

Oktober 2017

Kennis- en Innovatieagenda Watertechnologie 2018-2021



TOPSECTOR
WATER

Kennis- en Innovatieagenda Watertechnologie 2018-2021

Oktober 2017

Opdrachtgever

Bestuur Stichting TKI Watertechnology

Auteurs

Programmaraad TKI Watertechnologie



Stichting TKI Watertechnology
PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@tkiwatertechnologie.nl
I www.tkiwatertechnologie.nl

Inhoud

1	De sector Watertechnologie	3
1.1	Afbakening	3
1.2	Sterk enabling karakter	4
1.3	Hoog kennisniveau en sterke exportoriëntatie	4
1.4	Aandachtspunten voor de sector	4
1.5	Markt, marktontwikkelingen en de rol van innovatie	5
1.6	Topsectorenbeleid	6
2	Visie op de agenda voor 2018-2021	7
2.1	Ontwikkelen van kosteneffectieve technologie	7
2.2	Maatschappelijke uitdagingen	7
	<i>COASTAR DE BODEM ALS SCHATBEWAARDER</i>	9
2.3	Sleuteltechnologieën	10
	<i>DNA ALS GIDS HYDROGENOMICS</i>	11
2.4	Nationale Wetenschapsagenda	13
2.5	Invulling geven aan departementale agenda's	14
2.6	Benutten en versterken van sectorale agenda's	15
3	Kennis- en innovatiethema's	17
3.1	Innovatiethema: Resource efficiency	18
	<i>BLUE ENERGY ENERGIE UIT ZOET-ZOUT</i>	19
	<i>CIRCULAIRE AANJAGERS WAARDEVOLLE COMPONENTEN WINNEN UIT (AFVAL)WATER</i>	21
3.2	Innovatiethema: Smart water systems	22
	<i>DRINKWATER IN DE DELTA TECHNOLOGIE VAN WERELDFAAM</i>	23
3.3	Innovatiethema: Sustainable cities	25
4	Aanpak onderzoeksagenda	28
4.1	Vraaggestuurde kennisontwikkeling via universiteiten en kennisinstituten	28
4.2	Onderzoek in PPS-verband: TKI Watertechnologie	28
4.3	Lange termijn continuïteit Wetsus	29
4.4	Van onderzoek naar valorisatie in PPS-verband: Allied Waters	29
4.5	Verbinding met mkb via WatercoalitieNL	30
	Referenties	31

1 De sector Watertechnologie

1.1 Afbakening

De sector Watertechnologie binnen de Topsector Water & Maritiem richt zich op drink- en industriewater, zuivering van afvalwater, riolering, sensing en hergebruik/terugwinning van water, energie en/of grondstoffen.

TABEL | TYPEN WATER DIE BINNEN DE WATERTECHNOLOGIESECTOR WORDEN ONDERSCHIEDEN (BRON: BBO/GRONTMIJ)

Drinkwater	Drinkwatervoorziening en –behandeling Drinkwatertransport en –distributie
Industriewater ¹	Industriële watervoorziening en –behandeling Industriële watertransport en -distributie
Afvalwater	Collectie en behandeling huishoudelijk afvalwater Hergebruik huishoudelijk afvalwater Collectie en behandeling industrieel afvalwater Hergebruik industrieel afvalwater
Overig water	Grond- en oppervlaktewater i.r.t. watervoorziening ² Irrigatiewater en zwemwater (buitenwater) voorzover het gaat om toepassen van technologie i.r.t. bijvoorbeeld monitoring waterkwaliteit ³ Water dat wordt gebruikt voor energie-opwekking voor zover het gaat om toepassing van chemische of biotechnologie ⁴

¹ Inclusief proceswater voor olie- en gaswinning, land- en tuinbouw.

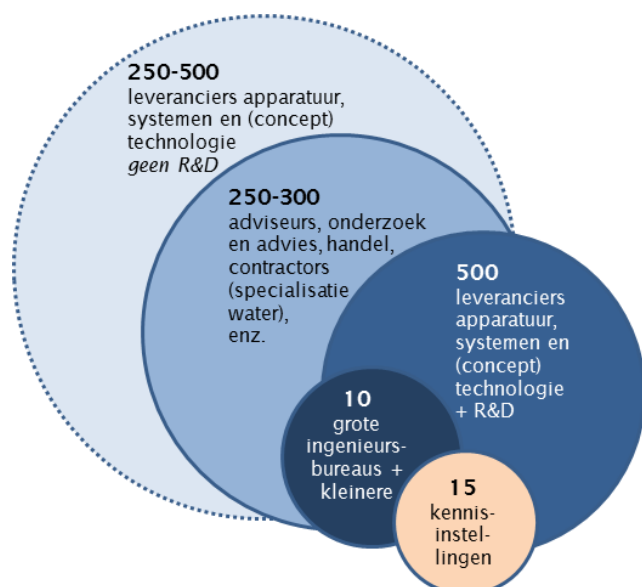
² Waterbeheer valt onder de deltatechnologiesector.

³ Ook in de internationale marktstudies wordt de markt voor irrigation equipment buiten de water(technologie)sector gehouden.

⁴ Water voor energie-opwekking en energie-opslag dat niet technologisch behandeld wordt (denk aan koelwater), valt dan onder deltatechnologie. Het meeste proceswater wordt gebruikt door elektriciteitsbedrijven voor koeling: ca. driekwart van alle proceswater (in Nederland 13 biljoen liter); ook in andere industrie wordt water vooral voor koeling gebruikt (85%). Dus 15% x 25% van 13 biljoen is proceswater dat niet bedoeld is voor koeling. Belangrijke industriële sectoren zijn chemie en aardolieraffinage.

De sector bestaat uit waterleveranciers en afvalwaterbehandelaars (deels publiek zoals waterschappen), technologieleveranciers, gespecialiseerde ingenieursbureaus, kennisinstellingen en aan de sector gerelateerde toeleveranciers (bijvoorbeeld gespecialiseerde adviesbureaus en aannemers).

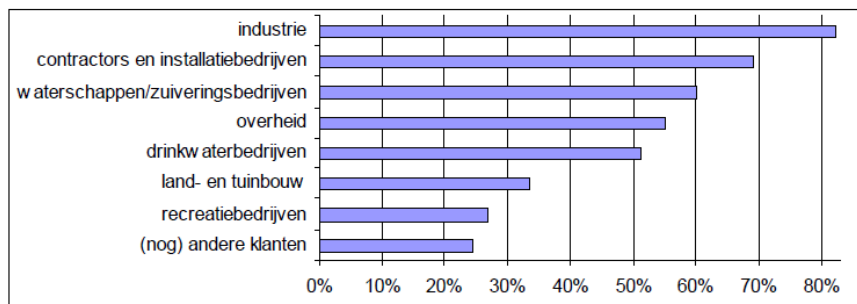
FIGUUR | SCHEMATISCHE WEERGAVE NEDERLANDSE WATERTECHNOLOGIESECTOR (BRON: BBO/GRONTMIJ)



1.2 Sterk enabling karakter

De sector heeft een sterk 'enabling' karakter voor andere sectoren. Schoon, veilig en energiezuinig geproduceerd drink-, proces en afvalwater zijn cruciaal, zowel aan de inputzijde als aan de outputzijde van processen. Bijvoorbeeld voor de voedselproducerende sector, de land- en tuinbouw, de procesindustrie, de chemische en de energieproducerende industrie, maar ook voor ziekenhuizen. De kennis van de sector voor het terugwinnen van componenten, nutriënten en warmte uit afvalwater vormt een antwoord op dreigende schaarstes aan grondstoffen, zoals fosfaat; de kennis rond ontzilting, waterinfrastructuur en het efficiënt omgaan met zoetwater vormt een antwoord op uitdagingen zoals klimaatverandering en de samenloop daarvan met verstedelijkingsprocessen in en buiten delta's overall ter wereld.

Het enabling karakter komt terug in het overzicht van de afnemers van watertechnologie-oplossingen.



* Gewogen gemiddelde; berekend.

FIGUUR | AFNEMERS VAN WATERTechnologie (BRON: BBO/GRONTMIJ)

Tegelijk heeft de sector een sterke verbondenheid met bijvoorbeeld de HTSM-ict sector voor het managen van datastromen en sensing voor waterinfrastructuur en met de andere deelgebieden van de watersector zoals deltatechnologie, voor het beheersen van de integrale problematiek van waterveiligheid en waterbeschikbaarheid.

De sector kent daarom van oudsher een sterke focus op cross-overs en maatschappelijke uitdagingen en kent eindgebruikers en toeleveranciers in alle bovenbeschreven gebieden.

