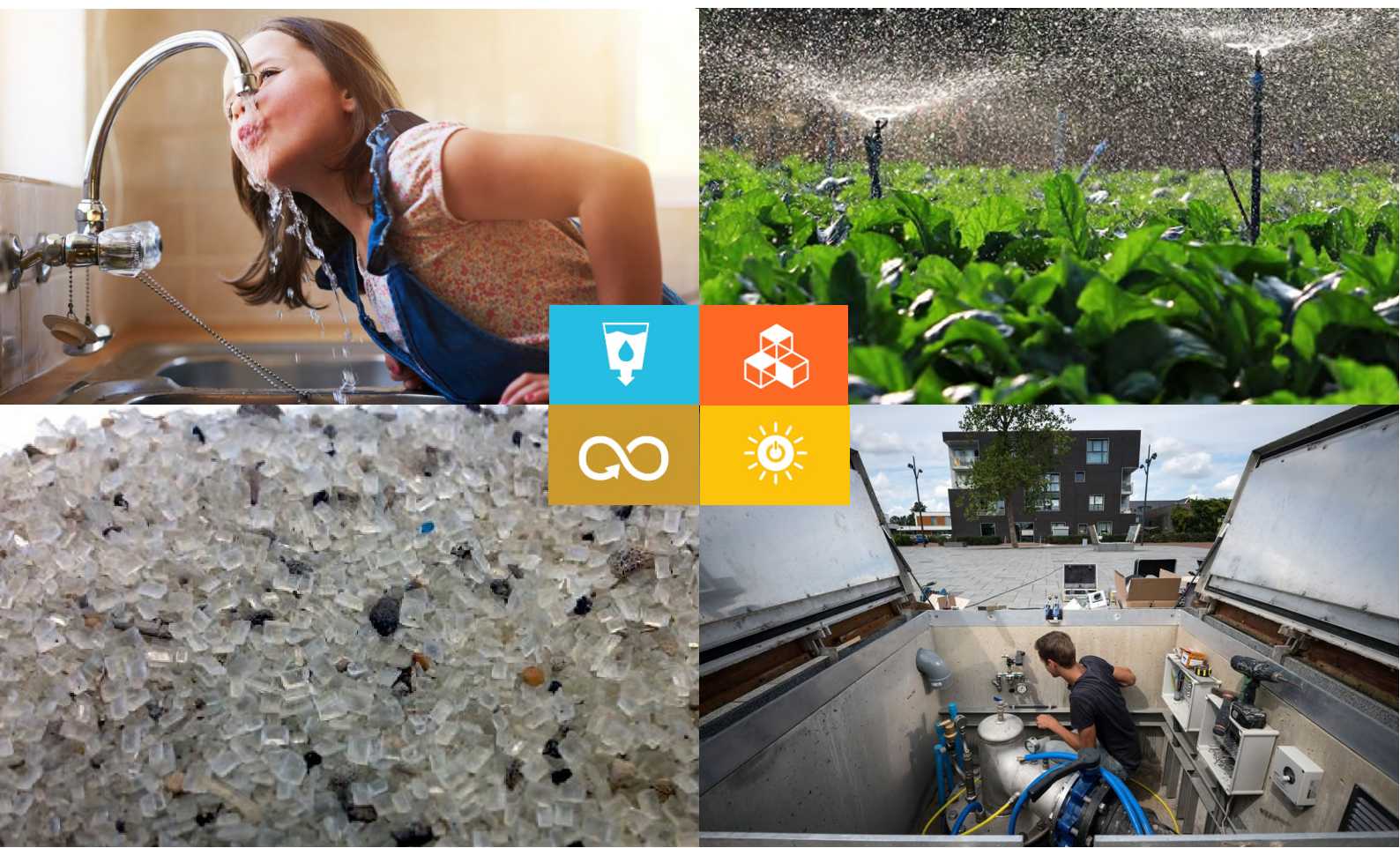


April 2025

# Jaarrapportage 2024

## TKI Watertechnologie



# Colofon

## Jaarrapportage 2024

## TKI Watertechnologie

**April 2025**

### **Opdrachtgever**

Stichting Topconsortium for Knowledge and Innovation Watertechnology

### **Auteurs**

Joep van den Broeke, Albert Bosma

### **Kwaliteitsborger**

Anne Mathilde Hummelen

### **Verzonden naar**

RVO

# Voorwoord

De indrukwekkende prestaties, die zo gedegen staan weergegeven in dit jaarverslag, waren grotendeels al in kunnen en kruiken, toen ik in november 2024 aantrad als voorzitter van het TKI Watertechnologie. Zodoende voelt het is voor mij een beetje onwennig om op deze plek met u terug te kijken naar dat jaar. Daarom kijk ik liever naar de toekomst. Vooruitkijken is tenslotte ook nodig om met Nederland in de internationale kopgroep van watertechnologie te blijven opereren. Die leidende positie moeten we de komende jaren vasthouden, verstevigen en verzilveren.

## ***Waarde toevoegen aan water***

In mijn rol als algemeen directeur van Brabant Water zie ik dagelijks hoeveel waarde water heeft. Maar ook in watertechnologie zit een enorme waarde. En dat bedoel ik in de meest letterlijke zin van het woord. De kennis, technologie en innovatie uit onze topsector is een antwoord op de actuele en urgente watervraagstukken. Tegelijkertijd biedt die kennis en innovatieve technologie kansen voor het Nederlandse bedrijfsleven. Het TKI voegt waarde toe aan de watertechnologiesector.

## ***Volop kansen***

En kansen zijn er volop, zeker voor Nederlandse watertechnologiesector. Dat zie je ook aan de indrukwekkend lijst van bedrijven, adviesbureaus en kennisinstelling die verbonden zijn aan de TKI Watertechnologie. Want onze watervraagstukken zijn stuk voor stuk uitingen van dezelfde mondiale ontwikkelingen. Nederlandse oplossingen werken net zo goed in Azië en Amerika als hier in Europa.

Mijn dank gaat uit naar iedereen die het afgelopen jaar heeft gewerkt aan de indrukwekkende prestaties binnen het TKI Watertechnologie. Als nieuwe voorzitter stel ik mijzelf graag ten dienste van de vindingrijke en innovatieve Nederlandse watertechnologiesector. Op naar de toekomst!

Rob van Dongen  
Bestuursvoorzitter  
Topconsortium for Knowledge and Innovation Watertechnology

# Inhoud

|                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Voorwoord</b>                                                                                                            | <b>1</b>  |
| <b>1 Korte profielschets</b>                                                                                                | <b>3</b>  |
| <b>2 Impact van TKI-projecten</b>                                                                                           | <b>5</b>  |
| 2.1 Kennis als brandstof voor de toekomst                                                                                   | 5         |
| 2.2 Praktijkdemonstraties zeggen meer dan cijfers op papier                                                                 | 8         |
| 2.3 Foto-elektrokatalyse geavanceerde oxidatie (PEC-AOP) voor verwijdering organische microverontreinigingen uit afvalwater | 10        |
| 2.4 Anaerobe ketenverlenging 2.0 : Alcoholen uit afvalwater                                                                 | 12        |
| 2.5 Vraaggestuurde rioolwatersurveillance schiet GGD's te hulp                                                              | 13        |
| 2.6 Onmogelijke nanobubbels van CO <sub>2</sub> voorkomen kalkaanslag                                                       | 16        |
| 2.7 Stikstofverwijdering zonder lachgasemissies                                                                             | 18        |
| 2.8 Modellen geven inzicht in effecten drijvende zonne-eilanden op spaarbekkens                                             | 19        |
| 2.9 Overige highlights                                                                                                      | 22        |
| <b>3 De spin in het web van watertechnologie en innovatie</b>                                                               | <b>25</b> |
| 3.1 Economische betekenis watertechnologiesector                                                                            | 25        |
| 3.2 Het missiegedreven industrie- en innovatiebeleid wordt vernieuwd                                                        | 26        |
| 3.3 Samenwerking en cross-overs                                                                                             | 26        |
| 3.4 UPPWATER van start                                                                                                      | 27        |
| 3.5 Ondersteunende activiteiten totstandkoming PPS-projecten rondom industriële waterbesparing                              | 29        |
| 3.6 Nieuwe TKI-projecten en cross-sectorale samenwerkingen                                                                  | 30        |
| 3.7 Kansen op financiering van start-ups en scale-ups vergroot                                                              | 32        |
| 3.8 Netwerken en kennisdeling                                                                                               | 33        |
| 3.9 NWO-toekenningen voor watertechnologie-onderzoek                                                                        | 36        |
| <b>4 Organisatie TKI Watertechnologie</b>                                                                                   | <b>38</b> |
| 4.1 Nieuws van de Stichting                                                                                                 | 38        |
| 4.2 PPS-subsidie voor TKI Watertechnologie                                                                                  | 38        |
| 4.3 Organisatie van het TKI Watertechnologie                                                                                | 39        |
| 4.4 Rapportage en transparantie                                                                                             | 42        |
| <b>5 TKI Watertechnologie in het innovatie-ecosysteem</b>                                                                   | <b>43</b> |
| 5.1 Wat is watertechnologie?                                                                                                | 43        |
| 5.2 Watertechnologie-ecosysteem                                                                                             | 43        |
| 5.3 Betrokkenheid van bedrijfsleven                                                                                         | 44        |
| 5.4 Internationale positie en exportmogelijkheden                                                                           | 44        |
| 5.5 Topsector Water & Maritiem en TKI Watertechnologie                                                                      | 45        |
| 5.6 TKI Watertechnologie ondersteunt innovaties voor maatschappelijke uitdagingen                                           | 45        |
| 5.7 Innovatieprogramma TKI Watertechnologie                                                                                 | 46        |
| 5.8 Aansluiting op Europese thema's                                                                                         | 49        |
| <b>Bijlage I Overzicht TKI-projecten 2019-2022</b>                                                                          | <b>50</b> |
| <b>Bijlage II Financieel jaarverslag 2023</b>                                                                               | <b>55</b> |

# 1 Korte profielschets

Voor een gezonde natuur, samenleving en economie is de beschikbaarheid van voldoende water van de juiste kwaliteit cruciaal. Watertechnologie levert technologieën en processen die de waterkwaliteit verbeteren en de waterbeschikbaarheid vergroten.

Binnen TKI Watertechnologie onderzoeken en ontwikkelen bedrijven, kennisorganisaties en overheden procestechnologische innovaties voor het verbeteren van de waterkwaliteit en waterbeschikbaarheid en voor een klimaatpositieve waterketen. Deze innovaties worden ingezet in technologische zuiveringssystemen zoals reactoren en modules, en in natuurlijke systemen in water, bodem en diepe ondergrond. Daarbij wordt gebruik gemaakt van ondersteunende technologieën zoals sensortechnologie en data science. Met deze innovaties geven we de Nederlandse watersector en watergebruikers de mogelijkheid om te beschikken over voldoende water van goede kwaliteit voor natuur, drinkwater, landbouw en industrie, waarbij zo min mogelijk emissies plaatsvinden naar het milieu en zoveel mogelijk materialen en energie worden teruggewonnen. Voor Nederlandse watertechnologiebedrijven en -kennisorganisaties bieden de innovaties kansen om zich internationaal te onderscheiden en hun positie te versterken.

De focus van TKI Watertechnologie is gericht op maatschappelijke uitdagingen rond uiteenlopende watervraagstukken in binnen- en buitenland. Nieuwe ontwikkelingen in nationaal en Europees onderzoek moeten hiervoor oplossingen aandragen. In Nederland zetten bedrijven, kennisorganisaties, overheden en andere organisaties gezamenlijk in op missiegedreven innovatiebeleid, zoals vastgelegd in het kennis- en innovatieconvenant 2024-2027<sup>1</sup>. Via eigen innovatie-onderzoek en cross-sectorale samenwerking draagt TKI Watertechnologie bij aan (onderdelen van) de missies voor Landbouw, Water en Voedsel, Energietransitie, Circulaire Economie en Gezondheid & Zorg. TKI Watertechnologie onderscheidt vier meerjarige innovatieprogramma's (MIPs) zie figuur 1. De MIPs worden in paragraaf 5.5. verder toegelicht.



Figuur 1: Meerjarige innovatieprogramma's (MIPs) binnen TKI Watertechnologie.

Aan TKI Watertechnologie zijn via de verschillende projecten meer dan tweehonderd partijen verbonden: kennisorganisaties, waterschappen, drinkwaterbedrijven, decentrale overheidspartijen en veel MKB. In 2024 kon TKI Watertechnologie een PPS-programmasubsidie aanvragen met een maximum van 5,05 miljoen euro. Het merendeel van dit budget is ingezet voor de TKI-projecten. Iedere kennisorganisatie kan aanspraak maken op een toegewezen deel van dit budget voor de TKI-projecten. Een klein deel van de PPS-programmasubsidie wordt gebruikt voor programmaondersteuning, als aanvulling op de subsidie voor programma-ondersteunende

<sup>1</sup> Kennis- en Innovatieconvenant 2024-2027, november 2023, [publicatie-nr. 1023-085](#)

activiteiten (POA). Een deel van de PPS-programmasubsidie van TKI Watertechnologie wordt geprogrammeerd via de gezamenlijke PPS-call Landbouw Water Voedsel. Dit deel van de PPS-programmasubsidie kan worden ingezet voor samenwerkingsprojecten met kennisorganisaties die verbonden zijn aan TKI Watertechnologie, al dan niet in een consortium met kennisorganisaties buiten het TKI.

In hoofdstuk 3 4 'Organisatie TKI Watertechnologie' en Hoofdstuk 5 'TKI Watertechnologie in het innovatie-ecosysteem' is een verdere toelichting op TKI Watertechnologie en de organisatie ervan te vinden.

## 2 Impact van TKI-projecten

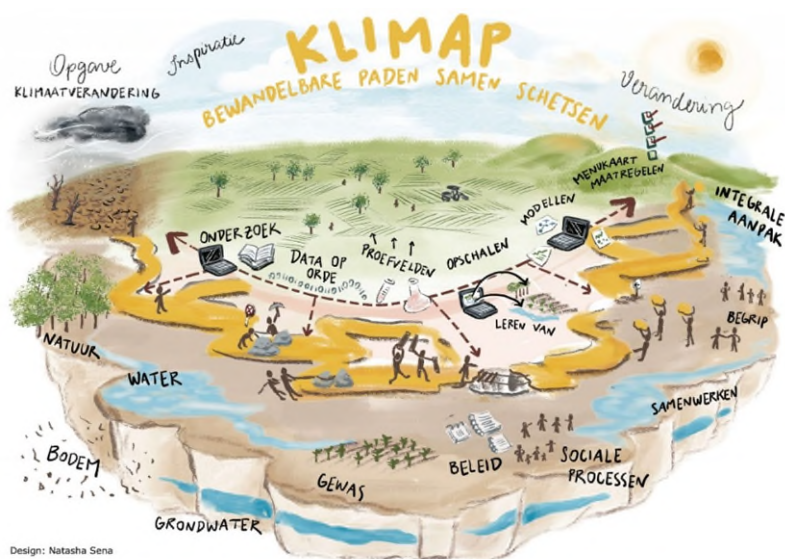
Met het TKI Watertechnologie slaan bedrijven, kennisorganisaties en overheid de handen ineen om de beste kennis en innovaties in de watertechnologie te vertalen naar de praktijk. In dit hoofdstuk is voor een selectie van de in 2024 afgeronde projecten een samenvatting van de uitkomsten en gecreëerde impact gepresenteerd (impactverhalen). De selectie is een dwarsdoorsnede door het programma, met aansprekende voorbeelden van innovaties die bijdragen aan missies voor de toekomst en die, als aanvulling op cijfermatige indicatoren, een rijk en genuanceerd beeld geven van de impact van de projecten binnen TKI Watertechnologie. Een volledig overzicht van de projecten binnen TKI Watertechnologie is te vinden op de [projectenpagina](#) op [www.tkiwatertechnologie.nl](http://www.tkiwatertechnologie.nl). Een overzicht van alle impactverhalen is te vinden op [de nieuwspagina](#).

### 2.1 Kennis als brandstof voor de toekomst

KLIMAP (KLIMaatAdaptatie in de Praktijk) was een 4,5 jaar durend project waarin een consortium van 24 partijen keek naar welke maatregelen kunnen bijdragen én welk gezamenlijk proces doorlopen moet worden voor een klimaatbestendige inrichting van de hoge zandgronden in Zuid- en Oost-Nederland. KLIMAP is mede gefinancierd vanuit de topsectoren Agri & Food en Water & Maritiem.

#### Handvatten

Ruud Bartholomeus, onderzoeker bij KWR en verbonden aan Wageningen Universiteit, schetst de urgentie om kennis te ontwikkelen voor een robuuste inrichting van het landschap en het watersysteem. “Deze inrichting en ons watergebruik passen niet meer bij het huidige klimaat, en zeker niet bij het klimaat van de toekomst”, waarschuwt hij. “We zien steeds meer problemen ontstaan en de waterbeschikbaarheid staat onder druk, zowel voor natuur, landbouw als drinkwater. Natuurlijk heeft KLIMAP niet het hele probleem opgelost. Maar het heeft wel handvatten geboden die beleidsmakers en waterbeheerders kunnen helpen in het al dan niet toepassen van maatregelen.”



Figuur 2: Praat-plaat KLIMAP (Design Natasha Sena).

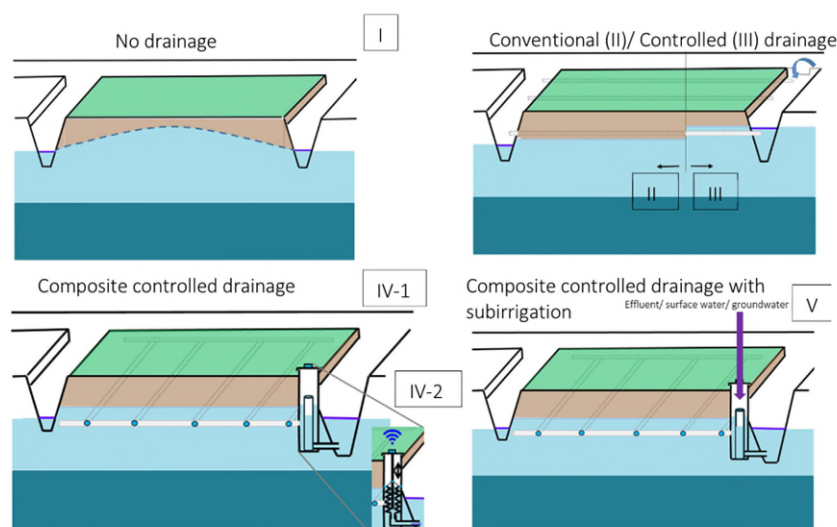
#### Route- en menukaarten

Wat KLIMAP volgens Bartholomeus vooral interessant maakt, is deelname vanuit maar liefst drie TKI's. Naast Watertechnologie waren ook Agri & Food en Deltatechnologie erbij betrokken. Bartholomeus: "Zo zie je hoe verschillende achtergronden uiteindelijk bijdragen aan de kennis die nodig is voor de watertransitie. Deze cross-over maakt het geheel sterker. In de kennisontwikkeling hebben we verschillende sporen gevolgd, zowel de technische als de sociaalwetenschappelijke kant. En er zijn uiteenlopende instrumenten ontwikkeld. Zo maken routekaarten duidelijk welke stappen je kunt doorlopen in veranderprocessen. Met menukaarten gaan we in op het effect van bepaalde typen maatregelen. En we kijken welke maatregelen nou echt zoden aan de dijk zetten. Die maatregelen heb je nodig om regionaal te kunnen inzetten en een wezenlijke verandering te brengen in de zoetwaterbeschikbaarheid."

*"[KLIMAP] heeft handvatten geboden die beleidsmakers en waterbeheerders kunnen helpen in het al dan niet toepassen van maatregelen."*

#### *Regelbare drainage met subirrigatie*

Een van de technieken die met KLIMAP is getest is de toepassing van regelbare drainage met subirrigatie op de zandgronden. Deze techniek koppelt traditionele drainagesystemen los van het watersysteem met de sloten, waardoor het water kan worden vastgehouden voor hogere grondwaterstanden en het bevochtigen van landbouwgrond. Daar bovenop wordt de mogelijkheid gecreëerd om juist water aan het systeem toe te voegen, zodat met een verhoogde grondwaterstand perioden van droogte zijn te overbruggen. Deze methodiek heet subirrigatie. Naast KLIMAP-partner Waterschap Vechtstromen, waar de methodiek binnen het project is toegepast en regionaal uitgewerkt, is men ook bij Waterschap Limburg de mogelijkheden hiervan al langer aan het onderzoeken. Karlijn Kessels, adviseur hydrologie bij dit waterschap, vertelt: "In het licht van klimaatverandering willen we weten of subirrigatie een goede maatregel is om uit te rollen. Daarom zijn er met KLIMAP vijf pilots bij ons uitgevoerd. Heel waardevol om op deze manier de samenwerking snel op de rails te krijgen. Agrariërs, onderzoekers, het bedrijfsleven: de hele cirkel van uiteenlopende mensen met hun eigen inbreng was compleet. Dat helpt om de volledige discussie te kunnen voeren."



Figuur 3: Verschillende in KLIMAP beproefde drainageconcepten.

### *Grenzen opzoeken*

Van den Eertwegh vertelt: “Ik was vooral benieuwd hoe nat de boeren het in de winter zouden laten worden, in aanloop naar het voorjaar. Het weer wordt steeds grilliger. De meerderheid van de boeren stond er positief in en heeft het systeem aangedurfd. Zij zochten de natte omstandigheden bewust op, ook al zorgde dit soms voor problemen.” Of de boeren subirrigatie nu verder zullen omarmen, hangt van meerdere factoren af, denkt Van den Eertwegh. “Er is een zekere mate van intrinsieke motivatie nodig om zelfstandig door te gaan, want het systeem kost tijd en aandacht, net als een landbouwmachine. Daarnaast moet in de regio ook voldoende water beschikbaar zijn om bij droogte in het groeiseizoen te kunnen gebruiken. Door klimaatverandering staat die waterbeschikbaarheid steeds meer onder druk. De huidige trend van zowel drogere als nattere tijden zet zich volgens het KNMI versterkt door. Het is alle hens aan dek om met werkbare oplossingen te komen, en subirrigatie kan daar op geschikte locaties deel van uitmaken.”

