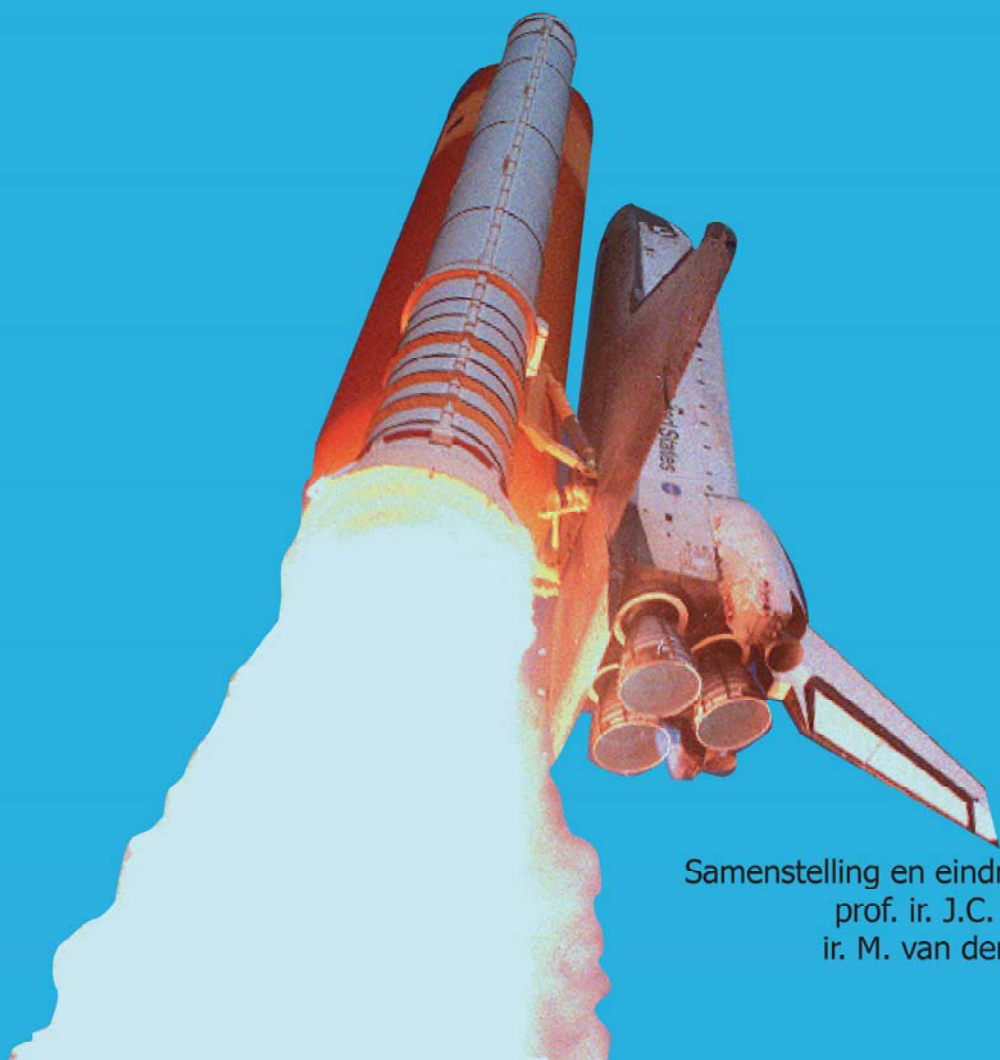


Grenzen verleggen

59^e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening
en
26^e Vakantiecursus in Riolering & Afvalwaterbehandeling

12 januari 2007



Samenstelling en eindredactie:
prof. ir. J.C. van Dijk
ir. M. van der Meulen



Technische Universiteit Delft

Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Afdeling Watermanagement

Sectie Gezondheidstechniek

Stevinweg 1, 2628 CN Delft

www.watermanagement.tudelft.nl

“Grenzen verleggen”

59^e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening

&

26^e Vakantiecursus in Riolering & Afvalwaterbehandeling

vrijdag 12 januari 2007
te Delft

Samenstelling en eindredactie:
prof.ir. J.C. van Dijk
ir. M. van der Meulen

Colofon

De voordrachtenbundel 'Grenzen verleggen' van de 59^e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening en de 26^e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling is een uitgave van de Sectie Gezondheidstechniek van de Faculteit der Civiele Techniek en Geowetenschappen van de TU Delft.

Meer informatie over deze en andere uitgaven kunt u verkrijgen bij:

Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Sectie Gezondheidstechniek

Postbus 5048

2600 GA Delft

tel. 015-27 83347

e-mail: m.a.j.hubert@tudelft.nl

© 2007 IOS Press and the Authors. All rights reserved.

ISBN 978-90-5199-516-9

NUR 973

Published by IOS Press under the imprint Delft University Press

Publisher

IOS Press BV

Nieuwe Hemweg 6b

1013 BG Amsterdam

The Netherlands

tel: +31-20-688 3355

fax: +31-20-687 0019

e-mail: info@iospress.nl

www.iospress.nl

www.dupress.nl

Legal notice

The publisher is not responsible for the use which might be made of the following information.

Printed in The Netherlands

Inhoudsopgave

59^e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening

The Dutch Water Empire	1
prof.ir. J.C. van Dijk (TU Delft)	
De Nederlandse drinkwatervoorziening in 2025	9
ir. M.G.M. den Blanken (PWN)	
USA or Europe: who is the true world leader in drinking water technology	19
prof.dr. G.L. Amy (Unesco-IHE/ TU Delft)	
The Down Under water experience	29
dr.ir. J.Q.J.C. Verberk (TU Delft/ CRC)	
Grenzen verleggen in distributie	43
ir. J.H.G. Vreeburg (TU Delft/ Kiwa)	
Onderzoek naar nieuwe behandelingsconcepten	57
dr.ir. S.G.J. Heijman (TU Delft/ Kiwa)	

26^e Vakantiecursus in Riolering & Afvalwaterbehandeling

Zijn de grenzen bereikt?	63
prof.ir. J.H.J.M. van der Graaf (TU Delft/ Witteveen+Bos)	
De grens tussen afvalwater en hemelwater	73
ir. W.J.P. Worst (Grontmij)	
Grenzen verleggen op het toilet	85
ir. P.J. Roeleveld (Grontmij)	
Bij Europees MBR-onderzoek vervagen de grenzen	95
dr.ir. A.F. van Nieuwenhuijzen (TU Delft/ Witteveen+bos)	
Grensverleggend onderzoek in de waterzuivering bij de burens in Vlaanderen	109
prof.dr.ir. W. Verstraete (Universiteit van Gent)	
Temperatuur en geleidbaarheid als indicator parameters voor verdunning in een rioolsysteem	111
ir. R.P.S. Schilperoort (TU Delft)	

Gezamenlijke slotsessie

De menselijke maat – de aarde over tienduizend jaar	119
prof.dr. S.B. Kroonenberg (TU Delft)	

Appendix

Samenvattingen voordrachten	123
------------------------------------	------------

The Dutch Water Empire

Hans van Dijk

1. *Terugblik op 58e Vakantiecursus "Risicomanagement en innovatie"*

Op vrijdag 13 januari vond op de TU Delft wederom het jaarlijkse nieuwjaarscongres van de watersector plaats. Een recordaantal prominenten (430) uit de waterwereld trof elkaar bij de 58^e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening en de 25^e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling. Het thema "Risicomanagement en/of innovatie" werd als vanouds op ontspannen en geanimeerde wijze ingevuld..

De Tsunami, 1 jaar later

Drs. Theo Schmitz (VEWIN) deed verslag van de inspanningen die de watersector heeft ontplooid bij de hulpverlening aan de Tsunami-slachtoffers in Indonesië. Hij had overigens verzuimd een syllabus in te leveren en beloofde de aanwezigen om ter compensatie de kosten van de Nieuwjaarsborrel voor zijn rekening te nemen... Het voorzitterschap van de stichting H2O-Partners Sumatra werd tijdens de Vakantiecursus overgedragen aan ir. Karst Hoogsteen (WMD) onder overhandiging van een voorzittershamer en een cheque van 1 miljoen euro afkomstig van het programma Partners voor Water.



Theo Schmitz en Karst-Jan Hoogsteen

Lessen uit het verleden

In mijn Jaaroverzicht Drinkwater constateerde ik dat in de watersector, net als in de politiek en in de voetballerij, de discussie tegenwoordig via de



*prof.ir. J.C. van Dijk
Hoogleraar Drinkwatervoorziening,
Hoofd sectie Gezondheidstechniek,
Voorzitter afdeling Watermanagement,
TU Delft*



media gevoerd wordt. Met name de interviews van Maarten Gast in H2O hebben een aantal directeurs verleid tot spraakmakende uitspraken, waarover flink gelachen werd. Verder preeks ik de verbetering van de drinkwaterzuivering bij de Berenplaat (nu al klaar..., de verbetering van de smaak werd direct opgemerkt door de Rotterdamse fijnproevers...). Verder viel mij vorig jaar op dat Ron van Megen erin slaagde om in bijna iedere H2O als een soort wethouder Hekking pontificaal met zijn gezicht voorop een foto te staan...

Gijs Oskam prijs 2006

De Gijs Oskam prijs voor het beste afstudeerwerk op het gebied van drinkwater werd dit jaar voor de 4e keer uitgereikt. De prijs wordt 1 keer per 2 jaar uitgereikt door Gijs Oskam zelf. Vanaf dit jaar heeft Evides de sponsoring van het geldbedrag van 1000 euro op zich genomen. De prijswinnares van 2006 was Anke Grefte. Volgens de considerans van de jury heeft ze de prijs verdiend door haar kritische en wetenschappelijke benadering van het werk aan de buisopstelling voor haar onderzoek naar de drinkwaterkwaliteit tijdens distributie. Ze maakte daarmee zoveel indruk dat ze inmiddels een promotieonderzoek uitvoert in een samenwerkingsproject tussen TUD, Waternet, Vitens, Unesco-IHE en natuurlijk Kiwa.

Drinking water and public health: what are the real health risks?

Dr. Fred Hauchmann van het Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA) stelde vast dat de moderne meetmethoden soms al zo goed zijn dat "alles overal is" en pleitte voor een zorgvuldige, systematische en rationele beoordeling van de risico's. 'Het aantonen van stoffen in water betekent niet noodzakelijkerwijze dat er een risico voor de gezondheid is'. Belangrijke stoffen die nu de aandacht hebben zijn onder andere MTBE, NDMA, perchlooraat en calcium en magnesium. Concluderend bevestigde Hauchmann de stelling dat meervoudige barrières bij de drinkwatervoorziening een must zijn.

Risicoanalyse en beheersing: een case study bij Hydron Flevoland

Drs. Toby Neuman, vorig jaar nog directeur van Hydron Flevoland, nam het publiek mee achter de

schermen van zijn bedrijf. Zijn aanpak heeft geleid tot een hoge klanttevredenheid, werknemerstevredenheid en leveringszekerheid. Hierbij is hem opgevallen dat de menselijke factor, de cultuurkant, een van de grootste risicofactoren is. Daarom is het goed de organisatie regelmatig te testen met behulp van de "Libelle-techniek". Bij Hydron Flevoland is naar aanleiding daarvan het project "Woorden zijn Daden" gestart.



Toby Neuman

Future trends affecting the global water industry

Jim Manwaring, tot vorig jaar de directeur van de American Water Works Association Research Foundation (AwwaRF), probeerde het publiek voor te bereiden op de toekomst. Als tip voor de beginnende toekomstvoorspeller had hij: als je een gebeurtenis voorspelt, noem dan geen datum en als je een datum voorspelt, noem dan geen gebeurtenis. Toch durfde hij het aan om te stellen dat veranderingen steeds sneller komen en een top tien van ontwikkelingen te geven. Dit zal er onder andere toe leiden dat mensen zullen moeten gaan wonen in droge gebieden; verder zal energie schaars worden en zal het klimaat gaan veranderen. Om aan te geven dat (technische) kennis steeds belangrijker zal gaan worden, haalde Jim de directeur van Harley Davidson aan: "If you empower dummies, you get bad decisions faster". Tot slot zal ook de klant in de toekomst steeds centraler komen te staan. De klant moet het vertrouwen in het drinkwater behouden.

Wetenschap en waterbedrijf

Prof. dr. ir. Walter van der Meer, hoofd Laboratorium en Procestechnologie van Vitens en deeltijdhoog-

leraar aan de TU-Twente, stelde dat het investeren in innovatie cruciaal is. Om het in perspectief te plaatsen: Philips met 15 maal de omzet van de gezamenlijke Nederlandse waterleidingbedrijven geeft 100 maal zoveel uit aan innovatie. Voor innovatie is samenwerking tussen universiteiten en bedrijven noodzakelijk. Dit kan in de vorm van een Technologisch Topinstituut zijn, maar ook een kennisinstelling, spin-offs van universiteiten, samenwerkingsverbanden of een groep werknemers vanuit het bedrijfsleven. Hiervoor moeten er goede afspraken zijn tussen de partners, maar moet er vooral vertrouwen zijn.



Walter van der Meer

Ervaringen in Vlaanderen

Dat innovaties vaak voortkomen vanuit noodzaak, illustreerde ir. Luc Keustermans, technisch directeur van de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening, aan de hand van twee voorbeelden. Ten eerste werd in Vlaanderen van overheidswege opgelegd dat elke inwoner recht had op 41 liter gratis drinkwater per dag. Aangezien het waterleidingbedrijf wel uit de kosten moet komen, betekende dit een tariefverschikking en een koppeling met de databank van het Rijksregister. Het tweede voorbeeld was het invoeren van de 'integrale waterfactuur' in Vlaanderen. Drinkwaterleidingbedrijven dragen dankzij de creatieve vondst van de regering n.a.v. een BTW-probleem nu de saneringsplicht

voor het door hen geleverde water. De waterrekening werd hierdoor verhoogd met meer dan 123%, waardoor er grote geldstromen in transit komen, het imago van het waterleidingbedrijf wellicht geschonden wordt en het substitutiegevaar alleen maar toeneemt. Om op de geschetste en andere ontwikkelingen in te spelen zijn de waterleidingbedrijven genoodzaakt te vernieuwen. Er is onder andere meer commerciële expertise in huis gehaald.



Luc Keustermans

Risk is of all time

Voor een overvolle zaal van drinkwater en afvalwatermensen gaf prof. dr. ir. Ben Ale (TUD), die 'in rampen



Ben Ale

doet', een inspirerend college risicomanagement. Hij gaf het publiek mee dat ze vooral zeer voorzichtig moeten zijn en 'nooit de macht van menselijke domheid moeten onderschatten' en vooral op zoek moeten zijn naar de 'onbekende gevare zones'. Een ramp is meestal het directe gevolg van een verkeerde (menselijke) handeling, maar de grondslag is meestal een verkeerde besluitvorming en een verkeerd ontwerp. Hij riep het publiek dan ook op te leren van fouten en altijd alert te zijn op signalen. Alleen dan zijn rampen te voorkomen.

2. Ontwikkelingen bij de TU Delft

Nieuwe website TU Delft Drinkwater

Sinds enkele maanden is de website van de leerstoel Drinkwater vernieuwd. Via deze website (www.drinkwater.tudelft.nl) kunt U allerlei actuele informatie bekijken en downloaden over zaken als onderwijs, onderzoek, de Vakantiecursus, boeken en nog veel meer. Zo vindt U er beschrijvingen van de lopende en ook de reeds voltooide MSc en PhD projecten. Publicaties en voltooide afstudeerrapporten en proefschriften kunt U downloaden van de website. Tevens worden de afstudeercolloquia en de reguliere drinkwatercolloquia aangekondigd (deze zijn vrij toegankelijk voor alle belangstellenden). Surft U eens naar de site en laat ons weten wat U ervan vindt.

www.drinkwater.tudelft.nl



November 9, 2005



Nieuwe website

75^e afstudeerder Drinkwater en 1^e Chinese afstudeerder Drinkwater

In juni was het dubbel feest bij het vrijdagse afstudeercolloquium en mocht ik het MSc-diploma uit-

reiken aan 'mijn' 75^e afstudeerder en de 1^e twee Chinese afstudeerders. Het aantal "gewone" afstudeerders (d.w.z. Nederlandse studenten met een VWO-vooropleiding) bedraagt gemiddeld zo'n 5 per jaar, waardoor het ruim 15 jaar heeft geduurd om deze mijlpaal te bereiken. Sinds de invoering van het BSc-MSc stelsel enkele jaren geleden, mogen we ons echter tevens verheugen in een "zijinstroom" in de MSc van buitenlandse studenten. Deze studenten komen zowel uit Europa, de VS, Afrika en met name ook uit China. Soms lopen ontwikkelingen merkwaardig parallel, want nu kunnen onze Chinese studenten mooi meewerken aan het samenwerkingsproject van Kiwa en de Nederlandse watersector met Shibe Water Works en Tongji University in Shanghai, dat er uiteindelijk in moet resulteren dat er in 2010 tijdens de World Expo in Shanghai drinkwater van Nederlandse kwaliteit uit de kraan komt. Voorlopig gaan onze studenten onderzoek doen aan UV en MF en maken ze schetsontwerpen van een aantal alternatieven.

First Chinese MSc graduates on drinking water

Qing Wang
Master of Science in Drinking Water

Sheng Li
Master of Science in Drinking Water

75th MSc graduate in drinking water (1930-2005)

Graduates with prof. ir. J.C. van Dijk:

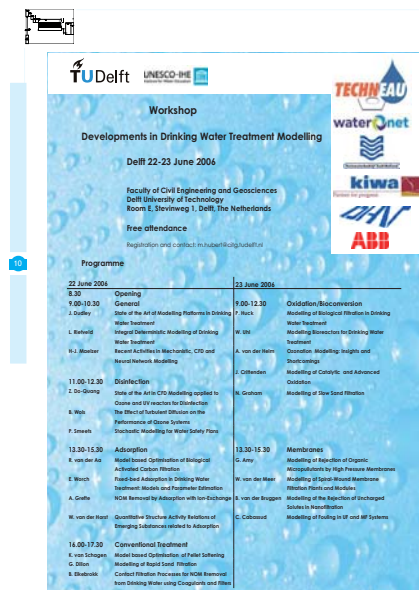
1930: J.C. van Dijk	1931: J.C. van Dijk	1932: J.C. van Dijk	1933: J.C. van Dijk
1934: J.C. van Dijk	1935: J.C. van Dijk	1936: J.C. van Dijk	1937: J.C. van Dijk
1938: J.C. van Dijk	1939: J.C. van Dijk	1940: J.C. van Dijk	1941: J.C. van Dijk
1942: J.C. van Dijk	1943: J.C. van Dijk	1944: J.C. van Dijk	1945: J.C. van Dijk
1946: J.C. van Dijk	1947: J.C. van Dijk	1948: J.C. van Dijk	1949: J.C. van Dijk
1950: J.C. van Dijk	1951: J.C. van Dijk	1952: J.C. van Dijk	1953: J.C. van Dijk
1954: J.C. van Dijk	1955: J.C. van Dijk	1956: J.C. van Dijk	1957: J.C. van Dijk
1958: J.C. van Dijk	1959: J.C. van Dijk	1960: J.C. van Dijk	1961: J.C. van Dijk
1962: J.C. van Dijk	1963: J.C. van Dijk	1964: J.C. van Dijk	1965: J.C. van Dijk
1966: J.C. van Dijk	1967: J.C. van Dijk	1968: J.C. van Dijk	1969: J.C. van Dijk
1970: J.C. van Dijk	1971: J.C. van Dijk	1972: J.C. van Dijk	1973: J.C. van Dijk
1974: J.C. van Dijk	1975: J.C. van Dijk	1976: J.C. van Dijk	1977: J.C. van Dijk
1978: J.C. van Dijk	1979: J.C. van Dijk	1980: J.C. van Dijk	1981: J.C. van Dijk
1982: J.C. van Dijk	1983: J.C. van Dijk	1984: J.C. van Dijk	1985: J.C. van Dijk
1986: J.C. van Dijk	1987: J.C. van Dijk	1988: J.C. van Dijk	1989: J.C. van Dijk
1990: J.C. van Dijk	1991: J.C. van Dijk	1992: J.C. van Dijk	1993: J.C. van Dijk
1994: J.C. van Dijk	1995: J.C. van Dijk	1996: J.C. van Dijk	1997: J.C. van Dijk
1998: J.C. van Dijk	1999: J.C. van Dijk	2000: J.C. van Dijk	2001: J.C. van Dijk
2002: J.C. van Dijk	2003: J.C. van Dijk	2004: J.C. van Dijk	2005: J.C. van Dijk

De 1^e twee Chinese afstudeerders en de 75^e drinkwaterafstudeerder van professor van Dijk

International Workshop on Modelling of Drinking Water Treatment

Op 22 en 23 juni werd op de TU Delft een internationale workshop gehouden over ontwikkelingen in modellering van drinkwaterzuivering. De workshop werd georganiseerd door TUD, Unesco-IHE en Kiwa en gesponsord door DZH, Waternet, DHV, ABB en Senter Novem. De sprekers, 21 in totaal, waren vooral promovendi en hoogleraren uit Nederland, België, Duitsland, Engeland, Frankrijk, Noorwegen, Canada en de VS, Zo'n 60 onderzo-

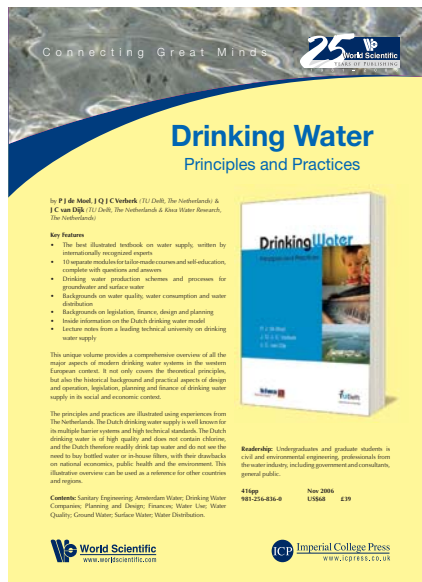
kers van waterbedrijven, ingenieursbureaus en onderzoeksinstituten in binnen- en buitenland vulden de collegebanken. In een ontspannen sfeer werden de wetenschappelijke ontwikkelingen bediscussieerd. De workshop werd door alle aanwezigen als zeer waardevol bestempeld. Ik heb dan ook het voornemen uitgesproken om voortaan jaarlijks een dergelijke workshop in Delft te gaan organiseren. De eerstvolgende zal plaatsvinden op 21 en 22 juni 2007 en zal als thema krijgen "Waterkwaliteit in het distributienet". Ook deze workshop zal in samenwerking tussen TUD, Unesco-IHE en Kiwa worden opgezet.



International Workshop on Modelling of Drinking Water Treatment

Drinking water- principles and practices

Na de 1^e druk en de 2^e druk van ons Drinkwaterboek is nu sinds kort ook de Engelse versie verkrijgbaar via de uitgever (World Science Publishing) of via onze website/secretariaat (Mieke Hubert, 015-2783347).



Eerste druk Engelse versie

Samenwerking voltijd- en deeltijdstudenten MSc Watermanagement

Voor HBO-ers die minstens vijf jaar in het watervak bezig zijn, heeft CiTG sinds vorig jaar een deeltijdvariant van de masteropleiding Watermanagement. Voltijdstudenten leren van de deeltijdstudenten over de praktijk en door de deeltijders heeft de TU nu ook een makkelijk entree tot de waterbedrijven. Deze samenwerking vinden Karin Teunissen, voltijdstudent en Ton Knol, deeltijdstudent, een voltreffer. Karin en Ton werkten samen aan een ontwerpopdracht: wat komt er kijken bij het realiseren van geavanceerde oxidatie, met de combinatie UV en H_2O_2 .



Ton en Karin aan het werk bij het pompstation Bergambacht



“Ik had een berekening gemaakt. Toen ik dat getal noemde, vertelde Ton me direct dat dat niet kon kloppen. Voor mij was het maar een getal”

Overzicht promotieonderzoeken TU Delft

Momenteel lopen 16 promotieprojecten op het gebied van drinkwater bij de TU Delft. De onderstaande tabel geeft een overzicht. Meer informatie is te vinden op onze website www.drinkwater.tudelft.nl. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat in de komende periode een aantal nieuwe projecten zullen worden opgestart in het kader van het Innovatieprogramma Watertechnologie.

3. Grenzen verleggen

Innovatie staat momenteel natuurlijk enorm in de belangstelling en de Nederlandse overheid heeft hierbij grote verwachtingen van de watersector. Balkenende, Wijffels en Brinkhorst hebben bij diverse gelegenheden laten blijken dat ze vinden dat de watersector een belangrijke rol moet spelen bij de kenniseconomie en een belangrijke bijdrage moet leveren: in de 1^e plaats aan innovaties in eigen land, in de 2^e plaats aan export van waterkennis en in de 3^e plaats aan het bereiken van de Millennium Development Goals. En om dat te bereiken is het Ministerie van EZ, zoals U zult weten, met een initiatief gekomen om een Technologisch Top Instituut op te richten op het gebied van watertechnologie. Het TTi moet een impuls geven aan de innovatie in Nederland en EZ stelt daar ook middelen voor beschikbaar. Als watersector moeten we natuurlijk blij zijn met dit initiatief en de erkenning vanuit de overheid van de rol die de watersector kan spelen. Maar wat betekent dat alles nu concreet? Op de internationale congressen van de IWA staat het onderzoek van Kiwa en de waterbedrijven immers al zeer hoog aangeschreven en ook is er internationaal al grote bewondering voor de kwaliteit van de Nederlandse drinkwatervoorziening zonder

Drinkwater promotieonderzoeken

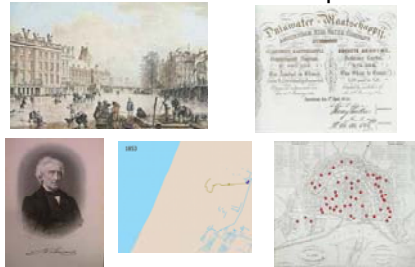
Researcher	Title
René van der Aa	Modelling of Biological Activated Carbon Filtration (BAKF)
Alex van der Helm	Integral modelling and optimization of drinking water treatment (PROMICIT)
Patrick Smeets	Microrisk – microbial risk analysis framework (Microrisk)
Jan Vreeburg	Water quality in the distribution network (Q21-Sed)
Bram van der Veer	Safe drinking water from the river Meuse (ProbAss)
Kim van Schagen	Grey-box Modeling and Plant-Wide Integrated Control of Water Purification Processes (PROMICIT II)
Arne Verliefde	Removal of trace organic pollutants by membrane filtration (Q21-MF)
Anke Grefte	Natural Organic Mater and drinking water supply (NOM)
Bas Wols	CFD in drinking water treatment (CFD)
Wilfred van der Horst	QSAR's in drinking water treatment (QSAR)
Maarten Keuten	Innovation in water treatment of swimming pools(SWPOOL)
Ignaz Worm	The supervisor in fully automated drinking water treatment plants (FlightSim)
Weren de Vet	Nitrification of groundwater (NiGr)
Petra Ross	Techneau- European framework for modelling and control (Techneau)
Sheng Li	Ultrafiltration with Backwash of Demi water or RO permeate (UFCleaning)

chloor, die zelfs al aangeduid wordt als “the Dutch secret”. Maar EZ zal natuurlijk behalve die waarde- ring vooral ook internationale business en export van het Nederlandse bedrijfsleven verwachten. En daarbij past ons wel enige bescheidenheid, want op de internationale watermarkt domineren de grote Franse multinationals natuurlijk en gaat het behalve om onderzoek veel meer om risicodragend kapitaal en ondernemingskracht. Nu moeten we erkennen dat de watersector momenteel nog niet echt staat te trappelen en ook niet de middelen heeft om de internationale concurrentie met de Fransen aan te gaan.

Kortom, behalve om onderzoek gaat het bij innovatie vooral ook om ondernemen en om het belang van ondernemen nog eens te illustreren, wil ik U wijzen op een inspirerend voorbeeld uit het verleden en wel de oprichting van de NV Duinwaterleiding Amsterdam door Jacob van Lennep. Velen van U zullen zijn naam kennen, maar wat heeft hij nu precies gedaan? Het verhaal gaat dat Jacob een buiten had in Heemstede waar zijn vrouw zo genoot van dat lekkere duinwater dat ze hem influisterde of het nu niet mogelijk was dat water met een pijpleiding naar Amsterdam te vervoeren? In die tijd was de watervoorziening van Amsterdam beperkt tot de aanvoer van van Vechtwater via schuiten door de zogenaamde Versch Water Sociëteit, die dat in concessie van de gemeente uitvoerde. Toen de innovator van Lennep dan ook met zijn plannen bij de gemeente kwam, speelde die mede door haar pettenprobleem geen heldenrol. Zij noemden van Lennep een fantast en wilden niets weten van zijn plannen. Toen de ondernemer van Lennep met Engels kapitaal toch doorzette en op eigen initiatief de concurrentie met de Versch Water Sociëteit aanging en een kanaal groef in de duinen en het water met stoommachines via een 300 mm GIJ-leiding naar Amsterdam pompte, werd door de gemeentelijk gezondheidsdienst aanvankelijk zelfs verboden om het water te drinken omdat het door het lange verblijf in de leiding “dood water” geworden zou zijn. Toen echter in de winter van 1853 de schuiten van de Versch Water Sociëteit in het ijs bleven steken en er een watertekort dreigde, werd halsoverkop alsnog toestemming gegeven om het water te drinken en werden verspreid over de stad een groot aantal standpijpen gerealiseerd. De innovatie van

de waterleiding bleek vervolgens een groot succes, maar laten we niet vergeten dat dit met name te danken was aan het lef van die ene ondernemer, Jacob van Lennep, die ondanks de tegenwerking van de gemeente doorzette.

Ondernemers in het verleden: Jacob van Lennep



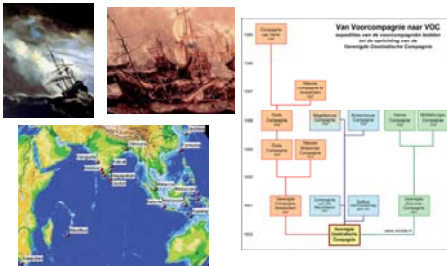
Terug naar de huidige tijd, ligt het natuurlijk een slagje ingewikkelder, want internationaal ondernemen op watergebied houdt grote risico's in. EZ roept de waterbedrijven op om risico's te durven nemen en commerciële activiteiten op te starten en sommige waterbedrijven willen die uitdaging ook aangaan. Nu is een basisprincipe van risicomanagement natuurlijk dat je risico's kunt beperken door ze te delen; immers een meevaller bij de een kan een tegenvaller bij de ander compenseren. In dit opzicht helpen de fusies natuurlijk, want de bedrijven krijgen een grotere schaal en kunnen grotere risico's dragen.

Ook daarvan heb ik een, vind ik, inspirerend voorbeeld uit het verleden, namelijk de VOC.

De VOC kwam tot stand in een tijd van onvoorstelbare risico's van oorlog, kaperij en natuurgeweld. Slecht 1/3 van de 1.000.000 Nederlanders die tussen 1602 en 1795 door de VOC naar Indië vertrokken kwamen ooit levend terug in het vaderland. De enorme omvang van de risico's en de sterke rol van Johan van Oldebarnevelt die toen al de noodzaak van samenwerking inzag, zijn de reden dat de VOC in 1602 kon ontstaan als een fusie uit de voorcompagniën van Amsterdam, Rotterdam, Delft, Enkuizen, Hoorn en Veere/Middelburg. Door de bundeling van krachten was de VOC in staat om onvoorstelbare successen te behalen en de grootste onderneming van de toenmalige wereld te worden met honderden vestigingen over de gehele wereld.

Het succes van de VOC was voor een belangrijk deel ook gebaseerd op de combinatie van welbegrepen eigenbelang van de ondernemers/Heeren Zeventien en het algemeen belang van de staat/de Republiek die de VOC de bevoegdheid gaf uit haar naam oorlog te voeren en verdragen te sluiten, de VOC was dus eigenlijk een PPS avant la date.

Risicomanagement in het verleden: de VOC



Samenvattend zou ik willen concluderen dat voor innovatie naast onderzoek ook ondernemingskracht noodzakelijk is, dat risicomanagement betekent dat we echt zullen moeten samenwerken en dat het initiatief van EZ voor de TTI een goede eerste stap is om dat te bevorderen. In de lijn van mijn lessen uit het verleden zou ik daarbij willen stellen dat de TTI een soort eigentijdse VOC moet worden. Daarnaast zou het natuurlijk helpen als er een eigentijdse Jacob van Lennep opstond, die zich niets aantrekt van tegenwerking door concurrenten en overheid en zijn schouders ophaalt als hij voor fantast uitgemaakt wordt. Ik hoop dat het echt gaat lukken met de waterambities, want we hebben tenslotte heel wat te bieden en in dat kader wil ik besluiten met de gevleugelde en inspirerende uitspraak van Wolfgang Kühn bij de VC van 3 jaar geleden: **was die Holländer vom Wasser nicht wissen, weiss keiner...**

De Nederlandse drinkwatervoorziening in 2025

Martien den Blanken

Inleiding

De Nederlandse drinkwatervoorziening heeft de afgelopen decennia belangrijke ontwikkelingen doorgemaakt, zowel in technisch als in organisatorisch opzicht. Op verschillende fronten zijn letterlijk en figuurlijk grenzen verlegd. Waar zullen die grenzen zich over ca. 20 jaar bevinden? Het enige houvast dat we bij de beantwoording van deze vraag hebben, is de kennis van het verleden en heden. Op basis hiervan kunnen we trachten ontwikkelingen te extrapoleren. Tegelijkertijd weten we uit ervaring dat we er met voorspellingen op deze wijze lelijk naast kunnen zitten. Er kunnen zich onvermoede en onverwachte trendbreuken voordoen. Kennis van het verleden biedt absoluut geen garantie voor de toekomst, om maar eens een bekende slogan uit de financiële wereld te parafraseren. Antwoorden op de vraag over de situatie in 2025 blijven dus speculatief. Zeker als we beseffen dat een periode van 20 jaar in onze steeds sneller veranderende wereld al erg lang is.

Dat leren we in ieder geval van een terugblik op de afgelopen 20 jaar. Ik heb jaargang 1986 van ons vakblad H2O nog eens doorgebladerd. Dat leverde een aantal verrassende resultaten op:

- onderwerpen die nu nog steeds de aandacht vragen, maar waarmee inmiddels grote voortgang is geboekt, bv. de reorganisatie van de drinkwatervoorziening;
- onderwerpen die zowel toen als nu nog op dezelfde wijze spelen; denk hierbij aan de aandacht voor de kwaliteit en betrouwbaarheid van ons product drinkwater of aan de discussie over winstbestemming;
- onderwerpen die in '86 geen of weinig aandacht kregen, maar nu veel meer onze belangstelling hebben, bv. Legionella of klimaatverandering.

Overigens ben ik niet de eerste spreker die tijdens een vakantiecursus een poging doet om de situatie in 2025 te voorspellen. Bijna 10 jaar geleden tijdens de 50^e vakantiecursus is Prof. J. Dogterom van de VU mij al voorgegaan. Ik zal in mijn verhaal



*ir. M.G.M. den Blanken
Algemeen directeur, PWN Waterleiding-
bedrijf Noord-Holland*



een enkele keer daaraan refereren en toetsen in hoeverre zijn voorspellingen van toen nog steeds realistisch zijn.

Twintig jaar geleden

Gedurende het hele jaar 1986 was er uitvoerig aandacht voor de kwaliteit van onze bronnen, zowel oppervlaktewater als grondwater.

Tsjernobyl

Dat begon met kritiek van de RIWA op kabinetsplannen voor mogelijke nieuwe locaties voor kerncentrales in de Noordoostpolder en bij Moerdijk. Medio april van dat jaar betoogde de toenmalige RIWA-voorzitter, de heer Van der Veen, dat de kans op een ongeval met een kerncentrale weliswaar klein is maar de gevolgen voor de drinkwatervoorziening desastreus zouden kunnen zijn. Hij leek te beschikken over profetische gaven, want twee weken later vond de kernramp in Tsjernobyl plaats. Gelukkig bleven de gevolgen voor Nederland, dankzij tijdig draaiende winden, binnen de perken. De discussie over nieuwe centrales was onmiddellijk over. In juli verscheen een bericht dat onderzoek naar het effect van een kerncentrale op IJsselmeerwater was stopgezet. Het is wrang te moeten constateren dat recent weer suggesties zijn gedaan voor een kerncentrale in de Wieringermeer; omdat het zo'n mooie locatie is vanwege de aanwezigheid van voldoende koelwater! Blijkbaar zijn we toch kort van geheugen.

Rijnzoutverdrag

Een ander onderwerp dat in 1986 regelmatig in de belangstelling stond was het Rijn-zout verdrag met Frankrijk. Op hoog (regerings)niveau moest worden overlegd over de (onwil tot) naleving door Frankrijk. Daarnaast werden de kalimijnen in hoger beroep veroordeeld tot het betalen van schade aan Westlandse tuinders. Overigens gingen de Fransen in cassatie. Deze processen zijn een constante door de afgelopen decennia heen en zijn nog steeds niet afgerond. Momenteel loopt nog cassatie tegen een schadetoekenning in hoger beroep aan de gemeente Amsterdam en de provincie Noord-Holland. Het handelt over de schadelijke effecten van hoge chloridegehalten op het gietijzeren bui-

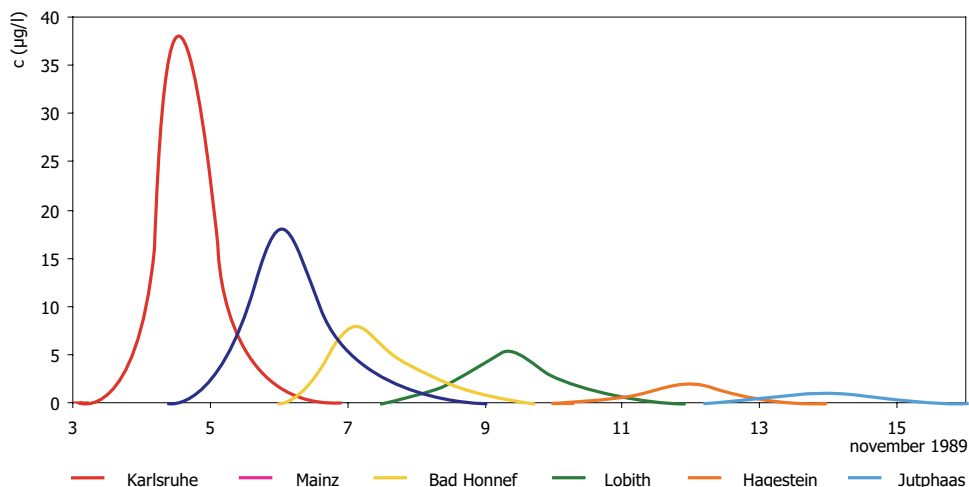
zenet. Hoewel de zoutwinning al enkele jaren is beëindigd vrees ik, dat de effecten ervan op het zoutgehalte van het Rijnwater nog tot voorbij 2025 merkbaar zullen blijven.

Nitraat

Verreweg de meeste persaandacht ging uit naar de bedreiging van onze drinkwaterbronnen door stijgende nitraatgehalten als gevolg van overbemesting. Putten en complete winningen die dreigden te worden gesloten, voorspellingen van verdubbeling van de drinkwaterprijs, discussies over nitraatnormen (25 of 50 mg/l) en daarvan afgeleide bemestingsnormen, veel onderzoek naar het voorkomen van nitraat, en naar mogelijke zuiveringsmethoden (de eerste pilotinstallatie in Montferland) en kamerbrede steun voor een mestwet (die overigens gebaseerd zou worden op fosfaat en niet op nitraat). Momenteel wordt er in onze kringen weinig meer over nitraat gesproken. De mestwetgeving heeft blijkbaar effect gehad, de nitraatnorm in drinkwater is niet verlaagd naar 25 mg en hier en daar is door herordening van winputten en/of winplaatsen (overigens vaak ook om andere redenen) de stijging van nitraatgehalten een halt toegeroepen. Op enkele plaatsen wordt (deelstroom)behandeling overwogen o.a. met membraanfiltratie. Discussie over de bestemming van het membraanconcentraat houdt daadwerkelijke toepassing nog steeds tegen. Het probleem, dat zich eerst zeer ernstig liet aanzien, is dus blijkbaar beheerst. Iets wat geldt voor meer stoffen in het milieu; vaak is een soort levenscyclus te onderkennen die begint met het zich bewust worden van een bepaalde stof in de bronnen en in het drinkwater, gevolgd door een fase waarin het probleem wordt aangepakt en beheerst en tenslotte de fase waarin de aandacht weer wegzakt.



Diffuse verontreiniging door bemesting



Concentratie verloop disulfoton langs de Rijn als gevolg van Sandoz-ramp

Sandoz

De kwetsbaarheid van onze (oppervlaktewater)bronnen en de noodzaak van geschikte terugvalopties (de duinen, spaarbekkens) werd in 1986 geïllustreerd door de brand bij het chemische bedrijf Sandoz te Basel. Als gevolg van deze brand kwam met het bluswater een flinke hoeveelheid bestrijdingsmiddelen in de Rijn terecht. Dit veroorzaakte een gifgolf die in de Boven-Rijn massaal vissterfte veroorzaakte en in Nederland leidde tot een innamestop van bijna 10 dagen bij het innamepunt van de WRK in Nieuwegein. Rijkswaterstaat nam maatregelen om de doorstroming via de IJssel naar het IJsselmeer zoveel mogelijk te beperken. Daardoor hoefde de inname bij Andijk niet te worden stopgezet.

Enkele weken geleden is tijdens een IAWR-symposium nog eens teruggekeken op de gevolgen van deze brand voor de drinkwaterbedrijven langs de Rijn. Het heeft er in ieder geval voor gezorgd dat de industrieën in het Rijnstroomgebied zich bewuster zijn geworden van de mogelijke gevolgen van hun handelen voor de drinkwatervoorziening van miljoenen mensen en van de noodzaak tot het treffen van goede voorzieningen. Sindsdien zijn lozingen met een dergelijke omvang niet meer voorgekomen.

Organische micro's

De aandacht van de drinkwaterbedrijven is daarna meer gericht op de aanwezigheid van organische microverontreinigingen in onze bronnen en mogelijk ook in ons drinkwater. Voor oppervlaktewater waren we ons al van die risico's bewust. Dat ook onze veilig geachte grondwaterbronnen besmet konden worden was een jaar eerder al gebleken in Drenthe, waar restanten van het grondontsmettingsmiddel dichloorpropan waren aangetroffen. En dat sommige stoffen zelfs door kunststofleidingen in ons distributienet konden doordringen was in 1984 gebleken toen in het Westland bij tuinders methylbromide in het drinkwater werd aangetroffen. De laatste serieuze waarschuwing kwam in 1989 toen in het Amsterdamse (en naar later bleek ook in het Noord-Hollandse) drinkwater Bentazon werd aangetroffen.

Sindsdien is er veel onderzoek gedaan naar het voorkomen van organische micro's en naar technologieën om ze uit water te verwijderen. De aandacht voor deze problematiek is er nog steeds, maar we lijken het nu te beheersen; enerzijds door maatregelen aan de bron, hoewel dit een voortdurend gevecht blijft, een gevecht dat zich inmiddels heeft verplaatst naar de Europese arena (zie de discussie over de richtlijn prioritare stoffen); anderzijds door steeds effectievere verwijderingsmethoden: naast de aloude actief koolfiltratie nu ook membranen en UV-peroxide met name voor de polaire micro's.

Membraantechnologie stond in 1986 aan de vooravond van een grote opmars. Het Ministerie van EZ gaf ook toen al innovatiesubsidies. Er werd 28,5 miljoen gulden toegekend voor het Innovatiegericht Onderzoeksprogramma Membraantechnologie. Van de oxidatieve technieken hebben we de afgelopen 20 jaar de opmars en ook neergang (vanwege bromaatproblematiek) gezien van ozon en de opkomst van UV-peroxide.

Drinkwaterkwaliteit

Iets minder prominent dan de bronnenproblematiek, maar toch met een zekere regelmaat was er in 1986 aandacht voor de kwaliteit van het drinkwater. Er was de roep om zacht water, zowel bij consumenten als bij de zuiveringsschappen i.v.m. de verlaging van het koperoplossend vermogen. Aan die roep is de afgelopen 20 jaar in ruime mate gehoor gegeven. Er is veel onthardingscapaciteit geïnstalleerd. Aeromonas veroorzaakte een kortdurende hype, nadat verhoogde aantallen in het Haagse drinkwaternet waren geconstateerd. Het leidde tot extra normstelling en tot onderzoek naar reiniging van distributienetten om het ook nu nog steeds voorkomende probleem te kunnen beheersen. Het huidige gangbare systeem van ontwerpen van zelfreinigende netten is o.a. hieruit voortgekomen.

En ook de legionellaproblematiek leefde toen al, in relatie tot stadsverwarming. Geadviseerd werd om het warmwatersysteem op 60°C af te stellen om legionella te voorkomen. Twintig jaar later is dit probleem weer actueel, maar dan in relatie tot de opwarming van koudwatersystemen door de nabije ligging van warm-(tap)waterleidingen.

Ook onze strijd tegen de wijze waarop bronwaterleveranciers soms hun producten aan de man proberen te brengen, nl. door de betrouwbaarheid van drinkwater uit de kraan ter discussie te stellen, is niet nieuw. Begin 1986 werd de Waterleiding Maatschappij Drenthe door een importeur van Noors bronwater voor de rechter gesleept. De toenmalige directeur van de WMD, Wim Beeftink, had dit bronwater laten onderzoeken en de resultaten ervan in de publiciteit gebracht. Uit het onderzoek bleek namelijk dat het bronwater sporen PCB's en benzeen bevatte. Dit gebeurde overigens nadat de

importeur zijn omzet probeerde te verhogen door te wijzen op de aanwezigheid van dichloorpropaan in het Drentse drinkwater. De geschiedenis herhaalt zich. Momenteel wordt een vergelijkbare juridische strijd uitgevochten tussen de VEWIN en Vitens aan de ene kant en een bedrijf dat via Albert Heijn membraanfiltraat wilde distribueren, aan de andere kant. Dergelijke onderwerpen, gerelateerd aan de kwaliteit en betrouwbaarheid van ons product drinkwater zullen in 2025 ongetwijfeld nog steeds met een zekere regelmaat het nieuws halen. Dit blijft een item dat onze aandacht zal en moet blijven houden.

Reorganisatie drinkwatervoorziening

Heel frequent stond in 1986 de reorganisatie van de drinkwatervoorziening in de schijnwerpers. Op grond van het bekende reorganisatie-artikel IV in de Drinkwaterwet, daterend uit 1978, hadden de provincies de opdracht gekregen om reorganisatieplannen te maken voor de drinkwatervoorziening in hun gebied. Hierbij moesten bedrijven van minimaal 100.000 aansluitingen worden gerealiseerd. In 1986 hadden de meeste provincies hun plannen gereed. Die werden echter luid bekritiseerd door gemeenten die nog zelf een eigen gemeentelijk waterbedrijf exploiteerden, vaak in combinatie met energie. Sommigen beperkten zich tot protest, anderen waren slimmer, zochten elkaar op en kwamen met alternatieven.

Dit speelde met name in Zuid-Holland, waar op initiatief van het bedrijf Alblasserwaard en Vijfherenlanden het Plan Alt werd ontwikkeld, een fusie tussen een aantal kleinere bedrijven in Zuid-Holland beneden de Lek. In het Noorden van Zuid-Holland werd gepleit voor een gemeenschappelijk Energie- en Waterbedrijf met Leiden als kern. Alle protesten en alternatieve plannen waren door de provincie afgewezen met vele rechtzaken tot gevolg. Echter sommige bedrijven zagen de onontkoombaarheid in en kozen eieren voor hun geld. Zo kondigde de kleine Bronwaterleiding Hoekse Waard een fusie aan met grote broer DWL Rotterdam. De Goudse Waterleiding Maatschappij fuseerde met het naastgelegen drinkwaterbedrijf De Rijnstreek. Hiermee werd de basis gelegd voor de huidige bedrijven Evides en Oasen.

Het plan van Overijssel ging nog uit van twee bedrijven, nl. WMO en Waterbedrijf Oost Twente (WOT). Maar ook daartegen klonken protesten van o.a. de gemeenten Deventer en Kampen.

Noord-Brabant was nog één van de weinige provincies zonder plan. Hiervan maakte het provinciaal energiebedrijf, de PNEM, handig gebruik door in hoog tempo een aantal gemeentelijke energie- en waterbedrijven op te kopen (o.a. Breda, Rozendaal en Bergen op Zoom). Hiermee verwierf zij zich een positie in drinkwaterland. Dit tot groot ongenoegen van de Waterbedrijven Oost- en Noord-West-Brabant.

Limburg had zijn plan gereed. Daar begon de Waterleiding Maatschappij Limburg met de uitvoering ervan door overname van de Roermondse Waterleidingmaatschappij. Er zouden in de jaren daarna nog vele gemeentelijke bedrijven volgen.

De stad Groningen koos voor de vlucht voorwaarts door te kiezen voor fusie van het Gemeentelijk Waterbedrijf met een aantal andere gemeentelijke diensten tot één gemeentelijke milieudienst. Dit leverde weer protest op van de medewerkers, die al jaren streefden naar zelfstandig blijven.

In Flevoland werd het drinkwaterbedrijf van de Rijksdienst IJsselmeerpolders verzelfstandigd tot de NV. Flevolandse Drinkwatermaatschappij. En in Utrecht speelde de vraag of het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland moest worden omgevormd van een gemeenschappelijke regeling tot een NV. Het hierover handelende krantenartikel had de veelzeggende kop: "Laveren tussen politiek en bedrijfsbelang".

Politieke invloed

Met bovenstaande zinsnede wordt heel treffend het dilemma aangegeven waar we als waterleidingbedrijven tot vandaag mee worstelen. In twintig jaar is wel een duidelijke verschuiving opgetreden ten gunste van het bedrijfsbelang. Door de vorming van NV's, door de gerealiseerde schaalvergroting, door een groeiend aantal onafhankelijke commissarissen in Raden van Commissarissen, is de politiek steeds meer op afstand geplaatst. Maar (de wens tot) politieke invloed op de waterleidingbedrijven is er nog steeds, al uit die zich vooral in discussies over financiële zaken: winstbestemming, dividend, directiesalarissen en afsluitbeleid.

In mijn eigen bedrijf, NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, is de discussie tussen politiek en bedrijfsbelang nog steeds actueel. PWN is in 1990 omgevormd van een tak van dienst van de provincie Noord-Holland tot een NV. De provincie Noord-Holland was en is nog steeds 100% eigenaar van PWN. Gedurende de eerste 10 jaar was de Raad van Commissarissen grotendeels samengesteld uit Statenleden onder leiding van twee leden uit het College van GS. Zorgvuldig werd daarbij gekeken naar een afspiegeling van het politieke landschap in de Staten. Ondanks de verzelfstandiging was de politieke invloed op het bedrijf toen nog voelbaar. Het leidde soms tot politieke discussies over duidelijke bedrijfsaangelegenheden. Momenteel bestaat de RvC volledig uit personen, geselecteerd op basis van een deskundigheidsprofiel en zonder directe binding met de aandeelhouder. De RvC houdt toezicht op het bedrijf primair vanuit het bedrijfsbelang. Daarmee is er een heldere scheiding tussen de behartiging van de bedrijfsbelangen en de politieke invloed op het bedrijf. Dat leidt soms tot discussies en ook verschillen in standpunten, zoals bv. over verzelfstandiging van de campings of over de toekomstige positie van het bedrijf. Overigens betreffen de politieke interventies vrijwel uitsluitend onderwerpen gerelateerd aan de natuurbeheertaak van PWN. Het enige drinkwatergerelateerde onderwerp gedurende de afgelopen jaren ging over het afsluitbeleid.

Privatisering

Mijn laatste observatie bij de terugblik op de actualiteit 20 jaar geleden betreft het plan van de Britse regering om de waterbedrijven te privatiseren.

