken.

'Wastewater Reuse as a Water Resource' is volgens J. L. Ogilvie (Denver Water Department) als reële noodzaak voor Denver in het eind van de zestiger jaren naar voren gekomen. Via bouw van stuwmeren in het bergachtige achterland heeft men tot nu toe geprobeerd de watervoorziening alsmede minimale rivierafvoeren veilig te stellen. Het verste punt vanwaar men water aanvoert is op 150 mijl afstand van Denver gelegen. Hoewel men door voorlichting heeft getracht het waterverbruik per hoofd van de bevolking te beperken is dit tot nog toe weinig succesvol gebleken. Men verwacht dat het huidige gemiddelde verbruik van 240 gallon/hoofd/dag niet verder kan worden beperkt dan tot 200 gallon/hoofd/dag. Het droge klimaat en daardoor de grote behoefte aan besproeiing der tuinen en parken is hieraan vooral debet. Het maximum verbruik in de zomer belooft zelfs 500 gallon/hoofd/dag.

Bij een enquête is gebleken dat naarmate men beter over hergebruik is voorgelicht men eerder tot acceptatie ervan is geneigd. Op grond van deze kennis heeft men besloten een demonstratie-installatie te bouwen met een capaciteit van 1 miljoen gallon/dag, welke in 1978 gereed moet zijn en de ontwerpcriteria moet leveren voor een honderd maal grotere installatie. Levering van water voor consumptie door deze grotere installatie zou tegen een prijs van 75 dollarcent/1000 gallon aan het eind van de tachtiger jaren moeten worden gerealiseerd. Voor die tijd zal het geproduceerde water aan een uitgebreide toxicologische evaluatie worden onderworpen.

Door J. J. Convery (EPA, NERC, Cincinnati) werd tijdens een voordracht over 'Wastewater Treatment for Potable Reuse' nagegaan in hoeverre het produkt water van tertiaire afvalwaterzuiveringsinstallaties voldeed aan de voorgestelde EPA-normen voor oppervlaktewater dat is bestemd voor de bereiding van drinkwater. In alle gevallen bleek het tertiaire effluent aan de normen te voldoen, waarbij in het bijzonder aan spoorelementen en bestrijdingsmiddelen aandacht is besteed. Een overzicht van in

* 1 US-gallon = 3,8 liter.

tertiair effluent gemeten gehalten aan spoorelementen geeft tabel I.

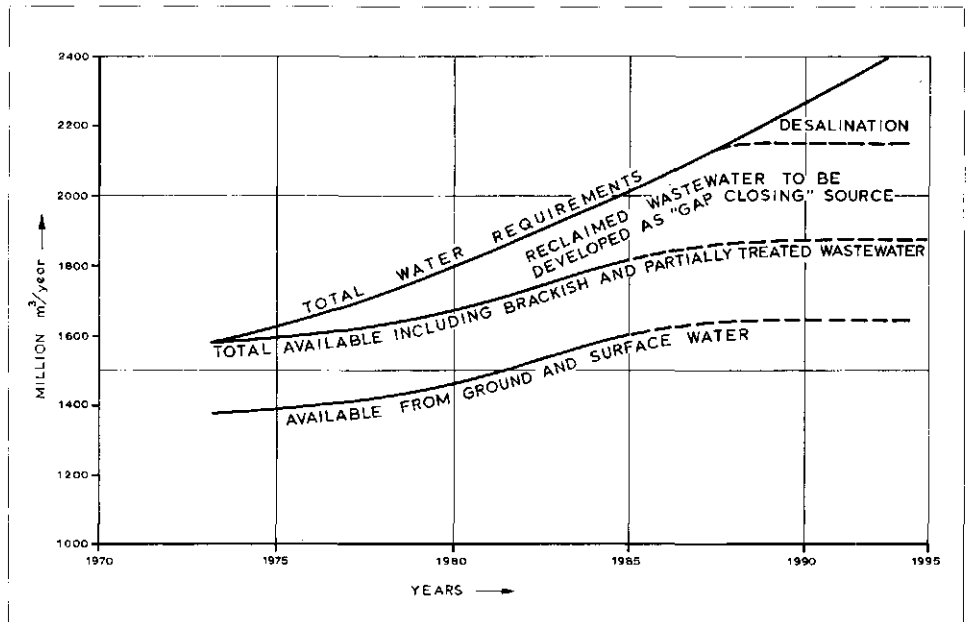
TABEL I - Gemiddelde concentraties aan spoorelementen in tertiair effluent van drie zuiveringsinstallaties in de VS.