1.3 Hoog kennisniveau en sterke exportoriëntatie

De studie van BBO/Grontmij onderstreept bevindingen uit eerdere studies dat de watertechnologiesector sterk kennisintensief is: zo'n 50 procent van de bedrijven heeft eigen R&D-personeel in dienst. Daarnaast dragen kennisinstellingen zoals Wetsus en universiteiten bij aan fundamenteel onderzoek voor de sector; in de sector zijn in totaal zo'n 15 binnenlandse kennisinstellingen actief. De toegevoegde waarde is relatief hoog en hoger dan in andere industriële sectoren (met uitzondering van chemie en farmacie) .

Een ander sterk punt van de sector is de sterke exportoriëntatie; maar liefst driekwart van de bedrijven is (ook) internationaal actief; een kwart van de bedrijven haalt meer dan 50 procent van de omzet uit het buitenland. Het omzetaandeel van de export ligt gemiddeld op 35 procent.

Nu nog is vooral de Europese markt voor de sector van belang. Echter, door de groeiende internationale maatschappelijke druk door verstedelijking en klimaatverandering wordt ook de internationale markt van urbane delta's van steeds groter belang.

1.4 Aandachtspunten voor de sector

De private sector binnen Watertechnologie bestaat overwegend uit kleinere en in minder mate middelgrote bedrijven met een grote diversiteit; veel bedrijven zijn actief op nichemarkten of afgebakende markten. Er zijn grotere bedrijven, maar die behoren internationaal niet tot de grote spelers (met uitzondering van de grote ingenieursbureaus). Dit vormt voor de sector een zwakte

omdat juist op de internationale markt enige omvang belangrijk is. Om deze reden is het meeliften van kleinere bedrijven en het vormen van (internationale) consortia van groot belang.

Een ander aandachtspunt is de omzetting van kennis naar kassa: dit vraagt om het ontwikkelen van business cases, samenwerking met launching customers en het combineren van techniek en markt.

1.5 Markt, marktontwikkelingen en de rol van innovatie

De studie van BBO/Grontmij schat de totale jaaromzet van de watertechnologiesector op rond de 7,2-8,4 miljard euro waarvan waterschappen en drinkwaterbedrijven elk ongeveer 1,35 miljard euro voor hun rekening nemen en bedrijven en kennisinstellingen gezamenlijk ongeveer € 6,6 mld. De cijfers wijken overigens substantieel af van de opgaven volgens de Nederlandse Water Monitor¹ (Ecorys, 2016).

De thuismarkt is om meerdere redenen belangrijk, waaronder de referentiekraacht. 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.

TABEL | ECONOMISCHE KENGETALLEN WATERTECHNOLOGIESECTOR (BRON: BBO/GRONTMIJ)

	Bedrijven en instellingen	Drinkwater-bedrijven	Water-schappen (zuivering)	Totaal
Aantal bedrijven	1.025-1.325	10	25	1.060-1.360
Omzet watertechnologie (mln euro)	5.800-7.000	1.400	ca. 1.300 ¹	7.200-8.400 ²
Toegevoegde waarde (mln euro)	3.100-3.900	750 ³	700 ³	3.900-4.600 ³
Aantal arbeidsplaatsen Nederland	24.000-29.000	5.200	5.800 ¹	35.000-40.000
Toegevoegde waarde/persoon	110-125.000	125.000 ⁵		110-125.000

¹ Bouw en installatie van waterzuiveringswerken + toerekening van algemene kostenposten naar rato van aandeel waterzuiveringswerken; aantal werkzame personen is totaal ongeveer 11.000; hier toegerekend naar waterzuivering naar rato van omzet waterzuiveringswerken.

² Gecorrigeerd voor dubbeltellingen.

³ Toegevoegde waarde geschat op 56% van productie/omzet.

⁴ Schatting

⁵ Bron: CBS

De omvang van de wereldmarkt voor watertechnologie is immens, en zal zich richting € 400 miljard per jaar bewegen (afgeleid van BBO/Grontmij, 2012). Deze markt groeit samenhangend met een aantal ontwikkelingen zoals klimaatverandering, verstedelijking, groei van de wereldbevolking, en een groeiende waterbehoefte per hoofd van de bevolking. Voor de watersector, met een hoog technologiegehalte, zijn vooral de stijging van de kapitaaluitgaven aan drink- en

¹ De Nederlandse Water Monitor van Ecorys richt zich op de gehele Topsector Water. Het onderzoek van BBO/Grontmij uit 2012 zoomt verder in op de watertechnologiesector en onderzoekt ook aspecten als R&D en innovatie en arbeidsmarkt. Mede omdat de cijfers uit de Ecorys-studie verschillen van die van BBO/Grontmij, laat TKI Watertechnologie in 2017 een update uitvoeren van het onderzoek van BBO/Grontmij. Ten tijde van het opstellen van deze Kennis- en Innovatieagenda was deze update nog niet gereed.

afvalwaterinfrastructuur en aan industriewater (waaronder water voor de voedingsmiddelenindustrie) interessant.

1.6 Topsectorenbeleid

Ingezet in 2011 richt het topsectorenbeleid zich op versterking van het verdienvermogen van de Nederlandse economie. Innovatie wordt daarin een centrale rol toegedicht als pijler voor de ontwikkeling van een duurzaam, gezond economisch systeem. Gaandeweg stuurt het innovatiebeleid daarnaast steeds meer op de koppeling naar een achttal maatschappelijke uitdagingen dat is gedefinieerd. Het werkmodel is vormgegeven als PPS, de zogenaamde gouden driehoek van bedrijfsleven, kennisorganisaties en overheid.

De onderstaande tabel laat het aantal nieuwe watertechnologieprojecten zien dat door de jaren heen is opgestart, inclusief de verdeling over de thema's Resource Efficiency, Smart Water Systems en Sustainable Cities. Een deel van deze projecten is inmiddels afgerond, een groot deel loopt nog. Wat heeft dit alles voor resultaten opgeleverd? Een volledige analyse gaat hier te ver, maar wel kunnen we enkele 'vlaggenscheppen' aanwijzen die mede tot stand zijn gekomen dankzij het topsectorenbeleid.

TABEL | AANTAL GESTARTE PROJECTEN BINNEN TKI WATERTECHNOLOGIE PER THEMA.

JAAR	RESOURCE EFFICIENCY	SMART WATER SYSTEMS	SUSTAINABLE CITIES
2013	13	5	9
2014	14	7	8
2015	13	12	5
2016	9	11	9

Door de jaren heen is het topsectorenbeleid geregeld op hoofdlijnen én per topsector geëvalueerd, laatstelijk door Dialogic (2017). De evaluatie is overwegend positief, met de kanttekening dat er nog meerdere aandachtspunten ter verbetering zijn benoemd. Eén van die aandachtspunten betreft het (nog) duidelijker koppelen van de topsectorenaanpak aan maatschappelijke opgaven.

De aandachtspunten vormen voor wat betreft onderzoek en innovatie mede input voor de Kennis- en Innovatieagenda. Hierbij kan worden gedacht aan structurele aandacht voor cross-sectorale samenwerking en focus op de maatschappelijke uitdagingen (zie paragraaf 2.2) en sleuteltechnologieën (paragraaf 2.3).

Als het gaat om de export van Nederlandse watertechnologie zijn - gezien de grote omvang van de wereldmarkt - een doordachte strategie en focus zeer gewenst. Het Kernteam Export en Promotie van de Topsector Water heeft hiertoe de Internationaliseringsstrategie Topsector Water en Maritiem 2017 - 2020 vastgesteld (juli 2017).

2 Visie op de agenda voor 2018-2021

2.1 Ontwikkelen van kosteneffectieve technologie

De Topsector Water streeft naar het oplossen van wateruitdagingen om de wereldwelvaart te verhogen. De deelsector watertechnologie wil en kan daaraan een belangrijke bijdrage leveren. Concrete ambitie van de deelsector is om in 2020 tot een van de top-drie-spelers wereldwijd voor watertechnologie te horen. Dit vereist zowel een sterke kennisinfrastructuur als een sterkere verbinding tussen kennis en markt. Met de sterke kennisbasis en de oriëntatie van bedrijven op nichemarkten, zet de sector ook in op marktleiderschap op nichemarkten. Belangrijke subdoelstellingen van het TKI zijn om te komen tot een verkorting van de lijn van kennis naar kassa en het ontwikkelen van kosteneffectieve technologie voor eindgebruikers. In de afgelopen jaren heeft het TKI Watertechnologie met een aantal kennisthema's en prioritaire innovatiethema's ingespeeld op de belangrijkste marktkansen en technologie-uitdagingen. De komende vier jaar wordt de inzet op de kennisthema's gecontinueerd. De sector kiest bewust voor een nog sterkere inzet op het oplossen van maatschappelijke uitdagingen, het inspelen op nieuwe marktkansen en sectorspecifieke uitdagingen voor het sterker verbinden van kennis met markt.

