



Jaarverslag **BTO** 2009

Hoogtepunten uit het bedrijfstakonderzoek

Het bedrijfstakonderzoek BTO is het collectieve onderzoeksprogramma van:

Negen Nederlandse waterbedrijven:

brabant Water

**Waterbedrijf
Groningen**

dunea
DUIN & WATER

**WMD
water**

evides
waterbedrijf

**water
net**

Vitens

wml

PWN. Puur water en natuur.

Pwn

**Vereniging van Waterbedrijven
in Nederland Vewin:**

Vewin

**Twee geassocieerde waterbedrijven
in Vlaanderen:**

Pidpa

**Vlaamse Maatschappij
voor Watervoorziening**

Inhoud

Voorwoord	3
Het BTO in 2009	4
Resultaten in 2009	4
Onderzoeksbijeenkomst: BTO, we maken het samen.....	4
Enkele resultaten van BTO-onderzoek in 2009	6
Visie: gezond, duurzaam, vooruitstrevend en efficiënt.....	9
Focus op kennisimplementatie.....	9
Vorbereiding BTO Nieuwe Stijl	10
Overige ontwikkelingen	11
Samenwerking	12
Nederland	12
Europa	14
Wereldwijde samenwerking	17
Hoogtepunten uit het BTO-onderzoek in 2009	19
Microbiologie	20
Chemische waterkwaliteit	23
Risicobeheer bronnen	26
Waterbehandeling	29
Waterdistributie	32
Client 21	35

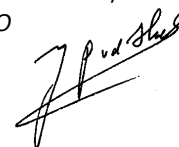
Voorwoord

Voor het bedrijfstakonderzoek was 2009 een productief jaar. Het leverde nieuwe kennis en inzichten op die bijdragen aan de effectiviteit en efficiëntie van de bedrijfsvoering van de waterbedrijven. Daarbij denk ik aan kennis over de effectiviteit van actieve koolfiltratie als barrière voor micro-organismen, de ontwikkeling van sensoren en een sensorplatform voor real time metingen van waterkwaliteit, horizontaal gestuurd geboorde winputten (HDDW) waarvoor minder onder- en bovengrondse infrastructuur nodig is, effectievere en energiezuinigere lampen voor desinfectie met UV en waterstofperoxide en verbeteringen in afsluiterontwerp en -controle. En dan heb ik alleen nog maar de onderwerpen van de jaarlijkse BTO-onderzoeksbijeenkomst genoemd. Lees vooral verder voor meer interessante resultaten!

Naast nieuwe kennis hebben we ook nieuwe inzichten opgedaan over de implementatie van die kennis. Met een gerichtere aanpak zorgen we dat BTO-kennis de bedrijfsvoering en de werkvloer van de waterbedrijven zo snel mogelijk bereikt. Speerpunt in die aanpak is co-makership – bedrijfsdeskundigen en KWR-onderzoekers “maken het samen”. Daarom richten we ons nog sterker dan voorheen op pilotprojecten bij bedrijven, samen publiceren en stages en detacheringen over en weer.

Ik kijk dus vol vertrouwen vooruit naar het BTO Nieuwe stijl, waarvoor we in 2009 al een stevig fundament hebben gelegd. Zoals afgesproken in de *Samenwerkingsovereenkomst drinkwateronderzoek* overleggen de directies van de BTO-participanten nu al over de inrichting en aansturing van het onderzoeksprogramma vanaf 2012. Het CvO fungeert daarbij als klankbord. De intentie is helder: we gaan door met het collectieve drinkwateronderzoek.

Jan Peter van der Hoek,
Voorzitter CvO





Het BTO in 2009

Het BTO is het collectieve onderzoek voor negen Nederlandse waterbedrijven, hun koepelvereniging Vewin en twee geassocieerde Vlaamse waterbedrijven. Deze bedrijven geven invulling aan hun opdrachtgeverschap voor het BTO via hun vertegenwoordigers in het College van Opdrachtgevers CvO. In 2009 waren de BTO-onderzoeksprojecten verdeeld over zes programma's: *Microbiologie, Chemische waterkwaliteit, Risicobeheer bronnen, Waterbehandeling, Waterdistributie* en *Client 21*, dat nu na afronding van de twee laatste projecten wordt afgesloten.

Deskundigen uit de deelnemende bedrijven en hun laboratoria begeleiden het onderzoek onder meer via de zes bijbehorende programmabegeleidingscommissies (PBC's) en via expertgroepen.

Het BTO-programma kent daarnaast multidisciplinaire, thematische onderzoeksprojecten, zoals *Duurzaam veilig water, Biologische stabiliteit, Water Safety Plans, Nevenproducten UV/UV-oxidatie, Geo-informatie voor de watersector, Klimaatverandering, Cyanotoxines* en *Nanotechnologie*. Deze projecten worden begeleid door themabegeleidingsgroepen waarin vertegenwoordigers van verschillende PBC's en/of bedrijven zitting hebben.

Resultaten in 2009

De belangrijkste resultaten uit het BTO-onderzoek in 2009 zijn samengevat op pagina 6 t/m 8 en terug te lezen in het verslag van de onderzoeksbijeenkomst *BTO, we maken het samen*, op 18 november 2009.

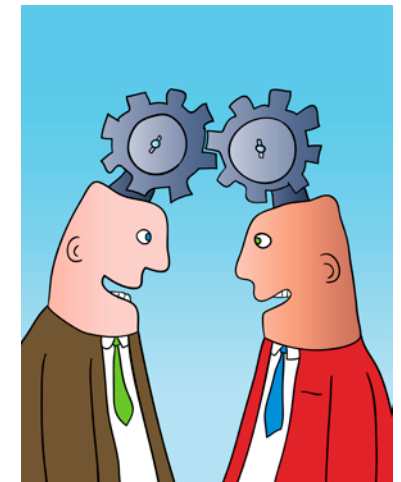
Onderzoeksbijeenkomst: *BTO, we maken het samen*

De onderzoeksbijeenkomst op 18 november 2008 stond in het teken van *co-makership*, de samenwerking tussen onderzoekers van de waterbedrijven en onderzoekers van KWR. Tijdens de onderzoeksbijeenkomst kwamen resultaten uit vijf pilotprojecten voor het voetlicht, elk gepresenteerd door een duo van KWR-onderzoeker en bedrijfsdeskundige:

Actievekoelfiltratie als barrière tegen micro-organismen

Trudy Suylen (Evides) & Wim Hijnen (KWR)

In een pilot bij Berenplaat is onderzocht hoe effectief actievekoelfiltratie (AKF) micro-organismen verwijdert uit water



uit de Biesbosch-spaarbekkens. De Decimale Eliminatie Capaciteit (DEC) die hier nodig is voor virussen bedraagt 3 log (want de concentratie moet 10^3 maal lager worden). Voor bacteriën en protozoa zijn DEC's nodig van respectievelijk 7 en 4 log. Biesboschwater ondergaat een meervoudige zuivering met AKF als laatste stap. De DEC voor AKF is gemeten in een speciaal gebouwde opstelling die werd gevoed met water uit de dubbellaagsfiltratie, aan de hand van gedoseerde micro-organismen. AKF bleek virussen slecht te verwijderen, *E. coli* beperkt (0,5 – 1,0 log) en protozoa *Cryptosporidium* en *Giardia* goed. Met verse kool werden voor *Cryptosporidium* en *Giardia* respectievelijk een DEC van 2,7 en 2,1 bereikt. Beladen kool bleek voor *Giardia* even

effectief, maar gaf voor *Cryptosporidium* een lagere verwijdering (1,2). AKF levert dus een belangrijke bijdrage in de multi-barrière-aanpak op Berenplaat voor *Giardia* en *Cryptosporidium*.

Multisensorplatform

Wouter van Delft (Vitens)
& Bram van der Gaag (KWR)

Sinds 2005 richt het internationale project *Safewat* zich op onderlinge vergelijking, harmonisering en validatie van nieuwe watermonitoringstechnieken. Het BTO en partners uit Israël, de VS en Nederland werken aan een multisensorplatform, dat in het veld te gebruiken is om diverse soorten sensoren voor chemische of biologische vervuilingen te combineren om betere – real time – beslissingen te nemen en om sensoren

te vergelijken. Binnen *Safewat* is een sensor in ontwikkeling die verschillen in brekingsindex meet tussen twee waterstromen met verschillende typen coating. Ook is een mobiele monitoringsunit gebouwd, waarin verschillende soorten sensoren tegelijk kunnen worden gekoppeld aan dataverwerking, die in 2010 in de praktijk wordt ingezet in samenwerking met de duinwaterbedrijven, het *Technologisch Topinstituut Watertechnologie*, *Sensor Universe* en *TECHNEAU*.

Horizontaal gestuurd geboorde winputten (HDDW)

Patrick van der Wens (Brabant Water)
& Jan Willem Kooiman (KWR)

HDDW staat voor *Horizontal Directional Drilled Wells* of horizontaal gestuurd

geboorde waterwinputten. HDDW kost bovengronds minder ruimte en infrastructuur, het maakt onttrekking uit één dun watervoerend pakket mogelijk en vermindert de kans op putverstopping. De techniek is getest in een pilot te Macharen (Brabant Water). De aangelegde verticale proefput had een prima capaciteit en bleek goed te ontwikkelen met een hogedrukspuit (tot zeven centimeter) en goed te regenereren. Helaas veroorzaakte de gebruikte biologisch afbreekbare boorspoeling bacteriologische problemen. De gunstige resultaten waren aanleiding voor een vervolg in 2010, op het Waternet-terrein naast KWR.



Actievekoolfiltratie als barrière tegen micro-organismen



Multisensorplatform



Horizontaal gestuurd geboorde winputten (HDDW)

Effect van UV/ H₂O₂ op organische microverontreinigingen

Karin Lekkerkerker - Teunissen (Dunea)
& Roberta Hofman (KWR)

In laboratoria en in pilotinstallaties bij Dunea en bij de Greater Cincinnati Water Works worden verschillende UV-lampen en concentraties H₂O₂ getest op omzetting, energieverbruik en bijproductvorming tijdens drinkwaterbehandeling. Het gaat om lage-druk lampen (LD), middendruk lampen (MD) en de nieuwe kwikvrije *dielectric barrier discharge*- of DBD-lamp van onderzoekspartner Philips. De DBD-lamp benadert het gewenste hoge vermogen van MD-lampen en de energie-efficiëntie van LD-lampen. MD-lampen blijken hormonen en pesticiden vrijwel altijd iets efficiënter af te breken dan de ener-

giezuinigere LD-lampen. De DBD-lamp blijkt vrijwel even goed te presteren als de MD-lamp, maar heeft minder energie nodig. In een praktijkopstelling bij Dunea met MD- en LD-lampen is de afbraak onderzocht van vier modelstoffen bij verschillende concentraties H₂O₂, waardoor meer bekend is over de afbraakmechanismen.

CAVLAR: theorie en praktijk van afsluitercontrole

Eddy Postmus (Waterbedrijf Groningen)
& Ilse Pieterse-Quirijns (KWR)

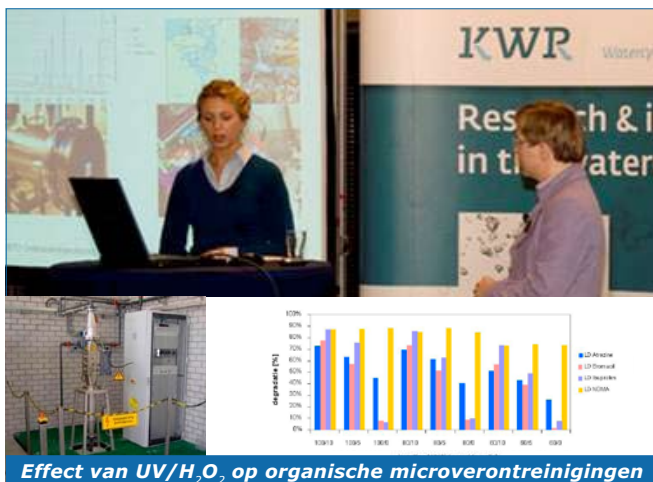
In Winschoten is pilotonderzoek gedaan aan een compact, meer dan zestig jaar oud leidingnet, zonder buitengebieden, met 712 afsluiters waarvan 38% (271) nodig voor schoonmaken. Veel secties in dit gebied hebben maar één afsluiter.