Element	Concentratie (mg/l) bij zuiveringsinstallaties te		
	Dallas	Denver	Tahoe
Arsen	0,007	—	0,005
Barium	0,1	—	—
Cadmium	0,008	—	0,008
Chroom	0,009	0,006	0,005
Koper	0,04	0,08	0,01
Kwik	0,001	0,002	—
Lood	0,045	0,027	—
Mangaan	0,006	0,05	0,002
Seleen	0,001	—	0,0005
IJzer	0,05	0,16	0,003
Zilver	—	—	0,001
Zink	0,03	0,13	0,05

H. J. Ongerth (State of California) stelde ten aanzien van 'Treatment Reliability and Effluent Quality Control for Potable Reuse' dat de bestaande systemen veelal wel een hoge betrouwbaarheid vertoonden maar dat bij het ontwerp geen 'fail-safe'-voorzieningen zijn opgenomen. Volgens hem moet eerst nog bewezen worden dat hergebruik voor drinkwaterbereiding mogelijk, wenselijk en economisch verantwoord is. Wel zal het onvermijdelijk zijn in aride gebieden dat een tweevoudig distributiesysteem wordt ingesteld voor drinkwater en gebruikswater. Naarmate de zuiveringskosten toenemen worden de distributiekosten van minder doorslaggevend belang.

L. J. McCabe (EPA, NERC, Cincinnati) bepleitte in zijn voordracht over 'The Health Aspects of Reusing Wastewater for Potable Purposes - US Experience' dat gerecirculeerd water toxicologisch op dezelfde wijze zou moeten worden behandeld als een nieuw produkt voor het wordt toegestaan. Als een van de vele activiteiten van het Water Supply Research Lab te Cincinnati op dit gebied noemde hij het toxicologisch screenen van drinkwaterconcentraten die met behulp van omgekeerde osmose en droogvriezen zijn vervaardigd. De aanwezigheid van organische stoffen zou behalve in het water tevens in het bloed van de consumenten moeten worden nagegaan.

Volgens H. I. Shuval (Hebrew University, Jerusalem) die een voordracht hield over de ervaringen in Israel worden in dit land de gebruikelijke zoetwaterbronnen reeds vrijwel volledig benut. Tevens wendt men brak water aan voor irrigatie en heeft men de hoeveelheid neerslag kunstmatig verhoogd. Sinds de energiecrisis wordt ontzouting als mogelijke aanvulling voor de waterhuishouding niet meer als een haalbare zaak gezien. De kosten van ontzout zeewater worden op 4-5 dollar/1000 gallon

