

Bedrijfstakonderzoek
BTO 2024.023 | Maart 2024

Terugblik op het Verkennend Onderzoek

2018-2023



Colofon

Terugblik op het Verkennend Onderzoek

BTO 2024.023 | Maart 2024

Dit onderzoek is onderdeel van het collectieve Bedrijfstakonderzoek van KWR, de waterbedrijven en Vewin.

Opdrachtnummer

402045

Projectmanager

Geertje Pronk en Jolijn van Engelen

Opdrachtgever

BTO - Verkennend onderzoek

Auteur(s)

Arvid van Dam, Katja Barendse, Geertje Pronk

Kwaliteitsborger(s)

Stefania Munaretto

Verzonden naar

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar.

Keywords

Verkennend Onderzoek, Evaluatie, Impact, Academische vrijheid, Jonge onderzoekers.

Jaar van publicatie
2024

Meer informatie

Arvid van Dam
T 31 (0)30 60 69 508
E Arvid.van.Dam@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

Maart 2024 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden veeelvoudigd, 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.

Managementsamenvatting

Verkennend Onderzoek 2018-2023: essentieel instrument voor toekomstverkenning

Auteur(s) Arvid van Dam, Katja Barendse, Geertje Pronk

Een analyse van het Verkennend Onderzoek binnen het BTO 2018 – 2023 heeft laten zien dat de impact van het VO zich uitstrekt tot verschillende belanghebbenden. Drinkwaterbedrijven hebben toegang gekregen tot state-of-the-art kennisontwikkeling, terwijl beleidsmakers in overheden en waterorganisaties profiteren van inzichten die zijn opgenomen in nationale en regionale beleidsvorming. KWR-onderzoekers hebben gezamenlijk een solide kennisbasis kunnen ontwikkelen op een breed scala aan onderwerpen en toekomstige uitdagingen, terwijl jonge onderzoekers de kans krijgen om hun expertise en onderzoeksvaardigheden verder te ontwikkelen. De integratie van bevindingen in de drinkwatersector en daarbuiten heeft geleid tot zowel fundamenteel als toegepast vervolgonderzoek. In een tijd van toenemende complexiteit en uitdagingen op het gebied van waterkwaliteit en beschikbaarheid, heeft het VO zich gevestigd als een essentieel instrument voor het verkennen van de toekomst van de sector. Door de synergie tussen disciplines, de bevordering van academische vrijheid en de impact op diverse belanghebbenden, blijft het VO niet alleen relevant, maar ook onmisbaar voor de verdere ontwikkeling van onderzoek, innovatie en beleid in de watersector en daarbuiten.

Belang: resultaten toekomstgericht onderzoek meenemen naar de toekomst

Binnen het BTO-programma van 2018 tot 2023 is Verkennend Onderzoek (VO) uitgevoerd, gericht op toekomstverkenning voor de drinkwatersector. Een overkoepelende terugblik op de activiteiten en resultaten uit dit VO-programma kan helpen de resultaten uit dit toekomstgerichte onderzoek mee te nemen naar de toekomst richting geven aan toekomstige activiteiten binnen het BTO en de drinkwaterbedrijven.

Aanpak: analyse 74 trendalerts, 59 kraamkamerprojecten en diepte-interviews

Alle projecten uit het Verkennend Onderzoek van 2018 tot en met 2023 zijn meegenomen in deze analyse. Zo zijn overkoepelende inzichten verzameld uit de 74 trendalerts, 27 integrale kraamkamerprojecten, en 32 thematische kraamkamerprojecten. Aan de hand van impactverhalen en vier diepte-interviews met KWR onderzoekers is dieper ingegaan op enkele bredere ontwikkelingen die in de kraamkamerprojecten zijn geadresseerd, namelijk de ontwikkelingen rond

- nieuwe bronnen en hergebruik;
- het sociaal-technologisch grensvlak en
- opkomende stoffen.

Resultaten: impact op drinkwaterbedrijven, beleidsmaker, waterorganisaties en KWR

Duidelijk terugkerende onderwerpen uit de kraamkamerprojecten en trendalerts zijn hergebruik, alternatieve bronnen en opkomende stoffen. Deze onderwerpen komen grotendeels overeen met de focusgebieden van het BTO en WiCE. Het VO als geheel vormt daarmee een goede weerspiegeling van de actuele thema's waarmee het BTO, de drinkwaterbedrijven en KWR zich bezighouden en de opkomende aandachtspunten waar zij zich op voorbereiden.

Een onderliggend signaal uit de analyse toont een watersector die zich (opnieuw) moet verhouden tot een sterk veranderende samenleving, groeiende milieuproblematiek en technologische ontwikkelingen. Centraal hierin staan de grote uitdagingen van deze tijd: klimaatverandering, het verlies van biodiversiteit, de verdeling en inrichting van ruimte, een groeiende energiebehoefte, voedselzekerheid, en gezondheid. Specifiek relevant voor de watersector zijn de groeiende zorgen over waterkwaliteit en de effecten hiervan op gezondheid en milieu, naast het perspectief op veranderingen in de waterkwantiteit. Het VO speelt een cruciale rol bij het in kaart brengen en duiden van deze ontwikkelingen. Uit de analyse van trendalerts

komen drie belangrijke overkoepelende ontwikkelingen naar voren komen, namelijk 1) technologische kennis en ontwikkeling, 2) maatschappelijke herinrichting en gedragsverandering, en 3) het belang van besluitvorming en normatieve keuzes.

De impact van het VO strekt zich uit tot verschillende belanghebbenden. Drinkwaterbedrijven hebben toegang gekregen tot state-of-the-art kennisontwikkeling, terwijl beleidsmakers in overheden en waterorganisaties profiteren van inzichten die zijn opgenomen in nationale en regionale beleidsvorming. KWR-onderzoekers hebben gezamenlijk een solide kennisbasis kunnen ontwikkelen op een breed scala aan onderwerpen en toekomstige uitdagingen, terwijl jonge onderzoekers de kans krijgen om hun expertise en onderzoeksvaardigheden verder te ontwikkelen. De integratie van bevindingen in de drinkwatersector en daarbuiten heeft geleid tot zowel fundamenteel als toegepast vervolgonderzoek.

Alle betrokken teams binnen KWR hebben intensief samengewerkt binnen het VO, dat nadruk legde op interdisciplinariteit en een versterking van de uitwisseling tussen verschillende disciplines. Het VO fungeert als een kennisbasis voor andere programma's en als katalysator voor verdere ontwikkeling van onderzoek, innovatie en beleid. Het VO draagt in het bijzonder bij aan het verkennen van nieuwe technologieën die prioritering mogelijk maken voor het waarborgen van waterkwaliteit en -beschikbaarheid. Bovendien heeft het VO een belangrijke toegevoegde waarde voor de academische vrijheid van KWR en het BTO.

Toepassing: VO is een essentieel instrument voor het verkennen van de toekomst van de sector

Deze terugblik benadrukt dat het VO een cruciale rol speelt in de persoonlijke ontwikkeling van (jonge) onderzoekers en in het faciliteren van integrale projecten die de samenwerking tussen disciplines bevorderen. Het programma heeft zich bewezen als een bron van innovatie, met inzichten die verder reiken dan zijn initiële doelstellingen. In een tijd van toenemende complexiteit en uitdagingen op het gebied van waterkwaliteit en beschikbaarheid, heeft het VO zich gevestigd als een essentieel instrument voor het verkennen van de toekomst van de sector. Door de synergie tussen disciplines, de bevordering van academische vrijheid en de impact op diverse belanghebbenden, blijft het VO niet alleen relevant, maar ook onmisbaar voor de verdere ontwikkeling van onderzoek, innovatie en beleid in de watersector en daarbuiten.

Rapport

Dit onderzoek is beschreven in het rapport *Terugblik op het Verkennend Onderzoek* (BTO 2024.023)

Jaar van publicatie
2024

Meer informatie

Arvid van Dam
T 31 (0)30 60 69 508
E Arvid.van.dam@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



Maart 2024 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, 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.

Keywords

Verkennd Onderzoek, evaluatie, toekomst, impact

Inhoud

Inhoud	5	Verkennend onderzoek naar Nieuwe bronnen en hergebruik	18
Introductie: Terugblik op het Verkennend Onderzoek	6	Het verkennend onderzoek brengt perspectieven bij elkaar.....	19
Structuur van het Verkennend Onderzoek	6	Het verkennend onderzoek als kennisbasis.....	19
Leeswijzer	8	Een opmaat voor verder onderzoek, innovatie en beleid	20
Trendalerts 2018-2023 Een terugblik op de toekomst	9	Verkennend onderzoek op het Sociaal-technologisch grensvlak	22
Technologische kennis en ontwikkeling.....	9	Disciplines die elkaar versterken	23
Maatschappelijke herinrichting en gedragsverandering.....	10	De frictie opzoeken in het Verkennend Onderzoek.....	24
Besluitvorming en normatieve keuzes	11	Verkennend onderzoek naar Opkomende stoffen	26
Interne organisatie.....	12	Meer meten, meer data	27
Samenwerking en Academische Vrijheid in het Verkennend Onderzoek..	13	Van verkenning naar toepassing.....	28
Thematische Kraamkamerprojecten.....	14	Het Verkennend Onderzoek als speeltuin voor onderzoek en persoonlijke ontwikkeling.....	28
Academische vrijheid	14	De impact van het Verkennend Onderzoek	30
Uitgelicht: Jonge onderzoekers slaan bruggen in het Verkennend Onderzoek	16	I Overzicht trendalerts 2018-2023.....	31
GRROW: Generational and Radical Rethinking of the Water sector	17	II Overzicht integrale kraamkamerprojecten 2018-2023	45
		III Overzicht thematische kraamkamerprojecten 2018-2022.....	48

Introductie

Terugblik op het Verkennend Onderzoek

De Nederlandse drinkwaterbedrijven, het Vlaamse De Watergroep en Vewin hebben daarom collectief een langlopend toegepast wetenschappelijk onderzoeksprogramma met KWR als coördinator en uitvoerend kennisinstituut: het Bedrijfstakonderzoek voor drinkwater en water in de circulaire economie (BTO/WiCE). Drinkwaterbedrijven hebben een grote maatschappelijke opgave en het BTO/WiCE-programma levert kennis om hier invulling aan te geven.

Een prominente rol van het BTO/WiCE-programma is om toekomstverkenningen te doen. Voor een groot deel worden deze toekomstverkenningen ondergebracht in het onderzoeksprogramma “Verkennend Onderzoek” (VO). Het VO is erop gericht om nieuwe wetenschappelijke, technologische en maatschappelijke ontwikkelingen te screenen en nieuwe kansen en bedreigingen voor de drinkwatersector te signaleren en evalueren, zodat de drinkwatersector hier goed en proactief op kan anticiperen.

In deze terugblik op het VO kijken we terug naar de projecten die zijn gerealiseerd tussen 2018 en 2023. Dit betreft geen klassieke evaluatie van het programma. In plaats daarvan is ervoor gekozen enkele prominente thema's uit te lichten die laten zien hoe de drinkwatersector zich de afgelopen jaren op de toekomst heeft georiënteerd, en die een indicatie geven van de impact die met het VO gerealiseerd is.

Structuur van het Verkennend Onderzoek

KWR is verantwoordelijk voor de invulling van het verkennend onderzoek en heeft daarvoor een stuurgroep die het VO aanstuurt. De stuurgroep selecteert de meest relevante onderwerpen en besluit over de agendering van de verkennende

onderzoeken. Tot deze groep behoren een toekomstanalist, een programmamanager, een Chief Scientific Officer en een lid van het managementteam van KWR. Zij dragen vanuit hun specifieke rol bij aan de selectie van de onderzoeksonderwerpen en baseren hun beslissing op een aantal criteria, waaronder wetenschappelijke kwaliteit, nieuwheid, inter- en transdisciplinariteit en inclusiviteit, waarbij er specifiek aandacht is voor de betrokkenheid van jonge onderzoekers in de projecten.

Het VO is georganiseerd rond twee doelen die zijn gebaseerd op een wetenschappelijke future studies-benadering.^{1,2} Deze doelen zijn: 1) het identificeren van nieuwe trends en ontwikkelingen en het verklaren van hun betekenis voor de watersector (“ogen en oren” functie); en 2) het verkennen, testen en doorontwikkelen van nieuwe concepten (“kraamkamer” functie). Figuur 1 geeft het concept van verkennend onderzoek weer.

De diepgang van verkenning reflecteert de twee doelen van het VO en varieert van signalering tot effectbeoordeling en het realiseren van innovaties. Elk jaar selecteren KWR-onderzoekers 10-15 trends waarvan de betekenis en mogelijke impact voor de watersector geanalyseerd wordt. De output van deze analyse zijn trendalerts (zie overzicht in bijlage I). Waar nodig onderzoekt KWR de mogelijkheden en risico's voor waterbedrijven verder met laboratoriumtesten of proefinstallaties van innovaties (in kraamkamerprojecten).

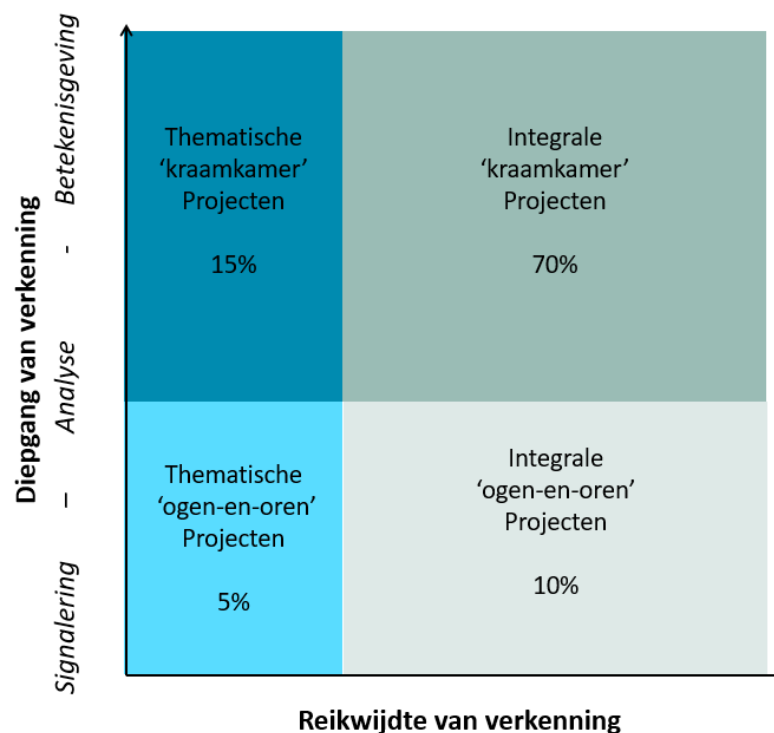
Daarnaast wordt onderscheid gemaakt tussen 'thematische' en 'integrale' verkenningen, ofwel de *reikwijdte van verkenning*. De thematische kraamkamers (overzicht in bijlage III) zijn sterk geïntegreerd in de BTO themagroepen en hebben

als belangrijke functie dat ze ruimte geven voor de ontwikkeling van dat specifieke thema. Dit is o.a. geïntegreerd in de zesjarenplannen van de themagroepen. De integrale verkenning (overzicht in bijlage 0) heeft als doel ontwikkelingen te identificeren die niet binnen een bestaand onderzoeksthema vallen, maar wel relevant zijn voor de watersector.

De integrale kraamkamerprojecten zijn thema-overstijgend. KWR onderzoekers doen voorstellen voor projecten die niet binnen één thema passen, waaruit de VO stuurgroep veelbelovende projecten selecteert. De selectiecriteria die de stuurgroep hanteert voor de integrale kraamkamerprojecten zijn:

- a. Het projecten richten zich op ontwikkelingen die buiten het gebied van de huidige BTO thema's vallen, meerdere thema's integreren en/of cross-sectoraal zijn;
- b. Het onderwerp is vernieuwend en/of toekomstgericht;
- c. Hebben wetenschappelijke kwaliteit, relevantie, vernieuwing, bieden mogelijkheid aan ontwikkeling van netwerk en allianties
- d. Strategisch belang en behoefte aan ontwikkelen van expertise, netwerk en/of allianties
- e. Integraliteit van het onderwerp en team. Het onderwerp heeft relevantie voor BTO drinkwater en/of BTO-WICE en verbindt meerdere thema's of onderzoek disciplines.

Met deze selectiecriteria verzekert het Verkennend Onderzoek een brede blik op nieuwe ontwikkelingen die in detail uitgewerkt worden.



Figuur 1 Diepgang en reikwijdte in het Verkennend Onderzoek

Referenties

1. Segrave, A. J. 2014. The foreseeable future for water planning: time to change, *Water Intelligence Online* 13, DOI: 10.2166/9781780406138
2. Palomino, M. A., Bardsley, S., Bown, K., De Lurio, J., Ellwood, P., Holland-Smith, D., Owen, R. 2012. Web-based horizon scanning: concepts and practice. *Foresight* 14(5), 355-373.

Leeswijzer

In deze terugblik richten we ons op de bredere maatschappelijke en technologische ontwikkelingen die uit de VO-projecten naar voren komen. De onderdelen van deze terugblik zijn los van elkaar en in willekeurige volgorde te lezen:

- Een **terugblik op de trendalerts** van 2018-2023. Per trendalert zijn het probleem en de relevantie gedestilleerd, waaruit drie belangrijke overkoepelende ontwikkelingen naar voren komen, namelijk 1) technologische kennis en ontwikkeling, 2) maatschappelijke herinrichting en gedragsverandering, en 3) het belang van besluitvorming en normatieve keuzes.
- Een korte reflectie op de **samenwerking van KWR-teams** in het VO en het belang van het VO voor de **academische vrijheid** van het BTO-programma en KWR als onderzoeksinstituut.
- Een profiel ter illustratie van de prominente rol van **jonge onderzoekers** in het Verkennend Onderzoek.
- **Drie impactverhalen** over het onderzoek dat door middel van (integrale) kraamkamerprojecten is gerealiseerd. Deze verhalen geven een beeld van hoe de verschillende onderwerpen zich ontwikkeld hebben, wat de impact van dit onderzoek is geweest, en hoe het VO daaraan heeft bijgedragen. Ook wordt behandeld wat de projecten hebben betekend voor de betrokken onderzoekers. Hiervoor zijn de betreffende projecten inhoudelijk geanalyseerd en zijn betrokken KWR-onderzoekers geïnterviewd.
 - Het eerste verhaal bespreekt het onderzoek naar **hergebruik en alternatieve bronnen**.
 - Het tweede verhaal gaat in op onderzoek dat zich bevindt op het **sociaal-technologisch snijvlak**.
 - Het derde verhaal volgt de ontwikkelingen van het onderzoek naar **opkomende stoffen**.
- Een **impacttabel** die de belangrijkste impact van het verkennend onderzoek weergeeft zoals die uit dit rapport naar voren komt.

Trendalerts 2018-2023

Een terugblik op de toekomst

De trendalerts zijn een fundamenteel onderdeel van het Verkennend Onderzoek. Ze geven de drinkwatersector een laagdrempelig inzicht in nieuwe wetenschappelijke, technologische en maatschappelijke ontwikkelingen. Enkele overkoepelende trends worden hier uitgelicht.

Met 74 trendalerts die tussen 2018 en 2023 zijn uitgekomen, heeft het Verkennend Onderzoek continu een vinger aan de pols van een sterk veranderende samenleving gehouden. Elk van deze korte verkenningen licht een specifieke en bijzondere ontwikkeling toe. Deze overkoepelende analyse laat zien dat ze samen een omvangrijk en diepgaand beeld schetsen van het nu en van de toekomst, en de rol die de drinkwatersector daarin speelt. De analyse van de trendalerts heeft drie hoofdonderwerpen aan het licht gebracht: technologische ontwikkeling, maatschappelijke verandering, en normatieve besluitvorming.

Technologische kennis en ontwikkeling

De trendalerts benadrukken de belangrijke rol van technologische ontwikkelingen in de watersector. Deze ontwikkelingen zijn voor een belangrijk deel gedreven door de grote uitdagingen en de daarbij behorende transities. Nieuwe energiesystemen, alternatieve ruimtelijke invullingen, en circulaire economie vragen nu eenmaal om innovatieve oplossingen.

De watersector zelf is een belangrijke drijvende kracht achter technologische ontwikkelingen die inspelen op, en vormgeven aan deze transities. Zo laat de



trendalert “Hydrothermische conversie van (bio)massa” bijvoorbeeld zien dat het waardevol kan zijn om voor alternatieve koolstofbronnen vooral te kijken naar thermochemische conversie onder druk, zoals hoge druk oxidatie en superkritische oxidatie, in tegenstelling tot de huidige slibvergisting uit (natte) biomassa.

Deels ontstaat de technologische ontwikkeling ook als een push vanuit andere sectoren. In dit geval is het aan de watersector om de consequenties van nieuwe technologieën in kaart te brengen, waar mogelijk kansen te benutten, maar ook adequaat te reageren op mogelijk ontwrichtende technologieën. Een aanzienlijk deel van de VO projecten is dan ook gericht op het in kaart brengen van de toepasbaarheid van opkomende technologieën in de watersector. Dit geldt overigens zowel voor de trendalerts als voor de kraamkamerprojecten. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling op het gebied van CRIPR-Cas, die uiteindelijk gebruikt kan worden om specifieke micro-organismen op locatie aan te tonen in water, wat mogelijkheden biedt om snel en flexibel de drinkwaterkwaliteit te monitoren. (trendalert “CRISPR-Cas voor de drinkwatermicrobiologie”).

Een ander duidelijk voorbeeld van technologieën die extern gedreven zijn en waarvan de toepassingsmogelijkheden in de watersector worden onderzocht, is te vinden in de trendalerts die zijn geformuleerd rondom kunstmatige intelligentie. De trendalert “Digitale tweelingen” signaleerde in 2019 bijvoorbeeld de opkomst van modellen van fysieke systemen die zich zo veel mogelijk hetzelfde gedragen als de werkelijkheid, en zette een stappenplan uit om deze techniek breder in de watersector te gaan uitwerken. En in 2022 voorzag de trendalert “Zichzelf programmerende computers” voorzag een (nabije) toekomst waarin kunstmatige intelligentie het schrijven van code makkelijker maakt, waardoor vrijwel alle medewerkers van drinkwaterbedrijven in staat zullen zijn toepassingen te programmeren.