In een nieuw afsluiterontwerp werd het aantal afsluiters gehalveerd, het aantal secties teruggebracht van 555 naar 183 en ook het aantal secties met maar één afsluiter fors gereduceerd. Er waren geen secties meer met meer dan 7 afsluiters. Resultaat: minder afsluiters en meer (tot 200) aansluitingen per sectie. Het ontwerp is geanalyseerd met CAVLAR: *Criticality Analysis Valve Locations And Reliability*. Een efficiënter ontwerp met minder afsluiters bleek beter beheersbaar en goedkoper in onderhoud, maar brengt een stijging van de ondermaatse leveringsminuten mee. Het is verstandig bij het afwegen van alle consequenties ook de mening van de klant te betrekken.

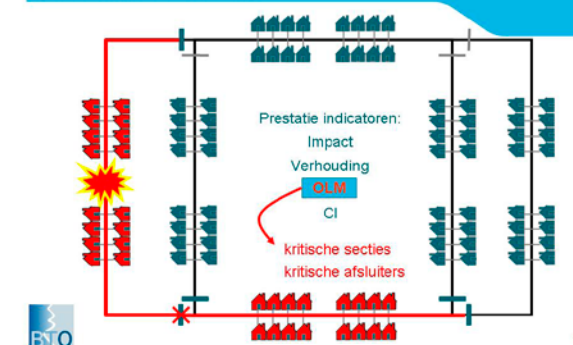
Enkele resultaten van BTO-onderzoek in 2009

Risicobeheer bronnen

- Er is een fysische basis gelegd voor interpolatie van grondwaterstanden tussen waarnemingspunten;
- Uit modellen voor de chloridebelasting van de Rijn blijkt dat de zoutbelasting nog verder omlaag moet, omdat de waterkwaliteit in perioden van lage afvoer verslechtert;
- Eisen aan de laagste grondwaterstanden kunnen alleen gebiedspecifiek worden geformuleerd, zij zijn afhankelijk van gebiedspecifieke factoren als bodemtype, geohydrologie en peilbeheer.



Betrouwbaarheid afsluiters: prestatie ontwerp



Waterbehandeling

- Voorbehandeling met ionenwisseling in een geïnduceerd bed (FIX) voor oxidatie kan bijdragen aan de biologische stabiliteit van water door NOM of deeltjes te verwijderen. In een pilot in Weesperkarspel (Waternet) daalde het NOM-gehalte met ongeveer zestig procent;
- Toepassing van een *plug flow* reactor voor UV-behandeling (DOPFR-UV) blijkt niet tot minder vorming van het potentieel carcinogene bromaat te leiden;
- Luchtwaterspoeling bij spiraalgewonden membraanelementen (AIRO) is effectief voor het beheersen van zowel biofouling als deeltjesvervuiling;
- Literatuuronderzoek geeft aan dat polymere membranen kunnen worden

gemodificeerd met nanodeeltjes waardoor ze hydrofieler worden, wat een twee tot drie maal hogere flux en minder vervuiling kan opleveren.

Waterdistributie

- Akoestische detectie kan waterleidingen rond gebouwen beschermen tegen (terroristische) inbreuken;
- Door het aantal deeltjes in en de kwaliteit van geproduceerd water aan te passen, zijn sedimentvorming en bruin water in het leidingnet te voorkomen;
- Het afnamevoorspellingsmodel SIMDEUM modelleert nu ook niet-huishoudelijk waterverbruik effectief;
- Casestudies hebben een stappenplan opgeleverd voor het toepassen van GIS voor analyses van leidingnetten;

- Binnen het BTO is een Australisch model voor opwerveling van sediment in leidingnet geïkt; dit wordt gezamenlijk verder ontwikkeld.

Client 21

- Klanten van waterbedrijven willen vooral dienstverlening zonder zorgen en efficiënte communicatie;
- Waterbedrijven kunnen hun innovaties en nieuwe rollen het beste richten op waterkwaliteit en milieu.

Microbiologie

- Er is een set methoden ontwikkeld waarmee kan worden vastgesteld hoe effectief diverse zuiveringstechnieken virussen zoals fagen en adenovirussen verwijderen;
- Er zijn diverse nieuwe kwantitatieve en

- kwalitatieve moleculaire methoden voor detectie en identificatie van micro-organismen beschikbaar gekomen;
- De binnen het BTO ontwikkelde methode voor kwantitatieve detectie van *Legionella pneumophila* met de polymeraseketenreactie (PCR) heeft de status gekregen van ontwerp NEN (NEN 6254);
- Er is een internationaal achtergronddocument gemaakt voor de Wereldgezondheidsorganisatie WHO over de risicoanalyse van *Cryptosporidium*, ter ondersteuning van het opstellen van *WHO Guidelines for Drinking Water Quality* en *Water Safety Plans*;
- ATP blijkt een goede indicator voor actieve biomassa in water;
- Met de waterlaboratoria is een NASBA-methode ontwikkeld voor detectie van



E. coli binnen vier uur, deze methode wordt inmiddels toegepast.

Chemische waterkwaliteit

- De relatie tussen de hardheid van drinkwater en hart- en vaatziekten is duidelijker geworden: voor de populatie als geheel is geen verband gevonden tussen calcium en magnesium in het drinkwater, maar voor een subgroep mannen die via voeding te weinig magnesium binnenkrijgen, vermindert de kans te sterven aan hart- en vaatziekten als hun drinkwater meer dan 4 mg magnesium per liter bevat;
- Voor veertig nieuwe stoffen in de watercyclus zijn veilige grenswaarden afgeleid;
- Literatuuronderzoek in samenwerking met de GWRC heeft een prioritering

opgeleverd van onderzoek naar de risico's van farmaceutica die in de watercyclus voorkomen;

- Onderzoek met RIVM, Het Waterlaboratorium en RIWA Rijn heeft laten zien dat de aangetroffen concentraties geneesmiddelen in de Rijn goed voorspelbaar zijn uit het gebruik ervan in het Rijnstroomgebied. Van de gebruikte farmaceutica komt tussen 1 en 70 procent via de afvalwaterzuivering in de rivier terecht (gemiddeld 25 procent);
- Het onderzoek naar *early warning*-systemen heeft een prototype opgeleverd van een bacteriële biosensor voor detectie van atrazine;
- Met de Orbitrap massaspectrometer zijn de polaire probleemstoffen benzotriazolen en benzothiazolen aangetoond in drinkwater.

- Met STOWA en Rioned is een nieuw thematische BTO-project gestart, *Dealing with pharmaceuticals in drinking water production*, gericht op een brongerichte aanpak van hormonen en geneesmiddelen die de bronnen voor drinkwater kunnen bereiken.

Meer details over deze resultaten vindt u in het hoofdstuk *Hoogtepunten uit het BTO* vanaf pagina 19.



Visie: gezond, duurzaam, vooruitstrevend en efficiënt

Sinds eind 2008 is een nieuwe onderzoeksvisie voor het BTO geformuleerd, die zich richt op vier thema's: *Gezond, Duurzaam, Vooruitstrevend en Efficiënt Water* – dezelfde thema's waarop KWR zijn watercyclusonderzoek baseert. Gebruik van deze thema's versterkt de onderlinge afstemming van de eerder genoemde onderzoeksthema's met een multidisciplinair karakter. In 2009 is deze onderzoeksvisie in themabesprekingen tijdens verschillende CvO-vergaderingen verder uitgediept en aangescherpt. De resultaten van deze themabesprekingen zijn eind 2009 gebundeld tot een brochure over de BTO-onderzoeksvisie: BTO 2009.051(s) *Gezond, duurzaam, vooruitstrevend en efficiënt water in het BTO – Stand van zaken bij de uitwerking van de BTO-onderzoeksvisie 2008 – 2012*. CvO en PBC's kunnen langs de in deze brochure uitgezette lijnen gezamenlijk interactief vormgeven aan het BTO-onderzoeksprogramma.

Focus op kennisimplementatie

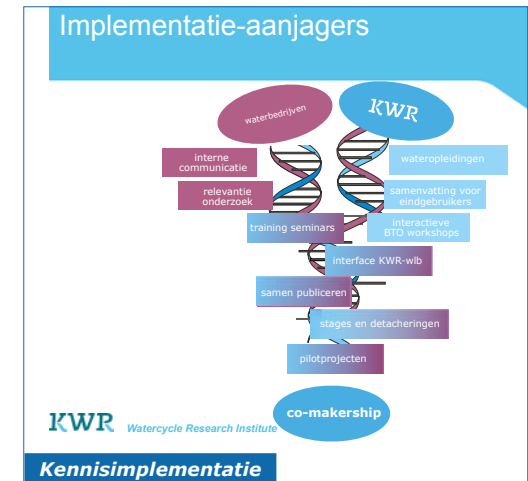
Het onderwerp kennisimplementatie stond in 2009 ruim in de aandacht binnen het BTO. Een uitgebreid onderzoek, onder meer gebaseerd op gesprekken met medewerkers van BTO-participanten en andere onderzoeksorganisaties, heeft duidelijk gemaakt dat twee elementen een belangrijke rol spelen bij het implementeren van kennis: communicatie en co-makership. Kennisimplementatie en –verankering bij de bedrijven gedijen wel bij toenemende onderlinge betrokkenheid en meer contactmomenten tussen eindgebruikers en onderzoekers. Omdat het BTO zich richt op onderzoek voor de middellange termijn, waarvan de resultaten regelmatig niet direct implementeerbaar zijn, bevindt het zich in een spanningsveld wat betreft kennisimplementatie en –verankering. Wie de eindgebruiker is van onderzoek voor de middellange termijn is immers niet zonder meer duidelijk. Het verslag van het onderzoek naar kennisimplementatie (BTO 2009.049 *BTO Kennis implementeren*;

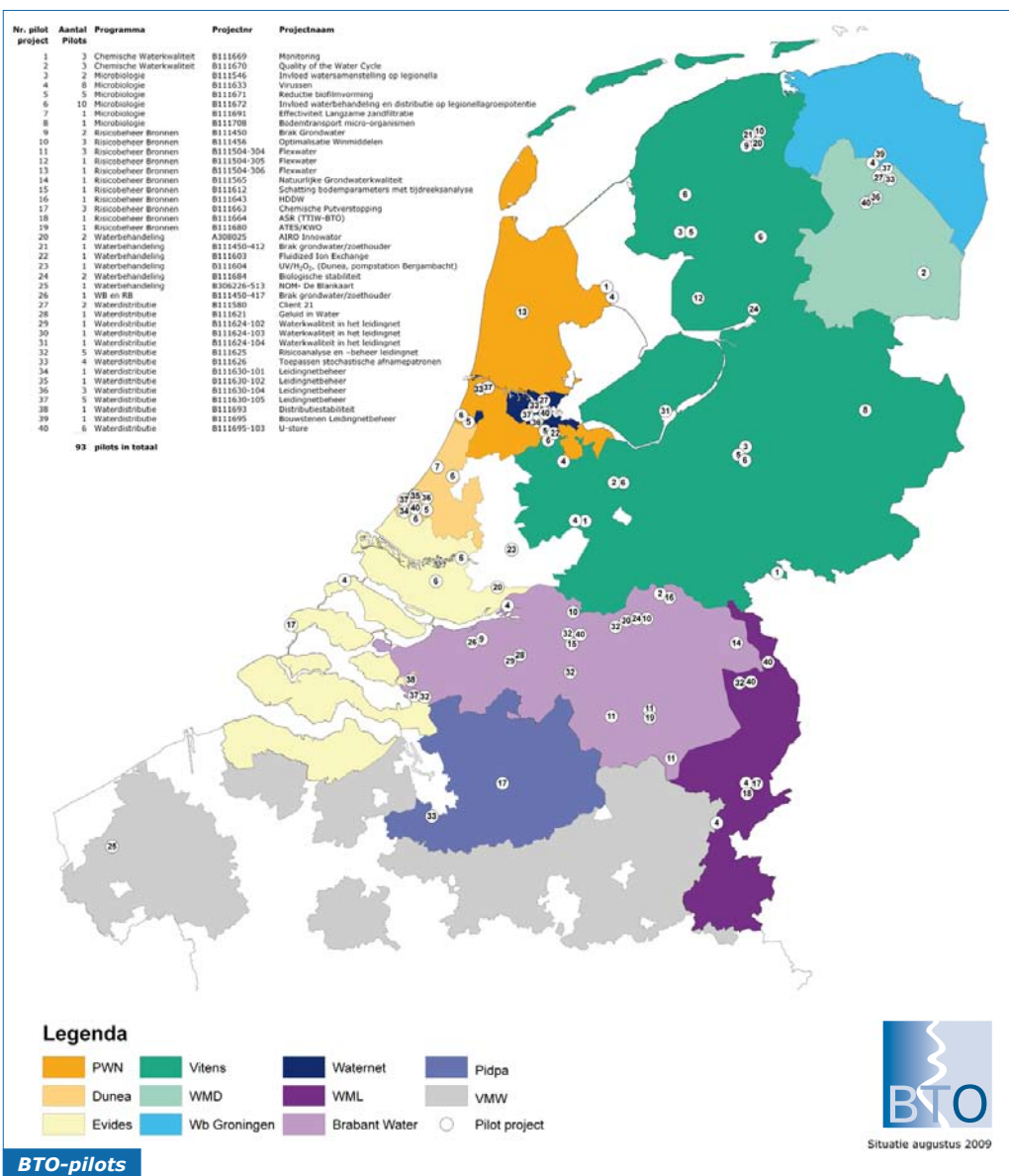
een wegwijzer voor succesvol samenwerken in het BTO) bevat diverse adviezen om de implementatie te verbeteren. Deze adviezen zijn samengevat in een handzaam boekje, *BTO we maken het samen – Twintig implementatieaanjagers* (BTO 2010.009). Het CvO heeft in 2009 besloten de inspanningen op het gebied van kennisverankering in 2010 te concentreren op drie speerpunten:

- pilotprojecten
- stages/detacheringen
- samen publiceren

Deze drie middelen worden in het BTO al ingezet. Zo werden er in 2009 binnen 80 BTO-projecten in totaal 91 pilotprojecten uitgevoerd (zie pagina 10), waarvan er vijf tijdens de onderzoeksbijeenkomst werden besproken.