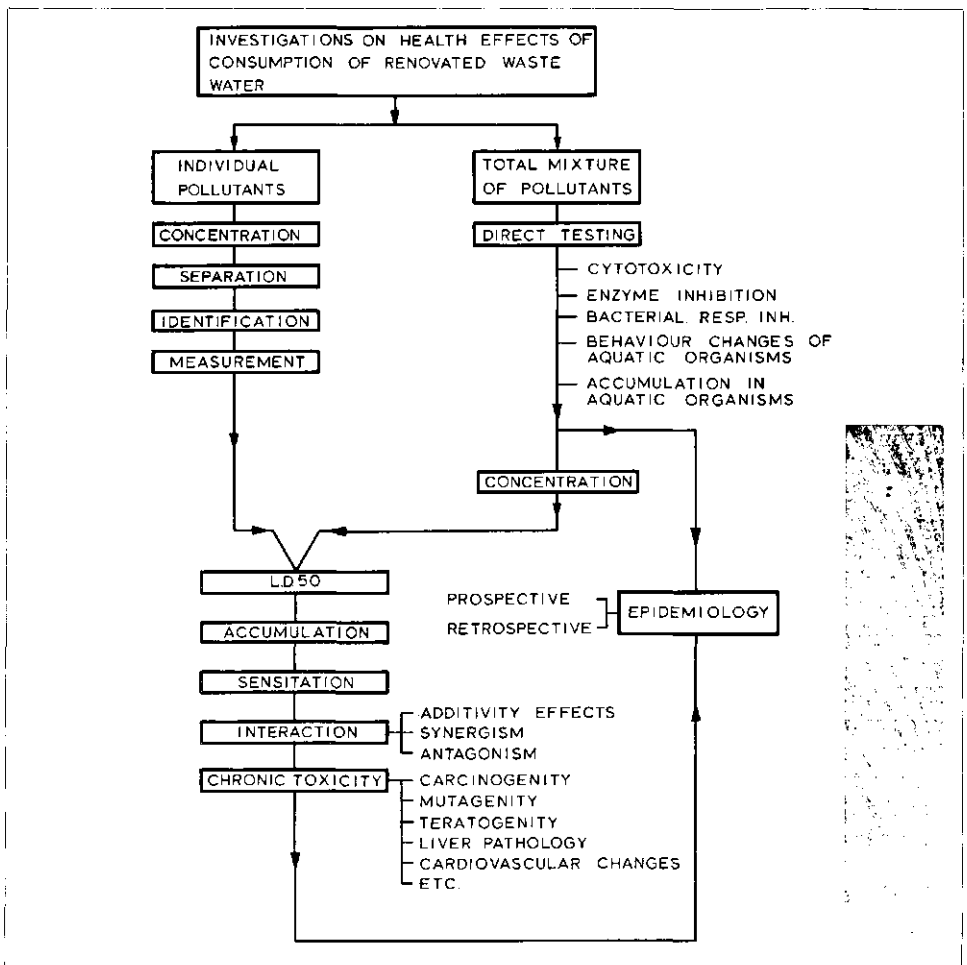


Afb. 1 - Waterbehoefte en beschikbaarheid van waterbronnen in Israël (H. I. Shuval).

geschat. Door deze ontwikkelingen heeft afvalwatergebruik nu een hoge prioriteit in Israël (zie afb. 1). Hiertoe heeft men het Dan Region Water Reclamation Project

ontwikkeld dat waterhergebruik voor drinkwater en irrigatie beoogt voor een totale bevolking van 1,7 miljoen in Tel-Aviv en omgeving. De invloed van hoge nitraat-

Afb. 2 - Onderzoekschema met betrekking tot gezondheidsaspecten van hergebruik van afvalwater (WHO/IRC Meeting te Amsterdam).



gehalten van het drinkwater op de gezondheid wordt in Israël bestudeerd. Hierbij is behalve de bekende problematiek van methaemoglobine tevens gevonden dat hoge nitrietdoserings tot chronische pathologische effecten leiden bij ratten als gevolg van aandoeningen van de hartbloedvaten. Deze effecten werden geconstateerd bij concentraties van 200 mg/l nitriet.

E. M. Nuppen (National Institute for Water Research, Pretoria) gaf een overzicht van de onderzoeken die betreffende gezondheidsaspecten van hergebruik in Zuid-Afrika worden uitgevoerd. Sinds 1973 is een tienjarenprogramma voor waterkwaliteitsbewaking in uitvoering. Dit programma omvat een gebied dat met gerecirculeerd water en een gebied dat met conventionele bronnen van drinkwater wordt voorzien. Het programma bestaat uit meting van de chemische en microbiologische kwaliteitsparameters, gebruik van celcultures voor cytotoxiciteitstests, onderzoek naar bacteriën die resistentie tegen antibiotica hebben ontwikkeld, onderzoek naar toxische langetermijn-effecten (van fracties) van de organische stoffen in het water met behulp van ratten en vissen en epidemiologisch onderzoek. Tot nog toe hebben zowel de dierproeven als het epidemiologische onderzoek geen significante schadelijke effecten van het gerecirculeerde water op de gezondheid van dier of mens te zien gegeven. In tegenstelling tot de visie van diverse Amerikaanse deskundigen huldigt men in Zuid-Afrika de mening dat 'it is not feasible to test the safety of a drinking water prior to its use'. Als de nood hoog wordt is men kennelijk bereid grotere risico's te nemen.