Inmiddels weten we dat dit plan spoedig daarna is uitgevoerd en dat er enkele grote, ook wereldwijd opererende concerns zijn ontstaan. Hun prestaties op het gebied van de openbare drinkwatervoorziening en afvalwaterzorg worden nauwlettend in de gaten gehouden door een overheidstoezichthouder, Ofwat. Of de oorspronkelijke bedoelingen van de Britse regering met deze privatisering ook zijn bewaarheid, is maar zeer de vraag. De dienstverlening is zeker verbeterd en de tarieven zijn (dankzij Ofwat) redelijk in de hand gehouden. Of de kwaliteit van de voorziening zoveel is verbeterd, is maar zeer de vraag. Denk bv. aan het nog steeds sterk verouderde distributienet. Intussen lijkt de

managementaandacht meer gericht te zijn geweest op zaken die onlosmakelijk verbonden lijken met beursgenoteerde ondernemingen, zoals expansie, bedrijfsovernames en directiesalarissen.

Twintig jaar verder

Wat leren we nu uit onze terugblik in de tijd over een periode van 20 jaar, dat van belang kan zijn voor onze toekomstvoorspelling over de volgende twee decennia?

Doelmatigheid

Een belangrijke rode lijn door de afgelopen jaren is dat we steeds bedrijfsmatiger zijn gaan denken en handelen. Door verzelfstandiging en fusies zijn we van uitvoerende ambtelijke takken van dienst uitgegroeid tot ondernemingen met de bijbehorende extra focus op zaken als doelmatigheid, planning en control, strategie, klanten en aandeelhouderswaarde. De Rijksoverheid is een belangrijke stimulator geweest van dit proces door in de drinkwaterwet artikelen over doelmatigheid op te nemen. Het al eerder genoemde reorganisatie-artikel in de Drinkwaterwet van 1978 is bepalend geweest voor het op gang brengen van het proces van schaalvergroting. In de negentiger jaren van de vorige eeuw is dit proces versterkt door discussies over marktwerking en privatisering. In Groot-Brittannië heeft dit inderdaad geleid tot geprivatiseerde waterbedrijven. In Nederland is de dreiging van privatisering afgewend door de totstandkoming van de eigendomswet in 2001, echter met de uitdrukkelijke verplichting om aantoonbaar doelmatigheid na te streven. Daartoe hebben we het instrument van benchmarking ontwikkeld. Dit wordt sinds 1997 ingezet en heeft geleid tot extra prikkels voor de bedrijven om steeds doelmatiger te opereren. Onder die druk hebben bedrijven stevige veranderingen doorgevoerd in hun organisatie en werkwijzen, en is het proces van schaalvergroting voortgeschreden.

Toezicht

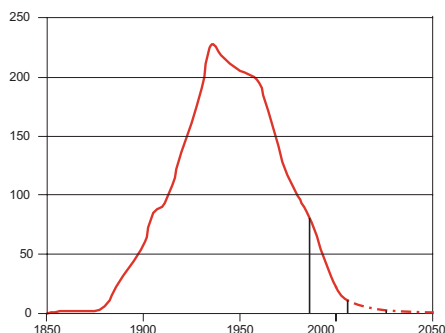
Toch blijft de vraag of dit voldoende is en of er niet meer toezicht zal komen. We blijven per slot van rekening monopolisten en we kennen geen markt-

mechanisme dat ons automatisch scherp houdt. Het enige openbare toezichtsinstrument is het toezicht door onze aandeelhouders, de lagere overheden, provincies en gemeenten. Maar juist door de schaalvergroting zijn die steeds meer op afstand komen te staan. Zij voelen zich steeds minder in staat of worden steeds minder in staat geacht om op adequate wijze toezicht te houden. Bovendien worden ze ervan verdacht niet altijd hun rol van publieke toezichthouder te kunnen scheiden van hun rol van eigenaar, die vooral geïnteresseerd zou zijn in een goed dividend. Tegen deze achtergrond blijft met een zekere regelmaat de roep klinken om een centrale toezichthouder. De groep grote klanten die hun afnemersbelangen hebben gebundeld in de actieve vereniging van grote energie- en waterverbruikers (VEMW), is hiervan de belangrijkste initiator.

Eén bedrijf

Kijkend naar de situatie over 20 jaar ben ik het gedachte-experiment aangegaan, dat er inderdaad een centrale toezichthouder komt. Dat zou er wel eens toe kunnen leiden dat we toegroeien naar één waterbedrijf voor heel Nederland. Aangezien er geen sprake is van een competitieve markt kan de mededingingsautoriteit hiertegen geen bezwaar hebben.

Momenteel is een gangbare gedachte, dat er over enkele jaren nog circa drie drinkwaterbedrijven zullen zijn. Die gedachte is ingegeven door de veronderstelling dat drie bedrijven het minimum aantal is om nog in redelijke mate onderling te kunnen benchmarken. Uiteindelijk zullen die bedrijven qua kostenniveau steeds meer naar elkaar toe groeien. Immers benchmarking leidt ertoe dat bedrijven



Aantal drinkwaterbedrijven in Nederland

elkaars best-practices zullen overnemen. De verschillen die nog overblijven, zullen verklaarbaar zijn, b.v. vanwege verschillen in grondstof en de daaraan gerelateerde zuiveringsinspanning. Dit effect heeft zich de laatste 10 jaar al voorgedaan. Er is weliswaar nog steeds een behoorlijk verschil in kostprijs per aansluiting tussen het duurste en het goedkoopste bedrijf, maar het gat is flink kleiner geworden. In 1997 bedroeg het verschil in kosten per aansluiting tussen het duurste en het goedkoopste bedrijf nog €119,- (90% t.o.v. het laagste niveau). In 2007 zal dit verschil zijn teruggebracht tot €74,- (46%).

Als deze ontwikkeling doorzet (en waarom zou dit niet gebeuren?), zou dit kunnen leiden tot de gedachte dat we naar één drinkwatertarief voor heel Nederland toe gaan. En dat is binnen één bedrijf eenvoudig te realiseren. De centrale toezichthouder hoeft dan nog maar één bedrijf in de gaten te houden en zal dus beperkt van omvang zijn, of zal zijn taak hebben overgedragen b.v. aan de centrale rekenkamer.

Collectiviteit

Eén bedrijf heeft tevens als voordeel dat het overlegcircuit dat we met de huidige 10 bedrijven hebben, overbodig wordt. De taken van een aantal van onze collectieve instellingen, zoals de branche-organisatie VEWIN, de werkgeversvereniging WWB en de opleidingsactiviteiten van de Stichting Wateropleidingen zullen zijn opgenomen in het grote moederbedrijf. Andere gezamenlijke ondernemingen, zoals KIWA Water Research en Reststoffenunie zullen zelfstandig blijven, doch nog slechts één aandeelhouder hebben. Hetzelfde geldt voor onze gezamenlijke laboratoria. De aansturing kan dan eenvoudig en eenduidig zijn, een belangrijk winstpunt t.o.v. de huidige versnipperde situatie. Alle bedrijfsonderzoek zal dan direct gekoppeld zijn aan KIWA, waarmee een krachtige organisatie is ontstaan, die tevens als motor kan fungeren van de zo dringend gewenste export van onze Nederlandse watertechnologie.

Innovatie

Bovendien kan onze innovatiekracht enorm worden versterkt, omdat onderzoek en de toepassing ervan dichterbij elkaar komen. Dit zal er bijvoorbeeld toe leiden, dat in 2025 de meeste klanten zullen zijn voorzien van een intelligente watermeter. Daarmee

hebben we de klant verlost van de jaarlijkse opname-perikelen, kunnen we gedifferentieerde tarieven aanbieden en daarmee de piekverbruiken beïnvloeden. Er zijn wellicht sensoren aan gekoppeld, die waarschuwen voor afwijkingen in de waterkwaliteit. Of de toevoer automatisch stopzetten bij normoverschrijdingen dan wel uit voorzorg b.v. bij werkzaamheden aan het leidingnet. Het vertrouwen van de consument in de centrale drinkwatervoorziening zal hiermee nog verder worden versterkt, ook waar het gaat om de vrees voor kwaadwillige aanslagen op de kwaliteit van ons drinkwater.

Investeringsen

Eén groot en sterk drinkwaterbedrijf in Nederland zal voldoende kapitaalkrachtig zijn om de grote investeringen die nodig zijn voor de inbouw van al die nieuwe watermeters te kunnen dragen. Dit geldt ook voor investeringen in de koppeling van voorzieningsgebieden, waarmee de inzet van bronnen kan worden geoptimaliseerd en de leveringszekerheid kan worden vergroot. Kapitaal zal ook nodig zijn voor de vervanging van het dan verouderde distributienet. Een groot deel van ons ondergrondse netwerk dateert uit de periode kort na WO-II en zal in 2025 60 tot 80 jaar oud zijn. Tegen die tijd kunnen we dus een piek in leidingrenovatie verwachten. Al deze investeringen hoeven niet te leiden tot een sterke stijging van de drinkwaterprijs. Door de schaalvergroting zullen nog behoorlijke efficiency voordelen te behalen zijn. Onderzoek en innovatie zullen leiden tot efficiëntere productie- en distributietechnieken. De benchmark studies van de laatste jaren zien nog steeds ruimte voor verbeterpotentieel. Prof. Dogterom voorspelde 10 jaar geleden een prijsstijging van 50 à 100% in de periode tot 2025. Dat is tot nu toe niet uitgekomen. De gemiddelde kosten voor een gezin zijn vanaf 1997 tot dit jaar gelijk gebleven, terwijl de inflatie over deze 10 jaar 25% heeft bedragen. Ik verwacht niet dat eventueel noodzakelijke prijsstijgingen de komende 20 jaar boven dit niveau zullen uit komen.

Centrale voorziening

Impliciet is in het voorgaande aangenomen dat er in 2025 nog steeds sprake zal zijn van een centrale drinkwatervoorziening. Er zijn in het verleden voorspellingen geweest van steeds meer decentrale voorzieningen, mede gebaseerd op de kring-

loopgedachte. Dit werd vooral ingegeven door de ontwikkeling van nieuwe technologieën, zoals membraanfiltratie. Afgezien van de risico's m.b.t. kwaliteit en leveringszekerheid, geloof ik niet dat dergelijke kleinschalige voorzieningen ooit goedkoper zullen worden dan het bestaande grootschalige collectieve systeem waarover we nu beschikken. Dat geldt zelfs voor afgelegen gebieden als b.v. het eiland Texel. Plaatselijke productie daar weegt niet op tegen de reeds aanwezige transportverbinding met het vaste land. Ook milieuvoordelen zijn met decentrale eenheden niet of nauwelijks te behalen. Het water zal hoe dan ook gezuiverd en op druk gebracht moeten worden. Een beperkt aantal grootschalige productie-eenheden is efficiënter qua energie- en chemicaliëngebruik dan de som van een groot aantal decentrale eenheden. Ook hergebruik door kringloopsluiting zal in Nederland niet nodig zijn. Ondanks de voorspelde klimaatveranderingen zullen we ook in 2025 nog over zoveel zoet water beschikken, dat direct hergebruik niet noodzakelijk zal zijn.

Overigens zal de totale afzet op of iets onder het huidige niveau liggen. De bevolking groeit nauwelijks. Door efficiënter watergebruik zal het groot zakelijk verbruik ondanks productiestijging niet toenemen. Bij de huishoudens zal de toename van waterbesparende apparatuur worden gecompenseerd door toename van water voor hygiënische doeleinden en wellicht ook tuinsproeien, mede als gevolg van warmere en drogere zomers.

Klimaat

De klimaatverandering kan ons in 2025 wel op een ander punt parten spelen, n.l. op het gebied van de watertemperatuur en de daarmee gepaard gaande kwaliteitsproblemen in distributienet en binneninstallaties (legionella, aeromonas, smaak). In de afgelopen warme zomerperiode zijn we op verschillende plaatsen al tegen of over de grens van 25°C gekomen. Dit probleem is het meest pregnant waar drinkwater uit oppervlaktewater wordt bereid, zelfs na passage van de duinen. Afkoeling door het transport via ons ondergrondse leidingstelsel is onvoldoende. Ook daar vind soms opwarming plaats als gevolg van opwarming van de bodem. Hieraan moet m.i. nog de nodige studie worden verricht om te voorkomen dat het in 2025 echt een probleem wordt. Wellicht kan een verband worden gezocht met het

vraagstuk van de effecten van centrale warmwatersystemen, en met de sterk groeiende praktijk van de warmte- koude-opslag in de ondergrond.

Tenslotte valt onder het kopje klimaatverandering natuurlijk ook onze algemene zorg voor de bescherming van onze laaggelegen gebieden. Ik ga ervan uit dat in 2025 onze kustverdediging op orde is, waaronder ook de Afsluitdijk. Immers een doorbraak van die dijk zou voor langere tijd het IJsselmeer ongeschikt maken voor de drinkwatervoorziening. Maar in ons ene grote landelijke drinkwaterbedrijf hebben we daarvoor ongetwijfeld goede terugval-opties gerealiseerd door de eerder genoemde koppelingen tussen voorzieningsgebieden.

Bedrijfsprofiel

De hamvraag is natuurlijk wat voor soort bedrijf zal de NV Drinkwater Nederland zijn. Is het een bedrijf met een puur maatschappelijke doelstelling, d.w.z. zo goed mogelijk drinkwater leveren tegen zo laag mogelijke kosten met tegelijkertijd zorg voor omgeving (bronnenbeheer, milieubewustzijn) en maatschappij (voorlichting en educatie). Of is het een bedrijf met een commerciële inslag, waarin ondernemen en aandeelhouderswaarde voorop staan. Ik vermoed dat het karakter hier tussenin zal liggen. Het blijft een publieke onderneming met een, gezien de recente discussie, restrictief dividendbeleid.

De maatschappelijke doelstelling zal voorop staan, maar de omvang en de financiële kracht van het bedrijf maken het mogelijk om commerciële activiteiten te initiëren en/of daarin deel te nemen. Dat zullen activiteiten zijn in eigen land, zowel gericht op de consumenten- als de bedrijvenmarkt. Enkele bedrijven (Evides, Brabant Water) hebben reeds dochterondernemingen op dit gebied. In de Nederlandse markt is niet veel ruimte voor meer van dit soort ondernemingen. Eenmaal aangesloten bij Drinkwater Nederland krijgen die de ruimte om de hele Nederlandse markt te bedienen.

Buitenland

Meer mogelijkheden liggen er in het buitenland, zowel commercieel (industriewaterverzorging) als not-for-profit (bijdragen aan de millenniumdoelstellingen). De bundeling van alle huidige buitenland-activiteiten, incl. Aquanet en de Waterfondsen, in één buitenlandbedrijf zou geweldige mogelijk-

heden bieden om onze expertise echt op grote schaal en effectief te kunnen inzetten ter leniging van de drinkwaternoden in de wereld. Dit bedrijf zou tevens een grote steun kunnen zijn voor het commerciële bedrijfsleven in de watersector. Iets waar het NWP weliswaar hard aan trekt, maar tot nu toe nog maar met beperkt succes vanwege het ontbreken van een echt grote speler. Qua omvang zal Drinkwater Nederland niet op kunnen tegen de Veolia's van deze wereld, maar we zouden toch een stevig partijtje mee kunnen spelen, zeker wanneer we het publiek-private karakter van dit bedrijf en de not-for-profit benadering goed uitspelen.

Waterketen

Tenslotte is de vraag of Drinkwater Nederland ook activiteiten in de waterketen zal uitvoeren en dan wellicht Nederland Water of Holland Water zal heten. Ik vermoed van wel omdat ook het huidige Waternet, die de onderdelen van de keten al in zich verenigt, zal zijn opgegaan in het landelijke bedrijf.

Of afvalwaterzuivering en rioolbeheer op grotere schaal zullen worden uitgevoerd zal afhangen van de afloop van twee discussies:

1. Overleven de waterschappen?
2. Durft de regering wettelijk schaalvergroting in het rioolbeheer af te dwingen?

Ik gok voor beide vragen op ja.

De discussie over het bestaansrecht van de waterschappen loopt al lang. Ik verwacht niet dat die vóór 2025 is beslecht.

Wat betreft de tweede vraag kan ik me niet voorstellen dat de terechte maatschappelijk roep om een efficiënter rioolbeheer het verzet van de VNG tegen loslaten door de gemeenten niet zal kunnen doorbreken. Het zal nog enkele jaren duren, maar uiteindelijk zal er een wettelijke regeling komen, vergelijkbaar met het reorganisatie-artikel in de Drinkwaterwet van 1978. Daarbij zijn er drie mogelijkheden. Of gemeenten sluiten zich aan en vormen zelf grotere rioolbedrijven, waarna er waarschijnlijk een ontwikkeling zal volgen naar verdere opschaling, vergelijkbaar met de drinkwaterwereld. Of de waterschappen ontfermen zich over

deze taak, al dan niet samen met de gemeenten en integreren het met hun zuiveringstaak. Dit zou een gezonde oplossing zijn. Of de NV Nederland Water ontfermt zich over deze taak. Naast het grote effect van de schaalvergroting zou dit nog extra voordelen kunnen opleveren door de combinatie van het ondergrondse leidingbeheer. Ik gok voorlopig op de waterschapsoplossing met regionaal wellicht samenwerkingsverbanden met het drinkwaterbedrijf. De waterschappen hebben op diverse plaatsen nu al flinke samenwerkingsverbanden met gemeenten, bv. in de vorm van afvalwaterakkoorden.

Samenvatting

Samenvattend kom ik tot het volgende beeld van de Nederlandse drinkwatervoorziening in 2025:

- Eén landelijk drinkwaterbedrijf onder de werktitel NV Nederland Water;
- Alle huidige gezamenlijke instituties zijn hierin ondergebracht;
- Een innovatief bedrijf met stevige researchinspanningen;
- Investeert in intelligente watermeters, optimale inzet van bronnen, koppelleidingen en leidingnetsanering;
- Eén drinkwatertarief voor heel Nederland, dat slechts beperkt hoger zal zijn dan het huidige landelijk gemiddelde tarief;
- Nog steeds een centrale voorziening;
- Verbruik op hetzelfde niveau als heden ten dage;
- Innovatieve oplossingen voor het groeiende opwarmingsprobleem;
- Een publiek bedrijf met primair een maatschappelijke doelstelling;
- (Risicodragende)activiteiten in het buitenland zijn gebundeld in een Buitenland BV;
- Opschaling van het rioolbeheer is wettelijk afgedwongen;
- N.V. Nederland Water speelt hierin slechts een beperkte rol.

USA or Europe: Who is the True World Leader in Drinking Water Technology

(What Can Each Learn from the Other?)

Gary Amy

Prologue

With my wife and our cats, I moved to Delft in January 2005 to become (and became) a European. This move from North America was preceded by a sabbatical at the Technical University of Berlin during 2003-2004, providing additional European perspectives. While there are clearly cultural and political differences between the USA and Europe in general, and the Netherlands in particular, there are also different perspectives on the drinking water industry and practice. The purpose of this presentation is to highlight some of these differences as well as to point out similarities. While the following discussion will contrast Europe with the USA, some comparisons will be made at the level of North America, inferring inclusion of Canada.

While in Berlin, I consumed tap water (bank filtrate) everyday which had not been chemically disinfected, and my consumption of non-chlorinated water has continued in Delft. Now, when I occasionally return to the USA, I am struck by the medicinal (chlorinous) taste of drinking water. But, the differences go beyond just chlorine...

Drinking Water Quantities

A fundamental difference between the USA and Europe is the significantly greater per capita consumption of municipal and domestic water. In the USA, the per capita consumption of municipal water is ~ 100+ gal/cap-day (~ 380+ L/cap-day) compared to the Netherlands (~125 L/cap-day), Germany (~130 L/cap-day), Sweden (~190 L/cap-day), Finland (~115 L/cap-day), and Denmark (~150 L/cap-day) (courtesy of Saroj Sharma and Nemanja Trifunovic, UNESCO-IHE, Netherlands). These differences are partly influenced by the cost of water (see subsequent section).



prof. dr. G.L. Amy

*Professor of Water Supply and Sanitation,
UNESCO-IHE Institute for Water Education;
Professor of Sanitary Engineering, TU Delft;
Formerly Professor of Environmental
Engineering, University of Colorado USA*



A commonality to both Europe and the USA is an inequitable distribution of water resources with water-scarce regions in both Europe (e.g., south of Spain, Southeast of the UK, Eastern Europe) and the USA (e.g., coastal states of California, Texas, and Florida, and inland states of Arizona and Nevada).

Drinking Water Costs

A major distinction between the USA and Europe are the higher investments, and hence higher unit costs, in Europe. A typical unit cost of municipal drinking water in the USA is ~\$2.00/1000 gal (~ € 0.40/1000 L) compared to central Europe (~€1.00/1000 L) and the Netherlands (~€ 1.35 – 1.50/1000 L) (courtesy of Maria Kennedy, UNESCO-IHE, Netherlands).

Institutional and Regulatory Considerations

In the USA, drinking water and wastewater agencies are fragmented and defined according to political boundaries (e.g., city or county) as opposed to natural boundaries such as a watershed. While private sector participation is more rare in the USA versus, for example, the UK and France, the resultant public agencies often have an acrimonious relationship. Drinking water regulations are specified at the federal (national) level although enforcement can be (is) delegated to individual states, with states then having the option of more restrictive standards.

Drinking water standards in the USA are based on the Safe Drinking Water Act (SDWA) which specifies maximum contaminant levels (MCLs) for physical, chemical, and microbiological contaminants of either public health concern (legally enforceable primary standards) or aesthetic concern (recommended secondary standards). As an outgrowth of the SDWA, a Disinfectant/Disinfection By-Product (D/DBP) Rule has been promulgated that specifies maximum and minimum disinfectant residuals levels within the distribution system as well as maximum disinfection by-product (DBP) levels (see subsequent section). Another evolution of the

SDWA has been the Surface Water Treatment Rule (SWTR), promulgated in various stages/phases, which identifies required treatment technologies (e.g., CT (concentration x time) requirements for primary disinfection of viruses and Giardia) and specifies Cryptosporidium bins (CT requirements and physical removal credits). Soon to be promulgated is the Groundwater Treatment Rule (GWTR) which implicitly identifies viruses as the controlling subsurface contaminant, and specifies required monitoring, well location, and treatment credits (for viruses). A recent development is the specification of a critical contaminant list (CCL) whereby emerging contaminants are identified and monitored.

Within the USA, there is a division between drinking water regulations (Safe Drinking Water Act) and wastewater regulations (Clean Water Act) resulting in an institutional constraint to wastewater reclamation/reuse.

In the European Union (EU), there is the Drinking Water Quality Directive (DWQD) (98/83/EC). This directive specifies: (i) strict water quality standards for water destined for human consumption; (ii) maximum permissible and guideline values including microbiological indicator organisms (e.g., *E. Coli*, 0/100 mL); organic and inorganic chemicals (e.g., pesticides: 0.10 µg/L each, 0.50 µg/L sum); and indicator parameters (e.g., conductivity); (iii) monitoring requirements; and (iv) compliance at the tap (courtesy of Christian Kazner, RWTH, Germany; Mathias Ernst, TU-Berlin, Germany). DBP limits have also been specified (see subsequent section).

In the EU, the Water Framework Directive (WFD) (2000/60/EC) emphasizes a watershed approach that permits addressing cross-boundary problems. The intent of the WFD is to protect water resources (quality and quantity) through an integrated water resource management (IWRM) policy including river basin management and cross-border cooperation. The WFD is a legislative framework to protect and improve the quality of all water resources within the European Union including rivers, lakes, groundwater, transitional water (estuaries) and coastal water. It is notable that, in the EU, ten countries get half of their water from neighbouring countries.

Table 1. - The Three “Pillars” of Drinking Water (courtesy of Urs von Gunten, EAWAG, Switzerland).

Country	Water Resources Protection	Multi-Barrier Treatment	Maintenance of Distribution System
USA	High	Medium	Low
Switzerland	High	High	High
Germany	High	High	High
France*	Medium	High	Medium-Low
Netherlands	Difficult**	High	High
UK*	Medium	High-Medium	Medium-Low

*Privatization

**Location within International Watersheds

Overall Drinking Water Practice

General aspects of drinking water practice in the USA versus Europe can be contrasted by considering the three “pillars” of drinking water (Table 1), clearly showing the lower emphasis placed on multi-barrier treatment and distribution system maintenance in the USA compared to Europe. More stringent regulations are driving USA practice toward the multi-barrier approach. In contrast to the USA, the Netherlands and some central European countries (e.g., Switzerland and Germany) place a strong emphasis on distribution system maintenance.

Disinfection Practice

Disinfection practice in the USA, with the exception of UV irradiation, is summarized in Table 2 for large (>100,000 persons) systems where pre- (primary, in plant) and post (secondary, distribution system) combinations are identified. It is noteworthy that, given the concerns about chlorination by-products, there is still widespread, but decreasing, use of pre-

chlorination in the USA. While the use of ozone as a primary disinfectant and chloramines as a secondary disinfectant is increasing, chlorine remains the most common post-disinfectant. A common approach is to use free chlorine as a primary disinfectant for a short time period of CT, after which ammonia is added. As of 2005, about 68 and 29 percent of USA distribution systems used chlorine versus chloramines, respectively. The primary motivation for use of chloramination is to lower chlorination by-products and to provide distributed water with comparable DBPs throughout the distribution system. However, problems associated with distribution system nitrification have been observed in several USA utilities using chloramination (e.g., Miami, Florida).

As a consequence of increasing concern about Cryptosporidium occurrence in drinking water supplies, and the demonstrated efficacy of UV inactivation of Cryptosporidium at reasonable UV doses, there is presently a very high interest in UV disinfection in North America. The Cryptosporidiosis outbreak in Milwaukee (Wisconsin) has served as a catalyst for UV technology application.

Table 2. - Disinfection Practice in the USA for Large Systems (>100,000) (ICR, 1998).

Pre-(Primary)/ Post-(Secondary) Disinfectants	% of Plants (n = 334)	Historical Trend
Pre-Chlorination/Post-Chlorination	50	Decreasing
Pre-Chlorination/Post-Chloramination	5	
Pre-Chlorination + Ammonia (after time lag) /Post-Chloramination	30	Steady
Pre-Chlorine Dioxide/Post-Chlorination	5	
Pre-Chlorine Dioxide/Post-Post-Chloramination	4	
Pre-Ozonation/Post-Chlorination	2	Increasing
Pre-Ozonation/Post-Chloramination	4	Increasing

Europe uses various alternative disinfectants for drinking water disinfection (Table 3) but the practice is not homogeneous. France, for example, mainly uses ozone. Italy and Germany use ozone or chlorine dioxide as primary oxidant and disinfectant. In most southern European countries (e.g., Italy, Spain, and Greece) and the United Kingdom (UK), chlorine is added for residual disinfection. The UK is one of few European countries that use chloramines for residual disinfection in the distribution network and for the lowering of DBPs (Spain also uses chloramines for disinfection occasionally). The use of chloramines in France is presently prohibited. Generally, in central Europe (e.g., Berlin, Amsterdam, Zurich, Vienna), there is no distribution-system residual, a practice permitted by promoting/ensuring biostability: e.g., the Netherlands targets a finished-water assimilable organic carbon (AOC) of ≤ 10 ug/L).

In some cases, (e.g., Paris), low levels of chlorine are maintained in the distribution system through booster chlorination. While also used as a disinfectant, ozone is frequently used for micropollutant (e.g., atrazine) oxidation, often within the context of ozone-biological activated carbon (O_3 -BAC).

Representative UV installations in Europe include (courtesy of Jim Bolton, International Ultraviolet Association):

- PWN Water Treatment Plant (part of AOP process for both micropollutant oxidation and disinfection); Andijk, The Netherlands; Flow rate = 25 MGD; 8 large medium pressure UV reactors

- Huybergen, The Netherlands; Flow rate = 1.2 MGD; 2 medium pressure lamps
- Welsh Water, UK; Flow rate = 12 MGD; Lamp type = Low pressure, high intensity
- Helsinki, Finland; Flow rate = 79 MGD; Low pressure, high intensity lamps

Representative UV installations in North America include (courtesy of Jim Bolton, International Ultraviolet Association):

- Lodi, California, Flow rate = 1.2 MGD; 24 low pressure lamps
- Pittsburgh, Pennsylvania, Flow rate = 40 MGD; 6 x 20 kW medium pressure UV lamps
- Edmonton, Canada; Flow rate = 32 MGD; 6 x 20 kW medium pressure UV lamps
- Edmonton, Canada; Flow rate = 95 MGD; 3 x 120 kW medium pressure UV reactors (currently world's largest UV facility)

Ozonation and Advanced Oxidation Processes (AOPs)

There has been a substantial growth in the application of ozone in drinking water treatment in North America over the last 10 to 15 years. In the USA, there are 255 drinking water treatment plants that employ ozone as an oxidant and/or disinfectant (Table 4). The capacities range from 0.1 to 750 MGD, with an average of 64 MGD. There are an additional 20 ozonation facilities in Canada, with capacities ranging from 4.0 to 320 MGD and an average of 43 MGD. While there are some advantages to pre-ozonation in retrofitting of existing

Table 3. - Disinfection Practice in the European Union (EU).

Country	Chlorine	Chlorine Dioxide	Chloramines	Ozone	UV
United Kingdom	1	3	3	3	3
Italy	1	1	-	3	-
Spain	1	3	2	2	-
Greece	1	-	-	-	-
France	2	2	-	1	
Netherlands	-	2	-	1	2
Germany	-	1	-	2	3

1 = Most Commonly Used; 2 = Commonly Used; 3 = Occasionally Use; "-" = Seldom/Not Used

Table 4. - Ozone Facilities in North America (2005).

(Courtesy of Craig Thompson, Kennedy Jenks, USA, and Paul Overbeck, International Ozone Association)

	Number of Facilities	Average Capacity (MGD)	Range of Capacities (MGD)
USA	255	64	0.1 – 750
Canada	20	43	4 - 320

plants, the move in North America is toward intermediate ozonation preceding sand filtration (or GAC). Treatment objectives range from single- to multi-objective in the following order of predominance: CT (disinfection), taste and odor (T&O) control, THM control, color removal, and pesticide/organic compound removal. This is in contrast to European practice where trace organics (pesticides) have been a dominant water quality objective of ozonation, along with disinfection.

Other USA trends include: an increase in size of DWTPs using ozone, a shift from air to oxygen feed gas, a higher ozone gas concentration (8-12 % by wt), a smaller ozone generator size, and an increased use of eductors for mass transfer. The major constraint to further ozone implementation in North America remains bromate formation, with pH depression being the most widely used bromate control strategy.

It has been slowly recognized, more so in Europe than North America, that the use of ozone is a commitment to biofiltration as a consequence of the formation of biodegradable organic matter (BOM) from natural organic matter (NOM). Thus, the perspective of a sand filter following ozonation has been expanded to include to removal of BOM as a means of maintaining microbial quality in the distribution system. As a consequence, the Dutch have specified a target for assimilable organic carbon (AOC) in distributed water, enabling avoidance of a chemical residual.

While the use of ozone oxidation/disinfection has expanded (and continues to expand), the implementation of advanced oxidation processes (AOPs) has evolved more slowly in both Europe and the USA, with the primary driver now being emerging organic micropollutants (endocrine disrupting and pharmaceutically active compounds). In the

Netherlands, the Dutch Water Company PWN has implanted a UV-AOP process to serve as a barrier to both pathogens and micropollutants. In Colorado, the city of Aurora recently commissioned a UV-AOP facility to serve as a barrier for NDMA present in a wastewater-impacted drinking water source. It is noteworthy that both of these facilities employ the UV-H₂O₂ which does not form bromate in contrast to ozone-based AOPs.

There is also an interest in developing disinfection-oxidation hybrids where ozone or UV alone (providing disinfection) are later followed by introduction of hydrogen peroxide (providing hydroxyl radical oxidation).

Disinfection By-Products (DBPs)

In the USA, the occurrence of chlorination by-products, trihalomethanes (THMs) and haloacetic acids (HAAs), ozonation by-products (bromate), and chlorine dioxide by-products (chlorite) are presently regulated by MCLs of 80 ug/L (sum of four species), 60 ug/L (sum of five species, HAA5), 10 ug/L, and 1 mg/L, respectively. These limits are based on a running annual averages and are applied to distributed tap water; the THM and HAA regulations pertain to a locational maximum within the distribution system. The occurrence of THMs and HAAs in large systems (> 100,000) using chlorine are summarized in Table 5. In a 1998 survey (ICR, 1998), a survey of 22 ozone plants in the USA revealed an average bromate of 2.6 ug/L for source waters with an aver-

Table 5. - Chlorination DBP Occurrence in USA for Large Systems (>100,000) (ICR, 1998).

DBP Class	50 th Percentile	90 th Percentile
Total THMs	33	75
HAA5	21	53
HAA9	30	69

Table 6. - Bromate Formation in Full-Scale Ozonation Plants (2001)
(Courtesy of Urs von Gunten, EAWAG, Switzerland).

Country	Number of Plants	Bromide Range (ug/L)	Bromate Range (ug/L)	Number Exceeding 10 ug/L
France	42	12 - 658	<2 - 20	4
Germany	4	30 - 150	<1 - 12	1
Switzerland	86	< 5 - 50	< 0.5 - 20	2
USA	24	2 - 180	0.1 - 40	3

age bromide of 85 ug/L; however, these plants were not operated for Cryptosporidium removal, implying that higher bromate levels can be anticipated at the higher CT levels required for Cryptosporidium inactivation.

European Union (EU) standards for total THMs and bromate are 100 ug/L and 10 ug/L, respectively, but these limits are an absolute maximum and are not based on annual averaging, making compliance for bromate particularly challenging in Europe. Trends of bromate formation in various European countries and the USA are summarized in Table 6. Roughly, about 10 percent of these plants exceed the 10 ug/L limit, a problem that will be further exacerbated when higher required CT values for Cryptosporidium are implemented.

It is interesting to note the philosophical alternatives to DBP Control in North America, remove NOM before chlorination, versus central Europe, limit BOM and eliminate chlorination.

In North America, there is a new focus on wastewater (effluent) DBPs from the perspective of wastewater (effluent) impacted drinking water sources. Here, the concern is on differences in the DBP precursor: (i) dissolved organic carbon (DOC) as a precursor for THMs and HAAs and (ii) dissolved organic nitrogen (DON) as a precursor for nitrogenous DBPs (N-DBPs) (NDMA, haloacetonitriles (HANs), Chloropicrin, Cyanogen Chloride, and halonitromethanes (HNMs)). Some N-DBPs exhibit a higher cancer potency than chlorination DBPs. There is also concern about brominated DBPs, often with higher carcinogenicity than corresponding chlorination DBPs.

Membrane Technology

The use of membranes in drinking water treatment and wastewater reclamation/reuse has expanded exponentially in both Europe and North America. Of particular note are low-pressure, microfiltration (MF) and ultrafiltration (UF), membranes where the number of drinking water plants world-wide has increased from less than 50 in 1995 to more than 500 in 2005, with a total installed capacity of 250,000 m³/hour; most of this activity has taken place in Europe and North America (Table 7), driven by more stringent water quality requirements and regulations (courtesy of Jim Lozier and Robert Huehmer, CH2M-Hill USA). As of 2005, five of the ten largest MF/UF plants worldwide were located in North America with three in Europe (courtesy of Stefan Panglisch, IWW, Germany). The interest in low-pressure membranes has been largely driven by microbiological concerns, with UF becoming the membrane of choice for virus removal. While the market was initially dominated by (positive) pressure membranes, immersed (submerged) membranes have found a significant niche. A recent (2005) AWWARF study (courtesy of Samer Adham, MWH, USA) indicated that in the year 1998, only 4 of 40 new plants were submerged, increasing to 25 of 73 in 2003; moreover, in 2003, the total installed capacity of submerged membranes exceeded that of (positive) pressure membranes.

Table 7 - Installed MF/UF Capacity (2005)
(courtesy of Samer Adham, MWH, USA)

Continent	Installed Capacity (MGD)	% of World-Wide Capacity
North America	620	46
Europe	485	36
Australia/Oceania	114	8
Asia	102	8

Likewise, the interest in low pressure, nanofiltration (NF) and reverse osmosis (RO), membranes has also increased substantially over the last decade for NF, and over the last three decades for RO. The drivers for NF membranes are trace organic compounds (e.g., pesticides) removal in both Europe and North America, augmented by an interest in natural organic matter (NOM) removal, as a DBP precursor, in North America. The main drivers for RO are sea (and brackish) water desalination in both Europe and the USA, augmented by wastewater reclamation/reuse applications in the USA. Globally, the total installed capacities (2005) of NF and RO are 1,600 and 20,000 MLD, respectively, with corresponding capacities of 1,200 and 5,000 MLD, respectively, in North America (courtesy of Jim Lozier and Robert Huehmer, CH2M-Hill USA). The projection for global cumulative NF/RO capacity in 2010 is over 30,000 MLD. The application of MF/UF filtration in drinking water treatment has moved from direct filtration (no pretreatment), as practiced in the mid-1990s, to more coagulation/flocculation pretreatment in most recent facilities.

The global trend in desalination technologies, with the exception of the Middle East, is away from thermal processes and toward membrane-based desalination. In Europe, almost 70 % of seawater desalination is accomplished by seawater RO (SWRO) (courtesy of Jan Svhippers, UNESCO-IHE, Netherlands), with the USA looking almost exclusively at SWRO in present and contemplated future desalination projects. In North America and Europe, SWRO accounts for over 2.5 and over 2.0 Mm³/day of installed capacity (2004), respectively (within this context, North America includes SWRO facilities in the Caribbean). Globally, three of the ten largest SWRO plants are located in Europe (all in Spain) with one in North America (courtesy of Stefan Panglisch, IWW, Germany). Interest in SWRO in water-scare areas of North America has dramatically increased in the last several years; for example, there are 20 projects presently being contemplated in California with capacities ranging from about 10 to 50 MGD (courtesy of Brent Alspach, Malcolm Pirnie, USA).

Looking toward the future, there has been recent interest in ceramic membranes as well as new hybrid membranes (e.g., ion exchange resins coupled with MF or UF). Residual/brine disposal and ensuring membrane integrity continue to be the major constraints to further implementation of membrane technologies. In North America, MF (or UF) membranes are being increasingly used in plant retrofits where sand media in a filter tank is replaced by an immersed membrane. In fact, one can envision the "conventional" drinking water treatment plant of the future, in both Europe and North America, to be a membrane filtration plant or even an integrated membrane system (IMS). Overall, there is little difference in European and North American practice, with both leaders in membrane technology.

Granular Activated Carbon (GAC)

While GAC applications to trace organic compounds (e.g., pesticides) and NOM have been studied for decades, there are relatively few GAC facilities presently situated in North America; the largest (175 MGD) is located in Cincinnati (Ohio). More GAC facilities are, however, coming on-line in, for example, Arizona where there are serious problems with algal-derived taste and odor compounds (geosmin and MIB) which are effectively removed by GAC (courtesy of Zaid Chowdhury, Malcolm Pirnie, USA).

In Europe, there is more experience with biological activated carbon (BAC), predicated on the preceding use of ozone; in fact, the BAC technology was first recognized in France where long term performance without thermal regeneration of GAC was observed. However, there is increasing interest in the BAC technology in the USA (courtesy of Peter Huck, University of Waterloo, Canada). As with ozone preceding sand filtration being a commitment to biofiltration, likewise ozone preceding GAC is a commitment to BAC with the corresponding goal of removing BOM. Since BAC is less effective in adsorption than GAC, there is an interest in a sequence of BAC followed by GAC.

One subject of continuing debate is whether a GAC adsorber can (should) double as a GAC filter, replacing a sand filter; here, the tradeoff is between lower capital costs countered by increased operational complexity and potentially diminished process performance (courtesy of Michele Prevost, Ecole Polytechnique, Canada).

(River) Bank Filtration

Europe, and in particular Germany, has a long history of river bank filtration (RBF) practice, particularly along the major rivers of Europe including the Rhine, Danube, and Elbe Rivers. While RBF is the dominant form of the technology, aquifer recharge and recovery (ARR), involving an infiltration basin, is practiced in some locations (e.g., Berlin). Several European countries (Germany, Hungary, and the Slovak Republic) derive more than 15 percent of their drinking water through RBF (courtesy of Wolfgang Kühn, TZW, Germany). While the initial European motivation was based on considerations of microbial quality, RBF is now recognized in Europe as a total treatment system capable of the removals of turbidity, microbes, NOM, trace organic compounds, and nitrogen (N) including ammonia and nitrate (courtesy of Martin Jekel, TU-Berlin, Germany). In Berlin, a wastewater effluent-impacted source is treated by lake bank filtration (LBF). Many German RBF facilities have been operating for decades, demonstrating the sustainability of the process.

Representative RBF facilities in the USA range in capacity from <1MGD to 85 MGD (courtesy of Ed Bouwer, Johns Hopkins University, USA). The practice of RBF in the USA has generally been more recent as well as more narrow in treatment objectives, with a strong focus on removal of *Cryptosporidium* oocysts, driven by regulations (SWTR). Moreover, there is little experience with ARR as a treatment process as opposed to a strictly storage component often designated as aquifer storage and recovery (ASR). These differences in treatment objectives has led to significant differences in practice: most RBF facilities in Europe employ travel distances and travel (residence) times of

greater than 10 meters and 10 days, respectively; in contrast, most RBF facilities in the USA provide less than 10 meters of travel distance and 10 days of travel time, respectively (courtesy of Thomas Grischek, TU-Dresden, Germany). In Germany, in many cases, bank filtrate is distributed with little additional treatment and without chemical disinfection and a residual.

The multi-objective(-contaminant) merits and sustainability of RBF have created greater interest in North America, with the city of Aurora (Colorado) planning to implement the largest RBF facility in North America with a novel sequence of RBF followed by ARR (courtesy of Rod Brauer, CH2M-Hill, USA). However, the Aurora RBF/ARR system is only being considered as pretreatment for a wastewater effluent-impacted river with other advanced processes (e.g., AOP and GAC) to follow. The major constraint to further RBF activity in the USA is regulatory reluctance to accept the full benefits and robustness of the process. Until then, Europe will continue to provide world leadership in RBF technology. Areas of future technology development will include amendments as an addition to ARR infiltration basins (courtesy of Ken Carlson, Colorado State University, USA), and coupling of RBF and ARR such as the Aurora example.

Distribution System Water Quality

As shown in Table 1, there are different perspectives on distribution system infrastructure and maintaining associated distribution system water quality. The practice in some central European countries (e.g., the Netherlands, Germany Switzerland, and Austria) is a combination of investment in new/replacement infrastructure and maintaining low levels of BOM to avoid DBPs; the Netherlands has emphasized both approaches (courtesy of Han van Dijk, Tu_Delft, Netherlands). In North America, a major distribution system water quality issue is DBPs, with an associated move toward chloramination to minimize DBPs. In both geographical settings, there are concerns about corrosion and corrosion by-products (e.g., lead and copper).

New Challenges for Drinking Water Treatment

Both Europe and North America are keenly aware of the issue of emerging contaminants, both microbial and chemical. For microbes, the related issue is persistence or passage through certain treatment processes (e.g., resistance of certain viruses to UV inactivation). High on the radar screen are micropollutants, both organic; endocrine disrupting compounds (EDCs), pharmaceutically active compounds (PhACs), fuel oxygenates, and new DBPs (e.g., NDMA); and inorganic; perchlorate and chromate. Other challenges include salinity (TDS) management in inland locations, and controlling microbial nutrients in distribution systems. While one often thinks of the contaminant du jour, there is already interest developing in the area of nano-contaminants (e.g., nanoparticles).

Differences in Philosophy

While there are many similarities in drinking water practice in Europe and North America (e.g., both aggressively embracing membrane technology), there are some clear differences. In Europe, there is a watershed perspective of drinking water sources as opposed to a more politically-geographic perspective in North America. The practice of RBF in Europe is much more developed, and much more trusted. While Europe is not homogenous in its drinking water practice, a striking difference between North America and much of central Europe (Germany, Austria, Switzerland, and the Netherlands) is the avoidance of chemical disinfectant residuals by the latter and the corresponding emphasis on controlling distribution system microbial quality by controlling microbial nutrients. In terms of primary (in-plant) disinfectants, these same central European countries avoid the use of chlorine and rely on the use of ozone.

An attribute of practice in the USA is the use of a rigorous risk basis for setting MCLs, along with a regulatory vehicle (CCL) for tracking emerging substances. Based on water shortages in the southwestern USA, a leadership role is being exerted by

the USA in wastewater reclamation/reuse. Certainly, in terms of an industry commitment to UV technology, the USA is also exerting leadership in this area.

Acknowledgements

The following colleagues contributed ideas and/or materials to this presentation:

- Zaid Chowdhury, Brent Alspach, Malcolm Pirnie, USA
- Craig Thompson, Kennedy Jenks, USA
- Ed Bouwer, Johns Hopkins Univ., USA
- Jim Lozier, Robert Huehmer, Rod Brauer, CH2M-Hill, USA
- Ken Carlson, Colorado State University, USA
- Paul Overbeck, IOA, USA
- Michèle Prévost, Ecole Polytechnique, Canada
- Peter Huck, Univ. of Waterloo, Canada
- Jim Bolton, International Ultraviolet Association
- Thomas Grischek, TU-Dresden, Germany
- Wolfgang Kühn, TZW, Germany
- Stefan Panglisch, IWW, Germany
- Martin Jekel, Mathias Ernst, TU-Berlin, Germany
- Urs von Gunten, EAWAG, Switzerland
- Hans van Dijk, TU-Delft, Netherlands
- Christian Kazner, RWTH, Germany
- Jan Schippers, Maria Kennedy, Saroj Sharma, Nemanja Trifunovic, UNESCO-IHE, Netherlands

The Down Under water experience

Jasper Verberk

Introduction

I'll start this article with the warmest July month ever recorded in the Netherlands. At the end of July I read on my Dutch internet news source (see Website 1) that in the month of July the water consumption in the Netherlands was 1,5 times the normal consumption in July as result of the heat stroke. Consumption figures of several water companies were given. At the bottom of this news item the following sentence caught my attention "Waternet, het bedrijf dat drinkwater levert aan Amsterdam kon het dagverbruik voor de maand juli niet aanleveren" or in English "Waternet, the utility supplying water to the city of Amsterdam, was not able to produce the daily consumption in the month of July". In Australia it is unthinkable that a water utility is not able to produce up to date figures on water consumption, daily rainfall and capacity of the reservoirs. Websites of Australian utilities are updated daily with these figures. The consumers visit these websites (see Websites 2, 3, 4, 5) frequently to see what the level of water restrictions is and to find out the allocated days for sprinkling their garden that week.

Furthermore, every day at the end of the news report on television in Sydney and in all local news papers overviews are presented of the water consumption of the different suburban areas, dam capacities, rain fall figures (currently and in the last 5 years) and so on.

And water is even a hot topic in the news and politics. Political parties have eminent water paragraphs in their election program and a special secretary of the PM for water has been announced to deal with interstate water related problems. On television attention is paid to the water problems on prime time by documentaries and discussion programmes. Water has been the lead story on most papers in the last spring as it is a topic that affects all Australians. Since October 2006 all major cities have water restrictions. Why all this attention, what's going on? Is it as problematic as it is? And what is the reaction of the Australian water utilities to the water crisis?



*dr.ir. J.Q.J.C. Verberk
TU Delft;
Cooperative Research Centre for
Water Quality and Treatment*



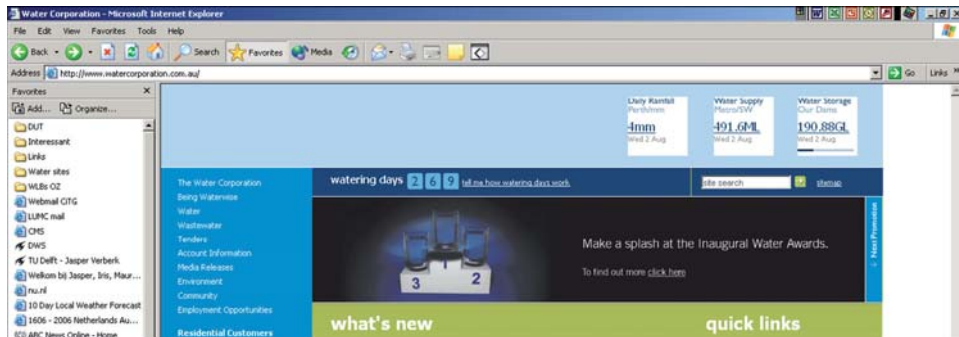


Figure 1 - Example of website of Australian water utility with on top of the site information about yesterday's reservoir levels, consumption and rainfall and street numbers indicating who is allowed to water the garden.



Figure 2 - Figures on water levels in reservoirs close to Melbourne

Water consumption

Water availability

Australia is a large country with an unique water resources situation. Australia is a continent of extremes: of geography, climate, population distribution and water resources. It is the driest inhabited

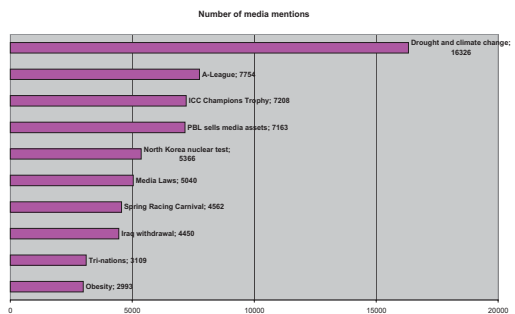


Figure 3 - The week's top 10 Australian issues, October 21-27 (Source Media Monitor)

continent on Earth, with highly variable rainfall patterns. This variability means that Australian communities frequently face water supply and water quality problems.

Only 12 percent of the annual rainfall over Australia results in runoff into streams and rivers or soaks into and is retained in the ground. The rest is returned to the atmosphere directly by evaporation or from vegetation through the process of transpiration. This results in Australia having only one per cent of the water carried by the world's rivers despite having five per cent of the world's land area. The long term

When I arrived in September 2005 in Australia I expected a sunny hot country, where everyone is dressed in shorts and walking on thongs. This last expectations about the Australian "fashion" was true, however the spring of 2005 was very wet with even some floodings in the Adelaide area. This had not happened in the last 100 years! The year 2006 on the other hand was dry. I cannot remember any substantial rainfall since April 2006. In the month of October 2006 only 1 mm of precipitation was recorded, compared to a normal yearly average of 50 mm. Also when driving through the country it was obvious that the land was dry. The grass is everywhere yellow coloured and the number of bushfires was already high in October. The fire season even started 1.5 month earlier than normal because of these very dry conditions. I myself didn't experience that there was a drought. Water was always running from the tap. Even when the restrictions came into place in October there was always sufficient water.

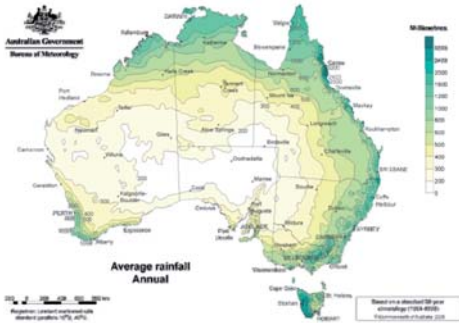


Figure 4 - Average annual rainfall in Australia
(Bureau of Meteorology, http://www.bom.gov.au/cgi-bin/climate/cgi_bin_scripts/annual-monthly-rainfall.cgi)

average annual rainfall over Australia is estimated to be 455 millimetres. However, this hides the very variable rainfall pattern across the continent as indicated in figure 4.

Besides large fluctuations in rainfall over the country also large variations in rainfall over the years exist as a result of climatological weather phenomena like el Niño and la Niña. In recent years the rainfall has been considerably lower than the average values as indicated in figure 5 and many regions in Australia are dealing with a severe drought.