Ook Watnet, het intranet voor medewerkers van bedrijven die aan het BTO deelnemen, is een belangrijk hulpmiddel bij de verspreiding van BTO-kennis. Hier





is alle informatie over de projecten en de aansturing van het BTO te vinden, onder meer via een uitgebreide zoekfunctie. In 2009 is aan het archief op Watnet bovendien de belangrijkste informatie toegevoegd uit het Speurwerkonderzoek, de voorloper van het BTO, en de Mededelingen, die teruggaan tot 1972.

Vorbereiding BTO Nieuwe Stijl

In de *Samenwerkingsovereenkomst drinkwateronderzoek* is vastgelegd dat drie jaar voor afloop van deze overeenkomst de BTO-participanten overleggen over voortzetting van het drinkwateronderzoek. In 2009 zijn daarom de voorbereidingen gestart voor een nieuw BTO-contract voor na 2012. Daarbij fungeert het CvO als klankbord voor het vormgeven van een "BTO Nieuwe Stijl", dat ook is besproken met de directeurs van de waterbedrijven, in februari en in november. Reeds in februari is de intentie uitgesproken om verder te gaan met het collectieve drinkwateronderzoek. De waterbedrijven

willen een eigentijdse overeenkomst, waarin zowel de verzekeringspremie als het internationale netwerk zijn opgenomen, evenals de flexibiliteit om in te kunnen springen op nieuwe ontwikkelingen. Formuleren van de collectieve onderzoeksambitie is een belangrijke stap in het proces naar een vernieuwd BTO.

Overige ontwikkelingen

De twee Vlaamse waterbedrijven Pidpa en VMW gaven aan dat hun associatie met het BTO tot tevredenheid stemt. Zij hebben zich ook voor 2010 bij een selectie van BTO-projecten aangesloten en aangegeven het associatiecontract te willen voortzetten na maart 2011, wanneer het huidige contract afloopt.

Binnen het BTO wordt momenteel geen onderzoek gedaan dat zich specifiek richt op het vervullen van de Millenniumdoelen. De grootste uitdaging op dit gebied is om de (bestaande) kennis die hiervoor bruikbaar kan zijn goed over te dragen en te vertalen naar lokale

specifieke omstandigheden, dit valt voornamelijk buiten het BTO-programma.

In de personele invulling van de aansturing van het BTO waren er in 2009 diverse wijzigingen. Begin 2009 heeft WML-directeur Ria Doedel het stokje overgenomen van CvO-lid Frans van der Willigen, die een functie in het buitenland heeft geaccepteerd. Eind 2009 heeft Harry Römngens deze taak van haar overgenomen. Voor PWN heeft Loet Rosenthal het CvO-lidmaatschap overgenomen van Harry Buyten, die binnen PWN de leiding op zich heeft genomen van de sector Klant en Markt.



Samenwerking

Samenwerken met andere onderzoekers en onderzoeksprogramma's versterkt het BTO en vergroot de onderzoeksresultaten. Ook in 2009 hebben BTO-onderzoekers intensief samengewerkt met andere partijen en netwerken, op nationaal en internationaal vlak.

Nederland

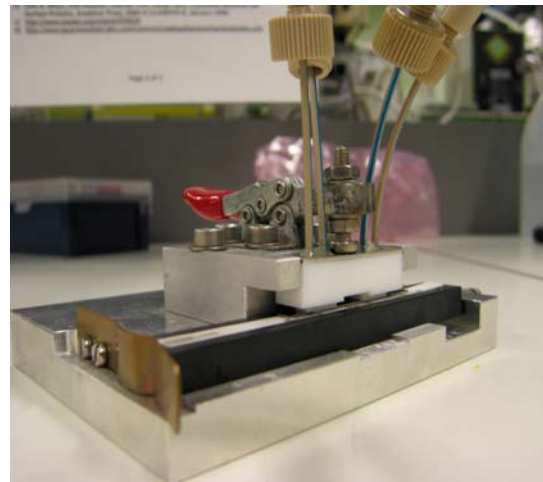
TTIW Wetsus

Binnen Nederland is er een nauwe samenwerking met het Technologisch Topinstituut Watertechnologie TTIW (Wetsus). Kennisinstituut KWR neemt mede namens het BTO deel in dit multidisciplinaire samenwerkingsverband tussen Nederlandse kennispartners en commerciële marktpartijen, met een sterk accent op scheidings- en biotechnologie. Het TTIW-programma richt zich vooral op *proof of principle* van innovatieve doorbraaktechnologieën voor (commerciële) toepassing op lange termijn; partijen uit de praktijk brengen de technologie vervolgens naar de markt.

KWR, TTIW en BTO werken samen aan twaalf onderzoeksprojecten, verdeeld over de TTIW-programmatafels *Geavanceerde Schoonwatertechnologie*, *Sensing*, *Waterdistributie* en *Interactie Natuurlijke Systemen*; de betrokken BTO-programma's zijn

Chemische waterkwaliteit, *Waterbehandeling*, *Waterdistributie* en *Risicobeheer bronnen*. Alle geplande projecten zijn inmiddels goedgekeurd door de programmatafels en de Raad van Bestuur van Wetsus. Begin 2009 waren voor deze samenwerking drie promovendi aan het werk in vierjarige onderzoekstrajecten op onderzoek naar respectievelijk chemische putverstopping, een toxiciteitsensor gebaseerd op lichtgevendende bacteriën en *computational fluid dynamics* voor ontwerp van UV-reactoren. In 2009 zijn nog vier nieuwe promovendi gestart, zij doen onderzoek naar conditiebepaling van het leidingnet, duurzame systemen voor berging van water, hydrologische en temperatuureffecten van toepassing van bodemenergiesystemen en *Zero Liquid Discharge*.

Tijdens het Wetsus-congres op 5 en 6 oktober 2009 werden twee lezingen verzorgd door onderzoekers die bij het BTO betrokken zijn: Arne Verliefe (*Influence of solute-membrane affinity on the rejection of uncharged organic solutes by nanofiltration membranes*) en Frank



Oesterholt (*A new method (Q-PCR) for screening of cooling water and process water on Legionella*).
Zie ook www.wetsus.nl.

Onderzoek voor de duinwaterbedrijven DPW

De band met het onderzoeksprogramma van en voor de drie duinwaterbedrijven Dunea, PWN en Waternet is ook sterk: beide onderzoeksprogramma's voeden elkaar al meer dan tien jaar met vragen en oplossingen. Er is bijvoorbeeld een sterke connectie in het onderzoek naar betere leidingnetanalyses, zoals door koppeling van het hydraulisch model SynerGEE met het SIMDEUM-model voor waterafname.

Funderend onderzoek KWR

Van recenter datum is de wisselwerking met het eigen, funderend onderzoeksprogramma van KWR. Met instemming van de commissarissen en de aandeelhouders zet KWR jaarlijks een deel van zijn resultaat in voor dit funderend onderzoek, dat een belangrijke

voedingsbodeme biedt voor de toegepaste onderzoeksprogramma's als het BTO, maar ook aan het multi-client onderzoeksprogramma *Asellus*, dat zich richt op integratie van de waterketen en waaraan de waterbedrijven Waternet en WML deelnemen.

Het gaat om innovatieve onderzoeksprojecten met een doorlooptijd van twee of vier jaar, waarvoor promovendi en gepromoveerde onderzoekers worden aangetrokken. Er zijn in 2009 zeven onderzoeksprojecten gestart, die zich richten op:

- energiezuinige productie van hoogkwalitatief water met forward osmosis uit diverse (afval-)waterstromen;
- invloed van biofouling op de verwijdering van organische microverontreinigingen met nanofiltratie/reverse osmosis-membranen;
- nieuwe adsorbentia voor monitoring en verwijdering van polaire stoffen;
- vertaling van in vitro toxiciteitsdata naar gezondheidsrisico's voor de mens;

- gezondheidseffecten van nieuwe stedelijke waterconcepten;
- een klimaat- en weersbestendige verdampingsmodule voor hydrologische modellen;
- karteren van bodem en vegetatie met remote sensing.

Dutch Water Sector Intelligence DWSI

KWR is de initiatiefnemer en facilitator van DWSI, een platform voor gezamenlijke horizonsscanning voor en door de hele Nederlandse watersector. Een denktank die trendanalyses en sociaal leren inzet voor het ontwikkelen van nieuwe inzichten en responsstrategieën om om te gaan met de complexe uitdagingen waar de watersector zich voor ziet gesteld. In DWSI participeren momenteel 21 organisaties uit de watersector, waaronder zes waterbedrijven die deelnemen aan het BTO. Zij hebben onder meer vijftien trendalerts ontvangen over relevante maatschappelijke en technologische ontwikkelingen en deelgenomen aan drie denktanksessies.



DWSI



Klimaatonderzoek

Het Nederlandse onderzoeksprogramma *Kennis voor Klimaat* ontwikkelt kennis en diensten die nodig zijn om de klimaatbestendigheid te beoordelen van investeringen in ruimte en infrastructuur voor de komende twintig jaar – en als dat nodig is voor aanpassingen te zorgen. In de tweede tranche van dit programma wordt verdiepend en meerjarig onderzoek uitgevoerd op een aantal voor klimaatadaptatie belangrijke thema's. Mede namens het BTO heeft KWR meegedaan aan de invulling van deze projecten (omvang van 34 miljoen euro, waarvan 20,1 miljoen subsidie). KWR en BTO zijn nu vertegenwoordigd in vijf consortia:

- thema 2: *Klimaatbestendige zoetwatervoorziening van West-Nederland* (Gertjan Zwolsman)
- thema 3: *Klimaatbestendige inrichting landelijk gebied* (Flip Witte)
- thema 4: *Klimaatbestendige inrichting stedelijk gebied* (Jan Hofman)
- thema 5: *Klimaatbestendige netwerken en infra-*

structuur (Jan Vreeburg)

- thema 6: *Klimaatprojecties* (Flip Witte)
- Kennis voor Klimaat levert zo cofinanciering op voor het BTO én ontsluit kennis bij andere partijen.

Daarnaast heeft KWR met Deltares en TNO een *side-event* georganiseerd bij de klimaattop in Kopenhagen, op 8 december 2009, waar vertegenwoordigers van waterbedrijven en KWR inhoudelijke bijdragen hebben geleverd op het gebied van klimaat en gezondheid in stedelijk gebied, watermanagement in laaggelegen stedelijk gebied, de energieneutrale watercyclus en warmte-koudeopslag.

Samen met acht andere kennisinstituten heeft KWR het rapport *Samen werken met kennis* opgesteld en aangeboden aan staatssecretaris Huizinga van Verkeer en Waterstaat. Dit rapport gaat in op de kennisvragen die volgen op de aanbevelingen van de Deltacommissie en vormt een kennisagenda voor de ontwikkeling van

de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening voor het Nederlandse deltagebied. Voor elk van de twaalf aanbevelingen - van het Nederlandse veiligheidsniveau tot aan de bestuurlijke, juridische en financiële consequenties van de Deltacommissie-maatregelen - hebben de kennisinstituten kennisvragen en onderzoeksthema's geformuleerd.