Volgens J. G. Milliken (Denver Research Institute), die een voordracht hield over 'Planning for Water Reuse: The Socio-Economic Aspects', is het enige alternatief voor waterrecirculatie toepassing van distributie van meerdere waterkwaliteiten. Door schrijver dezes werd een samenvatting gegeven van de resultaten van de WHO/IRC-meeting te Amsterdam, over 'Health Effects of Direct and Indirect Reuse of Wastewater for Human Consumption'. Het daarbij ontwikkelde schema voor onderzoeken (afb. 2) werd tijdens de workshop als leidraad voor een deel van de discussies gebruikt.

Tenslotte werd door E. A. Swinton (CSIRO, Melbourne) een overzicht gegeven van de schaarste aan water in Australië. Men verwacht dat hergebruik van afvalwater met name voor industriële doeleinden binnenkort noodzakelijk zal worden in Newcastle en Adelaide.

3. Werkgroep rapporten

Het onderstaande vertegenwoordigt slechts een selectie uit de vele voorstellen voor

nader onderzoek die door de groepen zijn uitgewerkt.

Treatment reliability and effluent quality control for potable reuse

Voor het definiëren van ontwerpdoelstellingen ter verzekering van voldoende veiligheid van de zuivering wordt onderzoek nodig geacht naar procedures die een betrouwbare watervoorziening ook bij calamiteiten mogelijk moeten maken. Grondslag hiertoe moeten studies over bedrijfsstoringen bij bestaande installaties vormen. Tevens worden bestaande drinkwaternormen niet adequaat geacht voor drinkwaterbereiding uit afvalwater en dienen aparte normen voor gerecirculeerd water te worden ontwikkeld. Een nader onderzoek moet worden ingesteld naar de betrouwbaarheid van de beschikbare zuiveringsmiddelen en de variabiliteit van de kwaliteit van het afvalwater. Met name is er grote behoefte om de betrouwbaarheid te vergelijken van systemen die louter huishoudelijk afvalwater behandelen in vergelijking met systemen die een gemengd huishoudelijk/industriële afvalwater zuiveren. Tevens is het noodzakelijk een programma te ontwikkelen waardoor nieuwe producten, wanneer zij op de markt komen, worden getest op hun invloed op drinkwater-recirculatiesystemen en waarbij de informatie wordt doorgegeven aan de waterindustrie, vergezeld van een evaluatie van geschikte zuiveringsalternatieven. Zonder een dergelijke procedure kunnen geïnstalleerde zuiveringssystemen snel verouderen en niet langer voldoende veiligheid bieden voor de gezondheid van de consument. Ook lijkt de grootte van een installatie een belangrijk aspect.

Studies zijn nodig om de minimale afmeting van een bedrijf vast te stellen die een veilige voorziening van gerecirculeerd water mogelijk maakt. Er is grote behoefte aan geschikte indicatoren voor organische en biologische waterverontreinigingen die automatisch kunnen worden gemeten en een terugkoppeling mogelijk maken waardoor water van slechte kwaliteit of tijdelijk kan worden opgeslagen of kan worden geloosd en waardoor de procesvoering kan worden gestuurd.

Treatment for potable reuse

Men heeft aanbevolen dat alternatieve zuiveringssystemen voor recirculatie worden gekarakteriseerd wat betreft verwijderingsefficiëntie voor met name organische stoffen en virussen. Verder is er een noodzaak om geschikte desinfectieprocessen te ontwikkelen of te verbeteren en om de gunstige en nadelige effecten beter te leren kennen. Als alternatieve processen voor chloor en ozon werden broom, chloor-

dioxide, UV-bestraling, ioniserende bestraling, en andere oxidatie-processen genoemd. Grote prioriteit werd toegekend aan de ontwikkeling van zuiveringsmethoden die het gehalte aan organische stoffen verder dan tot 1 - 2 mg/l organische koolstof in het produkt water kunnen terugbrengen. Potentiële methoden op dit gebied zijn: adsorptie op kunstharsen, filtratie door membranen, uitwassen van vluchtige stoffen en gekatalyseerde chemische oxidatie door gecombineerde toepassing van ozon of waterstofperoxide en UV-bestraling. Ook is er grote behoefte aan verbeterde demineralisatieprocessen en in het bijzonder ionenwisselingsprocessen. Het totale voorgestelde programma op zuiveringstechnisch gebied omvat een periode van 10 - 15 jaar en een bedrag van 6 - 8 miljoen dollar/jaar.