Australia is currently (anno 2006) experiencing the worst drought in 1,000 years. The yearly rainfall is half the average rainfall. All cities have started with water restrictions and some cities even are running out of water in the very near future. The water levels in the reservoirs are low (see Websites 6, 7), some reservoirs are even under the critical level. Some rural communities in Victoria have run out of water and the inhabitants are getting every two

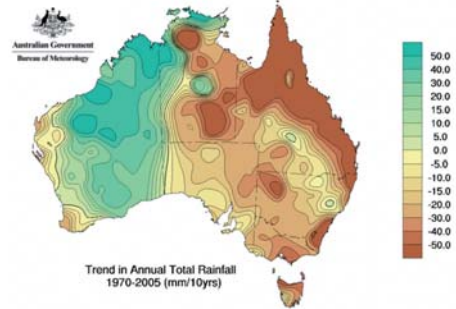


Figure 5 - Trend in annual total rainfall period '70- '05
(Bureau of Meteorology, http://www.bom.gov.au/cgi-bin/silo/reg/cli_chg/trendmaps.cgi)

weeks water by trucks, the so called water carting (see Website 8).

The inflow in the Murray-Darling basin, the largest catchment area in Australia, is record low. Since the water year started on July 1 only 10% of the average inflow has reached the Murray-Darling basin. Also the reservoir and river levels everywhere in the country are historical low. Even some reservoirs have become totally dry and the pictures in the newspaper and on the television of the low water levels in the river Murray are dramatic.

Water consumption

Australians are large domestic water consumers. On average they use 315 liter drinking water per person per day for domestic use (Water account Australia 2000-01, 2004). The people in Northern Territory use most water, almost 600 lpppd, while the people in New South Wales are moderate consumers with only 277 lpppd. It has to be mentioned that in the Northern Territory and Tasmania there is an abundance of water and no water restrictions are in place, while in all the other states water restrictions

Table 1 - Water use by households 2000-2001 (Water account Australia 2000-01, 2004)

Location	NSW	Vic.	Qld	SA	WA	ACT	Aust.
Bathroom	26	26	19	15	17	16	20
Toilet	23	19	12	13	11	14	15
Laundry	16	15	10	13	14	10	13
Kitchen	10	5	9	10	8	5	8
Outdoor	25	35	50	50	50	55	44
Total	100	100	100	100	100	100	100

When I signed my rental agreement I was told that the first 200 kL (in Australia they use kL in stead of m³) of water use would be paid by the land lord. I did a quick calculation, based on my Dutch water consumption of 125 lpppd, and concluded that this was a fair deal. My family would at maximum consume 150 kL a year. The first night we slept in our new house at 0.00 hour I was woken up by a strange noise. I quickly found out that the sprinkler system was in use. For an hour the lawn was watered. The same noise was noticed again at 6.00 a.m. Again the sprinkler system started. This all resulted in a huge water consumption. In the end I used far more than 200 kL a year, the final volume of water was 350 kL or a daily use of 250 lpppd.

are in place. Most of the water is used outdoors for watering the garden. In normal years the garden takes around 35% of the consumption, although in hot, dry summers this figure can be as high of 90% in some parts of the country.

The average price of water is \$ 0.42 per kL for the first 125 kL, ranging from \$ 0.42 per kL for the first 125 kL in Adelaide and Perth to \$ 0.98 per kL in Sydney. The capital cities price is in the upper bound and some cities have inclining block tariffs (see table 2). As a result of the low price of water there is no incentive for Australians to limit their water consumption.

Taking into regard these low cost of water it is not strange to understand why there is a huge opposition against expanding treatment by the state governments. Increasing the treatment will result in very large investment costs and thus a large increase in drinking water price. With the low current

cost a doubling of the price can easily be expected. Furthermore the realisation time for building a drinking water plant is most probably longer than the lifetime of the state government. Water related projects have a life span longer than the life span of the average politician. So the successive government will have the benefits of investments made by the previous government.

Water demand

At the time of writing of this article the Australian population just popped the 20.5 million inhabitants mark (see Website 9). As summarised in figure 6, the Australian Bureau of Statistics projects that the population of Australia will increase by five million more people to reach 25 million in 2032. Moreover, they estimate that the nature and rate of population growth will not be uniform. Most notably, the population of the Brisbane-Moreton region is projected

Table 2 - Tariff charges for water consumption

Town/City	Price per kilolitre (\$)	Fixed charge (\$)	Annual bill for 250 kL consumption (\$)
Adelaide	0.42: < 125 kL	135	312.5
	1.00: > 125 kL		
Brisbane	0.84	100	310
Sydney	0.98	76.55	
Melbourne			
- City West Water	0.80	84.44	283.99
- South East Water	0.81	35.88	238.23
- Yarra Valley Water	0.78	59.12	253.05
Perth	0.42: < 150 kL	149	278.8
	0.67: 151 – 350 kL		
	0.91: 351 – 550 kL		
	1.20: 551 – 950 kL		
	1.50: > 950 kL		
Canberra	0.43: < 175 kL	125	279
	1.05: > 175 kL		

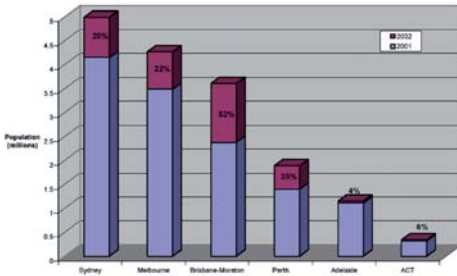


Figure 6 - ABS population estimates for 2001 and projections for 2032.

to increase by 53%, Perth by 35%, and Sydney and Melbourne are projected to increase by 20% and 22% respectively. Little growth is projected for Adelaide (4%) and the ACT (6%) (Australian Bureau of Statistics projections 2003).

Considering the decreasing rainfall in most of the country (15% in the Eastern States and South Australia) and the increasing population in these same areas it is not difficult to see that the Australian water utilities faces some real challenges in providing sufficient water to their customers in the future.

How to deal with this increasing demand?

There are different solutions to deal with this increasing demand, some are behavioural solutions, others are technical solutions.

Behavioural solutions

In times of extreme drought (as in the last decade) most cities introduce water restrictions. This means that the use of water is limited for some periods of time of the day and for some actions. In general there are 5 levels of restriction (although not in all states). An overview of the meaning of the different level of restrictions, the current restrictions and



Figure 7 - Signs indicating level of water restrictions.

reservoir levels in the major cities can be found on: <https://www.wsaa.asn.au/frameaset2.html>. The level of restrictions is triggered by the amount of water in the drinking water reservoirs. Once it drops underneath a certain level tougher restrictions come into place.

Much information is given by the water utilities about the restrictions on their websites, on television and radio and in schools. See for example the "our water our future" website (see Website 10), or the "save water" website (see Website 11).

In Australia the water utilities spent an enormous amount of time and effort in water education. By telling people what they can do to limit their water use the water utilities hope that the daily consumption will be limited. On all websites of the water utilities calculations of your daily water consumption can be made and methods to decrease your consumption are given (see Websites 12, 13, 14). Furthermore, water saving games are developed for young children to make the aware of the precious water. Also much publicity is given to smart water inventions.

The population of Australia is still increasing rapidly. Besides this, also the number of people living in a house is decreasing. Australians also spent more money on a second house away from the city. In the different trips I made in South Australia it was clearly visible that in the coastal communities around Adelaide many people build their second house. All these new development areas have to be supplied with drinking water. The drinking water is sometimes transported over a distance of more than 800 km. All pipelines to transport water to remote areas are made of steel, are placed above ground and water temperature can go up to 40 degrees. In Western Australia even temperatures of 50 degrees are found in the Kalgoorlie pipeline and special heat shields have been designed to limit the water temperature increase. Of course it is questionable if the transport of water over these vast distances is a sustainable solution.



Figure 8 - Cartoon in paper after announcement of water restriction level 3 in Adelaide.

Not surprisingly the dual toilet is originating from Australia. Also the time shaving shower timers are getting much attention at the moment (see Website 15).

There is a large societal control of the water restrictions as neighbours report each other when they are using water not on the appropriate day. Furthermore, several cities have appointed special water patrols. These are officers patrolling the city, looking for households wasting water and also to educate people on water use. Heavy fines are given when people don't comply with the restrictions. In Adelaide those who fail to comply with restrictions will be issued with a notice reminding them of their responsibilities. If non-compliance continues, a

\$315 expiation notice will be issued. Serious and ongoing breaches could result in court action and fines of up to \$5,000 for individuals or \$10,000 for businesses.

Technical solutions

Besides these more behavioural solutions water utilities, consultants and federal and state government look for technical solutions on how to cope with the lower amount of water available as a direct result for the drought and the in the coming years increasing demand as a result of the population growth. Hereafter just some potential applicable solutions are given. Many more are proposed, like the blue sky projects as towing iceberg from the Antarctic to Australia and shipping water from the

Since October, 21st water was restricted in Adelaide, water restrictions level 2 were in place. I was only allowed to use water outdoors on 3 days of the week. The restrictions are aimed to reduce the water consumption. So I was quite surprised to read in the paper that since the water restriction introduction the water consumption in the Adelaide CBD area has increased. The reason for this increase is that people now are aware that they can not use water every day. Therefore they program their sprinkler installations to water the garden once every day with more than twice the normal amount of water, resulting in an overall water consumption increase. You can say that the introduction of the water restrictions level backfired. Restrictions level 3 will be announced on January 1st 2007, not allowing watering the garden with sprinkler installations but only with a hand hose with special water nozzle.

Kimberleys in giant water transport bags to Perth or transporting water by pipelines from the Ord river in the north of Australia through 4,000 km of desert to Adelaide and Melbourne

Rain water tanks

A simple and practical solution is to use all the rain as effectively as possible. Therefore in rural areas but also in the urban areas people install rain water tanks. This water is very useful for watering the garden, the main water consumer! Several state governments have drafted rebate schedules encouraging people to use rain water tanks.

New dams

Now the country is facing a very severe drought period discussions about building new dams to create reservoirs are omnipresent. Of course it is questionable if this will help as these reservoirs will only fill when rain is falling. Furthermore, it takes a long time before reservoirs are being built and close to the capital cities there are no locations available anymore.

Indirect potable re-use (IPR), direct potable re-use (DPR) or storm water capture

To reuse of water much attention is given in Australia, especially as it makes use of water already in the urban water cycle. Many new suburban development sites already make use of recycled water for non potable use, for example for watering gardens. Reuse by a dual reticulation system is no real option for already existing cities as an expensive

second reticulation system has to be constructed. Reuse for potable water consumption receives lots of attention, especially in the towns with severe water restrictions, like Toowoomba (see case study hereafter) and Goulburn. This reuse can be direct or indirect. Indirect potable water reuse means that the waste water is treated and the effluent is led back to the reservoir and undergoes an additional natural treatment. Direct potable reuse means that the waste water is treated and from the effluent of a waste water plant directly drinking water is produced. This is already being done in Singapore in the NEWwater project.

Although there are some severe water restrictions in Australia the general public is not supporting the idea of water reuse for potable use. The Toowoomba case shows that the "not in my back yard principle" is valid. The people in general support the idea of reuse. But as it concerns their public health their opinion is not in favour for reuse.

Desalination

All capital and major cities in Australia are located close to the coast line. 80% of the population is living within 50 km for the coast line. Furthermore, the concentrate can be easily disposed in the sea as long as there are no real treatment solutions for this waste stream. As a result desalination is often mentioned as the solution for Australia's drinking water availability problems. However, only a few small capacity installations have been built yet converting seawater into drinking water, mostly at tourist locations as Kangaroo Island (capacity 300 kL/d)

Case desalination Perth

The second case study deals with the water shortage in Perth. Climate change has seen the water running into Perth's dams drop by two thirds in the last seven years. In 2001 water restrictions were introduced. Added to this a population growth of 1.7% per year and a 20% increase in the amount of water used at home, sketches the contours of the expansion in water treatment needed in Perth. Currently an extra 150 GL a year is expected to be necessary in 2031. Already for decades different options for supplying water to Perth have been considered in several studies. Many studies have been undertaken to see if transporting water from the Kimberleys to Perth is a viable solution.

At the end of 2006 the largest desalination plant in the Southern Hemisphere has been put in production. This plant has a capacity of 45 GL or 45 million KL a year. To reduce the environmental impact electricity for the plant it was the intention to produce energy by a wind farm. However, the exact location of the wind farm is still under discussion while the membrane filtration installation is already built. As from 2009 the current capacity is not sufficient to supply sufficient drinking water to the customers a second desalination plant with a capacity of 45 GL is in commission at the moment.

Case Indirect potable reuse

Toowoomba is a city in the South East of Queensland, Australia. It is located 132 km west of Queensland's capital city, Brisbane, and two hours drive from the famous Gold Coast and Sunshine Coast beaches. With a population of about 110,000 Toowoomba is Australia's second largest inland city, after Canberra, the nation's capital. The city sits on the crest of the Great Dividing Range, around 700 metres above sea level. The City occupies the edge of the range and the low ridges behind it. Two valleys run north from the southern boundary, each arising from springs either side of Middle Ridge near Spring Street at an altitude of around 680m. These waterways, East Creek and West Creek flow together just north of the CBD to form Gowrie Creek. Gowrie Creek drains to the west across the Darling Downs and is a tributary of the Condamine River, part of the Murray-Darling Basin. The water flowing down Gowrie Creek makes its way some 3,000 km to the mouth of the Murray River near Adelaide in South Australia. Rain which falls on the easternmost streets of Toowoomba flows east to Moreton Bay a distance of around 170 km.

Toowoomba's water supply consists of 3 dams (Cooby, Perseverance & Cressbrook) with a total capacity of 126,000 megalitres. The city also has underground supplies in fractured basalt, it sits above the eastern edge of the Great Artesian Basin and to the west underground water is available beneath agricultural alluvium. The average rainfall in the period 1998 to 2005 has been 30% below the long term average consistent with a prolonged drought. During March 2006 the surface water storage in the dams fell below 25% of full capacity. As a result water restriction level 4 were announced. These levels mean that only on selected days it is allowed to water the plants outside with a watering can.

The Toowoomba City Council has commissioned several studies on how to deal with the water shortage. Under the direction of Toowoomba's Mayor a potable reuse project was launched. This plan will result in water reclaimed from a sewage treatment plant being returned to one of the reservoirs to provide 25% of the potable water supply for Toowoomba. Consultant reports indicate that after flocculation, ultrafiltration, reverse osmosis and ultraviolet disinfection the product water to be piped to water reservoir will contain 30 milligrams per litre total dissolved solids of an unknown composition and unknown organic compounds. Early 2006 the city council of Toowoomba decided unanimously in favour of the recycling project. However, after hefty protests from the local population the federal government in Canberra decided that a referendum was necessary.

On 29 July 2006 Toowoomba City Council conducted a poll of Toowoomba residents on the proposal to use this multi-barrier filtration system for filtering sewage for drinking purposes. The poll question was: "Do you support the addition of purified recycled water to Toowoomba's water supply via Cooby Dam as proposed by Water Futures - Toowoomba?" 38% of voters supported the proposal and 62% opposed.

The no-voters were asked for their reasons to object to the recycled water plans. The majority of the no-voters was not concerned about the quality of the recycled water. The main concern was the declining image of the city as the "shit city" in Australia and the resulting unfavourable settling conditions. As a result of the no-vote the highest water restrictions will start soon. Usage of water outside is totally banned and hefty fines apply if people do use water.

The no-vote in Toowoomba has a large precedent for other municipalities and cities in Australia. In several municipalities a poll on the use of recycled water was scheduled, but it is now questionable if these polls will be held. A day after the results of the Toowoomba poll the New South Wales government announced that they will not further investigate the use of effluent for potable use. It is now up to the Premier of Queensland or even to the Prime Minister to organise a poll during the state elections or general elections in 2008, putting the water dilemma high on the political agenda.

An interesting fact is that 3 days Toowoomba poll a survey showed that 60% of the population in South-East Queensland voted in favour of recycled effluent being added to the region's water supplies. The "not in my back yard" principle applies.



Toowoomba's location in Queensland



Figure 9 - Perth desalination plant (left) and proposed Cervantes wind farm (right)

and Rottnest island (capacity 500 kL/d). As a result the desalination capacity of Australia is only about 1% of the world desalination capacity.

Several water utilities and councils in Australia are investigating the possibilities of desalination to be able to meet the future drinking water demand:

- Gold Coast Water, Tugun QLD, capacity 45 GL/year;
- Perth WA, capacity 45 GL/year
- Sydney NSW, capacity 45 GL/year, tenders were submitted in August 2006;
- Gosford/Wyong NSW, capacity 7.5 GL/year

The Australian drinking water industry

Water utilities

In Australia, the way the drinking water is treated and managed depends on the location. The population is generally clustered in large cities along the coast, vast areas of Australia are only very sparsely populated. As a consequence, there is a huge variation in scale in water-delivery systems. Some water authorities supply populations of more than a million (Sydney Water services four million people in the Sydney region, for example) while many others service as few as several thousand (such as AQWEST, in Bunbury, Western Australia, servicing around 34,000 people). In addition, some local governments run small systems that supply drinking water to as few as 20 people, while about one in six Australian homes use rainwater collected on roof catchments. An overview of all Australian water utilities can be found on the website of WSAA (see Website 15). The large variation in size of the customers served results large differences between

companies in water quality related problems, research questions and level of knowledge.

Water sources and drinking water treatment

Groundwater provides about one fifth of Australia's drinking water supplies. Some regions use little or no groundwater, while others rely heavily on this source. The Great Artesian Basin, Australia's largest source of groundwater, provides the only reliable and continuous water supply for much of the arid outback, particularly in Queensland, New South Wales and South Australia.

Most drinking water is originating from surface water. As the Australian cities are almost all located at the coast they make use of large inland protected catchments and reservoirs. The primary focus of the water authorities is on preventing of water contamination in the pristine catchments. The level of treatment is low, compared to the Dutch drinking water treatment. The default surface water treatment is coagulation, flocculation, sedimentation, filtration and eventually followed by MIEEX for organic material removal. Finally the water is disinfected by chlorination or chloramination.

Water quality issues

Australia is facing several water quality issues. Some are related to the drought. But most issues are a result of the different treatment philosophy. In Australia the principle of the total system approach is also used to deliver high quality water to the customer. The focus is on protection of the source and disinfection with chlorine/chloramine. As a result the level of treatment is limited. A city like Melbourne treats only 20% of its surface water with filtration, the rest of the water is distributed unfiltered. The main focus of the Melbournian utilities is therefore

Directly after I arrived in Australia is noticed that the water quality was different from the quality in the Netherlands. When I took a shower in the morning the bathroom smelled like a swimming pool. The chlorine added to the water for disinfection was clearly present. Furthermore, sometimes also a more "ground" or "earthy" smell of the water was noticeable. Especially in the summer time Geosmin and MIB could sometimes be smelled. Both aesthetical observations resulted in buying bottled water from the supermarket. Our house did not have a puri-tap, a point of use filter system. Every week I bought two 10 litre cartons for all the water we are drinking. Even the water we used for making our tea and coffee was bottled water.

on catchment protection and chemical disinfection. Similar observations can be made for other cities. The water quality issues that are important at the moment in Australia are:

- taste and odour/algal blooms/toxins/natural organic matter
- disinfection by products
- particles build-up

Taste and odour/algae blooms/toxins/natural organic matter

Cyanobacteria, or better known as blue green algae, release a large range of secondary metabolites into affected water bodies, causing such adverse effects as taste and odour problems through to acute toxicity. Microcystins and 2-methylisoborneol (MIB) are two commonly occurring cyanometabolites in Australian drinking water sources. Microcystins are highly toxic cyclic peptides, produced as secondary metabolites of cyanobacterial species such as *Microcystis*, *Anabaena* and *Oscillatoria*. MIB, or 2-methylisoborneol, is a non toxic cyanometabolite, producing a musty odor that can be detected by the human nose at very low levels. Both microcystins and MIB are recalcitrant to conventional surface water treatment methods. Even when the algae are removed the toxins can remain in the water. Toxins can be removed with biological sand or activated carbon filtration. As a result of the decreasing rainfall the detention time of water in rivers becomes longer and also the temperature is increased. This results in more and longer lasting algae blooms and associated occurrence of cyanobacteria.

Disinfection by products (THM and NDMA)

Another important water issue are the disinfection by products. As a result of the interaction between natural organic matter and chemical disinfectants numerous unwanted substances are formed, like tri halo methanes (THMs) and N-nitrosodimethyl-

amine (NDMA). In Australia several water utilities use chloramine for disinfection because it is a more stable disinfection product than chlorine. Especially the utilities with extensive transport/distribution systems swapped to using chloramine in order to avoid the occurrence of amoebic meningitis caused by *Naegleria fowleri*. *Naegleria fowleri* is a free living amoeba which is common in the environment and grows optimally at temperatures of 35 to 45 °C. Exposure to the organism is believed to be relatively common but infections resulting in illness are rare. Most reported cases of *N. fowleri* meningitis are associated with swimming in natural surface fresh-water bodies, and infection occurs through introduction of the organism into the nasal cavities. Cases are often reported to be associated with jumping or falling into the water, providing conditions where water is forced into the nose at pressure. Cases of disease have also been associated with swimming pools where disinfection levels were inadequate, and inhalation of tap water from surface water supplies that have been subject to high temperatures. The involvement of tap water supplies was first documented in South Australia, where a number of cases occurred in the 1960s and 70s in several towns served by unchlorinated surface water delivered through long above-ground pipelines. About half of the cases in the state did not have a recent history of freshwater swimming, but had intra-nasal exposure to tap water through inhaling or squirting water into the nose.

NDMA is a disinfection byproduct of chloramine that has recently had much attention as it is highly carcinogenic already in low concentrations. Concentrations in Australian drinking water range from 0 to 90 ng/l. At the moment the guideline of NDMA is Australia in discussion and it is expected that it will be 100 ng/l. So for the moment there is no exceeding of the guidelines. However, observed concentrations are close to the guideline.

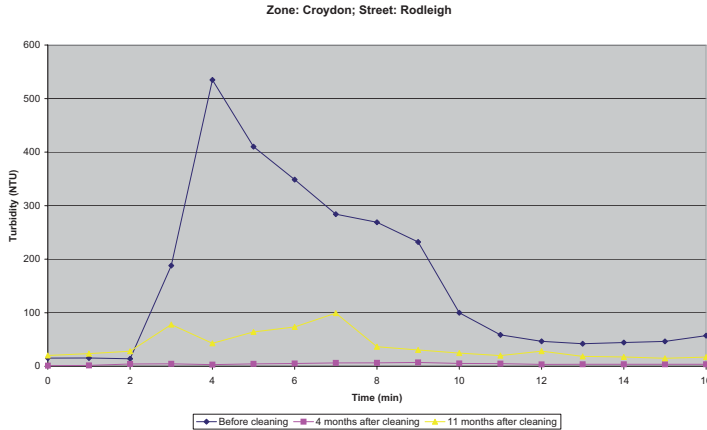


Figure 10 - RPM curves for Rodleigh street in the Croydon supply zone of YVW

Taste and odour problems and occurrence of elevated levels of THMs can be avoided by removing organic material from water. The Magnetic Ion Exchange (MIEX) process has been developed in Australia at the Australian Water Quality Centre in conjunction with Orica Australia and CSIRO to remove dissolved organic matter from water. MIEX is an ion exchange process capable of reducing the level of dissolved organic carbon up to 70-80 percent and colour up to 80% (Drikas *et al.*, 2002). At Mt Pleasant, a treatment location close to Adelaide, the first full scale MIEX installation has been built with a capacity of 2.5 ML a day. At the moment there is large interest for MIEX in the United States and also in Europe as it is a cost effective treatment technology that can be easily retrofitted in existing treatment plants.

Water quality complaints

As a result of the limited treatment of drinking water in Australia the particulate and organic load from the production locations to the distribution system is high. In Melbourne the particle load is up to 1 ppm or 1 mg/l, while in the Netherlands this load is 10-100 µg/l. In the Australian Drinking Water Guidelines no guideline for particle loading is mentioned. However, there is a guideline for turbidity. Based on aesthetic considerations, the turbidity should not exceed 5 NTU. If disinfection is required, then a turbidity of less than 1 NTU is desirable at the time of disinfection (ADWG, 2004).

With these high loadings it is not strange that in the distribution system a rapid fouling of the mains takes place. Water quality complaints are high (see table 3) and mains need to be cleaned on a regular basis. Complaints in Melbourne mainly consist of

Table 3 - Water quality complaints (WSAA facts 2004)

Utility	WQ complaints/1000 properties		WQ complaints/1000 km of pipes
	1998/1999	2003/2004	2003/2004
Sydney Water	136.2	1.4	113
Melbourne retailers			
- City West Water	2.5	0.8	61
- South East Water	3.8	2.2	156
- Yarra Valley Water	4.5	5.6	400
Water Corporation	n.a.	20.1	1085
SA Water	2.2	1.1	61
Brisbane Water	9.7	4.8	318

discoloration events, while in Perth and Adelaide complaints are caused by taste and odour.

Water complaints can be avoided by cleaning of mains. However, in a country where water restrictions are in place the water utilities only want to clean the mains when really necessary. To predict where sediment is accumulating in the distribution system a computer model has been developed, called the particle sediment model (PSM). This model is an add-on computer program to the freely available EPANET (Jayaratne *et al.*, 2004). This computer program identifies hot spots in the distribution system where cleaning is most likely. Furthermore Yarra Valley Water, one of the three Melbourne retailers, is using the in the Netherlands developed Resuspension Potential Method in the planning of their mains cleaning programme. In the last 1.5 year over 200 RPM curves have been made, providing much information about the rate of fouling of the mains in relationship to degree of treatment and distribution system properties. The coming time the results of the PSM modelling and RPM measurements will be combined for one of the supply zones of Yarra Valley Water. From figure 10 it can be seen that before cleaning of the main the main was very dirty. 4 months after cleaning the main was still reasonably clean, there was no necessity to clean the main. 11 months after cleaning a clear fouling of the main is observed, the main needs to be cleaned.

Water education in Australia

It will be clear that Australia's water future is challenging. A continuous changing climate, a large expected increase in water demand, a decreasing water volume available for consumption and more stringent guidelines are just a few of the problems that are creating this challenging future. A question you might ask is "how does the Australian educational system respond to these challenges?"

In Australia there are in total 43 universities. Of all these universities 28 are more or less involved in water research, ranging from water reform and environmental policies, global climate change and

variability, irrigation, rivers and catchment to urban water (Water Innovation, a new era for Australia, 2004). However, when we look in the educational programmes in some more detail only four universities offer one or more courses on drinking water treatment (Murdoch University, University of New South Wales, University of South Australia and Deakin University).

A direct result of the large number of universities is that the number of students at the faculties is quite small. For example, in the state South Australia (approx. 1.5 million inhabitants) there are three universities. All three universities offer a civil engineering course, resulting in only a low number of first year students in 2005. As a direct result the faculty staff is quite small and the staff members have to give all general civil engineering courses, while at the same time they have to specialise in a certain research area.

The Australian universities rely for a large part on international students. On average 30% of their funding is coming from overseas students, mainly originating from Asia (China, Vietnam, Philippines, India). As said before the educational system in Australia is quite scattered. This has its origin in the large distances between the different capital cities in the country. Students tend from historical reasons to study at the university in their direct neighbourhood. Only a limited amount of inter state students can be found at the universities.

To generate a more or less constant research cash flow to the universities, most form consortia with companies. These consortia are always state based, making it possible to get grants from the state government. Examples of these consortia are Curtin Water Research Centre (Water Corporation WA together with Curtin University), SA Water Centre for Water Science and Systems (SA Water and University of South Australia). Drawbacks of these consortia are that the research is aimed at specific local research topics and not all aspects of the water supply processes (source, treatment, distribution systems) are covered.

Several water orientated university groups have since 2004 combined efforts on education (and in the future research) in the International Centre of Excellence in Water Resources Management

(ICE WaRM (see Website 17). This centre provides a national focus and international gateway to Australia's education, training and research expertise in water. ICE WaRM offers a master program in water resources management for (inter)national students and vocational training courses for companies.

Australian drinking water research

The next question to be answered is how the Australian water research responds to the large water challenges. Before 1990 there were only limited national research organisations as a result of the large distances between the different cities. The Australian federal government started in 1990 with a programme to combine the centres in similar research fields in so called cooperative research centres (CRC's). This has proven to be a very effective initiative because since 1990 71 CRCs have started. A study of the Allan Consulting Group on the effectiveness of the CRC programme learnt that "For every \$1 spent by the Commonwealth Government on the CRC Programme, GDP is cumulatively \$0.60 higher than it would have been had that \$1 instead been allocated to general Government expenditure" (The Allan Consulting Group, 2006)

In 1994 several water research organisations decided to successfully apply for a CRC grant. The cooperative research centre for water quality and treatment (CRC WQ&T) (see Website 18) is the leading Australian drinking water research organisation. CRC WQ&T is an unincorporated joint venture between 29 participants representing government, industry and research organisations. The current centre was established in July 2001 under the Australian Government Cooperative Research Centres Program. A formal agreement, known as the Centre Agreement, between the participating organisations defines the contributions of the parties (cash or in-kind) and the nature and scope of the cooperation. The Centre's head office is located at the Australian Water Quality Centre in Adelaide, with parties in all mainland states and territories. The annual funding per year is AU\$ 12 million of which AU\$ 2.5 million is federal funding. The researchers are located at the participating water utilities,

universities and governmental organisations and work in project teams on research topics. The Dutch TTI Water will probably be organised in a likewise system as CRC WQ&T is organised.

In 2008 the current CRC WQ&T will cease to exist. The governing board has decided that CRC WQ&T will not apply for a third grant from the Australian federal government but that it should be able to raise sufficient funds from the water utilities itself. CRC WQ&T should stand on its own legs. Discussions about the new water research centre are in the final stages.

Besides CRC WQ&T there are different state orientated water research centres, mostly hosted at a university and connected with the local water utility. Some of these research centres have ties with CRC WQ&T.

Literature

CRC WQT (2006). A consumer's guide to drinking water

Drikas M., Morran J.Y., Pelekani C., Hepplewhite C., Bursill D.B. (2002). Removal of natural organic matter – a fresh approach. Water Science and technology: Water Supply, 2, 1, 71-79.

Jayarathne, A., Ryan, G., Grainger, C., Wu, J., Nouri-Mehidi, M. N. (2004). Modelling of particles in water supply systems. AWA Water, 31(8), 30-36.

Option for bringing water to Perth from the Kimberley, http://dows.lincdigital.com.au/files/Finalreport_000.pdf (2006). Issued by the cabinet of the Premier and cabinet. Government of Western Australia

The Allan Consulting Group, <http://www.crca.asn.au/activities/2005/CRCAEconomicImpactFinalReport.pdf> (2006). The Economic Impact of Cooperative Research Centres in Australia

Water account Australia 2000-01 (2004). D. Trewin (Ed.). Canberra, ACT: AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS

Water Innovation, a new era for Australia (2004). Kathleen H. Bowner (Ed.). Sydney, NSW: CL Creations.

Williams S.M. (2005). Main flushing and sediment measurement in water mains. In: Water quality in the distribution system. W.C. Lauer (Ed.). Denver, Co: AWWA Works Association.

WSAA facts 2004 (2004). Melbourne, Vic: Water Services Association of Australia

Websites

- 1 www.nu.nl/news/791913/30/Anderhalf_keer_zoveel_water_gebruikt_in_juli.html
- 2 www.watercorporation.com.au/
- 3 www.sydneywater.com.au/OurSystemsAndOperations/WaterConsumptionStorageReport/
- 4 www.southeastwater.com.au/waterlevels/reservoirs.asp?area=edu
- 5 www.melbournewater.com.au/Default.asp?bhcp=1
- 6 www.stoppres.com.au/damtour/pages/water%20percent%20graph.htm
- 7 http://www.melbournewater.com.au/content/water/water_storages/water_storages.asp
- 8 www.gwmwater.org.au/dm/water_carting.html
- 9 www.abs.gov.au/
- 10 www.ourwater.vic.gov.au
- 11 www.savewater.com.au/
- 12 www.chw.net.au/educate_2003.htm
- 13 www.savewater.com.au/
- 14 www.nre.vic.gov.au/ourwater/dsenowof.nsf/Home+Page/OurWater~OurWater_home?open
- 15 www.rippleproducts.com/shop/productsearch.asp?catid=2
- 16 www.wsaa.asn.au/frameset2.html
- 17 www.icewarm.com.au/
- 18 www.waterquality.crc.org.au/

Grenzen verleggen in distributie

Jan Vreeburg

Inleiding

De publieke drinkwatervoorziening in Nederland staat in de wereld op een zeer hoog niveau. Er wordt drinkwater gedistribueerd van een zeer hoge kwaliteit, biologisch stabiel zonder restdesinfectie, weinig problemen in het leidingnet en een zeer hoge klantperceptie. Er wordt internationaal zelfs wel eens getwijfeld aan de juistheid van alle cijfers die over de prestaties worden gepubliceerd: "It is almost too good to be true." Zo werd in een Engelse publicatie enige jaren geleden gesproken over de Nederlandse cijfers voor lekverlies als "Suspiciously low". Dat de cijfers toch robuust zijn is nu in nauwe samenwerking met UKWIR vastgesteld. Het lekverlies in Nederland is daadwerkelijk maar een paar procent bedraagt, wat tot voor kort in Engeland fysiek onmogelijk werd geacht.

Toch is de situatie in het leidingnet niet altijd even rooskleurig: er treden op jaarbasis klachten op over bruin water en het aantal overschrijdingen op troebelheid en ijzer in het routinematige distributie monsterprogramma zijn in aantal zeker niet verwaarloosbaar. Hoewel harde cijfers over het algemeen ontbreken omdat klachtenregistratie systemen niet uniform functioneren is het aanneemelijk om het aantal klachten c.q. meldingen op ongeveer 1 klacht per 1000 aansluitingen per jaar te stellen. Deze schatting is mede gebaseerd op internationale ervaringen, waarbij 1 per 1000 per jaar als een laag cijfer wordt beschouwd. In absolute aantallen betekent dit voor Nederland ongeveer 6000 klachten per jaar.

Grenzen verleggen betekent ook over de grenzen kijken en daarvan leren. In vergelijking met 'het buitenland' doen we het in het Nederlandse netwerk goed zoals gezegd met lage lekverliezen, storingscijfers en goede kwaliteit van het drinkwater aan de tap. Dit is het gevolg van de Nederlandse aanpak, waarbij kostenbewust handelen met kennis van zaken de leidraad is voor het beheer van het leidingnet. Wat echter veel meer doorslaggevend is, is de geschooldheid en betrokkenheid van de arbeiders die aan het leidingnet werken en de



ir. J.H.G. Vreeburg
TU Delft/ Kiwa Water Research



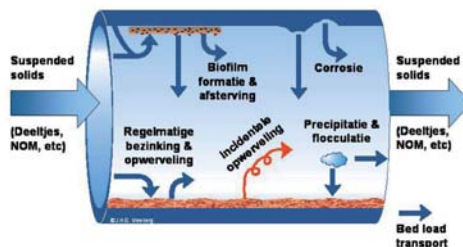
consequente beleidslijnen, zoals het verleggen van leidingen als er een gesloten verharding over heen wordt gelegd. Dit verleide een Engelse bezoeker tijdens een site-visit van routinematige leidingnetwerkzaamheden tot de verzuchting: "I would wish that my technicians spoke that kind of english." Het continue kwaliteitsbesef zorgt ervoor dat de aanleg van het leidingnet van hoge kwaliteit is die zich uiteindelijk terugbetaald.

Toch komen er regelmatig bruin water incidenten voor, die historisch als een operationeel leidingnetprobleem worden beschouwd met als oorzaak roestend gietijzer. Voor de Nederlandse situatie is dat echter onwaarschijnlijk, omdat slechts 9% van het leidingnet uit onbekleed gietijzer bestaat. Er komen dan ook bruin water klachten voor in leidingnetten die volledig uit plastic of cementen leidingen bestaan. Bruin water incidenten komen nagenoeg altijd voor in combinatie met hydraulische incidenten, waardoor de opwerveling van sediment als kern van het bruin water probleem wordt beschouwd. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van het onderzoek naar de aard en oorzaak van de bruin water problemen. De belangrijkste resultaten worden samengevat en de maatregelen die daarop zijn gebaseerd. Maatregelen die de grenzen van de kennis van de distributie hebben verlegd en die een belangrijke invloed hebben gehad op de prestatie en de kosten.

Deeltjes in het leidingnet

Het leidingnet vormt de fysieke verbinding tussen de waterproductie en de klant. De prestaties van het leidingnet kunnen op twee vlakken worden beoordeeld: de leidingen zelf en het water dat door de leidingen stroomt. Met een metafoor zou je het de hardware en de software van het systeem kunnen noemen. Binnen dezelfde metafoor is ook de afhankelijkheid van de hardware en de software te vangen. Zonder goede hardware geen software en software alleen is ook niets waard.

In Figuur 1 worden de deeltjes gerelateerde processen in een leidingnet schematisch weergegeven.



Figuur 1 - Deeltjes gerelateerde processen in een leidingnet

Er zijn vier processen te onderscheiden die met de aanwezigheid of de productie van deeltjes hebben te maken naast de eventuele aanwezigheid van sediment uit het verleden:

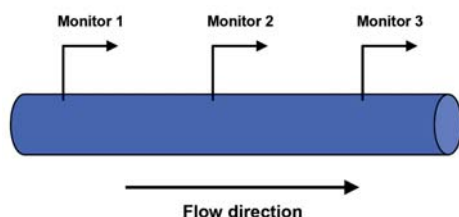
- Deeltjes die met het inkomende water in het leidingnet worden gebracht en ook weer worden verwijderd
- Deeltjes die in de biofilm gevangen kunnen worden en daar ook uit kunnen vrijkomen
- Deeltjes gevormd door de corrosie van gietijzer of door uitloging van cement materiaal
- Deeltjes die ontstaan uit rondom precipitatiekernen of die aangroeien door flocculatie.

De horizontaal gerichte lijnen bij de verschillende processen laten het transport van deeltjes zien en de verticaal gerichte lijnen de bezinking c.q. de accumulatie van deeltjes op de buiswand. De rode gekrulde lijn geeft de eigenlijke bruin water incidenten weer, waarbij de geaccumuleerde deeltjes opwervelen door een hydraulische gebeurtenis en het water dusdanig vertroebelen dat het waarneembaar is door een consument.

De verschillende processen laten het tweeledige doel van het onderzoek zien. Aan de ene kant het beheersen van de productieprocessen waardoor deeltjes in het leidingnet aanwezig zijn aan de andere kant het beheersen van de accumulatie en opwerveling van de deeltjes om de bruin water incidenten te voorkomen.

Metten van deeltjes in het leidingnet

De verandering van de waterkwaliteit in het leidingnet ligt ten grondslag aan het ontstaan van bruin water. In het onderzoek is duidelijk geworden dat



Figuur 2 - Principe opstelling Monitor-systeem

de veranderingen in de waterkwaliteit gedurende de verblijftijd in het leidingnet subtiel zijn. De aard van de metingen is onder te verdelen in directe metingen die de verandering per parameter on line volgen, zoals deeltjestellingen en troebelheidsmetingen. Een tweede categorie zijn effect metingen die de langere termijn effecten van de veranderingen meten zoals de opwerelingspotentie, de klachtenregistratie en de analyses van aard en hoeveelheid sediment in de leidingen. De derde categorie meten zijn concentratie metingen die de veranderingen explicieter maken door een concentratie toe te passen zoals de TILVS (Time Integrated Large Volume Samples) metingen.

Directe metingen

Om de verandering in de waterkwaliteit direct te kunnen volgen is het noodzakelijk om als het ware hetzelfde pakketje water te kunnen volgen tijdens de verblijftijd in het leidingnet. Daarom is door Kiwa in de jaren 80 het Monitor-systeem ontwikkeld waarmee op verschillende plaatsen in het leidingnet de waterkwaliteit continu gemeten kon worden. Figuur 2 geeft een schematische weergave van het meetstelsel en Figuur 3 de lay out van de huidige meetapparatuur.

Het monitor systeem meet in principe alle parameters die on-line en continu te meten zijn. Belangrijkste parameters zijn echter de troebelheid en de deeltjestellingen.

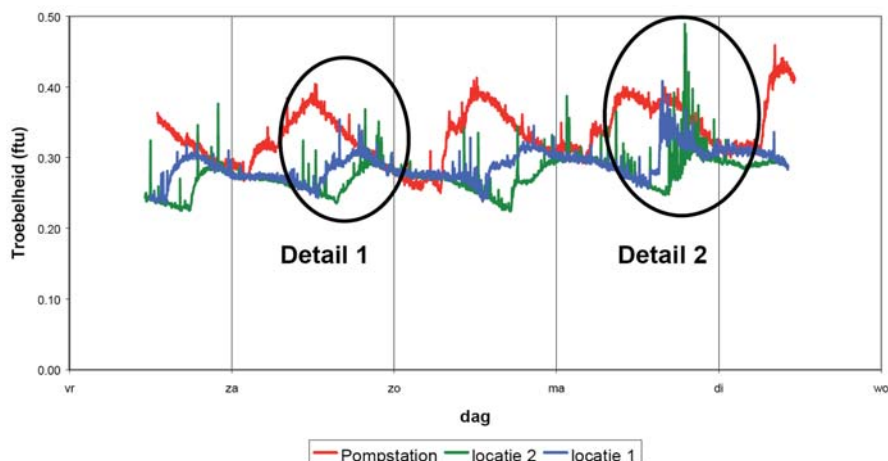
Figuur 4 laat zien wat de resultaten van een continue troebelheidsmeting zijn van een conventionele zuivering en op twee plaatsen in het leidingnet.

De meting van Figuur 4 laat een aantal dingen zien.



Figuur 3 - Monitor-systeem in het veld

- De troebelheid van het uitgaande water van het pompstation is niet constant, maar vertoont een variatie tussen de 0,27 en 0,40 FTU. Dergelijke patronen worden veroorzaakt door verschillende belastingen van het zuiveringsproces of door operationele acties als het terugspoelen van filters.
- De troebelheid in het leidingnet vertoont eenzelfde spreiding in waarnemingen.
- Het patroon van de troebelheid van het pompstation is te herkennen in het leidingnet. In detail 1 is te zien dat de piek in de troebelheid op het pompstation is terug te zien in de metingen op locatie 1 en 2. Hieruit is de exacte verblijftijd tussen de locaties te bepalen en is bovendien waar te nemen dat de troebelheid ongeveer 25 tot 30% afneemt.
- Een netto afname van troebelheid betekent een afname van het aantal deeltjes dat de troebelheid veroorzaakt. Deze deeltjes bezinken hoogstwaarschijnlijk in de leiding. In detail 2 wordt dit bevestigd, omdat hier op locatie 2 een toename van de troebelheid plaatsvindt die geen relatie heeft met het patroon bovengestroomd. Dit duidt op een lokale opwerping van sediment.
- Het is onmogelijk de fenomenen waar te nemen met behulp van routinematige monsternames. Ten eerste omdat die gewoonlijk alleen tijdens kantooruren worden genomen en ten tweede omdat de variatie in de meetwaarden die het bezinken van materiaal aantoont ook in de



Figuur 4 - Resultaat van continue troebelheidsmeting op pompstation en twee lokaties in het leidingnet

normale variatie voorkomt. Het is met andere woorden goed mogelijk om monsters te nemen op het pompstation en de beide meetlokaties die nauwelijks van elkaar zullen verschillen.

Uit deze enkele meting blijkt al dat het waarnemen van de verschillende eerder beschreven processen alleen mogelijk is met continue metingen. Daarnaast blijkt dat de ophoping van sediment slechts zeer gelijdelijk plaatsvindt over een langere periode. Om dit te meten zijn verschillende meetprotocollen ontwikkeld, waarmee de ophoping van sediment of de accumulatie van deeltjes nader is te bestuderen.

Effect metingen

Opwerveling Potentie Methode (OPM)

Ongeacht waar het sediment vandaan komt, bepaalt de mobiliteit ervan het opwervelingsrisico. De Opwerveling Potentie Methode (OPM) is gebaseerd op het analyseren van die mobiliteit en het effect daarvan op de troebelheid van het water.

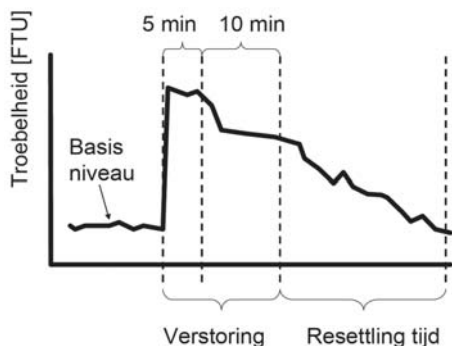
De OPM bestaat uit een gecontroleerde en reproduceerbare verhoging van de stroomsnelheid in een leiding met 0,35 m/s. De verhoogde stroomsnelheid laat het aanwezige sediment enigszins opwervelen en de daaruit resulterende verhoging van de troebelheid wordt gemeten en vastgelegd. De methode wordt voornamelijk toegepast in kleinere leidingen (tot 250 mm); voor grotere leidingen zijn meer gedetailleerde metingen noodzakelijk waarbij het water

op meerdere hoogten in het leidingnet wordt gemeten. Het protocol van de methode is als volgt:

- Isoleer de te onderzoeken leiding door het sluiten van de relevante afsluiters. De lengte van de te onderzoeken leiding dient minimaal 315 meter te zijn.
- Open een brandkraan waarop een gecalibreerde standpijp is aangebracht waardoor een extra volumestroom in de leiding wordt opgewekt met een snelheid van 0,35 m/s. Deze extra volumestroom wordt gedurende 15 minuten toegepast (de totale lengte van de leiding is minimaal 315 meter).
- Meet de troebelheid gedurende de verstoring en daarna totdat de troebelheid weer terug is op het begin niveau.

De resulterende troebelheidsgrafiek heeft een typische vorm zoals weergegeven in Figuur 5, waarin de 5 aspecten die beoordeeld worden zijn aangegeven: De maximale en gemiddelde troebelheid in respectievelijk de eerste 5 en laatste 10 minuten van de verstoring en de resettling tijd. Dit laatste is de tijd die nodig is om het sediment weer te laten bezinken tot het uitgangsniveau.

Ieder van deze vijf elementen wordt beoordeeld en gescoord met een waarde tussen de 0 en 3. Er wordt geen absolute waarde van de troebelheid gegeven, omdat deze kan variëren met de toegepaste apparatuur, maar ook met de wijze van meten.



Figuur 5 - Opwerpelingsgrafiek

De troebelheid kan bijvoorbeeld op een aparte aansluiting op de leiding worden gemeten, maar ook bij het spuispunt. Dit geeft een ander troebelheids resultaat, terwijl dezelfde situatie wordt beschreven. Als voorbeeld wordt de scoringstabel gegeven van een Dr Lange troebelheidsmeter op het spuispunt in Tabel 1.

Op deze wijze kan het opwerpelingsrisico of de Opwerpelingspotentie bepaald worden en onderling vergeleken.

Klachtenregistratie

Het registreren van klachten is het instrument dat de meeste zeggingskracht heeft om acties te ondernemen. Met het gebruiken van dit instrument moet echter voorzichtig worden omgegaan. Het meten en registreren van klachten is binnen waterleidingbedrijven vaak niet gestandaardiseerd en niet eenduidig. Hoe wordt bijvoorbeeld omgegaan met klachten die direct aan de telefoon worden afgehandeld. "We zijn bezig om de gesprongen leiding te repareren en we verwachten dat de storing snel opgeheven zal zijn. Dan zal waarschijnlijk ook de verkleuring van het water ten einde zijn." Met het groter worden van de bedrijven en het centraliseren van contactpun-

ten met klanten is een meer eenduidige registratie mogelijk en de verwachting is dat over een aantal jaren meer betrouwbare informatie beschikbaar zal zijn over het aantal en de aard van klachten.

Een minutieuze registratie van alle klachten geeft een goede indicatie van trends in de gevoeligheid van het leidingnet voor bruin water incidenten. Het blijft echter een subjectief meetinstrument, waarbij gewenning van klanten aan een bepaalde waterkwaliteit trends kan maskeren, zowel positieve als negatieve.

Concentratie metingen

Time Intergrated Large Volume Sampling (TILVS) De veranderingen in de hoeveelheid deeltjes als gevolg van het transport door het leidingnet zijn (te) gering om met behulp van monsters te meten. Bovendien is al eerder gezien dat het moeilijk is om met monsters daadwerkelijk iets te zeggen over de echte veranderingen in de waterkwaliteit. Om daadwerkelijk te analyseren welke deeltjes in het leidingnet worden gebracht en hoe de samenstelling daarvan verandert, dienen monsters over langere tijd genomen te worden, waardoor de wisselingen in basisconcentratie worden afgevlakt. Hiervoor zijn de zogenaamde TILVS –units (Time Intergrated Large Volume Sample-units) ontwikkeld. Deze bestaan uit een True-Dos doseer pomp dat water voert over een membraanfilter dat gevat is in een roestvrij stalen filtreereenheid (figuur 2). De pomp is een verdringerpomp en levert een constant debiet bij een oplopende druk; de flux over het filter is hierdoor constant. De volumestroom is instelbaar in de range van 0.5-5.0 l/h over een variabele tijdsperiode, meestal in de orde van 24 tot 72 uur. De massa die hierdoor op het filter wordt gevangen kan worden geanalyseerd op hoeveelheid en samenstelling. Hierdoor zijn veranderingen in hoeveelheid

Tabel 1 - Scoringstabel opwerpelingspotentie gemeten met Dr Lange op spuispunt

Categorie	Punten	0	1	2	3
Absolute max eerste 5 min		<3 ftu	3 –10 ftu	10-40 ftu	>40 ftu
Gemiddelde eerste 5 min		<3 ftu	3 –10 ftu	10-40 ftu	>40 ftu
Absolute max laatste 10 min		<3 ftu	3 –10 ftu	10-40 ftu	>40 ftu
Gemiddelde laatste 10 min		<3 ftu	3 –10 ftu	10-40 ftu	>40 ftu
Resettling tijd		< 5 min.	5-15 min	15-60 min	>60 min



Figuur 6 - Boven de TILVS-unit met de doseerpomp en de filterunit. Onder het resultaat van een TILVS monster op twee lokaties.

en samenstelling van de hoeveelheid zwevende stof vast te stellen.

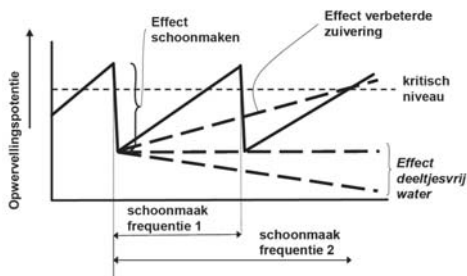
Figuur 6 geeft een foto van de opstelling en een voorbeeld van twee filters. Het linker filter is op een pompstation geplaatst en het rechter ergens in het leidingnet. In dit geval blijkt er een toename van het aantal deeltjes in het water plaats te vinden.

Beheersen van productieprocessen van deeltjes

De belangrijkste bron voor deeltjes in het leidingnet is het drinkwater af pompstation zelf. Deze hypothese is met vele metingen door de jaren heen steeds waarschijnlijker geworden. Om de hypothese te onderbouwen is een vergelijkend onderzoek gedaan die hieronder beschreven wordt.

Opzet proef

Deeltjes die bij de zuivering in het leidingnet geïntroduceerd worden zullen in het leidingnet bezinken en accumuleren tot opwerpelbare hoeveelheden. De hypothese voor het effect van deeltjes wordt grafisch weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7 - Hypothese deeltjesbelasting leidingnet

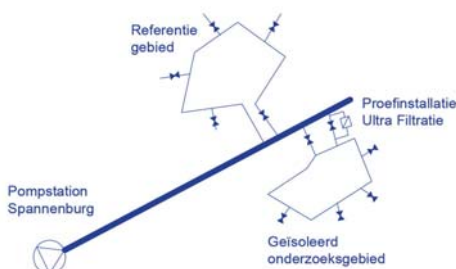
Om het effect van deeltjes in het leidingnet te bekijken zijn er twee proeven opgezet. De eerste in het leidingnet van Vitens waarbij in twee geïsoleerde gedeeltes van het net nauwkeurig de vervuiling wordt gevolgd. In het ene deel van het leidingnet wordt het gewone drinkwater gedistribueerd en in het andere gedeelte wordt het drinkwater nabehandeld met UF, waardoor deeltjesvrij water ontstaat. Het principe van de proef is weergegeven in figuur 8.

