



BTO 2018-2023 – wat hebben we geleerd?

UITGELICHT 14 FEBRUARI 2024

In 2023 liep het vorige zesjarige BTO-onderzoekscontract af. KWR-onderzoekers kijken terug op de ontwikkelingen in die zes jaar. In de afgelopen periode Bedrijfstakonderzoek voor waterbedrijven zijn er nieuwe uitdagingen naar voren gekomen. Omdat in het BTO nadrukkelijk ook gekeken wordt naar wat er op de drinkwatersector af komt, hadden KWR en de drinkwaterbedrijven al voorzien dat deze vraagstukken zouden opkomen.

Geschreven door Roberta Hofman-Caris, Gerda Sulman (KWR Water Research Institute)

De Nederlandse drinkwaterbedrijven en één Vlaams drinkwaterbedrijf (De Watergroep) vormen samen met KWR een onderzoeksverband dat uniek is in de wereld. In het Bedrijfstakonderzoek voor waterbedrijven (BTO) werken zij samen aan drinkwatergerelateerd onderzoek. Al meer dan veertig jaar sluiten zij meerjarige contracten, waarin ook de onderzoeksthema's steeds in grote lijnen worden vastgelegd. De

onderzoeksagenda's voor deze BTO-programma's worden steeds in nauw overleg tussen KWR en de drinkwaterbedrijven vast- en bijgesteld.

Jaarlijks besteden de waterbedrijven samen zo'n 6 miljoen euro aan dit gezamenlijke onderzoek. In 2023 is weer een zesjarige onderzoeksperiode afgelopen en in 2024 is een nieuw zesjarig contract van start gegaan. Een goed moment dus voor een terugblik op de afgelopen zes jaar onderzoek. Wat is er tijdens dit programma geleerd? Verschillende KWR-onderzoekers beantwoorden deze vraag voor hun vakgebied.

Betere aanpak van droogte

De afgelopen BTO-periode (2018-2023) kreeg Nederland voor het eerst op grote schaal te maken met het probleem droogte. Hierdoor kwamen alternatieve bronnen en hergebruik, maar ook governance prominent op de agenda te staan, aldus Ruud Bartholomeus (chief science officier van KWR) en Henk-Jan van Alphen (onderzoeker resilience management and governance). Ook Sija Stofberg (onderzoeker geohydrologie) wijst op de snelle ontwikkeling die het thema droogte tijdens het huidige, aflopende BTO-contract heeft doorgemaakt: "er wordt meer strategisch gekeken en bronbescherming en -diversificatie spelen nu een prominente rol. Door te inventariseren wat er bij de verschillende drinkwaterbedrijven speelt en trends te signaleren, konden waterbedrijven van elkaar leren."

WiCE: onderweg naar duurzaam circulair

Het onderwerp droogte riep naast de 'traditionele', puur technische vragen ook sociaal-wetenschappelijke vragen op. Een meer procesmatige innovatie vanuit én naast het traditionele BTO was het nieuwe programma Water in de Circulaire Economie (WiCE). Binnen WiCE werken drinkwaterbedrijven, waterschappen, bedrijven, gemeentes, provincies en het Rijk samen. Juist in het kader van de transitie naar een duurzame en circulaire inrichting van het watersysteem is het nodig om samen met andere partijen een visie te vormen en de nieuwe uitdagingen op te pakken.

Dat vraagt niet alleen om technische kennis, maar ook om antwoorden op de vraag wat met die kennis wordt gedaan en hoe dat kan worden bereikt. Kees Roest (senior onderzoeker energie en circulaire systemen, en programmamanager TKI-topconsortia voor kennis en innovatie) beaamt dit. “WiCE heeft veel bijgedragen aan het gevoel van urgentie en het opzetten van een strategie om de problemen aan te pakken en een duurzaam circulair systeem te verwezenlijken.”

Beter rekening houden met grondwaterkwaliteit

Behalve de droogte, die met name leidt tot problemen met de kwantiteit van beschikbaar zoet water, speelt ook de verslechterende kwaliteit van het water een belangrijke rol. Dat het oppervlaktewater sterk vervuild is, is bekend, maar ook de grondwaterkwaliteit gaat door antropogene invloeden achteruit. Een van de nieuwste problemen is dat PFAS steeds vaker ook in het grondwater wordt aangetroffen. In het programma Kennisimpuls Waterkwaliteit is hier speciaal aandacht aan besteed. “Doordat reactieve stoffen als pyriet en organische stof in de bodem afbreken onder invloed van nitraatuitspoeling en verdroging, wordt het systeem steeds kwetsbaarder,” zegt Gijsbert Cirkel (senior onderzoeker hydrologie/hydrochemie).