De trendalerts laten dus zien dat de drinkwatersector op de hoogte is van technologische ontwikkelingen, de implicaties hiervan onderzoekt, en waar

relevant proactief technologieën vormgeeft. Dankzij deze aanpak is de sector voorbereid op het aanpakken van uitdagingen wanneer deze zich voordoen.

Maatschappelijke herinrichting en gedragsverandering

De grote transitie gaat gepaard met een behoefte aan een maatschappelijke herinrichting en mentaliteits- en gedragsveranderingen. Deze behoefte—en dan vooral de vraag hoe hierop in te spelen—komt ook duidelijk terug in de trendalerts.

De uitdagingen waar de samenleving voor staat kunnen soms onoverkomelijk groot lijken. Het vraagt van maatschappelijke partijen om grote ambities en lange-termijn doelstellingen na te streven, terwijl de invloed die zij kunnen uitoefenen beperkt blijft. Oplossingen die op zichzelf valide en relevant zijn, kunnen inadequaat aanvoelen omdat zij overschaduwd worden door de omvang van de uitdagingen en het speelveld van belangen. Met andere woorden, de doelstellingen en hun realisatie zijn verder uit elkaar komen te liggen. Een consequentie van deze uitdagingen is dan ook dat ze om veranderingen vragen die voor een groot deel buiten de controlesfeer van de drinkwatersector liggen. Daarom wordt de waterindustrie steeds meer geconfronteerd met de noodzaak om samen te werken met een breed scala aan maatschappelijke actoren.

De noodzaak om samen te werken betekent dat ook de drinkwatersector een veranderende rol in de omgeving voorziet. Relaties met omgevingspartners en andere stakeholders worden opnieuw onderzocht. Uit de trendalerts komt duidelijk naar voren dat water een cruciale rol speelt in de inrichting van een circulaire economie. Water kan een verbindende factor zijn, zoals blijkt uit de trendalerts “Omgevingsbeleid in ontwikkeling” (2018) en “De donuteconomie” (2018). Maar juist omdat water zo belangrijk is in de duurzaamheidstransities, en veel partijen er dus aanspraak op maken, is het belang en de rol van de drinkwatersector niet automatisch verzekerd. In het ontwerp van leidingnetten bijvoorbeeld, kan het voordelig uitpakken om in een integrale benadering van de

boven- en ondergrondse infrastructuur als uitgangspunt te nemen, zoals in de trendalert “integraal ontwerp” (2019) wordt uiteengezet.

Tegelijkertijd speelt er een verandering in de relaties tussen publiek, politiek, en instanties. De democratie verandert. In de trendalert “De Spektakeldemocratie” (2021) wordt geconcludeerd dat we steeds vaker met een politiek te maken krijgen waarin politici performers zijn, het volk een publiek is, en politiek conflict een commercieel product is. Daarnaast krijgen lobbygroepen steeds meer macht en neemt de verwevenheid tussen grote bedrijven en de staat nieuwe vormen aan, zoals is te lezen in de trendalert “De Lobbycratie” (2020).

Samenhangend met deze democratische veranderingen speelt er een toenemende polarisatie, zowel in maatschappelijke als politieke discussies. In deze context van polarisatie veranderen ook de behoeften en rollen van burgers. Enerzijds willen burgers meer betrokken zijn en meer zeggenschap hebben in hun omgeving en bij beslissingen die hen aangaan. Anderzijds neemt een deel van de burgers juist afstand. Het verlangen naar escapisme als gevolg van onze complexer wordende maatschappij neemt toe, zoals is beschreven in de trendalert “Escapisme: emotioneel en fysiek” (2018). Door de toenemende druk om te presteren en de opkomende digitalisering is het streven om af te wenden van realiteit, of vanuit de digitale wereld juist terug te keren naar de werkelijkheid, onder burgers toegenomen. Escapisme betekent in deze context terugtrekken van bijvoorbeeld sociale media, nutsnetwerken of internationale verbanden. Een vorm van escapisme kan zijn dat men gaat dromen over het verleden: zie de trendalert “Retropie: vroeger was alles beter” (2019). Ondanks economische vooruitgang, idealiseren steeds meer burgers in de Westerse wereld het verleden bij gebrek aan een hoopvol toekomstperspectief en zoeken ze aansluiting bij politieke bewegingen die dit verkondigen.

Over het algemeen is er een afbreuk aan institutioneel vertrouwen zichtbaar. De drinkwaterbedrijven scoren nog altijd hoog op institutioneel vertrouwen bij de Nederlandse burger, maar zoals ook wordt geconcludeerd in de trendalert

“Institutioneel vertrouwen” (2021), kan dit in en na tijden van crisis erg (onvoorspelbaar) veranderlijk zijn. Daar moet de sector zich op voorbereiden.

In het BTO is onder andere op deze ontwikkelingen gereageerd door de nieuwe themagroep Omgeving en Transities op te zetten. Deze themagroep zal zich de komende jaren bezighouden met het ontwikkelen van handelingsperspectieven om omgevingsmanagement van waterbedrijven te ondersteunen zodat zij vroegtijdig en geleidelijk kunnen omgaan met de transities. Dit draagt bij aan een sterkere positie voor het belang van de drinkwatersector in omgevingsprocessen, en versterkt de constructieve bijdrage die de drinkwatersector kan leveren aan de grote uitdagingen en transities.

Daarnaast is er een nieuwe werkwijze geïntroduceerd die meer impactgedreven werken mogelijk maakt. Het uitgangspunt van het nieuwe BTO-programma (2024-2029) is dat de beoogde impact op brede maatschappelijke vraagstukken leidend zal zijn bij de ontwikkeling van onderzoeklijnen en de prioritering van projecten. Hiermee is de verwachting dat er een sterkere lange-termijn visie uit het onderzoek naar voren komt, die de drinkwaterbedrijven kunnen inzetten in hun strategieën en bedrijfsplannen bij het aangaan van de transitie-uitdagingen en maatschappelijke veranderingen.

Besluitvorming en normatieve keuzes

Voor deze transities, met de daarbij behorende de verschuivingen in de rolopvatting van publieke organisaties en de toenemende politisering van water, zijn uiteindelijk normatieve keuzes nodig. Zeker aangezien doelstellingen elkaar ook tegen kunnen spreken.

Inspelen op nieuwe technologie, puur omdat die er is, volstaat niet meer. Het is duidelijk dat technologische ontwikkelingen een fundamentele rol spelen in de duurzaamheidstransities, maar technologie alleen kan geen antwoord bieden op de complexiteit van cultuur, milieu en economie in de transitie naar een duurzamere samenleving. Sterker nog, een te groot vertrouwen in technologie

wordt veelal als een oorzaak van het probleem gezien. De term “techno-fixing” verwijst naar het idee dat oppervlakkige technologische oplossingen voor te nauw gedefinieerde sociale problemen slechts symptomen in plaats van oorzaken aanpakken, en altijd onvoorspelbare negatieve bijwerkingen hebben. Het 'repareren' van deze tekortkomingen resulteert vervolgens in een opeenstapeling van technologische oplossingen om de negatieve neveneffecten van eerdere oplossingen tegen te gaan.

Het wordt dus steeds belangrijker de achterliggende vraag te stellen: waarom kiezen we voor bepaalde oplossingen en technologieën? Welke waarden en visies liggen daar achter? Anderzijds is een te groot vertrouwen in gedragsverandering ook geen oplossing: de samenleving zal niet vanzelf duurzamer worden.

De watersector hanteert in veel gevallen een klassiek poldermodel, terwijl sommige uitdagingen wellicht meer radicale veranderingen nodig hebben die niet altijd kunnen ontstaan in het grijze midden. Daarom zullen ideaaltypes (de doelstellingen die de samenleving en de sector voor ogen hebben) geoperationaliseerd moeten worden.

Hiermee is een begin gemaakt in de ontwikkeling van impactgedreven werken in het BTO. Ook de scenario's die in het GRROW project ontwikkeld zijn, zijn een antwoord op de behoefte aan normatieve waarden in de drinkwatersector, en leggen nadruk op gezamenlijkheid, samenwerken, en verbinding. Daarnaast is er een grote behoefte aan transitiekennis. In WiCE is een onderscheid gemaakt tussen verschillende kennistypen, en worden projecten de komende jaren geselecteerd en opgedeeld op hun bijdrage aan deze kennistypen. Transitiekennis is hier één van, die antwoord kan geven op de vraag hoe systeemverandering te realiseren is en gebruikt kan worden om transitiepaden te ontwikkelen die de route van het huidige systeem naar de gewenste toekomst laten zien. De cruciale uitdaging is dus als samenleving en als sector een koers uit te stippelen. In de afgelopen jaren heeft het VO met de ogen en oren projecten significant bijgedragen aan het signaleren van de verschillende facetten van deze uitdaging.

Interne organisatie

Tot slot zijn er enkele overkoepelende trends te herleiden die invloed hebben op het drinkwaterbedrijf als organisatie en daarmee alle uitdagingen waar de watersector voor staat. Eén daarvan is vergrijzing. Niet alleen zorgt dit voor een toenemende hoeveelheid medicijnresten in afvalwater, ook een krimpende arbeidsbevolking is een gevolg van vergrijzing. Een meer diverse en inclusieve sector kan deze negatieve gevolgen beter inperken. Zo wordt in de trendalert “Meer opa's en oma's in 2050” (2021) beschreven hoe de watersector kan inspelen op deze ontwikkelingen door in te zetten op een meer divers en inclusiever personeelsbestand.

Een andere ontwikkeling is de veranderende behoefte binnen de beroepsbevolking, welke niet altijd goed aansluit bij de huidige gang van zaken, waar de trendalert “Burn-out en bore-out” (2022) op ingaat. Een brede inventarisatie naar hoe werknemers zich tot hun werk verhouden kan waardevol zijn voor het werven en vasthouden van personeel.

Concluderend heeft het Verkennend Onderzoek met 70+ trendalerts tussen 2018 en 2023 een diepgaand inzicht gegeven in wetenschappelijke, technologische en maatschappelijke ontwikkelingen, alsook interne en organisatorische aspecten. Technologische vooruitgang speelt een cruciale rol, net als (de noodzaak van) maatschappelijke herinrichting en gedragsverandering. In een tijd van complexe duurzaamheidstransities blijft de drinkwatersector proactief anticiperen op externe en interne ontwikkelingen voor een duurzame drinkwatervoorziening.



Zie bijlage I voor een overzicht van alle trendalerts. De trendalerts zijn te downloaden via de sharepoint van BTO/WiCE:

<https://kwrwater.sharepoint.com/sites/BTO/SitePages/Trendalerts.aspx>



Samenwerking en Academische Vrijheid in het Verkennend Onderzoek

Uit de verhalen van onderzoekers die betrokken waren bij het VO komt sterk naar voren dat het de interdisciplinaire samenwerking bevordert en zeer belangrijk is voor de academische vrijheid van het BTO en KWR.

De integrale kraamkamerprojecten verkennen onderwerpen die discipline-overstijgend zijn. In de periode 2018-2023 zijn er in het totaal 27 integrale kraamkamerprojecten gerealiseerd, al zijn op het moment van schrijven nog niet alle projecten afgerond. In dit programmaonderdeel wordt bewust gekozen voor projecten die los staat van bestaande teams en onderzoeksthema's. Doel is hiermee om interdisciplinaire samenwerkingen te stimuleren en ruimte te geven aan nieuwe onderzoeksthema's die nog geen plek hebben gekregen binnen de organisatie. Daarom werken er meestal onderzoekers uit meerdere teams aan een project.

Niet bij alle integrale kraamkamerprojecten zijn evenveel teams betrokken. In het project "Waterhergebruik en zoetwatervoorziening" (2019) werkten zes teams samen, wat in deze periode het hoogste aantal is. In de andere projecten zijn minder teams betrokken. Hoewel de projecten en samenwerkingen niet volledig gelijkmatig over de teams verdeeld zijn, is wel te concluderen dat het VO breed in de organisatie ingebed is en de projecten min of meer gelijkmatige verdeeld zijn over de verschillende disciplines. Er is een cluster aan samenwerkingen rond

chemie/toxicologie, biologie en waterbehandeling herkenbaar, die is te verklaren door de inhoudelijke verbinding op onderwerpen rond waterveiligheid en opkomende stoffen. Op alle disciplines zijn succesvolle combinaties mogelijk van sociaalwetenschappelijke en natuurwetenschappelijke/technologische expertise. Zo zijn alle teams zijn in het VO vertegenwoordigd, en het programma vormt duidelijk een structuur die samenwerking tussen de teams mogelijk maakt.

Thematische Kraamkamerprojecten

Naast de integrale kraamkamerprojecten, zijn ook de thematische kraamkamers belangrijk voor de wetenschappelijke verbreding en verdieping binnen het BTO en KWR. De primaire functie van de thematische kraamkamerprojecten is om de themacoördinator ruimte te geven onderwerpen te verkennen die niet geprogrammeerd worden door de BTO themagroep, maar die wel belangrijk zijn voor de wetenschappelijke ontwikkeling van het thema. De themacoördinator (een onderzoeker van KWR) is hierin sturend, en wordt geadviseerd door wetenschapsraadsleden in het betreffende vakgebied.

Deze thematische verkenningen kunnen de bestaande kennis verbreden of verdiepen. In het geval van verbredende verkenningen gaat het om onderzoeken die de grenzen van het BTO-thema verleggen. In de themagroep Bronnen en Omgeving, bijvoorbeeld, werd een onderzoek gedaan waarin de impact van luchtverontreiniging op waterkwaliteit in beeld werd gebracht en meetstrategieën werden ontwikkeld voor het monitoren van depositie van industriële emissies in (grond)water.

Verdiepende projecten gaan juist dieper in op een onderwerp waar de themagroep bekend mee is, maar nog niet alle ins en outs van kent. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek in de themagroep Chemische Veiligheid naar de toepasbaarheid van non-target screening (NTS) in de monitoring van waterkwaliteit. Met dergelijke projecten wordt een onderwerp verder uitgewerkt en expertise ontwikkeld om die in toekomstige onderzoeken toe te kunnen passen.

Vaak wordt in de thematische kraamkamerprojecten kennis verzameld over een nieuwe techniek of methode, waarbij de toepasbaarheid en haalbaarheid ervan voor de watersector bepaald wordt. Daarmee heeft het Verkennend Onderzoek ook een agenderingsfunctie. Het doel is onderwerpen te signaleren, beter in beeld te brengen, en aan te geven of verder onderzoek binnen het BTO gewenst is.

Een voorbeeld van deze agenderingsfunctie is terug te zien in de activiteiten van de themagroep Klant. In één project werd de toepasbaarheid van data-gedreven klantcontact (bijv. via slimme watermeters) onderzocht. In een ander project, werd verkend wat de omvang en impact van waterarmoede kan zijn. In een derde project stonden de verschillende rollen die klanten kunnen nemen (met name als citizen scientist) centraal. De doorwerking van deze drie projecten is duidelijk terug te zien in het nieuwe zesjarenplan van de themagroep: Eén van de nieuwe onderzoekslijnen, “Digitalisering”, gaat over de potentie van nieuwe digitale technieken, terwijl de onderzoekslijn Diversiteit zich onder andere richt op het identificeren en analyseren van marginale klantgroepen en het versterken van inzicht in de meervoudigheid van rollen van de drinkwaterklant.

Het Verkennend Onderzoek biedt dus ruimte om nieuwe ontwikkelingen wetenschappelijk te onderbouwen, en daarmee nieuwe onderzoekslijnen te agenderen. Ook geeft het ruimte om vast te stellen dat andere ontwikkelingen juist *niet* het nastreven waard zijn. Het is belangrijk om hier te benadrukken dat het besluit om een onderwerp niet verder te streven geen mislukking van het project of programma is, maar juist een integraal onderdeel van het doen van toekomstverkenningen.

Academische vrijheid

Academische vrijheid is cruciaal voor goede wetenschap.¹ Het houdt in dat bestuurders (waaronder overheden, maar ook het management en aandeelhouders van een onderzoeksinstituut) zich beperken in de mate waarin zij invloed uitoefenen op het wetenschappelijk onderzoek. Dit betekent dat

onderzoekers vrij zijn om onderwerpen en methoden te kiezen die zij geschikt achten vanuit hun expertise. Het betekent ook dat zij onderzoeksresultaten kunnen presenteren die ingaan tegen het beleid of belangen van de overheid of hun organisatie. Academische vrijheid is verankerd in de wet en wordt gezien als een fundamenteel recht en een essentieel onderdeel van de democratie. Anderzijds is academische vrijheid niet vanzelfsprekend, en vraagt het continue reflectie van onderzoekers, instituten en bestuurders.

In het BTO komt de opdracht om onderzoek te doen in principe vanuit de deelnemende drinkwaterbedrijven. Daarbij is de verwachting dat het onderzoek de belangen van de drinkwatersector zal dienen. En omdat het veelal om toegepast onderzoek gaat, is bovendien de bruikbaarheid van de ontwikkelde kennis van groot belang. Deze manier van werken is zeer waardevol, omdat het de impact van het wetenschappelijk onderzoek vergroot en vraagstelling mogelijk maakt die direct aansluit bij de praktijk. Als onderzoeksinstituut voor de drinkwatersector staat KWR daarmee midden in de samenleving en neemt zij maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Daar staat tegenover dat de wetenschappelijke speelruimte binnen het BTO beperkt is. Het vraaggestuurd en impactgedreven werken betekent dat onderzoekers beperkt zijn in hoeverre zij het onderzoek richting kunnen geven. Ook het geheimhouden of onder embargo stellen van gevoelige onderzoeksresultaten kan, strikt genomen, een beperking van academische vrijheid zijn.

Door onderzoekers in het Verkennend Onderzoek meer vrijheid te geven, beschermen de BTO-participanten hen tegen druk van buitenaf. Dit levert

resultaten op die soms verrassend zijn, soms hun tijd vooruitgaan, soms tegenvallen, en altijd bijdragen aan de brede kennisbasis van de drinkwatersector. Deze 'speelruimte' wordt door de voor deze terugblik geïnterviewde KWR onderzoekers steevast genoemd als een primaire meerwaarde van het VO.

Ook de nadruk die in het Verkennend Onderzoek ligt op het betrekken van jonge onderzoekers is meer dan een aardigheid: academische vrijheid is niet mogelijk zonder aandacht voor inclusiviteit, en het bereiken van inclusie in wetenschappelijke context vereist een bepaalde mate van academische vrijheid.² Door onderzoekers die in andere programmaonderdelen vaak een minder prominente rol kunnen spelen actief te betrekken, zoals jonge medewerkers, draagt het VO bij aan hun professionele ontwikkeling en daarmee aan de wetenschappelijke kwaliteit van het onderzoek. Daarmee heeft het Verkennend Onderzoek, naast het signaleren en duiden van trends en het uitwerken van thematische verkenningen, een belangrijke functie om de academische vrijheid van het gehele BTO te waarborgen.



Referenties

1. KNAW. 2021. Academische vrijheid in Nederland.
<https://www.knaw.nl/publicaties/academische-vrijheid-nederland>
2. Stoker, Janka, Carel Stolker, Berteke Waaldijk. 2023. Berteke Krachtig en kwetsbaar: Academische vrijheid in de praktijk.
<https://www.uva.nl/binaries/content/assets/uva/nl/nieuws-en-agenda/krachtig-en-kwetsbaar---rapport-commissie-stolker.pdf>

Uitgelicht:

Jonge onderzoekers slaan bruggen in het Verkennend Onderzoek

De interdisciplinaire aanpak van het Verkennend Onderzoek biedt kansen voor jonge onderzoekers. Meer dan andere onderzoeksprogramma's in de drinkwatersector heeft het Verkennend Onderzoek de doelstelling om projecten vorm te geven vanuit verschillende vakgebieden én verschillende niveaus aan senioriteit.



Sharon Clevers startte in 2018 bij KWR, na twee jaar bij een adviesbureau te hebben gewerkt. Hoewel ze binnen het team Ecohydrologie aan de slag ging, had ze vanuit haar studie een bredere achtergrond en een brede interesse. Dit maakte het in het begin soms lastig om aansluiting te vinden bij de bestaande projecten, maar het bood haar ook mogelijkheden om zich breed te oriënteren binnen de organisatie. Vijf jaar later reflecteert ze op haar ontwikkeling in die beginperiode.

“ Ik heb de kans gehad om in mijn eerste jaren bij KWR overal een beetje te snoepen. Ik herinner me nog goed dat ik op een gegeven moment bij de koffieautomaat stond en in gesprek raakte met Stef Koop, van RMG. En het bleek dat we dezelfde bacheloropleiding gedaan hadden. Tijdens een onze bachelor hadden we ook een vak over gedragswetenschappen. Hij is daarmee verdergegaan, maar ik heb daar verder niks meer mee gedaan in mijn master. Maar ik vond dat super interessant, dus daar zou ik best wel wat mee willen doen. Zo is dat balletje eigenlijk gaan rollen, en ben ik betrokken geraakt bij het VO-project ‘Smart Water Conservation’.

Als je als junior bij zo'n project aanhaakt, dan is het wel belangrijk dat er goede begeleiding is, vanuit iemand die daar ook enthousiast van wordt. In het Smart Water Conservation project bijvoorbeeld, hadden we heel vaak een half uurtje overleg. En dan vulden de collega's van RMG de analyse verder aan vanuit hun expertise. In dat project heb ik vooral statistische analyses en een deel van die dataverwerking gedaan. Maar ik heb ook kennis gemaakt met de klantperspectieven die zijn ontwikkeld, en me daar verder in verdiept.