De kenmerken van beide netten zijn ongeveer gelijk: rond de 500 huishoudelijke aansluitingen en een conventioneel leidingnet. Het onderzoeksgebied is iets ouder en bestaat uit een wijk die in de jaren 50 is aangelegd. Het dominante leidingmateriaal is AC, maar er zijn enkele PVC leidingen in recentere stukken van het leidingnet.

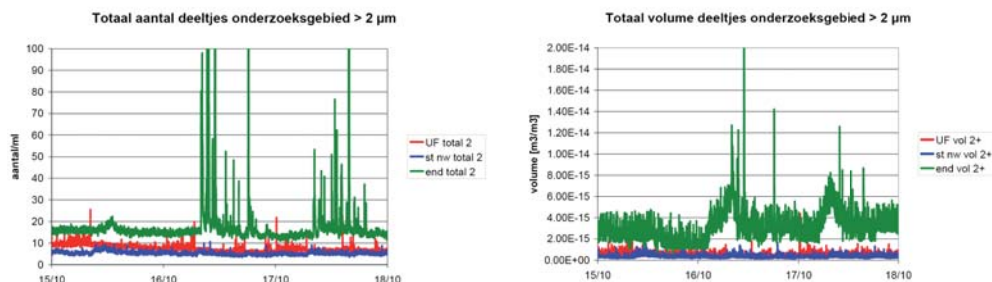
Het referentiegebied heeft een groter relatief nieuw gebied en kent daardoor meer PVC leidingen.

Tijdens de proef zijn een aantal metingen verricht:

- Deeltjes tellingen op drie plaatsen in de beide leidingnetten: aan het begin en in het leidingnet zelf. De deeltjes tellingen zijn op twee momenten uitgevoerd in beide gebieden.



Figuur 8 - Opzet proef deeltjesbelasting



Figuur 9 - Totaal aantal deeltjes en volume deeltjes in het onderzoeksgebied

- Na een jaar zijn beide gebieden schoongemaakt en is al het sediment opgevangen en geanalyseerd.

De proefperiode is eind november 2006 geëindigd, zodat slechts enkele voorlopige resultaten kunnen worden gepresenteerd.

Resultaten

Deeltjestellingen

De resultaten van de deeltjestellingen in het onderzoeksgebied is weergegeven in Figuur 9.

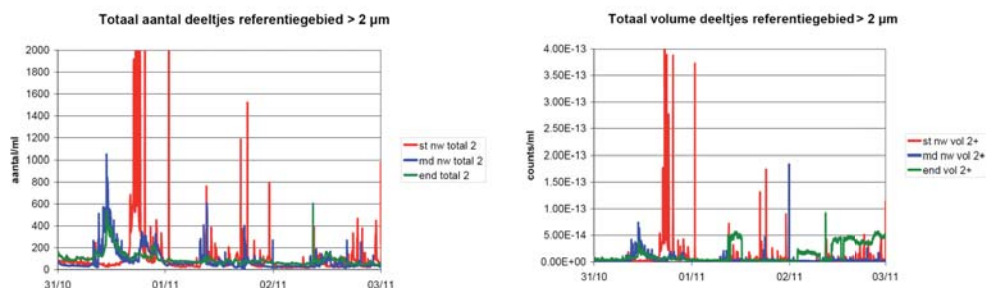
Vanuit de deeltjestellingen is het volume van de deeltjes berekend aannemende dat de deeltjes perfect rond zijn. In het linkergedeelte van Figuur 9 zijn de metingen van het aantal deeltjes op drie lokaties in het onderzoeksgebied weergegeven. In het rechtergedeelte zijn deze aantallen deeltjes omgerekend naar volume concentraties. De locatie 'UF' is het water na de UF installatie en de opslagkelder (rode lijn), de locatie 'st nw' is het begin van het netwerk na een kort stuk transportleiding en de locatie 'end' is in het leidingnet in de binneninstallatie van een basisschool.

Figuur 10 geeft dezelfde metingen voor het referentie gebied, waarbij de rode lijn (locatie st nw) het

begin van het leidingnet is, de blauwe lijn (locatie 'md nw') het midden en de groene lijn (locatie 'end') het einde van het leidingnet.

Een duidelijk verschil tussen de beide metingen is de schaal en de aantallen deeltjes. In het onderzoeksgebied dat door het UF water wordt gevoed is de schaal van het aantal deeltjes tot 100 per ml en in het referentiegebied is de schaal tot 2000 deeltjes per ml. Ook in de volume-schalen is de schaal voor het onderzoeksgebied tot $2 \cdot 10^{-14} \text{ m}^3/\text{m}^3$ en voor het referentiegebied tot $4 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Zonder in te gaan op de details van de metingen is te zien dat het totaal volume aan deeltjes dat met het water in het onderzoeksgebied wordt gebracht geringer is dan in het referentiegebied. Theoretisch zou het volume na de UF installatie constant en erg laag moeten zijn, maar er zijn enige kleine piekjes te herkennen in de linkergrafiek van Figuur 9, waarschijnlijk afkomstig van wat deeltjes in kelder. Tevens is te zien dat in het onderzoeksgebied het volume aan deeltjes in het net toeneemt, terwijl dat in het referentiegebied afneemt. In het onderzoeksgebied is de derde monitor in een lagere school geplaatst, waarbij de aansluiting van de monitor



Figuur 10 - Totaal aantal deeltjes en volume deeltjes in het referentiegebied

'aan het einde' van de binneninstallatie is geplaatst. Duidelijk is het opwervingspatroon te zien dat afhankelijk is van het gebruik van de school: 15 oktober 2006 was een zondag en dus geen verbruik in de binneninstallatie.

In het referentiegebied is de piek in de aantallen deeltjes en het volume daarvan in de avond van 31 oktober duidelijk waar te nemen. De reflectie daarvan op de beide andere meetlocaties is waar te nemen, maar het is duidelijk dat het grootste aantal en volume deeltjes is verdwenen. Dit illustreert het vervuilingproces in de leidingen van het referentiegebied: er komen deeltjes het leidingnet in die 'verdwenen' zijn op de andere locaties: de deeltjes zijn bezonken in de leidingen en accumuleren tot een opwervelbare hoeveelheid sediment.

Sedimentaccumulatie

Om te bepalen hoeveel opwervelbaar sediment zich in ongeveer een jaar verzameld in het leidingnet zijn beide netten aan het begin van de proef schoongemaakt middels het spuien met water. Daardoor is de uitgangspositie van beide netten gelijk geworden voor wat betreft de aanwezigheid van opwervelbaar of los sediment. Na een jaar zijn beide netten wederom schoongemaakt en is de hoeveelheid van het gespuide water en de troebelheid daarvan continu gemeten. Daarnaast zijn monsters genomen en is een relatie vastgesteld tussen de troebelheid en de hoeveelheid vaste stoffen.

In de tabellen Tabel 2 en Tabel 3 zijn de gegevens van de schoonmaakactie weergegeven

In het referentiegebied, dat gevoed wordt met gewoon drinkwater, wordt na een jaar 5,5 maal zoveel

Tabel 2 - Resultaten spuien referentiegebied

Actie nr	diam [mm]	Lengte [m]	materiaal	Snelheid [m/s]	verwijderd sediment [gr]	verwijderd sediment per meter [gr/m]
actie 1	122.5	520	AC + PVC	1.65	479.36	0.92
actie 2	147.6	400	PVC	1.14	434.05	1.09
actie 3	101.6	160	PVC	2.06	61.51	0.38
actie 4	101.6	140	PVC	2.06	58.32	0.42
actie 5	150.0	520	AC	1.38	304.71	0.59
actie 6	100.0	350	AC	2.12	149.32	0.43
actie 7	100.0	240	AC	2.12	356.81	1.49
actie 8	100.0	64	AC	2.12	9.26	0.14
actie 9	100.0	240	AC	2.12	63.03	0.26
actie 10	100.0	280	AC	2.12	46.24	0.17
actie 11	147.6	400	PVC	0.97	143.85	0.36
actie 12	101.6	400	PVC	2.06	134.63	0.34
actie 13	147.6	320	PVC	0.97	219.48	0.69
actie 14	101.6	330	PVC	2.06	167.06	0.51
actie 15	67.8	330	PVC	2.31	57.12	0.17
actie 16	101.6	330	PVC	1.03	30.65	0.09
actie 17	101.6	36	PVC	1.03	38.01	1.06
actie 18	101.6	205	PVC	2.06	27.11	0.13
actie 19	101.6	105	PVC	2.06	86.28	0.82

totale lengte	5370 m
totaal verwijderd	2866.81 gr
totaal verwijderd/m	0.5339 gr/m

Tabel 3 - Resultaten spuien onderzoeksgebied

Actie nr	diam [mm]	lengte [m]	materiaal	Snelheid [m/s]	verwijderd sediment [gr]	verwijderd sediment per meter [gr/m]
actie 1	150.0	350	AC	1.26	37.27	0.11
actie 2	150.0	850	AC	1.40	102.59	0.12
actie 3	100.0	500	AC	2.12	30.89	0.06
actie 5	100.0	500	AC	2.12	17.28	0.03
actie 6 + 7	150.0	450	AC	1.41	56.48	0.13
actie 8	150.0	350	AC	1.41	35.49	0.10
actie 9	150.0	340	AC	1.41	9.03	0.03
actie 11	100.0	240	AC	2.12	46.38	0.19
actie 12	100.0	200	AC	2.12	9.29	0.05
actie 13	100.0	265	AC	2.12	9.09	0.03
actie 14	100.0	500	AC	2.48	35.68	0.07
actie 15	147.6	400	PVC	1.46	94.86	0.24
actie 16	147.6	150	PVC	1.46	14.45	0.10
actie 18	147.6	575	PVC	1.46	30.21	0.05
actie 19	147.6	170	PVC	1.46	14.18	0.08

totale lengte 5840 m
 totaal verwijderd 543.15 gr
 totaal verwijderd/m 0.09 gr/m

sediment verwijderd dan uit het onderzoeksgebied. Hieruit blijkt dat de vervuiling van het gebied met dezelfde factor teruggebracht kan worden door het voorkomen dat deeltjes in het leidingnet terecht komen.

Conclusie

Hoewel de resultaten nog niet volledig zijn uitgewerkt, is duidelijk dat een groot gedeelte van het opwervbare sediment in een leidingnet afkomstig is van het drinkwater zelf en wordt aangevoerd vanuit het pompstation. In deze vergelijkende studie zou je kunnen zeggen dat ruim 85% van het sediment dat in het referentiegebied is gevonden rechtstreeks afkomstig is uit het water zelf. Het sediment dat gevonden is in het onderzoeksgebied lijkt in het gebied zelf te zijn geproduceerd, aangezien de deeltjesaantallen toenemen in het gebied zelf. Is ook mogelijk dat deze deeltjes afkomstig zijn van een restvervuiling van de bufferkelder.

Schoonmaken van het leidingnet

Het tweede doel van het onderzoek is het ontwikkelen van methoden om de hoeveelheid en accumulatie van sediment in het leidingnet te beheersen. De historisch meest toegepaste beheersmaatregel is het regelmatig schoonmaken van het leidingnet met als doel om het opwervbare sediment te verwijderen. Als meest gebruikelijke technieken worden water spuien, water/lucht spuien en prop-pen toegepast.

Water spuien is de meest toegepaste techniek, waarbij er naar wordt gestreefd om water met een hoge snelheid door de leiding te persen. De hoge snelheid wordt bewerkstelligd door een grote afname in het leidingnet te creëren, bijvoorbeeld door een spuijunct te maken of één of meerdere brandkranen te openen. Door de hoge snelheid wordt losliggend sediment opgewerveld en afgevoerd.

Met water/lucht spuien wordt naast de hogere snelheid in het leidingnet een extra turbulentie opgewekt door lucht in de waterstroom te injecteren. Hierdoor

zou het reinigende effect van de waterstroom worden verhoogd.

Een derde techniek is om een zogenaamde prop in de leiding te laten en deze door middel van een waterstroom door de leiding te duwen, waardoor het losse sediment uit de leiding wordt geveegd.

Spuien met water

Systematisch onderzoek naar de effectiviteit van de verschillende schoonmaaktechnieken is in de jaren negentig van de vorige eeuw uitgevoerd, waarbij de belangrijkste conclusie was dat het spuien met water de meest effectieve techniek is. Het is echter wel van belang dat het spuien zorgvuldig wordt voorbereid en uitgevoerd. Dit betekent dat aan drie randvoorwaarden moet worden voldaan:

- Snelheid in de leiding minimaal 1,5 m/s;
- Inhoud van de leiding twee tot drie maal verversen
- Water aanvoeren over een schoon water front.

De samenhang van de randvoorwaarden is belangrijk, omdat niet voldoen aan één van de drie de effectiviteit van de schoonmaakactie ernstig compromitteert.

Iedere randvoorwaarde zal kort worden toegelicht:

Snelheid minimaal 1,5 m/s

In eerste instantie is deze randvoorwaarde gesteld uit pragmatische overwegingen. De spuisnelheid moet in ieder geval significant hoger zijn dan normaal optreedt in een leidingnet en bij voorkeur ook hoger dan bij mogelijke incidenten kan optreden. Uit berekeningen blijkt dat 1,5 m/s nagenoeg altijd haalbaar is in een leidingnet, zelfs in de grotere transportleidingen, maar dat de afvoer van het gespuide water wel voor problemen kan zorgen. Figuur 12 heeft een voorbeeld van een spuiing van



Figuur 11 - Invloed lage snelheid op mobiliteit sediment



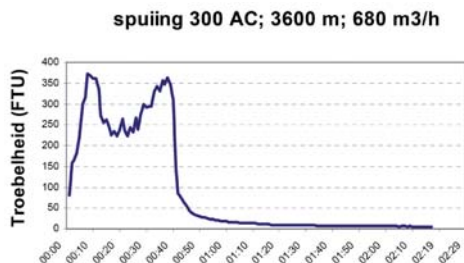
Figuur 12 - Spuiing Ø500 met 1000 m³/h

een 500 mm transportleiding. De volumestroom is ruim 1000 m³/h en kan worden geloosd in een sloot, waarbij de bodem van de sloot tijdelijk gefixeerd is door het blauwe plastic zeil.

Het belang van een voldoende hoge spuisnelheid wordt ook geïllustreerd door Figuur 11. Dit is het resultaat van een troebelheidsmeting in een leidingnet (rode lijn), waarbij op maandag morgen een verstoring heeft plaatsgevonden met een te lage spuisnelheid. Te zien is dat de troebelheid toeneemt, nog uren lang verhoogd blijft en ook in de dagen erna geen constante waarde geeft. Op donderdagmiddag is een spuiing uitgevoerd waarbij wel aan de randvoorwaarden is voldaan. De troebelheid is kortstondig hoog, maar stabiliseert snel en daarna blijft de troebelheid stabiel op een lage waarde. Dit toont aan dat verstoring met te lage snelheden weliswaar enig los sediment verwijderd, maar dat het achterblijvende sediment een hoger opwerfingsrisico heeft doordat het mobieler is geworden.

Inhoud van de leiding twee tot drie maal verversen

Bij het verhogen van de snelheid wordt het losliggende sediment nagenoeg meteen opgewerveld. Dit uit zich in een hoge troebelheid aan het begin van de spuiing, die na één verversing scherp daalt en na twee verversingen over het algemeen terug is op het niveau van het aangevoerde water. Het typische troebelheidsverloop van het spuiwater bij het spuipunt is weergegeven in Figuur 13. Het betreft hier een 300 mm AC leiding die met 680 m³/h wordt gespuid over een lengte van 3600 meter. Na de eerste verversing na 40 minuten neemt de troebelheid sterk af en na de tweede verversing na 1 uur en 20 minuten is de troebelheid nagenoeg gestabiliseerd.



Figuur 13 - Turbelheid van het spuiwater bij een spuipunt in het leidingnet

Consequent toepassen van het verversen van de inhoud met een factor 2 à 3 en goed het schoonwaterfront in de gaten houden, betekent dat het gehele net kan worden gereinigd met een hoeveelheid water die drie tot maximaal vier maal de inhoud van dat leidingnet is. Dit betekent dat het schoonmaken van het leidingnet ongeveer 0,5% van de totale watervraag op jaarbasis vraagt. Ofwel: jaarlijks schoonmaken van het gehele leidingnet draagt voor ongeveer 0,5% bij aan het totaal 'lekverlies' in het leidingnet.

Water aanvoeren over een schoon water front

Met deze randvoorwaarde dient voorkomen te worden dat water wordt aangevoerd over leidingen die nog sediment bevatten. Belangrijkste reden is dat de snelheid in deze leidingen dan te laag is, hetgeen het sediment meer mobiel maakt en het opwerelingsrisico doet toenemen. Een tweede effect is dat er geen nieuw sediment in het schoon te maken leidingnet wordt aangevoerd.

Een schoonwaterfront hoeft niet perse een schoon-gemaakte leiding te zijn, maar kan ook een leiding zijn met een dermate grote diameter dat de extra flow die nodig is om een leiding te spuien niet tot een significante verhoging van de totale flow in de grotere leiding zal leiden en daardoor niet tot opwer-veling of extra mobilisering van het sediment.

Effectiviteit andere schoonmaaktechnieken

De effectiviteit van water/lucht spuien is een aantal jaren geleden nader onderzocht in een proefop-stelling bij het WL[Delft Hydraulics. Hieruit is naar voren gekomen dat water/lucht spuien een addi-tionele techniek is die kan worden toegepast als het water spuien niet kan worden uitgevoerd. De randvoorwaarden voor uitvoeren van w/l spuien is dat er een watervolumestroom is die in de volledig

gevulde leiding een snelheid van 0,5 m/s heeft. De volume verhouding water/lucht bij het injectiepunt van de lucht dient één op één te zijn en de over-druk van de lucht mag maximaal 0,5 bar bedragen. Daarnaast is de injectie van lucht continu. Als aan deze randvoorwaarden wordt voldaan wordt een stromingbeeld gecreëerd waarbij grote bellen lucht worden gescheiden door zeer turbulente gedeeltes, die 'hydraulische proppen' zijn gedoopt.

Belangrijk aandachtspunt bij het uitvoeren van water/lucht spuien is het achterblijven van lucht in het systeem. Het effectief uitspoelen van lucht vergt snelheden in de orde van 1,5 à 2,0 m/s. Het totale waterverbruik van het water/lucht spuien is in de orde van 2 tot 4 maal de leidinginhoud en soms nog meer.

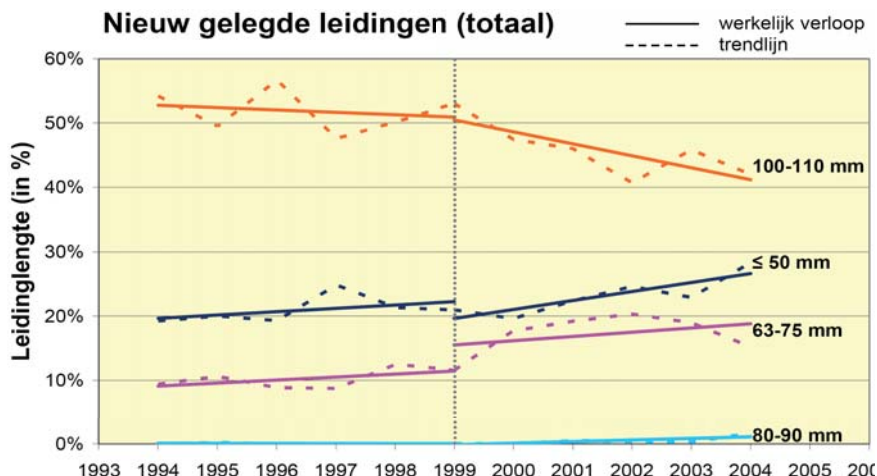
Ook bij water/lucht spuien is het hanteren van een schoonwaterfront van belang, om dezelfde reden als dat belangrijk is bij water spuien. Omdat bij het daadwerkelijke spuien met een veel lagere snelheid wordt gewerkt (0,5 m/s versus 1,5 m/s) zal de bovenstroomse verstoring ook navenant lager zijn.

Het proppen van leidingen wordt in Nederland niet veel (meer) toegepast, omdat de kosten relatief hoog zijn en de effectiviteit gering voor wat betreft de daadwerkelijke verwijdering van sediment.

(Her)ontwerp van het leidingnet

Accumulatie van deeltjes op de buiswand als gevolg van de (zeer) lage snelheden in het leidingnet ligt ten grondslag aan bruin water incidenten. Als de snelheid in de leidingen significant verhoogd kan worden, betekent dit dat de accumulatie kan worden verminderd of zelfs helemaal voorkomen. De lage snelheden in het distributieleidingnet worden veroorzaakt doordat leidingen gedimensioneerd worden voor het leveren van bluswater. Deze blus-watervraag is vele malen groter dan de normale drinkwatervraag, waardoor de stromingssituatie in het leidingnet altijd zeer laag is. Tevens wordt door de sterke vermazing van het net de stroomsnelheid nog verder verminderd.

In 1999 zijn de nieuwe ontwerpcriteria geïntrodu-ceerd in de Nederlandse bedrijfstak en geleidelijk kan er een verandering in de samenstelling van



Figuur 14 - Diameterverdeling nieuwe aangelegde leidingnetten in Nederland.

het leidingnet worden waargenomen, zoals blijkt uit Figuur 14.

In de loop van de jaren zijn de ontwerpregels aangescherpt en meer consequent toegepast. Een recent vergelijkend onderzoek heeft aangetoond dat het aldus ontworpen leidingnet daadwerkelijk als zelfreinigend kan worden beschouwd.

In Figuur 15 zijn twee leidingnetten weergegeven die met behulp van deeltjestellingen met elkaar zijn vergeleken.

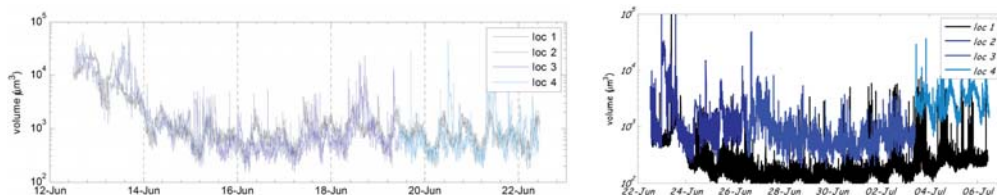
In beide leidingnetten zijn deeltjestellingen uitgevoerd tijdens de warmste dagen van het jaar met de hoogste verbruiken. De deeltjestellingen zijn omgerekend naar volumes door aan te nemen dat de deeltjes bestaan uit bolletjes. In Figuur 16 zijn de berekende volumes op basis van de deeltjestellingen weergegeven.

De zwarte lijn geeft de volumeconcentratie van de ingaande deeltjes weer en de blauw gekleurde lijnen de volumeconcentraties op verschillende plaatsen in het benedenstroomse leidingnet. De metingen zijn uitgevoerd met twee deeltjestellers. De teller bij de ingaande stroom heeft de gehele meetperiode op dezelfde plaats gestaan, terwijl de andere deeltjesteller verplaatst is. De meting heeft plaatsgevonden tijdens het maximale jaar verbruik. In de linker figuur die gemeten is in het conventionele net is te zien

dat het ingaande volume groter is dan het uitgaande volume in de uren van laag verbruik (nachten) en dat er verschillende opwervelingen te zien zijn (bijvoorbeeld op 18 juni). Dit betekent dat er netto sediment achterblijft in het leidingnet.



Figuur 15 - Boven een conventioneel vermaasd net en onder een modern vertakt net tot 40 mm PE voor de laatste aansluitingen



Figuur 16 - Resultaten volumeberekeningen op basis van deeltjes tellingen in twee voorzieningsgebieden

In de tweede figuur is te zien dat het deeltjesvolume in het uitgaande water consequent hoger is dan het ingaande volume. Dit betekent dat in deze periode van extreem hoog verbruik er netto sediment wordt verwijderd uit het leidingnet en dit dus als zelfreinigend kan worden beschouwd.

Discussie

Historisch wordt het bruin water probleem in verband gebracht met de aanwezigheid van roestend gietijzer. Deze verklaring voor het ontstaan van bruin water klachten is echter niet afdoende, omdat de klachten ook voorkomen in leidingnetten waar geen gietijzer in voorkomt. De hypothese dat veel van het sediment dat de bruin water klachten veroorzaakt afkomstig is van de zuivering wordt bevestigd in het praktijk experiment waarbij de effecten van deeltjes vrij water en normaal drinkwater worden vergeleken. Hieruit blijkt dat in het leidingnet waarin deeltjesvrij water wordt gedistribueerd een factor 5,5 minder opwervelbaar sediment wordt aangetroffen dan in het gebied waarin gewoon drinkwater wordt gedistribueerd.

Om een bruin water probleem te laten ontstaan moet aan meerdere randvoorwaarden worden voldaan: Er dienen afzetbare deeltjes in het water aanwezig te zijn in combinatie met lage stroomsnelheden waardoor de deeltjes ook daadwerkelijk kunnen bezinken en accumuleren. Vervolgens veroorzaakt een verhoogde snelheid als gevolg van een incident of een hoge afname opwerveling van de deeltjes die ook nog door een consument moet worden waargenomen én zodanig verontrusten dat een melding aan het waterleidingbedrijf wordt gedaan. Per jaar wordt in Nederland ongeveer 6000 maal aan al deze randvoorwaarden voldaan.

Doordat zoveel factoren meespelen in het ontstaan van bruin water, zijn er ook meerdere mogelijkheden om iets te doen aan het ontstaan ervan. De drie

traps aanpak zoals in dit artikel beschreven, zal bij volledige toepassing tot een aanzienlijke verlaging van het aantal bruin water klachten leiden. In de periode tussen 1990 en 1996 zijn de maatregelen van systematisch schoonmaken in combinatie met een betere bedrijfsvoering van de productiepompsstations van het toenmalige Nutsbedrijf Regio Eindhoven toegepast in het de stad Eindhoven en omstreken. Dit leidde tot een daling van het aantal klachten van ongeveer 1000 per jaar tot minder dan 100 per jaar.

In het begin van het onderzoek is een relatief simpele methode ontwikkeld om het aantal incidenten met verhoging van de snelheid te beperken, namelijk het verbieden van het gebruik van standpijpen anders dan door de brandweer bij het daadwerkelijk blussen van branden. Dit heeft bij verschillende bedrijven ook geleid tot een significante daling van het aantal bruin water klachten. De handhaving van dit verbod kan op moeilijkheden stuiten, maar als een voldoende alternatief geboden wordt is dit op te lossen. In Arnhem zijn hiervoor een soort semi-openbare tappunten geconstrueerd en in Tilburg zijn op plekken waar veel van brandkranen gebruik wordt gemaakt, zoals op de markt en de kermis, voorzieningen getroffen waardoor een verbod op gebruik van brandkranen eenvoudiger is te handhaven.

Het stoppen van niet-systematisch schoonmaken en dat vervangen door systematisch schoonmaken heeft ook geleid tot een daling van het aantal bruin water incidenten. Een hardnekkig misverstand over het positieve effect van spuien van eindpunten in het leidingnet is met vele (inter)nationale waterleidingbedrijven besproken en in toenemende mate wordt onderkend dat met deze techniek de randvoorwaarde van het schoonwaterfront wordt genegeerd en dat de methode eerder klachten veroorzaakt dan dat het ze voorkomt.

Het ontwerpen van nieuwe leidingnetten die geoptimaliseerd zijn op snelheid vraagt een nieuwe benadering van het leidingnet waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen het transport en hoofdleidingnet en het daadwerkelijke distributienet. De principes die worden toegepast staan in feite loodrecht op elkaar: wordt bij het transport maximale vermazing nagestreefd, bij het distributienet wordt maximale vertakking nagestreefd. Wordt bij het transportleidingnet gedimensioneerd op een maximaal verbruik in de toekomst, in het distributienet wordt op een veel-voorkomende situatie gedimensioneerd in de zeer nabije toekomst. Dit pleit er dan ook voor om de disciplines (transport en distributie) apart te beschouwen en verschillende ontwerpprincipes toe te passen, zoals nu in het universitaire onderwijs wordt toegepast.

Een belangrijk praktisch struikelpunt in het toepassen van de nieuwe ontwerpcriteria is het leveren van bluswater door het drinkwaterleidingnet. Professor Huisman zei in zijn colleges ook al dat er geen drinkwaternet maar een bluswatervoorziening in de grond lag. Het vraagt van zowel de brandweer als het waterleidingbedrijf een inspanning om te zoeken naar een maatschappelijk verantwoorde oplossing voor de bluswatervoorziening. In overleg op landelijk niveau is al bereikt dat landelijke brandweerorganisaties achter de zogenaamde 30 kuubs-brandkraan staan en deze accepteren in gebieden waar voldaan wordt aan de eis dat de bebouwing voldoende brandwerend is en er geen bijzonder omstandigheden zijn. Het blijft echter zo dat de eindverantwoordelijkheid voor de bluswatervoorziening bij de plaatselijke brandweercommandant ligt en dat in principe alle 500 brandweercommandanten persoonlijk moeten worden overtuigd. Dat waterleidingbedrijven hier in toenemende mate een rigide houding in aannemen, zal op den duur de samenwerking niet bevorderen. Toenadering kan gezocht worden in het ontwerpen van alternatieven die vooral in nieuwbouwprojecten goed toepasbaar zijn zoals huishoudelijke sprinklers.

Internationaal worden de nieuwe ontwerpcriteria met belangstelling gevolgd, hoewel het toepassen ook hier stuit het overleg met de brandweer. Er zijn concrete plannen bij een Engels waterleidingbedrijf om de nieuwe ontwerpnormen breed in te gaan voeren

voor al het nieuwe leidingwerk, inclusief de vervanging van oude leidingen. Dat hierbij de economische motieven (20% goedkoper) een grotere rol spelen dan de kwaliteitsvoordelen is niet verwonderlijk.

Conclusie

Het onderzoek naar het ontstaan en de aard van bruin water klachten hebben de grenzen van de bedrijfsvoering en het ontwerp van het distributienet in Nederland verlegd. Gebaseerd op de Opwerveling Potentie Methode, zoals beschreven in dit artikel, hebben veel waterleidingbedrijven een meetprotocol ontwikkeld waarmee de vervuiling van het leidingnet wordt gemeten en waarmee beslissingen over waar en wanneer schoon te maken worden genomen. De methode van schoonmaken van het leidingnet zoals tegenwoordig toegepast door bedrijven is nagenoeg volledig gebaseerd op de principes van het spuien met water (1,5 m/s, 2 tot 3 maal verversen en schoonwaterfront). Op sommige plaatsen wordt geëxperimenteerd met vernieuwde water/lucht spoel technieken, maar dat gebeurt nog niet op grote schaal.

Bij het ontwerpen en aanleggen van nieuwe leidingen worden de nieuwe ontwerpregels breed toegepast, wat goed waarneembaar is in de samenstelling en de kosten van de nieuwe leidingnetten. De invloed van de zuivering en in het bijzonder de deeltjeslast naar het leidingnet, is duidelijk aangetoond met het beschreven vergelijkend experiment, waarbij een reductie met een factor 5,5 mogelijk is door het preventief verwijderen van de deeltjes uit het drinkwater. Dit maakt duidelijk dat ook het voorkomen van deeltjesbelasting naar het leidingnet haalbaar en effectief is.

De aanpak van bruin water problemen in het leidingnet vraagt om een combinatie van meerdere maatregelen die tegelijkertijd genomen kunnen worden, waarbij duidelijk is dat het totale proces van bron tot tap dient te worden beschouwd.

Onderzoek naar nieuwe behandelingsconcepten

Bas Heijman

Inleiding

“Ons drinkwater is goed, we zijn klaar in Nederland” is een stelling die niet volgehouden kan worden. Natuurlijk is onze kwaliteit vele malen beter dan in het buitenland waar tientallen microgrammen per liter aan carcinogene verbindingen (de THM's) zijn toegestaan omdat men denkt niet zonder chloor te kunnen. Ons water kan met recht drinkwater genoemd worden en wordt ook als zodanig door bijna iedereen in Nederland gebruikt. Nederland heeft de laagste consumptie van flessenwater (zie figuur 1) en dit kan direct vertaald worden naar een hoog consumentenvertrouwen. Maar het product drinkwater kan nog steeds verbeterd worden en er is geen reden om niet, zoals bij een commerciële bedrijfstak noodzaak is, te blijven innoveren. Bovendien liggen de bedreigingen voor de goede kwaliteit en het consumentenvertrouwen altijd op de loer. Het verleden heeft ons steeds deze les geleerd (voorbeelden nieuwe verontreinigingen in het verleden, zoals bentazon). Daarnaast zijn de tijden veranderd en moet terecht worden gevreesd dat het effect van optreden van verontreinigingen door de nieuwe communicatietechnieken en de toegenomen mondigheid van de burger (consumentenorganisaties) veel groter zal zijn voor zoiets kwetsbaars als het consumentenvertrouwen. Onderzoek naar die kwaliteitsverbetering is daarom nodig om iets op de plank te hebben liggen “voor het geval dat”. Het consumentenvertrouwen is dusdanig kostbaar en kwetsbaar dat een verbetering van de kwaliteit een continue streven zou moeten zijn van de bedrijfstak. Klaar zijn we dus eigenlijk nooit.

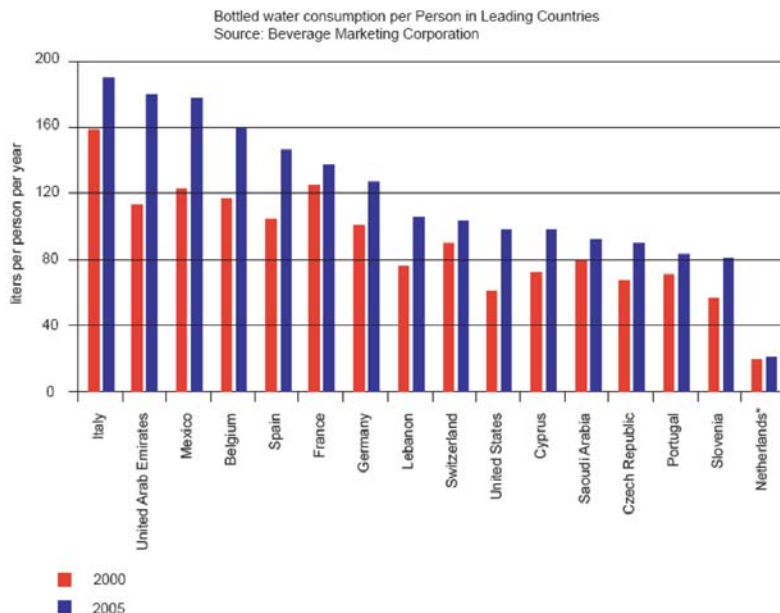
Op dit moment kunnen een vijftal kwaliteitsdoelen gedefinieerd worden waar verbetering van de waterkwaliteit mogelijk is:

- De deeltjesconcentratie af pompstation ivm de bruinwaterklachten bij de consument
- De barrières tegen pathogene microorganismen
- De barrières tegen organische microverontreinigingen



dr.ir. S.G.J. Heijman
TU Delft/ Kiwa Water Research





Figuur 1 - Consumptie van flessenwater in verschillende landen in 2000 en 2005

- Verlaging van de hoeveelheid groeistoffen voor bacteriën (uitgedrukt als AOC of biofilmvormingssnelheid)
- De conditionering/samenstelling van het water moet dusdanig zijn dat de kwaliteit in het net niet verslechtert

Dit wil dus niet zeggen dat deze parameters nu onvoldoende van kwaliteit zijn, maar dat deze aspecten dusdanig belangrijk zijn voor het consumentenvertrouwen dat continue aandacht in onderzoek gewenst is.

In deze presentatie wil ik mij richten op de organische microverontreinigingen en de biologische stabiliteit. Deze twee parameters zijn voor zowel oppervlaktewater- als (oever-)grondwaterbedrijven relevant.

Multi-barrière concept ook voor organische microverontreinigingen

Voor pathogene micro-organismen is het dubbele desinfectie-barrière concept gemeengoed: we vertrouwen niet op één processtap voor desinfectie maar willen extra zekerheid inbouwen om betrouwbaar drinkwater te garanderen.

Voor de verwijdering van organische microverontreinigingen is een dergelijke aanpak ook aan te bevelen: er is eenvoudig geen processtap beschikbaar die de veelheid aan organische microverontreinigingen in één keer en afdoende kan reduceren. De fysische eigenschappen van de verontreinigingen (bijvoorbeeld: polariteit, molecuulgrootte en oxideerbaarheid) zijn eenvoudig te divers om dit met één proces te ondervangen. In het navolgende worden de verwijderingsprincipes geëvalueerd die op dit moment ingezet worden om organische micro's aan te pakken.

Adsorptie, in de vorm van actieve-kool filtratie, is op dit moment de meest gebruikte barrière voor organische microverontreinigingen. Apolaire (hoge logKow) moleculen worden het beste verwijderd. Zoals bekend vormen vooral de minder apolaire (lagere logKow) organische microverontreinigingen minder goed verwijderd, waardoor de regeneratiefrequentie fors kan toenemen. Maar voor deze middengroep is goede verwijdering slechts een kosten kwestie: een hogere regeneratie frequentie betekent meer regeneratiekosten. De echt polaire verbindingen, zoals glyfosaat, AMPA, NDMA en MTBE vormen een groter probleem en worden

Tabel 1 - Verwijdering van glyfosaat, AMPA, MTBE en NDMA in een actief koolfilter
(Bron: Kiwa- SWI 96.199 BTO 2005.024 en promotieonderzoek Arne Verliefde)

Microverontreiniging	Contacttijd	Doorbraak bij	Verwijdering
AMPA	80 minuten	<500 bedvolumes	--
Glyfosaat	40 minuten	Ca. 300 bedvolumes	--
MTBE	3 minuten	--	50% na twee weken looptijd
NDMA	--	--	50% (batchexperiment)

ook bij een vers actief-koolfilter filter slecht verwijderd (zie tabel 1).

Andere processen om organische microverontreinigingen aan te pakken zijn oxidatie (ozon, ozon-peroxide, UV-peroxide) en membraanfiltratie (nanofiltratie en omgekeerde osmose). Ook deze processen hebben een bepaalde "niche" van stoffen die uitstekend verwijderd worden en een aantal stoffen die minder goed verwijderd worden.

Oxidatie zal vooral de makkelijk oxideerbare organische micro's omzetten. Moeilijk oxideerbare stoffen zullen binnen de praktisch haalbare procescondities minder of zelfs niet omgezet worden. Bovendien worden de organische microverontreinigingen omgezet in een andere verbinding (oxidatie tot H_2O en CO_2 is niet aan de orde) en is de verwijdering voor een aantal stoffen niet volledig (>90%). Er worden dus nieuwe grotendeels onbekende verbindingen gevormd, die over het algemeen meer polair zijn.

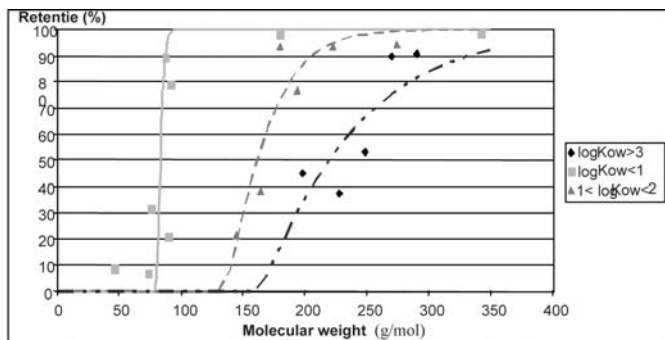
Membraanfiltratie is vooral geschikt voor de grotere organische moleculen. Moleculen die kleiner zijn dan de effectieve poriegrootte (de zgn. cut-off van het membraan) zullen het membraan passeren (lage retentie). Overigens blijkt uit onderzoek van PhD Arne Verliefde, tevens gekoppeld aan het bedrijfstakonderzoek, dat de cut-off van het membraan sterk afhangt van de polariteit (logKow) van het molecuul (zie figuur 2). De officiële cut-off van het membraan bedraagt 200. Deze cut-off waarde blijkt echter alleen geldig voor moleculen met een gemiddelde logKow (tussen 1 en 2). Voor de meer polaire moleculen geldt een lagere cut-off van ongeveer 90 g/mol (gunstig!) en voor apolaire moleculen geldt een hogere cut-off van ongeveer 300. Vooral de polaire moleculen worden dus uitstekend verwij-

derd, maar de verwijdering van apolaire moleculen valt tegen en is pas bij grote moleculen optimaal.

Combinaties van processen

Er moet dus worden geconcludeerd dat er op dit moment geen proces beschikbaar is dat alle organische micro's in voldoende mate in één stap verwijderd. Combinaties van processen zijn dus in de toekomstige zuivering onontbeerlijk. Op dit moment worden de volgende combinaties onderzocht: Oxidatie-actieve kool en nanofiltratie-actieve kool. Vooropgesteld moet worden dat de voorgestelde combinaties een hele grote stap voorwaarts vormen ten opzichte van alleen actieve kool. Maar onderzoek is nog steeds nodig om het hele brede spectrum van microverontreinigingen echt te verwijderen.

Oxidatie-actieve kool is natuurlijk al een aantal jaren in gebruik bij Waternet (ozon/kool of BAKF) en bij PWN (UV/ H_2O_2 -kool). Waarbij ozon het bekende probleem van bromaat met zich meebrengt. UV/peroxide heeft dit nadeel niet. In theorie houdt de combinatie oxidatie/kool de oxideerbare en apolaire verbindingen tegen. Van de slecht oxideerbare verbindingen die ook nog sterk polair zijn kan verwacht worden dat ze niet volledig verwijderd worden. Bovendien zijn de oxidatieproducten van de organische microverontreinigingen ook meer polair geworden en er bestaat dus een kans dat ook deze reactieproducten de actieve kool passeren. Dit is vooralsnog voornamelijk theorie: veel onderzoeksresultaten zijn er op dit gebied nog niet gepubliceerd. Harmsen en Heringa concluderen in BTO 2005.057 dat er nog weinig gepubliceerd is over deze reactieproducten en dat stofgericht onderzoek geen reële optie vormt omdat er een scala aan reactieproducten gevormd wordt. Geadviseerd wordt



Figuur 2 - retentie van organische microverontreinigingen als functie van de molecuulgrootte. (promotieonderzoek: Arne Verliefde)

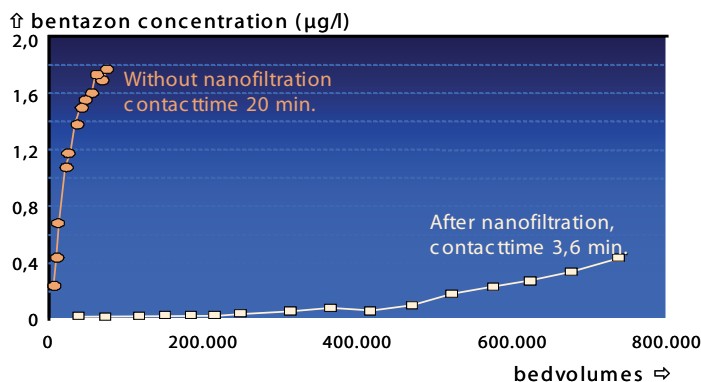
daarom om effectgericht onderzoek te doen met testen gericht op mutageniteit/genotoxiciteit, clastogeniteit en hormoonverstoring. Dit wordt opgepakt in het BTO project UV-oxidatie. Nog minder bekend is hoe (en of) de meer polaire reactieproducten worden verwijderd op de actieve kool. De actieve kool achter een oxidatieproces is ook natuurlijk erg belangrijk voor het verwijderen van de bij de oxidatie gevormde AOC.

Nanofiltratie-actievekool is op proefinstallatieschaal al eens onderzocht in de proefhal "Vechterweerd" (onderzoek van WMO (nu Vitens) en Kiwa). Uit dit onderzoek kwam de sterke synergie tussen beide processen naar voren.

In de eerste plaats verwijdert nanofiltratie alle voorbelading die de looptijd van de kool verkort (zie figuur 3).

In de tweede plaats is nanofiltratie vooral geschikt voor de verwijdering van polaire stoffen en actieve kool vooral voor apolaire stoffen. Uit proefonderzoek blijkt dat een klein aantal zeer kleine, zeer polaire stoffen de combinatie kan passeren. Helaas zit hier een stof bij die sterk ter discussie staat (NDMA) en waarvoor een barrière wenselijk is. Onderzoek moet uitwijzen of een kleinere cut-off waarde met een membraan met dezelfde eigenschappen ook deze kleine polaire moleculen kan verwijderen. Een cut-off van 150 g/mol (zoals gemeten door de leverancier) zou in theorie voor de membraan dat in figuur 2 gebruikt is (Trisep TS80) voldoende moeten zijn!

Geconcludeerd kan worden dat zowel de combinatie oxidatie/kool als de combinatie membraanfiltratie/kool nog onvoldoende in kaart zijn gebracht met betrekking tot de verwijdering van organische



Figuur 3 - Doorbraak van bentazon in een pilot-plant actief-koolfilter (onderzoek WMO en Kiwa in proefhal Vechterweerd)

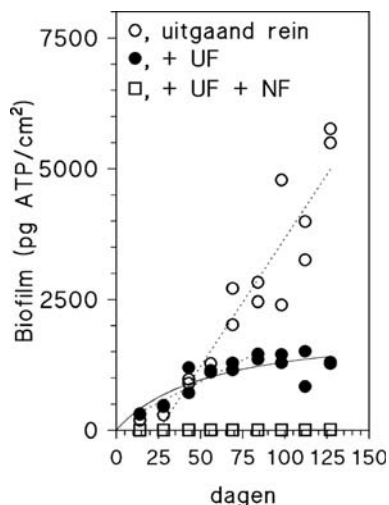
micro's. Stofgericht onderzoek is hierbij waarschijnlijk geen optie omdat oxidatie in principe geen verwijderingstechniek is. De totale verwijderde hoeveelheid organische verbindingen zal in een oxidatie/kool systeem zelfs lager kunnen uitvallen dan in een systeem met alleen actieve kool. Dit omdat de oxidatieproducten meer polair zijn dan de uitgangsubstanties. We zullen de dubbele barrières daarom uitvoerig moeten testen met effect gerichte testen voor mutageniteit/genotoxiciteit, clastogeniteit en hormoonverstoring.

Andere combinaties

Uitgaande van de drie basisprincipes (adsorptie; oxidatie en membraanfiltratie) kan ook nog gekeken worden naar oxidatie-membraanfiltratie en zelfs de ultieme combinatie oxidatie-membraanfiltratie-adsorptie. Daarvoor zijn op dit moment nog geen initiatieven. Dat komt waarschijnlijk omdat dit toch wel erg dure combinaties worden. Toch zou bij een slimme combinatie van de bestaande technieken een kostenreductie mogelijk moeten zijn. Een voorbeeld van zo'n kostenreductie is de combinatie nanofiltratie-actievekool waarbij de actievekool dusdanig goedkoop wordt (door de lange looptijden en de lage investeringskosten) dat de combinatie NF-GAC nauwelijks duurder is dan nanofiltratie alleen. Oxidatie-membraanfiltratie is geen gelukkige combinatie omdat de AOC die gevormd wordt bij oxidatie biofouling veroorzaakt in de spacers van de nanofiltratie. Mogelijk dat lage druk omgekeerde osmose alle organische microverontreinigingen wel in een keer kan verwijderen. De onderzoeksresultaten van de verwijdering van NDMA met omgekeerde osmose zijn op dat punt nog niet eenduidig.

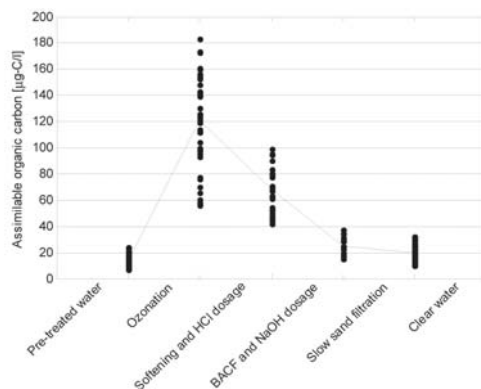
Biologische stabiliteit

Bij biologische stabiliteit draait het net als bij organische microverontreinigingen om organische stoffen die in microgrammen aanwezig zijn. Deze organische moleculen dienen als voedsel voor bacteriën. Halen we het voedsel weg dan groeien de micro-organismen minder snel. Nanofiltratie



Figuur 4 - Verbeteren van de biologische stabiliteit met ultrafiltratie en nanofiltratie (bron: Q21-onderzoek BTO op locatie Spannenburg)

verwijdert deze voedingsstoffen uitstekend waardoor de biologische stabiliteit fors verbeterd (zie figuur 4). Nanofiltratie-Actieve koolfiltratie zal naar verwachting water produceren waarvan de biofilmvormingssnelheid erg laag is. Oxidatie zelf maakt, zoals bekend, het water biologisch instabiel doordat er kleine "hapklare brokken" voor de bacteriën gemaakt worden tijdens de oxidatie. In figuur 5 stijgt daardoor de AOC van circa 15 naar circa 120. In de nageschakelde (biologische) filtratiestappen (snelfil-



Figuur 5 - Vorming en verwijdering van AOC in een zuivering met oxidatie/koolfiltratie. De contacttijd van de actieve koolfiltratie is 40 minuten. (Bron: Waternet, AOC-metingen in Weesperkarspel 2000-2005)

tratie, actieve-koolfiltratie en langzame zandfiltratie) wordt vervolgens de AOC weer sterk verlaagd tot circa 20 µg acetaat/l. Hieruit blijkt dat de combinatie oxidatie/kool netto geen AOC verwijderd. Als dit in de toekomst vanuit kwaliteitsoogpunt wel wenselijk is dan zal er nog een processtap aan toegevoegd moeten worden. Bekend is bijvoorbeeld dat macroporeuze anionenwisselaars de AOC aanzienlijk kunnen verlagen (60%). Deze ionenwisselaar zou als polishingstap toegevoegd kunnen worden.

Operationele problemen

Op dit moment wordt oxidatie-kool wel op grote schaal toegepast en nanofiltratie-kool niet. Daar zijn een aantal redenen voor aan te wijzen:

1. De vervuilingproblematiek in de membraan-elementen (niet bij anaëroob grondwater)
2. De hogere kosten van membraanfiltratie
3. De concentraatproblematiek

Eigenlijk is membraanfiltratie nog niet klaar om op hele grote schaal in de drinkwaterbereiding te worden ingezet. Op kleinere schaal is het membraan-concentraat nog wel te lozen op oppervlaktewater maar ook daaraan worden steeds meer beperkingen gesteld (Nederlof H₂O (20) 2006). Gelukkig zijn er op dit moment een aantal initiatieven die zicht bieden op de verbetering van deze drie punten (AIRO, Wessels H₂O (12) 2006; Concentraat Heijman H₂O (20) 2006). Ook de komende jaren zullen binnen het BTO verschillende projecten gaan lopen op dit gebied. Door dit soort onderzoek zal membraanfiltratie inzetbaar worden voor de drinkwaterbedrijven en nanofiltratie/actieve-kool een alternatief naast oxidatie/actieve-kool.

Rol van natuurlijk organisch materiaal (NOM)

Bij de verschillende processen speelt natuurlijk organisch materiaal (NOM) dat van nature aanwezig is in het water een zeer grote rol. Meestal is die rol negatief:

1. NOM zorgt voor de voorbelading van actievekool waardoor de looptijd korter wordt

2. NOM zorgt voor een lager doorzicht van UV-licht. Gevolg is dat er meer UV-straling gedoseerd moet worden voor eenzelfde resultaat
3. NOM is de “pre-cursor” voor de AOC-vorming bij oxidatie
4. NOM zorgt voor vervuiling van membraan systemen. Vooral de vervuiling bij ultrafiltratie wordt door NOM gedomineerd.

Het is daarom niet verwonderlijk dat er een sterke toename is in het onderzoek naar de invloed van NOM op de verschillende processen en naar NOM-verwijdering als voorbehandeling.