### *Puzzelstukjes*

Welk antwoord geven de pilots op de vraag in hoeverre subirrigatie kan voorzien in de waterbehoefte van de landbouw? Dat is niet 1-2-3 te zeggen, legt Kessels uit. “In de praktijk blijkt subirrigatie van meerdere factoren af te hangen. Factoren waar je geen invloed op hebt, zoals bodemgesteldheid. Maar ook factoren waar je wel op kunt sturen, zoals het peilbeheer of de omvang van het gebied waarin je het wilt toepassen. KLIMAP heeft ons puzzelstukjes aangereikt waarmee we nu verder kunnen. In de afgelopen jaren stak droogte regelmatig de kop op. We kunnen dan terugvallen op maatregelen zoals stuwen omhoog zetten of onttrekkingsverboden afkondigen. Nu is de fase aangebroken waarin we als waterschap verder willen gaan dan dat. Niet een paar postzegels uitkiezen en daar inzetten op een betere waterbeschikbaarheid. Maar doorschakelen naar een gebiedsgerichte aanpak, zodat we de hoogste efficiëntie uit het water halen. We moeten nu de stap maken om alle vergaarde kennis en ervaringen op een goede manier in te zetten voor verdere implementatie in ons beheergebied en te kijken welke beleidskaders daarbij passen. Dat is nog best een ingewikkelde opgave.”

*“Een belangrijke rol van TKI is om die kennis niet fundamenteel te houden, maar echt toegepast te maken. En dat is met KLIMAP als leerproces goed gelukt”*

Voor Bartholomeus betekent de afronding van KLIMAP dat hiermee duidelijk is geworden wat er komt kijken bij een complexe opgave als de watertransitie. “Zo’n omwenteling zet je niet met één expertise op”, zegt hij. “Je moet het vanuit verschillende invalshoeken aanvliegen: technisch-inhoudelijk en sociaalwetenschappelijk. In de praktijk hebben we eraan kunnen proeven hoe lastig dit kan zijn. Het ging om ‘samen leren’, zo was het ook ingestoken. Een belangrijke rol van TKI is om die kennis niet fundamenteel te houden, maar echt toegepast te maken. En dat is met KLIMAP als leerproces goed gelukt.”

### *Samenwerkingspartners*

Het project KLIMAP kwam tot stand met de volgende samenwerkingspartners: Barth Drainage B.V., Deltares, KnowH2O, Kuipers Electronic Engineering, KWR Water B.V., LLTB, Louis Bolk instituut, Provincie Gelderland, Provincie Limburg, Provincie Noord-Brabant, Radboud Universiteit, STOWA, Van den Borne Projecten, Wageningen Environmental Research, Wageningen Livestock Research, Wageningen Universiteit, Waterschap Aa en Maas, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap De Dommel, Waterschap Limburg, Waterschap Rijn en IJssel, Waterschap Vallei en Veluwe, Waterschap Vechtstromen.

### *Contactpersonen*

Inhoudelijke expert: [Ruud Bartholomeus](#) (KWR)

Inhoudelijke expert: [Gé van den Eertwegh](#) (KnowH2O)

Eindgebruiker: [Karlijn Kessels](#) (Waterschap Limburg)

## 2.2 Praktijkdemonstraties zeggen meer dan cijfers op papier

Praktijkdemonstraties hebben laten zien dat met de juiste meertrapsfiltratie de waterkwaliteit in de glastuinbouw kan worden verbeterd. Dat maakt het water in de kas herbruikbaar; een goede stap in de richting van circulariteit. “Zo’n proef is zichtbaar voor iedereen”, zegt Rob Zwaard van UVAR Holland B.V., leverancier van de techniek. “Voor mensen uit de praktijk zegt het blote oog meer dan cijfers op papier.”

De Nederlandse overheid en de glastuinbouwsector hebben afspraken gemaakt om lozingen terug te dringen. Doel hiervan is een (nagenoeg) nulmissie van meststoffen en bestrijdingsmiddelen in 2027. Dit betekent onder meer dat het drainwater – het voedingswater van gewassen dat niet wordt opgenomen – een tweede leven krijgt in de kas, in plaats van dit af te voeren naar het watersysteem. In het TKI-project ‘Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten 2’, een cross-over tussen TKI Watertechnologie en TKI Tuinbouw en Uitgangsmaterialen, is onder meer een praktijkdemonstratie van meertrapsfiltratie uitgevoerd bij komkommerteler Verhoeven QH B.V. “We waren geswitcht van verhitten naar ozon om drainwater te ontsmetten”, vertelt voormalig eigenaar Ad Verhoeven. “En ik had het idee dat dit iets vuiler water opleverde dan voorheen. Omdat de druppelaars naar het gewas daardoor verstopt kunnen raken, moest dit anders. En ook om schoon uitgangswater te hebben, waardoor je minder hoeft te spuien of door te spoelen. Daarom was ik geïnteresseerd in de filtratieproef.”

### *Geen uniform filtratiesysteem*

Op de markt zijn verschillende filtratiesystemen voor de glastuinbouw beschikbaar, vertelt technologieleverancier Zwaard. “Dat komt omdat elke teler anders is”, zegt hij. “Gaaf het bijvoorbeeld om groententeelt of bloementeelt? Eenjarig of tweejarig gewas? En waar komt het water vandaan? Is het regen-, oppervlakte- of grondwater? Daarbij komen nog de seizoensverschillen, die bijvoorbeeld zorgen voor variaties in waterbeschikbaarheid en vervuiling door algengroei als gevolg van zonlicht. Het is dus niet zo dat je voor elke klant het hele jaar door dezelfde oplossing hebt. We werken in onze kennisontwikkeling over deze materie veel samen met onderzoekers, onder andere van Wageningen University & Research. Toen zij voor dit project aangaven te willen zoeken naar een uniform filtratiesysteem, zei ik op voorhand dat dat niet zou lukken. Maar wij wilden wel graag meewerken om te zien hoever we zouden komen.”

### *Wisselend beeld*

Voordat aan de praktijkdemonstratie werd begonnen, is bij twintig telers de waterkwaliteit gemeten. Dit vertelt Nienke Koeman, werkzaam bij KWR Water Research Institute. De onderzoeker heeft veel kennis over waterstromen en waterbehandeling in de glastuinbouw. “We hebben gekeken naar het aantal deeltjes, de grootte van die deeltjes en parameters zoals organische stof en elementen waaronder natrium en calcium.” Daar kwam een heel wisselend beeld uit naar voren, wat past bij de eerdere observaties van Zwaard. Ook werd in deze studie gekeken naar de doeltreffendheid van verschillende filtratiesystemen. Koeman: “Hierover was nog weinig bekend. Op papier ontwikkelden we een filterstraat, die is uitgetoetst tijdens een pilot bij de business unit Glastuinbouw van Wageningen University & Research in Bleiswijk. In proefkassen konden we onder gecontroleerde omstandigheden testen doen. De volgende stap waren demonstratieproeven, waaronder die bij Verhoeven QH B.V.”

*“Hoewel de glastuinbouw nog best een negatief imago heeft als het gaat om de waterkwaliteit, loopt deze sector hierin ver vooruit”*

### *Meertrapsfiltratie*

De meertrapsfiltratie die in de kassen van Verhoeven werd geïnstalleerd, bestond uit een screenfilter en een discfilter. Twee van de drie technieken die UVAR Holland B.V. aan glastuinbouwers kan leveren. “Hoewel de glastuinbouw nog best een negatief imago heeft als het gaat om de waterkwaliteit, loopt deze sector hierin ver vooruit”, vindt Zwaard. Als verkoper van filtratietechnieken ziet hij de vraag naar steeds fijnmaziger filtreren

groeien. “Want volgens de Kaderrichtlijn Water moet vanaf 2027 elke druppel water die erin gaat, gebruikt worden. Moderne glastuinbouwbedrijven zijn al 100 procent circulair. Voor het fijne filtreren wordt vaak gekeken naar nano- en ultrafiltratie. Maar wij zijn specialist in de voorfiltratie, die je overal kunt toepassen. Wanneer je meerdere stappen achter elkaar zet, kom je tot een schoner eindresultaat. Zo blijkt nu duidelijk.”



Figuur 4: Filterstraat met van links naar rechts: gaasfilter en MT-IBA filter (Fiber Filtration) en papierbandfilter (Ecofilter).

#### *De hele sector vooruithelpen*

Verhoeven is enthousiast over de resultaten. Hij vertelt dat hij zo op het oog al kon zien dat het water met de meertrapsfiltratie schoner was dan voorheen. Daarom zou hij het filtratiesysteem van harte bij andere telers aanbevelen. “Voor betrouwbaar water het hele jaar door”, voegt hij eraan toe. Aan het eind van de proef is bij Verhoeven een open dag gehouden. “Zodat onze klanten hier kennis van konden nemen”, vertelt Zwaard. Hij noemt bewustwording bij de installateurs die het verhaal naar eindgebruikers moeten vertellen, de belangrijkste output van het project. “Als we met zijn allen dit pad gaan volgen, helpen we daarmee de hele sector vooruit.” Gevraagd naar de uitdagingen die er nog zijn om de meertrapsfiltratie breed in te zetten, komt het antwoord niet uit technische maar uit bestuurlijke hoek. “Er zijn verschillende leveranciers van deze filters”, vertelt Zwaard. “En als je denkt: een 100 micronfilter is overal hetzelfde, heb je het mis. Bij de één zorgt zo’n filter voor een verwijdering van 15 procent, bij de ander is dat 70 procent. In beide gevallen mag de leverancier het een 100 micronfilter noemen. Daarom moeten hier duidelijke richtlijnen voor komen, en we zijn hierover met meerdere partijen in gesprek. Vanuit de glastuinbouwsector zou dit gestimuleerd moeten worden.”

*“Je merkt dat zij onderzoek doen vóór de praktijk. Daardoor luisteren ze goed naar onze behoeften.”*

#### *Het werken in TKI-verband*

Het werken in TKI-verband is Zwaard naar eigen zeggen prima bevallen. “We hebben er veel energie in gestopt en ook terug gekregen. Vanuit het bedrijfsleven willen we meestal sneller gaan dan bij de overheid. Als je die twee bij elkaar brengt, krijg je een heel mooie resultante.” Over die interessante wisselwerking is Verhoeven het eens. Voor hem was het de eerste keer om mee te draaien in een TKI-project. Hij vond het een boeiende ervaring om op deze manier een nieuwe techniek uit te proberen, zodat ook andere telers daar hun voordeel mee kunnen doen. Toch schetst hij ook een ‘maar’ bij dergelijke projecten. “Zo’n proef is natuurlijk ook best spannend, want er hangt een bedrijfsrisico aan vast. In ons geval is het goed uitgepakt, maar we hadden op voorhand wel maatregelen genomen. Als de filtratie niet zou werken, konden we met het omdraaien van een paar kranen weer terug naar de oude situatie.” Dat hij deze ‘escape’ wilde inbouwen, werd door de onderzoekers goed begrepen, vindt Verhoeven. “Je merkt dat zij onderzoek doen vóór de praktijk. Daardoor luisteren ze goed naar onze behoeften.”

### *Samenwerkingspartners*

Het project 'Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten 2' is een vervolg op een eerder gelijknamig project en behelst werkpakket 2, dat gericht is op de invloed van filtratie. Het kwam tot stand met de volgende samenwerkingspartners: Agrozone BV, Elektravon/Haket, Fiber Filtration, Hortispeed, KIJK io/Glastuinbouw Nederland, KWR Water Research Institute, Moor Filtertechniek, Priva Horticulture BV, Stowa, Topsector T&U, UVAR Holland BV, WUR en YARA.

### *Contactpersonen*

Inhoudelijke expert: [Nienke Koeman](#) (KWR)

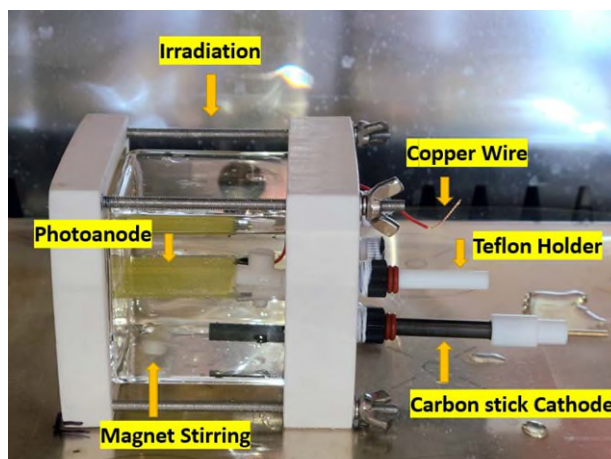
Technologieleverancier: [Rob Zwaard](#) (UVAR Holland B.V.)

Eindgebruiker: [Ad Verhoeven](#) (Verhoeven QH B.V.)

## **2.3 Foto-elektrokatalyse geavanceerde oxidatie (PEC-AOP) voor verwijdering organische microverontreinigingen uit afvalwater**

Een modelstudie heeft laten zien hoe een reactor voor foto-elektrokatalytische oxidatie met behulp van zonlicht eruit zou kunnen zien en hoe efficiënt deze werkt. De techniek is bedoeld om op een innovatieve, duurzame manier organische microverontreinigingen zoals medicijnresten te verwijderen uit afvalwater. Jan Peter van der Hoek van Waternet is positief: "TKI-projecten zijn ervoor bedoeld om techniek, innovatie en markt bij elkaar te brengen. Ik vind het een mooie omgeving om de eerste stappen te zetten van theorie naar praktijk en dat is hier goed gelukt."

Het TKI-project 'Foto-elektrokatalyse geavanceerde oxidatie (PEC-AOP) voor verwijdering organische microverontreinigingen uit afvalwater' komt voort uit een driejarig Europees project, vertelt Van der Hoek, tevens hoogleraar aan TU Delft. Door een promovendus is aan de TU Delft laboratoriumonderzoek uitgevoerd om tot de juiste materialen te komen voor de techniek van foto-elektrokatalyse geavanceerde oxidatie, ofwel PEC-AOP. Toen uit het promotieonderzoek duidelijk was geworden welke materialen als beste uit de bus kwamen, werd het TKI-project opgezet. Het doel hiervan was om aan de hand van een modelstudie een zo optimaal mogelijke reactor te ontwerpen en te berekenen wat deze kan. Van der Hoek: "Als je de literatuur erop naslaat, kom je bij vergelijkbare processen uit op een verblijftijd van het water van zo'n twee tot drie uur. Dat is voor de praktijk natuurlijk veel te lang, want je hebt dan enorm grote reactoren nodig omdat je het water hier lange tijd in moet laten staan. Daarom wilden we kijken hoe we zo'n reactor kleiner en efficiënter kunnen maken."



Figuur 5: PEC-AOP reactor op laboratoriumschaal.

### *Turbulente stroming*

KWR heeft de kennis ingebracht om het benodigde model te ontwikkelen. “We hebben met name gekeken hoe we de stroming van het water kunnen beïnvloeden”, vertelt KWR-onderzoeker Bas Wols. “De bedoeling is om hiermee de reactie aan het oppervlak van de foto-anode te optimaliseren, zodat de stoffen die je kwijt wilt zo goed mogelijk worden afgebroken. Het blijkt dat turbulente stroming het beste werkt. Hierbij krijg je allerlei wervelingen in het water, waardoor de verontreinigingen die je wilt afbreken eerder in de buurt van de anode komen. Maar voor een turbulente stroming heb je wel een hoge stroomsnelheid nodig. Dit betekent dat de medicijnresten ook snel langs de anode voorbijkomen. Onze berekeningen laten zien dat je het water een keer of twintig door de reactor moet laten rondstromen, omdat je anders niet genoeg medicijnresten te pakken krijgt.”

### *Verblijftijd moet omlaag*

Twintig keer recirculeren voor een goed resultaat; dat lijkt vrij veel. Maar Van der Hoek ziet zeker mogelijkheden: “Na één keer recirculeren zie je al een afname in medicijnresten van 5 tot 10 procent. Het model vertelt ons dat je met een verblijftijd van 30 minuten tot een verwijdering kunt komen van 80 procent. Dat is een behoorlijke stap voorwaarts. Vergeleken met bestaande technieken is het nog niet concurrerend genoeg. Daar is de verblijftijd ongeveer 20 minuten, zoals voor actieve kool en ozon. Die verblijftijd moet dus nog omlaag. Daartegenover staat dat PEC-AOP veel energiezuiniger is, omdat het gebruik maakt van gratis zonlicht. En er zijn geen chemicaliën voor nodig. Dat maakt het in principe een duurzame techniek. Bij andere technieken zit het hoge energieverbruik bijvoorbeeld in het feit dat je ozon moet maken. Of dat je actieve kool om de zoveel tijd moet reactiveren. Daar valt veel winst te halen.”

*“80 procent verwijdering van medicijnresten in 30 minuten - dat is een behoorlijke stap voorwaarts, maar die verblijftijd moet nog omlaag. Daartegenover staat dat PEC-AOP veel energiezuiniger is, omdat het gebruik maakt van gratis zonlicht.”*

### *Doorpakken*

Van der Hoek begrijpt dat marktpartijen terughoudend zijn. “Het Technology Readiness Level van PEC-AOP ligt nog niet op het niveau om te spreken van een praktijktoepassing”, zegt hij. “En er wordt gewerkt aan een techno-economische evaluatie en een duurzaamheidsanalyse. De uitkomsten daarvan zijn nog niet bekend. Maar een onderzoeksinstelling zoals TU Delft of KWR staat er iets anders in. Wij zeggen: we zijn vanaf scratch begonnen in het lab, en hebben nu een reactor gemodelleerd. Laten we nu doorpakken. Natuurlijk, er zijn nog wel stappen nodig. Maar het zou mooi zijn om op grond van de huidige resultaten daadwerkelijk een experimentele reactor te bouwen. We kunnen beginnen op een kleine schaal, want de reactor is modulair en valt later op te schalen.” Van der Hoek vertelt dat gesprekken met waterschappen gaande zijn, maar er zijn nog geen concrete plannen. Met zo’n pilot plant is zomaar een miljoen euro gemoeid. Van der Hoek: “Bij Waternet nemen we de projectresultaten mee in het evalueren van de technieken die in de komende periode bij ons moeten worden geïnstalleerd. In principe zou PEC-AOP een kans kunnen maken, maar we moeten natuurlijk wel afwegingen maken op grond van bepaalde criteria en in vergelijking met andere technieken. Er is nog weinig ervaring met PEC-AOP, dat is een nadeel omdat er ook technieken zijn die we al goed kennen. Daarom vind ik het lastig om in te schatten wat er gaat gebeuren.”

*“Bij Waternet nemen we de projectresultaten mee in het evalueren van de technieken die in de komende periode bij ons moeten worden geïnstalleerd.”*

### *Uitdagingen*

Nu met de herziening van de Europese Richtlijn Stedelijk Afvalwater de lat voor het verwijderen van organische microverontreinigingen aanzienlijk hoger ligt dan voorheen, zou PEC-AOP een mogelijke kans hebben. Wat Van der Hoek betreft, liggen er nog twee grote uitdagingen. Zoals hij eerder aangaf, moet het reactorontwerp dat er nu ligt in de praktijk worden getest. Daarnaast moet de techniek worden onderworpen aan een evaluatie die voor alle innovatieve technieken op dit gebied geldt. Hiertoe is door STOWA en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een speciaal programma opgezet: IPMV (Innovatieprogramma Microverontreinigingen). “In dit programma zijn alle technieken geëvalueerd op basis van drie aspecten”, licht Van der Hoek toe. “Dat zijn: CO<sub>2</sub>-footprint, verwijderingsrendement en kosten. Ik verwacht dat PEC-AOP in CO<sub>2</sub>-footprint zeer goed zal scoren, want we werken met zonne-energie. En met een verwijderingsrendement van 80 procent gaan we ook de goede kant op. Het is alleen spannend hoe het met de kosten zit, want het is geen standaardreactor. Daar liggen nog wel wat vraagtekens. De meerwaarde van dit TKI-onderzoek is dat antwoord is gegeven op de vraag hoe een full-scale PEC-AOP installatie eruit kan komen te zien. Nu kunnen we volgende stappen maken.”

#### *Samenwerkingspartners*

Het project ‘Ontwikkeling van foto-elektrokatalyse geavanceerde oxidatie (PEC-AOP) voor de verwijdering van organische microverontreinigingen uit afvalwater’ kwam tot stand met de volgende samenwerkingspartners: TU Delft, KWR, Nijhuis Industries en Waternet.

#### *Contact*

Inhoudelijk expert: Jan Peter van der Hoek (TUDelft)

Inhoudelijk expert: [Bas Wols](#) (KWR)

## **2.4 Anaerobe ketenverlenging 2.0 : Alcoholen uit afvalwater**

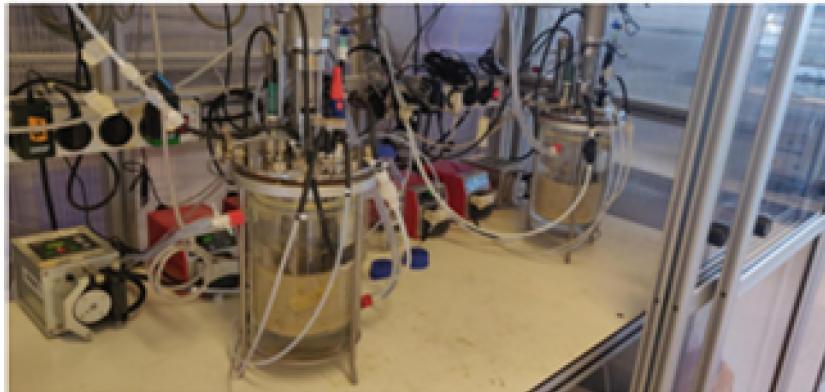
Het doel van dit project was om beter inzicht te krijgen in het gedrag van anaerobe ketenverlengingsprocessen aan de hand van signaalstoffen, procescondities en microbiologie. Hierbij onderzochten we hoe we nieuwe processen kunnen ontwikkelen voor hoogwaardige middellange alcoholvorming in korrelslib-bioreactoren.