Daarom is in de afgelopen BTO-periode ook de vraag opgepakt hoe het grondwaterbelang (grondwateraanvulling, reductie uitspoeling gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen) beter kan worden meegenomen bij de verduurzaming van landbouwbodems.



Afbeelding 1. Onderzoek naar brak grondwater bij Dunea in Scheveningen, februari 2022

Daarnaast is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om stoffeigenschappen die relevant zijn voor transport en afbraak tijdens bodempassage, af te leiden op basis van molecuuleigenschappen van organische microverontreinigingen (OMV's) via QSARs (quantitative structure activity relationships). Uit onderzoek langs een aantal meetraaien bij winningen blijkt dat er zeker op het gebied van geladen OMV's nog grote uitdagingen zijn. In de komende BTO-periode wordt hieraan verder gewerkt. Cirkel: "de eerste stappen zijn gezet om het PFAS-transport in de onverzadigde zone te modelleren om beter grip te krijgen op de risico's die deze stoffen vormen voor het grondwater. Ook onderzoeken we waterkwaliteitsaspecten bij infiltratie en aanvulling en ook dit onderzoek wordt voortgezet in de komende BTO-periode."

Stikstof en natuur

Stikstofdepositie is ook voor de drinkwaterbedrijven – die grote natuurbeheerders zijn - een stevige uitdaging. "Daarom hebben we bijvoorbeeld de effectiviteit van mitigerende maatregelen onderzocht", vervolgt Cirkel. "Hierbij bleek dat verstuiving in de duinen helpt, maar dat het plaggen van heide geen zinvolle maatregel is. Ook is gewerkt aan verbetering van methodes en technieken voor ecologische

effectbeoordeling van eisen aan grondwaterstanden en kwel. Deze zijn opgenomen in de Waterwijzer Natuur. Onderzoek naar productietechnische aspecten omvatte bijvoorbeeld een nieuwe tool om putschakelschema's te optimaliseren: zo zorgen waterbedrijven dat de kwaliteit van het opgepompte grondwater constant is en er tegelijkertijd zo min mogelijk putverstopping ontstaat.”



Afbeelding 2. Onderzoek naar infiltratie in een drinkwaterwingebied, februari 2022

Waterzuiveringsprocessen: procesverbetering door modellering en big data

De verslechterde waterkwaliteit van bronnen en de overstap naar alternatieve bronnen stellen hogere eisen aan waterzuiveringsprocessen. Zeker bij nieuwe typen verontreinigingen kost het veel tijd en geld om experimenteel uit te zoeken welke zuivering het meest geschikt is. Daarom is volgens Bas Wols (senior onderzoeker waterbehandeling en resource recovery) in het afgelopen BTO veel aandacht besteed aan het modelleren van zuiveringsprocessen. “Er waren voor een deel al wiskundige beschrijvingen beschikbaar voor zuiveringsprocessen als membraanfiltratie, (geavanceerde) oxidatie en adsorptie op actieve kool,

maar daarvoor was nog input nodig van stofafhankelijke parameters – en zeker bij nieuwe stoffen zijn die vaak onbekend. Met Quantitative Structure Property Relationships (QSPRs) kunnen we deze parameters nu vaak wiskundig voorspellen."

"Het wordt zo steeds beter mogelijk om op grond van de moleculaire structuur van een stof te voorspellen hoe die zich in een bepaald zuiveringsproces zal gedragen. Dit onderzoek zal worden voortgezet in het nieuwe BTO-programma. Dit betekent echter niet dat modellering het traditionele, experimentele onderzoek geheel kan vervangen. Zo is onderzoek gedaan naar het verbeteren van de biologische stabiliteit van water door te analyseren welke fracties organisch materiaal hiervoor verantwoordelijk zijn."

Snelfiltratie en OMV's

Snelfiltratieprocessen worden al decennia toegepast, maar nog steeds niet goed begrepen. Wols: "Hier hebben we onderzoek naar gedaan om in een klassieke zuivering water zonder colloïden te kunnen produceren. Dat sommige OMV's in zuiveringsprocessen biologisch worden afgebroken was al wel bekend uit het onderzoek naar zand- en actiefkoolfilters, maar het bleek ook een belangrijke rol te kunnen spelen in snelfilters. Daarnaast hebben we in de afgelopen BTO-periode onderzocht of, en zo ja hoe we die biodegradatie kunnen bevorderen."