Conclusie

- Er is op dit moment geen proces beschikbaar dat het hele scala aan microverontreinigingen in een keer kan aanpakken.
- Combinaties van processen zijn noodzakelijk om een onberispelijke kwaliteit in de toekomst zeker te stellen. Er wordt dus gepleit voor een multiple barrière principe zoals dat ook gangbaar is voor desinfectie.
- Voor het bereiken van verdere verbeteringen in de biologische kwaliteit heeft membraanfiltratie/kool betere papieren dan oxidatie/kool.
- Om membraanfiltratie op grote schaal toe te kunnen passen moeten nog enkele problemen (concentraat, vervuiling, kosten) opgelost worden.
- Natuurlijk organisch materiaal (NOM) is belangrijk voor de werking van de verwijderings- en oxidatieprocessen. Onderzoek naar een voorbehandeling kan daarom kostenbesparingen opleveren.

Zijn de grenzen bereikt?

Jaap van der Graaf

1. Inleiding

Het is al weer de negende keer op rij dat we hier aan de Technische Universiteit Delft de Vakantiecursus Riolering en Afvalwaterbehandeling organiseren; in 1999 is na 17 jaar afwezigheid deze bijeenkomst weer opgestart en vormt nu samen met de Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening (al weer de 59^{de}!) een vast punt in de Nederlandse waterwereld. Zeker nu we de waterketen steeds meer als een serieuze bindende factor zijn gaan zien, hoort ook een goed netwerkplatform deze ontwikkeling te ondersteunen.

Op deze cursusdag zullen wij vandaag de grenzen op gaan zoeken in de waterwereld, en in dit geval speciaal de grenzen op het gebied van het afvalwater.

In deze bijdrage zal hiertoe een aanzet gegeven worden. Allereerst zal het licht vallen op enkele belangrijke gebeurtenissen in het afgelopen jaar, zal de "state of the art" in beeld worden ge-bracht, zullen enkele internationale kwesties worden behandeld en tenslotte de vraag worden beantwoord: "Zijn de grenzen bereikt?" met een duidelijk: "Nee".

2. Hoogtepunten 2006

Naast het eerste hoogtepunt op 14 januari, toen de 25^e Vakantiecursus plaats vond, zijn nog meer markante punten te noemen voor 2006.

- De Europese Kaderrichtlijn Water

Alle actoren in de afvalwaterwereld zijn nu volop bezig met het opstellen van plannen; de te nemen maatregelen zijn echter nog niet duidelijk en ongerustheid bestaat over de kosten. Desondanks vormt de KRW een enorme stimulans voor de verdere ontwikkeling van ons werkveld.

- Aquatech

Iedere twee jaar zijn via de Aquatech de ontwikkelingen in de sector weer eens goed zichtbaar. Dit jaar viel het grote aantal buitenlandse deelnemers op hetgeen aantoont dat de watermarkt een mon-



*prof.ir. J.H.J.M. van der Graaf
Hoogleraar in Behandeling van Afvalwater,
TU Delft;
Witteveen+Bos*



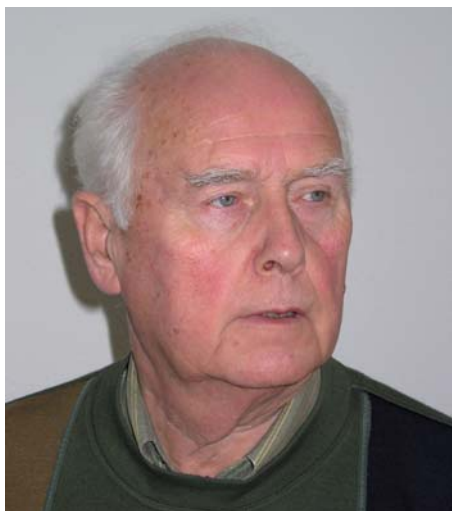


Aquatech 2006

diale is. Voorts is ook hier de progressie van de membraantechnologie alom aanwezig.

- de “oude held” Kees van Lohuizen

Onlangs verscheen het boek “Afvalwaterzuivering in Nederland; van beerput tot oxidatiesloot”, waarin Kees van Lohuizen terugblikt op de pionierstijd van de afvalwaterzuivering en daarbij vele zaken die op



Kees van Lohuizen

het punt stonden in de vergetelheid te raken voor het nageslacht heeft vastgelegd; een meesterwerk van 400 bladzijden van een bevlogen afvalwaterman!

- het TTI-Water

Na veel discussie is het dan toch gelukt de Nederlandse wateronderzoekers op een lijn te krijgen, hetgeen geresulteerd heeft in de toekenning van de status van Technologisch Top Instituut, waar de komende 5 jaar voor 70 M€ (50% bedrijven en instellingen, 50% rijksoverheid) aan onderzoeksgelden moet worden verspijkerd. Het grootste probleem lijkt voornamelijk de bemensing van alle programma's.

- 4th IWA World Water Congress in Beijing

In September konden we allemaal zien hoe ver de Chinese ambities ook op het afvalwatervlak reiken. Naast de culturele indrukken konden de 3000 deelnemers ook kennis nemen van de enorme uitgestrektheid van het waterkennissveld.

- waterketen

De waterketen is niet langer een loze kreet maar het eerste waterbedrijf is een feit: Waternet! De discussie of samenwerken in de waterketen echt voordeel oplevert hoeft niet langer meer louter theoretisch te zijn maar kan nu tenminste gevoed worden met praktijkvoorbeelden.

- nieuwe RWZI's

In het afgelopen jaar kwamen diverse RWZI's in bedrijf die allemaal iets heel bijzonders brachten (onder andere Harnaschpolder, Amsterdam-West, Varsseveld, Heenvliet, Eindhoven) en een wezenlijk deel (ca 15%) van de totale zuiveringscapaciteit in Nederland vertegenwoordigen.

- de Vernufteling

De jaarlijkse prijs voor de meest innovatieve technische ontwikkeling kwam in 2006 wederom terecht in het afvalwaterdomein, te weten bij DHV met de Nereda en Witteveen+Bos/Waterschap Hollandse Delta met de hybride-MBR.

3. State of the art

Om een indruk te krijgen waar men zich op watergebied mee bezig houdt en welke ontwikkelingen er spelen, kan nuttig gebruik worden gemaakt van de tijdschriften H2O en Afvalwaterwetenschap. In tabel 1 staan de artikelen op afvalwatergebied, dat wil zeggen riolering, behandeling en lozing op oppervlaktewater, van jaargang 39 (2006) van H2O weergegeven.

Het is verheugend te constateren dat er weer aardig wat gepubliceerd wordt! In vergelijking met voorgaande jaargangen (2001: 30, 2004: 21) is nu met ca 30 publicaties weer een redelijk niveau bereikt; er valt kennelijk weer wat te melden. Vooral bij Afvalwaterbehandeling is de groei aanzienlijk van 10 in 2004 naar 16 in 2006; behandeling van effluent, MBR en innovatieve technieken bepalen het beeld. Ook gaat meer aandacht naar de riolering, met name naar de overstorten.

Tabel 1: Artikelen over afvalwater in H2O in 2006

Titel	Onderwerp
De bijdrage van bouwmetaal aan de totale zinkbelasting van het oppervlaktewater in Amsterdam	1, opp
Beschikbare zuiveringstechnieken voor de Kaderrichtlijn Water	2, a
Naarden, Bussum en AGV/DWR: drie instanties, één rioleringsbelang	2, r
Warmteuitwisseling afvalverbrandingsinstallatie en rwzi Nijmegen succesvol	2, a
Aëroob korreelslib klaar voor de praktijk	3, a
Verkennde monitoring van aanvullende zuiveringstechnieken voor hormoonverstorende stoffen in rwzi's	5, a
Verkennde monitoring van aanvullende zuiveringstechnieken voor pathogenen in rwzi's	5, a
Roze balletjes van fuzzy filter perfecte nazuivering effluent	7, a
Efficiënte aanpak riooloverstort op Texel	7, r
Wat zijn de denkbare kosten van de KRW voor de rioolwaterzuivering	9, a
Winning van fosfaat uit rwzi's op praktijkschaal	10, a
Via OAS naar zandfiltratie, rwzi Steenwijk richting KRW	10, a
Efficiënte mix van klassieke en nieuwe zuiveringstechnieken op rwzi De Bilt	10, a
Annamox in Rotterdam overtreft verwachtingen	10, a
Slibdesintegratie op land van Cuijk laat van zich horen	10, a
Babe bewijst duurzame waarde	10, a
Afstromend regenwater bron van fecale verontreiniging?	11, r
Hoog fosfaatgehalte in effluent voorspelt remming van algenbloei	12, opp
Basismodel voor het zuiveren van afstromen hemelwater	13, r
Vuiluitwerp rioolstelsels heeft weinig effect op zuurstofhuishouding oppervlaktewater	14, r en opp
De integrale slibketen gemodelleerd en geanalyseerd	16, a
Aanpak riooloverstorten vraagt om maatwerk	16, r
Waterkwaliteitsspoor en MKBA-studie leiden niet tot aanpassing lozing rwzi Apeldoorn	17, opp
Riolering bepalend voor de wateropgave in Vlaardingen	17, r
25 jaar statistiek over zuivering van afvalwater	20, a
Demonstratie MBR Varsseveld geslaagd	22, a

a = afvalwaterbehandeling

r = riolering

opp = lozing op oppervlaktewater

Sinds enkele jaren zijn er op afvalwatergebied nog twee andere tijdschriften Rioleringswetenschap en Afvalwaterwetenschap, die zich inmiddels een vaste plaats op de Nederlandse en Belgische markten hebben veroverd. In tabel 2 zijn de artikelen weergegeven van de vijfde jaargang van Afvalwaterwetenschap. De publicaties komen voornamelijk vanuit de wetenschappelijke onderzoekers, verbonden aan universiteiten en onderzoeksinstituten in Vlaanderen en Nederland.

Opvallend hierbij is dat de industriële afvalwaterproblematiek nogal aan bod komt. Verder komen de auteurs duidelijk uit de wetenschappelijke hoek, dit in tegenstelling tot H2O waar de auteurs met name

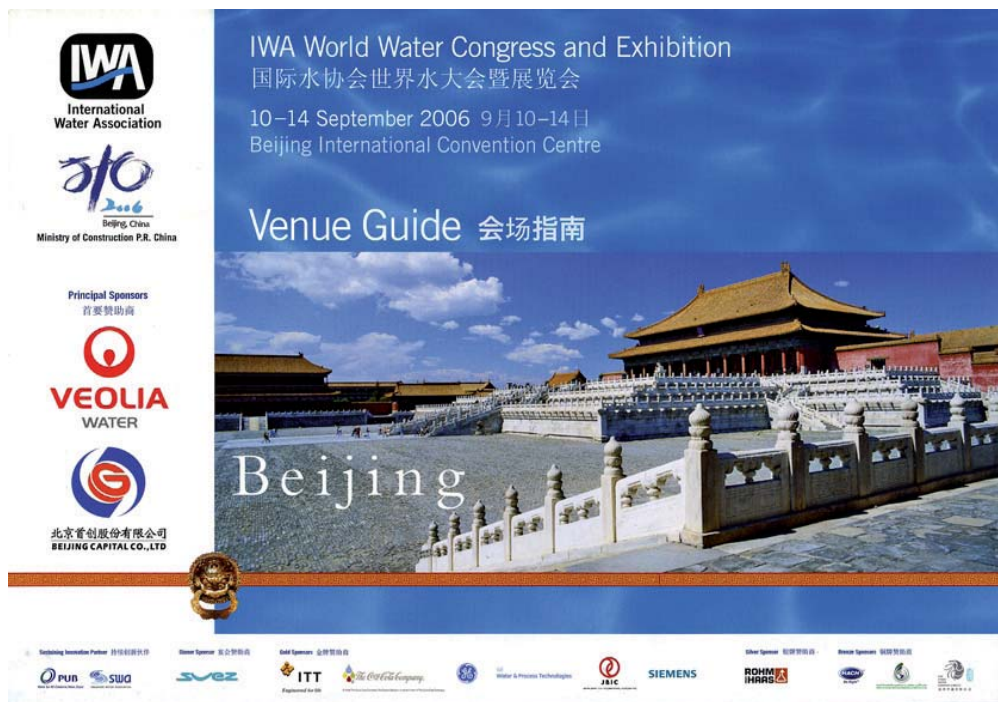
bij de ingenieursbureaus en de zuiveringsbeheerders werken.

4. IWA Beijing

Van 10 tot 14 september 2006 vond in Beijing het tweejaarlijkse IWA-congres plaats. Met meer dan 3000 deelnemers overtrof dit congres de voorgaande editie, Marrakech 2004. De organisatie speelde volop in op de komende Olympische Spelen hetgeen betekende dat zowel de inhoudelijke als de culturele zaken uitstekend waren geregeld. Vanuit de lage landen viel vooral de grote delegatie van Nederlandse drinkwaterexperts en bestuurders op;

Tabel 2: Artikelen in Afvalwaterwetenschap in 2006

De Europese Kaderrichtlijn Water werpt zijn schaduw vooruit	Versteeg, Knaapen
Kringloopsluiting in de papier- en kartonindustrie	Temmink, van Lier
Evolutie van de afvalwaterproblematiek in de Vlaamse textielsector gedurende de periode 1991-2004	Cattoor, de Vreese
Nabezinkers als onderdeel van het afvalwaterzuiveringsproces: wat zijn hun overlevingskansen?	Nopens, Hollenstein, Koester, Armbruster, Guenther, Patzinger, Schumacher
Eerste ervaringen met de Referentie Architectuur voor Zuiveringsbeheer (RAZ)	van der Kolk, Uiterlinde, Bredero
De keten verandert,langzaam maar zeker!	Mels, Zeeman, Kujawa, Palsma, Swart
Bioaugmentatie van waterzuiveringssystemen	Boon
Bacteriën onder st(r)oom: van afvalwater tot elektriciteit in één stap	Rabaey
MELiSSA: een kringloopcentrum in de ruimte	Demey, Hermans, Sys, Vanhooren
OLAND	Windey, Vlaeminck
Het PRECIPUR-proces	van Wambeke
Het DRANCO-proces: uniek vergistingstechnologie voor organisch afval en energiegewassen	de Baere, Dierick, Six
Interactie van darmbacteriën met milieuverontreiniging	van de Wiele
Het risico van innovatie bij de zuivering van afvalwater	de Korte
Titrimetrische monitoring van een laboschaal SHARON-Anammox proces	van Hulle, Vanrolleghem
Elektro-osmose, een grensverleggende technologie voor slibontwatering	Curvers, Saveyn, Pel, van der Meeren
Risicomanagement bij bestuurlijke besluitvorming	Hermans
Hilversum neemt de volgende stap in waterkwaliteit; proefinstallatieonderzoek	Ruiken
Onderhoudsvereisten en performantie van individuele waterzuiveringssystemen: enquête resultaten	Moelants, Smets, van Impe
Ontwerp en renovatie van rwzi's: een modelgebaseerde afweging van kosten en risico's	de Keyser, Benedetti
Snelfiltratie, meer dan alleen deeltjesverwijdering	Miska, van der Graaf, Menkveld, Neef
Toepassing van MBR-ozonisatie voor zuivering van afvalwater van de papierindustrie	Gommers, de Wever, Brauns, Peys
Een vergelijking tussen filtratiekarakterisering meetresultaten en het functioneren van full-scale MBR Varsseveld	Geilvoet, Evenblij, van der Graaf



IWA Beijing

op afvalwatergebied waren vooral vertegenwoordigers van universiteiten, onderzoeksinstituten en instituten als KIWA, actief aanwezig met meerdere presentaties. Op afvalwatergebied was Nederland ook redelijk vertegenwoordigd (zie tabel 3); met in totaal 10 presentaties scoorden we het dubbele van Marrakech!

Een dergelijk omvangrijk congres, met meer dan 600 presentaties in meer dan 10 parallel sessies, is een prima gelegenheid om de blik eens te verruimen naar andere watersectoren, waartoe ook volop gelegenheid bestond; de hoofdcategorieën staan weergegeven in Tabel 4. Hierin werden weer diverse onderwerpen in sessies behandeld; deze sessies vonden parallel plaats, soms meer dan tien stuks

Tabel 3: Nederlandse afvalwaterbijdragen op het 5^e IWA Congress

Water reuse in the Food Industry: Technological and other Challenges	Ronald Hopman
Removal of Nitrogen, Phosphorus and Other Priority (Hazardous) Substances from WWTP Effluent	Viviane Miska
The Potential of Ecosan to Provide Sustainable Sanitation in Emergency Situations to Achieve "Quick Wins" in MDGs	Elisabeth von Muench
Beakdown of Air Pockets in Downwardly Inclined Sewerage Pressure Mains	Christof Lubbers
Temperature and Conductivity as Control Parameters for Pollution-based Real-time Control	Remy Schilperoort
Design of the Hilversum Wastewater Treatment Plant: Ambition and Challenge	Kees de Korte
Biological Wastewater Treatment Using Granular Aerobi Granules	Ronald Niermans
Behaviour of Heavy Metals during tertiary Biofiltration	Viviane Miska
Real Time Control of Of the Integrated Wastewater System: Control Potential for Different Loading Conditions	Cathelijne Flamink
MBR Pilot Research Hilversum	Chris Ruiken

Tabel 4: Hoofdcategorieën van het 5^e IWA World Water Congres te Beijing

afvalwaterbehandeling
drinkwaterbereiding
bedrijfsvoering van drink- en afvalwaterinstallaties
aangepaste en niet-conventionele afvalwatersystemen
planning in stedelijke gebieden
watervoorraden in stroomgebieden
gezondheid en milieu
industrie

gelijktijdig. Voorts waren er tal van workshops, alsmede bijeenkomsten van IWA-specialist groups.

Enkele bijzondere onderwerpen worden hieronder kort nader belicht.

Membraantechnologie

Natuurlijk stond de Membraanbioreactor (MBR) volop in de belangstelling. Op vele plaatsen zijn nu installaties tot ca 100.000 ie gerealiseerd; ter optimalisatie en procesverbetering wordt ook nog steeds veel onderzoek gedaan. In dit kader speelt de EU met de projecten Amedeus, Eurombra en MBR-Train een belangrijke rol. Ook anderszins kunnen membranen in het zuiveringsproces worden ingezet waarbij verrassende effecten mogelijk zijn; denk hierbij aan de inzet van ultrafiltratie in het geavanceerde hergebruikproject NEWater in Singapore.

Hergebruik

Hergebruik van gezuiverd of behandeld afvalwater is een onderwerp dat steeds meer aandacht krijgt. Vooral vanwege de beperkte beschikbaarheid van water met een goede kwaliteit wordt de inzet van effluent een aantrekkelijke optie. Naast technische problemen spelen echter vooral socio-economische, psychologische en bestuurlijke aspecten een zeer belangrijke rol; publieke acceptatie blijft een zorgenkindje.

Diverse ontwikkelingen

Natuurlijk worden op een dergelijk congres en de bijbehorende tentoonstelling ook vele "nieuwigheden" ten tonele gebracht. De toekomst zal de belangrijkheid hiervan moeten aantonen. In wil-

lekeurige volgorde worden hieronder enkele bijzondere zaken genoemd.

- De toepassing van synthetische materialen als membraan (Korea)
- De Attached Growth Sponge Bioreactor (AGSB) als eenvoudige nabehandelingstechniek (Japan)
- Zuiveringsslib als isolatielaag voor vuilstorten in Zweden
- Bij het hybride membraan biofilm proces wordt lucht vanuit de permeaatzijde door het membraan gedoseerd in een op het membraan groeiende biofilm (Verenigde Staten)
- In Canada wordt struviet (uit de afvalwaterbehandeling) verkocht aan viskwekers (die het weer in visvijvers gooien)
- Perifere voeding en perifere aftap geven goede resultaten in nabezinkers (Oostenrijk)
- De droogrest is niet echt "inert" maar kan gedeeltelijk in oplossing gaan; dat heeft consequenties voor de slibbalansen (Zuid Afrika)
- Verwijdering van endocrine stoffen met speciale enzymen is mogelijk maar duur (Japan)

Deze conferentie toont eens te meer de enorme diversiteit van de (afval)waterwereld; op zeer vele aspecten zijn ontwikkelingen gaande en vindt onderzoek plaats. Zeker op onderzoeksgebied is sprake van een mondialisering; via conferenties, projecten en communicatie weten de onderzoekers elkaar over de hele wereld te vinden. Maar telkens is het toch nodig om deze kennis te vertalen naar de specifieke lokale situatie, waarin nog een groot scala aan toepassingsmogelijkheden bestaat; dit alles onder het motto: "knowledge is global, application is local".

5. Zeven belangrijke aandachtspunten op watergebied

In zijn openingsspeech stelde de president van de IWA, de Hongaar Laszlo Somlyódy, zichzelf zeven vragen, waarmee hij de belangrijkste aspecten van de huidige waterwereld probeerde te duiden. In het kort werden de volgende onderwerpen door hem behandeld:

- endocriene stoffen

De hormoonverstorende stoffen, zoals speciale chemicaliën, geneesmiddelen, hormoonpreparaten, natuurlijke hormonen en cosmetica, staan volop in de belangstelling; de buitenwereld (publiek en politiek) vraagt om spoedige antwoorden die echter vooralsnog op zich laten wachten. Vooralsnog moet er nog veel kennis ontwikkeld worden met name van de precieze effecten, de betrokken stoffen (ook de metabolieten) en de verwijderingstechnieken; kortom een uitdaging voor de gehele waterwereld.

- nanotechnologie

In welke mate zal de nanotechnologie, en de daarmee ontwikkelde nanodeeltjes, de waterwereld veranderen? Onderzoek tot nu toe heeft aangetoond dat vele micro- en nanoverontreinigingen goed verwijderbaar zijn, dat nanomembranen een gunstige energiebalans opleveren en er mogelijk nieuwe nanotechnieken ontwikkeld kunnen worden. Waar blijft de “nanoreactor”?

- sanitatie in ontwikkelingslanden

De aloude vraag doet zich voor hoe nu verder met afvalwater- en drinkwatersystemen in ontwikkelingslanden, waar de kosten en technieken op gespannen voet met elkaar staan; of ligt de oplossing in niet-conventionele technieken? De sleutel lijkt te liggen in een verbetering van de huidige systemen voor stedelijke planning, die in vele gevallen niet goed in kunnen spelen op de enorm snel veranderende situaties in stedelijke gebieden (in ontwikkelingslanden). Wellicht biedt de IWA taskgroup Sanitation 21 uitkomst.

- privatisering

In sommige landen is privatisering een succes in andere is het een mislukking. Wat zijn daarvan de oorzaken? Op wereldschaal lijkt de privatiseringsgolf voorbij of in ieder geval over het hoogtepunt heen. Heeft dit nu geleid tot verbeterde situaties of moeten we terug naar de oude patronen? Het probleem hierbij is dat objectief onderzoek vooralsnog ontbreekt. De antwoorden en keuzes worden dus buiten het waterdomein (politiek, economie, financiën) gemaakt.

- de Europese KaderRichtlijn Water

De hele EU (in ieder geval 25 landen) heeft zich gestort op de KRW; de verwachtingen zijn hooggespannen met name vanwege de uitgangspunten (duurzaamheid en stroomgebiedbenadering), maar op diverse plaatsen heerst ook scepsis met name vanwege de hoge kosten. In de Verenigde Staten was de doelstelling van de Clean Water Act van 1972 ook vooruitstrevend namelijk het bereiken van een zwembaar en visbaar oppervlaktewater; maar 30 jaar na dato is dit doel nog steeds niet bereikt. Realisme is dus zeer gewenst bij het vervolg van de KRW-stappen.

- China

Ook op watergebied is China bezig met een enorme inhaalslag. Hierbij doet zich de vraag voor of fase-ring nuttig is of dat direct naar totale oplossingen moet worden gezocht. Vanuit de ervaringen in Europa en de VS kan bij een gefaseerde benadering nuttig gebruik worden gemaakt van kostenbesparende implementaties, maar werkt deze westerse benadering ook voor China? Vooralsnog lijkt het erop dat China zijn eigen koers volgt met de intentie tot een “grote stap voorwaarts” ook op watergebied.

- watercrisis

Komt er nu wel of niet een watercrisis? Het antwoord op deze vraag wordt mede bepaald door de mogelijkheid om gebruik te maken van zeewater als grondstof. Met name door de ontwikkeling van nieuwe ontziltingstechnieken, gebaseerd op membraaninnovaties en energierecuperatie, opent de weg naar een onuitputtelijke grondstof. De nabije toekomst zal moeten uitwijzen of dit ook tegen aanvaardbaar lage kosten lukt. Zo ja dan is dit het antwoord op de mogelijke watercrisis in aride of semi-aride gebieden.

Uiteindelijk, zo besluit Somlyódy, zullen er voortdurend nieuwe aspecten en onderwerpen van belang opkomen en moeten er nieuwe accenten worden gelegd; “panta rei” is hierbij duidelijk van toepassing.

6. *Onderzoek op afvalwatergebied bij Gezondheidstechniek*

Aan de toekomstige uitdagingen probeert ook de onderzoeksgroep van Gezondheidstechniek een bescheiden bijdrage te leveren. Naast een toepassingsgerichte opstelling wordt ook getracht dieper in te gaan op de achterliggende oorzaken van de optredende fenomenen; het onderzoek is dus meer gericht op de langere termijn; overigens worden alle onderzoeksprojecten gedaan in samenwerking en grotendeels gesponsord door marktpartijen.

De onderzoeken worden alle bemand door een of meerdere promovendi.

- interacties 2; onderzoek naar de onderlinge relaties tussen riolering en afvalwaterbehandeling (Rémy Schilperoort, Jojanneke Dirksen) in samenwerking met 5 adviesbureaus en 4 waterkwaliteitsbeheerders
- ultrafiltratie van effluent; langdurig laboratorium- en pilotonderzoek naar de vervuilmingsmechanismen bij membraanfiltratie (Arie Jansen) in samenwerking met Veolia, Evides en Witteveen+Bos
- direct membraanfiltratie van afvalwater (Aldo Ravazzini), een geheel nieuwe techniek om afvalwater direct geschikt te maken voor hergebruik
- vergaande behandeling van effluent om KRW-kwaliteit te bereiken (Viviane Miska, Siegrid Scherrenberg) met proefinstallaties in Horstermeer en Leiden-West in samenwerking met Hoogheemraadschap van Rijnland, Waternet en Witteveen+Bos
- biologische nabehandeling van effluent in vijversystemen (Ruud Kampf) in samenwerking met de Vrije Universiteit van Amsterdam
- MBR2; filtratie-onderzoek bij MBR waarbij getracht wordt een relatie te leggen tussen filtratie-karakteristieken en praktijkcondities (Stefan Geilvoet), in samenwerking met Waterschap Hollandse Delta, Royal Haskoning en Witteveen+Bos
- Europese projecten, EUROMBRA en MBR-Train, waarin samen met een 20 tal onderzoeksinstellingen naar de verbetering van MBR-systemen wordt gekeken (Adrien Moreau, Maria Lousada Ferreira)

- capaciteitsveranderingen in persleidingen, waarbij met name de effecten van luchtinsluiting aan de orde zijn (Christof Lubbers) in samenwerking met WL, Stowa en tien waterschappen
- onzekerheid in de besluitvorming bij rioleringsbeheer; (Marie Claire ten Veldhuis)
- behandeling van overstortwater; (nog in ontwikkeling)

In de nabije toekomst zullen wellicht ook onderzoeken van het TTI-Water worden ingebracht.

Bij al deze onderzoeksprojecten wordt onderling en met externen intensief samengewerkt. Diverse meetprocedures en opstellingen, zoals filtratiekarakterisering, EPS-analyses, deeltjestellers, sensoren en onderzoeksfaciliteiten zijn in meerdere onderzoeken inzetbaar. Niet alleen op lab-schaal maar zeker ook met pilot-installaties en fullscale worden velerlei experimenten uitgevoerd.

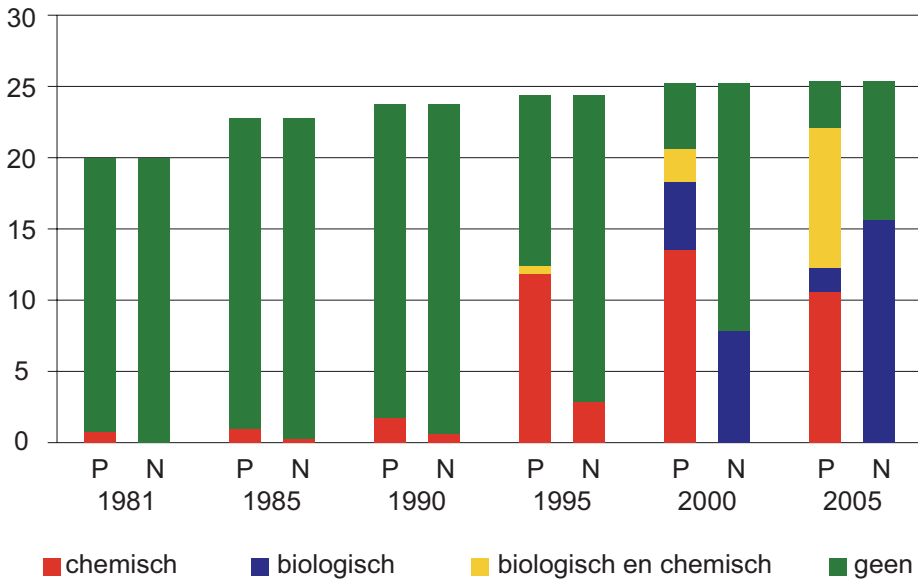
Met name in de Europese projecten wordt volop samengewerkt met ander onderzoeksgroepen van TUAken, Eawag, InsaToulouse, AnjouRecherche, IHE, Lyon, Lissabon, Trondheim, Cranfield en Berlijn.

7. *Zijn de grenzen bereikt?*

Rest natuurlijk nog de vraag of de grenzen nu bereikt zijn. Is het verder ontwikkelen van nieuwe of aanvullende technieken en technologieën zinvol of niet? Wat moeten we met al die innovaties? Worden de kosten niet veel te hoog? Met name vanuit de Wageningse hoek worden deze twijfels naar voren gebracht, overigens dikwijls zonder een valide onderbouwing.

Onlangs nog uitte Gatzke Lettinga zijn wrevel in H₂O over het streven naar innovatie in een sector of op een gebied waar men al "klaar" is; en naar zijn mening is men in Nederland klaar, in ieder geval op afvalwatergebied.

De gedachte dat we "klaar" zijn heeft mij zelf ook gedurende mijn loopbaan beziggehouden. Als ik de afgelopen 35 jaar overzie waren er nogal wat momenten waarop we, men of enkele mensen met een vooruitziende blik vonden dat we klaar waren.



Capaciteit naar methode van fosfaat- en stikstofverwijdering

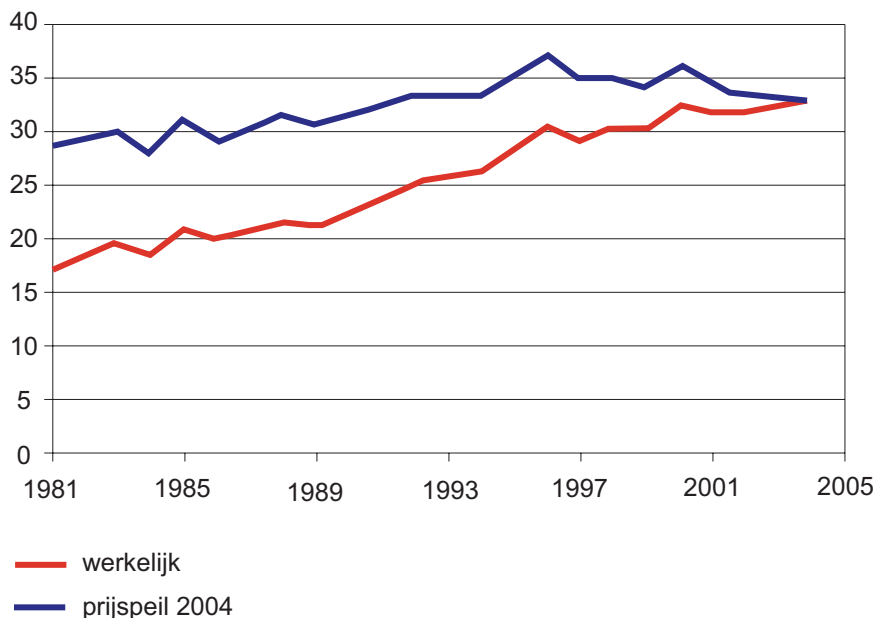
Voor de duidelijkheid zet ik nog enkele markante zaken op een rij:

- De WVO van 1970 zorgde voor een geweldige impuls tot de realisatie van rwzi's; 10 jaar later was al 20 miljoen ie aan capaciteit beschikbaar; in de laatste 25 jaar is dit verder uitgebreid naar 25 miljoen ie. De eerste aandacht ging alleen uit naar zuurstofbindende stoffen.
- Rond 1985 begon men zich zorgen te maken over de nutriënten, stikstof en fosfaat; nu 20 jaar later zijn we al aardig in staat deze stoffen te verwijderen.
- Ondertussen moest ook nog een oplossing gevonden worden voor de verwerking van het zuiveringsslib, dat niet langer meer in de landbouw en op de vuilstort kon worden afgezet; daartoe werden ontwaterings- en verwerkingsinstallaties bedacht en gerealiseerd.
- Daarnaast vond een enorme ontwikkeling van de zuiveringstechnologie plaats; gingen de processen 35 jaar geleden in oxydatiebedden,

oxydatieslootjes en hoogbelaste actief-slibsystemen, dan doen we dat nu in geavanceerde actief-slibsystemen met geïntegreerd stikstof- en fosfaatverwijdering. Deze technologieontwikkeling gaat nog steeds door getuige onder andere nieuwe systemen zoals de MBR.

- En nu komt daar ineens de KRW met allerlei nieuwe eisen, waardoor naast de verdergaande verwijdering van P en N nu ook de aandacht uitgaat naar allerlei andere verontreinigingen zoals hormoonverstorende stoffen, medicijnresten en zware metalen, om nog maar niet te spreken over de "nanodeeltjes", die in aantocht zijn.

Op al deze momenten dacht men wel eens dat men "klaar" was, een bewering die ondersteund werd door het idee dat de kosten geweldig uit de hand liepen. In dat verband moet gewezen worden op de CBS-cijfers van de afgelopen 25 jaar waaruit blijkt dat, gecorrigeerd voor inflatie, de kosten per v.e. op een zeer acceptabel niveau zijn gebleven (ca 30-35 €/v.e.), en in 25 jaar maar met 15% zijn gestegen (er is de afgelopen jaren zelfs een dalende tendens zichtbaar!). Hoewel men dus op sommige momen-



Exploitatiekosten per verwijderde hoeveelheid v.e.

ten dacht klaar te zijn, ontdekte men al snel dat er toch nog wel enkele andere problemen moesten worden opgelost. Kortom we zijn nooit klaar en zullen altijd weer met nieuwe uitdagingen worden geconfronteerd!

De grenzen zijn nog steeds niet bereikt!

De grens tussen afvalwater en hemelwater

Wiecher Worst

Binnen het thema “grenzen verleggen” aan mij de eer u iets mee te geven over de grens tussen afvalwater en hemelwater. Wat is er nu opeens interessant aan die grens? In de wetgeving in Nederland op het gebied van watertaken zit beweging en in die beweging wordt er gemorrelt aan de grens tussen afvalwater en hemelwater.

Fysiek gebeurt er niet zoveel aan die grens, maar zeker is dat begrippen wijzigen, dat bepaalde woorden een andere lading krijgen. Veel aandacht daarom voor woorden in deze syllabus. Besef hierbij wel dat bij de zorg voor een veilige en schone woon-, werk- en leefomgeving een beschouwing over de grens tussen afvalwater en hemelwater voor velen niet meer is dan een rimpeling in een vijver. De opbouw van deze syllabus is als volgt:

1. inhoud van de 31 mei 2006 aan de Tweede Kamer aangeboden wetswijziging “verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken”;
2. begrippen en wijzigingen in begrippen;
3. beschouwingen:
 - historisch perspectief
 - grenzen en systemen
 - inspanningsverplichtingen en spelers
 - complexiteit van systemen en schaal-grootte organisatie;
4. conclusies.

1 Inhoud wetsvoorstel

Op 31 mei 2006 is de “Wijziging van de Gemeentewet, de Wet op de waterhuishouding en de Wet milieubeheer in verband met de introductie van zorgplichten van gemeenten voor het afvloeiend hemelwater en het grondwater, alsmede verduidelijking van de zorgplicht voor het afvalwater, en aanpassing van het bijbehorende bekostigingsinstrument (verankering en bekostiging van gemeentelijke watertaken)” aan de Tweede Kamer aangeboden (30578 nr.1).



*ir. W.J.P. Worst
Grontmij*



In de afgelopen jaren is vooruitlopend op het wetsvoorstel geconstateerd dat:

- de aanpak van grondwaterproblemen in de stad een zaak is van gedeelde verantwoordelijkheid tussen overheidsorganen, waarbij ook de burger een eigen verantwoordelijkheid heeft (CIW “Samenleven met grondwater...., feb. 2004);
- voor zover inzameling van hemelwater nodig is, de voorkeur uitgaat naar het gescheiden afvoeren van hemelwater enerzijds en huishoudelijk en bedrijfsafvalwater anderzijds (Regenwaterbrief Ministerie van VROM, 28966 nr. 2);
- de afvalwaterketenwetgeving een aantal aanpassingen behoeft (Evaluatiecommissie Wet milieubeheer – Beheer van Afvalwater).

Het wetsvoorstel “verankering” creëert een aantal wettelijke voorzieningen voor constatering die hierboven zijn genoemd. Uit de memorie van toelichting (30578 nr. 3):

“Het wetsvoorstel voorziet in:

- a. Een splitsing van de thans in de Wet milieubeheer (hierna: Wm) geregelde zorgplicht voor de inzameling en het transport van afvalwater in twee afzonderlijke zorgplichten. Daarbij wordt de zorgplicht in de Wm beperkt tot de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater, en wordt in de Wet op de waterhuishouding (hierna: Wwh) een zorgplicht voor de gemeente met betrekking tot afvloeiend hemelwater opgenomen.
- b. Een in de Wwh op te nemen zorgplicht voor de gemeente voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet tot de zorg van het waterschap of de provincie behoort.. ('grondwaterzorgplicht').
- c. Het creëren van een heffingsbevoegdheid in de Gemeentewet, die de gemeenten, beter dan het thans in die wet opgenomen rioolrecht, in staat moet stellen de kosten te verhalen die gepaard gaan met de gemeentelijke wateropgave...

- d. De mogelijkheid voor gemeenten om bij verordening regels te stellen met betrekking tot het lozen van afvloeiend hemelwater en grondwater.
- e. Een ‘verbreding’ van het gemeentelijke rioeringsplan (hierna: GRP), door in artikel 4.22 Wm op te nemen dat gemeenten in hun GRP naast de reeds bestaande planverplichting voor de inzameling en transport van afvalwater ook aandacht besteden aan hun zorgplicht voor grond- en hemelwater.
- f. Het doorvoeren van aanpassingen in de Wm die volgen uit de herijking van het regenwaterbeleid en de herijking van de VROM-regelgeving¹. Zo wordt een nieuw artikel opgenomen waarin bepaald wordt dat bestuursorganen die bevoegdheden uitoefenen met betrekking tot afvalwater, rekening moeten houden met een voorkeursvolgorde. De reden hiervoor is dat sommige wijzen van omgaan met afvalwater vanuit milieuhygiënisch oogpunt uitdrukkelijk de voorkeur verdienen boven andere.
- g. Een aantal kleine wijzigingen in de Wwh om enkele technische onvolkomenheden te repareren die in de ‘Implementatiewet EG-kaderrichtlijn water’ zijn ontstaan. ...”

Enkele opmerkingen naar aanleiding van het bovenstaande:

Ad. a en b:

De zorgplicht voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater wordt binnen deze systematiek als onderdeel van de waterketen beschouwd. De zorgplicht voor het beheer van afvloeiend hemelwater wordt gerekend tot het watersysteembeheer. Dit onderscheid is logischerwijze ook als leidraad gehanteerd bij de wettelijke verankering van de zorgplichten. De zorgplicht voor de inzameling en het transport van het stedelijke afvalwater wordt in de Wm geregeld, terwijl de hemelwaterzorgplicht alsook de grondwaterzorgplicht wordt vastgelegd in de Wwh (30578 nr. 3 p8).

¹ Kamerstukken II, 2003/04, 29 383, nr.1, pag. 18.
[Amvb lozing afvalwater huishoudens en Amvb voor afvalwaterlozingen uit overige (niet-) inrichtingen]

De zorgplicht voor de inzameling en het transport van het stedelijke afvalwater beperkt zich niet tot alleen riolering. Ook alternatieven zijn onder voorwaarden toegestaan (zoals IBA's).

De nieuwe zorgplicht werkt overigens niet met terugwerkende kracht. Dit is vooral van belang voor de grondwaterzorgplicht. "Voor situaties met reeds ontstane paalrotproblemen heeft de zorgplicht dus geen directe betekenis, en daarmee geen financiële consequenties voor de gemeente." (30578 nr. 6, p 2).

Ad. c: Nieuwe heffingsbevoegdheid

Het oplossen van knelpunten met betrekking tot grondwater en hemelwater in bestaand stedelijk gebied vraagt veel en grote investeringen. De kosten van de stedelijke watertaken zullen hierdoor stijgen. Op dit moment kunnen de gemeenten alleen de kosten die samenhangen met het afvalwater (huishoudelijk afvalwater, bedrijfsafvalwater, en ander water zover dit afgevoerd wordt samen met het afvalwater door middel van het riool) rechtstreeks uit een heffing bekostigen. Het gaat dan om het rioolrecht. Dit is een retributie gebaseerd op artikel 229 van de Gemeentewet. Er is een individuele tegenprestatie nodig om het rioolrecht te kunnen opleggen.

De nieuwe rioolheffing (Gemeentewet artikel 228a) treedt in de plaats van het huidige rioolrecht. De gemeenten krijgen er dus geen extra heffing bij. De nieuwe gemeentelijke heffing is een belasting met een opgegeven bestemming (bestemmingsheffing) waarmee ook kosten kunnen worden verhaald om collectieve maatregelen te treffen die de gemeente noodzakelijk acht voor een doelmatig werkende riolering en overige maatregelen ten aanzien van hemelwater en grondwater.

Het wetsvoorstel biedt de gemeente een keuze tussen één of twee heffingen.

Naast een heffing voor het waterketendeel (huishoudelijk afvalwater en bedrijfsafvalwater) kan een heffing worden ingesteld voor het watersysteemdeel (regenwater en grondwater).

De heffingsmaatstaven worden niet veranderd, het blijft dus mogelijk gebruikers en eigenaren te onderscheiden.

De gemeenten mogen, net zoals bij het huidige rioolrecht, door middel van een eigen belastingverordening de heffing nader vormgeven. Het bepalen van de belastingplichtige, de heffingsgrondslag, de heffingsmaatstaf etcetera wordt aldus overgelaten aan het lokale bestuur. Dit om het de gemeenten mogelijk te maken zoveel mogelijk aansluiting te zoeken bij het systeem dat zij gebruiken voor de heffing van het rioolrecht.

Voor de toerekening van kosten over de twee heffingen wordt een toerekeningssysteem opgenomen in de Leidraad Riolering en wordt gewerkt aan een Richtlijn kostendragers (door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties) die medio 2007 gereed zal zijn.

Ad. d: Afvalwaterverordening

Indien het belang van bescherming van de bodem, van het oppervlaktewater of van de riolering daartoe noodzaakt, kan de gemeenteraad door middel van een verordening regels stellen met betrekking tot lozingen van afvloeiend hemelwater en ingezameld grondwater. Hierin kan bijvoorbeeld worden opgenomen binnen welke termijn afkoppelen bij bestaande bebouwing moet worden gerealiseerd.

Ad. e: Verbreed GRP

Voor het GRP heeft deze wet tot gevolg dat in artikel 4.22, tweede lid, onderdeel a, «het transport van afvalwater» wordt vervangen door: het transport van stedelijk afvalwater als bedoeld in artikel 10.33, alsmede de inzameling en verdere verwerking van afvloeiend hemelwater als bedoeld in artikel 9a van de Wet op de waterhuishouding, en maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, als bedoeld in artikel 9b van laatstgenoemde wet.

Verder meldt het wetsvoorstel dat uiterlijk binnen vijf jaar na het tijdstip van inwerkingtreding van de wet de gemeenteraad een gemeentelijk rioleringsplan vaststelt waarin ook aandacht is voor afvloeiend hemelwater en grondwater.

Het GRP zal dus worden verbreed tot een beleidsplan dat zowel vuilwater, afvloeiend hemelwater

als ook de maatregelen voor de grondwaterstand omhelst. Daarmee kunnen we dus spreken van een “Verbreed GRP”.

Verder blijkt op een aantal plaatsen in het wetsvoorstel dat het GRP onder andere een belangrijke rol speelt bij:

- het aangeven van welke voorzieningen voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater mede bedoeld zijn voor de afvoer van afvloeiend hemelwater;
- het aangeven van welke voorzieningen voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater mede bedoeld zijn voor de afvoer van grondwater;
- het aangeven dat in sommige gevallen met afzonderlijke systemen eenzelfde graad van bescherming van het milieu wordt bereikt dan met een openbaar vuilwaterriool en een rwzi.

In het GRP moet een gemeente dus aangeven wat ze met de verschillende afvalwaterstromen doet. Welk afwegingskader wordt bij de verschillende zorgplichten gehanteerd?

In het GRP moet worden aangegeven “wat kan worden verwacht ten aanzien van aanleg, onderhoud, vervanging, financiële reserveringen en inspectie” (Memorie van toelichting).

Het GRP moet de burger ook duidelijkheid bieden in welke situaties zij van de gemeente maatregelen mogen verwachten voor grondwaterstandproblemen.

In het GRP zal ook duidelijk moeten worden of er in de gemeente één rioolheffing of twee heffingen (één voor vuilwater en één voor hemelwater en grondwater) worden gehanteerd.

Ad. f: Voorkeursvolgorde

De voorkeursvolgorde die genoemd wordt in het wetsvoorstel is als volgt:

- a. het ontstaan van afvalwater wordt voorkomen of beperkt;
- b. verontreiniging van afvalwater wordt voorkomen of beperkt;
- c. afvalwaterstromen gescheiden worden gehouden, tenzij het niet gescheiden houden geen

nadelige gevolgen heeft voor een doelmatig beheer van afvalwater;

- d. huishoudelijk afvalwater en afvalwater dat daarmee wat biologische afbreekbaarheid betreft overeenkomt worden ingezameld en naar een inrichting als bedoeld in artikel 15a van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren getransporteerd;
- e. ander afvalwater dan bedoeld in onderdeel d zo nodig na retentie of zuivering bij de bron, wordt hergebruikt;
- f. ander afvalwater dan bedoeld in onderdeel d lokaal, zo nodig na retentie of zuivering bij de bron, in het milieu wordt gebracht en
- g. ander afvalwater dan bedoeld in onderdeel d naar een inrichting als bedoeld in artikel 15a van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren wordt getransporteerd.

Afvalwater is dan (opeens wel weer) de overkoepelende term voor stedelijk afvalwater, afvloeiend hemelwater en grondwater. Bij de behandeling in Tweede Kamercommissie Binnenlandse Zaken blijkt dat de voorkeursvolgorde nogal wat vragen oproept. In de beantwoording van de regering (30578 nr. 6) zijn er vijf pagina's aan gewijd. Het is de bedoeling dat hierdoor zowel naar de kwaliteits- als naar de kwantiteitsaspecten van afvalwater als geheel wordt gekeken. Het is een voorkeursvolgorde: Een bestuursorgaan kan in specifieke situaties besluiten om af te wijken.

Eén van de vragen van de commissie is of een gemeente nu kan worden verplicht om gescheiden stelsels aan te leggen. Op p. 19 en 20 is aangegeven dat de voorkeursvolgorde vooral relevant is voor het omgaan met regenwater bij de bron (dus bij degene die een oppervlak heeft verhard of overdekt) en niet voor de tweede stap, de inzameling en het transport van regenwater. Onder meer daarom concludeert de regering: “nu de voorkeursvolgorde op de gemeentelijke keuze van de wijze van inzameling en transport van regenwater formeel niet van toepassing is, leidt deze voorkeursvolgorde uiteraard ook niet tot een plicht om gescheiden in te zamelen en kunnen derden niet met beroep op deze voorkeursvolgorde de gemeente tot een bepaalde keuze dwingen.”

2 Begrippen

Het is goed opletten geblazen bij het lezen van het wetsvoorstel. Wijzigen er nu begrippen of worden er alleen maar begrippen toegevoegd?

In de NEN 3300 "buitenriolering; termen en definities" (eerste druk, november 1996) staan de volgende begripsomschrijvingen:

- Afvalwater:

alle water waarvan de houder zich -met het oog op de verwijdering daarvan- ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen.

Opmerking
Afvalwater zegt niets over de samenstelling en de herkomst. Hieronder kan dus ook afvloeiend regenwater worden begrepen.
- Hemelwater:

zie neerslag.
- Neerslag:

de massa waterdeeltjes, zowel vloeibaar als vast, die vanuit de atmosfeer het aardoppervlak bereikt.
- Regenwaterriool:

riool alleen bestemd voor de inzameling en het transport van neerslag.
- Regenwaterrioolstelsel:

rioolstelsel alleen bestemd voor de inzameling en het transport van neerslag.
- Riolering:

het geheel aan voorzieningen voor de inzameling en het transport van afvalwater met uitzondering van zuiveringstechnische werken.
- Rioolstelsel:

Samenhangend geheel van riolen, rioolputten en bijbehorende voorzieningen voor de inzameling en het transport van afvalwater.

Bij het hanteren van onder andere deze begripsomschrijvingen uit NEN 3300 is het duidelijk wat het systeem riolering inhoudt.

De onder 1 beschreven wetswijziging wijzigt de inhoud van de definitie van afvalwater, door afstromend hemelwater "daaruit te verwijderen".

De nieuwe juridische begrippen zijn de volgende:

- Bedrijfsafvalwater:

afvalwater dat vrijkomt bij door de mens bedrijfsmatig of in een omvang alsof zij bedrijfsmatig was, ondernomen bedrijvigheid, dat geen huishoudelijk afvalwater, afvloeiend hemelwater of grondwater is.
- Huishoudelijk afvalwater:

afvalwater dat overwegend afkomstig is van menselijke stofwisseling en huishoudelijke werkzaamheden.
- Openbaar hemelwaterstelsel:

voorziening voor de inzameling en verdere verwerking van afvloeiend hemelwater, niet zijnde een openbaar vuilwaterriool, in beheer bij een gemeente of een rechtspersoon die door een gemeente met het beheer is belast.
- Openbaar ontwateringsstelsel:

voorziening voor de inzameling en verdere verwerking van grondwater, niet zijnde een openbaar vuilwaterriool, in beheer bij een gemeente of een rechtspersoon die door een gemeente met het beheer is belast.
- Openbaar vuilwaterriool:

voorziening voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater, in beheer bij een gemeente of een rechtspersoon die door een gemeente met het beheer is belast.
- Stedelijk afvalwater:

huishoudelijk afvalwater of een mengsel daarvan met bedrijfsafvalwater, afvloeiend hemelwater, grondwater of ander afvalwater.

Hierbij valt op dat de term afvalwater uit NEN 3300 qua inhoud wijzigt en dat daarmee de definitie van riolering uit NEN 3300 ook nogal wijzigt, omdat de voorzieningen voor de inzameling en het transport van afvloeiend hemelwater niet meer onder deze definitie van riolering vallen.

De grens tussen afvalwater en hemelwater is in de nieuwe wetgeving dus gelegd bij de oorsprong van het water. Op zich niets aan de hand mits er bij het inwerking treden van de wetswijziging ook een nieuwe bijpassende NEN "termen en definities" wordt opgesteld die de zaken kloppend maakt voor een heldere communicatie. Vaak schieten nu woorden te kort.

Één van de motivaties voor de wetswijziging was het wensbeeld voor de toekomst waarbij “relatief schoon regenwater (en grondwater) zo weinig mogelijk vermengd moet worden met afvalwater, waardoor een ontkoppeling tussen systeem en keten zoveel mogelijk wordt doorgevoerd”.