Het is niet zo dat ik dat nu bij ecohydrologische projecten toepas, omdat het toch een heel ander vakgebied is. Maar ik merk dat het mij wel wat gebracht heeft, in de zin dat ik nu veel meer collega's ken, ook vanuit andere teams, en begrijp wat zij doen. Dat helpt wel om je meer thuis te voelen in een organisatie. Dat vind ik wel meerwaarde hebben. Nu heb ik de beslissing genomen om me toch echt wel specialiseren in de ecohydrologie. Maar ik sluit samenwerking in projecten van andere teams zeker niet uit.

”

GRROW:

Generational and Radical Rethinking of the Water sector

Een bijzonder verkennend onderzoek waarin het belang en de rol van jonge medewerkers werd uitgelicht, is GRROW. In dit project, wat in 2022 van start ging, stond de vraag centraal: Hoe kunnen jonge professionals zich verbinden en gezamenlijk toekomstbeelden ontwikkelen voor de drinkwatersector?

In GRROW is een methode ontwikkeld om jonge professionals te verbinden aan de hand van een gemeenschappelijk doel: het nadenken over de toekomst van de drinkwaterketen. Door vier stappen (identificeren, heroverwegen, ontwerpen en interpreteren) te doorlopen zijn de belangrijkste onderliggende doelen en uitgangspunten voor de inrichting van de drinkwaterketen in het verleden, heden en toekomst verkend.

Vervolgens zijn drie toekomstbeelden ontwikkeld, op basis van een normatieve heroverweging en exploratieve verkenning. De drie toekomstbeelden zijn: 'Lozers zijn losers', 'Water op Maat' en 'Collectieve keten'. Deze toekomstbeelden tonen mogelijke werkelijkheden en laten daarnaast ook de impact van verschillende normatieve keuzes zien. Tijdens het project zijn meerdere workshops en netwerkbijeenkomsten georganiseerd waarop jonge professionals samen toekomstbeelden hebben ontwikkeld. Op het eindsymposium werd met alle deelnemers gezamenlijk gereflecteerd op de toekomst.

GRROW heeft laten zien dat er veel energie en denkkracht is van jonge professionals om na te denken over de toekomst en nieuwe initiatieven en ideeën te ontwikkelen. Het verkennend onderzoek is een belangrijke plek voor jonge



Deelnemers tijdens een GRROW werksessie

professionals om zich te ontwikkelen. Hier wordt in de bemensing van projecten extra aandacht voor gevraagd. Daarnaast laat GRROW de behoefte zien voor de ontwikkeling van netwerken en uitwisseling tussen jonge professionals van KWR en drinkwaterbedrijven.

In het Coördinerend Overleg van het BTO is de strategische behoefte uitgesproken om meer aandacht te hebben voor jonge drinkwaterprofessionals. De methodiek die ontwikkeld is in GRROW biedt de mogelijkheid om dit zo te doen dat dit meerwaarde heeft voor de drinkwatersector als geheel. Daarom is in het nieuwe BTO-programma voor 2024-2029 ook een 'GRROW-lab' opgenomen, waarin jonge drinkwaterprofessionals in een intergenerationele dialoog aan de slag gaan met strategische onderwerpen.



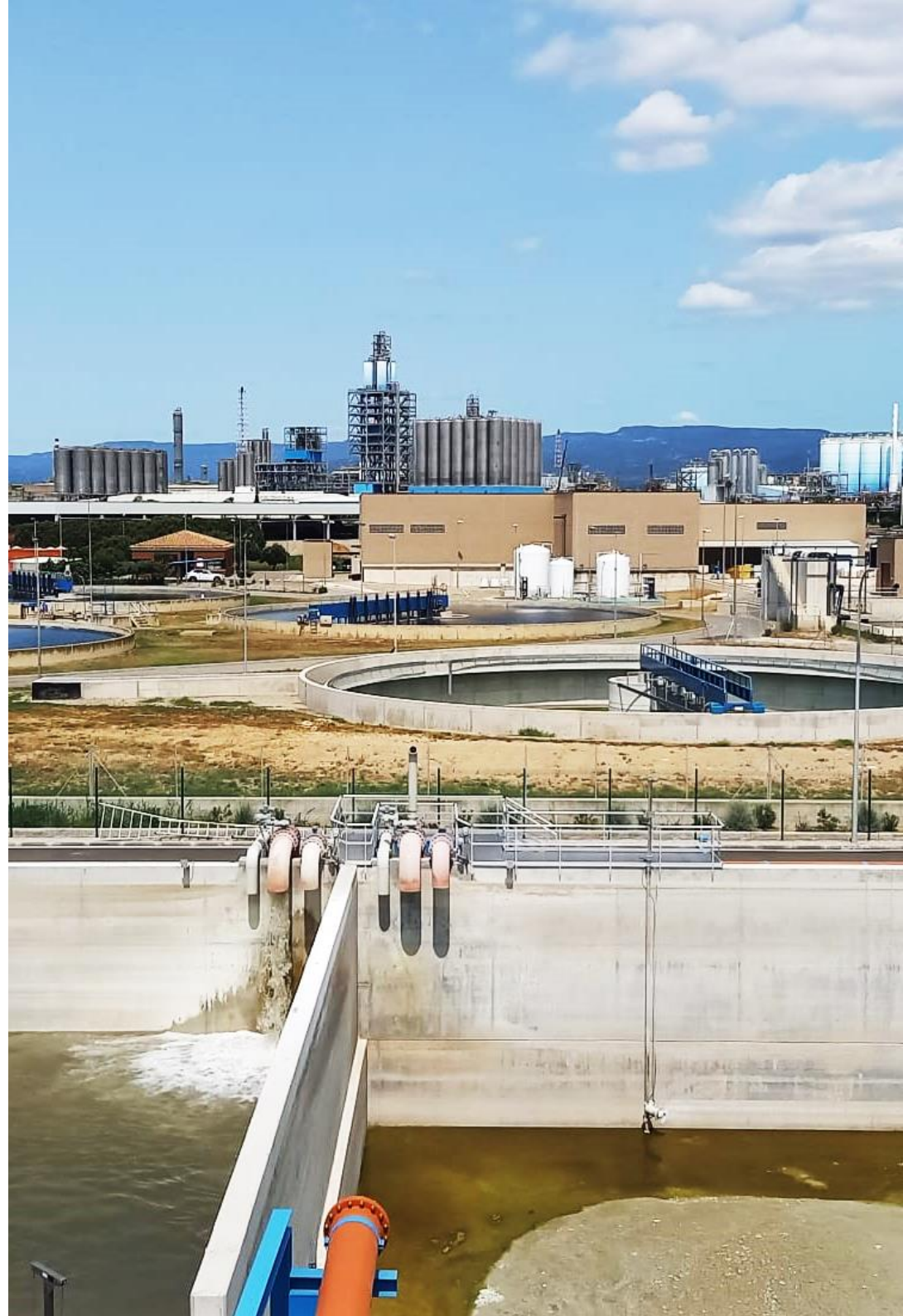
Verkendend onderzoek naar Nieuwe bronnen en hergebruik

In de afgelopen zes jaar heeft er een grote verschuiving plaatsgevonden in het denken over alternatieve drinkwaterbronnen en de mogelijkheden voor hergebruik. Het verkennend onderzoek heeft een belangrijke impuls gegeven aan deze omslag.

In 2018 startte een verkennend onderzoek met de titel “Radicaal nieuwe bronnen.” Het verkende verschillende scenario’s waarin regenwater, effluent van rioolwaterzuiveringen, en brak grondwater als alternatief voor drinkwater uit grondwater en oppervlaktewater zouden kunnen dienen.

Inmiddels zijn deze alternatieve bronnen al lang niet zo “radicaal” meer, maar wordt er serieus gewerkt aan de toepasbaarheid ervan, wordt onderzocht hoe de maatschappelijke acceptatie van alternatieve bronnen en hergebruik bevorderd kan worden, en gekeken hoe Europese en nationale beleidskaders kunnen meebewegen met deze ontwikkeling.

Dat is een belangrijke ontwikkeling, gezien het feit dat we steeds meer worden geconfronteerd met toenemende droogteschade aan landbouw en natuur. De zomerdroogte van 2018 was in die zin een wake-up call voor de watersector. Deze legde de belangen van natuur en landbouw bloot, en heeft daarnaast het besef doen groeien dat ook de drinkwatervoorraad niet oneindig is. Dit is een directe aanleiding geweest om de sterke afhankelijkheid van grondwater te herzien, en dus naar alternatieven op zoek te gaan.



“Sinds 2018 is er echt omslag in het denken ontstaan in de drinkwatersector, en zijn drinkwaterbedrijven wezenlijk anders over de invulling van hun bronnen na gaan denken,” zegt Ruud Bartholomeus, Chief Science Officer bij KWR en Principal Scientist van het team Ecohydrologie. Als onderzoeker was hij de afgelopen jaren betrokken bij het onderzoek naar alternatieve bronnen en hergebruik in de drinkwatersector. “De zoetwater problematiek is zo groot, de klimaatverandering waar we mee geconfronteerd worden is groter dan we nu al hadden verwacht, watergebruik neemt alleen maar toe, en eerlijk gezegd zie ik dat de komende 20 jaar niet ophouden. En je ziet dat bronnen steeds meer onder druk komen te staan, ook vanuit die maatschappelijke opgave.”

Het verkennend onderzoek brengt perspectieven bij elkaar

Bartholomeus licht toe dat er ook voor 2018 al onderzoek naar deze onderwerpen werd gedaan, bijvoorbeeld naar het gebruik van effluent van rioolwaterzuiveringen voor de landbouw. Hier lag de nadruk in eerste plaats op waterkwaliteit. Wat echt vernieuwend is geweest, stelt hij, is dat in het verkennend onderzoek een verbinding is gemaakt tussen de waterketen en het watersysteem. In onderzoek, en ook op ambtelijk niveau, worden de waterketen en het regionale en natuurlijke watersysteem vaak nog als gescheiden systemen gezien. En dat staat in de weg van hergebruik. Om het water uit de waterketen uiteindelijk ook weer als nieuwe bron van water te zien, is nodig het systeem veel meer als één systeem te zien. Het gaat erom niet alleen maar te kijken hoe water kan worden hergebruikt binnen een industrie, maar juist tussen sectoren en in relatie met het natuurlijke systeem.

In het project “Waterhergebruik en de zoetwatervoorziening” (2019) is een startschot gegeven voor deze integrale blik op hergebruik. Aan de hand van stroomdiagrammen maakte dit project inzichtelijk hoe verschillende sectoren zijn verbonden en hoe verschillende waterstromen zich tot elkaar verhouden in volume en kwaliteit. Zo liet het zien dat waterhergebruik inderdaad kan bijdragen aan een robuuster watersysteem, vooral als hierin nieuwe verbindingen worden gemaakt tussen sectoren.

“En daar is het verkennend onderzoek wel het vliegwiel in geweest,” bevestigt Bartholomeus. Juist de integrale aanpak van het verkennend onderzoek is bijzonder geschikt gebleken om dit vraagstuk op te pakken. “Er lag allerlei expertise rond waterhergebruik bij verschillende groepen binnen KWR. We hebben de verschillende disciplines binnen KWR samengebracht, om integrale projecten te creëren, dus over de disciplines heen. Om zo bij te dragen aan die hele discussie rondom die zoetwaterbeschikbaarheid.”

KWR was daarbij in een uitstekende positie om dit vraagstuk vanuit een interdisciplinair perspectief op te pakken. Met veel kennis in huis van watertechnologie én van het watersysteem, konden binnen KWR verschillende velden bij elkaar gebracht worden die samen een nieuw perspectief bieden. “Dat is iets waar KWR veel kennis van heeft en wat we écht toevoegen aan het hele debat en de inhoudelijke invulling van die zoetwaterproblematiek,” benadrukt Bartholomeus. “Ik zie dat KWR een hele belangrijke functie heeft om die integrale blik steeds weer voor het voetlicht te brengen, als onderdeel van de oplossing.”

Het verkennend onderzoek als kennisbasis

Het verkennend onderzoek in de drinkwatersector heeft een bijzondere functie, vertelt Bartholomeus. Het is namelijk een manier om kennis te ontwikkelen op onderwerpen waarvan verwacht wordt dat ze in de toekomst belangrijk zullen worden, maar die nog niet actueel zijn. “Hiermee kunnen we in een vroege fase anticiperen op nieuwe ontwikkelingen, terwijl de buitenwereld daar eigenlijk nog niet klaar voor is.” Het grote voordeel van deze manier van onderzoek doen is dat het een solide kennisbasis creëert waar direct op voortgebouwd kan worden als de situatie verandert en het onderwerp actueel wordt.

De snelle ontwikkeling van het vraagstuk rondom droogte en zoetwaterbeschikbaarheid is daar een goed voorbeeld van. “De impact is dat je dus kennis veel sneller beschikbaar hebt,” licht Bartholomeus toe. “Nu is het goed dat die verkenningen toen gedaan zijn. Want je ziet dat je kennis klaar hebt liggen

op het moment dat het in een keer wel opportuun wordt. We hebben dingen al in de week kunnen leggen, zodat we dat daarna veel sneller op kunnen pakken met elkaar. Dan is het geen ver-van-je-bed show meer. En dan zie je dus dat je vanuit het verkennend onderzoek eigenlijk al een basis gecreëerd hebt.”

Deze kennisbasis wordt versterkt door de wetenschappelijke onderbouwing en bestending van het onderzoek. In principe is het verkennend onderzoek toepassingsgericht, zoals veel onderzoek in de drinkwatersector. Het richt zich veelal op het ontwikkelen van methoden, het verkennen van de toepasbaarheid van nieuwe technologieën, en het in identificeren van kaders waarmee de sector zich tot maatschappelijke ontwikkelingen kan verhouden. Maar het onderzoek wordt ook gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften, en daarmee onderworpen aan een peer-review proces, waarmee de kwaliteit van het onderzoek en de resultaten door de internationale wetenschappelijke gemeenschap worden getoetst en erkend.

Ook het onderzoek over hergebruik is gepubliceerd in *Water Resources Management* (2021). Voor Bartholomeus is dit een belangrijke stap, omdat het de betrouwbaarheid benadrukt van de kennis die in het verkennend onderzoek geproduceerd wordt. “Eigenlijk hebben daarmee we in het VO een denkwijze en een methode wetenschappelijk verankerd.” Dat blijkt van grote meerwaarde wanneer het gesprek met beleidsmakers en bedrijven gezocht wordt. “Als ik nu in een presentatie zo’n stroomdiagram laat zien, staat daarnaast ook de referentie naar de publicatie. En dat geeft ook vertrouwen, dat het wetenschappelijk geborgd is.”

Een opmaat voor verder onderzoek, innovatie en beleid

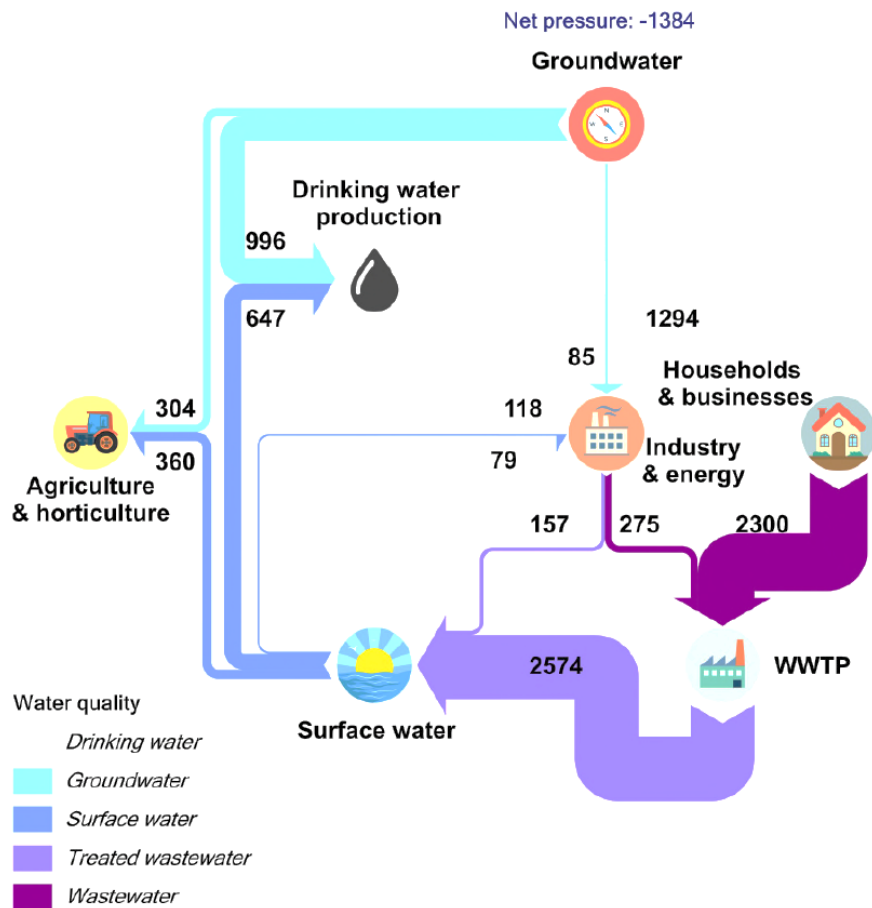
Inmiddels is het denken over alternatieve bronnen en hergebruik zo ver ontwikkeld dat het ook opgenomen wordt in andere studies, zowel binnen als buiten het Verkennend Onderzoek. Bijvoorbeeld, in het VO-project “Socio-technologische legitimering van water-gerelateerd hergebruik” (2022) werden narratieven ontwikkeld om de maatschappelijke acceptatie van hergebruik te



Dr.ir. Ruud Bartholomeus

bevorderen, met het doel hergebruik op grotere schaal te kunnen implementeren. Een ander voorbeeld is het VO-project “Vermindering van zakelijk drinkwaterverbruik” (2022). In dit onderzoek werd het drinkwatergebruik van grootzakelijke klanten in kaart gebracht, waarbij ook werd gekeken of zij al reststromen hergebruikten en in hoeverre zij ander water dan drinkwater zouden kunnen gebruiken in hun processen. Dit laat zien dat het onderwerp breed geïntegreerd raakt in zowel de toekomstvisie als het actuele denken en doen van de drinkwatersector.

Het onderwerp is dan ook niet alleen binnen het verkennend onderzoek verder ontwikkeld, maar is juist ook daarbuiten. Met name in het onderzoeksprogramma Water in de Circulaire Economie (WiCE) is hergebruik centraal komen te staan. En ook in meer fundamenteel onderzoek (bijvoorbeeld NWO-gefinancierde projecten) heeft het onderwerp inmiddels een plek gekregen. “Het verkennend onderzoek is uiteindelijk een opmaat voor geweest om elders belangrijke projecten op te starten,” vertelt Bartholomeus. “Dan zie je dus dat je vanuit het verkennend onderzoek eigenlijk al een basis gecreëerd hebt. Om daarna in andere



Stroomdiagram uit het project "Waterhergebruik en de Zoetwatervoorziening"

projecten weer verder te gaan. Het is eigenlijk een kapstok, voor allerlei onderzoek voor de komende jaren." En ook in beleidsvorming heeft het onderzoek al concrete invloed gehad. Naar aanleiding van de droogte van 2018 is de maatschappelijke aandacht voor de zoetwatervoorraad flink toegenomen. Zo heeft KWR ook verschillende overheden, waaronder ministeries en provincies, kunnen adviseren op het gebied van hergebruik en alternatieve bronnen.

Het verkennend onderzoek naar alternatieve bronnen en hergebruik is dus zeer waardevol geweest in het in kaart brengen van de technologische mogelijkheden en potentiële maatschappelijke invulling ervan. Maar wellicht nog belangrijker, heeft het onderzoek het denken over (drink)waterbronnen ontsloten door te laten zien dat er alternatieven zijn. Op het moment dat het zoetwatervraagstuk vanuit de maatschappij steeds urgenter werd, lag er een solide kennisbasis die de opmaat kon worden voor gericht onderzoek, innovatie, en beleid. De radicaal andere toekomst die in eerste instantie in 2018 verkend werd, bleek verassend dichtbij.

Verkennend onderzoek op het Sociaal-technologisch grensvlak

Interdisciplinaire samenwerking wordt steeds belangrijker om technologische en maatschappelijke uitdagingen het hoofd te kunnen bieden. In het VO staat integrale samenwerking centraal, en dat werpt zijn vruchten af.

Hoewel technologie en een natuurwetenschappelijke benadering de oorsprong van het onderzoek in de watersector vormen, zijn de uitdagingen waar de sector voor staat al lang niet meer alleen van technologische aard. De grote maatschappelijke uitdagingen rondom energie, klimaat, en ruimte, betekenen steeds meer onzekerheid voor de sector op sociaal-maatschappelijk gebied. Technologische ontwikkelingen zijn hierbij nodig, maar technologie alleen volstaat niet.

Ook het gebruik van data en neemt toe, datasets worden steeds groter, en er worden steeds slimme technologieën ontwikkeld om data te verwerken. Dit roept de vraag op, hoe om te gaan met al die data? Hoe die te destilleren en interpreteren? Dit is een technologisch vraagstuk, maar zeker ook een sociaal vraagstuk. Want hoe kunnen we grote datasets en kunstmatige intelligentie het beste gebruiken en interpreteren? Welk invloed heeft deze ontwikkeling op de organisatie, het onderzoeksproces, en wetenschapscommunicatie? En hoe verandert bijvoorbeeld de rol van de drinkwaterklant in het gebruiken, aanleveren en produceren van data, als consument of als *citizen scientist*?



Dit betekent dat natuurwetenschappelijke oplossingen, verbeteringen en innovaties die plaatsvinden steeds meer in hun context moeten passen, waar juist sociale wetenschappers verstand van hebben. In de afgelopen zes jaar heeft het verkennend onderzoek in de drinkwatersector deze tweezijdigheid omarmd: door technologische mogelijkheden bij te houden en te ontwikkelen, en tegelijkertijd de maatschappelijke implicaties en kansen onder de loep te nemen.