Andere samenwerkingsverbanden binnen Nederland

Naast de bovengenoemde relaties onderhoudt het BTO – rechtstreeks of via KWR - diverse relaties met Nederlandse kennisinstituten, van diverse universiteiten tot RIVM, Deltares of het Planbureau voor de Leefomgeving. Daarnaast houdt het College van Opdrachtgevers bijvoorbeeld de vinger aan de pols bij *Dutch Delta Design 2012*, een ambitieus project op initiatief van het *Netherlands Water Partnership* NWP, dat Nederland wil positioneren als hét mondiale platform voor water- en deltavraagstukken waar ook ter wereld, door de programmering van een reeks 'water' evene-



menten in 2012 en in de ontwikkeling van Nederland als internationale portal voor water, zowel fysiek als virtueel.

Europa

Binnen Europa krijgt de watersector steeds meer te maken met dezelfde uitdagingen, van demografische veranderingen, klimaatverandering en schaarse bronnen tot bijvoorbeeld veroudering van de infrastructuur.

WSSTP – de Europese waterkennisagenda

Om met deze uitdagingen om te gaan is een Europese onderzoeksagenda opgezet, gestimuleerd door de Europese Unie. In 2004 is het WSSTP-platform opgericht om versnippering in watersector te verminderen en focus te krijgen in de onderzoeksagenda. WSSTP wordt nu gehoord als het gaat om wat er op de Europese wateronderzoeksagenda moet komen. Vanuit de *strategic research agenda* van WSSTP worden ieder jaar topics uitgewerkt, in samenspraak met de partners

in Europa. Deze topics leiden tot voorstellen voor onderzoeks calls bij de Europese Commissie. Deze voorstellen worden bijna altijd één op één overgenomen. Via WSSTP heeft de watersector invloed op de Europese beleidsvorming.

Naast WSSTP heeft het BTO geïnvesteerd in grote, integrale projecten op het gebied van watertechnologie (TECHNEAU), klimaatadaptatie (PREPARED) en duurzaam stedelijk waterbeheer (TRUST, recent toegekend).

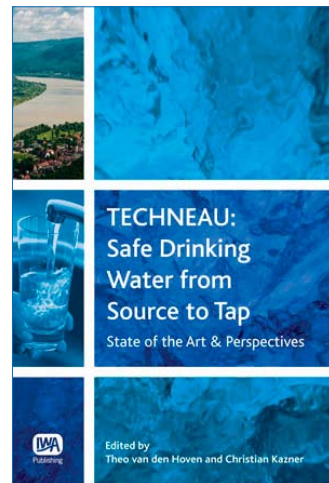
TECHNEAU final conference

TECHNEAU, gefinancierd door de EU en gecoördineerd door KWR, ontwikkelt middelen om veilig drinkwater te (blijven) realiseren onder de sterk veranderende omstandigheden die ontstaan door bijvoorbeeld bevolkingsgroei, urbanisatie en klimaatverandering. Anderhalf jaar voor het eind van het project is er een schat aan informatie om te delen met eindgebruikers. Van 17 tot 19 juni was daarom in Maastricht een final conference, waar ruim 120

vertegenwoordigers van de wetenschap, waterbedrijven, technologieleveranciers en beleidsmakers uit heel Europa aan de slag gingen met de onderzoeksresultaten van de afgelopen jaren. WML trad op als gastheer. Er kwamen veel resultaten voor het voetlicht, van membraantechnologie en oxidatieve processen tot meer inzicht in consumenten en van sensorsystemen tot een toolkit voor *Water Safety Plans*.

PREPARED: klimaatbestendige watervoorzieningen in steden

In 2009 heeft KWR met vooraanstaande Europese partners als LNEC, SINTEF, IWW en CETaqua vormgegeven aan het onderzoeksproject PREPARED, dat erop gericht is innovatieve adaptieve technologieën en oplossingen te ontwikkelen waarmee drinkwaterproductie en (afval)waterzuivering in de stedelijke omgeving klimaatbestendig kunnen worden gemaakt. Begin 2010 heeft de Europese Commissie de contracten voor PREPARED getekend, waarmee KWR opnieuw trekker en coördi-



nator geworden is van een groot Europees onderzoeksproject. PREPARED heeft een doorlooptijd van vier jaar en een budget van ruim 10 miljoen euro, waarvan 7 miljoen euro subsidie vanuit Brussel. Eindgebruikers hebben een grote rol in PREPARED. Alle eindgebruikers in het project werken samen met een onderzoeksinstituut; KWR werkt nauw samen met een consortium bestaande uit de Gemeente Eindhoven, Waterschap De Dommel en Brabant Water. PREPARED levert cofinanciering voor het BTO op het gebied van *Water Safety Plans* en putverstopping.

PERFOOD: PERFluorinated Organics in Our Diet

KWR en het BTO zijn verder nauw betrokken bij een groot (3 miljoen euro) Europees onderzoeksproject naar perfluorverbindingen in voedsel en (drink)water, PERFOOD. Het richt zich op de bronnen van deze verbindingen en de methoden om het te verwijderen bij de waterzuivering. Dit project houdt direct verband met lopend BTO-onderzoek naar de robuustheid van water-

zuiveringen en wordt uitgevoerd in samenwerking met waterbedrijven.

Structurele Europese samenwerking

Het BTO is dus nauw betrokken bij diverse grote Europese onderzoeksprojecten. Behalve cofinanciering levert dit ook een kennisnetwerk op, efficiëntere benutting van onderzoeksgelden, innovaties, nieuwe wetenschappelijke kennis en nieuwe oplossingsrichtingen. Maar als de projecten stoppen, houdt ook de samenwerking op. In 2009 heeft KWR met instemming van het CvO daarom stevig ingezet op een meer structureel, duurzaam en continu Europees samenwerkingsverband. Dit instituut heeft in 2009 voorlopig de werktitel *Virtual European Water Research Institute VEWRI* meegekregen. Vijf Europese kennisinstituten die toegepast wetenschappelijk onderzoek doen in de watercyclus hebben zich inmiddels aan dit instituut gecommitteerd: IWW Muelheim (Duitsland), LNEC, Lissabon (Portugal), Stiftelsen NTNU/SINTEF, Trondheim

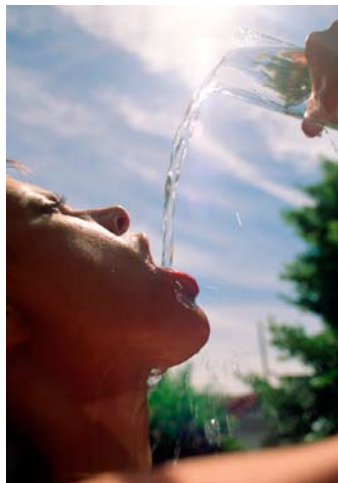
(Noorwegen), CETaqua, Barcelona (Spanje) en KWR. Zij willen de internationale samenwerking op het gebied van wateronderzoek vergroten, versnippering van kennisontwikkeling binnen Europa tegengaan en de beschikbaarheid van waterkennis versnellen.

De Europese Commissie heeft met instemming gereageerd op deze plannen. Het instituut gaat zich – in nauwe samenwerking met onder andere waterbedrijven

- richten op drie pilaren:
- Europese onderzoeksagenda, benutten van synergie in onderzoek
- implementeren van innovaties
- *capacity building*

CEO Conference

De basis voor dit nieuwe Europese onderzoeksinstituut werd gelegd tijdens de zesde CEO Conference, die van 11 tot 16 oktober plaatsvond in achtereenvolgens Maastricht, Aken, Barcelona en Granada. Het thema was *Extremen in Europa*. Vertegenwoordigers



van waterbedrijven en kennisinstituten uit Spanje, Portugal, Duitsland, Noorwegen, Letland, België en Nederland vertelden elkaar welke onderwerpen er op dit moment in hun land spelen op het gebied van drink- en afvalwater en welke trends zij voor de komende jaren voorzien. Trends die, zoals tijdens de reis naar voren kwam, vooral te maken hebben met klimaatverandering en de effecten op waterkwaliteit en -kwantiteit, en demografische verschuivingen. Dit heeft ook gevolgen voor de watervraag (en dus kostenstructuur) en voor de koppeling van water en energie. Ondanks de grote verschillen tussen deze landen, vonden de deelnemers elkaar in hun vaak gelijklopende wensen en programma's voor aanvullend onderzoek, onder meer omdat zij te maken hebben met vergelijkbare trends als klimaatverandering en leegloop van het platteland met gevolgen voor waterdistributie. Aan het einde van de reis zijn de eerste handtekeningen gezet voor het nieuwe virtuele Europese onderzoeksinstituut.



Wereldwijde samenwerking

Het BTO heeft ook buiten Europa diverse onderzoeks- en samenwerkingspartners. Van het Amerikaanse waterbedrijf Greater Cincinnati Water Works en Dunea (UV-onderzoek) tot sensorplatformonderzoek in Safewat en meer. KWR is lid van de Global Water Research Coalition GWRC en doet in dat verband onder meer gezamenlijk onderzoek naar asset management, energie efficiency, een *Technology Roadmap 2030* voor afvalwatertechnologie, de waterkwaliteit van effluent uit membraanbioreactoren en watergedragen pathogenen. Resultaten uit dit onderzoek worden zoveel mogelijk via Watnet ter beschikking gesteld van de BTO-bedrijven. In GWRC-verband wordt ook onderzoek gedaan naar warmte-koudeopslag, onder meer samen met de Nederlandse partners Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer STOWA, waarbij best practices in beeld worden gebracht. Ook binnen de internationale watergemeenschap van de International Water Association IWA wordt veel

samengewerkt en overlegd met collega-onderzoekers en deskundigen van bedrijven. Met IWA Publishing is gestart met de internationale publicatie van diverse BTO-rapporten, waarvan de eerste begin 2010 zijn verschenen. Publicatie geschiedt in nauw overleg met het CvO en na een exclusiviteitsperiode voor BTO-participanten (in principe twaalf maanden).



A close-up photograph of a chrome water tap with water flowing out. The image is partially obscured by a white, wavy-edged graphic element that separates the image from the text area.

Hoogtepunten uit het BTO-onderzoek in 2009



BTO-programma: Microbiologie

Het BTO-programma *Microbiologie* omvat twee hoofdthema's: *Microbiologische veiligheid* (detecteren, elimineren en weren van fecale verontreiniging) en *Biologische stabiliteit/biofilmvorming en Legionella*. In beide thema's neemt de ontwikkeling en toepassing van moleculaire technieken een belangrijke plaats in. Het programma ontwikkelt methoden en wetenschappelijk gefundeerde concepten die waterbedrijven in de praktijk kunnen toepassen. Primaire focus daarbij is het thema *Gezond water*, met onderzoek naar de microbiologische veiligheid van drinkwater ten aanzien van fecale pathogenen (virussen, parasieten, fecale bacteriën) en nagroeipathogenen (*Legionella* e.a.). Daarnaast vindt het microbiologisch onderzoek ook plaats in een aantal onderzoekgebieden van de overige thema's, zoals de invloed van klimaatverandering op nagroeipathogenen (*Duurzaam*); het ontwikkelen van gentechnologie voor snelle en specifieke detectie van micro-organismen (*Vooruitstrevend*); en *Water Safety Plans* (*Efficiënt*). In 2009 heeft het onderzoek binnen Microbiologie onder meer de volgende resultaten opgeleverd:

Kwantitatieve en kwalitatieve moleculaire methoden

Moleculaire methoden voor detectie en identificatie van micro-organismen nemen een steeds belangrijkere plaats in bij het microbiologische onderzoek. Zij worden bijvoorbeeld toegepast bij de kwantitatieve detectie van *Legionella pneumophila*, het maken van onderscheid tussen *Legionella pneumophila* en *Legionella anisa*, de detectie en identificatie van vrijlevende protozoa in drinkwater, snelle detectie van levende *E. coli*, typering van F-specifieke fagen en kwantitatieve detectie van Adenovirussen, alternatieve indicatororganismen en ammoniumoxiderende bacteriën en archaea. De implementatie van moleculaire methoden bij de drinkwaterlaboratoria verloopt voorspoedig onder begeleiding van de BTO-werkgroep *Moleculair Microbiologische Methoden* (MMM).

Zie ook: Oesterholt/ Paping/ Veenendaal/ Kooij vd; Combinatie Q-PCR en specifieke kweekmethode efficiënt voor screening proceswatermonsters op *Legionella*; H2O 42 (2009) 24, p. 42-45.

Vorderingen in Legionella-onderzoek

De binnen het BTO ontwikkelde methode voor kwantitatieve detectie van *Legionella pneumophila* met de polymeraseketenreactie (PCR) heeft de status gekregen van ontwerp NEN (NEN 6254). Tevens vormt deze Nederlandse methode de basis voor standaardisatie in ISO-verband. De methode blijkt daarnaast goed te voldoen bij onderzoek van watertypen zoals oppervlaktewater, afvalwater en koelwater, waarbij gebruik van de kweekmethode wordt belemmerd. Een internationale publicatie en de presentatie tijdens het Legionella-congres in Parijs (2009) over vrijlevende protozoa in drinkwater geeft aan dat onderzoek in BTO-verband internationaal toonaangevend is.