#### *Anaerobe ketenverlenging: van afvalwater naar hoogwaardige producten*

Anaerobe ketenverlenging is een innovatieve vergistingstechnologie die organisch materiaal in afvalwater kan omzetten in hoogwaardige producten met een hogere economische en maatschappelijke waarde dan biogas. Hoewel biogas een duurzame energiebron is, blijft de marktwaarde en toepassingsbreedte ervan beperkt. Middellange vetzuren, zoals hexaanzuur en octaanzuur, en hoogwaardige alcoholen, zoals hexanol, bieden veelbelovende alternatieven met toepassingen in de energie-, landbouw-, voedingsmiddelen- en chemische industrie.

#### *Innovatieve processen en inzichten voor hexanolproductie*

Dit project richtte zich op het ontwikkelen van een nieuw proces voor de productie van hexanol uit afvalwater door een granulerend ketenverlengingsproces met ethanol te onderzoeken. Daarnaast werden in situ meettechnieken ontwikkeld om cruciale procesparameters en microbiële dynamiek realtime te monitoren. Uit het onderzoek bleek dat CO<sub>2</sub> in combinatie met een gecontroleerde ethanol:acetaat verhouding, sleutelparameters zijn om hexanolvorming binnen anaerobe ketenverlengingsculturen te stimuleren. Biofilmvorming werd succesvol ingezet om het proces te versnellen. Ook werden methoden getest om hexanol via in-situ extractie te zuiveren en tegelijkertijd de opbrengst te verhogen. Verder werd een meetmethode ontwikkeld om hexanol in het extractiemiddel nauwkeurig te analyseren. Hoewel pogingen om fermentatieprocessen online te monitoren met Raman-spectroscopie wisselende resultaten opleverden, werd gedeeltelijk succes geboekt bij het granuleren van fermentatieprocessen.



Figuur 6. Experimentele opstelling waarmee het hexanol proces is ontwikkeld.

#### *Van kennis naar toepassing: impact op korte en lange termijn*

Dit onderzoek resulteerde in drie MSc-theses en mogelijk een publicatie. De resultaten van het project hebben zowel op korte als lange termijn impact voor de sector. Op de korte termijn wordt de verworven kennis ingezet om R&D-activiteiten en operationele processen binnen bedrijven, zoals ChainCraft, te optimaliseren. Specifiek wordt de kennis over het aansturen van open cultuur fermentaties voor alcoholvorming direct toegepast in de huidige fabriek en geïntegreerd in de ontwikkeling van toekomstige fabrieken. Op de lange termijn vormt de opgedane kennis de basis voor nieuwe onderzoeksprojecten, samenwerkingen en technologische innovaties.

*“Op de korte termijn wordt de verworven kennis ingezet om R&D-activiteiten en operationele processen binnen ChainCraft te optimaliseren.”*

Een onverwachte uitkomst was de beperkte toepasbaarheid van Raman-spectroscopie bij complexe media. Hoewel Raman effectief bleek in eenvoudige synthetische systemen, is aanzienlijke verdere ontwikkeling nodig om deze technologie geschikt te maken voor processen met complexe afvalstromen. De Raman-methode wordt verder gebruikt (voor monitoring en procescontrole) en wordt doorontwikkeld in het UNLOCK-lab van WUR Environmental Technology.

#### *Samenwerkingspartners*

Het project ‘Anaerobe ketenverlenging 2.0: Alcoholen uit afvalwater’ is gecoördineerd door Wageningen University & Research, afdeling Environmental Technology en is uitgevoerd in samenwerking met Chaincraft B.V.

#### *Contact*

Inhoudelijk expert: [David Strik \(WUR\)](#)

Eindgebruiker: [Maurice Oltheten \(ChainCraft B.V.\)](#)

## **2.5 Vraaggestuurde rioolwatersurveillance schiet GGD's te hulp**

Tijdens de coronapandemie heeft de nationale rioolwatersurveillance zijn kracht als monitoringtool bewezen. Deze monitoring werkt op het niveau van rzwi's, waar het rioolwater van bijvoorbeeld een hele stad samenkomt. Voor GGD's is het vooral ook belangrijk om snel en op kleinere schaal de uitbraak van een infectieziekte te volgen, zoals in de wijk of op een school. Een recent TKI-project stelde de mogelijkheid van zo'n vraaggestuurde aanpak op de proef. “On-demand rioolwatersurveillance zou goed kunnen helpen om ondergronds aanwijzingen te krijgen voor wat je bovengronds moet doen”, denkt Ewout Fanoy van GGD Amsterdam

Het gebruik van afvalwater om trends te signaleren in de verspreiding van besmettelijke ziekten, nam tijdens de uitbraak van het coronavirus een vlucht. KWR-onderzoeker Gertjan Medema memoreert hoe destijds vanuit de nationale rioolwatersurveillance de behoefte ontstond om lokaal de opkomst van een nieuwe variant van dit virus op te merken. “In een voorgaand TKI-project werkten we met GGD Rotterdam-Rijnmond op wijkniveau aan de rioolwatersurveillance. De bedoeling was om hiermee dieper in de stad te kunnen kijken, voor een beter handelingsperspectief. Toen daar de eerste Omikron-variant van het coronavirus werd gerapporteerd, wilde de GGD weten of het al breder onder de bevolking was verspreid. Met passieve samplers bleken we in staat om Omikron eruit te pikken. We zagen dat het al verder rondwaarde. Het ging dus niet om een lokale besmetting en de GGD wist dat isoleren van de bronbesmetting niet zinvol was.”

#### *Stille transmissie*

Het voorbeeld van Medema laat zien dat ook op fijnmazige schaal het riool inzetbaar is als ‘spiegel van de samenleving’. Volgens de onderzoeker opent de huidige post-pandemische periode de weg voor een hele nieuwe set aan toepassingen voor snelle en flexibele rioolwatersurveillance. “Daarmee krijgen GGD’s de tools om te zien of er sprake is van ‘stille transmissie’. Dat is de overdracht van een infectieziekte die je niet ziet met de traditionele surveillance, maar wel in het riool. Zoiets was eerder niet mogelijk. ”In het onlangs afgeronde TKI-project ‘Rioolwatermetingen op aanvraag voor trendmetingen bij lokale uitbraken van infectieziekten’, is met pilots in Amsterdam en Rotterdam ingespeeld op de ontwikkeling die Medema schetst. Op grond van on-demand vragen vanuit de GGD’s – bijvoorbeeld een uitbraak van hepatitis A, het apenpokkenvirus (Monkeypox), of de bof – ging men lokaal speuren in het riool. “Dit vraaggestuurde werk betekent dat je heel snel je monitoringsnetwerk moet inrichten”, weet Jeroen Langeveld van Partners4UrbanWater. “Anders is de uitbraak alweer weg. Met onze kennis over de ondergrondse infrastructuur van het riool in verhouding tot die van de bovengrond, wisten we precies waar en wanneer we moesten meten. Je moet een sprintje trekken totdat je het antwoord hebt en elk geval is anders. Dat maakt het enorm interessant en uitdagend.”



Figuur 7: Automatische monstersnemer voor rioolwatersurveillance..

#### *Wattenstaafjes*

De passieve sampler die op een specifieke plek in het rioolstelsel wordt geplaatst, is een soort kleine torpedo met gaatjes erin, legt Medema uit. “Daarbinnen zit het monstermateriaal, dat bestaat uit wattenstaafjes en membraanfilters die het langs stromende materiaal uit het riool absorberen. Eventuele virusdeeltjes plakken hieraan vast. We laten de passieve sampler 24 tot 48 uur in de stroming hangen. Dan hebben we een mooi representatief mengmonster. In het lab voeren we meerdere processtappen uit, waarna met een PCR-test wordt gekeken met welk virus we te maken hebben. Dankzij samenwerking met Erasmus Universiteit konden we vanuit

de wereld van de klinische virologie de benodigde protocollen in huis halen voor de virussen waar we naar op zoek waren in het rioolwater. We hebben gemerkt dat het on-demand werk heel dynamisch is. Je moet kunnen anticiperen op iets nieuws, waarbij je tijdens het onderzoek een proof-of-concept moet inbakken. Worden we ergens op afgestuurd waar een hoge virusuitscheiding wordt verwacht, en onze passieve sampler pikt dit op, dan weten we dat het werkt. Na de eerdere primeur van Omikron-variant van het SARS-CoV-2 virus hebben we in dit project ook Monkeypoxvirus en het bofvirus kunnen aantonen.”

*“Toen besloten we de passieve sampler in het rioolputje van de school en omliggende wijk te hangen. We konden het verloop daarna heel mooi volgen. Dat gaf de GGD bevestiging dat de uitbraak over was.”*

#### *Alert blijven*

Behalve de successen die Medema noemt, ontsnapt ook hepatitis A niet aan de passieve sampler. Dit bleek bij een uitbraak hiervan op een school in Amsterdam, vertelt Fanoy. “We hadden daar een melding van hepatitis A gehad, maar in welke mate het virus was verspreid, wisten we niet. Bij kinderen kan het hepatitis A-virus rondsluimeren zonder dat je het merkt. Maar vooral de ouders kunnen er flink ziek van worden. Toen besloten we de passieve sampler in het rioolputje van de school en omliggende wijk te hangen. We konden het verloop daarna heel mooi volgen. Nadat bovengronds geen meldingen meer kwamen, bleven we toch ondergronds meten. We zagen eerst nog een lichte uitscheiding die daarna uitdoofde. Dat gaf de GGD bevestiging dat de uitbraak over was.”

#### *Wasmachine*

Voor Fanoy was een belangrijke reden om bij het project aan te haken dat het laat zien hoe GGD's hun surveillancemethodieken kunnen moderniseren. “Sinds corona is dit een enorm hot topic”, licht hij toe. “Natuurlijk is de nationale rioolwatersurveillance van het RIVM voor ons ook interessant. Maar je wilt ook zelf kunnen sturen. Zo hebben we geëxperimenteerd met schurft, dat niet via de ontlasting wordt uitgescheiden maar veroorzaakt wordt door een mijt die in de huid leeft. Bij een studentenhuus hebben we een passieve sampler in de wasmachine gedaan. En ja hoor, dat bleek te werken! Een interessant resultaat, dat bijvoorbeeld ook de deur opent naar het monitoren van een uitbraak in verpleeghuizen via wasmachines.”

#### *Ethisch debat*

Toch zijn er ook kritische kanttekeningen bij deze gerichte inzet van rioolwatersurveillance te plaatsen, haast Fanoy zich te zeggen. En dat is op ethisch gebied. “Als je bijvoorbeeld in een straat naar een SOA wilt gaan zoeken, hoe zit het dan met de privacy? Tijdens de coronapandemie was de urgentie voor iedereen duidelijk. Maar nu moeten we kijken naar de vraag: wat is nou echt nodig voor uitbraakbestrijding?” Bij het presenteren van de projectresultaten aan andere GGD's, merkt Fanoy dat sommigen vanwege deze kwestie afwachtend zijn. Dat is heel logisch vindt hij. “Daarom willen we een ethisch debat voeren, samen met het RIVM, ethici, juristen en andere stakeholders. Het is belangrijk om niet over grenzen heen te gaan en hier dus het gesprek goed over te voeren. Persoonlijk denk ik dat het een middel is dat ons bij uitbraken van infectieziekten heel effectief kan helpen. Als je ziet dat het verdwijnt uit het riool, geeft dat rust omdat je zekerder weet dat het ook echt weg is.”

*“We zijn nu bezig om ervoor te zorgen dat zij het als een echt instrument kunnen gebruiken. Ik verwacht zeker een spin-off, waarbij Partners4UrbanWater een aanbieder kan zijn”*

#### *Spin-off*

Voor praktijkman Langeveld heeft het project aangetoond dat on-demand rioolwatersurveillance werkt. Hij beschouwt het als een extra tool voor de GGD's. “We zijn nu bezig om ervoor te zorgen dat zij het zien als een

echt instrument om te kunnen gebruiken. Ik verwacht zeker een spin-off, waarbij Partners4UrbanWater een aanbieder kan zijn.” Als uitvoerende partij voor analyses in het lab, ziet Medema niet direct een rol weggelegd voor KWR. “Uiteraard willen we helpen als een GGD met een specifieke vraag voor een nieuw virus naar ons toekomt. Maar we zijn geen surveillance instituut, andere laboratoria kunnen deze service prima verlenen. Het is goed als de resultaten vanuit het TKI-project nu naar de praktijk toegaan.” Eindgebruiker Fanoy ziet dit wel gebeuren, nadat het ethische debat is gevoerd. Wel geeft hij aan behoefte te hebben aan een vertaling van de projectresultaten in een soort handboek voor de GGD’s. “Het is geen complexe techniek, maar wel nieuw voor ons. Naast de gebruikelijke menselijke diagnostiek, vraagt het om ook naar het rioolwater te kijken. Dat maakt het enorm interessant.”

#### *Samenwerkingspartners*

Het project ‘On-demand rioolsurveillance van SARS-CoV-2’ kwam tot stand met de volgende samenwerkingspartners: KWR, STOWA, Partners4UrbanWater, IMD, Erasmus Medisch Centrum, GGD Rotterdam en Rijnmond, GGD Amsterdam.

#### *Contact:*

Inhoudelijk expert: [Gertjan Medema](#) (KWR)

Technologieleverancier: [Jeroen van Langeveld](#) (Partners 4 Urban Water)

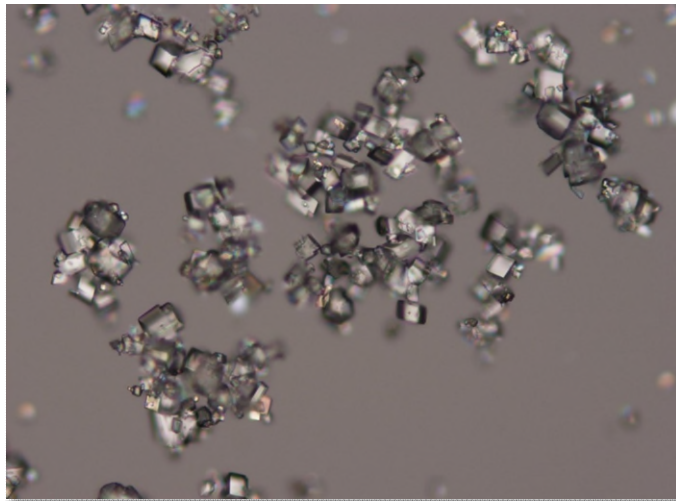
Eindgebruiker: [Ewout Fanoy](#) (GGD Amsterdam)

## **2.6 Onmogelijke nanobubbels van CO<sub>2</sub> voorkomen kalkaanslag**

Kalkaanslag voorkomen door de kristallisatie van CaCO<sub>3</sub> tot op de nanoschaal in kaart te brengen – dat is de uitdaging die promovenda Talie Zarei op haar bordje kreeg. Maar in het bewegelijke water iets bekijken op moleculaire schaal leek onmogelijk. Haar eerste resultaten waren dan ook zeer teleurstellend, totdat ze een onnatuurlijk fenomeen, tot ieders verbazing, in het wild spotte – nanobubbels. En als klap op de vuurpijl, bleken de nanobubbels een chemicaliën vrij alternatief om kalkaanslag te voorkomen.

#### *Magnetische waterbehandeling*

Ons drinkwater bevat, niet zonder reden, een dosis aan opgelost calcium. Dit calcium kan vervelende bijeffecten hebben en leiden tot verkalking van apparatuur zoals wasmachines en waterkokers. Tegen deze kalkneerslagen worden o.a. magneten gebruikt. Maar werken ze ook? Een magnetische waterbehandeling klinkt te mooi om waar te zijn, stelt menig onderzoeker. En omdat het moeilijk wetenschappelijk te onderbouwen was, is het vaak afgeschilderd als klinkklare onzin. Toch leek er een kern van waarheid verstopt in deze chemicaliënvrije zuiveringstechniek. Voordat kalk kristalliseert en neerslaat vormt het kleine polymeren genaamd DOLLOPs – Dynamisch Geordend Vloeistof-Achtige Oxyanion Polymeren. Deze calciumcarbonaatketens zijn het chaotische voorstadium van geordende kalkkristallen. En de DOLLOPs lijken langer verstoord in een magnetisch veld. Aan Wetsus-onderzoeker Talie Zarei was de schone taak om met een scherp oog te kijken naar deze veronderstelling, maar in plaats daarvan deed ze een fascinerende ontdekking.



Figuur 8: Calciumcarbonaat kristallen.

#### *Onmogelijke ontdekking*

Het bestuderen van deze ongrijpbare structuren brengt unieke uitdagingen met zich mee. “Het karakteriseren van DOLLOPs moet in situ gebeuren, in hun oorspronkelijke vloeibare omgeving bij minuscule concentraties,” zegt Zarei. Om deze hindernis te overwinnen, gebruikte ze een innovatieve benadering waarbij gebruik wordt gemaakt van *flow field fractionation multi-angle light scattering*. Een behoorlijke klus om voor elkaar te krijgen. Zarei's ontdekkingsreis nam een onverwachte wending toen haar eerste experimenten raadselachtige resultaten opleverden. “In het begin was ik erg enthousiast gezien we al snel resultaten zagen,” herinnert ze zich. “Maar toen zag ik soortgelijke patronen in de controle-proeven zonder calcium, en de structuren waren ook nog een groter dan je zou verwachten van DOLLOPs. Ik was er kapot van, omdat ik dacht dat ik zoveel tijd voor niets had besteed om zover te komen.”

De ogenschijnlijke tegenslag leidde echter tot een fascinerende ontdekking. “We realiseerden ons dat ik nanobubbels aan het meten was - piepkleine CO<sub>2</sub>-belletjes in oplossing die onmogelijk klein zijn en van nature niet zouden moeten bestaan in vloeistof, maar dat op de een of andere manier wel doen!” Deze nanobellen openden een nieuwe weg voor onderzoek. De belletjes zijn bijzonder interessant omdat ze geladen zijn en een wisselwerking aangaan met pre-nucleatieclusters van kalk, waardoor ze het stollen van calciumcarbonaat vertragen. “Nog intrigerender is dat we ontdekten dat ze stuurbaar zijn met magnetische velden - we kunnen hun lading, grootte en andere eigenschappen manipuleren.”

*“We zitten nog maar aan het begin, het begrijpen van een nieuw fenomeen, maar als je ziet wat je er mee kan... zie je de brede toepassingen al aan de horizon opkomen.”*

#### *Toepassingen aan de horizon*

“We zitten nog maar aan het begin, het begrijpen van een nieuw fenomeen, maar als je ziet wat je er mee kan – verbreed je wel echt de horizon van watertechnologie,” zegt Ruud van Nieuwenhuijze, oud innovator bij Brabant Water. Traditionele technieken verbeteren enkel het proces op basis van het bestaande, dit onderzoek opent nieuwe mogelijkheden. En dat maakt het toekomstbestendig. “Ook de waterwinning moet gewoon duurzamer in de toekomst. Als je bijvoorbeeld chemicaliën moet toevoegen om ijzer of mangaan neer te laten slaan in de drinkwaterwinning, voeg je altijd ballast aan het systeem toe.” Dat heeft invloed op je omgeving. Magnetische waterbehandeling, stelt Van Nieuwenhuijze, kan dit soort praktijken in de toekomst wellicht vervangen. En überhaupt is dit soort onderzoek hard nodig. “Wat je nu hier echt hebt, is serendipiteit. Per toeval stuit je op

geweldige vondsten. Als we in de eerste plaats niet naar magnetische waterbehandeling hadden gekeken, dan hadden we nooit DOLLOPs gevonden. En als we niet verder dan DOLLOPs keken, vonden we nooit de nanobubbels. Van Nieuwenhuijze is overtuigd van de kansrijkheid van het onderzoek. Als je dergelijke meer fundamentele onderzoeken niet doet, mis je simpelweg kansen. “En hoewel het nog in een vroeg stadium staat, zie je de brede toepassingen al aan de horizon opkomen.”

#### *Samenwerkingspartners*

Het project “Characterisation and tuning of DOLLOPs in potable waters” was een samenwerking tussen Wetsus, Brabant Water, WLN, IPF/Grander, Schauburger Nature Technologies, Integro, H2MOTION en Coherent Water Systems.