De uitdaging voor de komende jaren ligt in de verbinding van de sector met markten waarvoor de sector als enabling geldt. Als de sector de verbinding versterkt met sectoren waarvoor zij voorwaardenscheppend is, (denk aan efficiënt watergebruik in de tuinbouw, veilig proceswater voor voedselproductie) voor andere sectoren, zal dat bredere kringen afnemers van watertechnologische kennis met zich mee brengen. Hierdoor kan de verbinding tussen kennis en markt worden versterkt. Bijkomend voordeel is dat gezamenlijk met de andere sector sectoren aan nieuwe kansen kan worden gewerkt. Hierdoor kan massa gemaakt worden om de grote maatschappelijke uitdagingen rond de voedsel-energie-water nexus, met name in urbane delta's, op te lossen en integrale proposities aan te kunnen bieden die aansluiten bij de behoeften van de internationale markt. Daarnaast zet de sector in op het creëren van nieuwe diensten en op kostenefficiënte oplossingen voor eindgebruikers via proactieve verbinding met de mogelijkheden die nieuwe datatechnologie biedt.

2.2 Maatschappelijke uitdagingen

De sector heeft van oudsher een sterke focus op maatschappelijke uitdagingen. Zowel in nationaal als Europees verband wordt via onderzoek kennis ontwikkeld om met deze maatschappelijke uitdagingen om te gaan. Het bedrijvenbeleid van de rijksoverheid heeft sinds 2011 een belangrijke koerswijziging en transitie gekend. Door een gerichte en vernieuwende samenwerking tussen Nederlandse bedrijven, onderzoekers en overheden tot stand te brengen, wil het kabinet de Nederlandse innovatienetwerken versterken om economische kansen te grijpen en maatschappelijke uitdagingen gezamenlijk op te pakken. Voor watertechnologie zijn de relevante maatschappelijke uitdagingen:

- **Klimaat en water**

Samenlevingen over de hele wereld krijgen al in de komende jaren te maken met de gevolgen van de opwarming van de aarde. Naast inspanningen om verdere toekomstige opwarming tegen te gaan (mitigatie), zien we dat veranderende weerpatronen in combinatie met zeespiegelstijging, bodemdaling, verzilting en verdroging ervoor zorgen dat samenlevingen zich nu al moeten aanpassen aan klimaatverandering (adaptatie). Deze aanpassing moet tijdig en slim worden ingezet om de risico's op natuurrampen, sociale en economische schade en politieke spanningen te beperken.

Watertechnologie kan een bijdrage leveren aan mitigatie, onder andere door het benutten van thermische en chemische energie uit water waardoor geen fossiele brandstoffen nodig zijn, en het terugwinnen/producteren van grondstoffen uit water met een klimaatvoetafdruk die geringer is dan de traditionele productie van grondstoffen.

Watertechnologie kan een bijdrage leveren aan adaptatie, bijvoorbeeld door een optimale inrichting van de (urban) water cycle infrastructuur, slim gebruik van neerslag (van “neerslag overlast” naar “neerslag benutting”), opslag en recirculatie van water, etc.

- **Energie en CO₂**

De transitie naar een CO₂-arme energievoorziening is complex: tijdige ontwikkeling en beschikbaarheid van duurzame alternatieven, grote investeringen in onder meer isolatie, (productie-)installaties en infrastructuur en – in ons dichtbevolkte land – continue afweging van de ruimtelijke effecten. Bovenal is de energietransitie een grote maatschappelijke opgave: de transitie grijpt direct in op het dagelijks leven en de leefomgeving van mensen. Een transitie van deze omvang vindt alleen plaats als de energievoorziening ook betaalbaar, betrouwbaar én veilig blijft.

De watercyclus is een bron voor thermische energie en chemische energie. Watertechnologie speelt een cruciale rol om beide vormen van energie (terug) te winnen, op te slaan en te benutten.

- **Landbouw en voeding**

De vraag naar voedsel verandert. Enerzijds is er méér voedsel nodig. In één generatie groeit de wereldbevolking naar verwachting met ruim twee miljard mensen. Daarnaast lijden vandaag de dag 800 miljoen mensen aan chronische honger of gebrek aan goed voedsel. Anderzijds verandert de vraag naar voedsel. Door de stijgende welvaart gaan mensen meer en anders consumeren. Steeds vaker kiezen consumenten ook bewust voor gezonder en duurzaam voedsel en is de aandacht voor de ecologische houdbaarheid van ons voedselsysteem groot. Tegelijkertijd is de land- en tuinbouw en voedselproductie zoals die heden plaatsvindt niet duurzaam genoeg. Ze draagt bij aan klimaatverandering, maakt gebruik van eindige grondstoffen en leidt tot fors verlies aan biodiversiteit.

Watertechnologie kan bijdragen aan verduurzaming van de land- en tuinbouw door circulaire systemen vorm te geven: klimaatneutraal, energieneutraal, met hergebruik van water en nutriënten/grondstoffen.

- **Circulaire economie**

Grondstoffen zoals energie, water, voedsel en fosfaat worden schaars en de prijzen stijgen. Ook kost de winning van grondstoffen steeds meer energie. Een circulaire economie gaat slim om met alle stromen én stelt deze zeker voor de toekomst: energie, water, grondstoffen, voedsel. Een circulaire economie is een economie met meer regionale productie en consumptie met zoveel mogelijk gesloten kringlopen en hernieuwbare energie. Een circulaire economie vraagt echter om een systeemverandering en is niet van de een op de andere dag gerealiseerd. De overgang naar een circulaire economie biedt economische kansen op het gebied van werkgelegenheid, wetenschap, en gezondheid. Door verstandiger om te gaan met grondstoffen en materialen kan de uitstoot van CO₂ flink worden verlaagd. Daarmee kan het een bijdrage leveren aan de doelen die zijn vastgelegd in het Klimaatakkoord van Parijs.

Water kan een *enabler* zijn voor de circulaire economie om kringloopsluitingen te optimaliseren en grondstoffen en energie terug te winnen (juiste volumestromen, juiste concentraties, juiste schaal van de waterkringloop). Water is zelf een *target* voor de circulaire economie: water als bron voor terugwinning van water, energie en nutriënten.

COASTAR | DE BODEM ALS SCHATBEWAARDER

De uitdaging

Wereldwijd vormen delta's de meest dichtbevolkte gebieden en kennen dientengevolge een grote vraag naar zoetwater. De aanvoer vanuit het achterland en via neerslag is doorgaans wisselend, soms met forse pieken. Tegelijkertijd zijn delta's veelal gevoelig voor verzilting. Hoe zorgen we voor een duurzame zoetwatervoorziening ten behoeve van landbouw en tuinbouw, industrie en drinkwater?

COASTAR

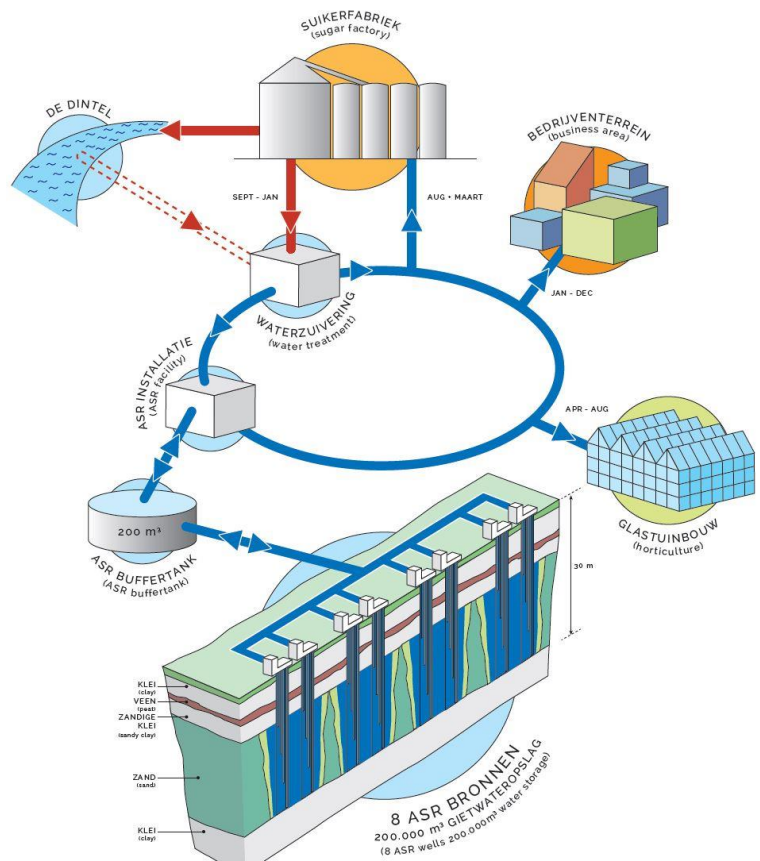
COASTAR® staat voor COastal Aquifer STORAGE And REcharge. De bodem speelt hierin een cruciale rol. COASTAR® maakt op gebiedsniveau gebruik van ondergrondse technieken om water te bergen, indringing van brakwater tegen te gaan en waterwinning zonder verstoring mogelijk te maken. De technieken zijn via diverse pilots beproefd en in enkele gevallen inmiddels opgeschaald.