Disciplines die elkaar versterken

Dat het betrekken van sociaalwetenschappelijk onderzoek noodzakelijk is, benadrukt ook Jos Frijns, teamleider van het sociaalwetenschappelijke team binnen KWR (Resilience Management and Governance): “Ik denk dat we daarmee echt nieuwe perspectieven op uitdagingen kunnen krijgen, door steeds uit te zoomen, te verbreden, en door te laten zien, ‘het kan ook anders’. Daarmee kunnen we ook de watersector beter helpen bij hun afwegingen van hoe op deze uitdagingen in te spelen.”



Ir. Jos Frijns

Sociale wetenschappers kunnen vraagstukken in een nieuw daglicht zetten, wat belangrijk is om technologische *lock-ins* te voorkomen. Frijns geeft als voorbeeld de aanpak van opkomende stoffen. “Voor elk stofje kun je een nieuwe zuivering bedenken, en daarna nog eentje, en nog eentje. Dat is niet waar we naartoe moeten willen. Maar als je nou eens vanuit een sociaal-politiek perspectief hiernaar kijkt, dan kom je tot andere vragen, mogelijkheden, en oplossingsrichtingen.” Ook de relatie met de drinkwaterklant kan daarin meegenomen worden. “We kunnen nieuwe stoffen steeds beter meten, maar hoe communiceer je daar nou over? Dan is het wel handig om onderzoek te doen naar risicoperceptie van burgers.”

Andersom is alleen een sociaalwetenschappelijk perspectief ook niet toereikend. Dat beaamt Frijns: “In het biofysische perspectief zitten natuurlijk allerlei randvoorwaarden, zoals de bescherming van gezondheid als uitgangspunt. Als je daar alleen een sociaal perspectief kiest zou je de plank kunnen misslaan.” Bovendien liggen er ook voor sociale wetenschappers mogelijkheden in de samenwerking met andere disciplines. Zo kan de brede maatschappelijke benadering van thema’s als duurzaamheid onderbouwd worden door ontwerpopties te modelleren, die niet alleen laten zien hoeveel water er bespaard wordt, maar ook wat de impact ervan is op bijvoorbeeld de klimaatbestendigheid van een wijk. “We nemen een breed perspectief op duurzaamheid en maatschappelijke waarden,” stelt Frijns, “en dan helpt het ontzettend dat we die technische kennis in dat gesprek mee kunnen nemen.” Zo werd in het VO-project ‘Drinkwaterbesparing bij zakelijke grootverbruikers’ (2022) het context-, sector-, klant- en technologisch perspectief onderzocht. Daarmee konden verschillende type maatregelen voor de betrokken actoren verkend worden, van techniek tot systeemniveau.

Zeker in de samenwerking met hydroinformatica (HI) zijn de afgelopen jaren grote stappen gezet met een reeks verkennende onderzoeksprojecten. Zo is in het project ‘Speciaal voor u!’ (2019) een verkenning gedaan naar de mogelijkheid om data-gedreven klantcommunicatie in te zetten in de drinkwatersector. Rond

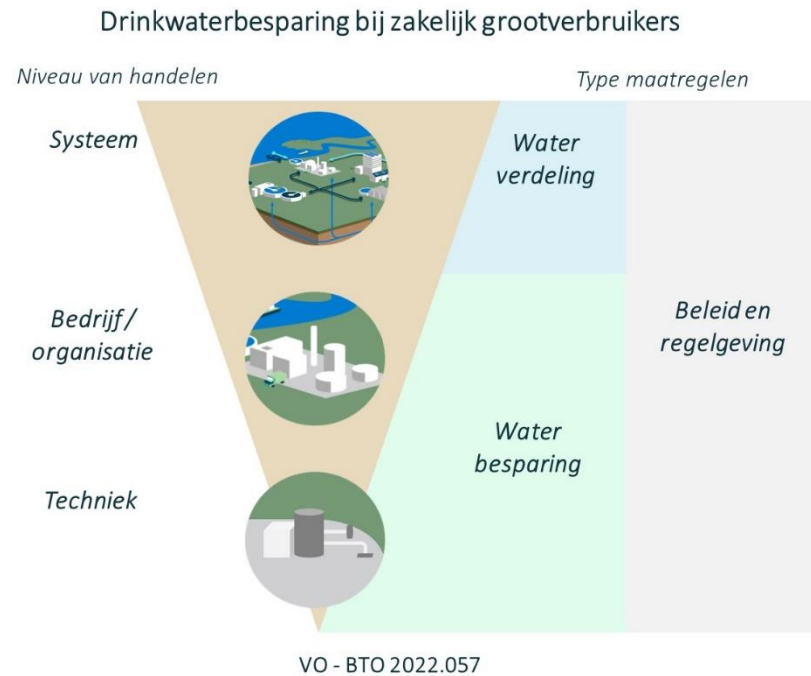
dezelfde tijd werd in het project ‘Smart Waternetworks’ (2019) een visie ontwikkeld op de rol van HI en Smart Water Management (SWM) in de watersector. Dit vormde een basis waarop werd voortgeborduurd in het project ‘Smart water conservation for households’ (2021). Hierin werd een hoogfrequente digitale watermeter gekoppeld aan een algoritme dat waterverbruikspatronen kan herkennen. Daar werden eerder ontwikkelde klantperspectieven aan verbonden om zo feedback te geven die beter past bij het gedrag en de sociale context van de gebruiker. Een productieve samenwerking tussen sociaalwetenschappelijke inzichten in gedrag en perceptie, en technische mogelijkheden vanuit HI biedt dus kansen voor effectievere gedragsbeïnvloeding en communicatie.

Ook in recente projecten over AI, zoals een project over de toepassing van *deep learning* in de watersector (2021) zijn HI en sociale wetenschap nauw aan elkaar verbonden. Hier wordt gekeken naar wat AI kan betekenen voor de watersector, bijvoorbeeld voor geautomatiseerde verwerking van klantmeldingen of het identificeren van microplastics. Hieruit komt ook het inzicht naar voren dat AI-technieken niet alleen aan datawetenschappers kunnen worden overgelaten, maar juist een gezamenlijke inspanning van waterprofessionals, datawetenschappers en sociale wetenschappers vereisen, omdat het belangrijk is de behoeften van eindgebruikers te begrijpen en ook de maatschappelijke risico’s goed te kunnen duiden.

Samenwerkingen tussen sociale wetenschappers en exacte wetenschappers kunnen de afzonderlijke disciplines ontstijgen. “Het zijn twee verschillende perspectieven op hetzelfde, die daarmee ook andere oplossingsrichtingen laten zien,” zegt Frijns. “En dan kunnen ze elkaar versterken.”

De frictie opzoeken in het Verkennend Onderzoek

Toch is interdisciplinaire samenwerking niet altijd makkelijk. “Ik ervaar het in het algemeen als positief. Maar de schoen wringt zeker af en toe.” Zegt Frijns. Dit heeft te maken met verschillende manieren van denken en onderzoek doen in de



Schema uit het interdisciplinaire Verkennend Onderzoek naar drinkwaterbesparing bij zakelijke grootverbruikers (2022)

afzonderlijke disciplines. Onderzoekers spreken vaak verschillende talen, en ook als zij wel dezelfde termen gebruiken kunnen zij daar een ander begrip van hebben.

Aan de ene kant moeten exacte wetenschappers bereid en in staat zijn om uit te zoomen, en in overleg met de sociaalwetenschappers het grotere verhaal kunnen zien. Dit kan nog wel eens lastig zijn, zeker wanneer zij sterk gespecialiseerd zijn in

een specifiek onderwerp. Toch staat voor Frijns buiten kijf dat dit noodzakelijk is: “Ik vind wel dat dat hun rol is. Elke KWR-onderzoeker moet beseffen dat wat hij of zij in zijn silo doet niet losstaat van de wereld, en niet losstaat van sociaalpolitieke dimensies, zeker wetende dat je collega’s hebt die daar onderzoek naar doen.”

Aan de andere kant moeten sociale wetenschappers bereid zijn om de complexiteit van het maatschappelijke veld wat los te laten en pragmatisch te werk te gaan, zeker als het tempo van de technologieontwikkeling in het project hoger ligt. Interdisciplinaire projecten zijn niet altijd de juiste plek voor uitgebreide reflectie op maatschappelijke waarden en consequenties.

Frijns benadrukt dan ook dat het belangrijk is om ruimte te houden voor discipline-specifiek onderzoek, om de meerwaarde van de sociale wetenschappen te waarborgen. “De sociale wetenschappen binnen KWR moeten zich ook eigenstandig kunnen handhaven en goed onderzoek kunnen doen. Je kan dat niet alleen maar samen met anderen doen, of een beetje erbij. Dat is nog wel een valkuil, dat we misschien ook wel teveel samen doen.” Door eigenstandig onderzoek te doen, kunnen sociale wetenschappers de juiste handvatten en inzichten blijven ontwikkelen die ingezet kunnen worden in de samenwerking. “Dat kan niet zomaar vanuit – soms betrap ik collega’s daar wel eens op – goed bedoeld boerenverstand.” Stelt Frijns. “Daar heb je onderzoek voor nodig, om dat in kaart te brengen en te beargumenteren. En dan blijkt het altijd ingewikkelder dan we dachten.”

Doordat onderzoeksvelden soms ver van elkaar verwijderd lijken en een andere taal spreken, heeft de samenwerking ook veel tijd nodig om te ontwikkelen, om naar elkaar toe te groeien. Voor Frijns heeft het Verkennend Onderzoek heeft daarin een faciliterende functie: “Dan kan het helpen om in het verkennend onderzoek het verschil juist op te zoeken. Sommige projecten hebben dat eigenlijk als hoofdfunctie, die frictie opzoeken, elkaars taal beter leren begrijpen.” Het verkennend onderzoek heeft expliciet als doel om integrale projecten te agenderen. Daardoor beidt het meer ruimte dan andere onderzoeksprogramma’s om discipline-overstijgend werk te doen. In de internationale onderzoekswereld wordt interdisciplinariteit steeds meer gestimuleerd, en ook binnen KWR wordt gezocht naar manieren om onderzoeksvelden te laten samenwerken. Het Verkennend Onderzoek biedt dan juist de ruimte om die werelden samen te brengen.

Voor Frijns is dit een positieve ontwikkeling die alleen nog verder zal doorzetten. “Je kunt niet meer vanuit je eigen silo goed drinkwater maken. Die tijd is echt voorbij. En het gaat denk ik wel nog verder naar elkaar toe groeien. De toekomstige watersituatie vergt gewoon onderzoek van beide. En daarom is het fijn dat er verkennend onderzoek is dat daar al brokjes voor kan ontwikkelen.”





Verkennend onderzoek naar Opkomende stoffen

Opkomende stoffen vormen één van de grootste uitdagingen voor de drinkwatersector. In het Verkennend Onderzoek worden technieken verkend om chemische stoffen beter in beeld en onder controle te krijgen.

Waterkwaliteit wordt al benoemd als de nieuwe stikstofcrisis: als de waterkwaliteit niet snel verbetert en voldoet aan de Kaderrichtlijn Water, zullen de overheid én industrieën juridisch in de problemen kunnen komen. Kranten, actualiteitenprogramma's en zelfs museumexposities besteden volop aandacht aan de kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater, achterhaalde vergunningen, en lopende rechtszaken tegen grote vervuilers. Om de waterkwaliteit te verbeteren moeten lozingen van schadelijke stoffen drastisch teruggebracht worden.

Voor de drinkwatersector is dit echter niets nieuws. Drinkwaterbedrijven houden altijd scherp in de gaten hoe de chemische samenstelling van hun bronnen eruitziet en handelen snel wanneer schadelijke stoffen gedetecteerd worden. Wat wel nieuwer is, is de grote uitdaging van opkomende stoffen.

“Opkomende stoffen, ja dan sla ik meteen aan. Dat is echt superbelangrijk.” Nienke Meekel veert op zodra het onderwerp ter sprake komt. Met haar werk als onderzoeker binnen het team Chemische Waterkwaliteit en Gezondheid bij KWR, wijdt ze zich aan het inzichtelijk maken van mogelijk schadelijke stoffen in het water.

Het probleem is dat er stoffen in het water terecht kunnen komen die nog niet bekend zijn bij handhavende instanties en drinkwaterbedrijven, of die (nog) niet op (inter)nationale lijsten met zorgwekkende stoffen staan. Daar komt nog bovenop dat stoffen ook veranderen. Zodoende is er ook toenemende aandacht voor transformatieproducten die kunnen ontstaan in het milieu of tijdens zuiveringsprocessen.

“Het doel is betere waterkwaliteit,” benadrukt Meekel. “Het uiteindelijke doel is dat die stoffen niet meer in het water zitten.” Maar tot die tijd is het aan de watersector om afwijkingen in de chemische samenstelling van het water snel te signaleren, en uit te zoeken of die schadelijk zijn.

Meer meten, meer data

Want hoewel regelgeving en handhaving er uiteindelijk voor zou moeten zorgen dat er geen schadelijke stoffen meer in het water terechtkomen, lopen handhavende instanties achter op de snelle ontwikkelingen in de chemische industrie en een realiteit waarin deze stoffen nog altijd geloosd kunnen worden op het oppervlaktewater. “Iedereen ziet dat er verder gekeken moet worden dan dat lijstje met parameters,” zegt Meekel.

“We zitten nu echt nog in de fase dat we meer moeten meten,” legt ze uit. “Ik hoop wel dat er op een gegeven moment een punt komt dat het water schoon genoeg is, en dat we de aandacht kunnen verleggen. Maar nu is het echt nog alle zeilen bij om de waterkwaliteit in beeld te krijgen en verontreinigingen op te sporen.”

Om meer te kunnen meten zijn nieuwe meetmethoden nodig. Op dit moment is maar een deel van het totale spectrum aan chemische stoffen meetbaar, en de vraag is of (en hoe) nieuwe technieken een groter of ander deel van deze totale *chemical space* kunnen beslaan. In het Verkennend Onderzoek worden regelmatig nieuwe methoden verkend. “Ik denk dat heel belangrijk is voor de waterkwaliteit,”



Nienke Meekel

vertelt Meekel. “Dat zie ik in mijn team ook. Iedereen houdt zijn ogen en oren open voor nieuwe technieken, of we nieuwe dingen kunnen meten.”

Meer en beter meten betekent ook dat er steeds meer data beschikbaar komt over de stoffen die zich in het water bevinden. Het verwerken en interpreteren van al deze data is nog een grote uitdaging. “Ik ben zelf analytisch chemicus, qua opleiding, maar nu ben ik meer met data science bezig dan met chemie,” beaamt Meekel. “Mijn werk is big data. We meten duizenden stoffen en moeten daarin gaan selecteren welke we moeten identificeren en welke niet. Dat werd nog veel met de hand gedaan, maar we zijn steeds meer aan het kijken of we al die onbekende stoffen door een model kunnen halen om te zien of er potentieel giftige tussen zitten. Dus je kan veel breder kijken.”

Toch is de verwerking van meetgegevens niet alleen met data science te realiseren: de kennis van chemische stoffen en meetprocessen is een hoog specialistisch veld waarvoor specifieke kennisontwikkeling nodig blijft.

Van verkenning naar toepassing

In het Verkennend Onderzoek worden regelmatig nieuwe meet- en analysemethoden onderzocht die bijdragen aan deze ontwikkelingen in de chemische waterkwaliteit. Een goed voorbeeld hiervan is het onderzoek naar Non-Target Screening (NTS), een techniek waarmee de aanwezigheid van stoffen kan worden gedetecteerd zonder dat referentiestandaarden nodig zijn, zoals het geval is bij conventionele methoden die gerichte doelstoffen identificeren. Er is veel interesse in deze techniek, omdat het de watersector in staat kan stellen om stoffen te vinden die nog niet bekend zijn of in referentielijsten met zorgwekkende stoffen staan. Maar hoewel KWR al langer met NTS werkt, bleek het lastig om de enorme hoeveelheid data uit non-target screenings goed te verwerken.

Daarom is in 2019 een verkennend onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om data science in te zetten voor de interpretatie van NTS data. Dit verkennend onderzoek is een stevige push geweest om de ontwikkeling van NTS in de watersector verder te brengen. Sindsdien heeft er een Bedrijfsonderzoek plaatsgevonden waarin NTS werd gebruikt om drinkwater en drinkwaterbronnen te screenen op antropogene stoffen. En samen met Rijkswaterstaat werkt KWR aan een onderzoekstraject om verdere toepassing in de watersector in Nederland mogelijk te maken. Hierin wordt de techniek verder uitgekristalliseerd, en wordt een belangrijke stap gezet richting implementatie doordat KWR ook een stakeholderproces faciliteert met drinkwaterbedrijven, drinkwaterlabs, regionale overheden, waterschappen, en andere belangrijke partijen in de sector.

Een ander voorbeeld is de ontwikkeling van Supercritical Fluid Chromatography (SFC). In 2022 startte een verkennend onderzoek waarin, aan de hand van een literatuurstudie en een aantal monsters wordt onderzocht of SFC van toegevoegde waarde kan zijn naast reeds geïmplementeerde technieken. Hoewel

deze technologie niet nieuw is, biedt het Verkennend Onderzoek nu ruimte om uit te zoeken hoe SFC ingezet kan worden om de hoeveelheid stoffen die gemeten kan worden uit te breiden, de analysetijd te verkorten, en/of de identificatie van stoffen te faciliteren. Meekel benadrukt dat SFC met name interessant lijkt voor zeer polaire stoffen, die lastig uit water te zuiveren zijn.



De orbitrap fusion, een hoge resolutie massaspectrometer die voor NTS gebruikt wordt.

Het Verkennend Onderzoek als speeltuin voor onderzoek en persoonlijke ontwikkeling

Om als (drink)watersector de ontwikkelingen in de chemische samenstelling van oppervlakte- en bronwater bij te benen, is het cruciaal om nieuwe meetmethodes te verkennen. De kennisbasis van KWR, die onder andere in het Verkennend Onderzoek werd ontwikkeld, is daarin een waardevolle asset.

“Ik zie het Verkennend Onderzoek echt als een soort speeltuin, in serieuze zin, als een plek waar je nieuwe technieken kunt ontdekken,” vertelt Meekel. “Ik denk dat het VO een hele belangrijke basis is, een fundament voor het onderzoek bij KWR. Juist omdat het even wat minder dichtbij de implementatie mag staan.” In vergelijking met de rest van het BTO staat het Verkennend Onderzoek iets verder van de praktijk af. De vraag hoe een techniek te implementeren is, hoeft dan nog niet direct geadresseerd te worden. Daardoor is er meer ruimte om technieken en onderzoeksmethodes uit te proberen, ook wanneer die mogelijk geen vervolg zullen krijgen.

Die speelruimte is waardevol voor inhoudelijke vraagstukken, maar ook voor persoonlijke ontwikkeling. “Die vrijheid heb ik als onderzoeker zeker veel aan gehad. Het is fijn dat je het heel breed kan houden, en ik denk dat we best wel wat meer buiten onze grenzen mogen. Het VO heeft daar voor mij heel erg aan bijgedragen.” Dit geldt zeker voor jonge onderzoekers, die expliciet in het Verkennend Onderzoek worden betrokken om voorstellen in te dienen. “Ik denk dat het VO een hele mooie kans is ook voor nieuwe medewerkers die misschien een wat frissere blik hebben. Het is goed dat dat echt wordt benadrukt, en dat zou ook best nog meer mogen.”



De impact van het Verkennend Onderzoek

De tabel hieronder geeft een overzicht van de van de impact van het Verkennend Onderzoek, zoals die uit de voorgaande hoofdstukken naar voren komt.

Impacttabel Verkennend Onderzoek 2018-2023	
Waarom was het Verkennend Onderzoek belangrijk?	Hoe heeft het Verkennend Onderzoek bijgedragen?
<ul style="list-style-type: none"> • Toenemende zorg om waterkwaliteit en de beschikbaarheid van zoetwater. • Maatschappelijke uitdagingen rondom circulariteit en duurzaamheid. • Technologische ontwikkelingen vergroten de potentie van hergebruik en alternatieve bronnen en bieden nieuwe mogelijkheden voor metingen, dataverwerking en klantrelaties. • Noodzaak van onderzoek dat niet direct implementeerbaar hoeft te zijn 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkenningen van nieuwe technologieën maken prioritering mogelijk voor betere waterkwaliteit en -beschikbaarheid. • In scenario's voor circulariteit komen techniek en sociale acceptatie samen. • Integrale projecten faciliteren de samenwerking tussen disciplines. • Ruimte voor ontwikkeling en academische vrijheid. • Proactieve programmering van toekomstig relevante onderwerpen voorkomt een reactieve houding en verrassing.
Op wie heeft dit invloed gehad?	Wat was de impact?
<ul style="list-style-type: none"> • De drinkwaterbedrijven hebben toegang tot state-of-the-art kennisontwikkeling. • Beleidsmakers in overheden en organisaties in de watersector hebben • KWR onderzoekers kunnen een solide kennisbasis ontwikkelen. • Jonge KWR onderzoekers hebben mogelijkheden om zich te ontwikkelen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inzichten worden breed opgepakt binnen de drinkwatersector en daarbuiten. • Het heeft geleid tot fundamenteel en toegepast vervolgonderzoek • Bevindingen zijn opgenomen in nationale en regionale beleidsvorming. • Jonge onderzoekers ontwikkelen vaardigheden en hun rol binnen KWR.

I Overzicht trendalerts 2018-2023

De tabel hieronder geeft voor elke trendalert weer welke ontwikkeling aanleiding gaf tot het verkennen van het betreffende onderwerp (signaal); de relevantie van het signaal voor de watersector zoals die uit de verkenning naar voren komt (relevantie); of het gaat om een Sociaal-culturele (S), Economische (E), Politieke (P), Technologische (T), Ecologische (E) of Demografische (D) ontwikkeling (SEPTED); en of de trendalert een kans of bedreiging (of beide) voor de watersector bespreekt.