#### *Contact:*

Inhoudelijk expert: [Elmar C. Fuchs](#) (Wetsus)

Eindgebruiker: Ruud van Nieuwenhuijze (thema manager Applied Water Physics, Wetsus)

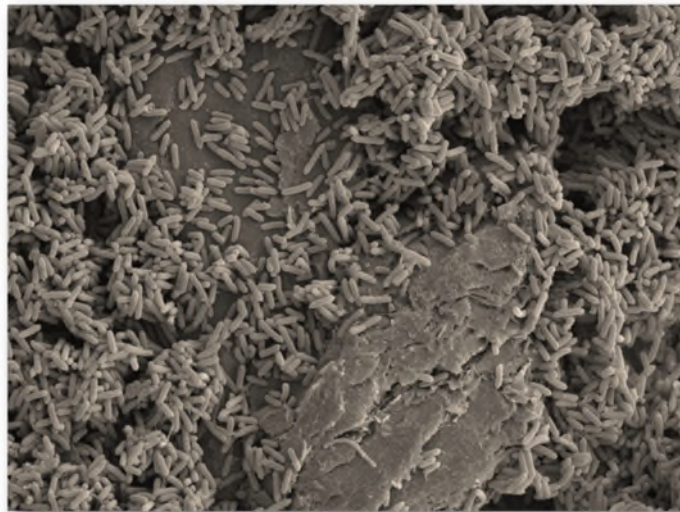
## **2.7 Stikstofverwijdering zonder lachgasemissies**

In het TKI-project ‘Omzetting van ammonium naar elektriciteit’ werd gestreefd naar de afbraak van ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) in afvalwater tot stikstofgas, en hiermee ammonium tot zeer lage concentraties te kunnen verwijderen. Tegelijkertijd zouden lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) emissies worden geminimaliseerd. De technologie om hieraan te werken maakt gebruik van een combinatie van micro-organismen en elektroden. Door de elektrodepotentiaal precies in te stellen, en de juiste hoeveelheid zuurstof toe te voegen, kan dit proces goed worden gestuurd naar de gewenste snelheid en selectiviteit. Dankzij het instellen van elektrodepotentialen en het precies doseren van zuurstof kan stikstof efficiënt worden afgebroken, met minimale milieubelasting. Zo levert dit project een belangrijke bijdrage aan zowel het oplossen van het stikstofprobleem als aan de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water en het verminderen van broeikasgassen, specifiek  $\text{N}_2\text{O}$ .

Er bestaan verschillende technologieën om stikstof (total ammonia nitrogen, TAN) te verwijderen uit afvalwater. De huidige nitrificatie/denitrificatieprocessen hebben twee grote nadelen. Ten eerste is er energie nodig voor beluchting voor zuurstofoverdracht aan de nitrificerende bacteriën. Ten tweede is de vorming van het broeikasgas  $\text{N}_2\text{O}$  (lachgas) onvermijdelijk. Het doel is dus om stikstofhoudende waterstromen (bijv. uit de industrie of in de waterzuivering) op een duurzame manier te zuiveren.

#### *Aanpak*

Tijdens het project hebben we gewerkt aan een nieuwe technologie die zowel de uitstoot van lachgas als het elektriciteitsverbruik voor beluchting vermindert. Deze technologie is gebaseerd op een principe dat we recent ontdekt hebben: bepaalde micro-organismen kunnen elektronen opslaan. Met dit principe kunnen afzonderlijke reductie- of oxidatiereacties worden uitgevoerd aangezien de bacterie dan als elektronendonor of elektronenacceptor optreedt. Hiermee kunnen we de omzetting van TAN sturen.



Figuur 8: Foto gemaakt met een elektronenmicroscop van bacteriën op een elektrode die stroom maken uit afvalwater.

#### *Resultaten*

Aan het eind van dit project konden we aantonen dat de combinatie van micro-organismen en elektroden gebruikt kan worden om TAN tot lage concentraties te verwijderen. Door het toevoegen van een klein beetje zuurstof neemt de afbraaksnelheid aanzienlijk toe. Ook kan de uitstoot van  $N_2O$  volledig worden voorkomen.

Dit principe is nu op labschaal onderzocht en aangetoond. Er liggen nog wel vragen over hoe de reactor verder kan worden ontworpen en opgeschaald, en of de snelheid van het proces nog verder kan worden verhoogd. Ook de geschiktheid van waterstromen die in de praktijk stikstof bevatten moet verder worden getest. Als hier meer inzichten in zijn verkregen, kan de technologie verder worden ontwikkeld naar pilotschaal.

#### *Samenwerkingspartners*

Het onderzoek is gecoördineerd door Wageningen University & Research, afdeling Milieutechnologie, en uitgevoerd in samenwerking met Paqell.

#### *Contactpersonen*

Inhoudelijk expert: [Annemiek ter Heijne](#) (WUR)

Eindgebruiker: [Rieks de Rink](#) (Paqell B.V.)

## **2.8 Modellen geven inzicht in effecten drijvende zonne-eilanden op spaarbekkens**

Onderweg naar energieneutrale bedrijfsprocessen, doen enkele waterbedrijven die spaarbekkens hebben praktijktesten met drijvende zonne-eilanden. In een afgerond TKI-project is met modellering onderzocht wat de effecten hiervan zijn op het water in de spaarbekkens, dat bedoeld is voor de drinkwaterproductie. “We werken nu nog met toepassingen op relatief kleine schaal”, zegt Giovanni Sandrini van Evides Waterbedrijf. “Onze belangrijkste vraag binnen dit project was: stel dat we die zonne-eilanden willen uitbreiden. Wat gebeurt er dan met de menging van de waterkolom?”

Menging is een belangrijk proces in de spaarbekkens, legt Sandrini uit. “We slaan hier ruw rivierwater op om er drinkwater van te maken. In onze diepe spaarbekkens passen we kunstmatige beluchting toe vanaf de bodem, onder andere om te voorkomen dat gelaagdheid van temperatuur en zuurstofloosheid nabij de bodem optreedt. Onvoldoende menging van de waterkolom is slecht voor de waterkwaliteit; het bevordert bijvoorbeeld de groei

van blauwalgen. Wind, in combinatie met de kunstmatige beluchting, zorgen voor een goede menging van het water. Maar als je veel drijvende zonnepanelen op het spaarbekken plaatst, blokkeer je die wind. Met het TKI-project 'Zonnepanelen op spaarbekkens' wilden we vooral meer inzicht krijgen in de effecten van drijvende zonnepanelen op de menging."

#### *Grote klappers*

In 2019 werd bij Kralingen het eerste drijvende zonnepark van Evides Waterbedrijf geopend met een omvang van 1 hectare. "We zijn al zoveel mogelijk bezig om zonnepanelen op daken te plaatsen", vertelt Sandrini. "Maar daarmee alleen red je het niet om energieneutraal te worden. Grote klappers kun je maken met grote oppervlakten. En dat zijn onze spaarbekkens. Die liggen er gewoon, de ruimte is in principe beschikbaar. Bij het bekken in Kralingen hebben we al ruimschoots onderzoek gedaan naar de effecten van drijvende zonne-eilanden op de waterkwaliteit en ecologie, inclusief nulmetingen, om de uitgangssituatie in kaart te brengen. De resultaten vallen gunstig uit." Zo ontstond na deze primeur de behoefte bij Evides Waterbedrijf om – voordat dit in praktijk wordt gebracht – ook de effecten bij opschaling in de vingers te krijgen. Daarom werd besloten tot de inzet van modellering: een manier om achter de pc aan de hand van beschikbare data en het draaien aan de juiste 'knoppen', inschattingen te kunnen maken van de effecten van drijvende zonne-eilanden. Besloten werd tot modellering van spaarbekken Petrusplaat in de Biesbosch: vele malen groter dan het spaarbekken bij Kralingen en ruim vier keer zo diep. Daarnaast is met het project ook een spaarbekken van PWN bij Andijk en De Lange Vlieter van WML gemodelleerd.

*"We plaatsen al zoveel mogelijk zonnepanelen op daken, maar daarmee red je het niet om energieneutraal te worden. Grote klappers kun je maken met grote oppervlakten en dat zijn onze spaarbekkens."*

#### *Veel rekenkracht en tijd*

Voor het ontrafelen van de effecten van drijvende zonne-eilanden op de menging in het spaarbekken, is gebruik gemaakt van een bestaand stromingsmodel van Deltares. Dit vertelt Bas Wols, werkzaam bij KWR en verantwoordelijk voor de modellering. "Dit model volstaat prima", legt de onderzoeker uit. "En het bespaart tijd omdat we er meteen mee aan de slag konden. Het model werkt aan de hand van de temperatuurverdeling van het water in het spaarbekken: een goede indicator voor de menging ervan. Aan de hand van processen zoals wind, zonnestraling, buitentemperatuur, water dat het bekken in- en uitstroomt en beluchting, bepalen we het temperatuurprofiel. Vervolgens leggen we de resultaten naast actuele metingen, beschikbaar gesteld door het drinkwaterbedrijf. Daarmee stellen we het model zo goed mogelijk in, zodat het aansluit bij de werkelijkheid. Dan plaatsen we in het model voor dezelfde situaties zonnepanelen op een specifiek spaarbekken om te kijken wat er gebeurt. De belangrijkste uitdaging was het gelijktijdig modelleren van een groot gebied én de mate van detaillering. Je wilt immers dat het model het hele bekken tot 30 meter diepte kan doorrekenen. Dat vraagt veel rekenkracht en tijd."

#### *Goed gemengd*

Belangrijkste resultaat is dat ook met de gemodelleerde situaties met zonnepanelen op de spaarbekkens, het water goed gemengd blijft. Wols: "De stromingspatronen worden wel anders, maar de stratificatie neemt niet toe. En we hebben gemerkt dat het model bruikbaar is om verschillende configuraties van de zonne-eilanden door te rekenen, dus verschillende manieren om de zonnepanelen te plaatsen en de bedekkingsgraad waarmee dit gebeurt." Een mooie eerste stap, vindt Sandrini. "Wat wel blijkt, is dat waterbekkens onderling te veel verschillen om te volstaan met één model. We zullen dus voor elke situatie steeds opnieuw moeten doorrekenen."



Figuur 9: Drijvend zonnepark op spaarbekken Evides bij Kratingen, Rotterdam.

#### *Teruglevering als grootste barrière*

Liggen er na deze positieve uitkomst dan nu ook drijvende zonne-eilanden op spaarbekken Petrusplaat in de Biesbosch? Dit blijkt niet het geval, vertelt Sandrini. “Bij aanvang van het TKI-project was dit wel de voorkeursoptie. Maar wat bleek, is dat het net op die locatie momenteel niet toereikend is voor grootschalige teruglevering van de opgewekte energie. De zonnepanelen brengen zoveel op, dat we na aftrek van lokaal eigen gebruik ruimschoots energie overhouden. Daar komt bij, dat voor teruglevering tegenwoordig mogelijk kosten in rekening worden gebracht. Heel jammer dat dit een barrière vormt voor deze duurzame innovatie. Toch zien we nog diverse kansen voor de drijvende zonneparken. Denk aan energieopslag met batterijen, het produceren van groene waterstof of de synergie met andere industrie in de omgeving. Inmiddels zijn we uitgeweken naar spaarbekken Berenplaat bij Spijkenisse, omdat hier nog wel mogelijkheden waren voor grootschalige teruglevering. We hebben daar sinds kort 3 hectare aan drijvende zonne-eilanden liggen, dat is ongeveer 3 procent bedekking van de beschikbare ruimte op het spaarbekken. We doen hier verder onderzoek naar effecten op de waterkwaliteit en ecologie.”

*“Pas wanneer je elkaar face-to-face tegenkomt, leer je de vragen van de drinkwaterbedrijven goed kennen.”*

#### *Optimistisch gestemd*

Voor leveranciers van zonnepanelen betekenen de projectresultaten dat zij hiermee goede aanknopingspunten hebben gekregen om naar de drinkwaterbedrijven te stappen en het gesprek aan te gaan. Henko Engberts van projectpartner Floating Solar is optimistisch gestemd. “Drijvende zonneparken worden bijvoorbeeld ook gelegd op grindmijnen”, vertelt hij. “Bij spaarbekkens gelden heel andere regels: de primaire functie van drinkwaterproductie mag niet in gevaar komen. Deze studie heeft laten zien dat de stroming niet negatief wordt beïnvloed en waar we op moeten letten. Omdat we bij Floating Solar onze eigen systemen maken, voortkomend vanuit de eisen van de drinkwatersector, weten we heel goed wat de wensen zijn. We willen bij het opschalen van drijvende zonneparken aan de voorkant betrokken zijn. Daarom hebben we voor deze studie onze kennis en ervaring over onze business ingebracht. Dit was het eerste TKI-samenwerkingsverband waaraan we hebben meegewerkt. En het is prima bevallen. Ik vind het heel mooi om op deze manier met zo’n diversiteit aan mensen in contact te komen. Pas wanneer je elkaar face-to-face tegenkomt, leer je de vragen van de drinkwaterbedrijven goed kennen. Waar de uitdagingen ook liggen, wij zijn er klaar voor!”

#### *Samenwerkingspartners*

Het project 'Zonnepanelen op spaarbekkens' kwam tot stand met de volgende samenwerkingspartners: AqWa Ecologisch Advies, De Watergroep, Evides Waterbedrijf, Floating Solar, KWR, PWN en WML.

#### Contact

Inhoudelijk expert: [Bas Wols](#) (KWR)

Technologieleverancier: [Henko Engberts](#) (Floating Solar)

Eindgebruiker: [Giovanni Sandrini](#) (Evides)

## 2.9 Overige highlights

### 2.9.1 Royal HaskoningDHV wint met innovatieve 'Aurea' De Vernufteling 2024

Op 6 juni 2024 is tijdens een feestelijke ceremonie de uitslag van de Vernufteling 2024 bekendgemaakt; een jaarlijkse competitie georganiseerd door Koninklijke NLI ingenieurs en het tijdschrift De Ingenieur. Deze prijs erkent het meest innovatieve ingenieursproject van 2023. De inzending Aurea van Royal HaskoningDHV werd door de vakjury verkozen tot [meest vernuftige ingenieursproject met maatschappelijke meerwaarde](#).

De Aurea-technologie, die essentieel is voor het veiligstellen van schoon oppervlaktewater en drinkwater, begon als een lab-schaal onderzoek bij de WUR. Het project werd medegefinancierd door TKI en is in 2023 afgerond. Destijds was het onderzoek bekend onder de naam BO3 of BO3b; later Aurea-technologie genoemd. Informatie over het TKI project is te vinden op [www.tkiwatertechnologie.nl/projecten/opschaling-biologisch-ozon-biologisch-bo3b-proces](http://www.tkiwatertechnologie.nl/projecten/opschaling-biologisch-ozon-biologisch-bo3b-proces).

#### Innovatieve oplossing voor waterzuivering

Jaarlijks belanden minstens 190 ton medicijnresten via het riool in het milieu, wat aquatisch leven schaadt en drinkwaterbronnen bedreigt. De huidige rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) kunnen deze niet goed verwijderen. Onderzoekers van Wageningen Universiteit en Royal HaskoningDHV ontwikkelden daarom de Aurea-technologie. Deze kan naast medicijnresten ook andere microverontreinigingen aan, zoals hormonen en gewasbeschermingsmiddelen.

[Aurea](#) combineert twee bestaande, effectieve technologieën: een biologische adsorptiefiltratie met een chemische oxidatieve behandelingsfase. Hierdoor kan het een breed scala aan organische microverontreinigingen verwijderen. In rwzi's breken micro-organismen de biologisch afbreekbare stoffen af. Bij de Aurea-technologie ondergaat het water daarna een biologische actiefkoolfiltratie gevolgd door een milde ozonisatie – een oxidatie met ozon. Aurea verbruikt weinig energie en grondstoffen vergeleken met referentietechnologieën, wat resulteert in een lage CO2-voetafdruk en lage operationele kosten.

#### Reacties en jurybeoordeling

De vakjury waardeert de winnende inzending Aurea het hoogst vanwege het vernuftige karakter en het maatschappelijk belang. Aurea zorgt voor een geavanceerde oplossing voor microverontreiniging in het afvalwater. Dit vormt door onder meer medicijnresten een toenemend probleem voor de maatschappij.



Figuur 10: Prijswinnaars bij de uitreiking van De Vernufteling 2024.

Watertechnoloog Arnoud de Wilt (Royal HaskoningDHV): *“De Vernufteling juryprijs is de kroon op ons gezamenlijke werk van de afgelopen 10 jaren waarin we samen een slimme, effectieve en bovenal duurzame oplossing ontwikkelden. Een fantastische reis waarin we vanuit academische basis, via lab- en pilottesten tot een volwassen praktijktoepassing zijn gekomen. Onze Aurea-technologie verwijdert een breder pallet aan stoffen tegen een lagere CO2-footprint dan overige technologieën. Daarmee leveren we een concrete bijdrage aan de verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater en daarmee indirect ook aan onze volksgezondheid. Een win-win voor mens en natuur.”*

### 2.9.2 Singapore eert Gertjan Medema met Lee Kuan Yew Water Prize 2024 voor Sars-CoV-2 rioolwateronderzoek

Gertjan Medema (principal scientist, KWR) heeft de Lee Kuan Yew Water Prize 2024 toegekend gekregen voor zijn baanbrekende onderzoek en zijn significante bijdragen op het gebied van de rioolwaterepidemiologie voor virusdetectie in afvalwater tijdens de COVID-19-pandemie. Op de eerste avond van de Singapore International Water Week reikte president Tharman Shanmugaratnam van de Republiek Singapore de Lee Kuan Yew Water Prize medaille uit aan Gertjan Medema.

#### *Baanbrekend onderzoek*

Met de opkomst van COVID-19 in het begin van 2020 erkenden Gertjan Medema en zijn collega's de noodzaak voor vroege detectie en monitoring, en begonnen zij met het verzamelen van rioolwatermonsters op negen locaties in Nederland om deze te testen op het SARS-CoV-2 virus. De resultaten bleken veelbelovend toen sporen van het virus werden gedetecteerd in het rioolwater van verschillende steden nog voordat ze officieel in deze steden werden gemeld.

Vanuit het TKI Watertechnologie is deze ontwikkeling vanaf een vroeg stadium ondersteund via twee TKI-projecten. In mei 2020, direct na de COVID-19 uitbraak in Nederland, startte het project “SARS-CoV-2 (RNA) in communaal afvalwater: risico's en kansen” waarin gewerkt werd aan validatie van de rioolwatersurveillance aanpak (**Error! Reference source not found.**). In 2022 startte het TKI-project “Rioolwatermetingen op aanvraag voor trendmetingen bij lokale uitbraken van infectieziektes” waarbij handelingsperspectief voor GGD's door inzet van de methoden op lokale schaal en 'on-demand' bij hot-spots of kwetsbare locaties is onderzocht.

Medema's werk is baanbrekend geweest bij het vestigen van rioolwaterepidemiologie als instrument voor volksgezondheids surveillance tijdens de pandemie. De impact van zijn werk was duidelijk vanaf zijn eerste wetenschappelijke publicatie (meer dan 1.400 citaties en 34.000 downloads tussen 2020 en 2023). Rioolwatersurveillance is sindsdien wereldwijd erkend als krachtig hulpmiddel voor de vroege detectie van ziekten zoals SARS-CoV-2, zelfs voordat gevallen via klinische tests worden gemeld. Dit biedt op zijn beurt waardevolle inzichten in de prevalentie van het virus in een gemeenschap, en een bewezen kosteneffectieve en niet-invasieve methode voor het monitoren van de verspreiding van de ziekte.



Figuur 1: V.l.n.r Senior Minister Teo Chee Hean (Prize Council Chairman), Gertjan Medema (Lee Kuan Yew Water Prize 2024 laureaat), Mr. Tharman Shanmugaratnam (President van de Republiek Singapore), Prof. Leo Tan (lid raad van bestuur Temasek Foundation). Foto: SIWW 2024.

Tijdens de officiële prijsuitreiking op de iconische erfgoedlocatie Clifford Pier dankte laureaat Gertjan Medema president Tharman in het bijzijn van meer dan 270 wereldwijde waterprofessionals. “Het is een grote eer en voorrecht om de prestigieuze Lee Kuan Yew Water Prize te ontvangen. Deze prijs betekent erkenning voor het innovatieve gebruik van afvalwater als een bron van gegevens voor trends in de COVID-19-circulatie in onze steden en kleine gemeenten. Ik zie het ook als erkenning voor het harde werk van vele mensen in de watersector wereldwijd, die COVID-19-gegevens uit afvalwater verzamelen om onze samenleving te helpen reageren op de pandemie. Het versterkt de relaties tussen de water- en gezondheidssectoren. In de huidige post-pandemische wereld is rioolwatermonitoring nu stevig gevestigd als instrument voor volksgezondheidssurveillance voor een toenemend aantal ziekten.”

## 3 De spin in het web van watertechnologie en innovatie

### 3.1 Economische betekenis watertechnologiesector

Bedrijven in de watertechnologiesector hebben hoge verwachtingen van de groei in de toekomst. Ondanks de uitdagingen van de COVID-19-crisis, is de watertechnologiesector veerkrachtig gebleken en sterk blijven groeien, met innovatie als drijvende kracht. Dat blijkt uit het rapport 'Innovaties voor waterkwaliteit en duurzame transitie zorgen voor groei watersector', een vijfjaarlijkse economische analyse in opdracht van het bestuur van TKI Watertechnologie, uitgevoerd door BBO en SWECO.

Op 18 april overhandigde Anne Hummelen, programmadirecteur van TKI Watertechnologie, het rapport aan Tjerk Opmeer, waarnemend DG Bedrijfsleven en Innovatie van het ministerie van Economische Zaken (EZ). De aanbidding van het rapport werd gecombineerd met een door het ministerie van EZ georganiseerde rondetafelgesprek over hoe het nationale industriebeleid watertechnologiebedrijfsleven en -gebruikers kan helpen om marktkansen te benutten. "Watertechnologie speelt een essentiële rol in onze productiesystemen. De sector heeft veel groeikansen en is onmisbaar voor de weerbaarheid van onze economie. Vaak merken we pas hoe waardevol water is, als het er niet meer is" aldus Serpil Tascioglu, directeur Topsectoren en Industriebeleid bij EZ.



Figuur 12: Anne Hummelen (rechts), programmadirecteur van TKI Watertechnologie, overhandigt het rapport aan Tjerk Opmeer, waarnemend DG Bedrijfsleven en Innovatie van het ministerie van Economische Zaken (EZ).