Onderzoek en ontwikkeling met de Topsector Water

Uiteenlopende technieken en toepassingen zijn onderwerp van onderzoek geweest binnen TKI Watertechnologie: drinkwaterwinning, industriewatervoorziening, gietwatervoorziening voor de tuinbouwsector en vloeiwatervoorziening voor stedelijke toepassing. In het project COASTAR werken we aan een integrale aanpak op regionaal niveau, t.w. het Westland. Regionale belanghebbenden werken hierin samen met Arcadis, KWR, Deltares en Allied Waters.

Het vervolg

Het concept van COASTAR® en van de individuele ondergrondse technieken kent naast Nederland ook voor het buitenland een uitermate groot potentieel. De eerste succesvolle pilots zijn inmiddels afgerond in landen als Mexico en de USA.



FIGUUR | SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET WATERSYSTEEM MET ONDERGRONDSE OPSLAG TE DINTELOORD

2.3 Sleuteltechnologieën

Bij tal van maatschappelijke uitdagingen speelt de ontwikkeling van sleuteltechnologieën een belangrijke rol voor het realiseren van doorbraken. De volgende sleuteltechnologieën zijn daarbij vooral van belang voor watertechnologie:

- **Quantum-/nanotechnologie**

Nanotechnologie is gebaseerd op het bewust ontwerpen en vervaardigen van structuren en grensvlakken van materialen op nanometerschaal. Op deze schaal worden eigenschappen en interacties van individuele atomen merkbaar en toepasbaar, wat wordt samengevat onder de noemer quantum-nanotechnologie (hierna QNT). Op basis van QNT wordt toegang verkregen tot nieuwe materiaaleigenschappen en hierop gebaseerde geavanceerde producten. Grootschalige toepassing van de hiermee verkregen nieuwe mogelijkheden liggen op het gebied van de sleuteltechnologie micro- en nano-elektronica. Vanwege het doorsnijdende karakter van QNT komen ontwikkelingen op deze schaalgrootte ook terug in de sleuteltechnologieën geavanceerde materialen, fotonica en ICT. Daarnaast levert QNT nieuwe mogelijkheden voor innovaties in onder meer coatingtechnologie, medische analyse en medicijnontwikkeling, duurzame energie, gewasbescherming, gezond voedsel en schoon drinkwater. Nanotechnologie kan bijdragen aan de ontwikkeling van materialen die kunnen worden toegepast in watertechnologie. Een voorbeeld hiervan is het toepassen van carbon nanotubes in membranen voor een verhoogd massatransport. Daarnaast is water zelf een bekend om de vele thermodynamische anomaliteiten, ofwel de afwijkende fysische en chemische eigenschappen ten opzichte van andere vloeistoffen. Begrip hiervan kan eveneens leiden tot nieuwe zuiveringstechnologie. Voorbeelden hiervan verbetering van beluchting met vortices, scalingpreventie door zwakke magnetische velden, etc.

- **Geavanceerde materialen**

Om de grote uitdagingen van vandaag en morgen (bijvoorbeeld grondstoffenefficiëntie en circulaire economie) aan te kunnen, is een verbeterd begrip van materialen en verbeterde materiaaltechnologie onmisbaar. Geavanceerde materialen spelen een sleutelrol in antwoorden op grote maatschappelijke uitdagingen als grondstoffenefficiëntie, energie, voedselvoorziening, gezondheid, en duurzaamheid van transport. Ook in watertechnologie speelt materiaaltechnologie een belangrijke rol. Vanouds was dit op het gebied van membraantechnologie en actieve kool. Nu is er veel onderzoek en ontwikkeling van selectieve materialen die kunnen worden toegepast in membranen of adsorbentia om bijvoorbeeld specifiek bepaalde anorganische stoffen (natrium in de tuinbouw, zware metalen uit industrieel afvalwater, fosfaatterugwinning) of organische stoffen (specifieke persistente medicijnen/pesticiden, virussen of bacteriën) te verwijderen.

- **Biotechnologie**

Biotechnologie is de toepassing van wetenschap en technologie op levende organismen of delen daarvan, op producten en op modellen van levende organismen, met als doel om levende of niet-levende materialen te veranderen voor de productie van kennis, goederen en diensten.

Biotechnologie is een mainstream technology geworden binnen de chemische en levenswetenschappen, zo ook watertechnologie (bijvoorbeeld toegepast in rwzi's).

Genomicsonderzoek is een van drijvende krachten, het levert inzichten in de samenstelling van het genoom, de functie van genen, de moleculaire processen in de cel en de interacties met andere organismen zoals ziekteverwekkers, waardoor het mogelijk wordt om het ontstaan van (plant-, dier- en humane) ziekten te begrijpen en therapieën te ontwikkelen, chemicaliën en -materialen te produceren of gewassen aan te passen. Met Next Generation Sequencing (NGS) is snellere genetische analyse en diagnostiek mogelijk voor bijvoorbeeld het beter begrijpen van soortendiversiteit in de bodem of analyse van microbiële populatie in (drink- en afval)water. Met biosensors (bioassay, lab on a chip) kunnen snelle en effectieve analyses op laboratoriumschaal

plaatsvinden in onder andere de gezondheidszorg, voedingsindustrie, chemie en waterkwaliteitsbewaking.

DNA ALS GIDS | HYDROGENOMICS

De uitdaging

'Meten is weten' is een aloude gezegde. Uiteindelijk willen we veel meer dan dat, immers kunnen we gewapend met de juiste kennis vervolgens de goede acties inzetten en maatregelen nemen. Karakteriseren van biologische systemen, en zeker van micro-organismen, is een complexe zaak. Hoe kunnen we nu toch snel en efficiënt zoeken op de aanwezigheid van pathogene micro-organismen? Hoe kunnen we snel zien of de gewenste micro-organismen zich ontwikkelen in biologische afbraakprocessen?

Dit soort vragen ligt voor. Alle biologische systemen kennen DNA als drager van genetische eigenschappen. En hier ligt de sleutel naar een breed areaal van detectiemogelijkheden.

DNA-gebaseerde meettechnieken

We spreken van moleculair-biologische technieken, toegespitst op watertoepassingen vaak aangeduid met de verzamelnaam 'Hydrogenomics'. De samenstelling van het genetisch materiaal is zo karakteristiek dat elke soort uniek is, en tegelijkertijd kunnen we hieruit de verwantschap tussen soorten aflezen. Door gebruik te maken van dit unieke profiel (de DNA barcode) kunnen we zeer selectief de aanwezigheid, identiteit en concentratie van specifieke (micro-)organismen vaststellen, en kunnen we (microbiële) populaties van soorten en soortengroepen karakteriseren.

Onderzoek en ontwikkeling met de Topsector Water

DNA-gebaseerde technieken worden ontwikkeld en toegepast in een vijftiental projecten van TKI Watertechnologie, gericht op tal van toepassingen:

- Oppervlaktewaterkwaliteit: volgen van vismigratie, aanwezigheid van blauwalgen en pathogenen, algemene fingerprint
- Legionella in warmwatersystemen
- Microbiële samenstelling van drinkwater: pathogenen, algemene fingerprint
- Afvalwaterwaterzuivering: optreden van antibiotica-resistentie, sturen van biologische fosfaatverwijdering

Mede door dit brede toepassingspotentieel vormt Hydrogenomics een krachtig voorbeeld van succesvolle samenwerking in PPS-vorm over de volle breedte van de waterketen. Genoemde projecten zijn uitgevoerd in samenwerkingsverbanden van twintig bedrijven, een tiental waterschappen, tien drinkwaterbedrijven/laboratoria en vijf kennisorganisaties (Deltares, KWR, STOWA, Wetsus, WUR).