Trendalert	Signaal	Relevantie	SEPTED	Kans of bedreiging
2018				
<u>Grenzen dicht voor invasieve exoten</u>	De afgelopen decennia is het aantal exoten dat zich in Nederland heeft gevestigd exponentieel toegenomen. De ecologische en economische schade die invasieve exoten veroorzaken, is ernstig.	Om de opmars van invasieve exoten enigszins binnen de perken te houden geven organisaties in de watersector jaarlijkse miljoenen euro's uit aan bestrijding en beheersing. Voor nieuwe exoten is systeemgericht natuurherstel, met maatwerk op basis van een goede gebiedsanalyse, de meest (kosten)-effectieve (preventie)maatregel. Een gezond ecosysteem rijk aan biodiversiteit is veerkrachtig tegen invasies. Maar in het huidige verstoorde, eentonige milieu zijn de problemen met invasieve exoten inmiddels zo acuut dat integrale responsstrategieën in de watersector hard nodig zijn om de kosten binnen de perken te houden. In de trendalert worden een aantal mogelijke integrale strategieën uiteengezet.	E	Bedreiging
<u>Alternatieve vlokmiddelen</u>	Het coagulatie/flocculatie-proces speelt een belangrijke rol in (drink)waterzuiverings- processen. Hiervoor worden meestal ijzer- en aluminium-verbindingen gebruikt, maar die dragen significant bij aan de milieu-impact van het totale proces. Om die impact te verlagen, en de hoeveelheden gevormd slib te verkleinen, wordt wereldwijd veel onderzoek gedaan naar alternatieve vlokmiddelen.	Er zijn 3 type vlokmiddelen: Anorganisch, Synthetische Organische Polymeren en biopolymeren. Organische polymeren kunnen worden gebruikt om de effectiviteit van vlokmiddelen significant te verbeteren. De laatste tijd gaat veel aandacht uit naar biopolymeren, omdat die bovendien de milieu-impact aanzienlijk zouden kunnen verkleinen. Toepassing van polymeren, synthetische of biopolymeren, in combinatie met metaalzouten kan leiden tot een kleinere hoeveelheid beter ontwaterbaar slib, en een significant minder gebruik van metaalzouten. Vragen die hierbij wel beantwoord moeten worden zijn hoeveel milieu-winst er geboekt kan worden, of het economisch haalbaar is, en wat de werking en eventuele toepassingsmogelijkheden van het gevormde slib zijn.	T	Kans
<u>Inventarisatie emissie routes van drugsafval en de relevantie voor de watersector</u>	Nederland kent een bloeiende illegale industrie voor de productie van synthetische drugs zoals amfetamine (speed), MDMA (XTC) en "designerdrugs". Bij deze productie komen allerlei afvalstoffen vrij die vaak worden gedumpt in de natuur, geloosd in oppervlakte-water, geloosd op het riool of vermengd met mest of met regulier (bedrijfs)afval. Op deze wijze kunnen reagentia, afval-stoffen en andere resten van drugsproductie in het milieu (en mogelijk in drinkwater bronnen) terecht komen.	De expertise van de (drink)-watersector is complementair aan de kennis van handhaving. Samenwerking kan zowel de handhaving als waterbedrijven helpen door bijvoorbeeld het bepalen van (omvang van) relevante emissie, syntheseroutes en opsporen van laboratoria . Onderzoek nodig naar: 1) inschatten van totale productieomvang 2)Risikoanalyse voor drinkwater uit grondwater 3) risicoanalyse voor drinkwater uit opp.water 4)identificeren van hot spots van productie en dumping 5) identificatie en inventarisatie van synthesesmarkers in waterwingebieden (zijn kwetsbare waterwingebieden vervuild met drugsafval) 6) WBE voor fingerprints van afval voor bepalen meest gebruikte syntheseroutes.	E	Bedreiging

<u>Netneutraliteit</u>	Netneutraliteit is een gelijkheidsprincipe voor internetverkeer. Volgens dit principe moet al het data-verkeer over het internet gelijk behandeld worden, ongeacht waar het vandaan komt, naar wie het toegaat of wat de specifieke inhoud is. Een Internet Service Provider (ISP) mag geen onderscheid maken in de bandbreedte of je de toegang tot bepaalde sites ontzeggen. Er woedt een harde politieke en machtsstrijd tussen grote technologiebedrijven over de toekomst van het internet en haar neutraliteit.	De verantwoordelijkheid voor netneutraliteit ligt voornamelijk bij deze ISP zoals in NL bijvoorbeeld Ziggo. Zij beheren als het ware het distributienet van het internet en kunnen bepalen welke data ze wel en niet doorlaten of voorrang geven. Als ze van die mogelijkheid gebruik maken, dan is er geen neutraal net. Netneutraliteit is een zwaar bevochten principe met machtige voor- en tegenstanders. Wat op de lange termijn op het spel staat is eerlijke concurrentie op het internet, mogelijkheid tot toetreding van nieuwe spelers en de vrijheid van meningsuiting en vrije nieuwsgaring In een neutraal internet is het al moeilijk betrouwbare wetenschap. Kennis in te brengen over bijv. klimaatverandering en vervuiling. Dit wordt versterkt als een selectief aantal machtige platforms de snelwegen van het internet in handen krijgen en activistische groepen (zoals Urgenda en Avaaz) het met de digitale zandpaden moeten doen. Ook kan het leiden tot hogere kosten voor de watersector als zij met veel realtime data etc. werken. Als laatste is het interessant om te verkennen hoe de 'slimme wijken van de toekomst' eruit zouden zien zonder net neutraliteit.	S	Bedreiging
<u>Activistische beleggers en milieurechtszaken</u>	Multinationals en overheden ondervinden via een aantal nieuwe en creatieve wegen druk om meer verantwoordelijkheid te nemen voor de consequenties van milieuproblemen zoals klimaatverandering en luchtkwaliteit. Mensen die het onterecht vinden dat de risico's en kosten van het uitblijven van effectieve maatregelen aan (toekomstige) burgers worden doorberekenend stappen vaker naar de rechter en/of voeren de druk op via aandeelhoudersvergaderingen.	waterbedrijven en waterschappen zouden als natuurbeheerders in de rechtszaal kunnen worden aangesproken op hun effectiviteit. Zouden waterbedrijven (samen met burgers) zich meer kunnen beroepen op algemene rechtsbeginselen net zoals de klimaatzaak van Urgenda en het pleidooi van Milieudefensie. Gezien alle in de trendalert bovenstaande ontwikkelingen wordt het voor waterorganisaties steeds belangrijker dat ze handelen niet alleen volgens bestaande normen, formele taken, en de letter van de wet. Als dit tegen de geest van de wet is, of niet effectief is, dan zullen ze merken dat men daar steeds minder geduld voor heeft.	P	Kans en bedreiging
<u>Gouden tijden voor private equity</u>	In de huidige situatie van economische hoogconjunctuur hunkeren beleggers om hun geld beschikbaar te stellen aan private equity investeerders om hogere rendementen te behalen.	Privatisering van publieke waterbedrijven is nog bij wet verboden in Nederland. Voor deze groep zal een PE overname na alle waarschijnlijkheid niet gebeuren in de nabije toekomst. Echter kunnen politieke veranderingen leiden tot veranderingen in wetgeving. Als waterschappen bijvoorbeeld hun publieke positie willen blijven behouden is het van belang dat de politieke discussie rondom privatisering en inmengingen van PE nauw gevolgd wordt. Gezien de opmars in PE investeerders met hun continue hunkeren naar winst, zou het zomaar kunnen dat in de nabije toekomst meer NL water- tech-bedrijven overgenomen worden door PE investering firma's. De publieke waterbedrijven werken nauw samen met private bedrijven in termen van kennis en technologie. PE zou ook een rol kunnen spelen in de financiering van nieuwe infrastructuur in Nederland als gevolg van de circulaire economie of de energietransitie. Bij PP samenwerkingen is het de vraag wie de maatschappelijke indicatoren gaat bepalen.	E	Kans en bedreiging
<u>Escapisme: emotioneel en fysiek</u>	Het verlangen naar escapisme als gevolg van onze complexer wordende maatschappij neemt toe. Door de toenemende druk om te presteren en de opkomende digitalisering is het streven om af te wenden van realiteit, of vanuit de digitale wereld juist terug te keren naar de werkelijkheid, onder burgers toegenomen. Escapisme betekent in deze context terugtrekken, van bijvoorbeeld sociale media, nutsnetwerken of internationale verbanden.	De afgelopen jaren zien we een toenemende behoefte bij een deel van de mensen om betrokken te zijn bij de watersector. De mondige burger verwacht meer dan alleen een goede dienstverlening, maar bijvoorbeeld ook transparantie. De watersector speelt in op deze trend met publiekscampagnes over watergebruik, participatie-projecten bij stedelijk water-beheer, interactie met klanten via sociale media, en citizen science experimenten. De watersector kan onderzoeken welke klantprofielen zich sneller zouden willen afwenden van de maatschappij en welke juist meer betrokken willen worden. Ook intern beleid kan worden aangepast aan de prestatie maatschappij generaties (mindfulness cursus). Ook heeft het invloed op extern beleid : decentralisering, digitalisering etc.	S	Kans en bedreiging

<u>Clusteranalyse leidingnet</u>	De netwerktopologie van een drinkwaterdistributiesysteem (DWDS) is complex, organisch gegroeid en afhankelijk van stedelijke topologie. Mensen abstraheren het leidingnet tot een model d.m.v. clustering om het overzichtelijker te maken, bijvoorbeeld op basis van (vermeende) functie of nabijheid, zodat ze eenvoudiger een (voorlopige) beslissing kunnen nemen.	kennelijk is er een behoefte aan een eenvoudige en snelle clusteringmethode, waarbij geen kennis van hydraulische netwerk-berekeningen vereist is. Deze behoefte lijkt ook bij de NL drinkwaterbedrijven (latent) aanwezig. In deze trendanalyse worden toepassingen van een eenvoudige en snelle clusteringmethode van het DWDS geïdentificeerd. Daarbij valt op de sommige van deze mogelijkheden momenteel worden waargemaakt door menselijke intuïtie, en sommige door de afdeling leidingnet-berekeningen, en sommige van de mogelijkheden worden nog niet benut.	T	Kans en bedreiging
<u>Perverse incentives van milieubeleid. Substitutie van schadelijke stoffen met minder schadelijke stoffen. "Juich niet te vroeg"</u>	Substitutie, het vervangen van schadelijke stoffen door minder schadelijke, is zo oud als de weg naar Rome. In onze pogingen om verbeteringen door te voeren blijkt vaak dat de substituties geen verbeteringen zijn, maar dat deze soms erger zijn dan de kwaal, of slechts in deeloplossingen resulteren	In een recent rapport concludeerde Baken (2018) dat het aantal nieuwe stoffen dat wordt geproduceerd en in (drinkwater)-bronnen wordt aangetroffen toeneemt. In het rapport van Baken voor de Vewin wordt substitutie gezien als een van de manieren om de toenemende aantallen stoffen in bronnen te beteugelen. Wat is nodig voor succesvolle substitutie en wat kunnen waterbedrijven/waterschappen doen op dit te stimuleren/af te dwingen? In de trendalert worden 4 manieren waar aan kan worden gedacht in het beantwoorden van deze vraag.	S	Kans en bedreiging
<u>De donuteconomie</u>	Sinds de kredietcrisis van 2007 is de kritiek op de neo-klassieke economie uit verschillende richtingen toegenomen. Toch blijft deze manier van denken dominant bij politici en beleidsmakers. In Doughnut Economics stelt de econome Kate Raworth 7 economische principes voor de 21e eeuw voor.	De donuteconomie vertegenwoordigt een bredere kritiek binnen wetenschap en maatschappij op het dominante neo-klassieke economische denken. Wat de donuteconomie tot een relevante representant van deze trend maakt, is dat het een nieuwe taal en nieuwe afbeeldingen en symbolen biedt voor een alternatieve benadering. Daarmee kan het een verandering in het denken teweeg brengen bij politici, beleidsmakers en strategen. Elk van de zeven kritiepunten die Raworth formuleert, hebben ook relevantie voor de watersector. 1) de donut als doel past veel beter bij de praktijk van de watersector dan het streven naar economische groei. 2) een ingebedde economie voor de watersector interessant (waardecreatie meenemen) 3) Helpt om het gedrag van burgers (als niet enkel economische wezens) ten aanzien van water te begrijpen. 4) waterbedrijven opereren niet in een markt van vraag en aanbod 5) aandacht voor (on)gelijkheid en 6) milieuvervuiling	S	Kans
<u>Gegamificeerd gehoorzaamheid</u>	In plaats van straf door gerechtelijke vervolging werkt gegamificeerde gehoorzaamheid op basis van andere prikkels. Spelprincipes en speeltechnieken worden toegepast om gehoorzaamheid te bevorderen. Dit gaat verder dan 'serious games' omdat menselijk gedrag wordt gestuurd in de echte wereld. Het gaat bij gegamificeerde gehoorzaamheid om interacties in werkelijke situaties - geen simulaties.	In Europa zou gegamificeerde eerder een gevolg zijn van gebruiker-gegenereerde inhoud, zoals reputatiebeoordelingen die mensen zelf online plaatsen, dan een centrale score die door dealgoritmes van de overheid wordt bepaald. Het Chinese voorbeeld van een nationale trustscore zou door cultuurverschillen en Europese wetten waarschijnlijk nooit direct worden overgenomen. Gegamificeerde gehoorzaamheid roept vragen op over solidariteit, inclusiviteit, diversiteit, vrijheid en privacy. De trendalert beschrijft 6 voorbeelden van kansen en bedreigingen voor de watersector. O.a. over hoe verwachtingsmanagement belangrijker wordt en hoe een reputatiesysteem waterorganisaties kan helpen om een vinger aan de pols te houden. Hoe gegamificeerde gehoorzaamheid ingezet kan worden om mensen te belonen voor het behartigen van collectieve belangen.	S	Kans en bedreiging
<u>Omgevingsbeleid in ontwikkeling: water volgt, water stuurt, water integreert</u>	Naar verwachting treedt in 2020 de nieuwe Omgevings-wet in werking. In de omgevingswet vindt integratie plaats van sectorale wetgeving op het gebied van natuur, milieu, water, infrastructuur en de ruimtelijke ordening om ruimte te bieden aan een integrale benadering op omgevingsvraagstukken waarin voldoende ruimte is voor regionale afstemming en lokaal maatwerk.	Het PBL waarschuwt voor een technocratisering van het omgevingsbeleid. De aandacht gaat bovenal uit naar fysieke opgaven in de leefomgeving, gerelateerd aan het klimaat, duurzame energie, infrastructuur en de landbouw. Dit gaat ten koste van het oppakken van sociale opgaven, zoals de groeiende ongelijkheid tussen sociale groepen en regio's in NL. Terwijl juist de Omgevingswet een goed kader zou kunnen bieden beide opgaven integraal aan te pakken. Geconcludeerd wordt dat het nieuwe omgevingsbeleid kansen biedt om de rol van water als verbindende factor in het ruimtelijke beleid te versterken. Hiervoor is het wel nodig om proactief nog openstaande vraagstukken rondom regionalisering aan te pakken, op zowel het technische als het sociale vlak.	P	Kans

2019

<u>Persoonlijk en met kennis van zaken: Verwachtingen betreffende de relatie burger overheid in 2030</u>	Om meer inzicht te krijgen in de hoe de relatie tussen de overheid en de burgers er nu en in de toekomst uitziet, heeft de Nationale Ombudsman begin 2019 een onderzoek hiernaar gestart. Aan de hand van een grote survey en focusgroepen is gepoogd de belangrijkste wensen en verwachtingen van burgers in kaart te brengen.	Kern onderdelen hiervan zijn het versimpelen van de toegankelijkheid van overheidsdiensten, transparantie en de mogelijkheid menselijk contact te hebben. Ook voor de watersector zijn dit relevante wensen. Het vergroten van bewustzijn en transparantie over de werkzaamheden van de verschillende partijen is de afgelopen jaren een belangrijk onderwerp geworden.	P	Kans en bedreiging
<u>Weersextremen in de bestuursakkoorden waterschappen</u>	Na de zomer van 2018 stond droogte opeens hoog op de agenda in Nederland. De droogte van 2018 heeft een onmiskenbare impact gehad op de aandacht voor weersextremen in de bestuursakkoorden van waterschappen.	Een veerkrachtig waterschap reageert snel op de eerste signalen van een (mogelijk) aankomende verandering om de kansen maximaal te benutten en de risico's te beperken. Wat betreft droogte waren deze signalen al lang voor de droogte van 2018 aanwezig. Kunnen we leren van de droogte van 2018 en ervoor zorgen dat er bij een volgende grote droogte wellicht minder wordt gespeculeerd over de gereedheid van de watersector?	P	Kans en bedreiging
<u>Het belang van resiliëncie in de drinkwatermicrobiologie</u>	Recent wordt steeds meer onderzoek uitgevoerd naar het effect van verstoring op de bacteriegemeenschap, waarbij de gemeenschap resistent kan zijn tegen een verstoring, tijdelijk verandert (resiliëncie), dezelfde functies behoudt (functionele redundantie) of definitief verandert in samenstelling en functie.	Microbiologische activiteit treedt ook op in het drinkwaterecosysteem, wat onwenselijk kan zijn (bv groei van ongewenste micro-organismen in het distributiesysteem). Daarom wordt getracht biologisch stabiel drinkwater te produceren, maar onduidelijk is in hoeverre biologisch stabiel drinkwater voorkómt dat de drinkwaterkwaliteit verandert na een verstoring. De trendalert geeft voorbeelden van resiliëncie bij ongewenste verstoringen en een voorbeeld van bioaugmentatie als gewenste verstoring.	T	Kans en bedreiging
<u>Dare to be grey</u>	Politieke en maatschappelijke discussies worden in toenemende mate gekenmerkt door polarisatie en een verharding van het debat. De discussie wordt gedomineerd door de extremen en het zogenaamde 'grijze midden' wordt niet meer gehoord. Als reactie op deze gepercipieerde ontwikkelingen starten studenten in 2016 Dare to be Grey, een beweging die oproept tot debatteren en nuance en die poogt deze ongehoorde massa een stem te geven.	Ook in de watersector worden er discussies gevoerd die zich in de toekomst zouden kunnen polariseren. Debatten die momenteel spelen zijn bijvoorbeeld de discussies omtrent de inrichting van het watersysteem en de hoogte van grondwaterstanden. Ondanks dat er op dit moment nog geen polarisatie plaatsvindt, is een overweging van deze discussies waardevol om de nuance in het debat te waarborgen. Concluderend kan er dus gesteld worden dat het klassieke poldermodel, (compromis en nuance) gestoeld op wetenschappelijke kennis, voordelen oplevert voor de watersector. Echter, wanneer een uitdaging vraagt om een radicaal nieuwe aanpak en een mogelijke transitie naar een heel nieuw systeem, blijkt het grijze midden niet altijd een aantrekkelijk toekomstbeeld voor handen te hebben. Wellicht is het ook in de watersector aan te raden soms zwart-wit te denken en extremen als inspiratie te beschouwen voor mogelijke transitiepaden.	S	Kans en bedreiging
<u>Inventarisatie toepasbaarheid LD-IR spectroscopie voor de typering en analyse van bacteriële biofilms</u>	Laser direct infrared (LD-IR) imaging is een innovatieve spectroscopische techniek die een kwantumcascadelaser (QCL) als IR-bron gebruikt. De voordelen van LD-IR in vergelijking met conventionele Fourier Transform infrarood (FT-IR) systemen zijn een hogere spatiale resolutie en snellere analyse. Zo kunnen een groter aantal monsters in een kortere tijd worden geanalyseerd. LD-IR systemen worden gebruikt om de compositie van deeltjes (bv. microplastics) in verschillende monsters te identificeren.	LD-IR zou toegepast kunnen worden om 1) aan te tonen hoe een biofilm zich ontwikkelt 2) n om beter inzichtelijk te krijgen hoe de EPS-samenstelling verandert door de hardheid van het drinkwater. 3) LD-IR kan gebruikt worden om niet alleen de biofilm, maar ook het materiaal waar de biofilm op groeit te bestuderen. Om te begrijpen wanneer micro-organismen biofilms vormen, moet men een scala aan verschillende parameters in acht nemen. Omdat LD-IR een breed spectrum aan moleculen kan detecteren zou dit een veelbelovende techniek hiervoor kunnen zijn.	T	Kans
<u>Elektrochemische technieken in drinkwaterzuivering</u>	Elektrochemische processen maken de laatste jaren steeds meer hun opwachting in diverse drinkwaterzuiveringsprocessen. Het gaat dan om elektrocoagulatie/-floculatie, elektro-oxidatie,	Hoewel de technieken meestal nog niet op full-scale worden toegepast, lijken ze op lab- en pilotschaal veelbelovend te zijn. Voordelen zijn een lager energie- en chemicaliën verbruik, en bijvoorbeeld minder slibvorming voor EC. Bovendien blijken vaak meerdere processen, zoals oxidatie/reductie en verwijdering, gecombineerd te kunnen worden in één processtap.	T	Kans

toepassing van elektrisch geleidende membranen, en de verwijdering van ionen door middel van capacitieve deionisatie.

Voorlopig is de grootste technologische uitdaging op het gebied van elektrochemische processen gelegen in opschalingsmogelijkheden, om tot full scale drink)waterzuiveringsprocessen te komen.