Big data

De verwijdering van PFAS is in de afgelopen jaren snel erg belangrijk geworden. Wereldwijd wordt hier heel veel onderzoek naar gedaan, ook binnen het BTO. Wols: "Daar kijken we naar de voor- en nadelen van bepaalde technieken en welke nieuwe ontwikkelingen mogelijk kunnen worden toegepast in de (Nederlandse) drinkwaterzuivering." Verder is onderzoek gedaan naar waterkwaliteitsparameters die een rol spelen bij het uitloggen van asbestcementleidingen. Bij al deze processen spelen modellering en 'big data' steeds vaker een prominente rol.

Analyse waterkwaliteit verbeterd, strengere zuiveringseisen nodig

Het onderzoek naar de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater is

tijdens dit BTO-programma ook verbeterd. Wols: “De analysemethoden voor polaire stoffen zijn verbeterd, wat waardevolle informatie oplevert over zowel de waterkwaliteit als de effectiviteit van de verschillende waterbehandelingsprocessen. Tegelijkertijd hebben de betere analysemethoden laten zien dat sommige stoffen (veel) schadelijker zijn dan oorspronkelijk gedacht - en dat leidt tot nieuwe en strengere zuiveringseisen. Het bekendste voorbeeld op dit moment is wel PFAS, die vrijwel overal ter wereld in bronnen kunnen worden aangetroffen en met traditionele zuiveringstechnieken heel lastig te verwijderen blijken.”

Non-target screening en bioassays versterken kennis over toxiciteit

Ook de detectie en identificatie van micro- en nanoplastics staan in de belangstelling, zeker nu er een meetverplichting voor microplastics in water voor menselijke consumptie komt. “Non-target screening speelt hier een belangrijke rol in: daarbij wordt niet specifiek gezocht naar een bepaalde stof, maar nemen we de hele watermatrix onder de loep”, zegt Tessa Pronk (onderzoeker chemische waterkwaliteit en gezondheid). “Daarnaast worden vaker bioassays ingezet om het mogelijke effect van de waterkwaliteit op levende organismen te kunnen inschatten.

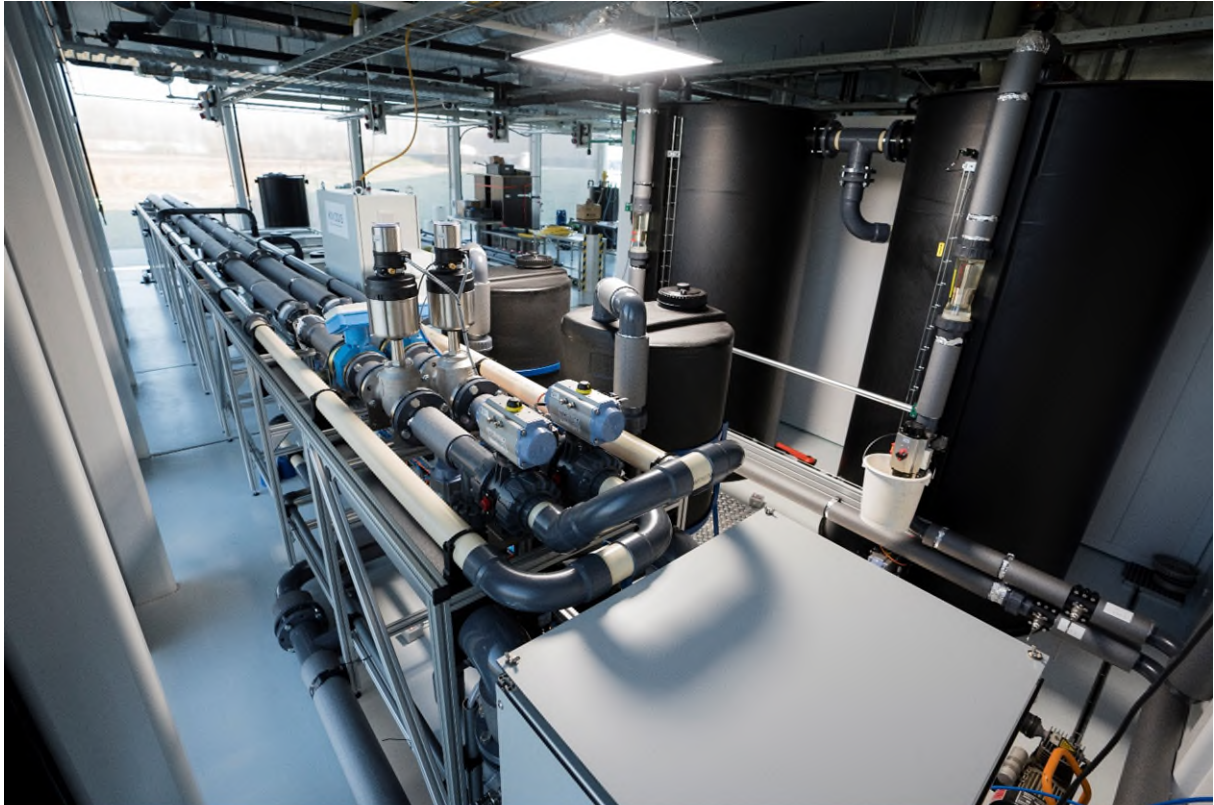
Machine learning en wederom QSARs spelen een steeds prominentere rol bij het analyseren van monsters en het identificeren van onbekenden, maar ook in het voorspellen van toxiciteit.” Om nieuwe vervuilingen te kunnen voorkomen, wordt steeds meer aandacht besteed aan ‘environmental forensics’, onderzoek naar de belangrijke factoren voor waterkwaliteit. “Zo brengen we (mogelijke) bronnen in kaart.” Binnen het onderzoek naar waterinfrastructuur zijn ook de risico’s van lood in binneninstallaties en van messing onderdelen in watermeters in beeld gebracht.