Het vervolg

Hydrogenomics staat voor een nog steeds verder groeiend potentieel van toepassingen, waarmee we maatschappelijke uiterst relevante kennis kunnen ontwikkelen. Gekoppeld aan de brede participatie van het bedrijfsleven levert dit ruime kansen voor business, zowel in Nederland als internationaal.

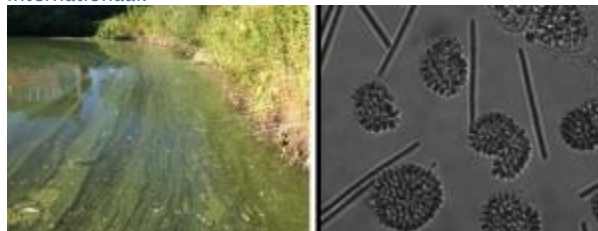


FOTO LINKS: DRIJFLAAG IN STADSWATER IN TILBURG. FOTO RECHTS: CORRESPONDEREND MICROSCOPISCH PLAATJE MET RONDE KOLONIES VAN WORONICHINIA CELLEN.

- **Micro- en nano-elektronica**

Een moderne wereld zonder micro- en nano-elektronica is nauwelijks voorstelbaar. Het internet, mobiele telefonie en elektronisch bankieren bestaan dankzij elektronische componenten en systemen, in het bijzonder (semiconductor) microchips. Innovaties in micro- en nano-elektronica verlopen in een hoog tempo. Door de snelle technologische vooruitgang in miniaturisering van componenten en uitbreiding van systemen en gegevensuitwisseling komen zaken binnen handbereik die tot voor kort onhaalbaar leken. Voor individuele burgers, zoals smartphones en social-media, maar ook voor de economie als geheel, zoals digitalisering van bedrijven ('Smart Industry'). Duurzame oplossingen voor de grote transities en de maatschappelijke problematiek van deze tijd zijn in toenemende mate afhankelijk van bijdragen vanuit de micro- en nano-elektronica.

Voor watertechnologie is micro- en nano-elektronica van belang voor de ontwikkeling van sensoren, sturing van processen met sensoren (denk aan decentrale systemen, of ook aan leidingnetten ten behoeve van load-based monitoring) en optimalisatie van het gebruik van big data (ICT).

- **ICT**

Onze maatschappij digitaliseert steeds verder en steeds sneller, vooral dankzij de voortuitgang in informatie- en communicatietechnologieën (ICT). Met verbonden sensoren, mobiele devices, embedded systemen, cloud computing platformen en apps worden massieve hoeveelheden gegevens verzameld, gecommuniceerd, opgeslagen, gecombineerd, geanalyseerd en tenslotte in toepassingen gebruikt. Dit leidt tot nieuwe data-gedreven bedrijvigheid, die ook uiterst relevant zijn voor grote maatschappelijke uitdagingen. Denk aan de toekomstige energievoorziening ("smart grid" om decentraal de balans tussen energievraag en -aanbod te regelen), de voedselvoorziening ("smart farming and food" om de productiviteit, kwaliteit en duurzaamheid te vergroten), maar ook aan de toekomstige watervoorziening ("smart water grids" ten behoeve van het onderkennen en voorspellen van gebeurtenissen voordat deze impact hebben op de levering en leveringszekerheid).

- **Meet- en detectietechnologie**

Onze maatschappij staat voor een aantal grote uitdagingen op het gebied van voedselzekerheid en -veiligheid voor mens en dier, op het gebied van milieu en duurzaamheid, van water, circulaire economie, mobiliteit en gezondheid. Essentiële vragen die daarbij opkomen en die cruciaal zijn voor ons succes in het aangaan van deze uitdagingen zijn: Hoe bepaal ik de persoonlijke gezondheidsstatus van mens, dier of plant en de doelmatigheid van behandeling of voeding? Maar ook: Hoe weet ik of water veilig is als drinkwater? Bij het beantwoorden van dat soort vragen spelen meet- en detectietechnologie (of analytische wetenschap en technologie) een onmisbare rol. De ene keer is de technologie nodig om systeembegrip te verkrijgen, de andere keer om lokaal een meting te doen als kwaliteitscheck, of als in-line procesanalyse. In watertechnologie wordt bijvoorbeeld gewerkt aan lab-on-a chip door microfluidica te combineren met Raman spectroscopie, laser optica en akoestiek voor het nauwkeurig, online, snel en goedkoop meten van waterkwaliteitsparameters.

- **Elektrochemische conversie en materialen**

Voor het toekomstige energiesysteem met toenemende mate van elektrificatie is het nodig om technologie te ontwikkelen voor onder andere energieopslag, interconnectie, flexibilisering en omzetting naar chemicaliën op basis van kennis van materiaaltechnologie, reactor engineering, katalyse, warmte- en transportleer, computational sciences en benodigde high- en lowtech engineering voor toepassing in de infrastructuur. Ontwikkeling en gebruik van elektrochemische conversie en elektrochemische materialen in de watertechnologie is een opkomend gebied. Voorbeelden van elektrochemische zuiveringstechnologie en materialen (reactieve of inerte elektroden, capacitatie materialen, iongeleidende membranen) zijn te vinden in precipitatie en

coagulatie (elektro-precipitatie, elektro-coagulatie), ontzouting en deionisatie (elektrodialyse, capacitatieve deionisatie), bij resource recovery processen (naast eerdere processen, onder andere elektrolyse, (microbiële) brandstofcellen), en bij energieopwekking en energieopslag in water (reverse electro-dialyse).

2.4 Nationale Wetenschapsagenda

Het kabinet heeft in 2014 de kenniscoalitie opdracht gegeven een verbindende agenda voor onderzoek in Nederland te ontwikkelen. Deze Nationale Wetenschapsagenda bestaat uit 140 grote wetenschappelijke vragen, geïnspireerd vanuit de theorie en de praktijk, met vertakkingen naar uiteenlopende disciplines. Deze vormen het fundament voor ‘routes’ waarmee nieuwe verbindingen over de gehele onderzoekketen kunnen worden gelegd. De 25 routes staan beschreven in het Portfolio voor onderzoek en innovatie. Dit portfolio identificeert terreinen waarop Nederland bij uitstek verschil kan maken en comparatieve voordelen heeft ten opzichte van het buitenland. Het geeft een overzicht van kansen op wetenschappelijke doorbraken en op het vinden van antwoorden op maatschappelijke uitdagingen en economische kansen.

De watertechnologiesector levert input voor routes, maar maakt ook gebruik van kennis die in routes door andere partijen wordt ontwikkeld. Gespiegeld aan de innovatiethema’s van watertechnologie zijn met name de volgende donkerblauw gemarkeerde routes relevant:

TABEL | INNOVATIETHEMA’S EN RELEVANTE NWA-ROUTES

NWA ROUTES	INNOVATIETHEMA’S		
	RESOURCE EFFICIENCY	SMART WATER SYSTEMS	SUSTAINABLE CITIES
• Blauwe route: water als weg naar innovatieve en duurzame groei			
• Bouwstenen van materie en fundamenteën van ruimte en tijd			
• Circulaire economie en grondstoffenefficiëntie: Duurzame circulaire impact			
• Duurzame productie van veilig en gezond voedsel			
• Energietransitie			
• Gezondheidszorgonderzoek, preventie en behandeling			
• Jeugd in ontwikkeling, opvoeding en onderwijs			
• Kunst: onderzoek en innovatie in de 21ste eeuw			
• Kwaliteit van de omgeving			
• Levend verleden			
• Logistiek en transport in een energieke, innovatieve en duurzame samenleving			
• Materialen- Made in Holland			
• Meten en detecteren: altijd, alles en overal			
• NeuroLabNL: de werkplaats voor hersen-, cognitie- en gedragsonderzoek			
• Oorsprong van het leven- op aarde en in het heelal			
• Op weg naar veerkrachtige samenlevingen			
• Personalised medicine: uitgaan van het individu			
• Quantum/nanorevolutie			
• Regeneratieve geneeskunde: game changer op weg naar brede toepassing			
• Smart industry			
• Smart, livable cities			
• Sport en bewegen			

<ul style="list-style-type: none"> • Sustainable development goals voor inclusieve mondiale ontwikkeling • Tussen conflict en coöperatie • Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van big data 			
---	--	--	--

2.5 Invulling geven aan departementale agenda's

Deltaprogramma en Deltaplan Zoetwater

In het Deltaprogramma werken verschillende overheden en andere organisaties samen aan de doelstelling dat de waterveiligheid, de zoetwatervoorziening en de ruimtelijke inrichting in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust zijn, zodat ons land de grotere extremen van het klimaat veerkrachtig kan blijven opvangen.