Zie ook Valster/ Wullings/ Bakker/ Kooij vd; Diversity and identity of free-living protozoa in unchlorinated drinking water en Valster/ Wullings/ Egging/ Kooij vd; Detection of hosts for *Legionella pneumophila* in freshwater by enrichment of free-living protozoa in a biofilm-batch system; Legionella congres 13-17 oktober 2009 Parijs; Valster/ Wullings/ Bakker/ Smidt/ Kooij vd; Free-Living Protozoa in Two Unchlorinated Drinking Water Systems



rinated Drinking Water Supplies, Identified by Phylogenic Analysis of 18S rRNA Gene Sequences; Applied and Environmental Microbiology 75 (2009) 14, p.4736-4746.

Risicoanalyse *Cryptosporidium* voor WHO

Voor de Wereldgezondheidsorganisatie WHO is een internationaal achtergronddocument gemaakt over de risicoanalyse van *Cryptosporidium*. Dit eerste *Environmental Health Criteria* (EHC) document geeft achtergrondinformatie ter ondersteuning van het opstellen van *WHO Guidelines for Drinking Water Quality* en *Water Safety Plans*.

Zie ook BTO 2010.005 Risk assessment of Cryptosporidium in drinking water

ATP indicator voor actieve biomassa in water

Metingen bij zes pompstations hebben laten zien dat het gehalte adenosinetrifosfaat (ATP) een geschikte parameter is om snel, eenvoudig en goedkoop de

hoeveelheid actieve biomassa in gedistribueerd water te beschrijven. ATP-metingen maken het mogelijk effecten op de hoeveelheid biomassa te kwantificeren, bijvoorbeeld van verblijftijd in het distributienet, seizoenen en aanpassingen in de waterzuivering. Bovendien geven ATP-metingen bij schoonmaakacties in het distributienet een maat voor de hoeveelheid actieve biomassa in het sediment.

Omdat geen significant direct verband is aangetoond tussen ATP en aantallen *Aeromonas* of het koloniegetal van heterotrofe bacteriën (KG 22), zijn ATP-metingen geen surrogaat voor deze wettelijke parameters. Wel geven ze snel, eenvoudig en goedkoop informatie over mogelijk optreden van nagroeiproblemen in het leidingnet.

Zie ook BTO 2009.044 Invloed van watersamenstelling, afstand en seizoen op het ATP-gehalte in water en in sediment uit het leidingnet van zes pompstations.

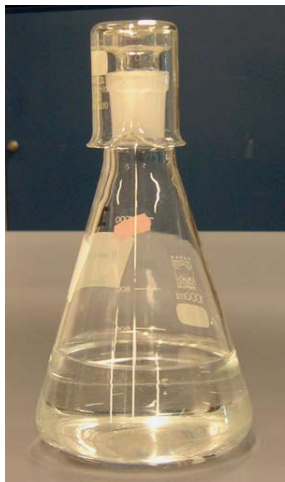
Effectiviteit actievekoolfiltratie tegen micro-organismen

Bij de onderzoeksbijeenkomst werd een overzicht gegeven van kwantitatief onderzoek naar de effectiviteit van actievekoolfiltratie bij het verwijderen van diverse micro-organismen. Deze zuiveringsmethode bleek virussen slecht te verwijderen, *E.coli* beperkt (0,5 – 1,0 log) en de protozoa *Cryptosporidium* en *Giardia* goed. Met verse kool werden voor *Cryptosporidium* en *Giardia* respectievelijk een DEC van 2,7 en 2,1 bereikt. Beladen kool bleek voor *Giardia* even effectief, maar gaf voor *Cryptosporidium* een lagere verwijdering (1,2).

BTO 2009.011 Verwijdering van MS2 fagen, E. coli, Clostridium sporen en (oö)cysten van Cryptosporidium en Giardia door actievekoolfiltratie.

Methoden om virusverwijdering in zuivering te testen

Er is een suite van methoden ontwikkeld waarmee voor diverse zuiveringstechnieken kan worden vastgesteld

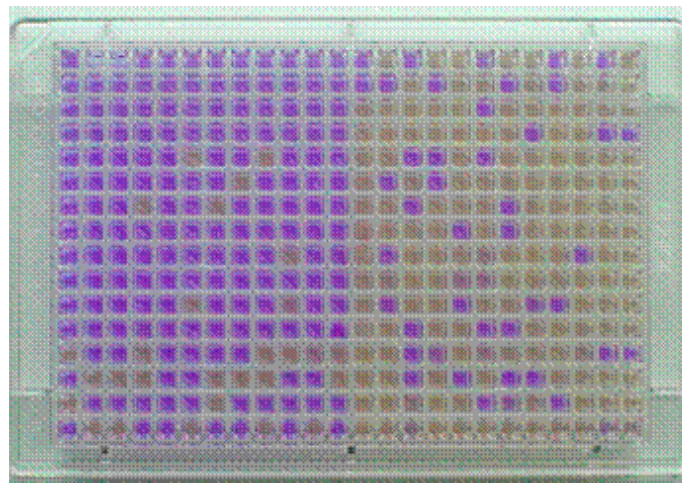
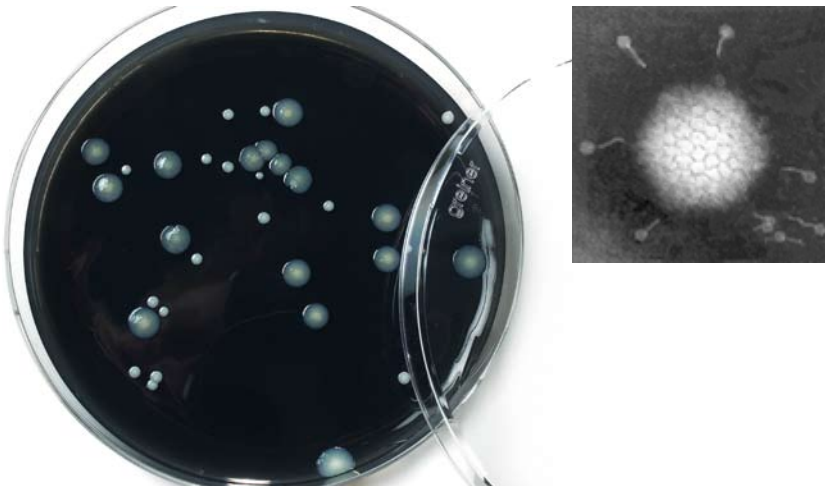


hoe effectief zij virussen als fagen en adenovirussen verwijderen.

NASBA detecteert *E.coli* binnen vier uur

Aanwezigheid van de darmbacterie *E. coli* in water vormt een belangrijke indicatie voor een besmetting van fecale oorsprong. Eerdere routinematig toegepaste kweekmethoden gaven pas resultaten na twintig uur, met een nieuw ontwikkelde real-time NASBA-methode is het mogelijk binnen enkele uren na ontvangst van een monster zeer betrouwbaar aan te tonen of daarin levensvatbare *E. coli* aanwezig zijn. De methode is ontwikkeld in overleg met de waterlaboratoria en wordt daar inmiddels toegepast.

Zie ook BTO 2009.048 Een snelle en specifieke methode voor detectie van levensvatbare E.coli.





BTO-programma: Chemische waterkwaliteit



De combinatie van groeiend chemicaliëngebruik, toenemende aandacht voor 'emerging contaminants' door verbeterde analytisch chemische technieken en vragen over de gezondheidskundige betekenis stelt uitdagingen aan de drinkwaterproductie, temeer daar goed wateroplosbare stoffen relatief moeilijk te verwijderen zijn met gangbare zuiveringstechnieken. Het programma *Chemische waterkwaliteit* levert kennis om deze uitdagingen aan te gaan. Het ontwikkelt en implementeert analytisch-chemische technieken voor screening en identificatie van bekende en onbekende stoffen en effectgerichte bioassays, voor bijvoorbeeld hormoonverstoring en genotoxiciteit. Daarnaast ontwikkelt het online sensing voor chemische waterkwaliteit. De verschillende technieken worden individueel en in combinatie toegepast in de watercyclus, om het lot van stoffen daarin en de effecten van waterzuivering beter te begrijpen en voorspellen. Enkele voorbeelden uit 2009:

Toxicologische evaluatie van nieuwe stoffen

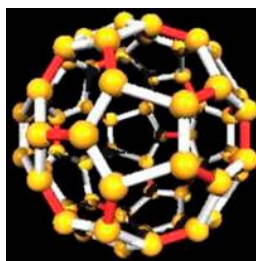
Omdat voor 'nieuwe stoffen' in oppervlaktewater, grondwater en drinkwater vaak gezondheidskundige drinkwaternormen ontbreken, is hiervoor een risico-inschatting nodig. Voor een selectie van vijftig voor drinkwater relevante stoffen is in 2009 een indicatieve gezondheidskundige evaluatie gemaakt. Bij alle geëvalueerde stoffen is een substantiële veiligheidsmarge gevonden tussen de (indicatieve) drinkwaternorm en de maximale concentraties zoals aangetroffen in water. Deze veiligheidsmarges zijn groter voor drinkwater dan voor oppervlakte- en grondwater. Bij deze analyse zijn mogelijke mengselinteracties tussen stoffen niet meegewogen. Vanwege de lage concentraties lijkt vooral combinatiewerking van stoffen met gelijke werking van belang. Er is dan sprake van dosisadditie: de concentraties maal de toxische potenties van alle stoffen met eenzelfde werking bepalen opgeteld het effect. Vanwege het gebrek aan kennis over de exacte samenstelling, toxische potentie en werkingsmecha-

nismen is een visie op mengseltoxiciteit geformuleerd waarin een alternatief wordt voorgesteld voor risico-analyse van complexe mengsels, op basis van een effectgerichte naast een stofgerichte benadering.

BTO 2009.022: Toxicological relevance of emerging contaminants for drinking water quality; M. Schriks, M. Heringa, M. van der Kooij, P. de Voogt, A. van Wezel; Schriks, M.; Van der Kooij, M.; Heringa, M.; Van Wezel, A. (2009) Gezondheidskundige evaluatie van 'nieuwe stoffen' in grond-, oppervlakte- en drinkwater. H2O 22:29-31; Schriks, M.; Heringa, M.B.; Van der Kooij, M.; De Voogt, P.; Van Wezel, A.P. (2010) Toxicological relevance of emerging contaminants for drinking water quality. Water Res., 44:461-476; Van der Oost, R.; Heringa, M.; Van Wezel, A. (2009) Toxiciteit stofmengsels in drinkwater naast stofgericht ook effectgericht beoordelen. H2O 7:37-39.

Relatie tussen hardheid en ziekten

Samen met de Universiteit Maastricht is met een uitgebreide cohortstudie gezocht naar het verband tussen drinkwaterhardheid en sterfte aan hart- en vaatziekten. Voor de populatie als geheel blijkt geen verband te bestaan tussen calcium en magnesium in het drinkwater



en de sterfte aan hart- en vaatziekten. Bij een subgroep van mannen die via hun voeding weinig magnesium binnenkrijgen, bleek de kans op sterven aan hart- en vaatziekten kleiner te zijn als hun drinkwater meer dan 4 mg/liter magnesium bevat.

BTO 2009.026: Relationship between tap water hardness and mortality due to ischemic heart disease and stroke in the Netherlands. L. Leurs, L. Schouten, M. Mons, R. Goldbohm, P. Van den Brandt en Leurs, L.J.; Schouten, L.J.; Mons, M.N., Goldbohm, R.A.; Van den Brandt, P.A. (2010) Relationship between tap water hardness, magnesium and calcium concentration and mortality due to ischemic heart disease or stroke in the Netherlands Environmental Health Perspectives. 118: 414-420.

Onderzoek naar farmaceutica in water

Samen met de GWRC is literatuuronderzoek gedaan naar diverse soorten farmaceutica die worden aange troffen in de watercyclus. Hieruit is een prioritering naar voren gekomen van de farmaceutica waarvoor een risicobeoordeling nodig is, op basis van een verzameling

eerdere studies. Zo is een efficiënt hulpmiddel ontstaan voor risicomanagement en voor de prioritering van nader onderzoek.