Health effects of potable reuse associated with inorganic pollutants

Een eerste stap in de studie van effecten op de gezondheid van anorganische stoffen is het gedetailleerd vastleggen van de concentraties en de fysiologische beschikbaarheid van deze stoffen in het drinkwater van gemeenschappen met variërende hoeveelheden gerecirculeerd water. Vervolgens kan als algemene indicator voor mogelijke schadelijke effecten worden gedacht aan meting van de belasting van het lichaam (body burden) aan de hand van analyses in haar, nagels, bloed, urine e.d. Veranderingen in de 'body burden' kunnen veel sneller en gemakkelijker worden gedetecteerd dan manifeste toxiciteit.

Zodoende is een grotere mate van gezondheidsbeveiliging gewaarborgd door bescherming tegen een verhoogde 'body burden' dan wanneer meer ernstige effecten worden afgewacht. In sommige gevallen betekent een toeneming van de gehalten in lichaamsdelen slechts een biologische interactie met de stof, terwijl in andere gevallen de toename de aanzet tot een ziekteverschijnsel betekent. Dit soort bepalingen moeten als onderdeel van epidemiologische onderzoeken worden beschouwd. Daarnaast is het noodzakelijk dat met behulp van in vitro tests, die gebruik maken van bacteriële en celcultuursystemen, geconcentreerde fracties van de toxische stoffen worden onderzocht, onder meer op mutagene eigenschappen. Indien noodzakelijk moeten deze tests worden gevolgd door toxiciteitstests met dieren. Uiteraard dient bij de studies de totale bijdrage van het voedselpakket mede in beschouwing te worden genomen. Er bestaat in de VS overtuigend statistisch materiaal waaruit verschillen blijken tussen geografische gebieden en het sterfterisico beneden een leeftijd van 75 jaar. Indien de milieustatistieken van de gebieden met de laagste sterftecijfers konden worden gereali-

seerd in de gebieden met hoge sterftecijfers dan kan worden geschat dat er zich ca. 160.000 minder doden per jaar zouden voordoen in de VS onder de bevolking jonger dan 75 jaar of minder dan 100.000 onder de bevolking jonger dan 65 jaar. Voor epidemiologisch onderzoek is een gedetailleerd inzicht nodig in de gehalten van de verschillende verontreinigingen in het drinkwater en de sterfte- en ziektekaracteristieken naar leeftijd, sexe en ras. Bovendien is inzicht nodig in de rol van variabelen zoals beroep, inkomen, voeding, roken e.d. Teneinde de omvangrijke kosten die aan een dergelijke studie zijn verbonden te beperken lijkt internationale samenwerking en standaardisering van groot belang, zoals is aanbevolen tijdens de WHO/IRC-meeting te Amsterdam.

Health effects of potable reuse associated with organic pollutants

Grote behoefte bestaat aan screening-methoden voor mogelijke chronisch toxische effecten van de restanten aan organische stoffen in gerecirculeerd water. De recent ontwikkelde tests met bacteriële systemen die een gevoelige indicatie geven van potentiële carcinogene of mutagene eigenschappen evenals meting van toxische effecten op levercellen e.d., dienen in dit verband grote aandacht te krijgen. Concentraten van monsters zouden vooral met deze snelle tests en door middel van kortdurende dierproeven moeten worden onderzocht. Landurige toxicologische experimenten met dieren zouden alleen zinvol zijn indien dit een representatief en exact gespecificeerd mengsel van organische stoffen betreft, teneinde de tegen hoge kosten verkregen resultaten naar andere situaties vertaalbaar te maken. Op analytisch chemisch gebied zouden met name methodieken voor de weinig vluchtige, hoog moleculaire componenten moeten worden ontwikkeld. Ook is aandacht voor reuk- en smaakintensieve stoffen vereist daar hun aanwezigheid prohibitief voor het gebruik van gerecirculeerd water kan zijn. Meer drempelreukgetallen moeten worden verkregen en criteria voor beperking van de lozing in het rioolstelsel moeten worden ontwikkeld. Epidemiologisch onderzoek naar schadelijke effecten veroorzaakt door organische microverontreinigingen in drinkwater werd, gezien de zeer hoge kosten en de geringe kans op significante resultaten, een lage prioriteit gegeven.