<p><u>Retropie: vroeger was alles beter</u></p>	<p>Wie niet meer in de toekomst gelooft, gaat over het verleden dromen. Zo ontstaat er volgens socioloog Bauman een retrotopie', het verlangen naar de terugkeer naar een geïdealiseerd verleden. Ondanks economische vooruitgang, idealiseren steeds meer burgers in de Westerse wereld het verleden bij gebrek aan een hoopvol toekomstperspectief en zoeken ze aansluiting bij politieke bewegingen die dit verkondigen.</p>	<p>waterorganisaties zouden kunnen optreden en zichzelf uiten als een zekere en stabiele factor in de samenleving. Om de zorgen over politiek-maatschappelijk instabiliteit die bij retrotopianen leeft weg te nemen. Waterorganisaties zouden deze stabiele factor kunnen uitstralen door actief te benadrukken met een positieve 'tone of voice' dat het (op watergebied) juist nu beter is dan vroeger en dat zij niet commercieel gedreven is. Toenemende liberalisering van nutsvoorziening is een andere zorg van retrotopianen.</p> <p>verschillende groepen klanten zullen anders bediend moeten worden, dus ook de retrotopianen. Het is aan te raden dat waterorganisaties, in haar (communicatie)strategie, deze groep retrotopianen op de juiste wijze bedient. Hiertoe worden twee overwegingen meegegeven. 1) in berichtgeving aansluiten op de behoefte van retrotopianen en evalueren op vroeger en nu 2) klanten meer binden aan de organisatie (retrotopianen missen saamhorigheid)</p>	<p>S</p>	<p>Kans en bedreiging</p>
<p><u>Leve de natuur, weg met het bos?</u></p>	<p>Wagenings onderzoek heeft aangetoond dat het bosoppervlak in Nederland tussen 2013 en 2017 met 1,5% afnam (5.399 ha). Opvallend is dat het grootste deel van de bossen omgevormd werden om ruimte te maken voor andere natuur zoals heide en stuifzand. Maar is omvormen van bos voor andere natuur wel zo'n goed idee?</p>	<p>Volgens provincies en natuurbeheerders is de omvorming naar ander soort natuur nodig omdat het bijdraagt aan de versterking van de biodiversiteit. Tegelijk gaat het huidige kapbeleid lijnrecht in tegen een andere doelstelling: volgens het onlangs afgesloten concept klimaatakkoord moet er in Nederland juist méér bos komen om CO2 op te slaan. Daarnaast bevat een gekapt bos een enorme hoeveelheid CO2 die uiteindelijk in de atmosfeer belandt.</p> <p>Het is aan te raden dat een drinkwaterbedrijf of waterschap 1) duidelijk standpunten inneemt over haar natuurbeleid en deze onderbouwt met argumenten om zodoende draagvlak te creëren voor het uitgevoerde natuurbeleid. 2) transparant zijn over hun bosbeleid en duidelijk beargumenteren waarom bepaalde bossen gekapt of omgevormd worden. 3) de beheersing van oprukkende bomen en struiken doorzet om de waterlevering te garanderen 4) te zorgen dat bij gebieden voor ontbossing weinig tot geen stikstof aanwezig is.</p>	<p>E</p>	<p>Kans en bedreiging</p>
<p><u>Integraal ontwerp boven- en ondergrondse infrastructuur</u></p>	<p>De ondergrondse infrastructuur volgt de bovengrondse, en vooral het stratenpatroon. De kosten voor aanleg en onderhoud en ook de prestatie van bijv. het drinkwaterleidingnet worden daarmee ook bepaald door het stratenpatroon. De energietransitie, nieuwe omgevingswet en een roep om een meer circulaire economie bieden kans (en noodzaak) voor een meer integrale aanpak in de ondergrond.</p>	<p>Waterbedrijven zullen de komende jaren veel leidingen gaan vervangen en zien dit als kans om hun leidingnetten te verbeteren. Daarbij wordt nog beperkt rekening gehouden met een integrale visie op het ontwerp van alle onder- en bovengrondse infrastructuur.</p> <p>Een heel nieuwe set van ontwerpuitgangspunten kan worden overwogen. Het is mogelijk om verder te gaan dan een zo goedkoop mogelijk net dat voldoet aan de randvoorwaarden voor druk en waterkwaliteit</p>	<p>T</p>	<p>Kans</p>
<p><u>Digitale tweelingen</u></p>	<p>Digitale tweelingen zijn virtuele replica's van fysieke apparaten of systemen die zich zo veel mogelijk hetzelfde gedragen als de werkelijkheid. Deze ontwikkeling krijgt steeds meer aandacht. De snelle opkomst van digitale tweelingen, hangt sterk samen met ontwikkelingen zoals IoT, big data en kunstmatige intelligentie.</p>	<p>De toegenomen rekenkracht en beschikbaarheid van real-time sensordata, die digitale tweelingen bieden, maken het o.a. mogelijk om 1) ook in ongewone situaties voldoende informatie te verzamelen en verwerken. 2) geïntegreerde modellen die een breder scala aan systemen zoals drinkwater, afvalwater, grijs water, hemelwater, oppervlaktewater of zelfs energie of verkeerssystemen geïntegreerd te analyseren 3) gericht en kostenefficiënter assetbeheer.</p> <p>De toepassingsmogelijkheden zijn veelbelovend. Echter, op dit moment is er nog relatief weinig ervaring met digitale tweelingen in de NL watersector. Een eerste stap is daarom vooral om de meerwaarde en het potentieel van digitale tweelingen te demonstreren. 1) Het detecteren van anomalieën tussen de digitale tweeling in haar fysieke tegenhanger is daarbij belangrijk. 2) en tweede stap om de meerwaarde van digitale tweelingen te demonstreren zijn scenariosimulaties.</p>	<p>T</p>	<p>Kans</p>

<u>Biologische Veiligheid waterhergebruik en alternatieve bronnen</u>	Door druk op waterbeschikbaarheid is er toenemende aandacht voor hergebruik van water (kleinschalig (decentraal), middelgroot, industrieel, RWZI (centraal)). Daarbij zijn risico's voor de volksgezondheid een aandachtspunt. I.p.v. één drinkwaterkwaliteit voor alle gebruiksdoelen wordt daarbij de 'fit for purpose' benadering gehanteerd, gebruik makend van de risicobenadering zoals die in de NL drinkwatersector is ontwikkeld en wordt toegepast (de AMVD drinkwater).	De trendalert beschrijft ontwikkelingen die leiden tot nieuwe vragen voor zowel de overheid als verschillende actoren in de sector. Enerzijds bieden de ontwikkelingen kansen voor innovatie en duurzame watervoorziening in de toekomst. Anderzijds is de uitdaging om dat te doen zonder dat de risico's voor de volksgezondheid toenemen. De drinkwaterbedrijven en waterschappen kunnen op basis van hun lange ervaring en kennis van centrale systemen voor drinkwater en afvalwater een adviserende en controlerende rol vervullen bij deze transitie.	T	Kans
<u>Panorama Nederland: positief en verbeeldend</u>	Nederlanders denken minder positief over de samenleving dan voorheen. Er is behoefte aan een nieuw verhaal om mensen weer te laten verlangen naar een mooie toekomst. Verbeelding wordt de afgelopen tijd als een krachtig instrument gezien. Het College van Rijksadviseurs heeft gebruikmakend van het verlangen naar positivisme en verbeelding een aanzet gedaan met Panorama Nederland: een positief verbeeldend toekomstperspectief voor de ruimtelijke inrichting van NL.	Het ruimtelijke thema dat het meest relevant is voor de water- sector binnen Panorama NL is de Wateropgave: toekomstige wateropgaven moeten worden benut om kwaliteit leefomgeving te verbeteren, creëren maximaal maatschappelijk rendement voor de lange termijn, niet monetaire waarden zou meegenomen moeten worden voor iedere investering in de watersector Om stappen te zetten richting toekomstige uitdagingen en een duurzame toekomst te bewerkstelligen zou verbeelding meer aandacht mogen krijgen in het (water)beleid.	S	Kans
<u>Disruptive technologies for hybrid systems</u>	Door de toenemende druk (kwalitatief en kwantitatief) op beschikbare waterbronnen, zijn nieuwe adaptieve en efficiëntere water systemen nodig met verschillende centrale en decentrale componenten. Deze nieuwe systemen worden 'Hybride systemen' genoemd.	Om zulke 'hybride systemen' te realiseren, zullen er de komende 10-15 jaar verschillende disruptieve technologieën worden ontwikkeld/uitgevoerd om het proces te versnellen. Deze worden in de trendalert uitgewerkt. Een voorbeeld is disruptieve innovaties in membraamtechnologie en/of osmose die leiden tot bijv. een gereduceerde energievraag waardoor deze oplossingen aantrekkelijker worden. Geavanceerde oxidatietechnieken, UV-LED, en smart-sensoren zijn ook voorbeelden van technieken die op een (veel) grotere schaal kunnen worden toegepast met de nodige innovaties. Naast deze nieuwe technologieën, zal ook de manier waarop wij over water infrastructuur denken en hoe we deze services aanbieden moeten veranderen, onder andere op juridisch- en beleidsgebied. De ontwikkelingen naar aanleiding van de nieuwe omgevingswet bieden potentie op dit gebied. Dit kan disruptief zijn.	T	Kans
2020				
<u>Omslagpunt decentralisatietrend</u>	De bezuinigingsmaatregelen van Rutte II (2012-2017) zorgden voor hervormingen en decentralisatie in het openbaar bestuur. Het waterbeheer was de afgelopen decennia juist steeds meer gecentraliseerd.	Een moeilijke balans tussen sturing, representatie en autonomie; de financiële verhoudingen; en sociale feedback zijn drijfveren om te kijken naar (re)centralisatie. Er zullen de komende jaren veel discussies zijn over de verdeling van verantwoordelijkheden, kosten en risico's tussen partijen, onder andere partijen in de watersector. De coronacrisis heeft duidelijk gemaakt waarom de publieke sector zo belangrijk is. Ten tijde van de trendalert moest de verkiezingsuitslag nog volgen. Er werd potentie gezien dat de uitslag en formatieperiode zouden leiden tot een verschuiving in de rolopvattingen van publieke organisaties.	P	Kans en bedreiging
<u>Groene groei versus post-groei</u>	'Post-groei' economieën stappen af van het idee dat groei noodzakelijk is voor een gezonde economie. Consumptie in het metabolisme (verwerking van materialen en energie) van de maatschappij moet juist verkleind worden. Productie en consumptie moet verminderen en daarmee ook de extractie van	'Groene groei' economieën blijven gericht op (meer) groei, efficiëntie, competitie, productie en consumptie en winst, maar op basis van duurzame brandstoffen en in samenhang met natuurontwikkeling. Marktinnovatie en technische ontwikkelingen worden geopperd als oplossing voor ontlastings hulpbronnen. Omdat de economie in navolging van de Coronacrisis nieuwe impulsen moet krijgen, is het reflecteren en stellen van grote fundamentele vragen over de inrichting van onze economie zeer actueel. Welke richting	E	Kans en bedreiging

	grondstoffen en het verbruik van energie. Daarnaast een focus op welzijn en sociale gelijkheid.	wordt ingeslagen (post-groei of groene groei) is relevant voor het watergebruik, gebiedsinrichting, etc. en daarmee voor de watersector.		
<u>Lobbycratie</u>	In een lobbycratie is de democratie uitgehold en hebben niet de kiezers maar de invloedrijkste lobbygroepen de politieke macht. In Nederland neemt de verwevenheid tussen grote bedrijven en de staat nieuwe vormen aan, waardoor belangen zich vermengen. Welke kant de beïnvloeding precies op gaat (overheid à bedrijfsleven of andersom) is moeilijk te duiden.	De Waterschappen begeven zich in een transitieperiode en het governance-systeem verandert. Hierbij wordt onder andere de komende tijd gesproken over het blijven/veranderen/verdwijnen van de geborgde zetels binnen het waterschapsbestuur. De relevantie van lobby voor drinkwaterbedrijven is anders omdat zij geen democratische sturing nodig hebben. Het is raadzaam dat de drinkwaterbedrijven alert zijn op lobby van groepen buiten de in het levergebied aanwezige belangengroepen. Daarnaast kunnen ze hun eigen verantwoordingsplicht en transparantie onder de loep nemen.	P	Bedreiging
<u>Complotwappies of kritische denkers</u>	Niet alleen de ideeën zelf van complottheorieën zijn gevaarlijk, de wijze waarop die ideeën vervolgens het publieke debat structureren door het creëren van een ‘valse balans’ tussen overheidsbeleid en complotkritiek ook.	Er is onderzoek nodig naar hoe de watersector kan omgaan met de verspreiding van desinformatie over water en hoe door middel van transparantie het vertrouwen in water en in de watersector behouden kan worden. Het is van belang om in de gaten te houden of de watersector doelwit wordt van een georganiseerde complottheorie.	S	Bedreiging
<u>De top van de afvalberg</u>	Factoren die risico op onzorgvuldige omgang met afval vergroten; (1) het verdienmodel voor afvalverwerkers; (2) de toezicht en handhaving; en (3) de afhankelijkheidsrelatie tussen afval verwerker en overheden .	Het storten, verwerken of toepassen van (licht) vervuild materiaal brengt (grote) risico's met zich mee voor de watersector. Gezien de belangen van waterschappen en ook drinkwaterbedrijven bij het voorkomen van illegale lozingen, zou het verkennen van samenwerking met omgevingsdiensten waardevol kunnen zijn.	E	Bedreiging
<u>Een reis naar het vakantieland van de toekomst</u>	De ontwikkelingen in de toerismesector kunnen een flink beslag leggen op de beschikbare hoeveelheden drinkwater.	Hier ligt een maatschappelijke uitdaging voor drinkwaterbedrijven om ook buitenlandse toeristen aan te zetten om water uit de kraan te drinken i.p.v. uit flessen. Het is aan te raden om bij het ontwerpen van watervoorzieningen, ook de voorspelde toeristische groei van het NBTC mee te nemen in het ontwerp.	S	Bedreiging
<u>Kweekvlees</u>	Ondanks de grote milieu impact van vleesconsumptie, verwacht de VN Voedsel en Landbouworganisatie (FAO) een wereldwijde verdubbeling van de vleesconsumptie in 2050.	Doordat kweekvlees via een biotechnologisch proces wordt geproduceerd kunnen er verschillende risico's voor de volksgezondheid worden voorkomen. Naar verwachting kan de introductie van kweekvlees het wereldwijde waterverbruik van de vleessector drastisch veranderen, en daarbij ook de druk op waterbronnen.	S	Kans
<u>Dynamische prijsstelling</u>	Dynamische prijsstelling (het monetariseren van de onttrekking, het gebruik van water en het flexibel aanpassen van het tarief) kan een oplossing bieden wanneer andere oplossingen voor het verminderen van waterschaarste te duur zijn, of veel tijd kosten om te implementeren.	Bij het invoeren van dynamische prijsstelling moeten goede voorlichtingscampagnes worden gevoerd en kan de prijsstelling niet te complex zijn om begrip en vertrouwen bij de klant te behouden/realiseren. Aanvullend onderzoek is nodig naar: de effectiviteit van dynamische prijsstelling, of digitale watermeters nodig zijn (en of de businesscase hiervan wordt beïnvloed door de prijsstelling), randvoorwaarden in gedrag, omstandigheden, techniek, regelgeving etc.	T	Kans
<u>Biologische behandeling van omgekeerde-osmoseconcentraat</u>	Door verslechtering van de bronkwaliteit van drinkwaterproductie en verzilting van rivieren en polders, zal de toepassing van ontziltingstechnieken als nanofiltratie (NF) en/of omgekeerde osmose (RO), gevolgd door remineralisatie, vaker nodig zijn om aan de kwaliteitseisen voor drinkwaterproductie te voldoen. Hierdoor is de verdere ontwikkeling van behandelingstechnieken voor de reststromen/concentraat noodzakelijk.	Biologische toepassingen binnen reststroommanagement zijn veelbelovend omdat daarbij een afscheidbare vorm van specifieke probleemstoffen ontstaat die selectief verwijderd kan worden. Deze toepassingen worden in de trendalert toegelicht. Welke mogelijke toepassing het beste kan worden onderzocht/toegepast is sterk afhankelijk van de eigenschappen van RO concentraten. Het is ook afhankelijk van de huidige zuivering, de uitbreidingsmogelijkheden, locatie, etc. Voor elk specifiek geval zal daarom de mogelijke toepassing op maat gemaakt moeten worden.	T	Kans

Composietmaterialen in drinkwaterzuivering	Composietmaterialen bestaan uit combinaties van heel verschillende materialen. Hierdoor kunnen uiteenlopende eigenschappen worden gecombineerd in één deeltje of één systeem. Dit biedt nieuwe en interessante toepassingsmogelijkheden voor waterzuivering.	Processen waarin composietmaterialen binnen de drinkwaterzuivering worden gebruikt zijn filtratie, flocculatie, desinfectie, adsorptie/katalyse/oxidatie. In bepaalde gevallen kunnen reststoffen uit de drinkwaterzuivering zelf worden ingezet in composietmaterialen die in het zuiveringsproces worden toegepast. Composietmaterialen bieden drinkwaterbedrijven de mogelijkheid om efficiëntere processen te maken (combinaties van eigenschappen), en eventueel de hoeveelheid te lozen afval te verminderen (reststoffen als composietmaterialen in zuiveringsproces).	T	Kans
2021				
Meer opa's en oma's in 2050: ook zonder corona babyboom?	een aantal standaardaannames in NIDI's bevolkingsvarianten: In alle varianten zal het aandeel van ouderen in de bevolking toenemen; neemt het aandeel van de bevolking in de werkzame leeftijd af; en zal het aandeel van de bevolking met een migratieachtergrond toenemen.	De daling van de beroepsbevolking heeft ook invloed op de watersector, een sector die al met vergrijzing en ondercapaciteit kampt. Ook de stijging van het opleidingsniveau kan voor de watersector een gebrek aan voldoende praktisch geschoold personeel betekenen. Door in te zetten op een meer divers en inclusiever personeelsbestand kan de watersector inspelen op deze ontwikkelingen. Vergrijzing kan leiden tot meer medicijngebruik, wat een risico vormt voor de waterkwaliteit. Een groeiende bevolkingsomgang kan de druk op de woningmarkt doen toenemen, waarbij het bodem- en watersysteem ook meer druk komt te staan.	D	Bedreiging
Trendcast: De Spektakeldemocratie	We zien steeds vaker een spektakeldemocratie: "In de spektakeldemocratie is het volk een publiek dat op sleeptouw wordt genomen, zijn politici performers en is politiek conflict een commercieel product."	Spektakel zorgt er voor dat het publiek minder aandacht heeft voor de lokale politiek, terwijl er bestuurlijk juist steeds meer taken worden overgedragen naar de lokale politiek. Ook zorgt het ervoor dat er geen fundamentele keuzes worden gemaakt en er veel aandacht is voor de bestrijding van symptomen i.p.v. de oorsprong van het probleem (zoals in het stikstofdossier). Visie en langtermijnvisie ontbreken in de spektakeldemocratie. Watersector moet zich gaan mengen met het politieke debat (gezien dringende problemen) en dan krijgt zij onherroepelijk te maken met de spektakeldemocratie. Belangrijk om onderscheid te maken tussen onafhankelijke wetenschappelijke kennis en politieke wensen en beslissingen.	P	Bedreiging
Collapsologie en diepe adaptatie	Er zijn tekenen dat de gevolgen van klimaatverandering systematisch worden onderschat.	Het kan interessant zijn om een scenario waarin ineenstorting van de maatschappij plaatsvindt mee te nemen in risicomanagement. Diepe adaptatie (veerkracht, afstand doen, herstel en verzoening) als voorbereiding op ineenstorting scenario.	S	Bedreiging
Coronacrisis als Innovatieversneller	De ervaring met de relatief snelle ontwikkeling van coronavaccins biedt perspectief voor andere nodige revolutionaire veranderingen.	Innovaties op het gebied van reverse transcriptie polymerasekettingreacties (RT-PCR) bieden kansen voor bredere monitoring van waterkwaliteit (bijv. ook 'environmental surveillance' door Rijkswaterstaat en het RIVM). Tegelijkertijd benadrukt deze trend dat werkorganisaties de ICT datasystemen op orde moeten brengen om de kansen te kunnen benutten. Versnelde ontwikkeling van chemogenetische RNA-labeling en high-throughput next-generation sequencing-technieken bieden de mogelijkheid om de kwaliteit van het geproduceerde- en gedistribueerde drinkwater te monitoren op microbiologische kwaliteit.	T	Kans
Meelwormen als circulaire schakel	De meelworm is goedgekeurd voor menselijke consumptie en verwerkte meelwormen mogen worden toegelaten als diervoeding voor varkens en pluimvee.	Meelwormen kunnen een centrale rol spelen in een revolutionaire 'eiwittransitie' in de landbouwsector, met vergaande, positieve, consequenties voor de watersector. De eiwittransitie vergt een sterke gedragsverandering (minder eiwit eten, of het vlees van koeien, varkens, en kippen vervangen door insecten als meelwormen) en zal daarom waarschijnlijk veel tijd nodig hebben.	E	Kans
Environmental proteomics, het gebruik van proteomics methoden voor milieu monitoring	MS-gebaseerde proteomics methoden kunnen worden gebruikt als proxies voor de evaluatie van de algehele verontreiniging van bronnen die worden gebruikt voor de productie van drinkwater en voor andere milieubewakingsdoeleinden.	Het is interessant om MS-gebaseerde proteomics methoden verder te ontwikkelen/onderzoeken om de activiteit en het effect van microbiële gemeenschappen in behandlungsprocessen en hun relatie met het behandelingsrendement inzichtelijk te maken. De monitoring van proteïnebiomarkers kan in de context van WBE-studies de toepassing van afvalwatermonitoring voor volksgezondheidsdoeleinden verder uitbreiden. Dit kan dooraanvulling op	T	Kans