De daar weer achterliggende motivatie werd ingegeven door de wens een scheiding in verantwoordelijkheden aan te brengen tussen enerzijds “de keten” en anderzijds “het (water)systeem”, waarbij dan de zorg voor het regenwater niet meer bij de gemeente zou zitten.

Een gemengd rioolstelsel is nu het geheel aan voorzieningen voor.....stedelijk afvalwater. Regenwaterriolering bestaat niet meer en heet na inwerkingtreding van de wet “hemelwaterstelsel” of “hemelwatersysteem”. Op zich is daar wel mee te leven, maar scheiding van de verantwoordelijkheden is niet aan de orde want het blijft de gemeente die zorgt voor inzameling + transport van afvalwater en regenwater + een taak op het gebied van grondwater. Dus achteraf gezien is de reden voor al die moeite nagenoeg verdwenen.

3 *Beschouwingen*

3.1 Historisch perspectief

De riolering in historisch perspectief

De aanwezigheid van riolering is geen recent fenomeen. Reeds voor het begin van onze jaartelling, ten tijde van de Minoïsche, Griekse en Romeinse beschaving, waren er steden voorzien van riolering voor de afvoer van huishoudelijk afvalwater en hemelwater.

Met de neergang van het Romeinse rijk verdween de kennis van de aanleg van riolering. In de Midden en West-Europese steden werd tot het begin van de 19^e eeuw weinig aandacht besteed aan de hygiëne in het algemeen en de omgang met afvalwater en hemelwater in het bijzonder. Afval en afvalwater werd eenvoudigweg op straat gedeponneerd. Hemelwater en het zich op de onverharde straten verzamelde afval werd in het gunstigste geval via greppels afgevoerd. In Londen werden deze greppels sewers genoemd, wat zeewaarts betekende.

Met de groei van de steden nam de overlast door de vervuiling van de woonomgeving, het oppervlaktewater en het ondiepe grondwater toe. Dit leidde regelmatig tot uitbraken van bijvoorbeeld de pest, tyfus en cholera. Om deze onhygiënische toestanden een halt toe te roepen werd in Londen halverwege de 19^e eeuw gestart met de aanleg van een gemengd rioolstelsel voor de afvoer van afval- en hemelwater. Deze ontwikkeling werd mogelijk gemaakt door de aanleg van een drinkwaternet, waardoor waterclosets konden worden toegepast. Door de aanleg van riolering werd de overlast verplaatst van de woonomgeving naar het oppervlaktewater. In Rotterdam werd in 1874 gestart met de aanleg van waterleidingen en riolering. Vanaf dat moment zijn geen cholera-epidemieën meer voorgekomen in Rotterdam. Ook in andere steden werd riolering aangelegd. In Amsterdam werd aan het begin van de 20^e eeuw het Liernurstelsel aangelegd. Bij dit vooruitstrevende stelsel werden de fecaliën met een minimale hoeveelheid spoelwater via een vacuümsysteem afgevoerd. Voordeel van dit systeem was dat de fecaliën konden worden benut als meststoffen en dat belasting van het oppervlaktewater werd voorkomen. Het publiek ging echter op grote schaal over op watertoiletten, zodat de fecaliën door een te grote verdunning niet meer bruikbaar bleken. Vanaf 1910 werd het Liernurstelsel vervangen door een gemengd rioolstelsel.

Vanaf 1970, mede door het van kracht worden van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater, kreeg de doelstelling “het voorkomen van de verontreiniging van oppervlaktewater en bodem” meer aandacht. In de rioleringsnotitie “Aanzet tot bevordering van een op tijdige vervanging gericht rioleringsbeheer van gemeenten”, Tweede Kamer 19826, vergaderjaar 1986-1987, wordt het doel van het rioleringsbeleid als volgt verwoord:

- De bescherming van volksgezondheid in verband met de hygiëne van het milieu door een verantwoorde afvoer van afvalwater.
- De bescherming van de bodem, inclusief grondwater, en van oppervlaktewater tegen verontreiniging, zowel in de directe woonomgeving als in ruimer verband.

Naast de bescherming van de volksgezondheid, is de bescherming van het milieu door toevoeging van het tweede punt een belangrijke randvoorwaarde geworden.

Het beheer van riolering is vanaf de zeventiger jaren van de vorige eeuw sterk gerationaliseerd en vastgelegd in doelen, functionele eisen en maatstaven. Hierbij valt op dat het primaire doel, de bescherming en bevordering van de volksgezondheid, niet altijd uitdrukkelijk meer wordt genoemd. Een verklaring hiervoor is dat vanaf de eerste initiatieven in de 19^e eeuw de aanleg van riolering praktisch synoniem is aan het bevorderen van de volksgezondheid. Hierbij maakte het niet uit voor welk type rioolstelsel, gemengd of gescheiden, werd gekozen.

In de rioleringsnotitie "Naar een in het milieubeheer functioneel inzamelen transportsysteem", Tweede Kamer 19826, vergaderjaar 1991-1992, worden de functies van rioleringsbeheer als volgt verwoord:

- Het zorgdragen voor een adequaat systeem voor het inzamelen en transporteren van afvalwater en hemelwater.
- Het zorgdragen voor de milieuaspecten, waaronder de regulering en handhaving van de kwaliteit van het op het riool geloosde afvalwater, de mate van beïnvloeding van het oppervlaktewater door overstortingen uit het stelsel en de samenhang tussen de aanvoer uit het stelsel en de doelmatige werking van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI).

Het blijkt dat in de laatste notitie de doelen uit de eerste notitie zijn vertaald in meer concrete functies, waarin niet meer wordt gerefereerd aan de volksgezondheid.

Het afgelopen decennium heeft een omslag in het denken over de omgang met hemelwater plaatsgevonden. In dat denken staat het lokaal vasthouden en benutten van hemelwater centraal.

Met dit nieuwe denken over "water in de stad" komt echter ook de oorspronkelijke doelstelling van het rioleren, namelijk het op een verantwoorde wijze afvoeren van afvalwater en hemelwater ter bevordering van de volksgezondheid, weer in de aandacht. Er rijzen vragen of deze nieuwe ontwikkelingen

niet ten koste gaan van de primaire doelstelling: de volksgezondheid.

Het was en is een bijzonder verfrissend dat een aantal ONRI ingenieurs (civiel gezondheidstechnici!!) door prof. dr. F. van Knapen, Universiteit Utrecht, faculteit diergeneeskunde, in 1999 werd aangesproken op het feit dat er hemelwatersystemen (en andere zaken) werden ontworpen en gerealiseerd die gevaren voor de volksgezondheid met zich mee kunnen brengen. Dit aanspreken mondde uiteindelijk uit in het RIZA rapport 2002.030 "volksgezondheid en water in de stad". Langzaam komt de (vergeten) aandacht voor volksgezondheid weer terug.

3.2 Grenzen en systemen

De vorige beschouwingen maken het nodig om naast de woorden ook maar wat plaatjes te gebruiken.

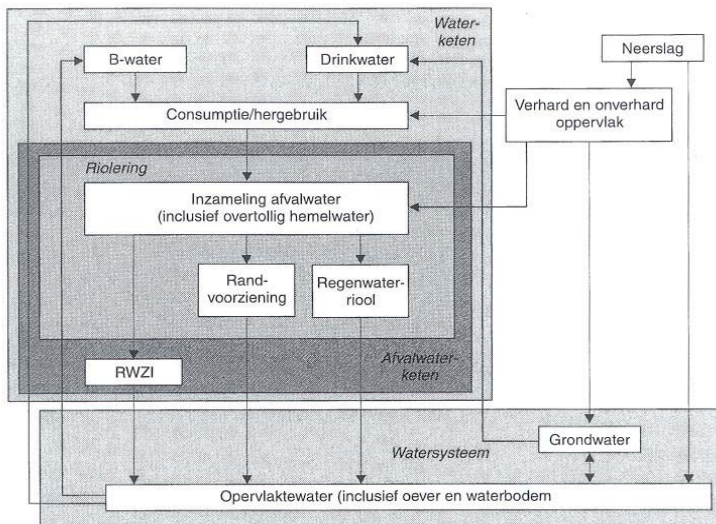
In diverse plaatjes, figuren en schema's is door de mens getracht de begrippen "waterketen en watersysteem" begrijpelijk weer te geven (zie figuur 1 en figuur 3).

Diverse pijltjes geven dan met één streepje vaak geweldig complexe interacties weer.

Kijken we naar het systeem riolering, dan is dat tot op heden een complex systeem geworden van: gemengde en verbeterd gemengde rioolstelsels, gescheiden en verbeterd gescheiden rioolstelsels, drukriolering, vacuüm riolering, persluchtriolering, Individuele Behandeling van Afvalwatersystemen (IBA's) en heel veel soorten hemelwatersystemen (infiltratievelden, wadi's, percolatiekoffers, permeabele leidingen en niet te vergeten vele goten).

Bij inwerkingtreding van de nieuwe wetgeving krijgt de gemeente formeel de zorg voor de systemen voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater, en voor de systemen voor de inzameling en verdere verwerking van afvloeiend hemelwater.

Daarnaast krijgt de gemeente de zorg voor de grondwatersystemen die zijn en worden aangelegd in het kader van het al eerder genoemde nieuwe artikel 9b uit de Wet op waterhuishouding.



Figuur 1 - Waterketen en watersysteem (Leidraad Riolering module A1100, RIONED)

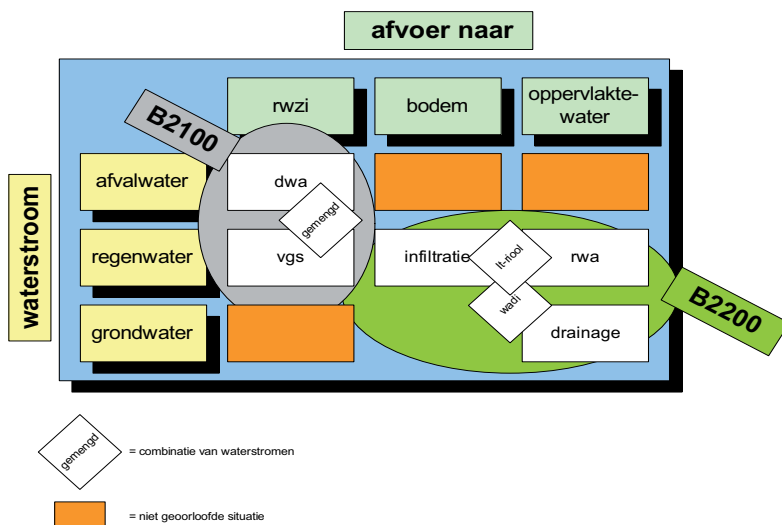
Naast de grenzen tussen de hiervoor genoemde drie systemen (stedelijk afvalwater, afvloeiend hemelwater, grondwater) heeft elk van de drie systemen ook weer grenzen met andere systemen.

Relevante grenzen die zeker niet vergeten mogen worden zijn:

- de grens tussen (voorheen) binnenriolering en buitenriolering;
- de grens tussen (straks) particuliere en openbare hemelwaterstelsels;

- de grens tussen riolering en zuivering;
- de grens tussen de drie systemen en het watersysteem (het geheel van oppervlaktewater en grondwater).

Bij de juridische benamingen is veelal uitgegaan van de oorsprong van het water, terwijl bij het ontwerp van de systemen vaak wordt uitgegaan van de bestemming van de waterstromen (zie figuur 2).



Figuur 2 - typering stelsels voor afval- en regenwater (bron: Leidraad Riolering module B1100)

Naast de grenzen is er sprake van functievermenging. Het onderdeel “goot” maakt bijvoorbeeld deel uit van zowel het hemelwatersysteem als het wegsysteem. Het onderdeel infiltratieveld maakt bijvoorbeeld zowel deel uit van het hemelwatersysteem als het groensysteem.

Het oorspronkelijke systeem riolering is aldus een complex systeem geworden, een hybride systeem (Berlamont, 2001)

3.3 Inspanningsverplichtingen en spelers

Bij gemeenten en provincies zijn de functionele taken ingebed in de algemene taken, waterschap en waterbedrijf hebben alleen een functionele taak.

In veel wetten is sprake van inspanningsverplichtingen ook wel zorgplichten genoemd.

Zo bevat onze Grondwet artikel 21: “de zorg van de overheid is gericht op de bewoonbaarheid van het land en de bescherming en verbetering van het milieu”. Daarop voortbordurend krijgt de gemeente in de nieuwe Wet Milieubeheer de zorgplicht voor stedelijk afvalwater en in de Wet op de Waterhuishouding de zorgplicht voor afvloeiend hemelwater en een bepaalde zorgplicht voor grondwater. De gemeente heeft dus als overheidsinstantie bepaalde watertaken.

De waterleidingbedrijven en de waterschappen hebben eveneens functionele taken op het gebied van water (zie figuur 3).

De functionele taken van de gemeente (en de provincie) zijn ingebed in een complexe set aan algemene taken (algemeen bestuur). Dat maakt

het voor de gemeente complex om de functionele watertaken goed te verrichten. De langdurige roep om samenwerken in de waterketen (zie ook artikel “nu doorpakken in de waterketen loont”, Siemen Veenstra en André Struker, H₂O nr. 23, 2006) is nog steeds klinkend. Veel tegenwerkingen waren er niet en komen er niet, er is meer sprake van een institutionele structuur discussie.

Veenstra en Strucker schrijven in het genoemde artikel dat één van de drijvende krachten om nu “door te pakken in de waterketen” is: “door de huidige versnippering stevenen we samen af op een gigantisch oplopend tekort aan professionals en deskundigen in 2020”.

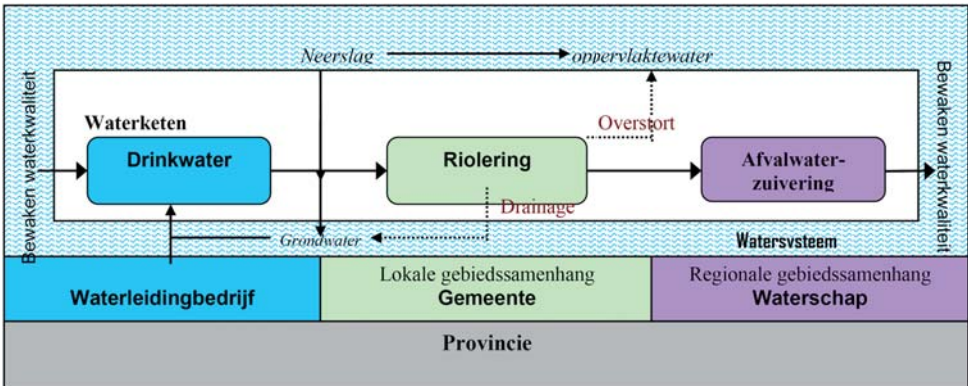
Zelf neem ik nu een substantieel tekort in de wereld van inzameling en transport van afvalwater en hemelwater al geruime tijd waar en daar moet iets aan gebeuren. Geen belangenstrijd meer, maar een echt deskundige aanpak van het goed organiseren van de zorg voor met name het afvalwatersysteem, ontdaan van al die kretologie over de hoogte van de doelmatigheidswinsten en dergelijke.

Een landelijke regie lijkt onafwendbaar.

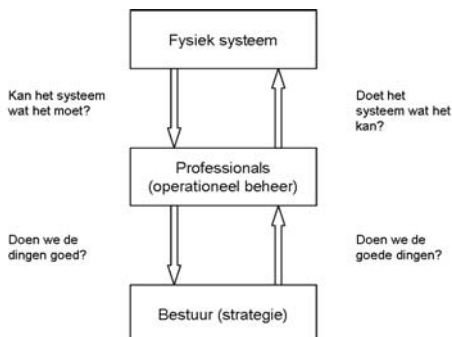
3.4 Complexiteit systeem en schaalgrootte organisatie

In het voorgaande hebben we gezien dat het systeem voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater en afvloeiende hemelwater de afgelopen decennia steeds complexer is geworden.

Die complexiteit vraagt om een organisatie met een schaalgrootte die geschikt is om die complexiteit het hoofd te bieden en om maatschappelijk verantwoord te zorgen voor het systeem. Dus een organisatie



Figuur 3 - Schema uit "Rijkvisie waterketen op hoofdlijnen", juli 2002



Figuur 4 - Gegevens- en informatiestromen bij beheer: uitgangspunten

die geschikt is om de wettelijke zorgplichten naar behoren uit te voeren. Denk hierbij aan een schaal-grootte van verzorgingsgebieden van minimaal 80.000 inwoners.

Bij voldoende schaalgrootte is het mogelijk professionals in dienst te hebben die echt verstand van het systeem hebben en die ook hun rol aan de bestuurlijke tafel weten te spelen (zie figuur 4).

Er doet zich nog een verschijnsel voor dat aandacht vraagt. In het complexe hybride systeem ontstaan meer en meer kleine subsystemen zoals infiltratiesystemen in particuliere tuinen, infiltratiesystemen in plantsoenen en veldjes, straten met doorlatende verhardingen en een arsenaal aan goten en aanverwante zaken. Dit vereist, naast de professional in figuur 4, voldoende professionals met kennis van al die subsystemen.

Op een wat hoger concreetheidniveau dan dat waarop bestuurders veelal hun afwegingen maken, zullen eerst echt goede oplossingsrichtingen voor een goede beheerorganisatie moeten worden gecreëerd, die de toets der kritiek van de betrokken spelers (professionals en bestuurders) kunnen doorstaan.

4 Conclusies

De opgave van de organisatoren van de 58^e vakantiecursus richting mijn persoon was het houden van een lezing over de grens tussen afvalwater en hemelwater. Het is een beschouwing geworden.

De conclusies die ik trek uit die beschouwing zijn:

- Met de wetswijziging "verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken" lijkt de grens tussen stedelijk afvalwater en afvloeiend hemelwater geformaliseerd. Onbedoeld neveneffect is dat er nog veel meer grenzen worden gecreëerd die de nodige aandacht vergen (particulier-openbaar; wegsysteem-hemelwatersysteem; groensysteem-hemelwatersysteem e.d.).
- Zorg met het inwerkingtreden van de wetswijzigingen in zake de gemeentelijke watertaken voor een adequaat begrippenkader voor de inzamel- en transportsystemen voor afvalwater, hemelwater en grondwater zodat in ieder geval professionals elkaar begrijpen en adequaat kunnen communiceren.
- Het mag niet gebeuren dat de betrokken spelers de aandacht voor volksgezondheid uit het oog verliezen. Civiele gezondheidstechniek moet vooral op "gezondheid" gericht blijven. Milieu en gezondheid kunnen op gespannen voet met elkaar staan en goede afwegingen zijn dan noodzakelijk in plaats van het vergeten van de volksgezondheid.
- Het samenspel tussen de zorgplichten vereist een structuur waarin professionals met echt verstand van het complexe hybride systeem, ook hun rol aan de bestuurlijke tafel weten te spelen (zie figuur 4) en waarin professionals met verstand van de vele subsystemen een plaats hebben.

Tot slot:

Systeemkennis is de sleutel tot een goede zorgplicht. Een goede systeemkennis is gebaseerd op betrouwbare informatie en goede gegevens. De afgelopen dertig jaar zijn de beheerders en hun adviseurs er nog steeds niet in geslaagd om een goed en betrouwbaar gegevensbestand te maken van de aan hen toevertrouwde systemen. Met de riolering was dat al (te) moeilijk, maar met de hemelwatersystemen erbij wordt dat nog moeilijker. Voorwaar een schone taak om mee te beginnen: door goede gegevens in ieder geval de grenzen zichtbaar maken.

5 Literatuur

Clemens, F.H.L.R., Worst, W.J.P., "wat is riolering eigenlijk" redactioneel, Rioleringswetenschap en -techniek, jaargang 2, nr. 7, september 2002.

Heuvel, H. van den, Jacobs, J.C.J., Eck, P. van, Schutte-Postma, E.T., "Hemelwater, het riool in?", TU Delft, 1996.

Kamerstuk 2005-2006, 30578 nr. 1, Tweede Kamer (wetswijzigingen verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken).

Kamerstukken 30578 nummers 2 t/m 6.

Koot, A.C.J., "Een leven vol afvalwater", afscheidsrede 18 november 1988, Delft Universitaire Pers, 1988.

Leidraad Riolering, ISBN 9073645689/32, Stichting RIONED.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, "Volksgezondheid en water in de stad", RIZA rapport 2002.030.

NEN 3300, buitenriolering, termen en definities, 1e druk november 1996, Nederlands Normalisatie Instituut.

Struker, A., Veenstra, S., "Nu doorpakken in de waterketen loont", nummer 23, H2O (2006).

Wiggers, J.B.M., "De riolering bovengronds", intreerede 31 januari 1990, TU Delft, 1990.

Grenzen verleggen op het toilet

Paul Roeleveld

1 Inleiding

In Nederland wordt afvalwater getransporteerd naar rwzi's waar het water wordt gezuiverd en geloosd op oppervlaktewater. De afvalwaterketen functioneert goed wat betreft zijn voornaamste functie, bescherming van de volksgezondheid. Ook de bescherming van het oppervlaktewater is over het algemeen goed te noemen. We doen dit met een afvalwaterketen (riolering en zuivering) die in circa 150 jaar tijd is ontstaan en ons in ieder geval voor de komende 50 tot 100 jaar heeft voorzien van een uitgestrekte ondergrondse infrastructuur met aan het eind gecentraliseerde end-of-pipe oplossingen. Kijkend naar deze afvalwaterketen komen in de komende decennia onder meer de volgende ontwikkelingen op ons af:

- verwachte renovatie van een belangrijk deel van het rioleringsstelsel;
- vermindering van overstorten;
- noodzakelijke vermindering van rwzi-emissies voor nutriënten en micro's;
- aandacht voor hormoonverstorende stoffen en medicijnresten;
- stijgende kosten voor rioleringszorg en zuivering.

Aanvullende aandachtspunten zijn te vinden in het streven naar duurzame technologische ontwikkeling waarbij efficiënt omgaan met grond- en afvalstoffen en vermindering van emissies sleutelbegrippen zijn. Vanuit het perspectief van duurzame ontwikkeling zijn met name terugwinning van fosfaat uit stedelijk afvalwater (met het oog op dalende voorraden), opwekking van 'groene' energie uit afvalwater en slib (met het oog op reductie van de CO₂-uitstoot) en het gebruik van gezuiverd afvalwater voor natuurontwikkeling en lokale verdrogingsbestrijding punten die sterke raakvlakken hebben met de afvalwaterketen.

Alhoewel de vermeende onaantastbare positie van de ondergrondse infrastructuur ons laat voortborduren op de ingeslagen weg, is een toenemende belangstelling waar te nemen voor de filosofie dat



ir. P.J. Roeleveld
Grontmij



conventionele zuiveringstechnieken niet meer de enige oplossing zijn.

Tegenover de grootschalige, veel energievergende technieken van de gangbare rwzi's ontwikkelen zich decentrale, energieopwekkende en brongerichte technieken. Deze technologie biedt wellicht voor de toekomst betere perspectieven, zeker wanneer voldaan moet worden aan de normen voortvloeiend uit de Europese Kaderrichtlijn Water en als het energievraagstuk mede in het licht van het Kyoto-verdrag een steeds belangrijker afwegingscriterium wordt.

Vanwege het verschil in concentratie en samenstelling is het vanuit procestechnologisch perspectief logisch om de verschillende afvalwaterstromen apart te behandelen. Een brongerichte aanpak waarbij afvalstromen op huishoudniveau gescheiden worden ingezameld, kan leiden tot een doelmatiger aanpak. Recente ontwikkelingen, zowel op het gebied van afvalwatertransport als op het gebied van afvalwaterzuivering, bieden een groeiend aantal technische mogelijkheden voor de gescheiden behandeling van stedelijk afvalwater. Voorbeelden hiervan zijn de toenemende kennis op het gebied van vacuümtechnologie voor transport, de ontwikkeling van waterbesparende toiletsystemen en urinescheidingstoiletten, verbeteringen in anaërobe technologie om zwart water te behandelen, membraanbioreactoren voor de behandeling van grijswater, de ontwikkeling van innovatieve technieken voor stikstof- (SHARON, Anammox, Canon) en fosfaatverwijdering (struvietprecipitatie).

Op verschillende plaatsen in Europa worden initiatieven genomen gericht op de ontwikkeling van nieuwe concepten voor afvalwaterinzameling en -behandeling. Deze concepten zijn deels gebaseerd op de gescheiden inzameling en behandeling van afvalwaterstromen uit het huishouden. Het uiteindelijk doel van deze initiatieven is een efficiënter systeem voor de afvalwaterketen te ontwikkelen dat voldoet aan de doelen en randvoorwaarden van het huidige systeem terwijl het tegelijkertijd oplossingen genereert voor huidige knelpunten. Ook in Nederland is de laatste jaren een toenemende activiteit waar te nemen voor het ontwikkelen van nieuwe sanitatieconcepten en de eerste demonstratieprojecten zijn opgestart. Dit heeft er inmiddels toe

geleid dat de ontwikkeling van nieuwe sanitatieconcepten een prominente plaats heeft gekregen in de strategienota van de STOWA voor de komende vijf jaar. Onlangs is een strategiedocument verschenen dat in opdracht van de STOWA is opgesteld door de landelijke Koepelgroep "Ontwikkeling Nieuwe Sanatiesystemen". Dit document geeft richting aan initiatieven die nu en in de toekomst plaatsvinden op het gebied van de ontwikkeling van nieuwe sanatiesystemen. Het moet waterbeheerders bovendien stimuleren om over de grens van het huidige sanatiesysteem heen te kijken. We hebben het daarmee dus over "grenzen verleggen op het toilet". Eind 2004 is het onderwerp urinescheiding in de provincie Drenthe voortvarend opgepakt met het eerste demonstratieproject in "Het Ambachtshuys" in Meppel. Dit project, dat bekend is geworden onder de naam "Het Nieuwe Plassen", heeft veel belangstelling getrokken. Deze naamgeving wordt thans ook gebruikt bij de landelijk ingezette ontwikkeling om initiatieven te ontplooiën op het gebied van urinescheiding.

2 *Achtergronden bij Het Nieuwe Plassen*

Door de toepassing van speciale toiletten of waterloze urinoirs kan menselijke urine apart worden opgevangen. De totale urineproductie bedraagt 1,2 - 1,5 liter per persoon per dag. Op de markt zijn verschillende urinescheidingstoiletten en watervrije urinoirs op de markt.

Urine bevat relatief veel stikstof (in de vorm van ureum) en fosfaat en voorts vrijwel alle restanten van hormonen en medicijnen die door het lichaam uitgescheiden worden. Urine is, als zij het lichaam verlaat, vrijwel steriel en bevat dan ook geen pathogenen. Op de totale afvalwaterstroom bedraagt het aandeel urine slechts 1%. De urine is echter verantwoordelijk voor 85% van alle stikstof en 47% van alle fosfaat die in ons afvalwater terechtkomt. Dit is doorgaans een in het oog springende voorstelling van zaken.

De gangbare rwzi-systemen vragen veel energie en hulpstoffen om stikstof en fosfaat te verwijderen.



Figuur 1 - Voorbeelden van op de markt beschikbare scheidingstoiletten en watervrije urinoirs

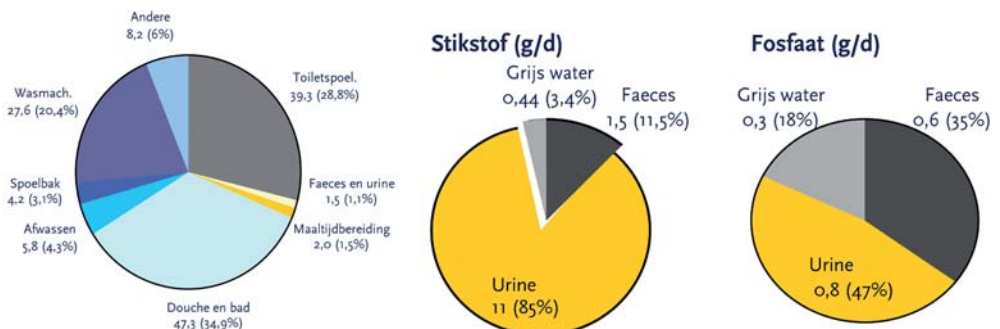
Urine is voor deze twee stoffen dus de voornaamste bron terwijl het qua volume om de kleinste stroom gaat. Als grootste vervuilingbron is het daarom wellicht beter om de urine gescheiden in te zamen. Via deze weg is het mogelijk om het fosfaat als bruikbare meststof te hergebruiken en de stikstof met significant minder energie om te zetten. Ook de in opspraak geraakte verontreinigingen als medicijnresten en hormonen zijn vooral te vinden in urine en bij de bron veel efficiënter te verwijderen. Hormonen en medicijnresten worden in een rwzi niet gericht verwijderd; sommige van deze stoffen worden in meer of mindere mate afgebroken of adsorberen aan het slib. Een concept met urinescheiding biedt meer perspectief om te kunnen voldoen aan de kwaliteitsnormen van de toekomst (o.a. KRW) en daarnaast ook aan het energievraagstuk.

Voor de verwerking van urine (eventueel verdund met enig spoelwater) zijn op hoofdlijnen de volgende opties beschikbaar:

- Directe toepassing als meststof: nutriënten zullen deels door de plant worden opgenomen en gedeeltelijk wellicht uitspoelen of denitrificeren; hormonen en medicijnresten zullen onder invloed

van zuurstof geleidelijk aan worden afgebroken.

- Toepassing als meststof na een voorbehandeling: de voorbehandeling kan bestaan uit een moving bed biofilm reactor (ontwikkeld door EAWAG): nutriënten zullen voor een groot deel door de plant worden opgenomen; hormonen en medicijnresten zullen onder invloed van zuurstof geleidelijk aan worden afgebroken.
- Toepassing als nutriëntenbron bij de behandeling van industrieel afvalwater (met name chemische industrie en papierindustrie);
- Toepassing in DeNox-installaties voor de behandeling van rookgassen;
- Stikstofverwijdering via ionenwisseling / ammonium omzetten in gas en via een stripper verwerken tot ammoniumzouten gecombineerd met struvietprecipitatie: nutriënten worden verwijderd en kunnen worden hergebruikt, restvloeistof bevat nog hormonen en medicijnresten als mede de overige elementen.
- Nanofiltratie of adsorptie met actief kool: nanofiltratie dikt afvalwaterstroom in; brein bevat nog alle elementen, actief kool bindt hormonen en medicijnresten reststroom bevat nog alle overige elementen.



Figuur 2 - Volume huishoudelijk afvalwater in liters/dag en % en herkomst stikstof en fosfaat in huishoudelijk afvalwater in gram/dag en %

- SHARON-Anammox of Canon; verwijdt N, restvloeistof bevat nog alle overige elementen en hormonen en medicijnresten.
- Ozon- en UV-behandeling; breekt de organische verbindingen af tot kleinere ketens; nutriënten en overige elementen blijven in oplossing.
- Combinatie SHARON-Anammox of Canon met struvietprecipitatie en ozon/UV: verwijdt nutriënten en breekt hormonen/medicijnresten af. Restvloeistof bevat nog enkele overige elementen.
- Combinatie van nanofiltratie met verbranding van brein: restproduct is schoon water en as.

De genoemde technieken en toepassingen worden overigens nog niet algemeen toegepast omdat:

- er in Nederland nog slechts beperkte ervaring is met de voor urinescheiding benodigde scheidingstoiletten;
- het ontbreekt ons aan een inzamelinfrastructuur, een nieuwe infrastructuur moet worden ontwikkeld;
- aan stikstof als meststof in de landbouw is geen gebrek; urine heeft daardoor als meststof onvoldoende economische waarde;
- er is onvoldoende kennis met betrekking tot het gebruik van urine als meststof voor de hedendaagse landbouw;
- er is geen vraag vanuit de landbouw mogelijk, deels vanwege onvoldoende bekendheid bij landbouw met deze potentiële bemestingsbron;
- er is nog geen eenduidigheid met betrekking tot persistentie van hormonen en medicijnen bij het gebruik als meststof in de bodem;
- veel technologie is in Nederland nog niet op praktijkschaal operationeel;
- veel technieken zijn nog niet toegepast op uitsluitend de deelstroom urine.

De technologische verwerking staat nog in de kinderschoenen. Verdere ontwikkeling is noodzakelijk evenals het opdoen van ervaringen met deze concepten op zowel grote als kleine schaal. In Nederland zijn initiatieven gestart en worden opgetuigd om de haalbaarheid van een aantal mogelijke verwerkingsroutes vast te stellen.

3 *Op weg naar een nieuw en modern sanitatieconcept*

Sinds alle aandacht rond de plaatsing van drie urinescheidingstoiletten en één watervrij urinoir in het Ambachthuys te Meppel, is er veel belangstelling getoond voor het onderwerp urinescheiding. Meerdere waterschappen hebben interesse getoond om na te gaan of binnen hun beheersgebied er aanleiding is om te overwegen op een verkennende wijze ervaring op te doen met urinescheiding.

Naast het stikstof in de urine is de hoeveelheid water, en met name het regenwater, dat naar een rwzi wordt afgevoerd een essentiële kostenbepalende factor. De meeste procesonderdelen op een zuivering zijn qua ontwerp hydraulisch bepaald. Nieuwe woonkernen worden doorgaans al voorzien van een gescheiden rioolstelsel en met het afkoppelen van regenwater is een paar jaar geleden een start gemaakt. Als deze ontwikkeling wordt gecombineerd met de toepassing van urinescheiding zijn de voornaamste motieven richting een nieuw en modern sanitatieconcept erkend.

Met betrekking tot de exacte betekenis van urinescheiding voor de rwzi is er sporadisch informatie beschikbaar. In Nederland is oriënterend voor een drietal rwzi's (Hardenberg, Groote Lucht en Meppel) bepaald wat de impact van urinescheiding in de huidige situatie zal zijn. Uit alle rekenvoorbeelden blijkt dat voor significante voordelen op de centrale zuivering tenminste een scheidingspercentage voor urine nodig is van 50%. Vanaf dit percentage kan grote winst geboekt worden op de effluentkwaliteit. Voor stikstof kan een effluentkwaliteit worden bereikt die voldoet aan de verachte eis uit de KRW. In een situatie zonder urinescheiding is dit alleen mogelijk bij slibbelastingen die een factor twee lager liggen. Met de toekomstige effluenteis in het vizier ligt er daarmee een financieel gewin in het vooruitzicht. Het behalen van zo'n hoog scheidingspercentage is in een bestaande infrastructuur overigens niet opportuun gedurende de gebruikelijke levensloop van rwzi's (30 jaar en langer). Net als bij het afkoppelen van verhard oppervlak zal ook de introductie van urinescheiding een lang traject gaan vergen (in de orde van 50 tot 100 jaar).

Het nieuwe plassen komt eraan

JAN MALSCHAERT
SLEEN

Het toilet van de toekomst is weer een stapje dichterbij gekomen. In het Drentse Sleen worden dit na-jaar twintig ouderenwoningen uitgerust met een aantal proefpotten. Het nieuwe toilet gaat urine scheiden van de overige ontlasting.

De proef is een project van diverse partijen, waaronder de waterschappen, Grontmij en de provincie Drenthe. „Het doel is dat we tegen zo min mogelijk maatschappelijke kosten zo schoon mogelijk oppervlaktewater krijgen,” zegt de Drentse gedeputeerde Tanja Klip.

Hoewel urine slechts 1 procent van al het afvalwater vormt, bevat het 98 procent van de totale hoeveelheid medicijnresten, hormonen en stikstof die worden geloosd. Door urine te scheiden, kan de overige 99 procent van het afvalwater veel gemakkelijker en voordeliger worden gezuiverd.

„Het is vreemd dat we de keurige scheiding die het menselijk lichaam aanbrengt eerst met veel water verdunnen in het riool, om dan vervolgens in een waterzuiveringsinstallatie onze stinkende best te doen de stoffen er weer uit te halen,” zegt Bert Palsma van Grontmij.

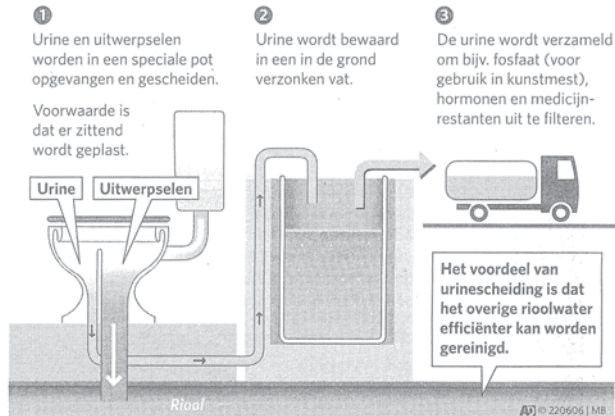
Bron: Algemeen Dagblad

Veel eenvoudiger dan in een bestaande situatie, kan urinescheiding in de huidige situatie ingepast worden in een nieuwbouwsituatie. Het afkoppelen van verhard oppervlak, het aanleggen van een verbeterd gescheiden rioolstelsel en de implementatie van urinescheiding kunnen goed naast elkaar worden geïmplementeerd in een nieuwbouwsituatie. Op deze manier wordt het fundament geslagen voor het moderne sanitatieconcept van de toekomst. In Nederland zijn nog veel grote bouwprojecten gepland die als demonstratielocatie zouden kunnen dienen. Verder leent elk kantoor, openbaar gebouw, ziekenhuis, sportaccommodatie, recreatiepark en camping zich bij uitstek voor het opdoen van ervaring met urinescheiding.

Urinescheiding is onomstotelijk een grote (en goede) stap in de richting van een nieuw en modern

Toiletpot met urinescheiding

20 woningen in Sleen krijgen als proef een toilet met een gescheiden urineafvoer.



Om de urine in een urinetank te kunnen opvangen, zijn de proeftoiletten voorzien van twee afvoerputjes.

Het project is de tweede fase in een uitgebreid onderzoek naar nieuwe manieren van waterzuivering. Vorig jaar werden in Meppel al drie van dergelijke toiletten geplaatst. Die proef moest vooral ant-

woord geven op de vraag hoe toiletgangers zo'n nieuwe pot ervaren.

Bij zo'n toilet moeten mannen immers wel gaan zitten bij het plassen. Palsma; „Van tevoren werd er gezegd dat Nederlandse mannen zulke toiletten niet willen.” Uit het onderzoek bleek dat mensen wel degelijk positief reageren als het doel van dit 'nieuwe plassen' helder is.

sanitatieconcept. De grootte van de stap wordt bepaald door het feit dat één van de meest bepalende ontwerpparameters, te weten stikstof, bij de bron wordt gesaneerd. Hierdoor kunnen zeer compacte zuiveringsystemen worden gerealiseerd (een factor 10 kleiner) met zelfs een verbetering van de effluentkwaliteit ten aanzien van stikstof. De KRW-eis van 2,2 mg N/l is zeker haalbaar. Bij een scheidingspercentage hoger dan 75% kan met scheiding van urine een zuiveringsconcept worden ontwikkeld dat energie produceert in plaats van consumeert. In een nieuwbouwsituatie is zo'n hoog rendement te realiseren. Het waterschap kan hiermee volledig aan zijn verantwoordelijkheid voldoen om de rwzi van de toekomst Kyotoproof te maken. Bovendien wordt de mogelijkheid gecreëerd om de problematiek van de eindige grondstof fosfaat aan te pakken.

Het gescheiden houden en apart behandelen van urine vergt een lang traject van zoeken naar kansen en samenwerking met waterschappen, gemeentes, woningbouwcoöperaties, etc. Net als bij het afkoppelen van verhard oppervlak gaat het maar heel langzaam. Het is daarom verstandig vroeg actie te ondernemen. Gedacht kan worden aan het in kaart brengen van de kansen en het opstarten van demonstratieprojecten. Incidenteel is het zelfs mogelijk dat er een direct economisch voordeel kan worden behaald. In de meeste gevallen zullen de kosten evenwel hoger uitvallen omdat schaalvoordelen nog niet kunnen worden benut en omdat de technologie nog in ontwikkeling is. Die meerkosten zullen dan moeten worden verantwoord op grond van de argumenten dat wordt bijgedragen aan de ontwikkeling van een meer duurzaam afvalwatersysteem dat op termijn haar vruchten zal afwerpen.

4 Aspecten bij implementatie van urinescheiding

Het gescheiden inzamelen van urine is in Nederland nog niet op grote schaal toegepast. In verschillende landen in Europa is daar echter wel op grotere schaal ervaring mee. Bijvoorbeeld in Zweden zijn duizenden toiletten met urinescheiding geplaatst

en wordt de ingezamelde urine voor een deel aangewend als meststof in de landbouw. Voordat een gelijksoortige grootschalige ontwikkeling in Nederland plaats kan vinden, zal er eerst draagvlak bij de bevolking moeten komen.

In een dussdanig traject zijn altijd voortrekkers nodig die als een van de eersten ervaring op gaan doen met het nieuwe concept, in dit geval met gescheiden inzameling en behandeling van urine. Dit brengt doorgaans extra kosten met zich mee waar nog niet direct (financiële) inkomsten tegen over staan, maar het is een noodzakelijke fase om verder te kunnen komen.

Bij implementatie van gescheiden inzameling van urine is een aantal aspecten van belang:

- Acceptatie bij de gebruiker van de toiletput en bij degene die de toiletput moet schoon houden. In het algemeen geldt dat hoe meer het lijkt op een bestaande toiletput, hoe eerder een ander type geaccepteerd zal worden. Zo is het belangrijk dat de toiletput kan hangen (zoals de meeste nieuwe modellen), of er veel extra randjes op zitten (lastiger schoon te maken), enzovoorts. Acceptatie is ook belangrijk bij de mannelijke gebruiker. Om echt effectief te kunnen scheiden is het gewenst dat er op het toilet gezeten wordt. Nu blijkt dat in huishoudens veel mannen



SolarCity Linz, Oostenrijk (2004)
Omvang: scheidingstoiletten voor 88 appartementen en een school



GTZ hoofdkantoor, Duitsland (2005)
Omvang: kantoor voorzien van 56 scheidingstoiletten en 25 urinoirs



Palsternackan, Zweden (1996)
Omvang: 51 appartementen voorzien van scheidingstoiletten



Gebers Housing Project, Zweden
Omvang: 32 flatwoningen in 1998 voorzien van scheidingstoiletten



Ekoporten Norrköping, Zweden
Omvang: 18 appartementen in 1996 voorzien van scheidingstoiletten



Kullön Village, Zweden (2002)
Omvang: 250 woningen zijn voorzien van scheidingstoiletten

Figuur 3 - Enkele praktijkvoorbeelden met urinescheiding uit het buitenland



al zitten. Op de werkplek, waar vaak gescheiden toiletblokken zijn voor mannen en vrouwen, wordt meer gestaan en zal voor een effectieve urinescheiding dus minimaal een urinoir aanwezig moeten zijn. Verder is het verstandig hier gewoon pragmatisch mee om te gaan: stimuleer het zitten maar maak er geen dogma van.

- De verwerking van de urine is de tweede stap op weg naar acceptatie en vergaande implementatie. De gebruiker wordt gestimuleerd als hij/zij weet dat het ook werkelijk nuttig is om te zitten en mee te helpen om de urine te scheiden. In Zweden is gebleken dat het argument dat urine een nuttige stof is en gemakkelijk ingezet kan worden als meststof een positieve meerwaarde heeft voor de gebruikers. Als op dit punt spanning ontstaat, voelen de gebruikers dat een positief argument van hen ontnomen wordt. Het is daarom heel belangrijk niet met onjuiste of onrealistische argumenten de (toekomstige) gebruikers te overtuigen. Een voorbeeld waaruit blijkt dat in de communicatie veel mis kan gaan, is die van de gescheiden inzameling van GFT-afval. Enige jaren bleek bij een aantal gemeenten dat het GFT-afval en overig afval na scheiding bij het ophalen weer werd gemengd. Als gebruikers daar van weten, zal elke vorm van commitment verdwijnen. De regel is: als het nieuwe niet nuttig is, dan moet je het vooral laten.
Voor de verwerking van urine is op dit moment nog geen kant-en-klare oplossing voor handen. Voor een deel is dit het kip-en-eiverhaal. Je kunt namelijk pas verwerken als een behoorlijke hoeveelheid urine voorhanden is. Voor de voortgang is het noodzakelijk dat de verwerkingsmogelijkheden van urine op korte termijn uit de concep-

tuele sfeer getrokken worden. Binnen enkele jaren zal een compleet systeem (inzameling en verwerking) beschikbaar moeten zijn.

De tussenoplossing zoals in het project in Meppel, waar de urine enkele malen per jaar per as wordt afgevoerd naar een SHARON-installatie, laat zien dat het serieus wordt opgepakt. Vergeleken met de conventionele manier van behandelen wordt de stikstofrijke urinestroom in deze installatie behandeld met minder inzet van energie en hulpstoffen. Een ontsnappingsroute naar het riool is niet geïnstalleerd op de opslagtank voor urine in Meppel.

- Bij een eerste stap zullen altijd extra kosten moeten worden gemaakt, daar kun je niet omheen. Daarom is in de beginfase extra ondersteuning noodzakelijk om de mogelijkheden aan te kunnen tonen. Hiervoor moeten partijen middelen reserveren en/of aanvullende financieringsmogelijkheden zoeken, zoals voor het project in Meppel bij de betrokken partijen is gevonden.
- De verantwoordelijkheden en belangen van de diverse betrokken partijen zijn verschillend. Inzicht in de belangen en verantwoordelijkheden van betrokkenen is noodzakelijk in het proces naar grootschalige implementatie. Belangen van het waterschap zijn onder andere een mogelijke besparing in de zuivering van afvalwater en een verbeterd zuiveringsrendement. Voor de burgers betekent dit uiteindelijk lagere zuiveringslasten. De woningcoöperatie dient in dit project het maatschappelijk belang.
- Verder is het gewenst om inzicht te krijgen in de mogelijke opbrengsten (kostenbesparingen) in relatie tot de te leveren inspanning. Voor de

urinescheiding lijkt in eerste instantie besparing mogelijk bij de waterschappen, doordat de zuiveringsconcepten veranderen en naar verwachting goedkoper kunnen worden. Dit heeft dan voornamelijk te maken met een vermindering van energiekosten voor beluchting en een kleinere footprint voor de zuivering.

5 Ontwikkelingen op het gebied van sanitatie

De ontwikkeling van nieuwe sanitatiesystemen heeft het afgelopen jaar een grote vlucht genomen. Vorig jaar was nog slechts sprake van twee projecten waaraan welgeteld een 20-tal mensen werkte. Inmiddels is het aantal projecten in uitvoering en voorbereiding gegroeid tot ruim 15, waaraan inmiddels meer dan 100 mensen werken. In verschillende projectgroepen is de laatste tijd de wens geuit om meer contacten te hebben en met en meer te weten te komen over de andere projecten. De al eerder genoemde Koepelgroep ONSS (Ontwikkeling Nieuwe SanitatieSystemen) is door STOWA in het leven geroepen om de ontwikkelingen op het gebied van de nieuwe sanitatiesystemen te coördineren, af te stemmen en om een platformrol te vervullen. Met Bert Palsma van STOWA als voorzitter en Bjartur

Swart van Grontmij als secretaris bestaat de De Koepelgroep ONSS verder uit een groep deskundigen van overheden en kennisinstituten die actief zijn op het gebied van de ontwikkeling van nieuwe sanitatiesystemen, aangevuld met deskundigen uit het bedrijfsleven. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de diverse sanitatieprojecten in Nederland en hun status. Dit overzicht beperkt zich niet alleen tot urinescheiding. Eind 2006 staat de teller op vier afgesloten projecten, 17 projecten in voorbereiding en zes initiatieven die kunnen leiden tot een nieuw project.

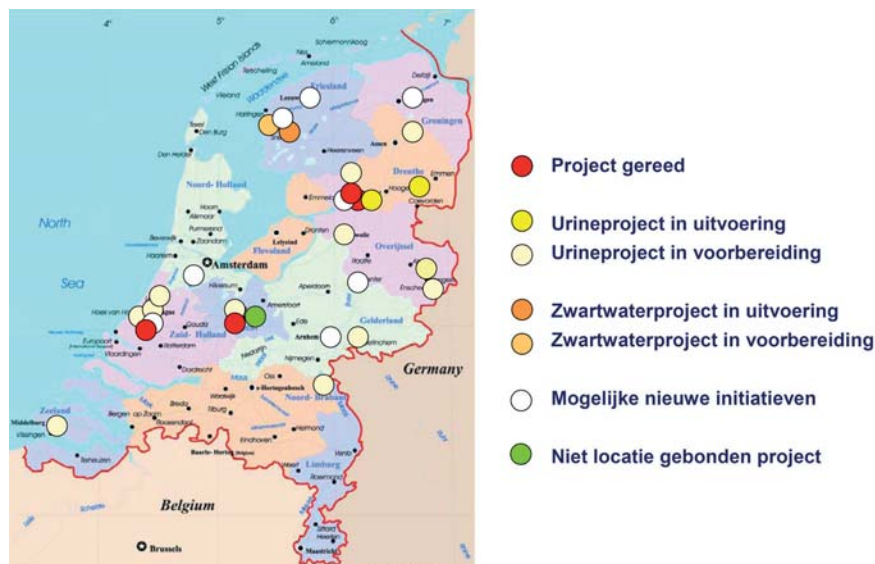
6 Referenties

Grontmij (2005). Effect urinescheiding op afvalwaterzuivering in de toekomst – gericht op het beheersgebied van waterschap Reest en Wieden, De Bilt.

STOWA (2005). Separate urine collection and treatment – options for sustainable wastewater systems and mineral recovery, STOWA 2001-39, Utrecht.

STOWA (2006). Anders omgaan met huishoudelijk afvalwater. STOWA 2006-18, Utrecht.

Welleweerd D.J. (2006). Ontwikkelingen op het gebied van sanitatie, H2O, Nr. 23, pp 16-17.



Figuur 4 - Een overzicht van sanitatieprojecten in Nederland (bron: Bjartur Swart, Grontmij/STOWA)

Een beetje man plast zittend voor een schoner milieu

Drie toiletpotten in Meppel moeten de revolutie in de wc-wereld inluiden. Ze vangen de urine apart op van de grote boodschap.
Door René Didde

Deze week zijn in Meppel drie toiletten in gebruik genomen waar bij wijze van experiment de urine in een apart depot wordt opgevangen voor zuivering. Deze urinescheiding aan de bron zou wel eens een nieuwe breuk in de toilet-geschiedenis kunnen betekenen, zeggen de initiatiefnemers.

'Het is vreemd dat we de keurige scheiding die het menselijk lichaam aanbrengt eerst met veel water verdunnen in het riool, om dan vervolgens in een waterzuiveringsinstallatie onze stinkende best te doen de stoffen er weer uit te halen', zegt Bert Palsma van Stowa, onderzoeksplatform van de waterschappen.

Van de stikstof die in de kolosale zuiveringsinstallaties wordt verwijderd, is 80 procent afkomstig van ons dagelijks literijtje urine. In dit plasje zit ook de helft van de fosfaatvrucht die de installaties moeten terugdringen.

Stikstof en fosfaat zijn waardevolle meststoffen die kunnen worden hergebruikt. De kader-richtlijn water, een Brusselse verordening die Nederland nu al voor schier onoverkomelijke problemen stelt, gebiedt een steeds drastischer beperking van deze

stikstof- en fosfaatlozingen.

Diezelfde richtlijn zal vermoedelijk ook de lozingen van hormonen en afbraakproducten van medicijnen meer aan banden leggen, zo luidt de verwachting. 'Ook deze milieuvreemde stoffen zitten schitterend geconcentreerd in de urine en slippen nu nog ongezuiverd door de rioolwaterzuiveringsinstallaties heen', zegt Bjartur Swart, projectleider van ingenieursbureau Grontmij die aan de wieg staat van het Meppelse experiment.

'In geconcentreerde vorm kan de stikstof beter en met minder energie worden gezuiverd', zegt Swart. 'Fosfaat kan worden hergebruikt.' Ook hormonen en medicijnen kunnen met nieuw gereedschap als een bombardement van uv-licht of ozon gemakkelijker in geconcentreerde vorm worden aangepakt dan sterk verdund in een zuiveringsinstallatie, zeggen de deskundigen.