Afbeelding 3. Onderzoek naar microplastics in oppervlaktewater, oktober 2019

Fecale en opportunistische pathogenen onder de loep

Ook de aanwezigheid van (vooral de pathogene) micro-organismen heeft een grote impact op de waterkwaliteit. Het gedrag van micro-organismen in de onverzadigde zone van de bodem is beter in kaart gebracht en er is onderzocht welke grondwaterwinningen kwetsbaar zijn voor micro-organismen. Voor fecale pathogenen, zeker in grondwater, is in het afgelopen BTO de verplichte risicoanalyse verbeterd. Ook wordt er verder gekeken dan naar fecale pathogenen: er is meer aandacht gekomen voor de opportunistische pathogenen. Pronk: “op dit moment werken we aan een snellere meetmethode voor enterococcen en de inzet van ATP-metingen als vervangers voor metingen van het koloniegetal.”



Afbeelding 4. KWR-proeflab, februari 2015

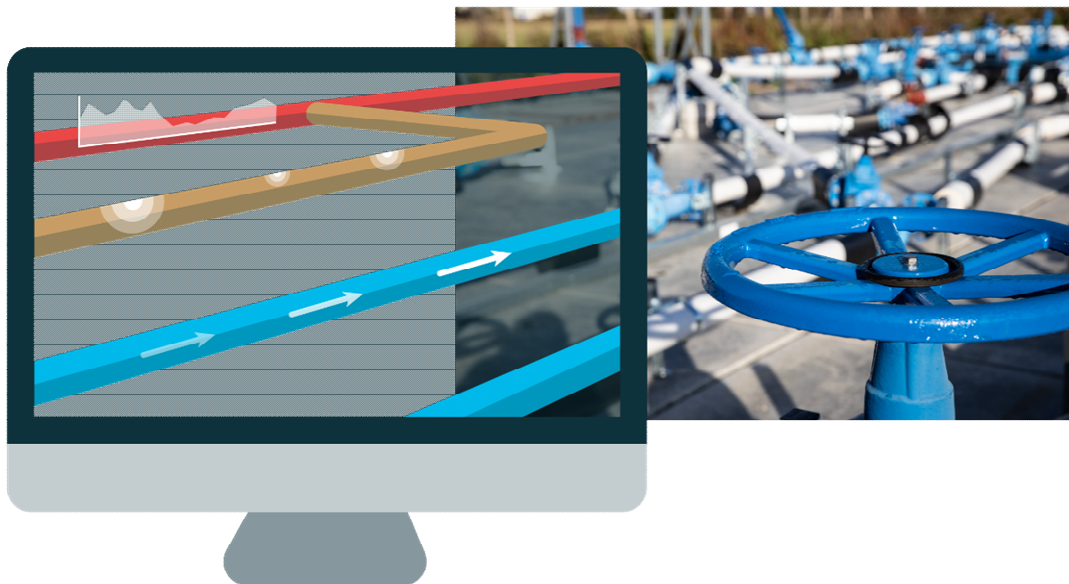
Drukke onder de grond beïnvloedt ook temperatuur en nagroei in het leidingnet