Onderzoek met RIVM, Het Waterlaboratorium en RIWA Rijn heeft laten zien dat de concentraties geneesmiddelen in de Rijn goed voorspelbaar is uit het gebruik van deze middelen in Rijnstroomgebied. Daarvan komt gemiddeld 25 procent via de afvalwaterzuivering terecht in het water van deze rivier, nadat ze door mensen zijn uitgescheiden. De teruggevonden percentages variëren per geneesmiddel tussen 1 en 25 procent.

Ter Laak, T.; Van der Aa, M.; Houtman, C.; Stoks, P.; Van Wezel, A. (accepted) Relating environmental concentrations of pharmaceuticals to consumption: A case study for the river Rhine. Environ. Int; De Voogt P, Sacher F, Janex-Habibi M-L, Puijker L, Mons M (2009) Development of a common priority list of pharmaceuticals relevant for the water cycle, Water Sci Technol 59:1, 39-46.

Prototype bacteriële biosensor detecteert atrazine

Onderzoek naar *early warningsystemen* voor verontreinigingen heeft een prototype opgeleverd van een sensor die de aanwezigheid van specifieke microverontreinigingen kan detecteren dankzij specifieke interfacelagen met antilichamen. Voor atrazine is de gevoeligheid van de interfacelaag bepaald op 5 µg/L in een analytische oplossing. Regeneratie en reproduceerbaarheid vormen nog een probleem. Naar verwachting zal de meer robuuste sensor die bij de fabrikant in ontwikkeling is betere resultaten geven.

Eltzov, E., Marks, R.S., Voost, S., Wullings, B.A., Heringa, M.B. (2009) Flow-through real time bacterial biosensor for toxic compounds in water. Sensors and Actuators, B: Chemical 142:11-18 en BTO 2009.019 Development of a prototype Chemical-Optical Sensor for the detection of Organic Micro-Pollutants in Drinking water.



Polaire probleemstoffen benzotriazolen en benzothiazolen aangetroffen in drinkwater

Met de Orbitrap massaspectrometer is het mogelijk water te screenen op de aanwezigheid van benzotriazolen en benzothiazolen. Bij een eerste screening met deze analysemethode zijn acht van de tien onderzochte stoffen aangetroffen in oppervlaktewater; zes van de tien kwamen ook in drinkwater voor. De maximale concentratie in drinkwater bedroeg 0,2 µg/l. Benzotriazolen en benzothiazolen worden veel toegepast in de industrie en in huishoudelijke producten, zoals vaatwasmiddelen. De stoffen zijn polair, goed oplosbaar in water en chemisch stabiel. Zulke probleemstoffen worden slecht afgebroken in het milieu en zijn moeilijk te verwijderen. Over hun aanwezigheid in de bronnen voor drinkwater en drinkwater was tot nu toe weinig bekend. De nieuwe analysemethode kan worden ingezet om de verspreiding van benzotriazolen en benzothiazolen beter in beeld te brengen.

Van Leerdam JA, Hogenboom AC, van der Kooi MME, de Voigt P (2009) Determination of 1H-benzotriazoles and benzothiazoles in water sample by solid-phase extraction and liquid chromatography LTQ FT Orbitrap mass spectrometry. Intern. J. Mass Spectrom. 282:99-107; BTO 2009.020 Determination of polar 1H-benzotriazolen and benzothiazolen in water by solid-phase extraction and liquid chromatography LTQ FT Orbitrap mass spectrometry.





BTO-programma: Risicobeheer bronnen

Het BTO-programma *Risicobeheer bronnen* helpt waterbedrijven het hoofd te bieden aan belangrijke veranderingen die worden veroorzaakt door wereldwijde trends als klimaatverandering, toenemend energie- en bodemgebruik en verstedelijking. Het onderzoek is gebaseerd op een heldere visie, die in 2009 is geactualiseerd (*Uit betrouwbare bron, 2009*). De gesignaleerde trends hebben invloed op de kwaliteit en kwantiteit van grondwater, bijvoorbeeld via toenemend gebruik van koude-warmteopslag, geothermie en particuliere grondwaterwinning. Ook het oppervlaktewater zal door klimaatverandering periodiek flink warmer worden dan voorheen en daardoor in kwaliteit achteruitgaan.

Klimaatverandering dwingt drinkwaterbedrijven zich voor te bereiden op onvermijdelijke, maar onzekere veranderingen, met prognoses die gebaseerd zijn op scenario's, waarschijnlijkheidsberekeningen en risico-inschattingen. Een duurzame inrichting van het watersysteem is nodig om ruimte, natuur en landschap te behouden en te ontwikkelen in deze dynamisch veranderende wereld. In 2009 heeft het onderzoek binnen dit programma onder meer de volgende resultaten opgeleverd:

Praktijktoepassing van horizontaal gestuurd geboorde winputten (HDDW)

Een *horizontal directional drilled well* of HDDW is een horizontaal gestuurd geboorde put, waarbij het onttrekkings/infiltratiefilter horizontaal ligt en veel grotere lengtes heeft dan de conventionele verticale putfilters. Tijdens de onderzoeksbijeenkomst werd gepresenteerd hoe in Macharen (Brabant Water) met RVS filters en biologisch afbreekbare boorspoeling een verticale proefput is aangelegd, die goed te ontwikkelen en te regenereren bleek en een prima capaciteit had maar helaas door de gebruikte boorspoeling bacteriologische problemen had. Bovendien werd bij deze praktijkproeven voor het eerst gemeten tot hoe diep een hogedrukspuit doordringt bij het ontwikkelen van een put: rond de buis ontstond een zeven centimeter brede "witte band". Vervolgens is eind 2009 in Nieuwegein een complete proefwinning uitgevoerd. Daarbij is een mantelbuis ingetrokken, zijn verschillende soorten filters getest,

en is een nieuwe methode gebruikt om de boorspoeling bentoniet te verwijderen. BTO-onderzoekers van KWR werken bij dit project samen met kennisinstututen IF Technology, drie waterbedrijven (eindgebruikers) en industriële partners (aannemer Visser & Smit Hanab, boorfirma Haitjema, filterleverancier Wavin).

BTO 2009.040 (s). HDDW: Laboratoriumtest naar de geschiktheid van vier boorvloeistoffen; Deelonderzoek Horizontal Directional Drilled Wells.; Kooiman, J.W en G. Cirkel, Nieuwe techniek voor onttrekken en infiltreren van grondwater, H2O/24-2009, pag 6-9.

Fysische basis voor interpolatie grondwaterstanden tussen waarnemingspunten

Tijdreeksanalyse op grondwaterstanden met *Menyanthes* kon tot op heden alleen ter plaatse van de waarnemingspunten zelf worden uitgevoerd. Met een nieuw ontwikkelde rekentool kan de grondwaterstand nu ook tussen de waarnemingspunten, dus vlak-dekkend, worden berekend. Tot op heden werden voor



die interpolatie puur statistische methoden gebruikt. De nieuwe tool houdt echter nadrukkelijk rekening met de fysische werkelijkheid door grondwaterstromingsvergelijkingen te gebruiken bij de interpolatie, waardoor berekende grondwaterstanden meer betrouwbaar zijn geworden.

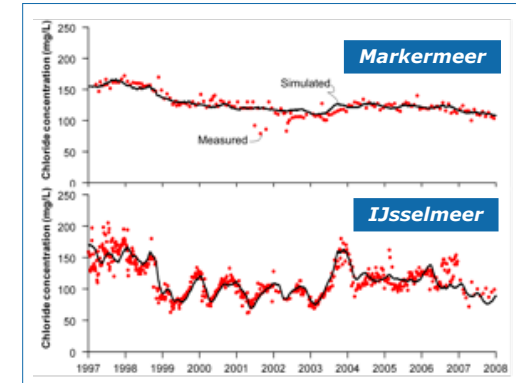
Bakker M, Maas K, Schaars F en von Asmuth J (2006) Analytic modeling of groundwater dynamics with an approximate impulse response function for areal recharge, Advances in Water Resources vol 30 (3) pp 493-504

Modelleren chloridebelasting Rijn: zoutbelasting moet nog verder omlaag

KWR heeft een model ontwikkeld waarmee het chloridegehalte van het IJsselmeerwater bij Andijk kan worden ingeschat, en de invloed van klimaatverandering op dat gehalte. De belangrijkste variabelen van het model zijn de chloridebelasting van de Rijn, de afvoer van de Rijn en de stand van de zeespiegel bij de Afsluitdijk.

Een belangrijke uitkomst van het model is dat in droge zomers (zoals 2003) het chloridegehalte bij Andijk niet alleen wordt verklaard door de aanvoer van Rijnwater, maar ook door lekverliezen van zeewater via de sluisen van de Afsluitdijk. Ondanks het feit dat de zoutvracht in de Rijn sinds 1997 met een factor drie is afgenomen, is verdere vermindering van de zoutbelasting van de Rijn nodig om te kunnen voldoen aan de drinkwatereis voor chloride tijdens de droge zomers die worden voorspeld in klimaatscenario's.

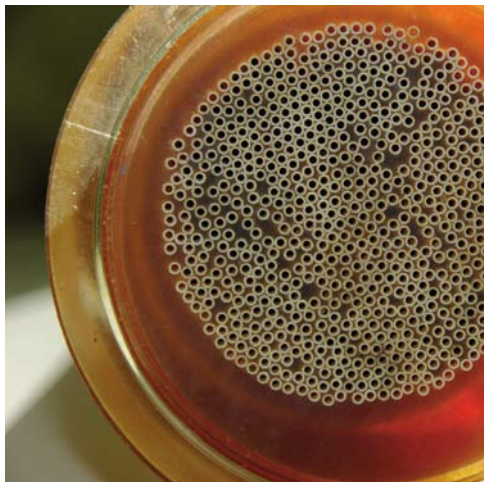
Zie ook BTO 2009.041 (s) Drinkwaterfunctie Markermeer en verzilting IJsselmeergebied en Bonte/ Zwolsman; Klimaatverandering en verzoi-ting van de Rijn; H2O 42 (2009) 20, p.29-31



Resultaten van het model voor het Markermeer en het IJsselmeer. De zwarte lijn is de gesimuleerde chloride concentratie, de rode punten zijn de waargenomen concentratie.

Eisen aan laagste grondwaterstanden gebiedsspecifiek

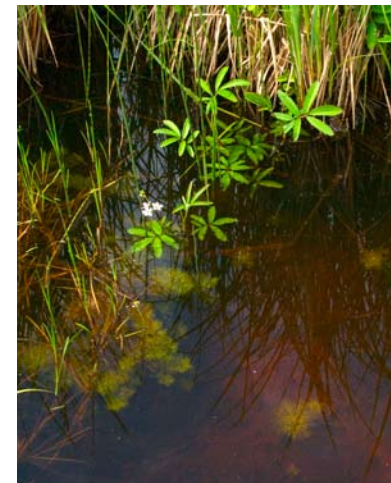
In het water- en natuurbeheer wordt het voorkomen van grondwaterafhankelijke vegetaties over het



algemeen direct gekoppeld aan de grondwaterstand. Daarbij wordt vaak over het hoofd gezien dat grondwaterstanden slechts indirect, via factoren als zuurstofvoorziening, vochtvoorziening, zuurgraad en voedselbeschikbaarheid van invloed zijn op de vegetatie, en dat de doorwerking op standplaatscondities en plantengroei sterk afhankelijk is van gebiedspecifieke factoren als bodemtype, geohydrologie en peilbeheer. BTO-onderzoek heeft aangetoond dat met name eisen aan de laagste grondwaterstanden alleen gebiedspecifiek kunnen worden geformuleerd. Dit neemt niet weg dat juist de laagste grondwaterstand een belangrijke maat kan zijn voor onder andere de zuurbuffering; de grootste bedreiging voor verzuring van grondwaterafhankelijke vegetaties is het wegvallen van kwel bij te lage grondwaterstanden. Om te voorzien in de behoefte vanuit het natuurbeleid aan algemene vereisten voor de grondwaterstand, zijn suggesties gedaan voor de wijze waarop rekening kan worden gehouden met de vereiste zuurbuffering door kwel.

Onderzoek naar klimaatverandering en klimaattop

KWR heeft een sterke positie verworven in het FES-programma Kennis voor Klimaat, die is verzilverd in de vorm van aanzienlijke cofinanciering voor de BTO-projecten over zoetwaterbeschikbaarheid in de Rijn-Maasdelta en klimaatbestendige ecohydrologische modellering (elk ca. 500 duizend euro). Participatie in de organisatie van het *Holland Climate House* tijdens de klimaattop van 7 tot 18 december 2009 in Kopenhagen heeft KWR en het BTO goed op de kaart gezet binnen het onderzoek naar "water en klimaat", te midden van spelers als Deltares, Alterra, TNO en WUR.