<u>Toenemende aandacht voor de drinkwaterinstallatie</u>	De waterkwaliteit in de drinkwaterinstallatie komt onder druk te staan door een waaier aan ontwikkelingen. De drinkwaterbedrijven zullen zich waarschijnlijk steeds meer interesseren voor de drinkwaterinstallatie, gericht op de waterkwaliteit.	bestaande RNA-gebaseerde methoden (i.e., PCR en NGS) en/of de gezondheid van de bevolking monitoren door het rechtstreeks meten van specifieke proteïnen in afvalwater. Verdere kennis- en modelontwikkeling is nodig m.b.t. de installatie, en processen die de waterkwaliteit beïnvloeden. Het is belangrijk om standpunten te bepalen met betrekking tot de randvoorwaarden waaronder gegarandeerd kan worden dat het geleverde drinkwater ook na de watermeter van goede kwaliteit blijft.	E	Kans
<u>Institutioneel vertrouwen</u>	Over het algemeen is er op de lange termijn een daling in institutioneel vertrouwen in Nederland. Echter in tijden van crisis, zoals te zien bij COVID-19, zijn er grote schommelingen in institutioneel vertrouwen in een korte tijdspanne.	Drinkwaterbedrijven scoren hoog op institutioneel vertrouwen bij de Nederlandse burger. In en na tijden van crisis kan dit erg (onvoorspelbaar) veranderlijk zijn, daar moet de sector zich op voorbereiden. Transparantie en communicatie zijn belangrijke factoren voor institutioneel vertrouwen waar de watersector nu al aan kan werken, bijvoorbeeld met 'citizen science' projecten. Het is van belang om aandacht te besteden aan de nuanceverschillen in de behoeftes en perspectieven van verschillende subgroepen.	S	Kans en bedreiging
<u>Duurzame Financiering Drinkwater Assets</u>	De financierbaarheid van drinkwater komt steeds meer onder druk te staan en dat heeft te maken met de maatstaf die we gebruiken om het maximale toegestane rendement van drinkwaterbedrijven te bepalen (WACC).	Het lange termijn karakter van de drinkwatervoorziening komt met het huidige financiële stelsel in gevaar. Naast aanpassing van WACC, zijn green bonds/climate bonds en/of Publiek Private Samenwerking (PPS) alternatieve interessante financieringsconstructies.	E	Bedreiging
<u>Rijn als regenrivier</u>	Wanneer de Rijn zich meer gaat gedragen als een regenrivier en de afvoeren lager worden in de zomer, neemt de kans op waterkwaliteitsproblemen dus ook toe.	Door veranderingen in klimaat zal het afvoerregime van de Rijn grilliger worden, met een hogere afvoer in de winter en een lagere afvoer in de zomer. Hierdoor zal de waterkwaliteit vaker lager zijn en de watertemperatuur vaker hoger dan in de huidige situatie. Dit kan leiden tot meer innamestops en een hogere zuiveringsbehoefte. Er zijn enkele maatregelen die genomen kunnen worden, of inmiddels tijdens en na de droogte van 2018 al genomen zijn, tegen de gevolgen van de lage afvoeren.	E	Bedreiging
<u>Passive sampling van micro organismen en DNA</u>	Passive sampling wordt toegepast voor het bemonsteren van chemische stoffen in verscheidene milieus en biedt veel voordelen ten opzichte van steekmonsters.	Passive sampling voor microbiologische detectie kan de pakkans en gevoeligheid van detectie van pathogenen en indicatorsoorten vergroten bij een lagere monitoringsfrequentie en met lagere kosten. Omdat passive sampling van chemische vervuiling in principe anders is dan passive sampling van levende organismen en DNA, moet er aanvullend onderzoek worden gedaan.	T	Kans
<u>De bossenstrategie in waterperspectief</u>	De ambities voor bosuitbreiding en –revitalisering uit de Bossenstrategie bieden voor de drinkwatersector potentieel belangrijke kansen en bedreigingen op het gebied van de grondwateraanvulling, waterkwaliteit, waterinfrastructuur en het natuurbeheer in wingebieden.	De rol van het watersysteem komt in de bossenstrategie beperkt terug en is onvoldoende uitgewerkt om hier goed mee om te gaan. De belangrijkste kennisvragen komen in de trendalert aan bod. Samenwerkingen tussen de drinkwaterbedrijven, waterschappen en andere partijen zijn nodig om de bossenstrategieën en regionale watersystemen goed op elkaar aan te laten sluiten in samenhang met andere ruimtelijke transitie. Het is essentieel om de (drink)waterperspectief goed in te brengen in de uitwerking van de Bossenstrategie en om proactief aan te geven waar we <i>wel</i> bomen willen planten en van welke type.	E	Kans
<u>Metaal-organisch raamwerken</u>	Drinkwaterzuiveringen kampen steeds vaker met organische microverontreinigingen, terwijl zij niet zijn ontworpen om deze te verwijderen. Hierdoor moeten nieuwe technieken worden toegepast. Doordat MOFs heel specifiek getuned kunnen worden voor de verwijdering van specifieke (groepen van) componenten, biedt het een interessante techniek voor de verwijdering van organische microverontreinigingen.	In de trendalert worden verschillende toepassingen van MOFs in combinatie met andere materialen beschreven, die mogelijkheden bieden voor waterzuivering, zoals het opnemen van MOFs in de structuur van membranen. Nu zijn de prijzen van MOFs nog relatief hoog, maar de verwachting is dat deze snel zal dalen door de verbetering van productiemethodes en bredere toepassing.	T	Kans

<u>Emerging cybersecurity and cyber-physical threats in water systems</u>	Cyberaanvallen en cyberveiligheidsincidenten komen steeds vaker, onzichtbaarder, met ernstigere gevolgen en complexere oplossingen voor. Waternetwerken vormen geen uitzondering voor dit gevaar. Naast de gevolgen op digitaal gebied zoals dataverlies, kunnen er ook op fysiek (en daarmee volksgezondheid) gebied grote consequenties zijn, zoals het niet goed functioneren van een zuiveringssysteem of hoofdpomp.	Als zulke incidenten plaatsvinden, zal dat van sterke invloed zijn op de normaalgesproken goede reputatie van de Nederlandse watersector. Door een ad-hoc instelling binnen waternetwerken, kunnen cyberaanvallen te laat opgemerkt worden of zelfs onopgemerkt blijven. Door de onvoorspelbaarheid van cyber risico's in combinatie met de digitalisering van water infrastructuur, is het raadzaam om de komende jaren cyberrisico's hoog op de prioriteiten agenda te zetten en/of laten staan.	T	Bedreiging
2022				
<u>Zichzelf programmerende computers</u>	Kunstmatige intelligentie zal het schrijven van code makkelijker maken, zodat zelfs leken in (kunstmatige en computer) technologie kunnen programmeren door het gebruiken van gesproken taal (welke door de computer wordt omgezet in programmeertaal). De verwachting is dat directe vertaling van opdrachten in natuurlijke taal naar een programmeertaal, zoals in het voorbeeld van CodeX, naar onze inschatting binnen 3-5 jaar voldoende rijp zal zijn voor toepassing in de dagelijkse praktijk van drinkwaterbedrijven.	Met deze techniek in handen zullen vrijwel alle medewerkers van drinkwaterbedrijven in staat worden gesteld om veel meer te halen uit de data die zijn voor hun dagelijkse werk nodig en beschikbaar hebben, om daarmee hun beslissingen nog beter geïnformeerd te nemen en hun werk nog beter uit te voeren. Professionele programmeurs en datascientists zullen nodig blijven voor de meest complexe problemen, standaardisatie, veiligheid, opschalen, integratie etc. Want naarmate de complexiteit van berekeningen toeneemt (zoals in deze stap van excel naar "autocode"), neemt ook de kans op fouten toe en de kans dat deze worden opgemerkt neemt af. Dit kan resulteren in een toename aan "foute" beslissingen. Om dit te voorkomen is het nodig om reeds in een vroeg stadium mechanismen voor validatie van programma's en resultaten in te bouwen in procedures en gedrag. Dit moet ook onderdeel zijn van de training van mensen, en zal de beschikbaarheid en inzet van een toegewijde groep professionals vergen.	T	Kans
<u>Hydrothermische conversie van (bio)massa: bron van koolstof in een all-electric toekomst</u>	In een all-electric/niet-fossiele toekomst zal er een grote vraag zijn naar (of tekort aan) alternatieve koolstofbronnen (feedstock) zoals biomassa.	In de EFGF – een initiatief van de Nederlandse waterschappen - wordt momenteel door middel van slibvergisting uit de (natte) biomassa energie gewonnen in de vorm van biogas. De vraag is of deze technologie op termijn nog wel het beste aansluit bij de energietransitie. Bij de communale waterbehandeling komt vooral veel zuiveringsslib vrij met een relatief hoog watergehalte. Hierdoor ligt het voor de hand om vooral te kijken naar thermochemische conversie onder druk, zoals hoge druk oxidatie, superkritische oxidatie, liquefactie, carbonisatie en of superkritische vergassing.	T	Kans
<u>Onteigening als uitweg</u>	In de Nederlandse Aanpak Stikstof wordt o.a. ingezet op vrijwillig stoppen van landbouwbedrijven. Als dit en andere maatregelen niet genoeg opleveren, zullen ook dwingendere maatregelen als onteigening ingezet worden. Omgevingswet zal aanzienlijke veranderingen met zich meebrengen voor het onteigeningsrecht, met gevolgen voor de watersector.	Een deel van maatregelen die worden genomen in kader van de aanpak stikstof zullen ook bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit. De schaduwwerking van de regelgeving rond gedwongen onteigening op de grondmarkt leidt er ook binnen de watersector toe dat de kosten van aankoop van grond of het vestigen van zakelijk recht toenemen.	S	Kans
<u>Wavelet analyse: ontcijferen van verborgen informatie in tijdreeksen</u>	Wavelet analyse, een signaalverwerkingstechniek die steeds toegankelijker is geworden, biedt de mogelijkheid om een dieper niveau van kennis te ontsluiten uit tijdreeksen.	Wavelet analyse biedt verschillende mogelijkheden om tot nieuwe en verdiepende inzichten van tijdreeksen te komen. Met name in het geval van niet-stationaire tijdreeksen, waarvan in de watersector eerder bij regel dan uitzondering sprake is, biedt wavelet analyse voordelen ten opzichte van bestaande technieken. Mogelijke toepassingen van Wavelet analyse voor de watersector variëren van het kwantificeren van tijdschalen waarop processen spelen en hoe die variëren door de tijd, tot bepaling van reis/responstijden en empirische onderbouwing van tijdreeksmodellen.	T	Kans

<u>Stoffenproblematiek: van meer stoffen tot minder biodiversiteit en gezondheid</u>	Er is steeds meer berichtgeving over de invloed van schadelijke stoffen (vooral chemische stoffen) op het milieu en de gezondheid (vruchtbaarheid en neurologische aandoeningen). Deze trendalert verkent de recentste ontwikkelingen, de tegentrends, en de relevantie voor de watersector, bijvoorbeeld als het gaat om de risicoperceptie van klanten en het naleven van de doelen van de Kaderrichtlijn Water.	Al met al baren de onderzoeken over de risico's van hormoon verstorende, neurotoxische en andere giftige stoffen zorgen met betrekking tot hun impact op de gezondheid van het aquatisch milieu. Toch lijkt dit nog maar weinig aan bod te komen in het publieke debat over het gebruik van deze stoffen. Als het publiek verbanden legt tussen waterkwaliteit en gezondheidsrisico's zoals vruchtbaarheidsproblemen dan kan dit grote gevolgen hebben en bijvoorbeeld het vertrouwen in drinkwater en de rijkwaterbedrijven schaden. De watersector loopt zelf achter met de implementatie van KRW maatregelen. In 2022 voldoet maar 1 procent van de wateren in Nederland aan alle KRW doelen en is een watercrisis in 2027 een reëel scenario. Echter, veel van de acties die nodig zijn liggen buiten de controlesfeer van de watersector. Daarom is een sterkere lobby naar het bevoegd gezag (Rijk, provincies, gemeentes) en naar Europa op korte termijn noodzakelijk.	E	Bedreiging
<u>Infantilisering van de maatschappij</u>	De infantilisering van de maatschappij is een sociologisch fenomeen waarbij volwassenen worden behandeld als kinderen. Bedrijven en media zijn mede-vormgevers van deze trend door reclames te richten op impulsiviteit en directe behoeftebevrediging om zo het consumeren maximaal te aan te drijven.	Infantilisering speelt ook een toenemende rol in de verwachtingen en houding van de drinkwaterklant. Het kan daarom ook zinvol zijn gebruik te maken van technieken die slim inspelen op de behoefte aan gemak van de moderne consument. Ook kan het in worden gezet om waterbesparend gedrag makkelijker te maken. Het is echter de vraag of en hoever drinkwaterbedrijven mee willen gaan met deze trend. Het roept de essentiële vraag op waar een drinkwaterbedrijf voor staat en wat voor imago men wil uitdragen.	S	Kans en bedreiging
<u>Impact van gezondheidskundige grenswaarden afgeleid uit epidemiologisch onderzoek voor de watersector</u>	Een gezondheidskundige richtwaarde geeft de hoeveelheid van een chemische verontreiniging (antropogene stof) in voedsel of drinkwater weer die bij levenslange consumptie geen (onacceptabel) gezondheidsrisico oplevert. Deze wordt gebaseerd op een risicogrens. De indruk bestaat dat steeds meer gezondheidskundige risicogrenzen worden afgeleid uit epidemiologisch onderzoek (in plaats van toxicologisch onderzoek: dierstudies) en dat dit leidt tot nieuwe, lagere risico-grenzen. Het is onduidelijk of het gebruik van gegevens uit dierstudies in vergelijking met gegevens uit studies met menselijke gegevens systematisch tot verschillende risicogrenzen leidt.	De watersector lijkt steeds vaker geconfronteerd te worden met lagere richtwaarden, of deze nu afgeleid zijn van epidemiologische studies of dierstudies. Het is niet uit te sluiten dat er in de toekomst nog meer nieuwe, lagere richtwaarden worden voorgesteld, op basis van nieuwe gegevens uit experimentele dierstudies of epidemiologisch onderzoek. Het is dus essentieel dat een risicogrens zo realistisch en betrouwbaar mogelijk een gezondheidsrisico voor de mens weerspiegelt, om onnodige inspanningen te voorkomen. Aanvullend onderzoek is nodig om in de trendalert opgekomen vragen te kunnen beantwoorden.	P	Kans en bedreiging
<u>Energieonafhankelijkheid drinkwaterbedrijven</u>	Bij drinkwaterbedrijven staat de leveringszekerheid van energie, met name van elektriciteit, hoog op de agenda. Door complexe geopolitieke situaties neemt de druk op de elektriciteitslevering toe met hoge energieprijzen tot gevolg. Een mogelijke oplossingsrichting is energieonafhankelijke productie en distributie van drinkwater. Deze trendalert worden verschillende scenario's van energieonafhankelijkheid (focus op elektriciteit) verkend.	De toename in vraag en opwekking leidt op steeds meer plaatsen tot drukte op het elektriciteitsnet. Het aansluiten van meer duurzame opwekking of aanvullend gebruik vraagt dan om innovatieve oplossingen, zoals vraagsturing of energieopslag. Aan het elektriciteitsnet verbonden industrie kan een actieve rol spelen om deze problematiek aan te pakken. Elektriciteit wordt opgewekt met zon en wind, in combinatie met biomassa of buffering d.m.v. van batterijen, waterstof of drink-water. De 'best-case' scenario-analyse laat zien dat zowel kosten als schaal van de faciliteiten voor elektriciteits-onafhankelijkheid bijzonder groot zijn. Een energieonafhankelijke drinkwatersector lijkt hiermee geen realistisch of zelfs wenselijk toekomstbeeld. Onder het mom van doelmatigheid (Drinkwaterbesluit) is energieonafhankelijk opereren derhalve moeilijk te verdedigen. Het is immers inefficiënt en onpraktisch om als eiland te opereren en het maakt je kwetsbaar voor veranderende omstandigheden.	E	Kans en Bedreiging

<u>Are we ready to be plugged?</u>	Web3, de Metaverse, NFT's, Bitcoin, blockchain; er vinden tal van ontwikkelingen plaats op het gebied van digitale technologie. Deze trendalert gaat in op hoe deze ontwikkelingen samenhangen en welke invloed zij kunnen hebben op de watersector.	De toename van datagebruik kan leiden tot een grotere koolstof- en water voetafdruk. Metaverse biedt mogelijkheden voor training, conferenties, realistische simulaties, etc. Online is een ander werkklimaat, welke ook nieuwe gedragscodes vereist.	T	Kans en bedreiging
<u>Burn-out en bore-out</u>	Burn-out, en een aanverwante aandoening, bore-out, worden veelal gedefinieerd als werkgerelateerde problemen. Eén op de zes werkenden ervaart burnoutklachten. Burn-out is dus een groot maatschappelijk probleem. Toch worden de oplossingen nog vaak gezocht bij individuele werknemers	Om de individualisering van burn-outproblematiek in een ander licht te zetten, bespreekt deze trendalert de huidige maatschappelijke context waar burn-out vaak het resultaat van is. Het laat zien dat beide aandoeningen het gevolg zijn van een mismatch tussen werknemer en het werk. Organisaties die burn-outs willen voorkomen moeten bereid zijn zichzelf kritisch te evalueren. Daarvoor hebben ze informatie nodig over hoe hun werknemers zich tot hun werk verhouden. Deze informatie moet breed verzameld worden in de hele organisatie, en specifiek genoeg zijn om mensen in verschillende rollen en posities te representeren.	S	Bedreiging
<u>CRISPR-Cas voor de drinkwatermicrobiologie?</u>	Sinds de ontwikkeling van toepassingen van het CRISPR-Cas systeem komen er regelmatig veelbelovende mogelijkheden in het nieuws. Deze nieuwe mogelijkheden richten zich vooral op het gebruik van CRISPR-Cas voor het gericht aanpassen van het DNA om daarmee (erfelijke) ziekten te kunnen genezen.	Het is niet te verwachten dat toepassingen van genetische modificatie op korte en middellange termijn hun weg zullen vinden in de drinkwatermicrobiologie. CRISPR-Cas voor het aantonen van specifieke microorganismen met eenvoudige middelen is wel een veelbelovende toepassing van dit systeem. Deze toepassing zou kunnen resulteren in de ontwikkeling van methoden waarmee specifieke micro-organismen op locatie kunnen worden aangetoond in water. Als voldoende gevoeligheid haalbaar is dan geeft dat mogelijkheden voor de ontwikkeling van eenvoudige methoden waarmee micro-organismen (zoals fecale indicatoren) op locatie kunnen worden aangetoond geeft dit de mogelijkheden om snel en flexibel de drinkwaterkwaliteit te monitoren.	T	Kans
2023				
Stedelijke ontwikkeling: sneller, groter en samen in onder- en bovengrond	Om de gestelde doelen van de energietransitie te behalen vinden werkzaamheden plaats volgens een snelle bouwwijze, op een grote schaal en in samenwerking met veel partijen.	Deze trendalert beschrijft een mogelijke samenwerkingsvorm voor stedelijke planning en uitvoering. Beschreven wordt wat dit overlegmodel kan betekenen voor drinkwaterbedrijven. Samenwerken in openheid en onder regie van een gemeente zal van veel partijen, en dus ook de drinkwaterbedrijven, vragen om informatie te delen. Het drinkwaterbedrijf zal mee moeten gaan in deze gezamenlijke werkwijze en zal haar besluitvorming over aanleg en vervanging daarop moeten afstemmen.	T	Kans en bedreiging
De val van de middenklasse?	De kwetsbaarheid van de middenklasse neemt toe. Dit hangt samen met Diploma-inflatie (diploma wordt minder waard op de arbeidsmarkt), baanpolarisatie (het middensegment krimpt, terwijl lage en hoge segmenten groeien), en gaten in het vangnet van de verzorgingsstaat.	Deze toenemende kwetsbaarheid zorgt voor een sterke focus op eigen belang en weerstand tegen 'de ander'. Dit verklaart mede de opkomst van extreem-rechts in de politiek. Voor de watersector betekent dit o.a. kwetsbaarheid voor de eigen medewerkers in het middensegment en een politiek klimaat waarin het moeilijker is om de grote transitieopgaven aan te pakken.	E	Bedreiging
Donnan Dialyse	Donnan Dialyse (DD) is een recent opkomende technologie die mogelijkheden biedt voor de (drink)watersector voor hergebruik van mineralen (ionen).	Een aantal relevante DD applicaties worden besproken zoals RO concentraat hergebruik en NH4 verwijdering, waarin deze technologie veelbelovend lijkt op lab-schaal. DD is nog beperkt inzetbaar door relatief dure technologie gebaseerd op ED systemen. Mogelijk dat kosten-efficiëntere systemen (bv. spiraal-gewonden of holle vezels) hier mogelijkheden kunnen bieden.	T	Kans
Onthullen van verholde stoffen in de waterketen	De omvang en diversiteit van de productie van organische chemicaliën neemt toe. Betere informatie van de producenten, kennis van omzettingprocessen en geavanceerde analytische en toxicologische gereedschappen kunnen tezamen deze stoffen onthullen en daarmee de	Diversificatie en vervanging van stoffen zal naast milieu impact ook moeten worden getoetst aan het maatschappelijke nut en de noodzaak. Door bij de registratie en autorisatie chemische stoffen alle informatie publiek te maken en onderzoek naar omzettingproducten verplicht te stellen, kan inzicht verkregen worden in welke stoffen kunnen worden gevormd onder milieucondities en in zuiveringsprocessen. Zolang de beoordeling zich richt op individuele stoffen, loopt deze achter de feiten aan	S	Bedreiging