#### *Voorwaarden voor omzetgroei*

De groeiverwachtingen voor de watertechnologiesector zijn opvallend hoog, aangedreven door toenemende wereldwijde uitdagingen met betrekking tot water, klimaatverandering, en beleidsinvloeden zoals de Europese Kaderrichtlijn Water. Sinds 2012 laat de sector een constante groei zien, met een omzetgroei van 3 tot 7 procent in de periode 2017-2022. De omzet van de private bedrijven in de sector bedraagt nu naar schatting 6,5 tot 7,0

miljard euro. Daarbovenop komt nog een omzet van 2,7 miljard euro van de publieke sector: drinkwaterbedrijven en waterschappen. Bijna alle bedrijven verwachten groei in de komende vijf jaar. 80 procent van de bedrijven voorspelt zelfs een groei van meer dan 20 procent.

Sinds de eerste economische analyse in 2012 is het duidelijk dat investeringen in Research & Development (R&D) de drijvende kracht zijn achter de groei van de watertechnologiesector. Ongeveer 45 procent van de bedrijven in de sector investeert in R&D. Deze bedrijven worden steeds beter in het benutten van kennis van andere bedrijven, gespecialiseerde adviesbureaus, universiteiten en onderzoeksinstituten. Opvallend is dat alle bedrijven het tekort aan technisch opgeleid personeel benoemen als het grootste knelpunt in de marktontwikkeling. Dit was in voorgaande jaren niet het geval.

De aanbevelingen uit het onderzoek benadrukken het belang van blijvende nationale en internationale samenwerking, ruimte blijven bieden aan innovatie voor vernieuwende technologie, het stimuleren van financiële regelingen, en het intensiveren van een strategie voor human capital. De deelnemers aan de ronde tafel waren het er over eens dat de verschillende initiatieven en programma's in de sector nog meer effect zouden hebben als bedrijfsleven en overheid daar nauwer in samenwerken. Daarmee zetten we water beter op de kaart als essentieel onderdeel van maatschappelijke transitie, en verzilveren we tegelijkertijd economische kansen.

Zie voor meer informatie [Nederlandse watertechnologiesector: constante economische groei met innovatie als drijvende kracht](#).

### **3.2 Het missiegedreven industrie- en innovatiebeleid wordt vernieuwd**

Het nationale topsectorenbeleid waar de TKI's deel van uitmaken is in 2011 gestart als sectorbeleid, met topteams in de lead die publiek-private samenwerking binnen sectoren moesten stimuleren. In de loop der jaren is in de topsectoren veel aandacht geweest voor het stimuleren van R&D ten behoeve van innovatie. In 2019 is het missiegedreven topsectoren- en innovatiebeleid (MTIB) geïntroduceerd waarbij meer aandacht ging naar innovaties voor complexe maatschappelijke uitdagingen.

Eind 2023 is het ministerie van Economische Zaken (EZ) gestart met het ontwikkelen van scenario's voor de volgende generatie topsectorenbeleid. De belangrijkste aanleiding voor de herziening van het topsectorenbeleid is gelegen in de ambitie om het Nederlandse industrie- en innovatiebeleid offensiever en gericht te maken, ter versterking van verdienvermogen, weerbaarheid, economische veiligheid en maatschappelijke missies. EZ wil daarbij duidelijker onderscheid maken tussen industriebeleid (sectoren) en innovatiebeleid.

Vanuit de Topsector Water & Maritiem is proactief nagedacht over wat er nodig is voor de verdere ontwikkeling van de eigen topsector in de vernieuwing van het industrie- en innovatiebeleid. Vanuit TKI Watertechnologie zijn de TKI-directeur en de voorzitter van het bestuur direct betrokken.

Het vernieuwde industrie- en innovatiebeleid, en daarmee de inrichting van het thema Landbouw-Water-Voedsel (LWV) waar TKI Watertechnologie aan verbonden is, zal in het voorjaar van 2025 worden voorgesteld. Na afstemming met sectoren en departementen wordt een behandeling in de Tweede Kamer in de tweede helft van 2025 voorzien.

### **3.3 Samenwerking en cross-overs**

De watertechnologiesector heeft een sterk 'enabling' karakter voor andere sectoren. Met de invoering van het missiegedreven kennis- en innovatiebeleid zijn meer kansen ontstaan voor watertechnologie voor samenwerking met andere (top)sectoren, en andere financieringsbronnen voor kennisorganisaties op gebied van

watertechnologie. Via de TKI-directeur en het programmabureau van TKI Watertechnologie wordt de link gelegd met andere (top)sectoren, kennis- en innovatieagenda's en kennisorganisaties.

De belangrijkste kennis- en innovatieagenda voor TKI Watertechnologie is die van Landbouw Water Voedsel. TKI Watertechnologie is betrokken bij de coördinatie en uitvoering van de KIA Landbouw Water Voedsel. Voor de KIA Landbouw Water Voedsel vormt het kabinetsbeleid Water en Bodem Sturend (kamerbrief november 2022) een belangrijk uitgangspunt. Voor deze KIA denkt TKI Watertechnologie mee over prioriteiten voor onderzoekscalls (PPS en NWO-KIC), en draagt het TKI bij aan de financiering van PPS-projecten via de eigen programmering en via de gezamenlijke PPS-call. De coördinatie van de sub-missies van Landbouw Water Voedsel is verdeeld over de vijf coördinerende TKI's. TKI Watertechnologie coördineert submissie 3B en 3C over klimaatbestendig bebouwd gebied en zoetwaterbeschikbaarheid, in samenwerking met het ministerie van Infrastructuur & Waterstaat (IenW). TKI Watertechnologie is ook vertegenwoordigd in andere relevante kennis- en innovatieagenda's via programmateams en klankbordgroepen.

Sinds 2024 is er een zelfstandige topsector en TKI ICT (voorheen onderdeel van topsector HTSM) met een kennis- en innovatieagenda Digitalisering. Deze KIA biedt een kader en handvatten voor toekomstig ICT-onderzoek en -innovatie voor de periode 2024-2027, en daarmee uiteindelijk ook oplossingen voor economische en maatschappelijke vraagstukken. In de KIA Digitalisering wordt onderscheid gemaakt tussen drie luiken op het gebied van 'Digital and Information Technologies' (DIT's): innoveren met DIT's (ten behoeve van andere missies), reflectie op DIT's (zorgen voor verantwoorde ontwikkeling en toepassing van DIT's) en innoveren in DIT's (fundamentele kennisontwikkeling). De koppeling tussen ICT en de andere missies wordt bewaakt via het kernteam, waarin alle topsectoren zijn vertegenwoordigd. Anne Hummelen neemt deel namens topsector Water & Maritiem. Twee prioritaire technologieën uit de Nationale Technologie Strategie, te weten AI/Data en Cybersecurity, worden door TKI ICT gecoördineerd onder de vlag van de KIA Digitalisering. Hiervoor is een plan van aanpak opgesteld.

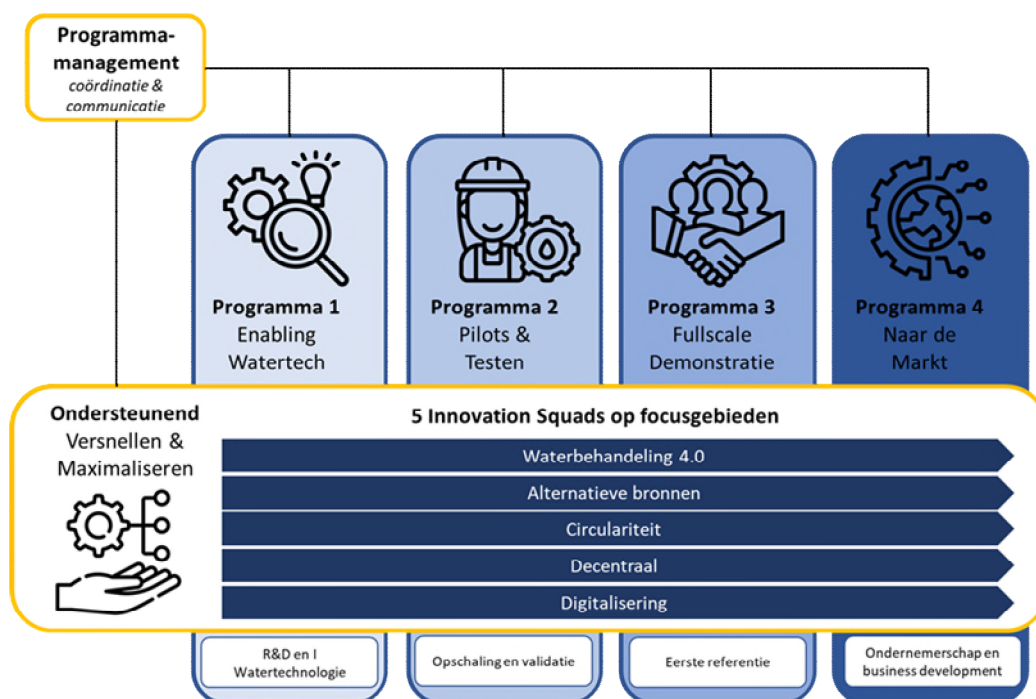
SensingNL /UnlockingNL was een voorstel dat in voorbereiding was voor de vierde ronde van het Nationaal Groeifonds en dat zich richt op sensingtechnologie als 'cruciale schakel' voor stikstofproblematiek en waterkwaliteit. De stikstofproblematiek is zowel maatschappelijk als economisch verlamdend. Een vergelijkbare situatie lijkt aanstaande met de effectuering van de KaderRichtlijn Water 2027. SensingNL/UnlockingNL wil voorzien in innovaties in sensoriek, dataverwerking en -presentatie en digital twinning om handelingsperspectief te verschaffen aan ondernemers en overheden die nu niet in staat zijn de juiste interventies te plegen. In 2024 is bekend gemaakt dat er geen nieuwe financieringsrondes van het Nationaal Groeifonds meer komen. Daarop volgend hebben de initiatiefnemers vanuit TI COAST/ChemistryNL contact gelegd met TKI Watertechnologie om de mogelijkheden te verkennen om (onderdelen van) dit voorstel verder te brengen. Het streven is om begin 2025 een gezamenlijke werksessie te organiseren om een roadmap sensingtechnologie voor waterkwaliteit op te stellen. De roadmap zou het uitgangspunt moeten vormen voor nieuwe (TKI-)projecten, zodat er alsnog kan worden ontwikkeld vanuit een overkoepelende strategie, geharmoniseerd en met zicht op toepassing in de praktijk (handelingsperspectieven).

### 3.4 UPPWATER van start

Op 24 februari 2023 heeft het kabinet groen licht gegeven voor het Groeiplan Watertechnologie (nu UPPWATER). De komende 10 jaar zal middels UPPWATER ruim € 300 miljoen worden geïnvesteerd in de ontwikkeling, groei en export van de watertechnologiesector en in samenhang daarmee een duurzame Nederlandse waterbeschikbaarheid. De financiering uit het Nationaal Groeifonds (NGF) voor deze activiteiten bedraagt € 135 miljoen en zullen via het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat worden verstrekt aan UPPWATER. De overige

middelen worden ingebracht door bedrijven, decentrale overheden en kennisorganisaties. Het TKI Watertechnologie was één van de initiatiefnemers voor de NGF-aanvraag.

Sinds maart 2023 werkt een kernteam van vertegenwoordigers van TKI Watertechnologie, Wetsus, KWR, Water Alliance en Waterschap Vechtstromen aan de uitwerking en inregeling van UPPWATER. Dit gebeurt onder regie van het Ministerie van IenW, dat als verantwoordelijk ministerie optreedt tijdens de uitvoeringsfase. In de uitvoering zal het TKI Watertechnologie namens het consortium van uitvoerende partijen optreden als penvoerder. Daarnaast is TKI Watertechnologie meer specifiek verantwoordelijk voor het werkpakket ‘Versnellen en maximaliseren’. Belangrijk onderdeel van dit werkpakket zijn de *innovation squads* rond vijf focusgebieden die de deelnemende partijen aan de verschillende programma’s en de deelprojecten adviseren. Dit werkpakket focust zich op drie domeinen: verandermanagement en transitieprocessen, bestuurlijk-juridische randvoorwaarden en leren en ontwikkelen (human capital). Een overzicht over de structuur en inrichting van het programma is weergegeven in figuur 13.



Figuur 2: Opzet ketenaanpak in het Groeiplan Watertechnologie

UPPWATER is op 1 januari 2024 formeel van start gegaan. Een belangrijk onderdeel van de werkzaamheden van het UPPWATER Kernteam in 2024 betrof het inregelen van het programma. Er is een programmabureau samengesteld bestaande uit een programmadirecteur, programmacoördinator, communicatiestrateg, managementassistent, controller en assistent-controller, en programmamanager van het werkpakket ‘Versnellen en maximaliseren’. In het voorjaar van 2024 heeft Jantienne van der Meij de functie van programmadirecteur overgedragen aan Heleen Sombekke.

#### Startevent

Op 17 oktober vond het formele startevent van UPPWATER plaats. Het event in Almelo bracht honderden deelnemers samen voor een dag vol informatie, inspiratie en verbinding binnen de Nederlandse watertechnologiesector. De naam UPPWATER werd feestelijk onthuld door Jaap Slootmaker, directeur-generaal Water & Bodem van IenW en Anne-Marie Spierings, voorzitter van de UPPWATER Supervisory Board.

Tijdens het startevent werd het programma toegelicht door programmadirecteur Heleen Sombekke. Na een officieel programma met sprekers van onder meer Koninklijke Grolsch (over het belang van schoon water voor grote watergebruikers) en Ampelmann (over het opschalen van innovatieve ideeën naar internationaal niveau), volgde een interactieve middag met deelsessies. Hierin werden lopende projecten, subsidieregelingen en kansen binnen UPPWATER besproken.



Figuur 14: Onthulling van de naam UPPWATER tijdens het startevenement op 17 oktober.

#### *Voortgang*

De werkzaamheden in programma 1 'Enabling watertech' en programma 3 'Fullscale demonstratie' zijn januari 2024 van start gegaan. Een jaar later telt programma 1 maar liefst 36 lopende projecten. Dit resultaat is mede te danken aan de start van 9 nieuwe projecten, waarin 9 nieuwe onderzoekers aan de slag zijn gegaan. Daarnaast zijn eerder gestarte projecten en private commitments binnen Wetsus succesvol geïntegreerd in programma 1. Dit zorgt voor een sterke samenhang en verdere groei van het onderzoeksprogramma. In programma 3 is met de oostelijke waterschappen de voorbereiding van de aanbesteding van fullscale demonstratieprojecten gestart. De eerste vier projecten starten met de aanbesteding in de eerste helft van 2025.

De activiteiten in programma 2 "Pilots en testen", programma 3 "Fullscale demonstratieprojecten" en programma 4 'Marktintroductie' worden uitgezet in de vorm van subsidieregelingen. De ontwikkeling van de regelingen valt onder de verantwoordelijkheid van IenW. In 2024 zijn deze subsidieregelingen door IenW in samenspraak met het UPPWATER kernteam voorbereid. De drie regelingen worden in 2025 opengesteld. Daarmee komt de programmering binnen UPPWATER in een stroomversnelling.

### **3.5 Ondersteunende activiteiten totstandkoming PPS-projecten rondom industriële waterbesparing**

Sinds 2020 participeert het Directoraat-generaal Water en Bodem van IenW (DGWB) samen met de Topsector Water & Maritiem in de gezamenlijke PPS-calls van Landbouw Water Voedsel. Hiervoor stelt IenW-DGWB jaarlijks financiering beschikbaar. IenW-DGWB wil met de gezamenlijke PPS-call focussen op een aantal urgente cross-sectorale maatschappelijke thema's die aansluiten bij de uitvoeringsprogramma's van IenW. IenW-DGWB heeft

besloten om bij de TKI's Deltatechnologie en Watertechnologie een aanjaagfunctie te beleggen op twee thema's (ieder TKI één thema). Voor Watertechnologie is dit het thema industriële waterbesparing, dat aansluit bij het Nationaal Plan van Aanpak Drinkwaterbesparing waarin met de verschillende stakeholders een eerste uitwerking gemaakt is van de stappen die verschillende partijen al zetten en nog kunnen en willen gaan zetten om drinkwater te besparen. De bedoeling is dat industriële watergebruikers op systematische wijze werken aan de vermindering van de onttrekking van zoetwater aan de omgeving, de verhoging van de waterefficiëntie van productieprocessen en de reductie van de emissies naar het watermilieu.

In 2024-2025 organiseert TKI Watertechnologie de volgende activiteiten in het kader van de aanjaagfunctie industriële waterbesparing:

- aanvullen van de Routekaart Industriële Watertransitie met kennisvragen/innovatieopgaven,
- maken van 4 tot 5 video's/podcasts/artikelen over best practices voor een grote (industriële) doelgroep
- organiseren van een (fysieke) matchmakingsbijeenkomst over innovaties voor industriële waterbesparing en kansen voor innovatieprojecten.

### **3.6 Nieuwe TKI-projecten en cross-sectorale samenwerkingen**

In 2024 hebben kennisorganisaties in samenwerking met bedrijfsleven 20 nieuwe TKI-projecten opgezet. Binnen de gezamenlijke oproep voor PPS-projecten als onderdeel van de KIA Landbouw Water Voedsel zijn een drietal projectvoorstellen gehonoreerd die aanspraak maakten op door TKI Watertechnologie beschikbaar gestelde middelen. Bij het opstellen van nieuwe TKI-projecten en de besluitvorming daarover is binnen TKI Watertechnologie extra aandacht voor wat het onderzoek oplevert aan nieuwe activiteiten, startups en verdienvermogen. Kennisorganisaties in TKI-projecten kunnen immers veel toegevoegde waarde leveren door innovaties klaar te maken voor de markt. Het overzicht van de toegekende projecten in 2024 is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Overzicht van toegekende projecten in 2024

| Project                                                                                                                           | Penvoerder | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|-----------|
| Meer en veiligere recirculatie van drainwater door snelle detectie van infectieus virus in de glastuinbouw                        | KWR        | 830              | 2024-2027 |
| Microbiologisch veilig zwemwater door verbeterde monitoring                                                                       | KWR        | 537              | 2024-2027 |
| Technologisch Robuuste en Ecologisch Vriendelijke Aquathermie Systemen (TREVAS)                                                   | KWR        | 1168             | 2024-2028 |
| Zuiver Zoetwater én Zout: terugwinnen van zout én water door innovatieve (voor)behandeling van zoetwater                          | KWR        | 990              | 2024-2026 |
| Real-time monitoring of surface and soil water quality for sustainable agricultural practices and regulatory compliance in the EU | Wetsus     | 568              | 2024-2029 |
| Engineered nature-based systems to protect drinking water aquifers against Organic Micropollutants (OMP)                          | Wetsus     | 568              | 2024-2029 |
| Engineering of biological activated carbon (BAC) filters for micropollutants removal in tertiary wastewater treatment             | Wetsus     | 568              | 2024-2029 |
| Fytoremediatie als basis voor zuiverend groen in de stad II (vervolg op 2020 DEL003)                                              | Deltares   | 820              | 2024-2028 |
| AdOx: optimalisatie zeoliet granules                                                                                              | TUD        | 233              | 2024-2025 |
| Towards a mechanistic, generally-applicable N2O emissions control for WWTP                                                        | TUD        | 800              | 2024-2028 |
| Efficiëntie en mechanisme van intermitterende reductieve/oxidatieve defluorering van PFAS door synergetische methoden             | WUR        | 133              | 2024-2026 |
| Piekgestuurde bronopsporing voor microbiologische en chemische verontreinigingen                                                  | KWR        | 600              | 2024-2027 |
| Procesbewaking drinkwaterzuiveringen met natuurlijke virussen                                                                     | KWR        | 568              | 2024-2027 |
| ENGINE-Elektra: Elektriciteit en drinkwater in balans                                                                             | KWR        | 340              | 2024-2026 |
| Development of a test protocol of technology for low-chemical treatment for cooling water                                         | KWR        | 744              | 2025-2027 |
| MTO voor de glastuinbouw                                                                                                          | KWR        | 570              | 2025-2027 |
| Brijnvalorisatie met bipolaire membranen voor de productie van zuur en base die ingezet kunnen worden voor scalingpreventie       | Wetsus     | 836              | 2024-2029 |
| Innovatieve adsorbent voor PFAS-Verwijdering                                                                                      | Wetsus     | 596              | 2024-2029 |
| Advanced, integrated greywater treatment for the production of reusable water.                                                    | Wetsus     | 596              | 2024-2029 |
| Geïntegreerde schuimfractionering: simpele PFAS verwijdering in bestaande waterzuiveringsinstallaties                             | TUD        | 580              | 2024-2028 |

| Cross-over projecten Landbouw Water Voedsel 2024                                                 | Penvoerder        | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----------|
| Diagnostiek ecologische oppervlaktewaterkwaliteit met behulp van (environmental) DNA-tools       | KWR               | 366              | 2025-2026 |
| Risico van blauwalgtoxines in drinkwaterproductie                                                | WFSR <sup>1</sup> | 744              | 2025-2027 |
| RECHARGE: Watersysteemherstel door datagedreven begrip van bosverdamping en grondwateraanvulling | KWR               | 1450             | 2025-2028 |

<sup>1</sup>: Wageningen Food Safety Research treedt op als penvoerder in dit project, KWR en NIOO zijn betrokken als TKI Watertechnologie kennisorganisaties.

### 3.7 Kansen op financiering van start-ups en scale-ups vergroot

Startups en MKB-bedrijven in de watertechnologiesector die hun bedrijf willen opbouwen of een innovatie lanceren en op zoek zijn naar financiering, kunnen de hulp inroepen van de Financieringstafel Watertechnologie. De financieringstafels worden in meerdere regio's georganiseerd en worden ondersteund door provincies en landelijke brancheorganisaties.