Het Deltaprogramma heeft daar vanaf 2010 stap voor stap naartoe gewerkt, samen met overheden, maatschappelijke organisaties en het bedrijfsleven. Dat heeft in 2014 geresulteerd in voorstellen voor vijf deltabeslissingen, waarin aanpakken en structurerende keuzen staan beschreven voor waterveiligheid, zoetwater, ruimtelijke adaptatie, de Rijn-Maasdelta en het IJsselmeergebied. In september 2017 is het achtste Deltaprogramma (2018) aangeboden aan de Tweede Kamer.

Het kabinet heeft besloten alle maatregelen en projecten van het Deltaprogramma te bundelen in het Deltaplan Waterveiligheid en het Deltaplan Zoetwater. Vanaf Deltaprogramma 2018 is er ook een Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie. De plannen geven een concrete planning voor de komende jaren, een agenda voor de periode na deze kabinetsperiode en een doorkijkje naar de grote investeringsbeslissingen die na 2050 aan de orde zijn. De maatregelen komen voort uit de deltabeslissingen en de gebiedsgerichte voorkeursstrategieën die de deltacommisaris in 2014 heeft voorgesteld en die het kabinet heeft overgenomen.

De ambitie van het Deltaplan Zoetwater van het Deltaprogramma is te zorgen dat water blijft bijdragen aan de kwaliteit van de leefomgeving en het behouden en versterken van de rol die zoet water speelt in onze sterke economische positie. Om de voorzieningenniveaus voor de economie en de nutsfuncties op een goed niveau te houden, zijn aanpassingen nodig in het hoofdwatersysteem (de grote rivieren, meren en deltawateren) en het regionale watersysteem (kleinere rivieren, kanalen en boezemwater). Ook gebruikers van zoetwater zullen een bijdrage moeten leveren, bijvoorbeeld door zuiniger om te gaan met het beschikbare water. De maatregelen staan in het Deltaplan Zoetwater. In de vijf zoetwaterregio's lopen hiervoor diverse pilots.

Nederland Circulair 2050

In het Rijksbrede programma Nederland circulair in 2050 schetst het kabinet de urgentie om de transitie te maken naar een circulaire economie en uit het kabinet de ambitie om samen met maatschappelijke partners in 2030 50 procent minder primaire grondstoffen te gebruiken. Deze ambitie, een volledig circulaire economie in 2050, is in januari 2017 breder onderschreven in het Grondstoffenakkoord door bedrijven, vakbonden, overheden, natuur- en milieuorganisaties, kennisinstellingen, financiële instellingen en vele andere maatschappelijke organisaties. Een en ander wordt verder uitgewerkt in vijf transitieagenda's voor Biomassa & Voedsel, Kunststoffen, Maakindustrie, Bouw en Consumptiegoederen.

Energieagenda

In de Energieagenda (december 2016) zijn voor de periode tot 2050 de hoofdlijnen van het toekomstig energiebeleid geschetst. Met deze agenda beoogt het kabinet een helder en ambitieus perspectief te schetsen richting 2030 en 2050. In de energietransitie naar 2030 en 2050 stuurt het kabinet op één enkelvoudig doel: het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen ('sturen op

CO₂-reductie'). Dit is namelijk de meest kosteneffectieve manier om de doelstelling van het Klimaatakkoord van Parijs te realiseren. Door te sturen op CO₂-reductie komt de meest optimale en kosteneffectieve mix van energiebesparing, hernieuwbare energie en andere CO₂-arme opties in de markt tot stand. Naast inzetten van hernieuwbare energiebronnen (zon, wind e.a.) zet de Energieagenda sterk in op hoge- en lagetemperatuurwarmte.

2.6 Benutten en versterken van sectorale agenda's

Delta-aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater en Kennisimpuls

De waterkwaliteit is in grote delen van Nederland de afgelopen jaren duidelijk verbeterd, maar onvoldoende om alle doelen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) te halen. Met de Intentieverklaring Delta-aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater geven overheden, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen een stevige impuls aan de verbetering van de waterkwaliteit. Met de Delta-aanpak wordt bestuurlijke focus aangebracht in het waterkwaliteitsdossier. Het beperken en tegengaan van nutriënten/mest, gewasbeschermingsmiddelen en medicijnresten in het grond- en oppervlaktewater zijn daarbij als prioriteiten benoemd.

Met het ondertekenen van deze intentieverklaring nemen de partijen de verantwoordelijkheid op zich voor het nemen van maatregelen ten behoeve van een betere waterkwaliteit en committeren zij zich aan een gezamenlijke aanpak. Daarbij blijven partijen zelf verantwoordelijk voor hun eigen traject, van regionaal tot internationaal, en houden ook de eigen bestuurlijke aansturing. Jaarlijks wordt gemonitord of de afgesproken acties uitgevoerd zijn en wordt bezien of een verschuiving van de focus en prioriteiten nodig is.

De kennisinstellingen Deltares, KWR, RIVM en WUR Environmental Research hebben het initiatief genomen om samen te werken voor de Delta-aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater, in reactie op het advies van de Adviescommissie Water tot versterking, integratie en ontsnippering van de kennis op het gebied van waterkwaliteit. Zij hebben een voorstel uitgewerkt voor de Kennisimpuls Waterkwaliteit als onderdeel van de Delta-aanpak, ter ondersteuning van waterbeheerders om de KRW-doelen te bereiken.

Op korte termijn (2017-2018) is behoefte om de beschikbare kennis te bundelen en toe te passen om de bronnen van probleemstoffen te ontrafelen, en het potentieel van maatregelen te bepalen die aangrijpen op de stofbelasting of andere ecologische sleutelfactoren. Hiertoe bundelen de kennisinstellingen hun beschikbare kennis, data en tools en maken deze toepasbaar voor waterbeheerders, belanghebbende partijen en adviesbureaus. Op de langere termijn is behoefte aan een beleidsondersteunende duurzame kennisbasis om effectieve maatregelen en scenario's te vinden waarmee de KRW-doelen worden bereikt en doorbraken voor verbetering van de waterkwaliteit tot stand komen. Voor de langere termijn richt de Kennisimpuls zich op de volgende vijf thema's: eenduidige feiten en kennisbasis, waterbewustzijn, waarde van schoon en gezond water, innovatieve mitigatiepaden, cross-sectoraal en cross regionaal.

De Kennisimpuls Waterkwaliteit is een vraaggestuurd programma, dienend aan betrokken partijen in Rijk en regio. De Kennisimpuls richt zich niet alleen op beta-, maar nadrukkelijk ook op gamma-kennis en governance. De kennis wordt naar de praktijk gebracht door nauwe samenwerking met de partijen die bij het waterbeheer betrokken zijn.

Bouwagenda

Een groot deel van de toekomstopgave rond de maatschappelijke uitdagingen ligt in de gebouwde omgeving, die een investeringscyclus kent van tientallen jaren. In de kabinetsbrief van 29 november 2016 hebben de ministers van Economische Zaken, voor Wonen en Rijksdienst, en van Infrastructuur & Milieu in samenspraak met de bouwsector 'De Bouwagenda' geïnitieerd. Doel is om te komen tot een ambitieus vernieuwingsprogramma waarin de uitdagingen op het gebied van energie, klimaat en grondstoffen bovenaan staan. Als antwoord hierop hebben ruim 50 vertegenwoordigers vanuit alle

onderdelen van de bouwsector, overheid, kennisinstellingen en maatschappelijke groepen in een open dialoog een plan van aanpak opgesteld.