	waterkwaliteit beter beoordelen.	omdat er simpelweg te veel stoffen en transformatieproducten zijn om te monitoren en beoordelen. Vooral de vorming van onbekende transformatieproducten in milieu en tijdens waterbehandeling blijft lastig te voorspellen. Daarom blijft geavanceerde monitoring nodig om de resterende verholde stoffen te onthullen.		
Kaders voor en kansen van open data	Uitgesproken voorstanders van open data, welke vrij gebruikt, gewijzigd en gedeeld kunnen worden door iedereen voor ieder doel, zijn te vinden in de academische wereld, maar ook bij nationale en Europese overheden.	Dit samenspel van ontwikkelingen leidt tot een kanteling van het speelveld ten faveure van het delen en exploiteren van veel meer data. Vanuit het oogpunt van wederkerigheid is het wenselijk dat waterorganisaties in gelijke mate hun data delen, waarbij een adagium als “open, tenzij” een goed uitgangspunt is De publieke drinkwaterbedrijven kunnen hierin een trekkersrol spelen, aangezien zij niet beperkt worden door private bedrijfsmodellen.	T	Kans
Sociale veiligheid en grensoverschrijdend gedrag	Sinds de opkomst van #MeToo is er een bredere maatschappelijke aandacht voor grensoverschrijdend gedrag en sociale veiligheid, onder andere op de werkvloer.	Sociale onveiligheid op de werkvloer kan verschillende lichamelijke, mentale, en sociale gevolgen hebben voor werknemers. Toch blijft sociale onveiligheid vaak onopgemerkt. Veel bedrijven zetten zich actiever in om de sociale veiligheid binnen hun organisatie te waarborgen. Het is belangrijk dat de drinkwatersector meebeweegt met deze ontwikkeling.	S	Bedreiging
Uitholling van de publieke sector	De publieke sector staat onder toenemende druk, en de rol van consultancybureaus in het vormgeven van beleid en besluitvorming wordt steeds controversiëler.	Overmatige uitbesteding aan consultants kan leiden tot gebrek aan interne kennis, hoge kosten en mogelijke belangenconflicten. Dit staat in contrast met de doelstellingen van publieke organisaties, die streven naar onafhankelijke, kostenefficiënte oplossingen die de samenleving ten goede komen. Het kan van belang zijn voor de publieke en watersector om na te gaan in hoeverre zij zich beroepen op de consultancy sector en of deze uitgaven proportioneel zijn. Daarbij is het belangrijk om contractueel vast te leggen wat als succesvol advies wordt beschouwd, hoe eigendom van kennis verdeeld wordt, en transparantie af te dwingen.	P	Bedreiging
Water in de verkiezingsprogramma'	Door de droogte van de laatste jaren en de slechte staat van ons oppervlaktewater neemt de maatschappelijke aandacht voor water gerelateerde vraagstukken toe.	Deze trendalert maakt een vergelijking tussen de verkiezingsprogramma's op het thema water. Nu de uitdagingen op het gebied van water toenemen, neemt ook het politieke belang van water als onderwerp toe. Op die manier worden ook de voor de watersector relevante verschillen in politieke opvattingen van de partijen op dit onderwerp zichtbaar.	P	Kans en bedreiging
Klimaatscenario's, -kantelpunten en -extremen	Ondanks de enorme inspanning en indrukwekkende opbrengsten, lijken we keer op keer te worden verrast door extreem weer en de snelheid waarmee het klimaat verandert.	Deze trendalert geeft een beschrijving van de meest recente inzichten in de betekenis en beperkingen van voorspellingen van klimaatmodellen. Het is voor de watersector belangrijk om ook andere plausibele scenario's te verkennen ten behoeve van planning en dimensionering van bronnen, zuiveringsinstallaties en leidinginfrastructuur.	E	Bedreiging
De menselijke maat	In de samenleving groeit de roep om de menselijk maat terug te brengen. Digitalisering leidt tot efficiëntie, maar ook tot onpersoonlijke dienstverlening	Met het oog op de menselijke maat, is het van belang om ook in het klantcontact rekening te houden met de verschillende behoeften van verschillende klanten. Drinkwaterbedrijven moeten er voor blijven zorgen dat klanten op een manier die bij hen past contact kunnen hebben met het drinkwaterbedrijf. Een tweede overweging voor drinkwaterbedrijven betreffende de toepassing van de menselijke maat, gaat over het aanbieden van gepersonaliseerde service. Hierbij komt de vraag op: in hoeverre wil een drinkwaterbedrijf buiten haar traditionele verantwoordelijkheid treden om service meer te personaliseren?	S	Kans en bedreiging
Het Symbioceen – ecocentrisch denken in de distributie van drinkwater	Ecocentrische wereldbeelden zien de mens niet langer tegenover de natuur geplaatst staan, maar als integraal onderdeel van het ecosysteem. Centraal in deze denkwijze staat een duurzaam,	Voor de drinkwaterbedrijven hoeft een ecocentrisch perspectief niet vergezocht te zijn. Dat de drinkwatersector publiek en collectief is georganiseerd kan een voordeel zijn bij het ontwikkelen van lange-termijn symbiotische oplossingen. Drinkwaterdistributie is vervlochten met de gehele stedelijke omgeving. Een symbiotische denkwijze kan leiden tot nieuwe creatieve oplossingen	T E	Kans

wederzijds voordelig samenleven van de mens met niet-menselijke levensvormen en levenloze materie.

Omgaan met complexiteit en een stapeling van doelen: van nexus-denken naar integratie-experts	Drinkwaterbedrijven krijgen te maken met steeds meer doelen die stapelen en soms tegenstrijdig kunnen zijn. Hoe kunnen organisaties intern omgaan met deze toenemende complexiteit?	Om als organisatie de externe complexiteit beter te begrijpen en om tot passende oplossingen te komen is integratie nodig van kennis en ervaring uit verschillende werkvelden. Eén benadering is de nexus, een framework voor intersectorale samenwerking, kennisuitwisseling, en coördinatie. Om deze integratie in goede banen te leiden, zijn experts nodig die gespecialiseerd zijn in het managen, vormgeven, en monitoren van integratieprocessen of die advies op dit gebied kunnen geven, zogenaamde "integratie-experts".	S Kans en bedreiging
Target Enrichment voor moleculaire analysemethoden	Om beter inzicht te krijgen in de drinkwaterkwaliteit en de potentiële bedreigingen is het noodzakelijk om zeer lage concentraties pathogenen te kunnen detecteren. Bij het gebruik van gebruik van moleculaire methoden loopt men met de huidige concentratie- en DNA-isolatie methoden tegen limieten aan.	Met behulp van target enrichment kunnen specifieke organismen of de DNA-sequenties van deze organismen selectief worden verrijkt. Hierdoor kan men met de analyses inzoomen op de zeldzame, maar relevante, micro-organismen in een populatie. Target enrichment geeft mogelijkheden voor detectie lage concentraties pathogenen en vereenvoudigd NGS data-analyse. Door specifiek de gewenste groep micro-organismen of genen te amplificeren alvorens sequentieanalyse uit te voeren wordt er minder complexe data verkregen en wordt de bioinformatica analyse versimpeld.	T Kans

II Overzicht integrale kraamkamerprojecten 2018-2023

Titel	Beschrijving	Betrokken KWR Teams
2018		
Radicaal Nieuwe Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> • Scenariostudie, schetst breed toekomstbeeld • Brengt potentie en randvoorwaarden van alternatieve bronnen in kaart • Bespreekt de gevolgen van alternatieve bronnen voor drinkwaterbedrijven en omgeving • Benadrukt het belang van samenwerking in omgeving & watersysteem 	GEO, ECO, WTR, RMG
Data Mining	<ul style="list-style-type: none"> • Overzicht van bestaande technieken en toepassingen van data-mining • Overzicht beschikbare data in watersector • Toepasbaarheid data-mining technieken in de watersector 	HI, WIS, CWG, RMG, MWG
Waterkwaliteitskaart	<ul style="list-style-type: none"> • Modelleert concentraties en gezondheidseffecten van opkomende stoffen • Brengt invloed op resistentie in kaart • Biedt inzicht in de effectiviteit van beheersmaatregelen op waterkwaliteit 	CWG, MWG, WTR
Veerkrachtige Leidingnetwerken	<ul style="list-style-type: none"> • Definieert een kader voor "veerkracht" in leidingnet • Biedt een tool voor het kwantificeren van veerkracht leidingnet 	HI, WIS
Opkomende Zorgwekkende Stoffen Contaminants of Emerging Concern	<ul style="list-style-type: none"> • I.s.m. STOWA/STW • Effectgestuurde monitoring • Duurzame behandelingstechnologie voor gemeentelijke effluenten • Effectieve controle 	CWG, MWG, WTR
Zomerdroogte 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Verkent de relatie tussen droogte en klimaatscenario's • Geeft aanzet tot lange-termijn strategie klimaat 	I&V, WIS, MWG
Van kennisoverdracht tot nudging	<ul style="list-style-type: none"> • Biedt inzicht in de effectiviteit van beïnvloedingsmechanismen • Verkent toepasbaarheid beïnvloedingsstrategieën voor drinkwaterbedrijven • Behandelt ethische aspecten 	RMG
Een compleet beeld van uitloging van AC dankzij CT-scans	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkeling CT scans om status asbestcement te monitoren/voorspellen • Brengt toepasbaarheid CT scans in kaart • Biedt kader voor prioritering t.b.v. vernieuwen leidingen 	WIS
2019		
Waterhergebruik en zoetwatervoorziening	<ul style="list-style-type: none"> • Brengt ontwikkelingen en scenario's voor hergebruik in NL en BE in kaart • Bespreekt risico's en mogelijkheden van hergebruik • Verkent potentiële verbindingen tussen sectoren 	GEO, ECO, I&V, CWG, MWG, RMG
Wastewater based epidemiology	<ul style="list-style-type: none"> • Verkent concept "Wastewater based epidemiology" • Toepassing van metingen op riool • Biedt inzicht in mogelijke toepassing bij antibioticaresistentie 	CWG, MWG

Smart Waternetworks	<ul style="list-style-type: none"> Brengt huidige kennis hydroinformatica in kaart Ontwikkelt visie ter ontwikkeling van hydroinformatica / smart water 	HI, I&V, CWG, ECS
Bodem, nitraat en energie	<ul style="list-style-type: none"> Brengt relevantie van waterstof als energiedrager voor DWBn in kaart Bespreekt samenhang tussen warmte- energie- en waterinfrastructuren 	n.a.
2020		
SMART water conservation for households	<ul style="list-style-type: none"> Verkent technische mogelijkheden en perceptie slimme meters Verkent de impact op gedragsverandering. 	RMG, ECO, WIS
Serious Game Water Wise Neighbourhood	<ul style="list-style-type: none"> Integreert kennis van co-creatie processen Ondersteunt keuzeprocessen gebiedsprocessen Ontwikkeling (prototype) serious game 	
Risk-based decision making for chemical and microbiological safety assessment	<ul style="list-style-type: none"> Brengt ontwikkelingen m.b.t. waterkwaliteit en gezondheid in kaart (chemische kwaliteit, opkomende stoffen, droogte) Biedt kader voor risico-evaluatie 	CWG, RMG
Impact and Societal Value of Water Research	<ul style="list-style-type: none"> Haakt in op toenemende trend richting impact-gedreven werken Ontwikkelt KWR-brede evaluatiemethode 	I&V
2021		
Deep Explorations: an explorative study for deep learning applications in the water sector	<ul style="list-style-type: none"> Verkent toepassing machine learning / deep learning in de watersector Identificeert toepassing in tekstverwerking (klantmeldingen) en analytisch-chemisch onderzoek (detectie verontreinigingen) Verkent verwerking audio, tekst, en beeldgegevens. 	HI, CWG
Irrigation advice – by and for citizens	<ul style="list-style-type: none"> Verkenning van bruikbaarheid sproeiadvies op basis van citizen science data Evaluatie van het betrekken van (jonge) burgers 	WTR, ECO, RMG
Phage therapy Legionella and Campylobacter	<ul style="list-style-type: none"> Verkenning van toepasbaarheid Phage Therapy bij legionella 	MWG
2022		
Advanced reduction of PFAS	<ul style="list-style-type: none"> Stelt toepasbaarheid vast van geavanceerde reductieprocessen (ARP) in drinkwaterzuivering bij PFAS problematiek 	WTR, CWG
Socio-technological legitimization of water-related reuse	<ul style="list-style-type: none"> Brengt institutioneel vertrouwen en beleidskaders in kaart Bespreekt de invloed hiervan op de legitimiteit van hergebruik Geeft aanzet tot versterken van sociale acceptatie van hergebruik in de watersector 	RMG
GRROW: Generational and Radical Rethinking Of the Watersector	<ul style="list-style-type: none"> Brengt huidige en toekomstige paradigma's, waarden en aannames in kaart Ontwikkelt methodologie voor toekomstverkenning van water(gebruik) Intergenerationele uitwisseling 	RMG, ECS, CWG, GEO
Data visualization and interactive webreporting	<ul style="list-style-type: none"> Brengt de toepasbaarheid van (interactieve) datavisualisatie in beeld Overzicht van datavisualisatie tools 	HI, ECS, WTR, CWG, ECO
Vermindering van zakelijk drinkwaterverbruik: een multidisciplinaire, strategische verkenning	<ul style="list-style-type: none"> Brengt zakelijk drinkwatergebruik in kaart Brengt mogelijke stappen richting besparing in kaart Brengt het perspectief van zakelijke gebruikers drinkwaterbedrijven in kaart 	RMG, ECS, GEO, I&V

Waterkwaliteitfootprinting	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkelt methodiek m.b.t. milieu-impact • Ondersteunt besluitvorming • Brengt CO2 tov andere milieu-impact in kaart 	ECS, CWG, WTR
Biologische afbraak van persistente stoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Brengt probleemstoffen in kaart • Verkent toepasbaarheid biologische afbraak opkomende stoffen 	MWG, CWG, WTR, HI
2023		
Water in het Exposoom	<ul style="list-style-type: none"> • Verkent kansen en consequenties van Exposoom-onderzoek • Stimuleert multidisciplinaire samenwerking (combineert natuurwetenschappelijk en sociaalwetenschappelijk perspectief) • Brengt mogelijke nieuwe samenwerkingspartners voor Exposoomonderzoek in beeld 	CWG, RMG

III Overzicht thematische kraamkamerprojecten 2018-2022

Titel	Beschrijving	BTO thema
2018		
Citizen Science 2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Doorontwikkeling citizen science en co-creatie • Voorbereiding / toepasbaarheid zelfmetingen • Vormgeven klantbetrokkenheid/rollen in de toekomst 	Klant
Nanostructuren op leidingwanden tegen nagroei	<ul style="list-style-type: none"> • Verkent toepasbaarheid nanotechnologie in ontwikkeling leidingmateriaal • Brengt kansen en risico's in kaart 	Distributie
Integration of non-target screening, statistical analyses and bioassays	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkelt werkwijze voor nieuwe screening technieken • Verkent toepasbaarheid in monitoring waterkwaliteit 	Chemische Veiligheid
Verkenning van 'big water data' ten behoeve van een slimmere drinkwaterbereiding	<ul style="list-style-type: none"> • Verkenning toepasbaarheid big data in zuivering • Ontwikkeling model zuivering a.d.h.v. dataverzameling drinkwaterbedrijven 	Zuivering
Toepassingsmogelijkheden van MinION sequencer	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkeling betere parameters en meetstrategieën biologische waterkwaliteit • ontwikkeling Next Generation Sequencing (NGS) • Inzicht in toepasbaarheid DNA technieken (MinION) in drinkwateronderzoek 	Biologische Veiligheid
Uitloging geo-chemische buffervermogen ondergrond	<ul style="list-style-type: none"> • Brengt problematiek van uitloging in kaart • Brengt oorzaak, impact en implicaties in kaart 	Bronnen en Omgeving
2019		
Een verkenning v.d. kansen voor een productieve comb. tussen gedragwetensch en hydroinform DMA vingerafdruk	<ul style="list-style-type: none"> • Verkenning van combinatie gedragswetenschap en informatica • Verkenning van de toepasbaarheid van data-gedreven tailoring-methoden 	Klant
Zuiveringsefficiëntie voor micro- en nanoplastics	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkelt inzicht in afwijkingen in distributienet • Verkenning toepasbaarheid DMA-fingerprint 	Distributie
Karakterisatie afbreekbare organische verbindingen	<ul style="list-style-type: none"> • Aantonen mate van verwijdering microplastics in zuivering 	Zuivering
Verbeteringsmogelijkh toezicht en certificering afdichtingen	<ul style="list-style-type: none"> • Brengt chemische analysemethoden in kaart • Verkent toepasbaarheid ervan 	Bronnen en Omgeving
	<ul style="list-style-type: none"> • Verkent de rol van drinkwatersector in toezicht en handhaving van afdichten boorgaten 	
2020		
Maatschappelijk sentiment monitor	<ul style="list-style-type: none"> • Verkenning van methoden om maatschappelijke veranderingen te monitoren • Verkenning van de bruikbaarheid van deze methoden in de watersector 	Klant

Agent based modelling: inven. v toepas. in drinkwatervraag / Sim City: agent gebaseerd	<ul style="list-style-type: none"> Onderzoek naar relatie tussen micro (individu) en macro (systeem) voor de ontwikkeling van Agentgebaseerde Modellen (ABM) Toepasbaarheid in de watersector 	Distributie
Functional -omics voor monitoring water kwaliteit	<ul style="list-style-type: none"> Biedt zicht op het effect van stoffenmengsels bij lage concentraties Literatuurverkenning van -omics technieken Verkenning van mogelijke onderzoeksrichtingen mbt deze techniek 	Chemische Veiligheid
Elektrochemische zuiveringsprocessen	<ul style="list-style-type: none"> proof-of-principle van elektro-chemische technieken Lab-studie naar toepasbaarheid op organische microverontreinigingen 	Zuivering
High throughput (q)PCR screening	<ul style="list-style-type: none"> Brengt toepasbaarheid qPCR in watersector in kaart Door hoge detectiegrens alleen toepasbaar op watermonsters met hoge concentratie pathogenen Wel toepasbaar voor onderzoek naar antibiotica resistentie genen. 	Biologische Veiligheid
Risico's van industriële emissies naar de lucht voor drinkwaterproductie	<ul style="list-style-type: none"> Brengt impact luchtverontreiniging op waterkwaliteit in beeld Levert bijdrage aan bewustwording belangen drinkwatersector en emissiebeleid Ontwikkelt kaders voor meetstrategieën voor het monitoren van depositie van stoffen en grondwater 	Bronnen en Omgeving
2021		
Waterarmoede in Nederland	<ul style="list-style-type: none"> Brede verkenning vanuit verschillende perspectieven, inschatting van de omvang en impact van het probleem 	Klant
(poly)acrylamide	<ul style="list-style-type: none"> Verbetering van de nauwkeurigheid van bestaande analysemethode voor acrylamide in water Inzicht in de concentratie van acrylamiden, bronnen en blootstelling Uitbreiding van de methode om ook afbraakproducten te meten 	Chemische Veiligheid
Verwijdering van monovalente ionen in reststromen	<ul style="list-style-type: none"> Overzicht van monovalente verwijderingstechnieken Selectie van geschikte techniek voor verdere studie 	Zuivering
Microbiologische afbraak verontreinigingen in RO concentraat	<ul style="list-style-type: none"> Prioritering van probleemstoffen in RO concentraat Selectie van veelbelovende technieken voor verwijdering Testen van één veelbelovende techniek 	Biologische Veiligheid
Rollen en verantwoordelijkheden drinkwaterbedrijven in een veranderende omgeving	<ul style="list-style-type: none"> Inventarisatie van verantwoordelijkheden en plichten van drinkwaterbedrijven m.b.t. waterbeschikbaarheid Verkenning van een alternatieve invulling van deze rol 	Bronnen en Omgeving
2022		
Longitudinaal onderzoek	<ul style="list-style-type: none"> Toepassing longitudinaal onderzoek in sociaalwetenschappelijk onderzoek verkennen van mogelijkheden, waarde en voorwaarden van longitudinaal klantonderzoek 	Klant
Impact van veranderingen in de strategie van drinkwaterproductie	<ul style="list-style-type: none"> In kaart brengen van technologische mogelijkheden, chemische en biologische risico's van Point of Use zuivering overzicht van voor en nadelen voor drinkwaterbedrijven 	Zuivering
Passive sampling van micro-organismen en virussen	<ul style="list-style-type: none"> Inzicht in toepasbaarheid van passieve sampling voor detectie van fecale microorganismen In kaart brengen of passieve sampling meerwaarde heeft tov. Steekmonsters 	Biologische Veiligheid
Haalbaarheid van een nieuwe, klimaatrepresentatieve Definitie van Grondwaterstands-karakteristieken	<ul style="list-style-type: none"> Inzichtelijk hoe verschillende rekenmethoden leiden tot verschillende schattingen van GxG Verkennen van andere methoden voor beschrijven van tijdreeksen om grondwaterdynamiek te beschrijven Aanbevelingen over welke grondwaterkarakteristiek geschikt is voor WWN 	Bronnen en Omgeving

Inventarisatie toegevoegde waarde van Supercritical Fluid Chromatography

- Overzicht van de stand van zaken van SFC en vergelijking met bestaande analyses
- Overzicht van de toepasbaarheid voor drinkwaterbedrijven en KWR

Chemische Veiligheid

2023

Herinterpretatie data micro-oxymax en opstellen referentiekader voor redoxreactiviteit van sedimentmonsters

- Ontwikkelen referentiekader voor interpretatie van metingen van de redoxreactiviteit van sediment monsters

Bronnen en Omgeving

New methods to detect neuroactive substances in water

- Focuses on the application of a newly developed in silico method (QSAR) using PyBioMed and an in vivo bioassay using Schmidtea mediterranea for neurotoxicity testing within water quality assessment.

Chemische Veiligheid

Moleculaire simulaties

- Inventariseren van de mogelijkheden tot toepassen Molecular Dynamics (MD)-simulaties voor de drinkwaterzuivering
- Focus op haalbaarheid; welke processen profijt kunnen hebben van MD-simulaties; en de vertaling naar praktisch inzetbare inzichten.

Zuivering

Art-Science samenwerking en kraanwaterbewustzijn

- Verkent de waarde van samenwerking tussen kunst en wetenschap om 1) verschillende doelgroepen meer op emotioneel bewustzijn aan te spreken en 2) op een andere manier kennis te ontwikkelen en informatie over te brengen.
- Randvoorwaarden voor art-science samenwerking

Klant

Analysetechnieken zonder PCR

- Inventarisatie van beschikbare technologieën en hun mogelijkheden en beperkingen.
- Experimentele ervaring met geselecteerde methoden en toepassing voor detectie van relevant micro-organisme.

Biologische Veiligheid