Health effects of potable reuse associated with viruses and other biological pollutants

Daar het Hepatitis A virus het belangrijkste enterovirus is dat verantwoordelijk is voor door het water overgebrachte ziekten dient

de komende jaren met hoge prioriteit een methode te worden ontwikkeld voor de detectie, isolatie en het kweken van dit virus op het laboratorium. Tevens is het van groot belang beter inzicht te verkrijgen in de mechanismen die verantwoordelijk zijn voor virusinactivering door desinfectantia.

Socio-economic aspects of potable reuse

Alvorens tot realisering van hergebruik te komen wordt het noodzakelijk geacht dat wordt vastgesteld in welke mate reeds nu de Amerikaanse bevolking wordt voorzien van gerecirculeerd water en dat voor een tiental plaatsen in het land een gedetailleerde kosten-baten analyse wordt verricht inzake mogelijk hergebruik. Verder wordt grote waarde gehecht aan voorlichting van de bevolking over de reeds jarenlang toegepaste recirculatie langs indirecte weg, teneinde door het stimuleren van een beter begrip van de problematiek tevens een meer algemene acceptatie van recirculatie te bewerkstelligen.

Tenslotte werd het belangrijk gevonden dat wordt nagegaan hoe door middel van financieringsfaciliteiten en bestuurlijke maatregelen tot een betere coördinatie van organisaties op het gebied van de openbare watervoorziening en de zuivering van afvalwater kan worden gekomen.

Ook werd het bijzonder wenselijk geacht dat effectieve waterbesparende maatregelen worden uitgewerkt, iets wat gezien het enorme hoge hoofdelijke waterverbruik in de VS in vergelijking met West-Europa, enig merkbaar effect zou moeten kunnen sorteren.

4. Slotbeschouwing

Een opvallende konklusie die tijdens de slotzitting van de workshop naar voren kwam was dat ieder, en menigeen wellicht voor het eerst, zich realiseerde dat de strenge eisen die vanuit gezondheidsoogpunt aan gerecirculeerd water worden gesteld in principe ook voor vele huidige watervoorzieningen met behulp van verontreinigd oppervlaktewater van toepassing moeten zijn. Verder was een van de interessantste discussiepunten de wijze waarop het toxicologisch en epidemiologisch onderzoek moet worden aangepakt. De toxicologen zagen het liefst dat chemici eerst precies aangeven welke stoffen in het gerecirculeerde water achterblijven en in welke hoeveelheden, alvorens zij het kostbare en langdurige toxicologische onderzoek met dieren aan afzonderlijke stoffen of mengsels daarvan starten. De chemici daarentegen beweren nooit in staat te zullen zijn een volledige analyse van het pakket aan organische microverontreinigingen in het water te kunnen realiseren waardoor het grote

voordelen biedt indien het totale mengsel van verontreinigingen als zodanig in dierproeven toxicologisch wordt geëvalueerd. Als tegemoetkoming aan beide standpunten zal in eerste instantie grote nadruk moeten worden gelegd op de snelle toxicologische screening van water of waterconcentraten met behulp van bacteriële culturen en weefselkweken van cellen van belangrijke organen zoals de lever. Bij het aantonen van schadelijke effecten met deze snelle tests lijkt vervolgens een volledige toxicologische evaluatie van het zo goed mogelijk chemisch geïdentificeerde mengsel of een fractie daarvan onvermijdelijk.

Het epidemiologische onderzoek zal vooral in enkele gebieden in West-Europa het meeste kans van slagen hebben. Zowel voor het epidemiologisch onderzoek als ten aanzien van de chemische en toxicologische activiteiten werd een nauwe samenwerking van de onderzoekinstellingen in internationaal verband als onmisbare voorwaarde voor een snelle en effectieve vergroting van de noodzakelijke kennis op het gebied van water-hergebruik gezien. Onder meer voor het WHO International Reference Centre for Community Water Supply is op dit gebied dan ook een belangrijke taak weggelegd.



Verschenen . . .

Humic Substances. Bij het Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie te Wageningen is het verslag verkrijgbaar van de internationale vergadering 'Humic Substances'. Deze vergadering werd van 29 - 31 mei 1972 in het Limnologisch Instituut te Nieuwersluis gehouden onder auspiciën van de International Biological Program. De volledige titel van het verslag luidt 'Humic substances, their structure and function in the biosphere' en het verslag omvat 368 pagina's. De prijs bedraagt f 78,— (incl. BTW).