Op 25 maart 2024 vond een succesvolle financieringstafel Water Technology plaats, waarbij 7 ondernemers uit de watertechnologie sector hun businessplannen presenteerden aan een diverse groep financiers. Deze editie van de financieringstafel vond plaats bij KWR in Nieuwegein en werd mede georganiseerd door het NWP en de Watercampus Leeuwarden. Voorzitter Albert Bosma (Wetsus) kijkt terug op een succesvolle dag: "We hebben de afgelopen jaren voor meer dan 100 miljoen euro aan financieringsaanvragen behandeld bij de financieringstafel Water Technology Nederland. Deze keer behandelden we financieringsvragen met een variërende financieringsbehoefte, van enkele tonnen tot 3 miljoen per business case." De volgende ondernemers hebben gepitcht aan de financieringstafel: C.P. van Dijk Holding BV, Lobster Innovations BV, I-AM Innovation Center BV, Hypersonic BV, Reefy BV, RN Solutions BV en Solaq BV. Verschillende financiers, waaronder Invest NL en Rabobank, waren aanwezig om de pitches te beoordelen en eventuele financieringsmogelijkheden te bespreken. Een verslag is te vinden op [de website van TKI Watertechnologie](#).



Figuur 15: Deelnemers aan de financieringstafel Water Technology op 24 maart 2024.

Voorafgaand aan het evenement hadden de ondernemers twee intensieve masterclasses gevolgd en persoonlijke begeleiding gekregen van financiële experts. De eerste masterclass ging over het financiële landschap dat beschikbaar is voor Nederlandse startende en groeiende watertechnologiebedrijven, zoals overheidssubsidies en -subsidies, crowdfunding, investeringsfondsen en durfkapitaal. Daarnaast konden deelnemers profiteren van een coachingssessie met ervaren ondernemers en financiële coaches. Het programma voor de tweede masterclass, die op 8 februari 2024 werd gehouden, bestond uit een theoretisch gedeelte waarin onderwerpen als eigen vermogen en onderhandelingsvaardigheden aan bod kwamen, en een meer praktische sessie voor de startups om hun pitch te verbeteren door middel van pitch coaching en peer-to-peer feedback.

Daarnaast werd er op 24 september een financieringstafel georganiseerd tijdens de European Water Technology week. Daar presenteerden vijf innovatieve bedrijven hun watertechnologieprojecten aan 73 financiers en overheidsvertegenwoordigers. De sessie richtte zich op subsidiemogelijkheden en financiële steun om de

Nederlandse watertechnologiesector te versterken. De deelnemende bedrijven waren SeaO2, P-Agro Minerals, Luper, Solaq en CIWI.earth.

#### *Succesverhaal*

Eind 2024 meldde deelnemer Hypersonic dat het, mede door deelname aan de financieringstafel, met succes een [Seed-investeringsronde van €1.1 miljoen](#) heeft opgehaald om zijn elektrochemische waterkwaliteitssensoren verder te ontwikkelen en te commercialiseren. Hiermee wil het bedrijf de adresseerbare Europese markt van €1+ miljard veroveren, gericht op industriële bedrijven die worstelen met afvalwater- en proceswaterproblemen door gebrek aan real-time monitoring.

### **3.8 Netwerken en kennisdeling**

Ter ondersteuning van de doelstellingen van het TKI Watertechnologie worden vanuit het TKI activiteiten georganiseerd rondom kennisoverdracht en valorisatie. Specifieke aandacht gaat daarbij uit naar het beter verbinden van het MKB met het onderzoek en innovatie en naar het leggen van cross-sectorale verbindingen. Dit wordt in opdracht van het TKI georganiseerd door de Water Alliance en het NWP.

Het contact leggen tussen potentiële samenwerkingspartners uit kennisorganisaties, bedrijfsleven en watertechnologieclusters/hubs wordt mede gefaciliteerd door de inzet van een Ketenverbinder en de Wall of Support. De Ketenverbinder zorgt ervoor dat events bezocht kunnen worden ter versterking van het TKI-programma waarbij de Wall of Support juist wordt ingezet op evenementen om vraagstukken op te halen. De vragen die voortkomen uit de Wall of Support worden doorgezet naar de Innovatiemakelaars. Bedrijven kunnen kansen voor privaat-publieke samenwerkingen die op deze manier worden gesignaleerd verder brengen met hulp van de MIT Innovatiemakelaars.

#### *TKI Watertechnologie dag*

Op 19 november vond de allereerste TKI Watertechnologie dag plaats op het Waterkwartier van KWR in Nieuwegein. Het evenement, georganiseerd door TKI Watertechnologie in samenwerking met Water Alliance en NWP, bracht experts, onderzoekers en bedrijven samen om kennis te delen, innovatie te stimuleren en nieuwe samenwerkingen aan te gaan. Met een divers programma van inspirerende presentaties, matchmaking en levendige discussies was deze dag het begin van iets veelbelovends en belangrijks.

De dag werd geopend door Anne Hummelen, programmadirecteur van TKI Watertechnologie, en begeleid door dagvoorzitter Arjan Braamskamp. Het programma bood een podium aan innovatieve projecten als het [KNAP-project](#), [Water Circulair Nieuwegein City](#), [HerCauWer](#), [Shark Skin for Drag Reduction](#) en [Urban Photosynthesis](#). Tijdens deze sessies werden niet alleen vernieuwende ideeën gedeeld, maar werd ook volop gediscussieerd tussen de deelnemers en de presentatoren.

Het interactieve karakter van de dag werd door de deelnemers zeer gewaardeerd. Het enthousiasme was merkbaar, zelfs tijdens de lunchpauze, waar de discussies onverminderd doorgingen. Naast de presentaties boden de matchmaking-sessies gelegenheid om mogelijke samenwerkingen te verkennen. Deze kennisuitwisseling werd door velen als waardevol en uniek ervaren. Anne Hummelen merkte hierover op: *“We innoveren al volop als sector. De ambitie en gedrevenheid zijn groot, maar er is nog werk nodig om die innovaties naar toepassing te brengen. Dit soort dagen zijn cruciaal om samen stappen te zetten.”*



Figuur 16: Matchmaking tijdens de TKI Watertechnologie dag.

De eerste TKI Watertechnologie Dag vormde een nieuw startpunt voor samenwerking en innovatie in de watertechnologiesector. Met thema's als circulariteit, klimaatadaptatie en biodiversiteit centraal tijdens deze eerste editie, biedt dit evenement een kans om samen te bouwen aan de toekomst van watertechnologie. Zoals een aanwezige treffend zei: "Dit moeten we vaker doen. Het is goed georganiseerd en ik heb veel interessante inzichten opgedaan."

Tabel 2: Overzicht van alle kennisdelings- en netwerkactiviteiten georganiseerd door in 2024.

| Activiteit                      | Bijeenkomsten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cross-sectorale netwerksessies  | Er is een cross-sectorale sessie georganiseerd tijdens de European Water Technology Week met de titel 'How Artificial Intelligence is shaping the future of water infrastructure'. De thematiek van deze sessie sloot aan bij de voor watertechnologie relevantie sleuteltechnologieën binnen de Kennis- en Innovatie Agenda Landbouw Water Voedsel. In totaal namen 41 deelnemers deel aan deze sessie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Kennisoverdracht en valorisatie | <ul style="list-style-type: none"> <li>Drie thematische sessies bij Aqua Nederland Vakbeurs (19-21 maart) met als onderwerpen 'Proceswater', 'technologische ontwikkelingen die waterschappen inzetten om waterbeheer te optimaliseren' en 'de toekomst van drinkwatervoorziening in Nederland'. Door deze inhoudelijke sessies kregen bezoekers van de Aqua Nederland Vakbeurs waardevolle inzichten in actuele watertechnologische ontwikkelingen en samenwerkingsmogelijkheden binnen de sector.</li> <li>Er zijn opnames gemaakt voor een speciale podcastserie.</li> </ul>  <p>Podcast 1: In deze podcast wordt de basis van AI verkend en wordt dieper ingegaan op de voordelen van AI-toepassingen binnen de Nederlandse waterindustrie. De interviews en gesprekken boden waardevolle inzichten en inspiratie voor professionals die actief zijn in de sector. De Podcast is te <a href="#">downloaden</a> via de NWP website en werd ook gelanceerd via New Business Radio.</p> <p>Podcast 2: In deze podcast delen innovators en onderzoeksinstituten hun ervaringen over het omzetten van onderzoeksconcepten naar marktklare oplossingen. In totaal werden er zeven kandidaten geïnterviewd, van programmadirectie tot financiers en van ervaren bedrijven met ervaring met het TKI-instrumentarium tot nieuwe entrepreneurs die de geschiktheid van de TKI-ondersteuning evalueren voor hun eigen organisatie. De podcast is te <a href="#">downloaden</a> via de NWP-website.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De TKI Watertechnologie Dag vond op 19 november plaats bij KWR. Het evenement had als doel het bevorderen van kennisdeling door middel van het uitlichten van diverse TKI-projecten, het stimuleren van innovatie en het faciliteren van nieuwe samenwerkingen binnen de watertechnologiesector. Aan de dag namen 74 deelnemers deel.</li> </ul> |
| Netwerkactiviteiten             | In 2024 zijn 10 ketenverbindings-activiteiten uitgevoerd. De volgende evenementen zijn bezocht om de verbinding tussen innovatieve watertechnologie-MKB, eindgebruikers en kennisorganisaties dicht bij elkaar te brengen: Horticonactdagen 2024, Infra Kennisdag, Food Tech Den Bosch, Waterstof Summit Rotterdam, GreenTech                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | Amsterdam, Klimaatbeurs Houten, Aqua Nederland Vakbeurs, Algemene Ledenvergadering Water Alliance, EWTW, TKI-WT Dag bij KWR. De inzet van de Ketenverbinder heeft het innovatieve watertechnologie-MKB, eindgebruikers en kennisorganisaties dicht bij elkaar gebracht.                                                                                                                                                                 |
| Bijdrage aan conferenties | Tijdens de European Water Technology Week, die plaatsvond van 23 tot 26 september 2024, was TKI Watertechnologie prominent vertegenwoordigd op de beursvloer met een ruime en informatieve stand. Bezoekers konden hier uitgebreid geïnformeerd worden over het TKI-programma en de verschillende initiatieven binnen de watertechnologiesector.<br> |
| Innovatiemakelaars        | De Innovatiemakelaars richten zich op de ondersteuning en versterking van het midden- en kleinbedrijf. Het doel van Innovatiemakelaars is om MKB-ondernemers te helpen om hun weg te vinden in de kennis- en innovatie infrastructuur. Diverse bedrijven zijn afgelopen periode geholpen met hun innovatievraag.                                                                                                                        |

### 3.9 NWO-toekenningen voor watertechnologie-onderzoek

NWO stelt jaarlijks 138 miljoen beschikbaar voor fundamenteel en praktijkgericht onderzoek via publiek-private samenwerking voor het missiegedreven innovatiebeleid. Dit is vastgelegd in het kennis- en innovatieconvenant (KIC 2024-2027) en richt zich op de verschillende Kennis- en Innovatieagenda's (KIA's). Voor het KIC 2024-2027 zijn er vijf maatschappelijke thema's (Klimaat en Energie; Circulaire Economie; Landbouw, Water en Voedsel; Gezondheid en Zorg; Veiligheid) en daarnaast de thema's Sleuteltechnologieën Digitalisering en Maatschappelijk Verdienvermogen.

In maart is de uitslag bekend gemaakt van de Landbouw Water Voedsel NWO-KIC-call 'Realisatie, versnelling en opschaling van missiegedreven innovatie'. Eén van de drie toegekende projecten is '*STURDI-Water: Storage, Upgrade, Reuse and Distribution of Water in regional collaborative networks*', dat onderzoekt hoe de zoetwaterbeschikbaarheid in deltagebieden kan worden gewaarborgd door het realiseren van geïntegreerd zoetwaterbeheer middels een centrale, regionale waterbank om vraag en aanbod, opslag en waterbehandeling op elkaar af te stemmen.

Voor 2024 is vanuit Landbouw-Water-Voedsel één thema aangedragen om te ontwikkelen tot een NWO-KIC-call: Natuur-inclusieve besluitvorming in het bedrijfsleven. Deze call richt zich op interdisciplinair onderzoek van wetenschappers en bedrijven om praktisch toepasbare biodiversiteitsdata te identificeren en genereren waarmee bedrijven beter keuzes kunnen maken over natuur-inclusieve bedrijfsvoering. Onderzoeksvoorstellen in deze call moeten twee onderzoeksvelden integreren:

1. De socio-economische inzichten om biodiversiteitsvriendelijke besluitvorming te kunnen implementeren in de LWV-sectoren.
2. Biodiversiteitsmonitoring voor betere besluitvorming binnen de LWV-sectoren.

Daarnaast heeft NWO een KIA-doorsnijdende call geopend die ook voor watertechnologie relevant is:

- *Waarde(n) in Transitie(s)*. Deze call richt zich op de transities gaande in de samenleving. Denk hierbij aan de ontwikkeling naar een circulaire economie, de eiwittransitie, het tegengaan van klimaatverandering en digitale weerbaarheid. In het versnellen en opschalen van deze transities wordt steeds meer betekenis gegeven aan de rol en dynamiek van waarden. Het programma Waarden in Transitie(s) beoogt bij te dragen aan het versnellen, opschalen en inclusiever maken van transities, met brede welvaart en meervoudige waardecreatie als gevolg.

Daarnaast is in het kader van de Nationale Wetenschapsagenda 'Blauwe Route' gewerkt aan de voorbereiding van een nieuwe NWA-ORC-call die in 2025 wordt gepubliceerd met het onderwerp 'Watersysteemtransitie voor voldoende en schoon water voor drinkwatervoorziening en natuur'.

## 4 Organisatie TKI Watertechnologie

### 4.1 Nieuws van de Stichting

#### *Nieuwe PPS-I regeling van start*

Met ingang van 1 januari 2024 is het onderdeel PPS-innovatie, onder de Regeling nationale EZK- en LNV-subsidies (nu EZ en LNVN), aangepast. Tot en met 2023 konden de TKI's PPS-programmatoeslag aanvragen op basis van R&D-samenwerking tussen bedrijfsleven en kennisorganisaties in het voorgaande jaar (grondslag). Het basisprincipe van de PPS-toeslag was simpel. Voor iedere euro private cash R&D-bijdrage van een bedrijf aan een kennisorganisatie, legde het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) er een bedrag bij aan PPS-toeslag. De TKI's zetten deze programmatoeslag in voor onderzoek en ontwikkeling met bedrijfsleven of voor innovatieactiviteiten.

Vanaf 2024 is de PPS-regeling veranderd en wordt per TKI een vast bedrag aan PPS-subsidie toegekend (in plaats van op basis van grondslag over het voorgaande jaar). De TKI's hebben 18 maanden de tijd om PPS-innovatieprojecten op te zetten waarvoor zij de PPS-subsidie willen inzetten. TKI Watertechnologie heeft in het eerste jaar onder de nieuwe regeling een recordaantal projecten geprogrammeerd om zowel de vrije ruimte uit voorgaande jaren alsmede het volledige PPS-subsidiebedrag dat in 2024 was toegekend te kunnen alloceren. Eind 2024 was het TKI Watertechnologie op koers om het volledige bedrag tijdig te alloceren.

#### *Nieuws uit het bestuur*

Op 6 november 2024 heeft het bestuur van de Stichting TKI Watertechnologie Rob van Dongen, directeur van drinkwaterbedrijf Brabant Water, benoemd tot haar nieuwe voorzitter. Rob neemt het stokje over van Walter van der Meer die in 2024 met pensioen is gegaan en zodoende is teruggetreden uit zijn functie als directeur van drinkwaterbedrijf Oasen. Walter was sinds 2020 voorzitter van het bestuur.

#### *Nieuws uit de programmaraad*

Op 1 oktober 2024 heeft Wiebe de Vos, hoogleraar Membrane Science & Technology aan de Universiteit Twente, het voorzitterschap (ad interim) overgenomen van Jan Peter van der Hoek. Jan Peter, hoogleraar Drinking Water Engineering aan de Technische Universiteit Delft, heeft zijn functie als voorzitter van de programmaraad om medische redenen neer moeten leggen. Jan Peter had sinds 2012 zitting in de programmaraad.

De programmaraad is in 2024 uitgebreid met een vertegenwoordiging vanuit het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). De betrokkenheid bij TKI Watertechnologie sluit aan bij de behoefte vanuit IenW om nauwer betrokken te zijn bij de invulling van de Kennisagenda's grondwater, zoetwater en drinkwater, en de koppeling met kennisagenda van Landbouw Water Voedsel.

### 4.2 PPS-subsidie voor TKI Watertechnologie

De PPS Innovatie-programmasubsidie is een innovatie-instrument van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat om publiek-private samenwerkingsprojecten te stimuleren. De verschillende TKI's vragen de PPS-I-programmasubsidie aan en zetten deze middelen in voor nieuwe TKI-projecten. Deze TKI-projecten kunnen bestaan uit fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek of experimentele ontwikkeling.

Met ingang van 2024 ontvangt TKI Watertechnologie een vast bedrag aan PPS-I-programmasubsidie. In 2024 is dit bedrag vastgesteld op 5,05 miljoen euro. Het merendeel van dit budget wordt ingezet voor publiek-private innovatieprojecten ('TKI-projecten'). Een klein deel wordt gebruikt voor programmaondersteuning, als aanvulling op de subsidie voor programma-ondersteunende activiteiten (POA).

De PPS-I-programmasubsidie wordt ingezet ten behoeve van de continuïteit van het kennis- en innovatie-ecosysteem van watertechnologie. Met het budget worden binnen de TKI-projecten de kosten gedekt van kennisorganisaties die aan het TKI Watertechnologie zijn verbonden (gereserveerd budget). Voor 2024 werd door het bestuur van TKI Watertechnologie voor iedere verbonden kennisorganisatie een gereserveerd budget vastgesteld op basis van de in het verleden gegenereerde PPS-programmatoeslag.

TKI-projecten binnen TKI Watertechnologie worden uitgevoerd in een consortium tussen bedrijven en aangewezen kennisorganisaties. Zij kunnen hiervoor PPS-I-subsidie aanvragen bij het TKI.

### *Het TKI Watertechnologie versnelt de stap van ontwikkeling van watertechnologie naar de vermarkting ervan (van kennis naar kunde naar kassa).*

De programmering in TKI Watertechnologie vindt plaats op vier meerjarige innovatieprogramma's:

- MIP1 Duurzame zoetwatervoorziening
- MIP2 Betrouwbare watertechnologie en -infrastructuur
- MIP3 Circulair water en grondstoffen
- MIP4 Water en energie opwekken

De werkwijze van programmering in TKI Watertechnologie is onder de nieuwe PPS-I regeling in 2024 onveranderd gebleven. De programmering gaat als volgt in zijn werk: De kennisorganisaties definiëren in samenspraak met het bedrijfsleven nieuwe onderzoeksprojecten waarvoor ze de PPS-I-subsidie kunnen inzetten. De PPS-I-subsidie kan alleen worden ingezet als private bedrijven samenwerken en investeren in deze nieuwe TKI-projecten. De projectvoorstellen worden uitgewerkt door de verschillende kennisorganisaties en worden inhoudelijk getoetst door de programmaraad van TKI Watertechnologie. Bij een positief advies van de programmaraad worden de voorstellen ter vaststelling aan het bestuur voorgelegd. Nadat op de aanvraag voor PPS-I-subsidie goedkeuring ontvangen van het bestuur van TKI Watertechnologie en de benodigde informatie voor registratie bij RVO is ingediend kunnen de TKI-projecten starten.

#### **4.3 Organisatie van het TKI Watertechnologie**

Het TKI Watertechnologie wordt aangestuurd door het bestuur van de stichting Topconsortium for Knowledge and Innovation Watertechnology. Tot de taken van het bestuur behoren:

- vaststellen van de jaarlijkse integrale programmering;
- opstellen en goedkeuren van de begroting;
- indienen van de aanvragen voor PPS-I-programmasubsidie, POA-subsidie en MIT-subsidie bij RVO/het ministerie van EZ;
- besluiten over de besteding van de PPS-I-programmasubsidie;
- afleggen van verantwoording aan het ministerie van EZ (jaarlijks en per af te sluiten subsidiejaar) en rapportage aan het Topteam Water & Maritiem.

Het bestuur bestaat uit vertegenwoordigers van de in het TKI Watertechnologie participerende organisaties: bedrijfsleven, eindgebruikers en kennisorganisaties. Aan de bestuursvergaderingen nemen daarnaast vertegenwoordigers deel van de verantwoordelijke vakdepartementen, van de brancheorganisaties en van het programmabureau.