“Er wordt steeds meer bekend over de oorzaken van microbiologische groei in het leidingnet en daarmee ook over hoe die te beheersen,” zegt senior onderzoeker microbiologische waterkwaliteit en gezondheid Patrick Smeets. “Hierbij worden steeds vaker moleculaire methoden ingezet. In de afgelopen BTO-periode kwam, naast droogte en PFAS, ook nog een derde thema op: de drukke in de ondergrond, waar steeds meer leidingen worden aangelegd. De aanleg van onder andere warmtenetten kan leiden tot hogere temperaturen in de ondergrond, die gevolgen kunnen hebben voor de biologische stabiliteit – en dus voor eventuele bacteriegroei in het leidingnet.” Ook is er meer oog voor de antibioticaresistentie die op steeds meer plekken in het drinkwatersysteem kan worden aangetoond.

Dichter bij het ‘ideale leidingnet’ dankzij modellen en data

Het leidingnet - hierboven al genoemd – is naast de bronnen en de

zuivering een essentieel onderdeel van de drinkwatervoorziening. Ruim tien jaar geleden vroegen de drinkwaterbedrijven KWR al om een begin te maken met het ontwerp van zogenoemde streefstructuren voor het leidingnet. Deze laten zien hoe het ideale leidingnet eruit zou moeten zien. Sindsdien is er veel onderzoek gedaan op dit gebied, vertellen Ina Vertommen (teamleider hydroinformatica) en Karel van Laarhoven (onderzoeker waterinfrastructuur). Hierbij is een stap gemaakt van handmatig ontwerp naar geautomatiseerd ontwerp met behulp van numerieke optimalisatietechnieken.



Afbeelding 5. Hydroinformatica wordt ingezet voor beter ontwerp van leidingnetten

Langzaam maar werden ook onzekerheden in de modellering meegenomen en kwam in het afgelopen BTO ook steeds duidelijker de transitie van de huidige netwerken naar de streefstructuren in beeld. Vertommen: “Hoe komen we van de huidige netwerken naar het gewenste netwerk? Hiervoor moet rekening worden gehouden met het feit dat een leidingnet voor ongeveer 100 jaar wordt aangelegd en dat de conditie van het huidige leidingnet moet worden meegewogen in beslissingen over de vervanging ervan. We hebben conditieonderzoek gedaan en steeds verfijndere modellen ontwikkeld, die ook om meer en meer data vragen. Dat leidde tot een verschuiving van het echte

modelleren naar het verzamelen van relevante data. Dit gebeurde in diverse deelprojecten waarbij de drinkwaterbedrijven heel nauw betrokken waren, zodat ze de ontwikkelingen ook goed konden sturen."

Verder zijn er grote stappen gezet op het gebied van het modelleren en voorspellen van bijvoorbeeld sedimentvorming in het leidingnet. En de hierboven al genoemde toenemende drukte in de ondergrond, in combinatie met de energietransitie, heeft natuurlijk ook gevolgen voor het ontwerp van streefstructuren en de route daarnaartoe, onder andere omdat daardoor hogere temperaturen in de ondergrond ontstaan.

Hydroinformatica nu een volwaardig onderzoeksthema

Tijdens de afgelopen periode is hydroinformatica (HI) uitgegroeid tot een volwaardig thema binnen het BTO. HI houdt zich bezig met de toepassing van informatie- en communicatietechnologieën in de watersector. Dit is waardevol om de huidige en toekomstige uitdagingen het hoofd te bieden, en draagt bij aan een meer robuuste en duurzame sector. "Door bijvoorbeeld digitale technieken te ontwikkelen en beschikbaar te maken voor de drinkwaterbedrijven kunnen ze bruikbare informatie genereren uit data en modellen, kunnen ze processen en systemen beter begrijpen en verklaren, kan (menselijke of autonome) besluitvorming effectiever worden en blijft kennis beter behouden", zegt Vertommen.

Hydroinformatica biedt een brede basis, maar de toepassing ervan is vaak juist gericht op specifiek expertises en problemen. "Zo doen we bijvoorbeeld generiek onderzoek naar de meerwaarde van machine- en deep learning voor de watersector. Daarbij ontwikkelen we kennis die we kunnen toepassen op onder andere het automatisch verwerken van klantmeldingen en identificeren van microplastics."