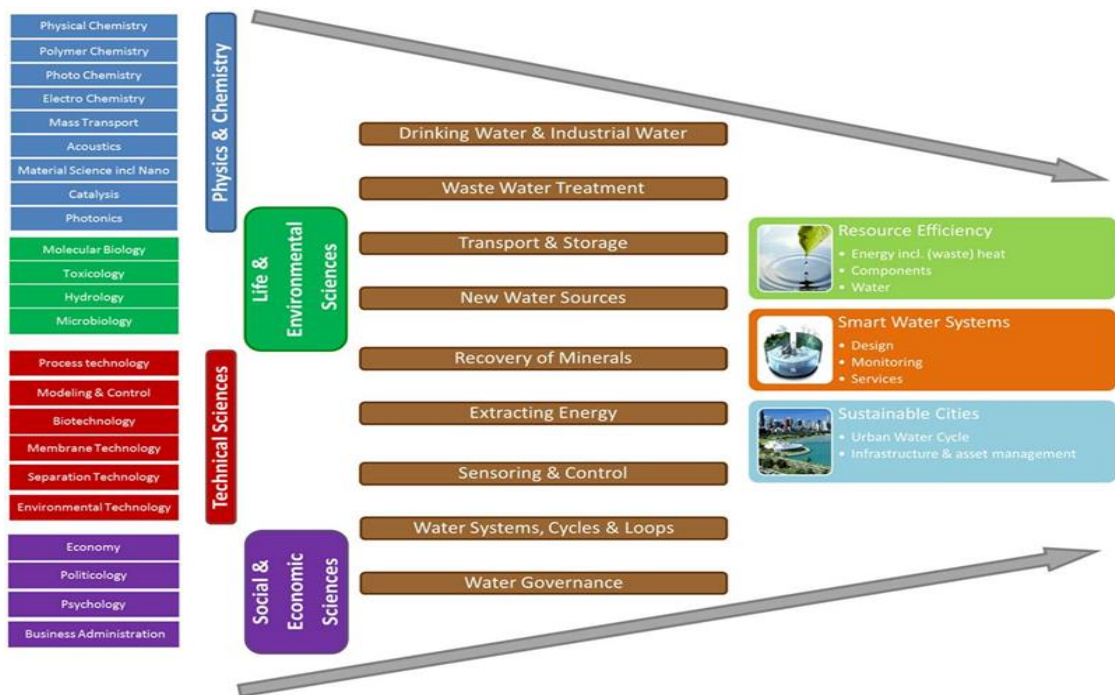
De Bouwagenda wordt uitgewerkt in elf bouwopgaven of roadmaps. Er zijn zes horizontale, overkoepelende thema's die dwars door de elf roadmaps lopen. Zowel in de roadmaps als de overkoepelende thema's zijn dwarsverbanden met waternotechnologie (toekomstbestendige en duurzame rioleringen, circulair bouwen, maar ook governance-aspecten).

3 Kennis- en innovatiethema's

De in het vorige hoofdstuk beschreven visie mondt uit in inzet op een achttal kennisthema's en een drietal innovatiethema's:

KENNISTHEMA'S	INNOVATIETHEMA'S
1. Drinkwater en industriewater	a. Resource efficiency
2. Afvalwaterbehandeling	b. Smart water systems
3. Transport en opslag	c. Sustainable cities
4. Nieuwe waterbronnen	
5. Terugwinning van mineralen (nutriënten en hergebruik van reststoffen)	
6. Wining van energie	
7. Sensoring & control	
8. Watersystemen en kringlopen	
9. Water governance ²	

In onderstaande figuur wordt de verbinding tussen de thema's en met achterliggende vakgebieden geïllustreerd.



FIGUUR | VERBINDING TUSSEN WETENSCHAPPELIJKE DISCIPLINES, KENNISTHEMA'S EN INNOVATIETHEMA'S

² In de Kennis- en Innovatieagenda 2016-2019 van Watertechnologie is verkend of met bedrijven tot inzet op het kennisthema Water governance kan worden gekomen. De OECD constateerde in 2014 dat er onder Nederlanders sprake is van een opvallende 'awareness gap', een laag bewustzijn als het gaat om belangrijke functies van het waterbeheer, hoe ze worden uitgevoerd en door wie. Dit lage bewustzijn kan belemmerend werken in de transitie naar de circulaire economie of in cross-sectorale samenwerking en is daarmee een zeer relevant kennisthema.

3.1 Innovatiethema: Resource efficiency

Met resource efficiency wordt binnen de sector het efficiënter omgaan met natuurlijke hulpbronnen door middel van kringloopsluiting bedoeld. Dit is daarmee een invulling van het streven naar een meer circulaire economie. Efficiëntieverbeteringen in de keten leveren niet alleen kostenbesparingen op, maar kunnen ook leiden tot energiebesparing en CO₂-reductie. Er wordt onderscheid gemaakt in het hergebruik van drie soorten hulpbronnen: energie, grondstoffen en water zelf.

INNOVATIETHEMA: RESOURCE EFFICIENCY		
MAATSCHAPPELIJKE UITDAGINGEN <ul style="list-style-type: none"> • Klimaat en water • Energie en CO₂ • Landbouw en voeding • Circulaire economie 	SLEUTELTECHNOLOGIËN <ul style="list-style-type: none"> • Geavanceerde materialen • Biotechnologie • Meet- en detectietechnologie • Elektrochemische conversie en materialen 	KENNISTHEMA'S <ul style="list-style-type: none"> • Drinkwater en industriewater • Afvalwaterbehandeling • Nieuwe waterbronnen • Terugwinning van mineralen (nutriënten en hergebruik van reststoffen) • Winning van energie • Watersystemen en kringlopen

Energie

Water is op verschillende wijzen een bron voor energiewinning:

- Fysisch: energie uit golven, stroming (bijvoorbeeld door getijdebeweging, hoogteverschil)
- Chemisch: biogas uit afvalwater, slib en biomassa, elektrische energie uit zoet-zout gradiënten
- Thermisch: warmte uit grond- en oppervlaktewater, geothermie; warmte uit afval- en proceswaterstromen

Naast winning van energie vormt water een belangrijke schakel in het opslaan van energie. Zeker bij de omschakeling naar duurzame – veelal discontinu beschikbare – energiebronnen is de opslag van energie een cruciale stap. Voorbeelden zijn warmteopslag in de bodem, zoet-zout splitsing en vorming van waterstof via elektrolyse van water. Als de waterstofeconomie doorzet zijn daarmee grote hoeveelheden gedemineraliseerd water gemoeid, zowel als grondstof voor elektrolyse als in de vorm van reactieproduct.

Verbeteringen van individuele technieken zijn en blijven uitdagingen voor onderzoek. Evenzeer is de inbedding in de lokale situatie cruciaal. Gegeven lokale mogelijkheden en eisen zullen een of meerdere technieken in beeld zijn. Dit vereist een sterk concept komend vanuit een integrale benadering.

Voor de uitwerking zijn opschaling en pilot- en demonstratieprojecten nodig, maar ook fundamenteel en toegepast onderzoek.

De uitdagingen op onderzoeksgebied zijn met name:

- het vergroten van de efficiëntie van de verschillende technologieën
- het bepalen van effecten van de technologieën in relatie tot milieu- en andere omgevingsfactoren
- de combinatie van verschillende technologieën tot integrale systemen waarbij zowel energie als verschillende grondstoffen kunnen worden teruggewonnen
- het matchen van vraag en aanbod, zo nodig inclusief de bijpassende energieopslag

In de sectoren watertechnologie, waterbouw, industrie, energie en offshore zijn hiervoor in ruime mate partners te vinden.

BLUE ENERGY | ENERGIE UIT ZOET-ZOUT

De uitdaging

Nederland heeft nog een lange weg te gaan als het gaat om de omschakeling naar duurzame – zeg hernieuwbare – energie. De doelstelling van 14 procent duurzame energie in 2020 is naar alle waarschijnlijkheid niet meer haalbaar. Dit betekent dat de uitdaging om uiteindelijk naar een volledig duurzame energievoorziening te gaan des te groter is. Daar zal een combinatie van meerdere bronnen bij nodig zijn, waaronder wind, zon en getijde. Gegeven de veelal discontinue beschikbaarheid van deze energievormen vormt opslag van (elektrische) energie een tweede belangrijke uitdaging.

Blue Energy

Bij het mengen van zoet en zout water kan elektriciteit worden opgewekt. Dat is de basis van Blue Energy (<https://www.deafsluitdijk.nl/projecten/blue-energy/wat-is-de-planning/>). De gekozen technologie staat bekend als RED, voluit Reverse Electro Dialysis. De membranen en elektroden zijn sleutelcomponenten waaraan de afgelopen jaren veel ontwikkeld is. Belangrijk richtpunt is het bereiken van een maximaal vermogen bij gegeven membraan- en elektrodeoppervlakken. Naast elektriciteitsproductie biedt de ontwikkelde technologie nog andere aanknopingspunten: denk aan omzetten van laagwaardige warmte in elektriciteit, energiezuinige zeewaterontzouting en watergebaseerde energieopslag.