BTO-programma: Waterbehandeling



Het onderzoeksprogramma *Waterbehandeling* richt zich op behoud van consumentenvertrouwen door te streven naar een top-waterkwaliteit via zuivering in de watercyclus, rekening houdend met de integrale (zuiverings)kosten.

Centraal staan:

- Verwijderen, omzetten of inactiveren van prioritaire stoffen en pathogene micro-organismen met membranen en geavanceerde oxidatietechnieken;
- Integrale zuiveringsschema's voor prioritaire stoffen in de waterketen, pathogene micro-organismen, biologische stabiliteit en deeltjes;
- Ontwikkelen en onderzoeken van oplossingen voor praktische barrières bij zuiveringstechnieken, waaronder de inzet van innovatieve technologie voor drinkwaterzuivering;
- Verkennen van nieuwe technieken en innovatieve ideeën voor waterzuivering voor de hele waterketen.

Onderzoek binnen dit BTO-programma heeft in 2009 diverse interessante resultaten opgeleverd:

Biologische stabiliteit en Natuurlijk Organisch Materiaal NOM

Natuurlijk organisch materiaal (NOM) in het ruwe oppervlaktewater levert geregeld operationele problemen op bij de drinkwaterzuivering. Behandeling vooraf met ionenwisseling in een gefluidiseerd bed (FIX) kan een bijdrage leveren aan de biologische stabiliteit van water door NOM of deeltjes te verwijderen voorafgaand aan een oxidatiestap. Pilotonderzoek bij en met Waternet met positief geladen polymeer-ionenharskorrels in een grote proefinstallatie in Weesperkarspel liet zien dat het NOM-gehalte daardoor met ongeveer zestig procent kan dalen. Het verwijderde materiaal blijkt grotendeels uit humuszuren te bestaan. Dit heeft positieve effecten op de daarna geschakelde zuiveringsstappen. Overigens kunnen er ook negatieve effecten ontstaan door nalevering van stoffen uit de gebruikte ionenwisselingshars, die moet dus goed worden gekozen en/of worden voorbehandeld. Dit aspect wordt verder onderzocht binnen het project *Biologische stabiliteit*. De

proeven hebben bovendien veel kennis opgeleverd over de optimale afstemming tussen de ionenwisselaar en de ozonisatiestap. Nu wordt de financiële haalbaarheid verder onderzocht.

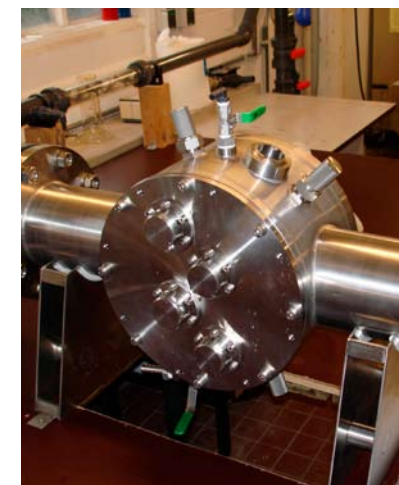
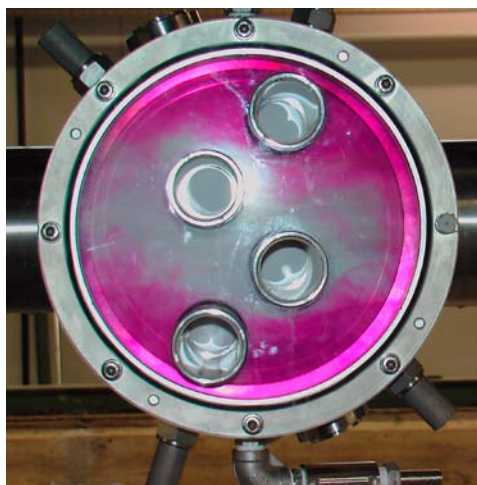
Zie ook BTO 2009.052 (s) Improvement of the biological stability of drinking water by removal of NOM and particles.

Bovendien is gebleken dat NOM-karakterisering met vloeistofchromatografie in combinatie met organische koolstofdetectie (LC-OCD) en FEEM (Fluorescence Excitation Emission Matrices) een goede aanvulling biedt op bestaande bioassays voor NOM.

Zie ook BTO 2009.031 (s) The use of NOM characterisation methods to determine biodegradable NOM.

Voorkeur voor brongerichte aanpak hormonen en geneesmiddelen

Op 21 april vond de jaarlijkse BTO-workshop Water-



behandeling plaats. In een debat tijdens deze workshop werden argumenten ingebracht voor en tegen de stelling 'Hormonen en geneesmiddelen moeten volledig verwijderd worden uit drinkwater'. Voorstanders beargumenteerden dat verwijdering nodig is om het vertrouwen van de consument te behouden. Zij pleitten ervoor het zogenoemde voorzorgsprincipe te hanteren. Tegenstanders brachten juist in dat er in de huidige situatie geen risico's zijn voor de volksgezondheid en dat volledige verwijdering duur is. Bovendien is het niet duurzaam omdat verwijdering veel energie kost en extra afvalstoffen veroorzaakt. Uiteindelijk gaven de deelnemers aan de workshop de voorkeur aan een brongerichte aanpak van hormonen en geneesmiddelen die de bronnen voor drinkwater bereiken. Deze workshop heeft onder meer geleid tot samenwerking met STOWA en Rioned en het nieuwe thematische BTO-project *Dealing with pharmaceuticals in drinking water production*.

Zie ook BTO 2009.029 (s) *Drinkwaterproductie in de toekomst! Moet er een barrière in de zuivering komen voor geneesmiddelen en hormonen? BTO workshop 21 april 2009.*

UV/H₂O₂-behandeling

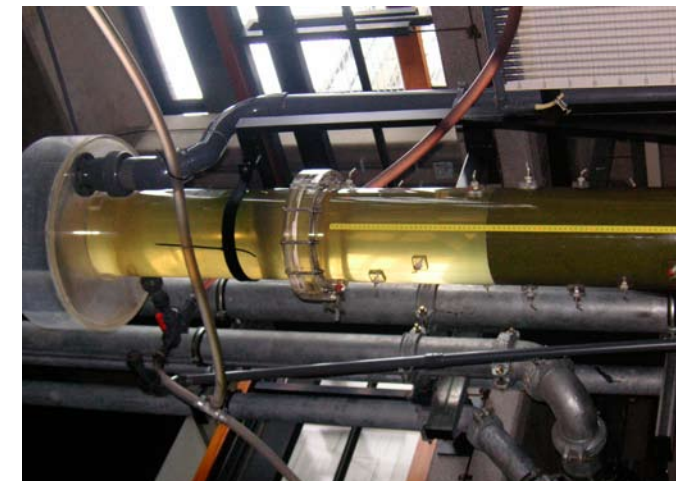
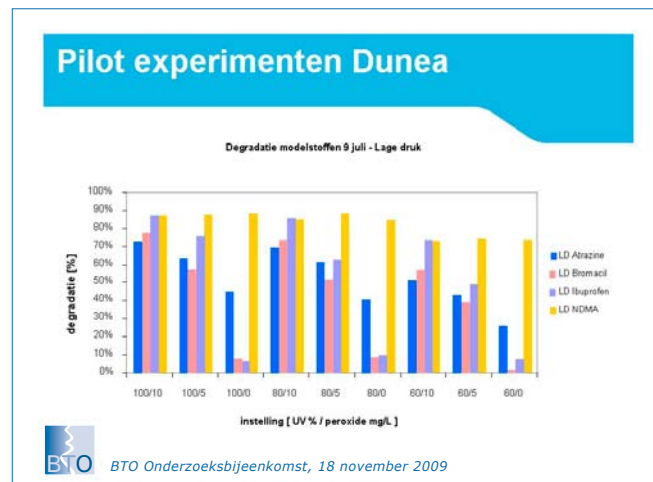
Veel onderzoek is gedaan naar UV/H₂O₂-behandeling. In het laboratorium en in een pilotinstallatie bij Dunea zijn drie typen UV-lampen onderling vergeleken op hun prestaties wat betreft omzetting van organische microverontreinigingen en energieverbruik. Ook zijn testen uitgevoerd bij Greater Cincinnati Waterworks (GCWW). Hieruit is gebleken dat een geoptimaliseerde lagedruk-high output (LD-HO)-UV-lamp en een nieuwe Dielectric Barrier Discharge (DBD)-UV lamp mogelijk een interessant alternatief kunnen zijn voor de state-of-the-art middendruk (MD)-UV lamp. Ook de vorming van genotoxiciteit is onderzocht. Na UV of UV/H₂O₂ ontstaan onder bepaalde omstandigheden positieve scores in de nieuwe Ames II test (met één van de bacteriestammen),

maar niet in de Comet-test. De stoffen die deze genotoxische respons veroorzaken zijn nog niet geïdentificeerd. De genotoxiciteit is overigens na de gebruikelijke nabehandeling met actievekoolfiltratie verdwenen.

Zie ook BTO 2009.036 *Omzetting van prioritare stoffen met UV/H₂O₂ oxidatie.*

DOPFR-UV en bromaat

Behandeling van bromidehoudend water met ozon voor desinfectie en omzetting van organische microverontreinigingen kan leiden tot bromaatgehalten boven de drinkwaternorm. In het kader van het TTIW-programma is onderzocht of in een nieuw proces, bestaande uit een plug flow reactor met een ozonisatie zijstroom gevolgd door UV (DOPFR-UV) in water inderdaad minder van het mogelijk carcinogene bromaat wordt gevormd. Dat bleek niet zo te zijn. Mogelijk kan wel door een optimale combinatie van ozondosering en UV-dosis het bromaatgehalte worden beperkt.



Zie ook: BTO 2010.003 Feasibility study of combined ozone and UV systems (DOPFR-UV).

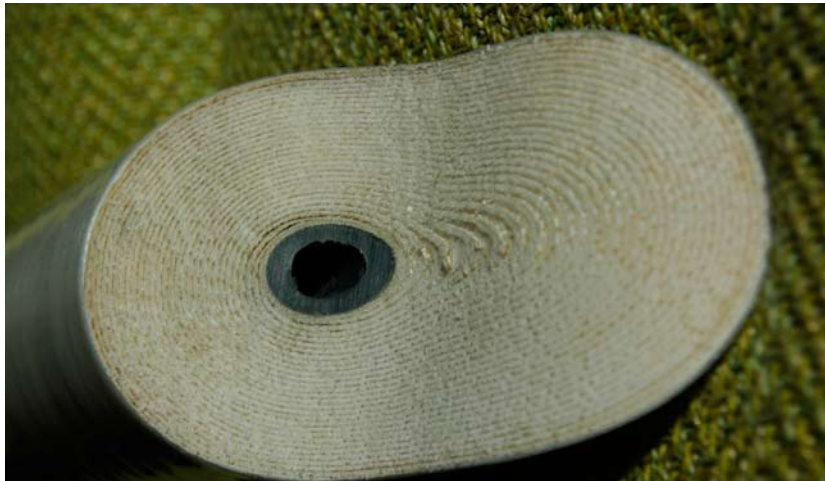
Membranvervuiling spiraal gewonden membraanelementen (NF/RO)

Luchtwaterspoeling bij spiraal gewonden membraanelementen (AIRO) is effectief voor het beheersen van zowel biofouling als deeltjesvervuiling. Er blijkt geen invloed te zijn van permeatie op het effect van luchtwaterspoeling en de integriteit van de membraanelementen wordt niet aangetast door luchtwaterspoeling. Toepassing van luchtwaterspoeling bij spiraal gewonden membraanelementen op effluent, oppervlaktewater en zeewater vindt plaats in een Innowator AiRO project in samenwerking met Evides, Vitens en Hatenboer Water. De eerste resultaten van een korte duur experiment met oppervlaktewater (Leeuwarden) wijzen op effectieve AiRO toepassing bij minimale voorbehandeling (grof zeef). Het onderzoek wordt in 2010 voortgezet door een TTIW-aio.

Literatuuronderzoek nanotechnologie

Er zijn membranen in ontwikkeling die naar verwachting op korte termijn op de markt komen en die een zeer hoge flux hebben omdat ze via nanotechnologie zijn gemodificeerd en zo verbeterde eigenschappen hebben gekregen. Modificatie van polymere membranen met nanodeeltjes kan membranen hydrofieler maken, zodat een twee tot drie maal hogere flux ontstaat en minder vervuiling optreedt. Dit kan bij waterbehandelingsprocessen mogelijk een hogere efficiëntie en een lager energieverbruik opleveren, daarom wordt laboratoriumonderzoek voorbereid om dergelijke membranen op hun merites te testen.

Zie ook BTO 2009.023 (s) Literatuuronderzoek Nanotechnologie voor waterbehandeling.