Beter integraal assetmanagement

De beschikbare data en modellen in het distributieonderzoek maken het mogelijk het leidingnet steeds beter te beheren. Ralph Beuken (onderzoeker waterinfrastructuur): "Met het begrip assetmanagement bedoelen we het zo goed mogelijk beheren van bezittingen. In het

onderzoeksthema Integraal assetmanagement onderzoeken we hoe je assets van bron tot tap zo goed mogelijk beheert en dat beheer afstemt op de bedrijfsdoelen en op een veranderende omgeving. Binnen dit thema hebben we integrale risicoanalyses en besluitvormingsprocessen nader onderzocht en nagegaan hoe gegevens over het functioneren van zuiveringsinstallaties kunnen worden ingezet voor beter beheer.” Naast het uitgevoerde onderzoek bleek ook de kennisuitwisseling tussen de drinkwaterbedrijven een grote toegevoegde waarde te bieden.

Meer aandacht voor sociaal en communicatie-onderzoek naast technologie

Van oorsprong richt het BTO zich vooral op technisch onderzoek, maar het belang van maatschappelijke factoren en communicatie wordt steeds duidelijker en krijgt ook in het BTO meer aandacht. Technisch is van alles wenselijk en mogelijk, maar hoe neem je bijvoorbeeld de klanten hierin mee? Hoe kijken klanten naar hun drinkwater en de drinkwaterbedrijven? Wat kunnen we doen aan waterarmoede? Hoe kunnen drinkwaterbedrijven beter en doelgerichter communiceren over watergebruik?

Hoofd, hart en handen spelen allemaal een rol bij kraanwaterbewustzijn, volgens Nicolien van Alderen (water governance-onderzoeker): “wat weten mensen ervan, welk gevoel hebben ze erbij, en wat doen ze dan concreet? Inzicht hierin is essentieel als drinkwaterbedrijven bijvoorbeeld mensen willen stimuleren minder drinkwater te gebruiken.” “Binnen dit onderzoek zijn bijvoorbeeld serious games ontwikkeld en toegepast voor het organiseren van gedragsveranderingen”, vult Henk-Jan van Alphen aan.

Nieuwe uitdagingen

Samenvattend kan worden gesteld dat er in de afgelopen BTO-periode nieuwe uitdagingen naar voren zijn gekomen, zoals de noodzaak alternatieve bronnen aan te spreken (onderdeel van de ‘watertransitie’), de aanwezigheid van nieuwe verontreinigingen (PFAS, antibioticaresistentie) en de gevolgen van de toenemende drukte in de

ondergrond. Omdat in het BTO nadrukkelijk ook gekeken wordt naar wat er op de drinkwatersector af komt, hadden KWR en de drinkwaterbedrijven al voorzien dat deze vraagstukken van en voor de drinkwaterbedrijven zouden opkomen. Daardoor konden ze er op inspelen. “Dat is nou precies de kracht en het belang van een onderzoeksinstituut”, benadrukt Ruud Bartholomeus.

Onderzoek en kennisoverdracht met impact

KWR gebruikt steeds vaker modellering om de vragen van drinkwaterbedrijven te beantwoorden. Goede modellering vraagt om het verzamelen van grote hoeveelheden betrouwbare data en om nieuwe en verbeterde analysetechnieken, zoals non-target screening en bioassays. Daarnaast werd het – zoals eerder al genoemd - steeds duidelijker dat er ook aandacht moet worden besteed aan het menselijke en bestuurlijke aspect van alle technische vragen, en de beste communicatie hierover.

Ook de oplossingen en opgeleverde resultaten die KWR biedt veranderen daardoor. Natuurlijk levert KWR nog steeds betrouwbare wetenschappelijke rapporten op, maar onderzoeksresultaten zullen ook steeds vaker worden uitgedrukt in andere vormen van kennisoverdracht, die in deze tijd meer en breder impact genereren – van serious games tot filmpjes en ander beeldmateriaal. Dit hangt ook samen met het feit dat steeds meer de verbinding wordt gezocht met andere instanties dan de drinkwaterbedrijven. We moeten gezamenlijk invulling geven aan de brede maatschappelijke opgave, waarin drinkwaterbedrijven en ook KWR een rol spelen, bijvoorbeeld binnen WiCE, dat verbonden is met het BTO en expliciet samenwerking met andere partijen zoekt. Ook de komende zes jaar biedt het BTO de (drink)watersector weer goede oplossingen voor nu en voor de toekomst.