Tabel 3: Samenstelling van het bestuur van het TKI Watertechnologie en de genodigden bij de bestuursvergaderingen.

| Bestuurslid                         | Functie                                                             | Vertegenwoordigt                 | Rol in bestuur |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Rob van Dongen (vanaf nov. 2024)    | Directeur Brabant Water                                             | Eindgebruikers                   | Voorzitter     |
| Walter van der Meer (tot nov. 2024) | Directeur Oasen                                                     | Eindgebruikers                   | Voorzitter     |
| Jos Boere                           | KWR, Directeur Allied Waters BV                                     | Kennisorganisaties               | Secretaris     |
| Cees Buisman                        | Directeur Wetsus<br>Hoogleraar WUR Biologische Kringlooptechnologie | Kennisorganisaties               | Penningmeester |
| Franc van der Wielen                | Directeur Wastewater & Reuse Haskoning                              | Bedrijfsleven – ingenieurbureaus |                |
| Rudy Dijkstra                       | Bestuurder en oprichter HDM Pipelines, Acquaint en HULO             | Bedrijfsleven - MKB              |                |
| Luzette Kroon                       | Dijkgraaf Wetterskip Fryslan                                        | Eindgebruikers                   |                |

| Naam                             | Organisatie         | Vertegenwoordigt    | Rol in bestuur       |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Anne Mathilde Hummelen           | KWR                 | TKI-directie        | Toehoorder           |
| Joep van den Broeke              | KWR                 | Programmabureau     | Ambtelijk secretaris |
| Albert Bosma                     | Wetsus              | Programmabureau     | Controller           |
| Marnix Muller (tot aug. 2024)    | Ministerie van EZ   | Overheid            | Toehoorder           |
| Edda Neuteboom (vanaf nov. 2024) | Ministerie van EZ   | Overheid            | Toehoorder           |
| Martien Beek                     | Ministerie van IenW | Overheid            | Toehoorder           |
| Hein Molenkamp                   | Water Alliance      | Bedrijfsleven – MKB | Toehoorder           |

Het bestuur wordt inhoudelijk geadviseerd door een programmaraad. Deze raad is een vertegenwoordiging van de in TKI Watertechnologie investerende en participerende kennisorganisaties. De programmaraad heeft als taken:

- Het uitwerken van de Kennis- en Innovatieagenda Watertechnologie en adviseren van het bestuur over een samenhangend meerjarig programma van watertechnologisch onderzoek en specifieke onderzoeksprojecten daarbinnen;
- Kwaliteitsborging op programma- en projectniveau, in beginsel via delegatie naar de aangesloten kennisorganisaties, waar de kwaliteitsborging institutioneel georganiseerd is;
- Selectie van projectvoorstellen (in beginsel via de vraagsturingssystemen van de bij het TKI aangesloten kennisorganisaties), beoordeling op synergie-optimalisatie en eventuele dubbele onderzoeksprojecten, selectie en voordracht van projectvoorstellen aan het bestuur.

Tabel 4: Samenstelling van de programmaraad van het TKI Watertechnologie en de genodigden bij de programmaraad vergaderingen.

| Naam                               | Organisatie           | Vertegenwoordigt   | Rol in programmaraad               |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------|
| Jan Peter van der Hoek             | Waternet, TUD         | Eindgebruikers     | Voorzitter                         |
| Doris van Halem (vanaf sept. 2024) | TUD                   | Kennisorganisatie  |                                    |
| Mark van der Werf                  | Stowa                 | Eindgebruikers     |                                    |
| Idsart Dijkstra                    | KWR                   | Kennisorganisaties |                                    |
| Inez Dinkla                        | Wetsus                | Kennisorganisaties |                                    |
| Wiebe de Vos                       | Twente University     | Kennisorganisaties |                                    |
| Bas van Vossen                     | Deltares              | Kennisorganisaties | a.i. voorzitter (sinds sept. 2024) |
| Steef de Valk                      | NWO-TTW               | Kennisorganisaties |                                    |
| Nora Sutton                        | Wageningen University | Kennisorganisaties |                                    |

Bij de programmaraadvergaderingen zijn daarnaast uitgenodigd:

| Naam                                | Organisatie         | Vertegenwoordigt | Rol in programmaraad |
|-------------------------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| Marnix Muller (tot aug. 2024)       | Ministerie van EZ   | Overheid         |                      |
| Edda Neuteboom (vanaf nov. 2024)    | Ministerie van EZ   | Overheid         |                      |
| Maurice Luijten                     | RVO                 | Overheid         |                      |
| Monique Berendsen (vanaf okt. 2024) | Ministerie van IenW | Overheid         |                      |
| Patrick Luif (vanaf okt. 2024)      | Ministerie van IenW | Overheid         |                      |
| Marette Zwamborn                    | KWR                 | Programmabureau  | Secretaris           |
| Anne Mathilde Hummelen              | KWR                 | TKI-directie     |                      |

### Programmabureau en TKI-directeur

Het TKI-programmabureau voert het programmamanagement uit van het TKI Watertechnologie: alle financiële, administratieve en organisatorische activiteiten ter ondersteuning en coördinatie van het PPS-onderzoek, bestuur en programmaraad.

Het programmabureau coördineert de totstandkoming en verantwoording van TKI-projecten, één-op-één begeleiding van watertechnologiebedrijven en netwerkactiviteiten gericht op het midden- en kleinbedrijf. Het programmabureau bestaat onder andere uit de TKI-directeur, programmamanagers, controller en assistent-controllers, coördinatoren bedrijfsleven en communicatiedeskundigen. De medewerkers van het programmabureau zijn inhoudelijk gekoppeld aan de rollen van de bestuursleden (bijvoorbeeld penningmeester en controller) en ondersteunen bestuur en programmaraad. De medewerkers van het programmabureau worden ingehuurd bij KWR, Wetsus, Water Alliance en NWP.

De TKI-directeur is het centrale coördinatiepunt en onderhoudt het contact en stemt af met departementen, andere topsectoren en TKI's, Topsector Water & Maritiem, kennisorganisaties, bedrijven, eindgebruikers. De belangrijkste taak van de TKI-directeur is om het TKI-programma verder te ontwikkelen en de positie van watertechnologie in het missiegedreven innovatiebeleid te versterken.

Tabel 5: Samenstelling van het programmabureau van het TKI Watertechnologie.

| Naam                   | Organisatie    | Rol                                                                                                                                   |
|------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anne Mathilde Hummelen | KWR            | Directeur, contactpersoon Topsector Water & Maritiem, contactpersoon Landbouw Water Voedsel, contactpersoon brancheorganisaties en EZ |
| Joep van den Broeke    | KWR            | Ambtelijk secretaris bestuur                                                                                                          |
| Marette Zwamborn       | KWR            | Secretaris programmaraad                                                                                                              |
| Albert Bosma           | Wetsus         | Controller                                                                                                                            |
| Arjan Eelkema          | Wetsus         | Assistant-controller                                                                                                                  |
| Johanneke Veeningen    | Wetsus         | Assistant-controller                                                                                                                  |
| Hilde Toet             | KWR            | Assistent programmabureau                                                                                                             |
| Arjan Braamskamp       | NWP            | Coördinator bedrijfsleven                                                                                                             |
| Tiemen Jousma          | Water Alliance | Coördinator bedrijfsleven                                                                                                             |

#### 4.4 Rapportage en transparantie

TKI Watertechnologie publiceert via de eigen website de TKI-projecten: [www.tkiwatertechnologie.nl](http://www.tkiwatertechnologie.nl). Op deze website staan de lopende projecten met een vaste omschrijving van doel, contactgegevens, partners en looptijd. Wanneer een project is afgerond worden hier ook de publiekelijke resultaten gepubliceerd. Naast het tonen van de projecten is de website ook bedoeld om het MKB te attenderen op de mogelijkheden voor ondersteuning bij innovatie (MIT-subsidie en PPS-I-subsidie).

De kennis die wordt ontwikkeld in de TKI-projecten wordt ook door de betreffende kennisorganisaties zelf op verschillende manieren verspreid. Veel onderzoek heeft een fundamenteel en industrieel karakter waarover middels wetenschappelijke artikelen en bijdragen aan (inter-)nationale congressen kennis wordt verspreid (onder andere onderzoeksverslagen, rapporten, presentaties, uittreksels, wetenschappelijke artikelen, posters, congresmateriaal). Daarnaast worden onderzoeksresultaten aan een breder publiek gepresenteerd in vakbladen en worden projecten toegelicht op gerichte symposia/congressen waar tevens eindgebruikers aanwezig zijn. Dit geldt ook voor de meer experimentele ontwikkelingen.

Onderzoeksresultaten worden publiek gemaakt, eventueel na bescherming van het Intellectueel Eigendom (IE). Publicatie vindt als regel plaats in overleg met de betrokkenen in het betreffende project. Indien er zwaarwegende redenen zijn, vanuit bedrijfsbelang en/of bescherming van IE kan worden besloten een publicatie een aantal maanden op te houden. Van onderzoek dat plaatsvindt in clusters of zogenaamde themagroepen (geldt onder andere voor Wetsus), met groepen van bedrijven waarin samen met één of meerdere universiteiten voor een specifiek thema onderzoek wordt verricht, hebben de bedrijven binnen een themagroep recht op gegenereerde IE en knowhow. Na eventuele bescherming van IE worden de onderzoeksresultaten publiek gemaakt. De ontwikkelde kennis kan binnen het thema/cluster worden gebruikt in andere projecten. Universiteiten werken veel samen met andere kennisorganisaties en met het bedrijfsleven. Op die manier wordt ontwikkelde kennis gebruikt in andere projecten, en worden de TKI-projecten verrijkt met state-of-the-art-kennis van elders.

## 5 TKI Watertechnologie in het innovatie-ecosysteem

### 5.1 Wat is watertechnologie?

Water vormt de basis van alle aspecten van ons menselijk leven: van voedselproductie, gezondheid en natuur tot economische ontwikkelingen. Voor een gezonde natuur, samenleving en economie is de beschikbaarheid van voldoende water van de juiste kwaliteit cruciaal. Door klimaatverandering, vervuiling, verspilling, bevolkingsgroei en een sterke toename van gebruik en uitputting van eindige bronnen bestaat op vele plaatsen in de wereld al een acuut tekort aan voldoende schoon water. Bovendien zijn er grote uitdagingen, zoals voedselzekerheid, energietransitie, woningbouwbehoefte, biodiversiteit en circulariteit, waar de beschikbaarheid en kwaliteit van water een belangrijke rol speelt.

Watertechnologie gaat over waterkwaliteit verbeteren en waterbeschikbaarheid vergroten. Van belang zijn technologieën en processen die de waterkwaliteit veranderen om aan bepaalde eisen te voldoen, meestal via verwijdering of omzetting van bepaalde verbindingen, bijvoorbeeld in technologische zuiveringssystemen zoals reactoren en modules, als ook in natuurlijke systemen in water, bodem en diepe ondergrond. Tevens gaat het om ondersteunende technologieën zoals sensortechnologie en data science.

### 5.2 Watertechnologie-ecosysteem

Kenmerkend voor het Nederlandse watertechnologie-ecosysteem is het naast elkaar bestaan van een publieke markt bestaande uit de drinkwaterbedrijven (10) en de waterschappen (21) die gericht is op waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit en de reguliere commerciële markt (inclusief industrie) waarop tal van watertechnologie- en gerelateerde bedrijven zoals ingenieursbureaus en dienstverleners actief zijn (circa 1.000 bedrijven). Dit zijn veelal mkb-bedrijven die zich richten op nichemarkten, onder andere in het buitenland. Daarnaast zijn er vaak grote water gebruikende bedrijven in de sectoren chemie, voeding, land- en tuinbouw, die primair gericht zijn op het ontwikkelen en toepassen van watertechnologie voor het eigen watergebruik.

TKI Watertechnologie versterkt dit ecosysteem door onderzoek naar en ontwikkeling van procestechnologische innovaties voor het verbeteren van de waterkwaliteit en waterbeschikbaarheid en voor een klimaatpositieve waterketen. Daarmee geven we de Nederlandse watersector en watergebruikers de mogelijkheid om te beschikken over voldoende water van goede kwaliteit voor natuur, drinkwater, landbouw en industrie, waarbij zo min mogelijk emissies plaatsvinden naar het milieu en zoveel mogelijk materialen en energie worden teruggewonnen. Met deze innovaties kunnen de Nederlandse bedrijven en kennisorganisaties zich onderscheiden in de internationale context, zodat zij hun positie kunnen versterken en hun toegevoegde waarde kunnen vergroten.

Innovaties vinden plaats in de context van complexe maatschappelijke uitdagingen. TKI Watertechnologie onderzoekt dan ook geïntegreerde technologie-systeem en systeem-technologische innovaties. Naast de procestechnologische innovaties is er dan ook aandacht voor de interactie van watertechnologie met de context waarbinnen deze wordt toegepast, denk hierbij aan interacties met regelgeving en beleid, met natuurlijke en omgevingsprocessen en maatschappelijke en economische processen. Ook voor deze systeemgerichte innovaties geldt dat deze relevant zijn voor de watersector en de watergebruikers, en dat bedrijven en kennisorganisaties hiermee een betere uitgangspositie verwerven op de internationale markt.

### 5.3 Betrokkenheid van bedrijfsleven

De Nederlandse watertechnologiesector bestaat grotendeels uit midden- en kleinbedrijf. Dit MKB bestaat weer uit een grote groep bedrijven die in meer of mindere mate versnipperd is, en tevens een diverse groep eindgebruikers heeft. Het zijn vaak nichespelers in hun markt, die tot een hoog marktaandeel kunnen komen op hun niche.

Technologisch spreken we van een hoogwaardige thuismarkt, onder andere ontstaan door stringente (milieu)regelgeving. In de afgelopen decennia hebben ontwikkelingen op het gebied van biotechnologie, membraantechnologie, meet- en detectietechnologie en nanotechnologie geleid tot innovaties die voortkomen uit samenwerking tussen technologiebedrijven en launching customers in de thuismarkt. Deze samenwerking heeft in belangrijke mate geleid tot een vooraanstaande internationale concurrentiepositie van de Nederlandse watersector.

Watertechnologiebedrijven doen, afhankelijk van hun portfolio, veel zaken in andere sectoren dan de watersector (cross-sectoraal). Denk voor afzetmarkten bijvoorbeeld aan de sectoren tuinbouw, agri & food, energie, health en chemie. Ook de exportpotentie van veel watertechnologiebedrijven is relatief hoog als je dat afzet tegen het generieke MKB. Om het MKB effectief te betrekken bij de ontwikkeling van vraag-gestuurde kennis en innovatie is het daarom van belang dat het MKB niet wordt beschouwd als homogene groep, maar er in plaats daarvan gefocust wordt op specifieke thema's waarvoor het MKB oplossingen ontwikkelt.



Organisaties binnen WaterCoalitieNL

Binnen de watertechnologiesector zijn met name Water Alliance en NWP actief met het MKB. Zij coördineren en faciliteren een aantal thematische MKB-netwerken die nauw aansluiten bij de innovatiethema's van het TKI Watertechnologie.

### 5.4 Internationale positie en exportmogelijkheden

De Nederlandse watersector onderscheidt zich in de wereldmarkt door een sterke kennispositie. Nederlandse bedrijven ontwikkelen producten, processen en diensten die wereldwijd kunnen worden verkocht in markten waar waterschaarste speelt. Die markten zijn praktisch overal; het World Economic Forum benoemt waterschaarste al acht opeenvolgende jaren als één van de 'top vijf' grootste, wereldwijde bedreigingen voor de welvaart. Dat er een grote marktkans is voor watertechnologie blijkt uit de exportgroei. Voor watertechnologie was deze gemiddeld zes procent per jaar gedurende een periode van vijf jaar (2015-2019), tegenover 4,6 procent per jaar voor de Nederlandse export als geheel over dezelfde periode. Kijkend naar de negen topsectoren neemt het aandeel van de export in watertechnologie samen met Hightech als enige toe ten opzichte van de export van de andere zeven topsectoren. Iedere 5 tot 6 jaar wordt in opdracht van het TKI Watertechnologie onderzoek gedaan naar de economische betekenis en exportverwachtingen van de watertechnologiesector (zie paragraaf 3.3), en in het in 2024 gepresenteerde rapport wordt de groei en het verdere groeipotentieel van de watertechnologiesector onderstreept.



Figuur 17: Blackburn (UK) is de grootste zuiveringsinstallatie die gebruik maakt van de Nederlandse Nereda®-technologie

De ambitie van TKI Watertechnologie is om als sector tot een van de top-drie-spelers wereldwijd voor watertechnologie te horen en marktleider te zijn op nichemarkten. Dit vereist zowel een sterke kennisinfrastructuur als een sterke verbinding tussen kennis en markt. Het TKI Watertechnologie draagt hieraan bij door vraaggestuurde kennisontwikkeling en innovatie in watertechnologie te versterken en door rond internationaal relevante watertechnologiethema's partijen bij elkaar te brengen. Belangrijke subdoelstellingen van het TKI Watertechnologie zijn om de lijn van kennis naar kassa te verkorten kosteneffectieve technologie voor eindgebruikers te ontwikkelen.

## 5.5 Topsector Water & Maritiem en TKI Watertechnologie

Het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) voor Watertechnologie is een van de drie TKI's van de Topsector Water & Maritiem. Binnen de Topsector wordt door de verschillende TKI's op relevante thema's samengewerkt waaronder in de kernteams voor Human Capital en Internationalisering. Het TKI Watertechnologie vervult voor watertechnologie een sleutelrol als het gaat om programmering en samenwerking in onderzoek en publiek-private samenwerking dat wordt gefinancierd vanuit het nationale topsectorenbeleid. Dit nationale topsectorenbeleid wordt in 2025 vernieuwd. Voor meer details hierover, zie paragraaf 3.2.

## 5.6 TKI Watertechnologie ondersteunt innovaties voor maatschappelijke uitdagingen

De watertechnologiesector heeft van oudsher een sterke focus op maatschappelijke uitdagingen. Voor een klimaatbestendig, water-robuust, duurzaam, gezond en veilig Nederland zijn zowel grote als kleine oplossingen nodig. Van de nieuwste wetenschappelijke inzichten en sleuteltechnologieën tot praktische en menselijke oplossingen in design en gebruik. Zowel in nationaal als Europees verband wordt via onderzoek kennis ontwikkeld om met deze maatschappelijke uitdagingen om te gaan.

*Het TKI Watertechnologie bevordert de ontwikkeling van kosteneffectieve technologie voor het sluiten van kringlopen voor het watergebruik in zowel de industrie, de land- en tuinbouw, als voor de productie van energie en voedsel.*

Sinds 2020 werken binnen het missiegedreven innovatiebeleid werken overheden, bedrijfsleven, kennisorganisaties en maatschappelijke organisaties nauw samen aan oplossingen voor maatschappelijke

vraagstukken. Het missiegedreven innovatiebeleid levert een bijdrage aan de verschillende beleidsdoelstellingen. Door concrete missies te formuleren, wordt gezamenlijk toegewerkt naar de oplossingen voor deze uitdagingen en wordt economische en maatschappelijke impact gecreëerd. Het kabinet heeft vijf centrale missies gedefinieerd voor het missiegedreven innovatiebeleid:

- Energietransitie: Nederland klimaatneutraal in 2050;
- Circulaire Economie: Nederland volledig circulair in 2050;
- Gezondheid & Zorg: Mensen in Nederland leven 5 jaar langer gezond en er zijn 30 procent minder gezondheidsverschillen tussen sociaaleconomische groepen in 2040;
- Landbouw, Water en Voedsel: Een vitaal landelijk gebied en een veerkrachtige natuur in een klimaatbestendig Nederland. Water en bodem zijn sturend, het landbouw- en voedselsysteem is duurzaam en gezond en de delta is veilig;
- Veiligheid: Nederland is veilig en weerbaar tegen externe dreigingen en ondermijnende criminaliteit, zowel in de fysieke omgeving als het digitale domein.

## 5.7 Innovatieprogramma TKI Watertechnologie

TKI Watertechnologie draagt via het eigen innovatieprogramma alsmede door cross-sectorale samenwerking bij aan (onderdelen van) de missies en Landbouw Water Voedsel, Energietransitie, Circulaire Economie, Gezondheid & Zorg. In TKI Watertechnologie zijn daartoe vier meerjarige innovatieprogramma's (MIPs) gedefinieerd:

- MIP1 - Duurzame zoetwatervoorziening
- MIP2 - Betrouwbare watertechnologie en -infrastructuur
- MIP3 - Circulair water en grondstoffen
- MIP4 - Water en energie

Deze vier MIPs worden hieronder kort toegelicht.

### MIP1 Duurzame zoetwatervoorziening



#### Uitdagingen

Het wordt het Nederlandse adagium genoemd: drinkwater leveren zonder chloor toe te voegen. Deze technologie voor de productie van drinkwater is het resultaat van de filosofie dat chemische desinfectie meer gezondheids- en milieuproblemen veroorzaakt dan oplost. Momenteel staat het wereldwijde watersysteem voor nieuwe uitdagingen met betrekking tot nieuwe stoffen, zoals antibiotica, PFAS, farmaceutica en microplastics. Deze stoffen hopen zich geleidelijk op in onze omgeving, waardoor de kwaliteit en kwantiteit van bronnen voor drinkwater afnemen. De lage concentratie van deze nieuwe stoffen dwingt de watersector om chemische behandelingen te overwegen om deze stoffen te verwijderen en af te breken. Klimaatverandering versterkt wereldwijd de toenemende waterschaarste. Zoet water moet zoveel mogelijk worden opgeslagen en hergebruikt in gebieden met waterstress. Nieuwe verontreinigende stoffen die langzaam opkomen in eerder ongerepte bronnen of het gebruik van brak waterbronnen maken de inspanningen om voldoende waterhoeveelheden te bereiken nog moeilijker.

Geavanceerde behandelingsmethoden en materialen kunnen duur zijn, vaak vereisen ze ongewenste chemische toevoegingen. Bovendien vereisen ze hoge energie-investeringen, zowel in de dagelijkse bedrijfsvoering als in de reiniging- en regeneratiefasen. Ook kunnen geavanceerde behandelingsmethoden nadelige effecten hebben op de algehele waterkwaliteit, bijvoorbeeld door resulterende geconcentreerde afvalstromen of de gevormde

reactiebijproducten. De uitdaging is om natuurlijke, chemisch-vrije alternatieve behandelingsmethoden te ontwikkelen om deze stoffen aan te pakken.

### Onderzoekslijnen

- 1.1 Beschermen zoetwatersystemen
- 1.2 Bewust water gebruiken
- 1.3 Duurzaam water produceren

Innovaties voor waterbeheer en kwantitatieve aspecten van zoetwatersystemen behoren tot de expertise van TKI Deltatechnologie. Waar deze innovaties op waterbeheer ook raken aan waterkwaliteit, wordt gezocht naar samenwerking. Voorbeelden zijn het voorkomen van eutrofiëring, voorkomen van verzilting, infiltratie en ondergrondse buffering, etc..