BTO-programma: Waterdistributie

Hoofdzaken in het programma *Waterdistributie* zijn leidingnetbeheer en de waterkwaliteit in het leidingnet. Kennis over deze onderwerpen wordt ontwikkeld en vervolgens toegankelijk en toepasbaar gemaakt. Modelleren speelt daarbij een belangrijke rol. Het doel is efficiënter en duurzamer beheer van distributieassets en bijdragen aan de gezondheid door een continu streven naar verbeterde waterkwaliteit aan de tap, leveringszekerheid en transparante beheerbesluiten. Het onderzoek binnen *Waterdistributie* richt zich in 2009 tot en met 2012 daarnaast sterk op visievorming over leidingnetbeheer en waterkwaliteit in het leidingnet (distributiestabiliteit). Enkele voorbeelden uit 2009:

Akoestische detectie kan waterleidingen rond gebouwen beschermen tegen (terroristische) inbreuken

Bij het districtskantoor van Brabant Water in Breda is een prototype detectiesysteem van TNO geplaatst. Vier strategisch geplaatste hydrofoons detecteren en classificeren daar inbreuken op het waterleidingnet via audio- en spectrogram-analyse. Het systeem kan inbreuken op het waterleidingnet in de omgeving van het gebouw detecteren, zowel aanvallen op de buis (hamertikken) als pogingen iets aan het water toe te voegen (pompgeluiden). De detectie en de analyse van de geluiden gebeurt direct (real time), maar moet per locatie worden ingeregeld om ongevaarlijke geluiden te leren herkennen. Dit moet zoveel mogelijk loze alarmen voorkomen. De kosten voor het verder ontwikkelen van operationele detectiesysteem lijken beperkt. Het prototype is het resultaat van de derde fase van het project *Geluid in water* van TNO S&P, dat medegefinancierd wordt door het BTO (via KWR). Het

project is grotendeels uitgevoerd door TNO, onder begeleiding van KWR.

Zie ook BTO 2008.059 Geluid in water – fase 3.

BTO-symposium Waterdistributie

Het BTO-programma *Waterdistributie* hield op 8 april 2009 een symposium dat werd bezocht door tachtig medewerkers van drinkwaterbedrijven. Via diverse (duo)presentaties werd een overzicht gegeven van ontwikkelingen en resultaten in het BTO-distributieonderzoek:

- via de geproduceerde waterkwaliteit is sedimentvorming te voorkomen en daarmee bruin water te bestrijden;
- de optimale snelheid bij zelfreinigend ontwerpen is 0,4 m/s;
- een overzicht van beschikbare leidinginspectietechnieken en hun interpretatie;



- de nieuwe focus op de invloed van verbindingen op het ontstaan van storingen, inclusief bijbehorende faalmechanismen (ook onderzocht met TTIW);
- de afsluiter tool CAVLAR, (ook bij de onderzoeksbijeenkomst besproken, zie pag 6);
- trend- en toekomstverkenningen via DWSI (zie pag. 7);
- toepassing van GIS voor leidingnetanalyse;
- waterbedrijven denken in termen van “klanten” (en hun wensen) in plaats van “aansluitingen”.

Zie ook BTO 2009.012 (s) Symposium Waterdistributie II 8 april 2009 en BTO 2009.003 (s) Handleiding 'CAVLAR' Beschrijving en interpretatie versie 1.1.

SIMDEUM modelleert ook niet-huishoudelijk waterverbruik effectief

Binnen het BTO is het model SIMDEUM ontwikkeld dat huishoudelijk waterverbruik modelleert op basis van informatie over waterverbruikende apparatuur in de

woning én het waterverbruik van aanwezige mensen. Het model voorspelt zowel het totale waterverbruik als het verbruik over de dag goed. SIMDEUM is uitgebreid om ook niet-huishoudelijk waterverbruik te modelleren, bijvoorbeeld in kantoren, hotels en zorginstellingen. Met inzicht in niet-huishoudelijk waterverbruik kunnen waterbedrijven en binneninstallatiebedrijven opwarming en waterkwaliteit in het leidingnet beter onderzoeken. Daarnaast kan het model worden ingezet voor modellering van binneninstallaties.

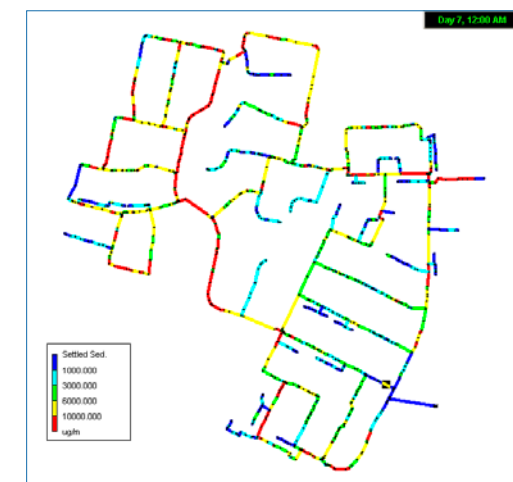
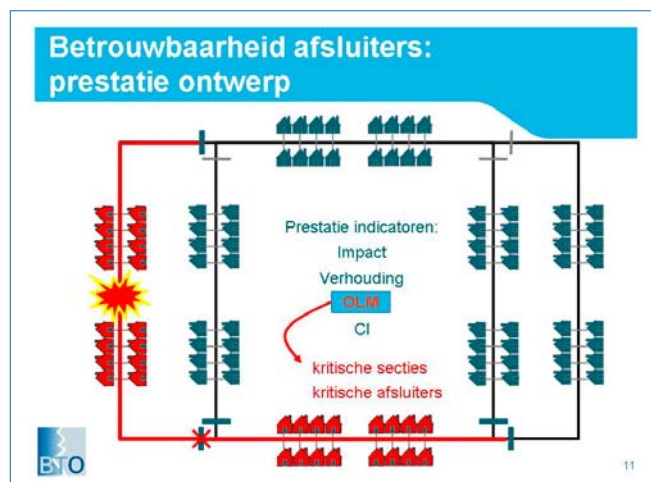
Zie ook BTO 2009.013 Modelleren van niet-huishoudelijk waterverbruik.

BTO ijkt Australisch model voor opwerveling van sediment in leidingnet

Sediment kan in een leidingnet bezinken en onder invloed van hydraulische omstandigheden weer opwervelen. *Water Quality Research Australia* (WQRA)

heeft deze processen op laboratoriumschaal onderzocht en beschreven in een model: de *Water Quality Distribution Modelling Tool Box* of WQDMTB dat voorspelt waar in een leidingnet het meeste sediment zal bezinken.

WQRA heeft het BTO gevraagd het model te testen met praktijkdata, zoals spuitproeven. WQDMTB blijkt een goed hulpmiddel om te begrijpen wat er gebeurt in een heel netwerk, maar sommige relevante mechanismen (zoals het plakken van sediment aan de wand) zijn er nog niet goed ingebracht, evenals het effect van veranderende stroomsnelheden en variabele bezink-snelheden. Met verbeteringen op basis van inzicht in de relevante mechanismen en deeltjeseigenschappen kan WQDMTB een goed vervuilingvoorspellingsmodel worden. Daarvoor worden nu Australische laboratoriumkennis en Nederlandse praktijkkennis gecombineerd.



Casestudies leveren stappenplan op voor GIS-analyses van leidingnetten

Nu steeds meer gegevens over het leidingnet digitaal beschikbaar zijn, groeien de mogelijkheden voor analyse met geografische informatiesystemen (GIS). Ook koppelingen met systemen van derden dragen daaraan bij. Ervaringen uit casestudies met WML naar saneringscriteria en met Brabant Water naar voorspelling van de bodemtemperatuur stappenplan opgeleverd voor de gestructureerde en nauwgezette werkwijze die nodig is bij omgang met grote hoeveelheden GIS-gegevens. Bij (her)inrichting van hun databestanden kunnen waterbedrijven het best rekening houden met eisen voor (toekomstige) GIS-toepassingen.

Zie ook BTO 2009.016 De inzet van Geografische Informatiesystemen voor analyses van het leidingnet.



Leidingnetbeheer steeds (pro)actiever

In de helft van de gevallen saneren waterbedrijven een deel van hun leidingnet op eigen initiatief, zonder een externe aanleiding als werk aan bestrating of riolering of herinrichting van een wijk. Dit bleek uit een enquête voorafgaand aan de BTO-workshop *Leidingen vervangen of niet – hoe neem je een goede beslissing?* op 8 december 2009, met 22 leidingnetbeheerspecialisten. Voorheen vloeiden de meest werken voort uit externe aanleidingen, waterbedrijven worden dus (pro)actiever bij het leidingnetbeheer. Ook gaan ze steeds meer uit van een risicobenadering (wat is het effect van een leidingbreuk op een bepaalde plek). Voor gefundeerde saneringsbeslissingen is inzicht nodig in alle relevante "beslisvariabelen", liefst in de vorm van een afwegingenkader, naast hulpmiddelen voor bijvoorbeeld conditiebepaling. De diverse innovatieve, ingenieuze en vaak dure conditiebepalingstechnieken zijn vooral geschikt om de kwaliteit van grotere (duurdere) leidingen te meten. Het grootste

deel van het leidingnet heeft echter kleine diameters en daarvoor zijn computermodellen het meest geschikt. Een BTO-pilot bij Dunea met het model CARE-W liet zien dat dit model geschikt is voor de selectie van te saneren leidingen maar nog gebruiksvriendelijkheid mist.

Zie ook BTO 2010.007 Toepasbaarheid van CARE-W voor waterbedrijven – Evaluatie pilot bij Dunea.





BTO-programma: Client 21



De laatste stap in de drinkwatervoorziening is levering aan de consument of klant. Binnen het BTO-programma Client 21 werden de ontwikkelingen in de relatie tussen klanten en waterbedrijven onderzocht. In verband met aanhoudende discussies over noodzaak en uitvoering van consumentenonderzoek heeft het CvO in 2008 besloten het programma Client 21 niet binnen het BTO voort te zetten. Lopende projecten werden wel volgens plan afgerond. In 2009 zijn de twee laatste projecten afgerond, Klantwensen en bedrijfsprestaties en Gedragspraktijk watergebruik. Dat heeft de volgende inzichten opgeleverd:

Klanten willen dienstverlening zonder zorgen en efficiënte communicatie

Voortbouwend op eerder TECHNEAU-onderzoek is kwalitatief onderzoek gedaan naar de wensen van de Nederlandse drinkwaterconsument. Hiervoor zijn acht discussiegroepsessies van twee uur gehouden met klanten van Waternet en Waterbedrijf Groningen. Consumenten blijken over het algemeen tevreden te zijn en het liefst alles te willen houden zoals het is. Zij wensen zich niet druk te hoeven maken over drinkwater. Water moet er gewoon zijn: schoon, veilig, altijd voorhanden en tegen een redelijke prijs. Consumenten verwachten dat het waterbedrijf actief communiceert over activiteiten die hen direct kunnen raken, zoals onderhoud en incidenten. Overige informatie moet beschikbaar zijn op het moment dat ze die nodig hebben, bijvoorbeeld op internet. Voor waterbedrijven liggen de kansen voor het verbeteren van hun relatie met de klant vooral in de contactmomenten. Uit de discussies komt naar voren dat de afhandeling van telefonisch contact en e-mailverkeer een grote

invloed op de klantperceptie heeft. Inmiddels wordt buiten het BTO, in multiclient-onderzoek, nader kwantitatief onderzoek uitgevoerd naar de wensen van de klant.

Zie ook BTO 2009.043 Klantwensen en bedrijfsprestaties.

Innovaties en nieuwe rollen vooral richten op waterkwaliteit en milieu

Met Wageningen Universiteit zijn de ontwikkelingen in de gedragspraktijk van waterverbruik in kaart gebracht. Consumenten blijken water steeds meer te zien als onderdeel van hun gezondheid-, wellness- of comfortbehoeften. Drinkwaterbedrijven kunnen hun dienstverlening verbeteren door hierop in te spelen. Consumenten vinden innovaties en nieuwe rollen bij het drinkwaterbedrijf passen, zolang deze op de een of andere manier te maken hebben met waterkwaliteit en milieu, zoals verantwoord gebruik.

Zie ook BTO 2009.032 Gedragspraktijk Watergebruik.





Tekst en redactie

Gerda Sulmann (*KWR Watercycle Research Institute*)

Grafisch ontwerp

Arthur Wentzel
(www.GrafischOntwerper.nl)

Kwaliteitsborging

Anne Mathilde Hummelen
en Gertjan Medema (*KWR Watercycle Research Institute*)

Projectnummer

B111732

© 2010 KWR

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoerd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.