Zuiveringsinstallaties

Door de urine apart te houden, worden bestaande zuiveringsinstallaties ook ontzien. Door de recente uitbreidingen met woonwijken en bedrijventerreinen, zitten veel rioolwaterzuiveringsinstallaties aan hun maximale capaciteit. Doordat ze veelal zijn ingesloten in stedelijk gebied is uitbreiding niet eenvoudig. 'En kostbaar bovendien. Met dat argument zijn waterbeheerders over de streep te trekken', zeggen Swart en Palsma.

In Meppel wordt de urine uit de drie toiletten via een tien meter lange leiding afgevoerd naar een ingegraven tank. 'Eén keer per

half jaar komt een tankauto de urine ophalen om het af te voeren naar een zogeheten Sharon-installatie die de ammoniak zonder zuurstof in één keer omzet in stikstof', zegt Swart.

De toiletten staan in een pottenbakkerij, kaarsenmakerij en een theehuis van een zorgcomplex. De gebruikservaring is hoognodig. Een probleem is dat mannen zittend op de proefpot moeten plassen. De urine wordt in het voorste gedeelte opgevangen. De initiatiefnemers denken dat het meevalt om de mentaliteit van de man te veranderen, 'zeker in gezinnen waar pa niet alleen door zijn vrouw, maar ook door zijn dochters wordt gewezen op zijn gespetter', aldus Swart.

Zelfs als niet alle mannen willen zitten, dan blijkt uit berekeningen van de Technische Universiteit Delft en uit die van Wageningen Universiteit dat 60 procent van de urine genoeg is om 75 procent van de energiekosten te besparen. 'De bijdrage van vrouwen is al bijna genoeg'.

Niettemin is het nog te vroeg om in elke woning een pot te installeren voor 'het nieuwe plassen'. Hugo Gastkemper, directeur van kennisinstituut van de rioleeringsbranche, mikt vooral op locaties waar het manvolk al in urinoirs plast, zoals kantoren, restaurants en stadions.

Als de experimenten technisch en economisch aanslaan, is in de toekomst een derde, aparte urineleiding in nieuwe woonwijken niet uitgesloten. Swart: 'Twintig jaar geleden werd je voor gek verklaard als je regenwater wilde afkoppelen van het riool. Nu is het stand beleid.'

Nieuw toilet maakt einde aan gespetter

door Harrie Nijen Twilhaar
WAGENINGEN, zaterdag
Vrouwen kunnen opgelucht ademen. Als het even meezit, is het over een paar jaar definitief afgelopen met het gespetter over de wc-bril.

Er wordt momenteel serieus onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van een nieuw huistoilet waarbij mannen bij hoge nood ook moeten zitten.

Het nieuwe toiletsysteem zorgt ervoor dat de grote concentratie stikstof uit urine wordt gescheiden van het rioolwater, waardoor waterzuiveringsbedrijven enorm veel geld kunnen besparen. Voorwaarde is wel dat mannen zittend moeten urineren, omdat de speciale afvoergaatjes voor aan in de wc-pot zijn aangebracht. De urine wordt vervolgens via tanks of een apart leidingsstelsel afgevoerd.

Tijdens 'Het Nieuwe Plassen', zoals het project door initiatiefnemer Grontmij wordt genoemd, wordt de toiletgang van een groep gebruikers door een leerstoelgroep van de Wageningen Universiteit nauwlettend gevolgd. In Meppel worden de toiletten bij een bedrijf door het personeel getest.

Macho

De Wageningse socioloog Bas van Vliet gaat zich als wetenschapper in het plasedrag van vooral mannen verdiepen. Volgens Van Vliet hebben mannen er een bloedhekel aan om zittend te plassen. „Daar zijn het te veel macho's voor", aldus Van Vliet. Volgens hem is het motto op het toilet altijd: spoelen en wegwezen. Hij verwacht dat mannen veel moeite zullen hebben met het aangepaste toilet.

In Zweden zijn er al 15.000 van dergelijke toiletten geplaatst. De technologie moet ook in Nederlandse nieuwbouwwoningen mogelijk zijn.

Bron: Volkskrant

Bron: Telegraaf

Bij Europees MBR-onderzoek vervagen de grenzen

Arjen van Nieuwenhuijzen

1. Inleiding

Sinds oktober 2005 wordt in Europees verband intensief onderzoek verricht naar de verdere ontwikkeling en toepassing van MembraanBioReactor (MBR)-technologie voor de behandeling van communaal afvalwater. Versterking van de Europese marktpositie ten opzichte van Japan, Canada en de VS op het gebied van MBR is daarbij de leidraad. Hiervoor worden binnen twee onderzoeksprogramma's drie projecten door de EU gefinancierd, te weten: EUROMBRA, AMEDEUS en MBR-Train (daarnaast wordt tevens onderzoek verricht binnen PURATREAT). Overkoepelend wordt samengewerkt binnen het zogenaamde MBR-network. Binnen dit netwerk zijn ongeveer 50 Europese en Internationale instituten en bedrijven intensief aan het samenwerken. Met een totaal budget van ca. € 15 miljoen vertegenwoordigen de projecten momenteel de grootste gecoördineerde onderzoeksinspanning naar MBR-technologie ter wereld.

Dit uitgebreide onderzoeksnetwerk is tot stand gekomen doordat in de tender binnen het Special Targeted Research Program (STREP) naar MBR de twee onderzoeksconsortia EUROMBRA en AMEDEUS gelijkwaardig hoog scoorden. De EU besloot met verdubbeling van het totale budget om beide consortia te financieren onder voorwaarde dat zij samen zouden werken via zogenaamde Liaison Groups. Parallel aan de STREP procedure liep de selectie van een Marie Curie Fellowship Program waaruit MBR-Train als winnaar naar voren kwam. MBR-train is ondertussen opgenomen in het MBR-network of zo efficiënt mogelijk met de onderzoeksfaciliteiten en geldstromen om te springen.

De gezamenlijke onderzoekslijnen binnen het MBR-network richten zich op belangrijke technologische doorbraken, procesverbetering, kennis- en capaciteitsuitwisseling, ontwerp en realisatie op het gebied van MBR-technologie. Doel is uiteindelijk om te komen tot een bredere toepasbaarheid van de MBR en een verbeterde concurrentiepositie van het Europese bedrijfsleven op MBR-gebied.



dr.ir. A.F. van Nieuwenhuijzen
TU Delft/ Witteveen+Bos



Nederland is in het MBR-Network via EUROMBRA vertegenwoordigd door de Technische Universiteit Delft, UNESCO-IHE en het Waterschap Hollandse Delta. In MBR-Train participeren UNESCO-IHE en de TUDelft met ieder drie onderzoeksprogramma's. De Nederlandse bijdrage wordt internationaal zeer gewaardeerd. "Nederland heeft een belangrijke bijdrage geleverd bij de ontwikkeling en toepassing van de MBR-technologie voor de huishoudelijke afvalwaterbehandeling. De pionierende promotie- en onderzoeksinspanningen in STOWA-verband door o.a. DHV, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Waterschap Rijn en IJssel heeft zijn vruchten afgeworpen." Het is echter niet zo dat we er nu zijn. In vergelijking met de ontwikkeling van het actief-slibproces leven we nu misschien in de jaren 50 van de vorige eeuw. Toepassing wordt overwogen maar nog niet grootschalig toegepast. We hebben dus nog veel te leren. Hoogwaardig onderzoek, zowel fundamenteel als praktijkgerelateerd, is daarbij onontbeerlijk. Ook moet in Nederland niet de gedachte (blijven) heersen dat we het hier allemaal weten. Want wat met name een belangrijk resultaat van het MBR-network is, is dat over de grenzen heen gekeken kan worden. Zowel op het niveau van onderzoekers als ook van de eindgebruikers. Onderlinge kennis- en informatieuitwisseling heeft reeds diverse operationele knelpunten bij ontwerp, opstart en bedrijf van verschillende MBR's opgelost.

Om de internationale informatieuitwisseling ook vanuit de vakantiecursus 2007 zo optimaal mogelijk te maken is het vervolg van deze kennismaking met het onderzoeksconsortium MBR-network verder in het Engels opgesteld. Mogelijk dat hierdoor ook de vakantiecursus in de toekomst internationaliserend werkt en begin 2008 de eerste International TUDelft Winter Water Conference (ITWWC 2008) kan worden georganiseerd.

So, I continue in English.....

2. MBR Technology

The technology of membrane separation of activated sludge, commonly referred to as "membrane bioreactor" (MBR), is the combination of activated

sludge treatment together with a separation of the biological sludge by micro- or ultra-filtration membranes with pore size of typically 10 nm to 0.5 μ m to produce the particle-free effluent. The latter step replaces the final clarifiers used in conventional activated sludge treatment which achieve solid separation by gravity only. The physical barrier imposed by the membrane system provides complete disinfection of the treated effluent. It also enables operation at higher sludge concentrations (typically up to 20 g/L instead of max. 6 g/L with conventional systems), and therefore permits to reduce the required footprint and/or sludge production. However, for municipal applications, the MBR technology is usually related to a higher total life cost, due to the high energy cost. In addition, the perceived risk related to the fouling and the replacement costs of the membrane remains an important limiting factor to its broad application.

2.1. Short history of MBR filtration systems

After initial development started in the late 60s, the MBR technology for wastewater treatment experienced rapid development from the early 1990's onwards. The first systems commercialised in the 70's and 80's were based on what have come to be known as sidestream configurations, i.e. the membrane separation step was employed in an external sludge recirculation loop, mainly with in-to-out flow through organic or ceramic tubular membranes. Due to the high energy demand, these technologies targeted only small and niche market applications such as treatment of ship-board sewage, landfill leachate or industrial effluents.

In the early 90's, the Japanese Government launched an ambitious 6-year R&D project which led to a major technological and industrial breakthrough of the MBR process: the conception of submerged membrane modules, working with low negative pressure (out-to-in permeate suction) and membrane aeration to reduce fouling. This paved the way towards a significant reduction of capital and operation costs, due to the reduction and simplification of equipment and the abandonment of the energy demanding sludge recirculation loop.

Nowadays, two types of technologies of submerged membrane modules are predominant on the MBR market. Both feature out-to-in permeate filtration and comprise the flat-sheet (or plate & frame) membrane module and the hollow fibre membrane module. Novel and alternative MBR filtration systems have recently appeared in the market and we can expect that the most innovative products will raise commercial interest in the coming years.

The commercialisation of the submerged MBR system precipitated rapid and extensive market penetration. The first pilot-scale European submerged MBR plant for municipal wastewater was built in 1996 (in Kingston Seymour, UK), soon followed by the construction of the full-scale Porlock WWTP (UK, commissioned in 1998, 3,800 p.e.), Büchel and Rödigen WWTPs (Germany, 1999, resp. 1,000 and 3,000 p.e.), and Perthes-en-Gâtinais WWTP (France, 1999, 4,500 p.e.). A few years later only, in 2004, the largest MBR plant worldwide was commissioned to serve a population of 80,000 p.e. (in Kaarst, Germany). In 2005 MBR Varsseveld (18.000 p.e.) was the first fully operational MBR in the Netherlands followed by the MBR Heenvliet (9.000 p.e.) in 2006 and later on the MBR Ootmarsum. The size of installations has thus grown from few

thousand to hundreds of thousands population equivalent in only a few years.

2.2. Industrial and Municipal MBRs in Europe

By 2006, around 100 municipal full-scale plants with a capacity >500 p.e. were in operation in Europe, and around 250 large industrial plants with a capacity >20 m³/d. The development and successful commercialisation of the technology in the past few years has led to significant decrease in capital and operating costs. However, the delineation between municipal and industrial systems shows that the technology remains especially competitive for industrial applications. In the municipal sector, it is now considered that for a green field and for a given treatment quality the capital cost of MBR plants is comparable to a conventional scheme. However, the energy costs remain 30 to 50% higher. Should this discrepancy be reduced in the coming years, the MBR technology would become a State-of-the-Art process for the municipal sector.

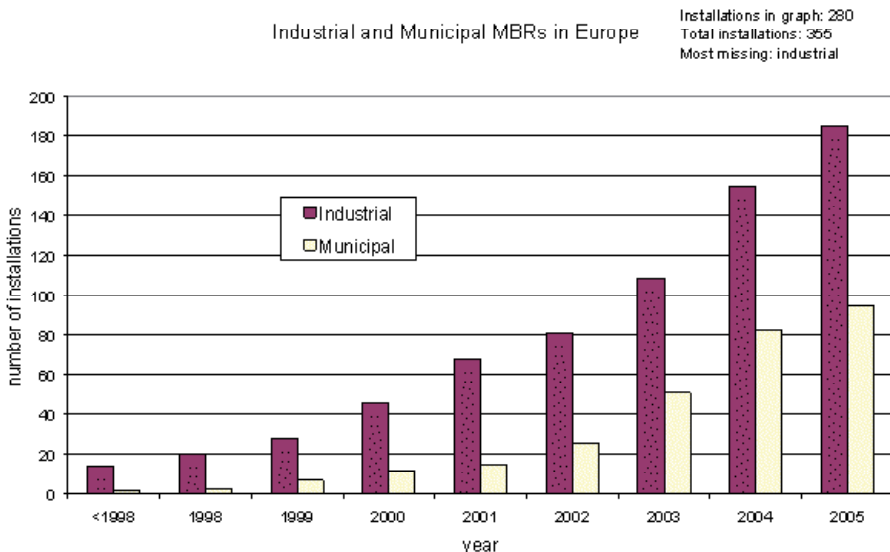


Figure 1 - MBR installations in Europe anno 2006

3. ***MBR-Network: the cluster of EU projects dedicated to the MBR technology***

The European Commission has decided to promote the development of the MBR technology while funding four projects entirely dedicated to research, development, capacity building and technological transfer in regards to this promising wastewater treatment process. The four projects, namely AMEDEUS, EUROMBRA, MBR-TRAIN and PURATREAT are supported by three different financial instruments set up by the European Commission within the sixth Framework Program, and will be implemented in parallel from October 2005 up to December 2009.

Around 50 European and international companies and institutions are actively involved in these four projects and will join their efforts and co-ordinate their actions within the cluster "MBR-Network". The four projects amount to a total budget of ca. EUR 15 Million, for which ca. EUR 9 Million will be financed by the European Commission. They represent the largest co-ordinated research initiative world-wide dedicated to MBR technology since the first developments of this treatment process in the early 90's. Important technological breakthroughs, process improvement, knowledge and capacity transfer and building are expected, which will lead to better acceptance, competitiveness and broader implementation of the technology in both municipal and industrial fields.



(Priority "Global Change and Ecosystems") with a project duration of 3 years, between 01/10/2005 - 30/09/2008. The total budget is €4.2 Million (incl. €3.0 Million EU subvention and €0.2 Million from the Australian government).

Project description

The World is running out of clean, safe, fresh water. By 2025 one third of humanity (ca. 3 billion people) will face severe water scarcity. This has been described as the "single greatest threat to health, the environment and global food security". Water is essential and preservation of its safety in quantity and in quality is critical to the sustainable development of any society. The goal of this project is to make a contribution to meet this challenge. The protection of water in the European Union has been encouraged through the Water Framework Directive (WFD). The intention of WFD is to protect water resources (quality and quantity) through an integrated water resource management policy. Wastewater treatment is an important aspect of water management. Efficient, cost effective treatment processes are needed for transforming wastewater into water free from contamination which can be returned to the hydrological cycle without detrimental effects. The development and application of MBR for full scale municipal wastewater treatment is the most important recent technical advance in terms of biological wastewater treatment. It represents a decisive step further concerning effluent quality by delivering a hygienically pure effluent and by exhibiting a very high operational reliability.

The overall objective of EUROMBRA is to develop a cost-effective, sustainable solution for new, efficient and advanced municipal wastewater treatment based on MBR technology. This will be achieved through a multi-faceted, concerted and cohesive research programme explicitly linking key limiting phenomena (fouling, clogging) observed and quantified on the micro-, meso-, and macro-scale. Key to the success of the programme is the harnessing of specialist knowledge, conducting of dedicated yet interlinked experiments and incorporating key aspects of both system design and operational facets, the latter encompassing hydrodynamics and mass transfer, foulant speciation and dynamic impacts.

3.1. **EUROMBRA**

EUROMBRA's subtitle is Membrane bioreactor technology for advanced municipal wastewater treatment strategies. EUROMBRA is a Specific Targeted Research Project supported by the European Commission under the Sixth Framework Programme



Strategic objectives

The overall project objectives are to develop sustainable solutions for new, efficient and cost-effective advanced wastewater treatment technologies for municipal wastewater based on membrane bioreactor technology. The specific objectives of the programme are:

- Assessment and comparison of different configurations of membranes and membrane modules
- Development of new methods for qualitative and quantitative analysis of foulants, both short and long term
- Assessment of the impact of identified foulants under a range of conditions representative of those encountered in practice
- Study of the use of novel single-filament or other dedicated test cells for optimisation and predicting behaviour at larger a scales
- Appraisal of antifouling strategies, both for short and long-term fouling, with specific reference to key adjustable operational parameters such as imposed flux, aeration and cleaning
- Assessment of the impact of dynamic effects, such as sudden increases in hydraulic and organic loading
- Examination of possible impacts of and on microbial speciation and diversity
- Examination of removal of specific contaminants through appropriate integration within process treatment scheme
- Assessment of residuals management
- Overall cost benefit analysis
- Dissemination of results

Partners

The following partners are involved within EUROMBRA:

- Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway - Trondheim
- Cranfield University (CRAN), United Kingdom - Bedford
- Department of Chemical Engineering (IVT), RWTH Aachen University (RWTH), Germany - Aachen
- Instituto de Biologia Experimental e Biológica , Lisboa (IBET), Portugal - Lisboa

- Institut National des Sciences Appliquées (INSA), France - Toulouse
- University of Montpellier II (UM II), France - Montpellier
- Delft University of Technology (DUT), Netherlands - Delft
- Università degli Studi di Trento (UNITN), Italy - Trento
- Polymem (POLYM), France - Toulouse
- University of KwaZulu-Natal (UKZN), South Africa - Durban,
- University of Technology of Sydney (UTS), Australia - Sydney
- Institute for Water Education (UNESCO-IHE), Netherlands - Delft
- Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), Switzerland - Dübendorf
- Water board Hollandse Delta (WHD), Netherlands - Dordrecht
- Erftverband (EV), Germany - Bergheim / Erft
- Millenniumpore Limited (MILL), United Kingdom - Washington, Tyne & Wear
- KOCH Membrane Systems (KMS), Germany - Aachen
- FlowConcept (FLCO), Germany – Hannover



Workpackages

The EUROMBRA project is structured in 10 Workpackages as illustrated in Figure 2. Although MBR technology is currently available on a commercial level as an optional solution for treating municipal wastewater the development of the technology and industry is still in its infancy. In comparison with other membrane based technologies and applications, i.e. nanofiltration and reverse osmosis, there has been a very little degree of standardization within the MBR industry. MBR solutions that are available on the market today differ in many aspects related to choice of membrane material, module design, recommended operating modes and ranges, strategies to maintain a sustainable and economic opera-

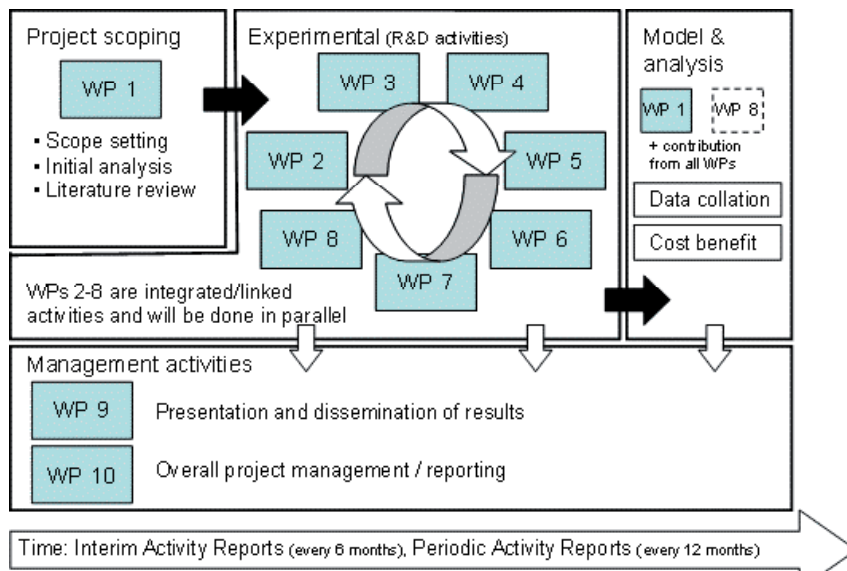


Figure 2 - Project scope of EUROMBRA

tion, and footprint. The reason for this diversity is due to attempts in overcoming the challenges and bottlenecks found in MBR processes while making sustainable and economically sound process solutions. A key to the further development and standardization of the technology is having a better understanding of the challenges specific to the technology and finding efficient ways to overcome the bottlenecks. An overall goal of the EUROMBRA project is to improve the basis of MBR technology by integrating fundamental research and implementation of the new technology in the steps towards an established and standardised industry:

- WP1 Project scoping
- WP2 Membrane module
- WP3 Aeration and membrane operation (TUDelft involved)
- WP4 Process configuration (TUDelft involved)
- WP5 Feedwater characterisation and MBR monitoring (TUDelft main research)
- WP6 Cleaning protocols
- WP7 Concentrate / sludge handling
- WP8 MBR case studies (TUDelft project leader, WSHD main contributor)
- WP9 Presentation and dissemination of results
- WP10 Overall and scientific coordination

3.2. AMEDEUS

AMEDEUS stands for Accelerate Membrane Development for Urban Sewage Purification and is part of the Specific Targeted Research Project supported by the European Commission under the Sixth Framework Programme (Priority "Global Change and Ecosystems") with a project duration of 3 years, between 01/10/2005 - 30/09/2008. The total budget is €5.9 Million (incl. €3.0 Million EU subvention and €0.2 m from Australian government).

Project description

Over the past decade, membrane bioreactors have been increasingly implemented to purify municipal wastewater. However, even with submerged membranes which offer the lowest costs, the MBR technology remains in most cases more expensive than conventional processes. In addition, the European municipal MBR market is to date a duopoly of two non-European producers, despite many initiatives to develop local MBR filtration systems.

The AMEDEUS research project aims at tackling both issues, accelerating the development of competitive European MBR filtration technologies, as



well as increasing acceptance of the MBR process through decreased capital and operation costs. The project will target the two markets for MBR technology in Europe: the construction of small plants (semi-central, 50 to 2,000 pe, standardized and autonomous), and the medium-size plants (central, up to 100.000 pe) for plant upgrade. Technological development of new MBR systems will be fostered by a consortium composed of 12 partners, of which five SMEs proposing novel concepts of low-cost and high-performance filtration systems. Two end-users, three non-profit institutions and two universities, all of them well versed in R&D in the MBR field, will investigate solutions to reduce operation costs such as fouling control, membrane cleaning optimisation, aeration decrease, or optimise capital costs through improved implementation of membrane bioreactor process. Furthermore, an analysis of the potential for standardisation will be performed, and a technology transfer towards Southern and Eastern Europe will be organised in order to facilitate the penetration of these new markets.

AMEDEUS will achieve concrete and realistic technological breakthroughs for the MBR technology, and improve the current process engineering and operation practices. It will improve the competitiveness of the MBR European market and render common this high-tech process for municipal wastewater treatment.

Strategic objectives

The project objectives are:

- To reduce both capital and operation costs of the MBR technology in Europe, and to minimise its environmental impact, in order to increase its competitiveness with respect to conventional technologies;
- To increase the share of the European companies in the market of MBR plants, in EU as well as worldwide, while strengthening the MBR European market;
- To facilitate the implementation of the European directives on the treatment of wastewater for discharge or bathing waters, as well as increase the potentials for non potable reuse of treated effluent.

Partners

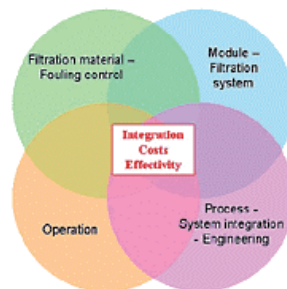
The following partners are involved within AMEDEUS:

- Berlin Centre of Competence for Water (KWB), Germany - Berlin
- University of Technology Berlin (TUB), Germany - Berlin
- Tecnotessile (TTX), Italy - Prato
- Flemish Institute for Technological Research (VITO), Belgium - Mol
- inge AG (INGE), Germany - Greifenberg
- Millenniumpore Limited (MILL), United Kingdom - Washington, Tyne & Wear,
- Anjou Recherche / Veolia Water (AR), France - Maisons-Laffitte
- Aquafin (AQF), Belgium - Aartselaar
- Polymem (POLYM), France - Toulouse
- A3 water solutions GmbH (A3), Germany - Gelsenkirchen
- Envi-Pur (ENVI), Czech Republic - Tabor
- University of New South Wales (UNSW), Australia – Sydney



Workpackages

The AMEDEUS project is structured in 11 Work Packages which will address the 4 technological fields of MBR process to achieve overall improvement and increased acceptance of the technology: (1) Filtration material and fouling control, (2)



Module and filtration system, (3) Process, system integration and engineering, (4) Operation (see Figure 3):

- WP1 Textile material for MBR filtration
- WP2 Fouling control strategies and on-line sensors of fouling indicators
- WP3 Development of 4 innovative MBR technologies and optimised cleanings
- WP4 Analysis on standardisation of MBR
- WP5 Biological modelling of MBR and impact of primary sedimentation
- WP6 Implementation of submerged module inside or outside of reactor
- WP7 Design of a range of containerised and standardised MBR plants
- WP8 Advanced data acquisition, supervision and control system for MBR
- WP9 Design and control of dual MBR configurations for plant refurbishment
- WP10 Results integration, dissemination and clustering activities
- WP11 Management and reporting

3.3. MBR-TRAIN

The working title of MBR-Train is Process optimisation and fouling control in membrane bioreactors for wastewater and drinking water treatment. MBR-Train is part of the Marie Curie Host Fellowship for Early Stage Research Training supported by the European Commission in the Sixth Framework Programme (Structuring the European Research Area; "Marie Curie Actions") with a total project duration of four years, between 01/01/2006 - 31/12/2009. The total budget is €2.05 Million



Project description

The research project MBR-TRAIN provides an Early Stage Research Training on process optimisation and fouling control in membrane bioreactors for water treatment. Membrane bioreactors (MBRs) which combine biological treatment with a membrane separation step are among the most promising emerging technologies in the water treatment sector.

As membrane fouling has been identified as a major barrier to sustainable MBR application, MBR-TRAIN undertakes dedicated efforts to characterise and investigate both biological and physico-technical aspects of this phenomenon and to develop strategies to control it. The overall aim is to optimise the operation of MBRs taking into account inter alia membrane types, materials and configuration, operational settings as well as economic aspect. The findings shall be used to advance the modelling of MBR processes in order to improve the prediction of plant performance. The scope of the offered research projects ranges from laboratory scale experimental set-ups to pilot- and full-scale operational plants.

Developing MBR technology is an interdisciplinary task. Understanding the mutual interactions between biological system and membrane separation requires knowledge in a combination of fields as diverse as analytical chemistry, microbiology, polymer and surface science, fluid dynamics, systems technology, civil and chemical engineering. Hence the consortium of MBR TRAIN comprises 10 partners from the water-industry, research institutes and universities across Europe representing a cross-section of relevant disciplines, sectors and regions. Due to its consortium composition, the MBR-TRAIN project provides an ideal framework for young researchers to prepare for future assignments in intersectorial tasks pursuing a research career in both academic institutions and industrial enterprises.

MBR-TRAIN offers the young researchers a well organised and structured training programme in a technology field of growing relevance. They will benefit from a tutored PhD thesis work with additional scientific training offered in short-courses or workshops. The exchange of personnel between the participating institutions will train adapting to work in different research structures. In order to bring benefit to the researchers' careers beyond a merely scientific formation, MBR-TRAIN will provide training on complementary skills such as presentation techniques, communication skills, intellectual property rights or research project management.

Strategic objectives

The strategic objectives of MBR-Train are:

- To enhance the intersectorial collaboration in an interdisciplinary field that is considered crucial for sustainable development, the field of water technologies,
- To contribute to overcoming the fragmentation within European research hence strengthening the European Research Area.

Partners

The following partners are involved within MBR-Train:

- Department of Chemical Engineering RWTH (IVT), Aachen University (RWTH), Germany – Aachen
- Istituto di Ricerca Sulle Acque Consiglio Nazionale delle Ricerche (IRSA-CNR), Italy - Roma
- Aquafin (AQF), Belgium - Aartselaar
- Cranfield University (CRAN), United Kingdom - Bedford
- Berlin Centre of Competence for Water (KWB), Germany - Berlin
- Ghent University (UGent), Belgium - Ghent
- Brno University of Technology (BUT), Czech Republic - Brno
- Politecnico di Milano (POLIM), Italy - Milan
- RWE Thames Water (RWE), United Kingdom - Reading
- Delft University of Technology (DUT), Netherlands - Delft



The research addresses the following topics and aspects (see Figure 4):

1. Membrane types, materials and configuration
2. Foulants and fouling characterisation
3. Biological processes, sludge interactions
4. Fluid dynamics
5. Operational cost
6. General process performance

One particular aspect of all projects is their training character and the formation they shall provide to the young researchers.

In total, MBR-TRAIN offers 19 individual research projects of different duration, which will be investigated by a single fellow, but always in close co-operation and exchange with the other project partners, which is expressed in mandatory exchanges of personnel throughout the training duration.

- WP1 MBR data acquisition, instrumentation and control
- WP2 Modelling of enhanced biological phosphorus removal (EBPR) in MBR
- WP3 Comparison of the performance of hollow fibre and flat sheet immersed MBR processes operating at full
- WP4 Optimisation of operational costs in a full-scale MBR
- WP5 Application of MBR models in full-scale plants
- WP6 Characterisation and determination of filterability within MBRs (TUDelft topic)
- WP7 Impact of chemical cleaning agents on membrane material
- WP8 Optimisation of full scale MBR operation for decentralised treatment

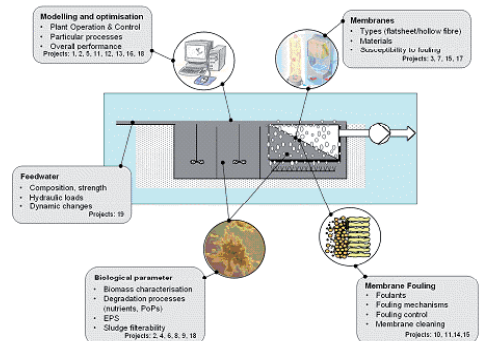


Figure 4 - Project scope of MBR-Train

Workpackages

MBR-TRAIN focuses its efforts on the open questions of viable MBR technology application while utilising different approaches and methodologies pursued in the participating institutions.

MBR-TRAIN concentrates its efforts on the open questions of viable MBR technology application while utilising different approaches and methodologies pursued in the participating institutions.

- WP9 Comparison of operational processes of three full-scale MBRs (TUDelft topic)
- WP10 Investigation of MBR fouling by particles, colloidal and soluble organic matter
- WP11 Experimental and theoretical investigations on the influence of permeate back-flushing on fouling
- WP12 Computational fluid dynamics applied on MBR systems
- WP13 Process optimisation and biomass characterisations
- WP14 Fouling control in a household MBR plant
- WP15 Influence of membrane material properties on fouling in MBRs
- WP16 The fate of persistent organic pollutants (POPs) in MBR for drinking water use
- WP17 High-shear ceramic air-lift MBR for sludge treatment
- WP18 Mathematical modelling and process control of MBRs
- WP19 Effect of dynamic changes of feedwater on operational parameters within MBRs (TUDelft topic)

4. MBR-network focus: The Hybrid MBR concept

Within the EUROMBRA consortium the Hybrid MBR Heenvliet of Waterboard Hollandse Delta plays an essential role. MBR Heenvliet is the first fully operational Hybrid MBR of its kind in the World. The Heenvliet Hybrid MBR provides a good opportunity to study the system behaviour under typical Dutch circumstances (high rwf/dwf-ratio's) and the effects of up-scaling MBR technology. In this way the development of MBR technology is supported

and its potentials can be explored to the full. Since the Heenvliet Hybrid MBR is designed as a hybrid system it is perfectly suited as a research case, since the two sub systems (conventional and MBR) can be tested and evaluated in series and in parallel. MBR Heenvliet is the European Full Scale Test MBR for communal wastewater within the EUROMBRA project. Several partners from the MBR-network focus momentarily on MBR Heenvliet to learn and conduct essential research.

From an operational point of view, the hybrid MBR concept is advantageous because the hydraulic capacity of the membranes will be utilised to the maximum during dry weather flow. This results in a more economic use of the installed membrane surface compared to an exclusively MBR concept, where the membranes will have to be designed at storm weather flows.

The Heenvliet Hybrid MBR consists of the following parts (see Figure 5):

Screening. The influent will be treated in screens with plates with 3 mm perforations, because perforations are more effective than screens with bars. The selection of the size of the perforation is related to the selected membrane system. Flat sheet membranes are expected to be less sensitive for pollution than hollow fiber membranes.

The Activated sludge tank is divided into different compartments for P-release, denitrification, nitrification and P-uptake. The sludge passes a continuously aerated tank before entering the membrane tanks. This is expected to be favourable for the sludge quality, resulting in a better membrane performance. The return sludge from the membrane

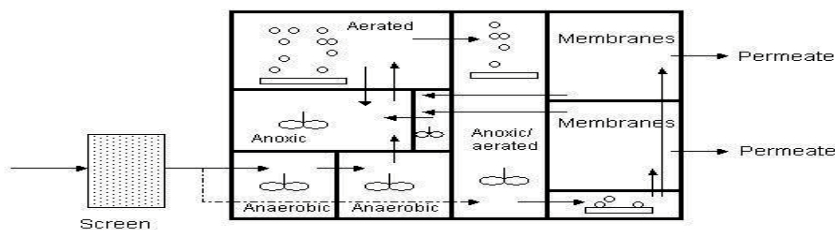


Figure 5 - Flow sheet of the MBR

tanks passes an anoxic tank to limit the oxygen concentration before entering the denitrification tank.

Phosphorus will be removed biologically as much as possible. To support the biological P-removal, FeCl_3 can be dosed in order to reach the required very low effluent concentrations.

Membrane tank. The 2 parallel membrane tanks are equipped with Toray flat sheet membranes. With a pore size of $0,08 \mu\text{m}$ this can be classified as ultra-filtration. By having 2 membrane tanks there will be flexibility in the hydraulic membrane load, because the flow can be distributed in different proportions over the two tanks.

The Heenvliet Hybrid MBR concept can be operated in two ways:

1. **MBR in parallel with the conventional lane**
During dry weather flow, the MBR will be treating relatively more wastewater than the conventional lane. In this way the membrane capacity is utilised as much as possible. If the flow increases, e.g. during storm weather, the hydraulic loading rate of the conventional plant will increase more than proportional. The sludge loading rate of the conventional plant will also increase but the sludge loading rate of the MBR will decrease under these circumstances (flow control). This type of operation is referred to as parallel hybrid operation.
2. **MBR in series with the conventional lane**
In this configuration the activated sludge tanks of the conventional plant and the MBR are connected in series. This results in one biological system, with a possibility to separate solids both

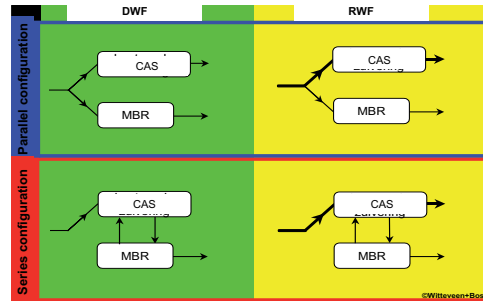


Figure 7 - Flow sheet of the parallel and in-series-hybrid configuration of the Heenvliet Hybrid MBR concept (dwf = dry weather flow, ww = wet weather flow)

with the membranes and in the conventional clarifier (Figure 6).

In this so called 'in series hybrid configuration' the clarifier also functions as a hydraulic buffer. If the flow is lower than the membrane capacity, the water level in the clarifiers decreases and effluent is only produced by the MBR. When the flow exceeds the membrane capacity the water level in the clarifier will increase again until the level of the overflow weirs, and the clarifiers will be used for effluent production again (flow control, sludge concentration control). In this way the conventional clarifier is producing effluent discontinuously, increasing the overall effluent quality compared to parallel hybrid configuration.

During parallel hybrid operation, the influent will always be distributed over both systems in the same ratio and the sludge loading rate will be equal. This enables a direct comparison between performance of both systems of a very low loaded conventional system and an MBR system.

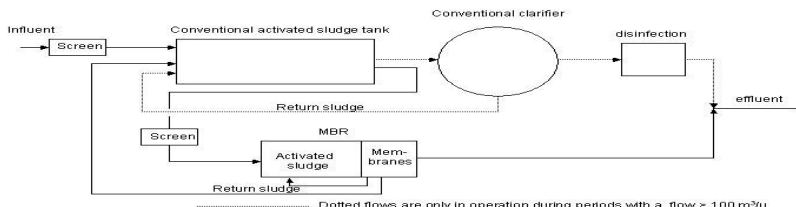


Figure 6 - Flow sheet of the in-series-hybrid configuration

With the in series hybrid configuration the membrane filtration step can be optimised without the risk of overloading the conventional plant during wet or storm weather. This provides the opportunity to upgrade the plant with a minimum loss of overall effluent quality.

5. Filtration characterisation of feedwater and sludge for MBR optimisation

Another Dutch input in EUROMBRA is the Delft Filtration Characterisation Installation (DFcITM). This innovative and unique testing equipment to determine the filtration characteristics of activated sludge and feedwater of MBR's is being used in several workpackages within EUROMBRA and MBR-Train. By supplying research facilities and knowledge on this topic Delft University of Technology is one of the central and leading research partners within MBR-network.

For research into membrane fouling Delft University of Technology, within the PhD-research of Herman Evenblij, has developed a small-scale Filtration Characterisation Installation (FCI) and an accompanying measuring protocol. The DFcITM is represented schematically in Figure 8. The FCI is not intended as a lab-scale MBR installation aiming at imitating the MBR process on a long term, but is a measuring tool for short-term assessment of the

fouling properties of a given MBR activated sludge sample. The heart of the installation is formed by a single sidestream ultrafiltration membrane tube (X-flow, diameter 8 mm, nominal pore size 0.03 μm). A peristaltic pump is used to recirculate the sludge; cross-flow velocity is adjustable. Permeate is extracted with another adjustable peristaltic pump, so the flux can be regulated. With the DFcITM it is possible to filtrate MBR activated sludge samples collected under different circumstances or from different MBR installations under identical circumstances.

In order to obtain unequivocal results a standard measuring protocol was formulated, consisting of three steps:

1. Clean Water Resistance determination.

Demineralised water is recirculated with a cross-flow velocity of 1.0 m/s and filtrated with a flux of 80 $\text{l/m}^2\cdot\text{h}$ to verify whether the membrane is clean prior to sludge filtration. Clean water resistance should be around $0.5 \cdot 10^{12} \text{ m}^{-1}$.

2. Sludge filtration, the actual experiment.

A sample of about 30L is poured into the activated sludge vessel en kept in suspension by stirring and/or aeration. The sample is recirculated with a cross flow velocity. Permeate can be extracted with any desired flux (0-160 $\text{L/m}^2\cdot\text{h}$).

3. Membrane cleaning.

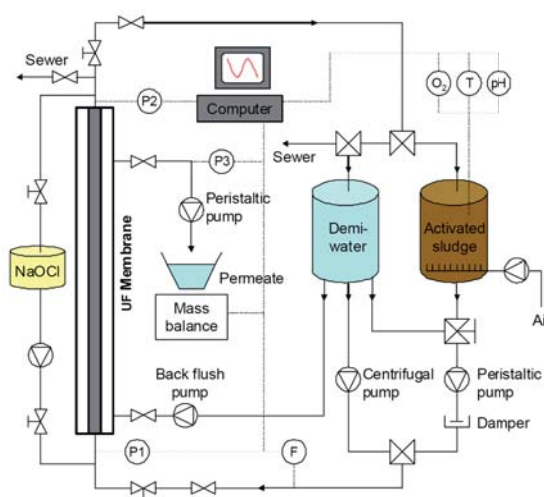


Figure 8 - Schematically representation of the Delft Filtration Characterisation Installation (DFcITM)

After sludge filtration the membrane has to be cleaned. For this (a combination of) three methods can be used:

- Forward flush with demineralised water (cross-flow velocity about 4 m/s, 30 seconds)
- Back flush with demineralised water (TMP about -0.6 bar, 30 seconds)
- Chemical cleaning, soaking with NaOCl (500 ppm, 20 minutes)

After the membrane cleaning the clean water resistance is determined again to verify whether the membrane has been cleaned properly. If not supplementary more intensive chemical cleaning (NaOCl, 1500 ppm) can be applied.

The Mobile version of the DFcl as it is developed by Delft University of Technology is a tool which characterises sludge fouling tendencies. Filtration tests of different full scale MBR sludges with the test Unit enable a database formation. This database can be used as a comparison starting point.

The Mobile DFcl Unit can also be combined with batch tests. Dynamic changes can be investigated by manipulating the sludge (30L sample) and by monitoring differences in sludge fouling behaviour. Impacts of substrate, pH, aeration, dilution factor were already examined.

The Mobile DFcl Unit can also be useful during starting up or optimisation of full-scale MBR plants. Indeed monitoring the sludge characteristics during a long-term period can provide information about

the sludge behaviour and evolution. Then actions can be taken quickly.

There is not any specific requirement depending on the location of the MBRs (pilots or full scale plants). The Mobile DFcl Unit only needs some 220V power supply and a sewage discharge.

However, water analysis facilities should be supplied by the host / partner university (EPS, MLSS, SVI, turbidity).

As an example of results of a measuring campaign with the DFcl Figure 9 represents the filterability ($DR_{v=20}$ is the value of the membrane total resistance after 20L/m² of permeate extraction) depending on the suspended solid concentration.

6. Results, Progress and Planning

At time of preparation of the manuscript of this article the yearly reports per workpackage were in the final phase of delivery for the EUROMBRA and AMEDEUS projects. Due to the MBR-network broad Confidentiality Agreement the results presented in these reports are not yet open for public. However, the first results of specific workpackages will be presented during the Vakantiecursus. Recently the presentations and abstracts of the First EUROMBRA MembranBioReactor Conference held in Trondheim in July 2006 are available on www.mbr-network.eu. Also the White Paper on Standardisation of MBR-technology as discussed within MBR-network in co-operation with DIN and

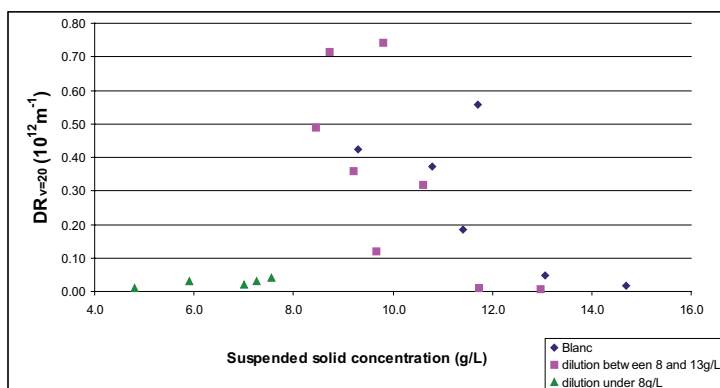


Figure 9 - Filterability versus sludge content

EC are available on this site. Another future podium for presentation of research results from all MBR-network projects will be the 4th International IWA Membrane Conference in Harrogate, in May 2007 (www.iwamembranes.info). This conference is also host of the Mid-term meeting of the EUROMBRA and AMEDEUS projects.

7. Conclusions

The MBR-network represent the largest co-ordinated research initiative world-wide dedicated to MBR technology since the first developments of this treatment process. Important technological breakthroughs, process improvement, knowledge and capacity transfer and building are expected, which will lead to better acceptance, competitiveness and broader implementation of the technology in both municipal and industrial fields. Within the MBR-network Dutch research institutes, companies and end-users are developing valuable information to optimise MBR-technology, making it a more competitive technology in Europe and in the Netherlands. Joint research not only produces advanced technology but also results in important and constructive knowledge exchange. All involved parties will get richer from this, on technology, knowledge and open minds.

Joint European research into MBR-technology opens borders!

8. Acknowledgements

This piece of work is the product of international co-operation. So, many thanks to Stefan Geilvoet, Adrien Moreau, Maria Concecao Ferreira, Jaap de Koning, Jaap van der Graaf and all MBR-network participants.

More information on the MBR-network is available on www.mbr-network.eu

Grensverleggend onderzoek in de waterzuivering bij de burens in Vlaanderen

Willy Verstraete

Door omstandigheden is er geen syllabus aangeleverd

Samenvatting

Grensverleggend heeft eerst en vooral te maken met het exploreren van een aantal nieuwe concepten. In de waterzuivering wordt het concept van de MRM (Microbial Resource Management) geponeerd, waarbij de microbiële gemeenschap niet als een statisch doch een voortdurend evoluerende gemeenschap wordt opgevolgd en zo nodig actief wordt bijgestuurd. In termen van basisonderzoek is er ook heel sterke interesse voor het inzetten van de zogenaamde microbiële brandstofcellen voor het rechtstreeks terugwinnen van elektriciteit uit vers, respectievelijk anaëroob voorgezuiverd afvalwater.

Vlaanderen heeft een bijzondere aanpak met betrekking tot de heffing op de lozingen door de industrie: alles wat nablijft wordt in rekening gebracht onder vorm van de zogenaamde vuilequivalenten. Daardoor wordt de industrie genoopt niet enkel te zuiveren tot aan een bepaalde norm, doch ook gestimuleerd om verder te gaan. In dat opzicht is er een nadrukkelijk streven tot kringsluiting. Een aantal opmerkelijke gevallen van doorgedreven waterzuivering in deze context zijn het aanmaken van drinkwater uit gezuiverd afvalwater, het geïntegreerd zuiveren van afvalwater van de papierindustrie en van de voedingsindustrie. Een nieuw proces hierbij is de ureolytische aangedreven verwijdering van calcium en fosfor. Heel bijzonder is het feit dat actueel, voor het eerst in de geschiedenis, er een gemeente interesse is vanuit de veehouderij sector om mest ten volle te zuiveren tot een droog eindproduct en 'quasi-H₂O'. Diverse benaderingen, elk aan kostprijzen die voorheen taboe waren, worden nu op het terrein geapprecieerd en getest. Tenslotte is er ook nog de uitgesproken vraag van de bio-energie sector voor het gecombineerd anaëroob nazuiveren van organische reststromen in het kader van nieuw geconcipeerde 'biorefineries'.



prof. dr. ir. W. Verstraete
Universiteit van Gent



Temperatuur en geleidbaarheid als indicator parameters voor verdunning in een rioolsysteem

Rémy Schilperoort

Introductie

Het actief sturen van afvalwatersystemen op basis van actuele gegevens uit dat systeem (RTC, Real Time Control) krijgt meer en meer aandacht, niet alleen uit de hoek van het (wetenschappelijk) onderzoek, maar zeker ook van de dagelijkse praktijk. Het doel van deze beïnvloeding van afvalwaterstromen is het verbeteren van de prestatie van het gehele afvalwatersysteem, welke in het algemeen beschouwd wordt in termen van overstort volumes, vuilvrachten of effluent concentraties. Echter, voor de meeste van deze parameters geldt dat deze niet of moeilijk in real-time en met een hoge frequentie gemeten kunnen worden, wat sturing op basis van deze parameters bemoeilijkt. Daarnaast kan een aantal parameters, genoemd in de Europese Kaderrichtlijn Water, vooralsnog in het geheel niet gemeten worden in afvalwater (zie bijvoorbeeld Breukel, 2002).

Tijdens droogweerafvoer (DWA) vinden we in afvalwater zowel opgeloste vervuiling alsook vuilstoffen welke geabsorbeerd zijn aan zwevende stoffen. Tijdens regenweerafvoer (RWA) echter, vinden we voornamelijk geabsorbeerde stoffen in het afvalwater (Flamink, 2004). Voor sturing tijdens regenweerafvoer is het dus noodzakelijk om over informatie te beschikken over het gehalte aan zwevende stof in het afvalwater (troebelheid, TZS) en de mate van verdunning van de droogweerafvoer. Dit artikel beschouwt de mogelijkheid om de mate van verdunning van droogweerafvoer te bepalen aan de hand van twee indicator parameters.

Grote debieten in een rioolsysteem gaan vaak samen met verdunning van droogweerafvoer. Echter, zeker vlak na aanvang van een regenbui kan een toenemend debiet nog steeds vuilconcentraties bevatten welke kenmerkend zijn voor droogweerafvoer. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als een persleiding, welke gevuld was met droogweerafvoer, in verhoogd tempo geledigd wordt als gevolg van de regenweerafvoer. Dit betekent dus dat alleen een debietregistratie niet voldoende is om de verdunning



ir. R.P.S. Schilperoort
TU Delft



van afvalwater te kunnen bepalen. Verschillende vuilparameters in afvalwater zijn voornamelijk toe te schrijven aan droogweerafvoer (bijvoorbeeld NH_4^+) en zouden daarom gebruikt kunnen worden als indicator voor verdunning van DWA. Vanrolleghem en Lee (2003) wijzen erop dat eigenlijk geen van deze parameters gemakkelijk en op grote schaal gemeten kunnen worden in een rioolsysteem. Er zijn voorbeelden van relatief succesvolle meetprogramma's voor de real-time bepaling van NH_4^+ en CZV in een riool (zie Gruber et al., 2005), maar de hoge kosten voor aanschaf en de hoge frequentie van onderhoud vormen vooralsnog (te) grote obstakels om de gebruikte sensoren in veelvoud in het systeem toe te kunnen passen.

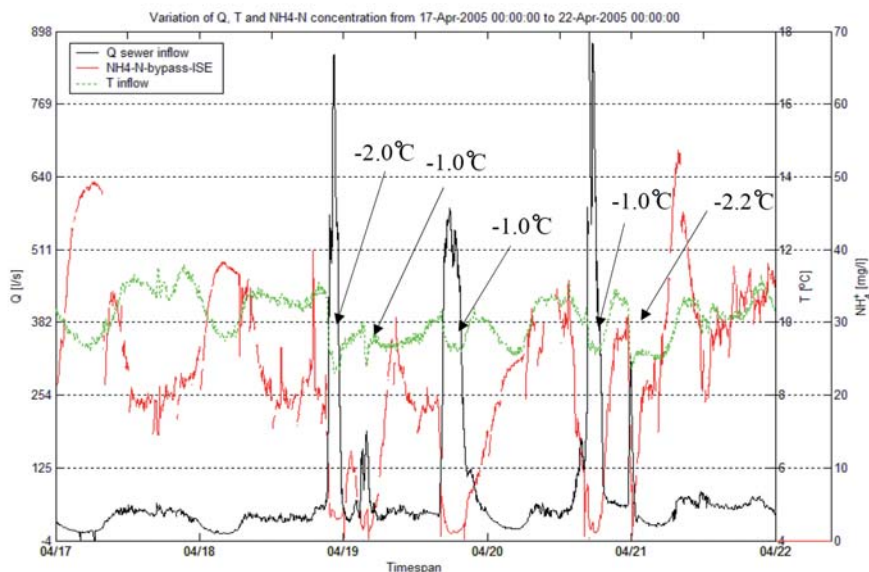
In plaats van een moeilijk te meten vuilparameter van het afvalwater, zou een karakteristiek van het afvalwater gebruikt kunnen worden als indicator parameter. Temperatuur en geleidbaarheid zijn karakteristieken van het afvalwater welke relatief gemakkelijk en robuust te meten zijn in een rioolsysteem. Het gebruik van deze parameters als indicator voor de verdunning van het afvalwater valt of staat echter met de relatie tussen deze parameters en de mate van verdunning van DWA. Dit artikel gaat in op deze relatie en de potentie van

het gebruik van temperatuur en geleidbaarheid in een stuuralgoritme.