## MIP2 Betrouwbare watertechnologie en -infrastructuur

### Uitdagingen

Met Nederlandse normen voor waterveiligheid en -leveringszekerheid die tot de hoogste ter wereld behoren, is het een uitdaging om deze in stand te houden onder toenemende druk als gevolg van klimaatverandering, verstedelijking, veroudering van infrastructuur, intensivering van landbouw en veeteelt, en toenemende bedreiging door opkomende verontreinigende stoffen. Real-time monitoring en controle van waterkwaliteit en waterinfrastructuur zullen een essentiële vereiste zijn voor waterveiligheid en leveringszekerheid voor toekomstige generaties. Monitoring van zowel de waterkwaliteit als de operationele status van de infrastructuur geeft niet alleen directe signalen wanneer een abnormale situatie zich voordoet, maar initieert ook (semi-)geautomatiseerde interventies. Op basis van real-time monitoring en patroonherkenningsalgoritmen kunnen vervolgens operaties worden aangepast om risico's te verminderen of proactief te wijzigen voor preventie, en kan onderhoud of vervanging van infrastructuur tijdig worden gepland. Dit leidt tot aanzienlijke kostenbesparingen voor onderhoud en vervanging, naast het verhogen van de veiligheid, zekerheid en waterkwaliteit. Slimme controle- en monitoringsystemen maken het mogelijk om met minder mensen méér bedrijfsprocessen aan te sturen, zodat deze mensen zich meer kunnen richten op complexere activiteiten.

Een gevolg van het algemene doel voor hogere tijds- en ruimtelijke resolutie is de exponentiële toename van sensor-gegenereerde data, die verder gaat dan wat door mensen kan worden verwerkt. Op dit punt wordt kunstmatige intelligentie onmisbaar. AI is niet alleen nodig om de toenemende hoeveelheid gegevens te verwerken en patronen te herkennen tussen tot nu toe niet gecorreleerde parameters van allerlei soorten, waardoor aanzienlijk meer informatie uit dezelfde hoeveelheid gegevens kan worden gehaald, maar heeft ook de mogelijkheid tot ultrasnelle en adequate respons.

### Onderzoekslijnen

- 2.1 Toekomstbestendig ontwerp
- 2.2 Assetmanagement voor drinkwaterlevering en voor riolering
- 2.3 Digital twins en autonome besluitvorming
- 2.4 Integraal beeld van bron tot tap tot RWZI en compleet watersysteem

Innovaties voor AI/Data en Cybersecurity vallen ook onder de prioritaire technologieën uit de Nationale Technologie Strategie en worden door TKI ICT (KIA Digitalisering) gecoördineerd. Waar deze innovaties raken aan watertechnologie, wordt gezocht naar samenwerking.

### MIP3 Circulair water en grondstoffen



#### Uitdagingen

Circulaire omgang met hulpbronnen is een belangrijk beleid in veel landen en Nederland wordt erkend als voorloper op dit gebied. Tegen 2030 moet Nederland al vijftig procent minder primaire grondstoffen (mineralen, metalen en fossiele bronnen) gebruiken, om uiteindelijk volledige circulariteit te bereiken in 2050. In circulaire-economie-concepten overweegt men *post-consumer loops*, waarbij recycling van materialen uit gemengde afvalstromen, terugwinning van energie uit afval en het opnieuw winnen van materialen na de stortfase van belang zijn. Een groot aantal materialen zal echter via verdunde stromen worden uitgestoten. Naarmate men verder stroomafwaarts gaat, neemt de hoeveelheid materialen toe, maar worden deze ook steeds meer verdund. Het terugwinnen van deze verdunde materialen stroomafwaarts is noodzakelijk om circulariteit te bereiken maar dit wordt grotendeels onbenut gelaten omdat het ook het meest uitdagend is.

Waardevolle producten kunnen worden teruggewonnen uit **organische koolstof** wanneer deze worden omgezet in organische stoffen met een hogere toegevoegde waarde (alginaat, cellulose, flocculanten, eiwitten) en andere biobased producten. Zo kan bijvoorbeeld organisch materiaal in afvalwater worden omgezet in waardevolle eiwitten, zoals levend visvoer voor aquacultuur of microbieel eiwit voor voedseltoepassingen. Veel waterstromen bevatten waardevolle **anorganische stoffen** die, wanneer ze worden teruggewonnen, gebruikt kunnen worden als voedingsstoffen (N, P, K) en microvoedingsstoffen (mineralen, metalen) of als basisgrondstoffen voor allerlei industriële processen.

#### Onderzoekslijnen

3.1 Terugwinnen anorganische stoffen

3.2 Terugwinnen organische stoffen

(Voor hergebruik van water, zie onderzoekslijn 1.3 Duurzaam water produceren)

### MIP4 Water en energie



#### Uitdagingen

Nederland staat voor de uitdaging om in enkele decennia over te schakelen op een fossielvrije energievoorziening. Watertechnologie kan een belangrijke bijdrage leveren aan de energietransitie. Voor een klimaatneutrale waterketen zijn maatregelen nodig voor besparing van energiegebruik in de watervoorziening en afvalwaterbehandeling, voor reductie van directe emissies van broeikasgassen tijdens zuiveringsprocessen en voor verduurzaming van de eigen energiebehoefte. Technologische oplossingen en systeemoptimalisaties kunnen bijdragen, in alle stappen van de waterketen en ook in de toeleverings- en gebruiksketen. Daarnaast wordt water

meer en meer gebruikt als opslag- en transportmiddel van warmte in ondergrondse opslag en warmte- en koudenetten en als energiebron (aquathermie). Ook kan de energie-inhoud van afvalwaterslib worden benut voor productie van duurzaam gas. Bovendien kan het elektriciteitsgebruik in de waterketen worden afgestemd op de beschikbaarheid van hernieuwbare elektriciteit opwek, waardoor slimme oplossingen voor netcongestie in beeld komen. Innovaties vanuit watertechnologie op verschillende aspecten in deze systemen zijn nodig om mogelijke effecten van aanleg en gebruik op de omgeving verder te minimaliseren, en verbeterde koppelingen en sturing van bronnen en netwerken.

Aandachtspunt is het waarborgen van een veilige watervoorziening in synergie met de energietransitie. Dit geldt voor de diepere ondergrond (geothermie, bodemenergie en grondwaterwinning), in de stedelijke omgeving (drinkwater, warmte en elektriciteitsnetten) en in gebouwinstallaties (warmteterugwinning, Legionella in relatie tot LT-warmtesystemen en warm tapwater). Daarnaast zijn voor de energietransitie sociaal-maatschappelijke uitdagingen essentieel, die vergelijkbaar zijn in de watersector.

#### Onderzoekslijnen

- 4.1 Klimaatneutrale waterketen
- 4.2 Koppelkansen voor water en energie
- 4.3 Water voor de waterstofeconomie

Voor deze MIP is er een sterke link met TKI Urban Energy.

## 5.8 Aansluiting op Europese thema's

De Nederlandse watersector kan samen met andere sectoren en internationale partners aansprekende, duurzame oplossingen voor de internationale waterproblematiek realiseren. Met de innovatiethema's sluit TKI Watertechnologie aan op de Europese research en innovaties missies op dit gebied:

- [Adaptation to climate change](#)
- [Restore our Ocean and Waters](#)
- [Climate-neutral and smart cities](#)
- [Soil Deal for Europe](#)

Het TKI Watertechnologie streeft een stevige koppeling na tussen onderzoek en praktijk in de Horizon Europe-programmering. Diverse Nederlandse partijen nemen deel aan (of zijn trekker van) grotere Europese consortia met waterschappen, drinkwaterbedrijven en Nederlandse kennisorganisaties.

## Bijlage I      Overzicht TKI-projecten 2020-2024

| Projecten 2024                                                                                                                    | Penvoerder | Totale<br>kosten k€ | Looptijd  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|-----------|
| Meer en veiligere recirculatie van drainwater door snelle detectie van infectieus virus in de glastuinbouw                        | KWR        | 830                 | 2024-2027 |
| Microbiologisch veilig zwemwater door verbeterde monitoring                                                                       | KWR        | 537                 | 2024-2027 |
| Technologisch Robuuste en Ecologisch Vriendelijke Aquathermie Systemen (TREVAS)                                                   | KWR        | 1168                | 2024-2028 |
| Zuiver Zoetwater én Zout: terugwinnen van zout én water door innovatieve (voor)behandeling van zoetwater                          | KWR        | 990                 | 2024-2026 |
| Real-time monitoring of surface and soil water quality for sustainable agricultural practices and regulatory compliance in the EU | Wetsus     | 568                 | 2024-2029 |
| Engineered nature-based systems to protect drinking water aquifers against Organic Micropollutants (OMP)                          | Wetsus     | 568                 | 2024-2029 |
| Engineering of biological activated carbon (BAC) filters for micropollutants removal in tertiary wastewater treatment             | Wetsus     | 568                 | 2024-2029 |
| Fytoremediatie als basis voor zuiverend groen in de stad II (vervolg op 2020 DEL003)                                              | Deltares   | 820                 | 2024-2028 |
| AdOx: optimalisatie zeoliet granules                                                                                              | TUD        | 233                 | 2024-2025 |
| Towards a mechanistic, generally-applicable N2O emissions control for WWTP                                                        | TUD        | 800                 | 2024-2028 |
| Efficiëntie en mechanisme van intermitterende reductieve/oxidatieve defluorering van PFAS door synergetische methoden             | WUR        | 133                 | 2024-2026 |
| Piekgestuurde bronopsporing voor microbiologische en chemische verontreinigingen                                                  | KWR        | 600                 | 2024-2027 |
| Procesbewaking drinkwaterzuiveringen met natuurlijke virussen                                                                     | KWR        | 568                 | 2024-2027 |
| ENGINE-Elektra: Elektriciteit en drinkwater in balans                                                                             | KWR        | 340                 | 2024-2026 |
| Development of a test protocol of technology for low-chemical treatment for cooling water                                         | KWR        | 744                 | 2025-2027 |
| MTO voor de glastuinbouw                                                                                                          | KWR        | 570                 | 2025-2027 |
| Brijnvalorisatie met bipolaire membranen voor de productie van zuur en base die ingezet kunnen worden voor scalingpreventie       | Wetsus     | 836                 | 2024-2029 |
| Innovatieve adsorbent voor PFAS-Verwijdering                                                                                      | Wetsus     | 596                 | 2024-2029 |
| Advanced, integrated greywater treatment for the production of reusable water.                                                    | Wetsus     | 596                 | 2024-2029 |
| Geïntegreerde schuimfractionering: simpele PFAS verwijdering in bestaande waterzuiveringsinstallaties                             | TUD        | 580                 | 2024-2028 |

| Cross-over projecten Landbouw Water Voedsel 2024                                                 | Penvoerder        | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----------|
| Diagnostiek ecologische oppervlaktewaterkwaliteit met behulp van (environmental) DNA-tools       | KWR               | 366              | 2025-2026 |
| Risico van blauwalgtoxines in drinkwaterproductie                                                | WFSR <sup>1</sup> | 744              | 2025-2027 |
| RECHARGE: Watersysteemherstel door datagedreven begrip van bosverdamping en grondwateraanvulling | KWR               | 1450             | 2025-2028 |

| Projecten 2023                                                                                                                                             | Penvoerder | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|-----------|
| Investigating Mitigation Strategies to Reduce N2O Emissions from Wastewater Treatment Plants through Intensive Monitoring and Modelling                    | KWR        | 1342             | 2023-2027 |
| Ontwikkeling van foto-elektrokatalyse geavanceerde oxidatie (PEC-AOP) voor de verwijdering van organische microverontreinigingen uit afvalwater            | TUD, KWR   | 107              | 2023-2024 |
| A (bio)analytical platform to assess hazards of transformation products formed during water treatment                                                      | Wetsus     | 568              | 2023-2028 |
| Nonlinear acoustics for detection and assessment of PVC water mains                                                                                        | Wetsus     | 568              | 2023-2028 |
| (Hyper)Thermophilic digestion of blackwater: optimisation for recovery of energy and organic matter, and (micro)nutrients for reuse in agriculture         | Wetsus     | 568              | 2023-2028 |
| Resource circularity in a climate neutral world: supplying biosulfur recovered from wastewater to the agrifood sector                                      | WUR        | 150              | 2023-2027 |
| Verwijdering van microverontreinigingen uit afvalwater middels nanofiltratie en concentraatrecirculatie: een studie op pilot-schaal bij rwzi Enschede-West | UT         | 642              | 2023-2027 |
| Biological manganese removal as pre-treatment to limit (bio)fouling in oligotrophic conditions                                                             | Wetsus     | 568              | 2023-2028 |
| Iron oxide adsorbents and regeneration strategies for phosphate recovery from surface water                                                                | Wetsus     | 568              | 2023-2028 |
| Bio-hydrogen production through biogas as an alternative energy valorisation and netzero WWTP strategy: a system perspective study                         | TUD        | 233              | 2024-2025 |
| Gedetailleerde sterkteberekeningen voor aangetast asbestcement                                                                                             | KWR        | 480              | 2024-2026 |
| Verstopingsvrije verticale en horizontale grondwaterputten voor de drinkwater- en Bodemenergiesector                                                       | KWR        | 1610             | 2024-2027 |

| Cross-over projecten met TKI Deltatechnologie 2023                                                 | Penvoerder | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|-----------|
| Actief grondwaterpeilbeheer in de bebouwde omgeving: grondwater, infrastructuur/bebouwing en groen | KWR        | 1242             | 2023-2027 |
| Waterrobuuste natuurgas sportvelden                                                                | KWR        | 620              | 2023-2025 |

## Projecten 2022

|                                                                                                                                          | Penvoerder    | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|-----------|
| Optima-HWQ: Optimalisatie-routines voor hoogfrequente waterkwaliteitsdata                                                                | Deltares      | 130              | 2022-2024 |
| (ARM) Evaluating the performance of an autonomous pipe rheometer                                                                         | Deltares      | 135              | 2022-2023 |
| Digital twin voor waterbeheer                                                                                                            | IMEC          | 1540             | 2022-2024 |
| Groen water hubs                                                                                                                         | TUD           | 346              | 2022-2024 |
| On-demand rioolsurveillance van SARS-CoV-2                                                                                               | KWR           | 400              | 2022-2027 |
| GLORIA 3: Safe drinking water production from AMR polluted surface water by improving innovative membrane technology                     | KWR, Deltares | 533              | 2022-2025 |
| Coupling eAOP and softening for drinking water treatment                                                                                 | TUD           | 250              | 2022-2025 |
| Direct interspecies electron transfer (DIET) to enhance conversion of recalcitrant and toxic chemicals in anaerobic membrane bioreactors | TUD           | 251              | 2022-2026 |
| Een absolute barriere voor PFAS in RO-concentraat - geen PFAS lozing naar het milieu in de drinkwatersector (PAK PFAS)                   | KWR           | 675              | 2022-2025 |
| Waterbank Hooghe Beer. Privaat-publieke watersysteem voor duurzame gietwatervoorziening, oppervlaktewaterbeheer en grondwaterbeheer      | KWR           | 1875             | 2022-2025 |
| Betrouwbaar detecteren en beheersen van Legionella (pneumophila) in afvalwater                                                           | KWR, CEW      | 1127             | 2022-2025 |
| Straatwater filtratie voor infiltratie                                                                                                   | KWR           | 628,9            | 2023-2026 |
| Effecten van magnetische waterbehandeling op biologische stabiliteit in drinkwatersystemen                                               | Wetsus        | 248              | 2021-2022 |
| Decentraal en UVfectief!                                                                                                                 | KWR           | 626              | 2022-2025 |

## Cross-over projecten Landbouw Water Voedsel 2022

|                                                                                                                        | Penvoerder | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|-----------|
| Onsite monitoring and removal of pharmaceuticals, antibiotics and antimicrobial resistance genes (ARG, AMR) at source  | CEW        | 1317             | 2022-2026 |
| Closing water and nitrate cycles in greenhouse horticulture                                                            | KWR        | 1800             | 2022-2026 |
| Nutriënten uit afvalwater in de kringloop                                                                              | KWR        | 3331             | 2022-2026 |
| Let's make it easier being green: Interventions to enable consumers to reduce their water use and household food waste | KWR        | 1080             | 2022-2026 |

## Projecten 2021

|                                                                                                                                             | Penvoerder | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|-----------|
| FATracker II                                                                                                                                | Deltares   | 290              | 2021-2022 |
| Ondergronds zuiveren met actief kooldeeltjes: een techniek voor de verwijdering van organische microverontreinigingen rond grondwaterputten | KWR        | 410              | 2021-2025 |
| Uitbreiding SewSur Rijnmond: SARS-CoV-2 (RNA) in communaal afvalwater                                                                       | KWR        | 160              | 2021      |
| Digital Twin voor het ontwikkelen van data en model ondersteunde ASR beheersystemen                                                         | KWR        | 316              | 2021-2022 |

|                                                                                                                                             |          |     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|-----------|
| KlimaatAdaptatie in de Praktijk (KLIMAP) – onderdeel integratie waterketen en watersysteem voor actief grondwaterbeheer op regionale schaal | KWR      | 450 | 2022-2023 |
| Winning van metalen uit slib                                                                                                                | KWR      | 600 | 2021-2024 |
| Unsteady friction for leak detection in pipeline systems                                                                                    | Deltares | 145 | 2022-2024 |
| COASTAR brakwaterwinning                                                                                                                    | Deltares | 235 | 2021-2023 |
| Organic micropollutant and antimicrobial resistance removal in aerobic granular sludge (Micros out AGS)                                     | WUR      | 198 | 2021-2025 |
| Stabiele membranen voor extreme condities in industrieel waterhergebruik <sup>3</sup>                                                       | Wetsus   | 568 | 2022-2027 |
| Chemicalievrij en waterbesparend ontzouten met geavanceerde electro dialyse                                                                 | Wetsus   | 568 | 2022-2027 |

#### Cross-over projecten Landbouw Water Voedsel 2021

|                                                                                                                  | Penvoerder    | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|-----------|
| Organische stof in recirculatiewater voor sturing microbiële diversiteit en functionaliteit (OSIRES)             | KWR           | 160              | 2022-2026 |
| Grenswaarden waterkwaliteit glastuinbouw                                                                         | KWR           | 186              | 2022-2024 |
| Van bron tot effect (B2E): Integrale aanpak van industriële probleemstoffen uit lozingen op het oppervlaktewater | KWR, Deltares | 217              | 2022-2025 |
| Voedselveiligheid in circulair water- en voedselsysteem                                                          | KWR           | 82.8             | 2022-2024 |

#### Projecten 2020

|                                                                                                                 | Penvoerder      | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|-----------|
| Heating requires Friction - Optimaal ruimtegebruik bij aanleg warmtetransportleidingen                          | Deltares        | 230              | 2020-2021 |
| ENGINE - Energie en drinkwater in balans (met KWR)                                                              | Deltares en KWR | 400              | 2020-2022 |
| Fytoremediatie als basis voor zuiverend groen in de stad                                                        | Deltares        | 580              | 2020-2023 |
| WINDOW Warmtevoorziening In Nederland Duurzamer met Ondergrondse Warmteopslag                                   | Deltares en KWR | 935              |           |
| DNA Diatom Biosensor: een nieuwe quick scan methode om de ecologische kwaliteit van oppervlaktewater te bepalen | KWR             | 440              | 2020-2022 |
| Risicobehoedeling en integraal ontwerp van de circulaire waterketen voor een hoog binnenstedelijk gebied        | KWR             | 355              | 2020-2022 |
| MIDAS - Multiple Inspection Data Sources                                                                        | KWR             | 400              | 2020-2022 |
| Microbiologische waterkwaliteit snel in beeld                                                                   | KWR             | 570,1            | 2020-2024 |
| Zonnepanelen op spaarbekkens: innovatieve oplossingen voor multifunctioneel gebruik van het bekken              | KWR             | 450              | 2020-2022 |
| Polishing pellets                                                                                               | KWR             | 436              | 2020-2023 |
| Snelle detectie van fecale verontreiniging in zwemwater                                                         | KWR             | 370,4            | 2020-2022 |
| SARS-CoV-2 (RNA) in communiaal afvalwater: risico's en kansen                                                   | KWR             | 480              | 2020-2021 |
| Sluiten van de watercyclus: effect van combinatie van ozon en keramische membraanfiltratie                      | KWR             | 302              | 2020-2022 |

|                                                                                                                                    |        |         |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|-----------|
| Development of a water quality sensor using Electrochemical Impedance Spectroscopy to monitor a broad range of (micro)contaminants | KWR    | 800     | 2021-2023 |
| Ontwikkeling van monitorstrategieën voor metalen in drinkwater (OMMID)                                                             | KWR    | 618     | 2020-2022 |
| Ontwikkeling van een virussensor (cross-over met TKI T&U)                                                                          | KWR    | 330     | 2021-2022 |
| Optimal control of open canal system for demand response: Enabling and preparing for the energy transition                         | TUD    | 392,836 | 2020-2023 |
| Novel advanced oxidation with plasma discharge in a hyperbolic vortex                                                              | Wetsus | 568     | 2021-2026 |
| Vivianiet                                                                                                                          | Wetsus | 568     | 2021-2026 |
| Arsenic removal from water treatment sludge                                                                                        | WUR    | 136     | 2020-2024 |
| Anaerobe ketenverlenging 2.0: Alcoholen uit afvalwater                                                                             | WUR    | 190     | 2020-2024 |

#### Cross-over projecten Landbouw Water Voedsel 2020

|                                                                                     | Penvoerder | Totale kosten k€ | Looptijd  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|-----------|
| Een integrale aanpak voor opsporing van ongewenste perfluorstoffen in de waterketen | KWR        | 484              | 2020-2021 |
| Borging van effluent rwzi voor glastuinbouwsector                                   | KWR        | 385              | 2021-2022 |
| Klimaat- en waterrobuust Laag-Nederland van nu naar 2100                            | KWR        | 2.010            | 2021-2024 |
| Micronutriënten in de kringloop                                                     | KWR        | 416,5            | 2021-2023 |

## **Bijlage II    Financieel jaarverslag 2024**