Temperatuur en geleidbaarheid als indicator parameters

Om het gedrag van de parameters temperatuur en geleidbaarheid in afvalwater te kunnen bestuderen is data uit de stad Graz in Oostenrijk gebruikt. Een meetstation in de buurt van een rioolwateroverstort voorziet in data van het debiet (Q sewer inflow) en (naast andere vuilparameters) temperatuur (T inflow), de NH_4^+ -N concentratie en de geleidbaarheid. Het debiet en de temperatuur worden in het riool zelf gemeten, de laatste twee parameters in een by-pass installatie. Voor een complete beschrijving van het meetstation en de data wordt verwezen naar Gruber et al. (2004). Ook kan een en ander bekeken worden via www.imw.ac.at, via de link naar MS-Graz (CSO).

Figuur 1 toont de variatie van de parameters Q , T en NH_4^+ -N gedurende een periode van 5 dagen in april 2005. Op de eerste dag (17 april) is een typisch patroon te zien voor droogweerafvoer: lage waar-



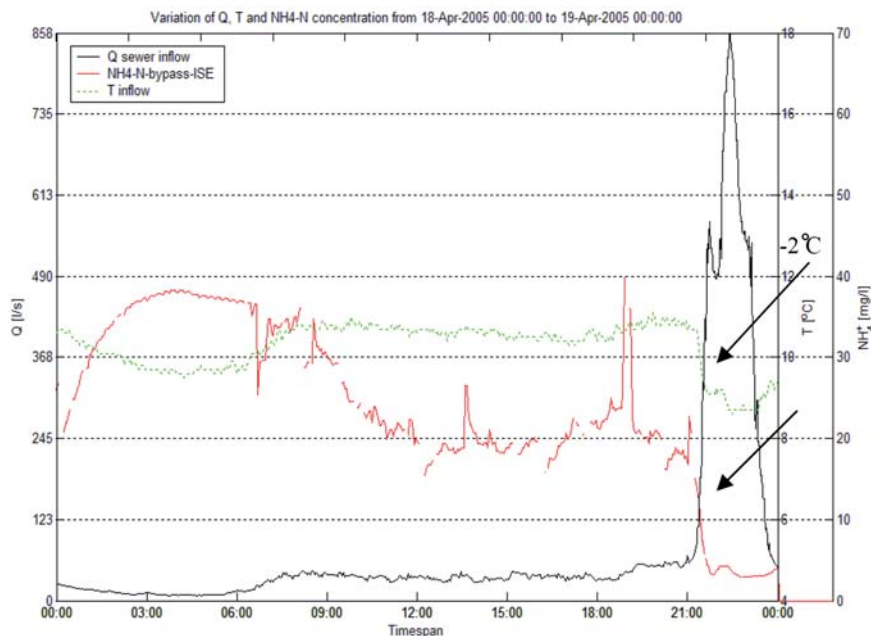
Figuur 1 - De variatie van Q , T en NH_4^+ -N voor 17 april - 22 april 2005 in een meetstation in Graz, Oostenrijk.

den 's nachts, een duidelijke toename gedurende de dag. De temperatuur van het afvalwater vertoont dezelfde variatie: over een bereik van circa 1.5 °C relatief lage waarden in de nachtelijke uren tegen relatief hoge waarden tijdens de dag. Ammonium-stikstof concentraties variëren tussen de 20 en 30 mg/l. De waarden voor $\text{NH}_4^+\text{-N}$ tijdens de nacht zijn onbetrouwbaar door een fout in de pomp van de by-pass installatie en kunnen daarom niet in de analyse meegenomen worden.

Tijdens de tweede dag (18 april) valt er rond 21:00 uur een regenbui. Figuur 2 toont meer in detail de variatie over die dag van de parameters Q, T en $\text{NH}_4^+\text{-N}$. Door de regenbui neemt het debiet toe van circa 60 l/s tot meer dan 850 l/s. Tegelijkertijd neemt de concentratie $\text{NH}_4^+\text{-N}$ af door de verdunning van het afvalwater van 20 mg/l tot minder dan 5 mg/l. Vóór de regenbui vertoont de temperatuur van het afvalwater dezelfde variatie als de voorgaande dag met een verschil tussen nacht- en dagtemperatuur van ongeveer 1.5 °C en een geleidelijke overgang tussen deze twee extremen. Juist bij het begin van de regenbui vindt een plotselinge en scherpe afname van de temperatuur plaats van circa 2 °C.

Blijkbaar veroorzaakt de mix van droogweerafvoer met kouder afstromend regenwater een afname van de temperatuur van het afvalwater. Hetzelfde verdunningsproces dat de afname van het ammonium-stikstof veroorzaakt, is verantwoordelijk voor de afname in de afvalwatertemperatuur. Derhalve kan, voor dit specifieke voorbeeld, temperatuur als indicator parameter worden beschouwd voor het verdunningsproces direct na het begin van een regenbui.

De vraag doet zich voor of dit fenomeen optreedt voor alle type regenbuien. Om deze vraag te kunnen beantwoorden, zijn meer buien bestudeerd. In figuur 1 is te zien dat ook bij de tweede (19 april 03:00h), de derde (19 april 16:00h), de vierde (20 april 15:00h) en de vijfde (20 april 23:00h) regenbui hetzelfde fenomeen optreedt: een plotselinge en scherpe daling van de temperatuur na een periode van geleidelijke variaties over de dag. Vergelijking van de twee laatst genoemde buien laat zien dat het niet mogelijk is om de grootte van de temperatuursverandering te relateren aan de hoeveelheid neerslag (of beter: rioolloop): de relatief grote bui



Figuur 2 - Detail van figuur 1: de variatie van Q, T en $\text{NH}_4^+\text{-N}$ op 18 april 2005.

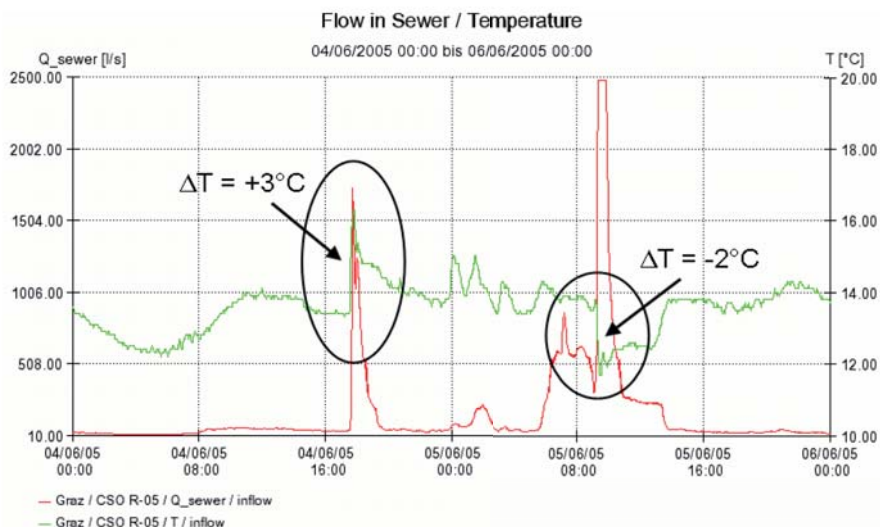
van 20 april 15:00h veroorzaakt een verandering van bijna 1 °C, de veel kleinere bui later op die dag een verandering van meer dan 2 °C.

De observaties in figuur 3 tonen dat de temperatuur van het afvalwater ook kan toenemen ten gevolge van het toetreden van hemelwater in het riool. De figuur toont de variaties van debiet en afvalwater-temperatuur op 4 en 5 juni 2005 in genoemd meetstation in Graz, Oostenrijk.

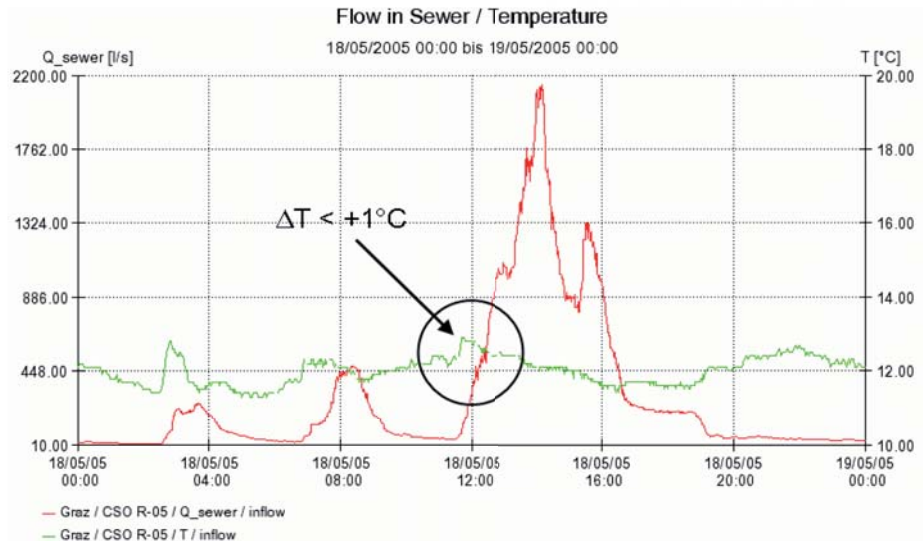
Gedurende deze twee dagen zijn er twee regenbuien opgetreden: de eerste in de namiddag van 4 juni, de tweede de volgende ochtend. De eerste regenbui veroorzaakte een temperatuursverandering van plus 3 °C terwijl bij de tweede regenbui een verandering is opgetreden van minus 2 °C. Dit schijnbaar tegenstrijdige gedrag kan worden begrepen als de weersomstandigheden tijdens die twee dagen in ogenschouw worden genomen. Vier juni 2005 was een warme dag in Graz met een maximum temperatuur van ongeveer 29 °C. Tijdens de regenbui die namiddag, in de transitie van neerslag tot rioolloop, kreeg het regenwater de kans aanzienlijk op te warmen aan oppervlakten die gedurende de hele dag aan de zon waren blootgesteld. Met als gevolg dat de temperatuur van het afvalwater in het riool aanzienlijk kon toenemen door het instromende warme regenwater.

De daarop volgende nacht echter was het relatief koud: het weerstation registreerde een minimum temperatuur van 13 °C. Het afstromend regenwater tijdens de bui in de ochtend van 5 juni kon dus niet opwarmen zoals het regenwater de avond daarvoor gedaan had simpelweg omdat alle oppervlakten hun warmte waren verloren tijdens de relatief koude nacht. Het verdunde afvalwater liet dus een afname in afvalwatertemperatuur zien.

De voorbeelden in de figuren 1 en 3 laten zien dat de temperatuursveranderingen door de verdunning van afvalwater binnen een groot bereik van positieve en negatieve waarden kunnen liggen. De reden hierachter is natuurlijk dat de temperatuur van afstromend hemelwater binnen een nog groter bereik van waarden kan liggen door de veelvoud van factoren die deze temperatuur beïnvloeden. De temperatuur van de regen voordat deze de grond raakt, de hoeveelheid energie beschikbaar in de verschillende verharde oppervlaktes (beïnvloed door seizoenen, uren zonneschijn, mate van bewolking, etc.) en de tijd beschikbaar voor energieoverdracht zijn alle bepalende factoren voor de temperatuur van het afstromende hemelwater. Een modelmatige berekening en voorspelling van de temperatuur van de rioolloop zou te veel onzekerheden bevatten; een praktischer manier om dit te kunnen bepalen zou zijn middels metingen van deze



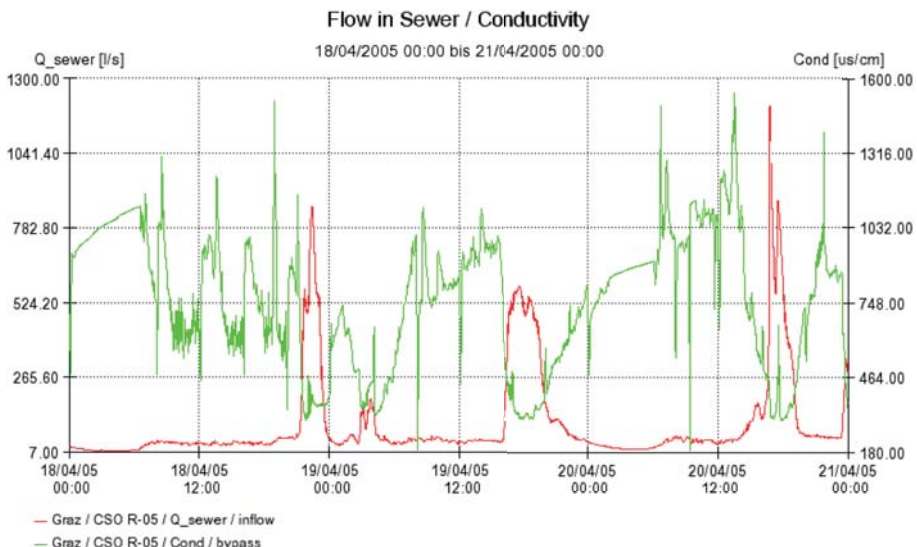
Figuur 3 - De variatie van Q en T op 4 en 5 juni 2005 in een meetstation in Graz, Oostenrijk.



Figuur 4 - De variatie van Q en T op 18 mei 2005 in een meetstation in Graz, Oostenrijk.

temperatuur op enkele representatieve locaties in het systeem (in bijvoorbeeld straatkolken). Kennis van deze 'instroomtemperatuur' geeft de mogelijkheid te graad van verdunning te bepalen in het riool: van 0% bij de originele afvalwatertemperatuur tot bijna 100% als het afvalwater de temperatuur heeft aangenomen van het afstromend hemelwater.

Een klein verschil tussen de temperaturen van het afvalwater in het riool enerzijds en het afstromend hemelwater anderzijds betekent dat er nauwelijks of geen verandering van de afvalwatertemperatuur optreedt na een regenbui. Een voorbeeld hiervan wordt getoond in figuur 4 waar de variatie van de parameters Q en T op 18 mei 2005 in Graz te zien zijn. Een forse regenbui begint om ongeveer 12:00



Figuur 5 - De variatie van Q en geleidbaarheid op 18 april - 21 april 2005 in een meetstation in Graz, Oostenrijk.

's middags, maar veroorzaakt nauwelijks enige respons in de temperatuur van het afvalwater ($\Delta T < 1^\circ\text{C}$). Het lijkt erop dat dit kan worden toegeschreven aan bijna identieke temperaturen van het afvalwater en het hemelwater. In deze gevallen is het onmogelijk om alleen de parameter temperatuur als indicator parameter voor de verdunning van het afvalwater te gebruiken: additionele informatie is nodig.

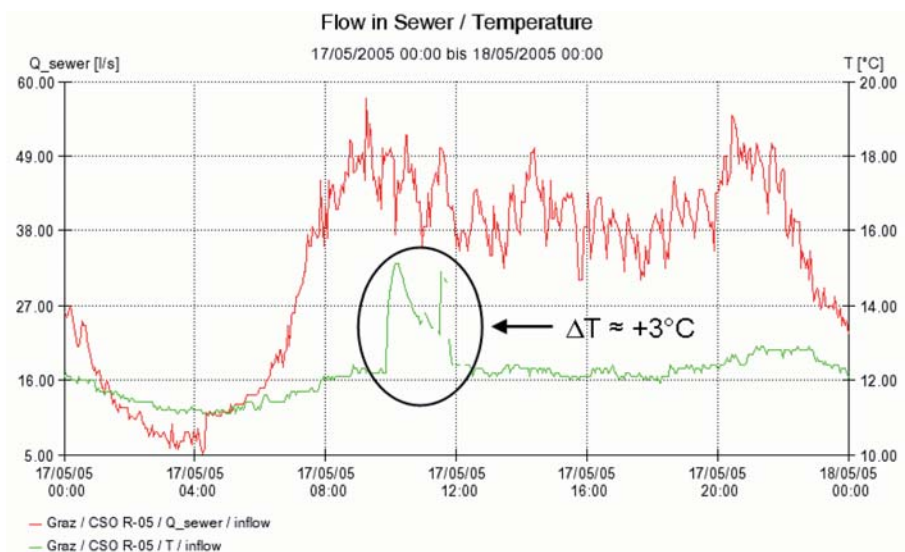
Mogelijke additionele informatie kan worden verkregen door het gelijktijdig monitoren van bijvoorbeeld de parameter geleidbaarheid. Figuur 5 toont de variatie van de parameters debiet en geleidbaarheid van het afvalwater gedurende (een deel van) dezelfde periode in april 2005 als gebruikt voor figuur 1. Vergeleken met het gedrag van de parameter temperatuur is het gedrag van de geleidbaarheid van het afvalwater grilliger met meer variaties binnen een korte tijdspanne. Desondanks kan direct na aanvang van een regenbui een scherpe en plotselinge afname in de geleidbaarheid worden onderkend, wat duidt op verdunning van het afvalwater. Het proces dat verantwoordelijk is voor de afname in de ammoniumstikstof concentratie is ook verantwoordelijk voor de afname in de indicator parameter geleidbaarheid. De parameters temperatuur en geleidbaarheid kunnen dus gezamenlijk als indicator parameter dienen om het proces van verdunning van afvalwater te

beschrijven. Het meten van de beide parameters tegelijkertijd heeft duidelijke meerwaarde in geval één van beide parameters geen reactie geeft op de verdunning van het afvalwater.

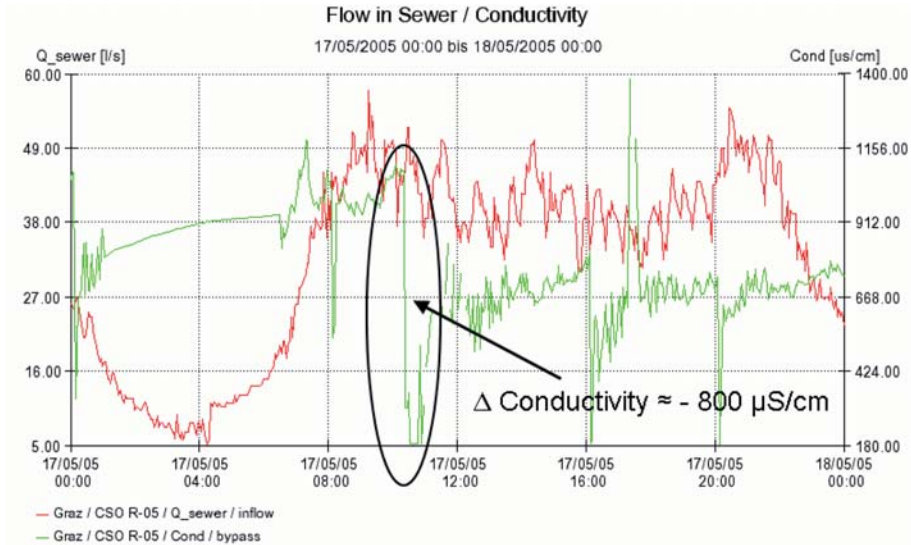
Figuur 6 toont het omgekeerde: een sterke reactie van de temperatuurmeting van het afvalwater terwijl de debietregistratie geen afwijking aangeeft ten opzichte van droogweerafvoer. De vraag dient zich aan of de temperatuurdatabron onbetrouwbaar is bijvoorbeeld ten gevolge van een fout in de sensor. Vergelijking met de data voor geleidbaarheid tijdens dezelfde periode (figuur 7) toont een scherpe reactie van de parameter geleidbaarheid op hetzelfde moment als de stijging in temperatuur plaatsvindt. Waarschijnlijk zijn deze reacties dus veroorzaakt door een kleine (industriële) lozing van relatief warm en schoon afvalwater. Dit voorbeeld toont nog een voordeel van het gelijktijdig registreren van beide parameters: een anomalie in één parameter kan soms worden uitgelegd aan de hand van data van de andere parameter.

Conclusies en vooruitblik

Op basis van de hiervoor beschreven voorbeelden kan worden geconcludeerd dat, voor het voorbeeld



Figuur 6 - De variatie van Q en T op 17 mei 2005 in een meetstation in Graz, Oostenrijk.



Figuur 7 - De variatie van Q en geleidbaarheid op 17 mei 2005 in een meetstation in Graz, Oostenrijk.

van het meetstation in Graz, Oostenrijk, de parameters temperatuur en geleidbaarheid veelbelovende indicator parameters zijn welke het verdunningsproces kunnen beschrijven dat optreedt in een rioolsysteem nadat hemelwater het rioolsysteem is ingestroomd. Het gelijktijdig registreren van beide parameters heeft een duidelijke meerwaarde in het geval één van beide parameters nauwelijks of geen reactie vertoont op het verdunningsproces van afvalwater. Echter, voordat beide parameters daadwerkelijk ingezet kunnen worden in bijvoorbeeld een systeem voor sturing van afvalwater moet nog een aantal vragen beantwoord worden. Ten eerste kunnen anomalieën (zoals getoond in het laatste voorbeeld) optreden ten opzichte van het 'typische' gedrag van beide parameters door velerlei oorzaken. Dit 'typische' gedrag en de afwijkingen daarvan moeten verder worden onderzocht middels bijvoorbeeld trend- en correlatieanalyse. De frequentie en grootte van deze afwijkingen zullen in grote mate bepalen in hoeverre de voorgestelde parameters ook daadwerkelijk bruikbaar zullen zijn in een systeem voor rioolwatersturing. Ten tweede rest de vraag in hoeverre de hiervoor beschreven voorbeelden representatief zijn voor Nederlandse rioolsystemen. Vooral de parameter temperatuur wordt sterk beïnvloed door lokale klimaatcondities welke duidelijk anders zijn voor Graz dan voor een

gemiddelde Nederlandse gemeente. Tenslotte moet meer in het algemeen worden vastgesteld dat er een duidelijke correlatie is tussen het gedrag van de parameters temperatuur en geleidbaarheid enerzijds en opgeloste stoffen anderzijds om deze parameters in te kunnen zetten als indicator parameters. De hiervoor beschreven voorbeelden zijn een goede eerste stap, maar variaties in bijvoorbeeld seizoen of locatie (met andere woorden: samenstelling van afvalwater) een ander beeld geven.

Om antwoorden te kunnen vinden op deze vragen wordt er momenteel een uitgebreid meetnet opgezet in het afvalwatertransportsysteem van de rwzi Eindhoven van Waterschap De Dommel. Op verschillende locaties in het systeem worden zowel verschillende kwaliteitsparameters als temperatuur en geleidbaarheid gemeten om zo een grote dataset te generen waarmee verdere analyse, voor een Nederlandse situatie, te kunnen uitvoeren. De data zal de mogelijkheid geven meer inzicht te verwerven in het gedrag van de parameters temperatuur en geleidbaarheid onder verschillende omstandigheden in een rioolstelsel en hun correlatie met vuilparameters.

Literatuur

Breukel R.M.A. (2002). Monitoring oppervlaktewateren volgens de Europese Kaderrichtlijn Water. RIZA report 2003.003, RIZA, Den Haag, the Netherlands.

Flamink C.M.L. (2004). Afvalwatersysteemoptimalisatie in het licht van de Kaderrichtlijn Water. In: Proceedings of the 4th Symposium 'Interacties binnen het afvalwatersysteem', Delft, the Netherlands, 28 October 2004, 19-30.

Gruber G., Winkler S. and Pressl A. (2004). Quantification of pollution loads from CSOs into surface water bodies by means of online techniques. Wat.Sci.Tech., 50(11), 73-80.

Gruber G., Bertrand-Krajewski J., De Bénédittis J., Hochedlinger M. and Lettl W. (2005). Practical aspects and strategies by using UV/VIS sensors for long-term sewer monitoring. In: Proceedings of the 10th International Conference on Urban Drainage, Copenhagen, Denmark, 21-26 August 2005, CD-ROM edition.

Vanrolleghem P.A. and Lee D.S. (2003). On-line monitoring equipment for wastewater treatment processes: state of the art. Wat.Sci.Tech., 47(2), 1-34.

De menselijke maat – de aarde over tienduizend jaar

Salomon Kroonenberg

Veel mensen die geconfronteerd worden met de vraag hoe ons klimaat er over tienduizend jaar uit zal zien vinden dat een abstracte kwestie. Ze zeggen: laten we ons eerst maar eens bezig houden met de korte termijn, daar hebben we al problemen genoeg mee. Maar als het gaat om het ondergronds opslaan van kernafval, waarvan we weten dat het tienduizenden jaren radioactief zal blijven, kunnen we een dergelijk termijn wél hanteren. Waarom dan niet voor het klimaat?

Homo sapiens bestaat al 200 000 jaar, waarom zou tienduizend jaar geen menselijke maat zijn? Negentig procent van die tijd leefde de mens in een ijstijd, de tienduizend jaar dat een warme tijd gewoonlijk duurt zijn al bijna voorbij. Over tienduizend jaar zijn we op weg naar een nieuwe ijstijd.

Waarom zou je willen weten hoe het klimaat er over tienduizend jaar uitziet? De belangrijkste reden is: als je de lange termijn kent, neem je ook betere beslissingen voor de korte termijn. Het is Think globally, act locally, niet alleen in de ruimte, maar ook in de tijd. Wat voor soort beslissingen gaat het dan om? Bijvoorbeeld als je een dijk wilt bouwen tegen de zeespiegelstijging, wil je weten hoe lang die dijk moet meegaan. Zelfs al ga je uit van het meest dramatische IPCC scenario van een zeespiegelstijging van bijna een meter aan het einde van de 21^e eeuw, dan nog wil je weten of het in de daaropvolgende eeuw doorgaat, of dat daarna de zeespiegel weer gaat dalen. Dat maakt verschil uit voor de dijk die je bouwt.

De klimaatmodelleers zeggen vaak dat na het jaar 2100 de onzekerheden te groot worden. Maar zij vergeten dat het psychologisch effect van een curve die alleen maar stijgt totaal anders is dan dat van een curve die stijgt en dan weer daalt. Daarom vraag ik van de klimaatmodelleers hun modellen door te rekenen tot voorbij de trendbreuk.

Wie beweert dat de volgende ijstijd voor de deur staat, krijgt vaak een lacherig onthaal, en wordt



prof.dr. S.B. Kroonenberg
TU Delft



gerustgesteld met het idee dat dat nog wel tienduizend of vijftigduizend jaar duurt. Maar de vraag is niet eens zozeer wanneer we weer in de volgende ijstijd zitten, maar wanneer we voorbij de volgende trendbreuk zijn. Dat hoeft helemaal niet ver weg te zijn, en daar moeten we op voorbereid zijn. Op het moment dat we weten dat we afstevenen op koelere klimaten, zoals ook in de 70er jaren gebeurde, gaan de publieke opinie en de politiek totaal overstag. Mijn nadruk op tienduizend jaar is alleen maar bedoeld omdat we dan zeker voorbij de trendbreuk zullen zijn. Iedereen heeft het over de aanstaande peak oil: het moment dat we meer olie opmaken dan we erbij vinden. Waarom praten we dan niet over peak climate?

Denken in langere termijnen noopt ook tot bescheidenheid. In de vorige warme tijd, toen Homo sapiens al op de aardbol rondliep, was de zeespiegel zes meter hoger dan nu, zonder speciaal hogere gehalten aan broeikasgas en zonder toedoen van de mens. Wie zegt ons dus dat wij door CO₂ in de grond te stoppen een zeespiegelstijging van zes meter kunnen voorkómen? Aan het einde van de laatste ijstijd steeg de zeespiegel twintig keer zo snel als in de 20e eeuw, en schoven de vegetatiezones drie keer zo snel noordwaarts als nu, door natuurlijke oorzaken. Wie de hockeystick curve gebruikt om te suggereren dat het klimaat constant was voor de mens begon extra broeikasgassen in de atmosfeer te brengen, sluit zijn ogen voor het feit dat op grotere tijdschalen wel degelijk grotere veranderingen optraden in de aarde, door natuurlijke oorzaken. Wie bang is voor het verdwijnen van de golfstroom moet bedenken dat dat al vele keren eerder is gebeurd, zonder menselijke invloed.

Wie bang is voor het verdrinken van atollen zoals de Malediven moet bedenken dat die atollen 120 meter zeespiegelstijging hebben overleefd aan het einde van de ijstijd. Hoe? Koralen groeien mee omhoog als de zeespiegel stijgt. Van 8000 jaar tot 3000 jaar geleden groeide het atol Tuvalu 26 meter omhoog met de zeespiegelstijging, zo blijkt uit boringen in het koraal. Pas toen de zeespiegel rond 2000 jaar iets begon te zakken konden de mensen er gaan wonen. Nu hebben de bewoners van het eiland de Amerikaanse autoindustrie een proces aangedaan

omdat door hun toedoen hun eiland weer zou verdrinken. Maar zij zijn vergeten dat hun eiland zijn ontstaan te danken heeft aan zeespiegelstijging.

Waar waren onze zeehonden in de ijstijd, toen er geen Waddenzee was om in te dartelen, en de Noordzee een kale zandvlakte was, gegeseld door ijzige stormen? Waar was de bonte specht in de ijstijd, toen er geen bomen waren om in te timmeren? Waar waren de eekhoortjes in de ijstijd, toen er geen eikels waren, geen denneappels, ja zelfs helemaal geen bos? Waar waren onze vlinders in de ijstijd, toen er geen bloemen waren om nectar uit te zuigen? Hoe vlogen de trekvogels in de ijstijd, toen de kanoetstrandlopers niets te zoeken hadden in Siberië?

We hebben geleerd dat er toen mammoeten in ons land rondliepen, en wolharige neushoorns, en sabeltandtijgers. Allemaal heel spannend, maar waar was ónze natuur? Zijn die pas ná de ijstijd ontstaan door de evolutie? Welnee, zeehonden bestaan al dertig miljoen jaar en de ijstijd is nog maar tienduizend jaar geleden. Nee, de zeehonden, de eekhoortjes, de spechten en de vlinders deden hetzelfde als onze welgestelde bejaarden: naar de Costa del Sol. Ze overwinterden in Spanje, Portugal, Italië, Griekenland. Ze wachtten daar, veilig beschermd door de Alpen en de Pyreneeën, rustig af tot het voorbij was. Wel honderdduizend jaar. En niet één, keer, maar wel twintig keer, want er zijn wel twintig ijstijden geweest. En elke keer als het warmer werd zwommen de zeehonden weer naar de Noordzee, kroop het bos met vogels, wilde zwijnen, spechten en vlinders en al om de bergen heen naar Frankrijk, België, en, ja, eindelijk weer in Nederland.

Nu wordt het ook weer warmer, en de natuur reist weer noordwaarts. Niet te veel drukte maken dus over die arme pimpelmeesjes die al uit het ei komen als er nog niets te eten is. Onze planten en dieren zijn geen kasplantjes. Ze zijn het gewend, ze hebben in hun hele bestaan niets anders gedaan dan heen en weer reizen. Er bestaat geen evenwicht in de natuur.

Want over tienduizend jaar zijn we al weer op weg naar de volgende ijstijd. Denken over de natuur,

over duurzaamheid dwingt ons ver in de tijd vooruit te kijken. En niet alleen maar tot het jaar 2100: dat is de toekomst gemeten met de menselijke maat. We moeten meten met de maat van de natuur, want natuurlijke processen als klimaatverandering en zeespiegelstijging fluctueren in veel grotere tijdschalen. Over tienduizend jaar zijn de mensen misschien juist blij zijn met het beetje extra broeikasgas dat wij aan de atmosfeer hebben toegevoegd. Want daardoor is de ijstijd waarin zij leven niet zo koud.

Dat brengt mij bij het belang van de schuldvraag. Waarom wordt er zoveel nadruk opgelegd dat het onze schuld is? Zouden we anders reageren als het een natuurverschijnsel was? Wat zouden we doen als het klimaat plotseling kouder werd, als we voorbij die trendbreuk zijn? Stoken tot de fossiele brandstof op is, of zuinig blijven met energie en de afkoeling accepteren? En als je afkoeling accepteert, waarom opwarming dan niet?

Er lopen drie visies door elkaar, en ik vind dat we die moeten scheiden. De eerste is die van de milieuactivist. Die vindt dat we uitstoot moeten verminderen, ook als het kouder wordt. De tweede is die van de tuinman, die vindt dat het aardse klimaat moet blijven zoals het is, of het nu warmer wordt of kouder, omdat wij dat willen, omdat wij ons de baas achten van de aarde. De derde is die van de natuurliefhebber, die vindt dat als het weer mag veranderen, als er seizoenen en getijden zijn, dat dan ook het klimaat mag veranderen, ongeacht of dat nu de schuld van de mens is of niet. De mens zal zich daar aan moeten aanpassen, net zoals hij zich aan de seizoenen aanpast. Aan u de keus.

59^e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening

The Dutch Water Empire

*Prof.ir. J.C. van Dijk
(TU Delft)*

Net als in het Romeinse Rijk wordt er ook in de Nederlandse drinkwatersector met inzet van alle middelen gestreden om de macht. Als vanouds zal prof. Van Dijk de watersector een spiegel voorhouden in zijn Jaaroverzicht Drinkwater. Wie wordt de Nederlandse water Julius Caesar? Wie is Brutus? En wie kreeg een dolksteek in de rug? Vervolgens zal hij ingaan op het thema van de 59^e Vakantiecursus: "Grenzen verleggen". In de tijd van de VOC beheerste Nederland het water wereldwijd en bouwden we letterlijk een Dutch Seaborne Empire op. Wat kan de huidige generatie daar tegenover stellen? De plannen in de beleidsnota's zijn ambitieus, maar bouwen we luchtkastelen of kunnen we echt een rol van betekenis spelen op de wereldmarkt?

De Nederlandse drinkwater-voorziening in 2025

*ir. M.G.M. den Blanken
(PWN)*

De Nederlandse drinkwatervoorziening heeft de afgelopen decennia belangrijke ontwikkelingen doorgemaakt, zowel in technologisch als in organisatorisch opzicht. Op verschillende fronten zijn letterlijke en figuurlijke grenzen verlegd. Hoe zal dit verder gaan? Waar zullen onze grenzen liggen in pakweg 2025? Is onze

huidige centrale voorziening dan gedeeltelijk vervangen door lokale decentrale eenheden? Meten we overal in het distributienet of aan de tap online de waterkwaliteit? Is de intelligente watermeter gemeengoed? Zullen er dan inderdaad nog drie waterbedrijven zijn in Nederland? En exploiteren die de gehele keten? Bedienen deze bedrijven meer klanten in het buitenland dan in eigen land? Zo zijn er nog vele vragen te bedenken. Absolute antwoorden hoeft u niet te verwachten. Wel bespiegelingen en overwegingen die de gedachten kunnen prikkelen en stof geven voor discussies tijdens de koffie en de borrel.

USA or Europe: Who is the true world leader in drinking water technology

*Prof.dr. G.L. Amy
(Unesco-IHE/TU Delft)*

Professor Amy, an American in Delft with strong ties to Europe, will discuss the evolution and present practice of drinking water treatment in North America and Europe, contrasting similarities and differences as well as future trends in drinking water treatment. The discussion will also contrast differences within Europe, and will highlight regulatory, public health, and economic drivers in drinking water technology development. Prof. Amy will give his opinion on who is truly leading the field of drinking water treatment.

The Down Under water experience

*dr.ir. J.Q.J.C. Verberk
(TU Delft/ CRC)*

Australia is the driest continent in the world. As the population of Australia is still growing, the climate is getting more and more extreme with longer and more severe drought periods and changing precipitation patterns, Australia is challenged with many (drinking) water related issues. In this paper several of these water issues together with some personal water experiences of a Dutch researcher living and working for some time in Australia are discussed.

Grenzen verleggen in distributie

*ir. J.H.G. Vreeburg
(TU Delft/ Kiwa)*

De Nederlandse drinkwatersector kent het laagste lekverlies ter wereld. We hebben innovatieve concepten ontwikkeld als het zelfreinigende leidingnet. Nu staan we voor de uitdaging om de onberispelijke kwaliteit van ons drinkwater niet alleen af pompstation, maar ook in het net te waarborgen. Dat betekent dat het drinkwater niet alleen chemisch en biologisch stabiel moet zijn, maar ook distributietechnisch. Bezinking van deeltjes, uitvlokking van opgelost ijzer en mangaan, corrosie en uitloging van leidingmaterialen en het opwervelen van oud sediment moeten voorkomen worden, net als nagroei van bacteriën. Maak kennis met de wondere wereld

van (deeltjes in) het distributienet en zie wat we kunnen doen om ook op dit gebied grenzen te verleggen.

Onderzoek naar nieuwe behandelingsconcepten

*dr.ir. S.G.J. Heijman
(TU Delft/ Kiwa)*

Een deel van het onderzoek van drinkwaterbedrijven, Kiwa en Universiteiten is er op gericht om het product "drinkwater" verder te verbeteren. In deze bijdrage worden de mogelijkheden geëvalueerd om de barrière tegen organische microverontreinigingen verder te vervolmaken en de biologische kwaliteit van het water dat gedistribueerd wordt verder te verbeteren. Gepleit wordt voor meerdere barrières tegen organische microverontreinigingen omdat één verwijderingsstap mogelijk niet altijd voldoende is om het hele spectrum aan organische microverontreinigingen te verwijderen. De dubbele barrière oxidatie/actieve kool wordt nu al op een aantal locaties toegepast. Deze combinatie is mogelijk niet in staat om de biologische stabiliteit dusdanig te verbeteren dat biofilmvorming achterwege blijft. Nanofiltratie/actievekool geeft een vergaande verlaging van de biofilmvormingssnelheid. Helaas zijn er nog enkele operationele problemen die de komende jaren opgelost moeten worden voordat een grootschalige toepassing van deze combinatie mogelijk wordt.

26^e Vakantiecursus in Riolering & Afvalwaterbehandeling

Zijn de grenzen bereikt?

*prof.ir. J.H.J.M. van der Graaf
(TU Delft/ Witteveen+Bos)*

Vanuit de Europese kaderrichtlijn Water komen nieuwe eisen op ons af, vanuit de politiek klinkt de roep om het allemaal goedkoper of efficiënter te doen; de ingenieursbureaus en het bedrijfsleven willen innovatieve concepten om hun exportkansen te verhogen; vanuit de waterketengedachte kan het afvalwatersysteem zeker worden verbeterd of geoptimaliseerd; de onderzoeksinstellingen zijn volop bezig met het ontwikkelen en opbouwen van nieuwe structuren; de zuiveringsbeheerders moeten meer uit hun installaties halen. De vraag blijft natuurlijk staan of we al deze verwachtingen kunnen inlossen of lopen we tegen de grenzen van het mogelijke aan?

De grens tussen afvalwater en hemelwater

*ir. W.J.P. Worst
(Grontmij)*

Een eerste grens tussen afvalwater en hemelwater is natuurlijk het aardoppervlak, maar zoals men zegt "er is meer tussen hemel en aarde", regelgeving bijvoorbeeld. Voorbereiders van nieuwe regelgeving (verankering en bekostiging van gemeentelijke watertaken) schrijven dat, voorzover inzameling en afvoer van hemelwater nodig is, de voorkeur uitgaat naar het gescheiden afvoeren van hemelwater ener-

zijds en huishoudelijk en bedrijfsafvalwater anderzijds.

Begrippen worden gewijzigd in een handomdraai, de aanwezige "afvalwatersystemen" echter niet. Wat zijn de consequenties, ligt de grens nu op een andere plaats? Doelen en middelen om de doelen te realiseren, daar draait het om. Op de Vakantiecursus: de oplossing voor dit grensvraagstuk.

Grenzen verleggen op het toilet

*ir. P.J. Roeleveld
(Grontmij)*

Een aantal keren per dag begeven we ons op het werk en thuis naar het toilet. Op het kleinste kamertje heb je dan even tijd om in alle privacy je gedachten de vrije loop te geven. De meest briljante ideeën komen dan tot stand. Zo moet ook het eerste scheidingstoilet zijn ontstaan waarmee urine apart kan worden ingezameld. Na met name Zweden en Duitsland is ook in Nederland het urinescheidingstoilet niet onopgemerkt gebleven. Bij diverse initiatieven om nieuwe moderne sanitatiesystemen te ontwikkelen was urinescheiding het startpunt. De kracht van het verhaal zit vooral in het behandelen van de kleinste volumestroom met daarin een significant deel van de vuilvracht voor stikstof en fosfaat. Tijdens de voordracht zal de achtergrond van urinescheiding nader worden toegelicht en wordt een toekomstperspectief geschetst, beide ondersteund door enkele voorbeeldprojecten.

Bij Europees MBR-onderzoek vervagen de grenzen

*dr.ir. A.F. van Nieuwenhuijzen
(TU Delft/ Witteveen+Bos)*

In 2005 heeft de Europese Commissie besloten om de ontwikkeling van MBR-technologie in Europa actief te ondersteunen door financiering van drie onderzoeksprojecten die volledig gericht zijn op onderzoek, ontwikkeling, capaciteitsvergroting en technologie-uitwisseling van MembraanBioReactoren voor de communale afvalwaterbehandeling. De drie projecten: AMEDEUS, EUROMBRA en MBR-Train worden ondersteund door twee verschillende financieringsinstrumenten EU binnen het 6de-kader EU-onderzoeksprogramma. De drie onderzoeksprojecten worden parallel aan elkaar uitgevoerd tussen oktober 2005 en december 2009.

Binnen dit MBR-netwerk zijn ongeveer 50 Europese en internationale instituten en bedrijven betrokken. Met een totaal budget van ca. €15 miljoen, waarvan ruim €9 miljoen gefinancierd worden door de Europese Commissie, vertegenwoordigen de drie projecten momenteel de grootste gecoördineerde onderzoeksinspanning naar MBR technologie ter Wereld. Nederland is in het MBR-Network vertegenwoordigd door de sectie Gezondheidstechniek van de TU Delft, UNESCO-IHE en het Waterschap Hollandse Delta. Binnen de onderzoekscluster worden belangrijke technologische doorbraken, procesverbetering, kennis- en capaciteitsuitwisseling, ontwerp en realisatie op het gebied van MBR-technologie. Dit

leidt uiteindelijk tot een betere acceptatie en concurrentiepositie en een bredere inzetbaarheid van de MBR technologie voor zowel communale als industriële toepassingsgebieden. De presentatie geeft inzicht in de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van MBR-technologie vanuit het MBR-Network.

Grensverleggend onderzoek in de waterzuivering bij de burens in Vlaanderen

*prof.dr.ir. W. Verstraete
(Universiteit van Gent)*

Grensverleggend heeft eerst en vooral te maken met het exploreren van een aantal nieuwe concepten. In de waterzuivering wordt het concept van de MRM (Microbial Resource Management) geponeerd, waarbij de microbiële gemeenschap niet als een statisch doch een voortdurend evoluerende gemeenschap wordt opgevolgd en zonodig actief wordt bijgestuurd. In termen van basisonderzoek is er ook heel sterke interesse voor het inzetten van de zogenaamde microbiële brandstofcellen voor het rechtstreeks terugwinnen van elektriciteit uit vers, respectievelijk anaëroob voorgezuiverd afvalwater.

Vlaanderen heeft een bijzondere aanpak met betrekking tot de heffing op de lozingen door de industrie: alles wat nablijft wordt in rekening gebracht onder vorm van de zogenaamde vuilequivalenten. Daardoor wordt de industrie genoopt niet enkel te zuiveren tot aan een bepaalde norm, doch ook gestimuleerd om verder te gaan. In dat opzicht is er een nadruk-

kelijk streven tot kringsluiting. Een aantal opmerkelijke gevallen van doorgedreven waterzuivering in deze context zijn het aanmaken van drinkwater uit gezuiverd afvalwater, het geïntegreerd zuiveren van afvalwater van de papierindustrie en van de voedingsindustrie. Een nieuw proces hierbij is de ureolytische aangedreven verwijdering van calcium en fosfor. Heel bijzonder is het feit dat actueel, voor het eerst in de geschiedenis, er een gemeente interesse is vanuit de veehouderij sector om mest ten volle te zuiveren tot een droog eindproduct en 'quasi-H₂O'. Diverse benaderingen, elk aan kostprijzen die voorheen taboe waren, worden nu op het terrein geapprecieerd en getest. Tenslotte is er ook nog de uitgesproken vraag van de bio-energie sector voor het gecombineerd anaëroob nazuiveren van organische reststromen in het kader van nieuw geconcipeerde 'bio-refineries'.

Temperatuur en geleidbaarheid als indicator parameters voor verdunning in een rioolstelsel

*ir. R.P.S. Schilperoort
(TU Delft)*

Het real-time meten van de kwaliteit van afvalwater is -vooral in rioolstelsels- een dure, ingewikkelde en onderhoudsintensieve aangelegenheid. Toch is er sprake van een toenemende behoefte aan actuele data van de kwaliteit van rioolwater, bijvoorbeeld voor de toepassing van afvalwatersturing op basis van kwaliteitsparameters. Huidig

onderzoek aan de TU Delft zoekt naar mogelijkheden om in-sewer kwaliteitsmetingen te vereenvoudigen. Het gebruik van de parameter temperatuur als indicator voor de waterkwaliteit lijkt een interessante optie te zijn.

Gezamenlijke slotsessie

De menselijke maat - de aarde over tienduizend jaar

*prof.dr. S.B. Kroonenberg
(TU Delft)*

Hoeveel engelen passen er op de punt van een naald?

Hoeveel engelen passen er op de punt van een naald? Dat is een vraag waar Middeleeuwse theologen diep over konden filosoferen. Tegenwoordig weten we het antwoord: minstens zes miljard, de hele aardbevolking. Want iedereen die ooit de klimaatcurve heeft beschouwd van de laatste paar honderdduizend jaar en die van de komende tienduizenden jaren, weet dat we op het topje van een klimaatpiek leven. Tienduizend jaar geleden zaten we aan het eind van de laatste ijstijd en werd het snel warmer, over tienduizend jaar zijn we over de piek heen en zijn we hard op weg naar de volgende ijstijd. Maar ongelukkigergewijs schrijven we nog maar vijfduizend jaar onze geschiedenis op, pas vanaf het moment dat de grootste milieuveranderingen eigenlijk al voorbij waren. Aan het einde van de ijstijd steeg de zeespiegel soms wel vier meter per eeuw, maar in de twintigste eeuw steeg hij slechts 13 cm, en zelfs de zwartste prognoses komen niet

verder dan een meter stijging aan het eind van deze eeuw. Vandaar dat wij het bedriegelijke gevoel hebben dat we in een periode met stabiel klimaat leven, en veronderstellen dat als wij niet teveel broeikasgassen produceren het klimaat wel constant zal blijven. Maar net zoals na de zomer de winter komt, komt na de huidige warme tijd de volgende ijstijd, want het zijn precies hetzelfde soort astronomische processen die dat bepalen. Hoe engelachtig wij ons ook zullen gedragen, we zullen ooit van die punt afvallen.

Veel mensen doen lacherig als het over de volgende ijstijd gaat. Dat is nog zo ver weg, daar krijgen wij voorlopig niet mee te maken, zeggen ze dan. Maar de vraag is niet: wanneer zitten we in de volgende ijstijd? De vraag is: wanneer zijn wij bij het omslagpunt? Want op het moment dat we weten dat we afglijden naar de kou veranderen al onze toekomstvisies, slaan al onze prognoses de andere kant op. En dat kan best gauw zijn. Zo lang de klimatologen hun modellen niet verder door laten rekenen dan tot het eind van deze eeuw zal iedereen denken dat de opwarming van het klimaat eindeloos doorgaat. Laten ze eens verder kijken, laten zij eens doorrekenen tot het jaar 10.000, dan moeten we het omslagpunt voorbij zijn. Als we dat weten, vallen onze beslissingen voor de korte termijn misschien ook anders uit.

Onze dijken moeten een stormvloed van met een herhalingstijd van eens in de 10.000 jaar kunnen weerstaan, zeggen de risi-

coberekeningen. Dat lijkt veilig zeggen ze, al kan zo'n stormvloed ook nu optreden. Maar het punt is dat het niet pas over 10000 jaar kan gebeuren, want dan is de zeespiegel al weer flink gezakt. Lange-termijn risicoberekeningen moeten niet alleen maar met opwarming, maar ook met afkoeling rekening houden. De geschiedenis leert: het klimaat wordt of warmer, of kouder, maar stilstaan doet het nooit.

Reeds in onderstaande volgorde in boekvorm verschenen voordrachten van de volgende cursussen in Drinkwatervoorziening:

1. Filtratie; 2. Vervaardiging van buizen voor transport- en distributieleidingen; 3. Winning van grondwater; 4. Waterzuivering; 5. Hygiënische aspecten van de drinkwatervoorziening; 6. Het transport en de distributie van leidingwater; 7. Keuze, aantasting en bescherming van materialen voor koud- en warmwaterleidingen; 8. 9. en 10. Enige wetenschappelijke grondslagen der waterleidingstechniek I, II, en III; 11. Radio-activiteit; 12. Grondwater; 13. De Rijn; 14. Nieuwe ontwikkelingen in de waterleidingstechniek op fysisch, chemisch en biologisch gebied; 15. De watervoorziening en de industrie; 16. Gebruik van moderne statistische methoden; 17. Kunstmatige infiltratie; 18. De biologie en de watervoorziening; 19. Snelfiltratie; 20. Fysische technologie en de waterzuivering; 21. Van goed naar beter water; 22. Het ontwerpen van waterzuiveringsinstallaties; 23. Kwaliteitsbeheersing bij de openbare drinkwatervoorziening; 24. De Maas; 25. De openbare watervoorziening in de maatschappij van morgen; 26. Watertransport door leidingen; 27. Regel- en stuurtechniek in het waterleidingbedrijf; 28. De winning en aanvulling van grondwater en beïnvloeding van de omgeving; 29. Nieuwe zuiveringstechnieken; 30. Distributienetten en binnenleidingen; 31. Drinkwater in breder verband; 32. De drinkwatervoorziening in ontwikkelingslanden; 33. Toxicologische aspecten van drinkwater; 34. Microbiologie bij de waterbereiding; 35. Europees milieubeleid en de gevolgen voor de waterleidingbedrijven; 36. Systeembenadering en modellering in de waterhuishouding; 37. Bedrijfsmatige aspecten van winning en zuivering; 38. Bedrijfsmatige aspecten van transport en distributie; 39. Informatica, automatisering en computertoepassingen; 40. Radio-activiteit en de drinkwatervoorziening; 41. Effecten van milieuverontreinigingen op de waterkringloop; 42. Recente relevante ontwikkelingen met betrekking tot de drinkwatervoorziening; 43. Technische maatregelen voor kwaliteitszorg voor grondstof en eindproduct; 44. Beschouwingen met betrekking tot het VEWIN-Milieuplan; 45. Grondwater of oppervlaktewater?; 46. Een glasheldere toekomst?; 47. Bouwen voor de 21^e eeuw; 48. Drinkwater in Nederland: natuurlijk het beste?; 49. Niet alleen drinkwater?!; 50. Uitdagingen voor de drinkwatersector; 51. Strategische ontwikkelingen; 52. Kosten of kwaliteit?

Reeds in onderstaande volgorde in boekvorm verschenen voordrachten van de volgende cursussen in Riolering en Afvalwaterbehandeling:

1. De afvoer van afvalwater naar zee; 2. Slibverwerking; 3. De technologie van het beluchtingsproces; 4. Recreatie en waterverontreiniging; 5. Afvalwater thans en in de toekomst; 6. De oxydatiesloot; 7. Riolerings - bijzondere onderwerpen; 8. Centralisatie van behandeling van afvalwater en slib; 9. Vooruitgang in de zuiveringstechniek; 10. Doelstellingen en optimalisatie; 11. Beluchting; 12. Milieu en economie in het spanningsveld van onze maatschappij; 13. De belasting van het milieu door fosfaten en verspreide lezingen; 14. De Rijn; 15. Milieueffectrapportage; 16. Slib opnieuw bekeken; 17. Wat de industrie doet; 18. Voordrachtenbundel 18^e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling; 19. Nieuw ontwikkelingen in de afvalwaterketen.

Reeds in onderstaande volgorde in boekvorm verschenen voordrachten van de volgende gecombineerde cursussen in Drinkwatervoorziening, Riolering en Afvalwaterbehandeling:

53/20. Internationale ontwikkelingen in de waterketen; 54/21. Gezondheid en (water)kwaliteit; 55/22. (Net)werken; 56/23. Water zonder grenzen; 57/24. Door water verbonden; 58/25. Risicomanagement en/of innovatie?.