Onderzoek en ontwikkeling met de Topsector Water

Begonnen op laboratoriumschaal heeft een consortium van Wetsus, universiteiten, technologiebedrijven en eindgebruikers inmiddels ruim een decennium gewerkt aan Blue Energy. In het onderzoek is veel aandacht besteed aan de RED-technologie zelf en hoe deze in de praktijk werkt. Aan de hand hiervan is het procesontwerp meermalen aangepast. In 2015 heeft een consortium van bedrijven (REDstack, Hubert, FujiFilm, Magneto) met steun van de Provincie Friesland een proefinstallatie gerealiseerd op de Afsluitdijk, welke elektriciteit opwekt uit mengen van 200 m³/u IJsselmeerwater en 200 m³/u Waddenzee water. De proefinstallatie is operationeel, en de intentie is dat de bedrijven de komende jaren de technologie verder opschalen en op andere locaties beproeven. In aanpalende onderzoeksprojecten werken bedrijven aan bijvoorbeeld energieopslag (Aqua Battery).

Het vervolg

Als de opschaling succesvol verloopt levert Blue Energy een aanzienlijk potentieel in de duurzame energievoorziening in Nederland. Alleen al voor de Afsluitdijk bedraagt het technisch potentieel 450 MW op continue basis, ofwel het equivalent van de gemiddelde opbrengst van ca. 500 windturbines op land. Het potentieel wereldwijd is geschat op het 2000-voudige.

FIGUUR | PROEF-
FABRIEK BLUE ENERGY,
AFSLUITDIJK
(WINNAAR NATIONAAL
ICOON 2016)
BRON: EZ



Grondstoffen

Zuivering van (afval)water en terugwinning van grondstoffen kunnen hand in hand gaan. Dat kan bij drinkwaterzuivering, communale afvalwaterbehandeling, industrie en landbouw. In waterzuiveringsinstallaties kan uit afvalwater en zuiverings-slib stikstof, fosfaat en kalium worden teruggewonnen. De herwonnen nutriënten kunnen vervolgens worden ingezet in de kunstmestindustrie, veevoederindustrie en andere industrieën om zodoende de nutriëntenkringloop te sluiten. Andere grondstoffen waar onderzoek naar wordt gedaan in het kader van recycling uit water- en slibstromen zijn cellulose, vetzuren voor bioplastics, alginaat en biomassa³. Op het gebied van drinkwater wordt onderzoek gedaan naar hoogwaardiger toepassingen van reststoffen (vooral kalk en ijzer).

Belangrijke uitdagingen zijn het creëren van processen, producten en voorwaarden die goed aansluiten bij de afzetmarkt en kunnen concurreren tegen de productie van primaire grondstoffen. Hierin speelt het afstemmen van de technieken op de kwaliteit die de markt vraagt en daarmee het vergroten van de rendabiliteit van huidige business cases een belangrijke rol. Ook het kwantificeren en kwalificeren van afval(water) stromen waarin potentieel herwinbare grondstoffen zich bevinden, is gewenst.

De beoogde samenwerkingspartners zijn – naast de watersector zelf – te vinden in de voedingsmiddelenindustrie, kunstmestindustrie, chemische industrie, landbouw en veeteelt.

Water

De beschikbaarheid van water op de gewenste plaats en op het gewenste moment, wordt in de toekomst minder vanzelfsprekend. Dit betekent dat sectoren die nu afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van water, zoals de land- en tuinbouw en industrie, zich daar op voorbereiden. Dit kan door een efficiënter gebruik, opslag en recirculatie van water, maar ook in aanvulling daar op, door een grotere voorspelbaarheid van neerslag in combinatie met het gebruik in de tijd. Ondergrondse berging van water vormt een krachtige optie.

De restproductie van water in de ene industrie kan als input dienen voor de andere industrie. Slimme technologieën waar vraag en aanbod van (rest)waterstromen met elkaar worden verbonden kunnen inspelen op de toenemende vraag naar (industrie)water. Uitdagingen hierbij zijn de opwerking van complexere stromen uit de industrie, het combineren met (terugwinning van) andere grondstoffen en de waardevolle toepassing van de eindproducten.

Combinaties van de watersector met spelers in diverse andere sectoren liggen voor de hand, waaronder tuinbouw, agri/food, industrie en energie.

³ Zie STOWA Onderzoeksprogramma grondstoffenwinning 2015 – 2017

CIRCULAIRE AANJAGERS | WAARDEVOLLE COMPONENTEN WINNEN UIT (AFVAL)WATER

De uitdaging

Vormgeven van een Circulaire Economie is niet eenvoudig, zeker is dat een integrale en conceptueel goed doordachte aanpak nodig is. Hoe kunnen we zorgen dat duurzaamheid en een gezonde economie hand in hand gaan? De watersector draagt zijn steentje bij, sterker nog, is in staat om zelfs een voortrekkersrol te nemen.

Resource recovery

Primair doel bij waterbehandeling is en blijft het bereiken van de gewenste kwaliteit van het water zelf. Steeds vaker wordt afval- of proceswater zover gereinigd dat hergebruik mogelijk is. Maar het gaat verder dan dat: we zijn ook steeds meer in staat om waardevolle componenten uit het water te winnen en deze te valoriseren. Voor de drinkwatersector is dit al meer dan twee decennia staande praktijk voor kalkkorrels (centrale ontharding) en ijzerslib (ontijzering van grondwater en coagulatieprocessen). AquaMinerals is indertijd speciaal voor dit doel opgericht (www.aquaminerals.com). Waterschappen zetten naast energie sterk in op (onderzoek naar) terugwinnen van componenten als struviet, alginaat, cellulose en biopolymeren. In dit kader hebben de waterschappen een gezamenlijk platform gesticht, de Energie en Grondstoffen Fabriek (www.egf.nl).

Onderzoek en ontwikkeling met de Topsector Water

Tegen de dertig deelnemers – waarvan de helft waterschappen – werken via een reeks PPS-projecten samen als 'circulaire aanjagers' binnen TKI Watertechnologie. De projecten vertonen een breed palet van opties rondom Resource Recovery. Voorbeelden uitgaande van afvalwater zijn winning van struviet cq. fosfaat, winnen van eiwitten (cyanofycine uit urine; biosynthese met ammonium uit afvalwater) en winnen van metalen uit zuiveringsslib. Vanuit de drinkwatersector is de ontwikkeling van een filtermedium gebaseerd op ijzerslib zeer interessant. Het product is onder meer onderzocht voor ontzwaveling van biogas en verwijdering van fosfaat uit afvalwater.

Het vervolg

De weg van onderzoek naar toepassing kan lang zijn. Commerciële toepassingen met ijzerslib, kalkpellets en struviet zijn al realiteit, met cellulose en alginaat zijn nabij. En we zien verschillende krachtige kandidaten in de ontwikkelfase. Dit biedt een goede basis voor onze internationale voortrekkersrol, passend bij het motto dat het NWP gekozen heeft voor onze internationale profilering: Reduce – Reuse – Recover.



FIGUUR | STRUVIETWINNING, AMSTERDAM-WEST (BRON: WATERNET)

3.2 Innovatiethema: Smart water systems

Water vormt in steden het zenuwstelsel met sterke verbindingen naar de burger en is daarom bij uitstek een sector waar onderzoek en innovatie de samenleving ten goede komt. Veel perspectief is er voor innovaties op het grensvlak van de fysieke en digitale wereld. Sensoren en modellen die steden slimmer maken in hun dienstverlening aan de burgers en die burgers beter betrekken bij de vormgeving en het beheer van hun omgeving. Dit moet bijdragen aan de leefbaarheid, minder watervervuiling, efficiënter gebruik van water en energie en terugwinning en hergebruik van grondstoffen. Dit laatste draagt bij aan de circulaire economie.

Dit innovatiethema beoogt het inzetten van een scala van aanpalende, met name, ICT- technologieën voor een zo efficiënt en effectief mogelijk gebruik van water(zuiverings)-technologieën. Het verbinden van deze technologie met watertechnologische kennis versterkt de 'competitive edge' van technologie-aanbieders en levert voor eindgebruikers goedkopere, duurzamere en/of geïntegreerde technologieën op.

Het thema benut ICT-innovaties bij de ontwikkeling en implementatie van slimme wateroplossingen en -diensten. Voorbeelden zijn serious gaming, human sensors en citizen science voor een betere betrokkenheid en communicatie met de burger.

INNOVATIETHEMA: SMART WATER SYSTEMS		
MAATSCHAPPELIJKE UITDAGINGEN <ul style="list-style-type: none"> • Klimaat en water • Circulaire economie 	SLEUTELTECHNOLOGIËN <ul style="list-style-type: none"> • ICT • Micro- en nano-elektronica • Meet- en detectietechnologie 	KENNISTHEMA'S <ul style="list-style-type: none"> • Drinkwater en industriewater • Afvalwaterbehandeling • Winning van energie • Sensoring & control • Watersystemen en kringlopen

Design

De conceptuele inrichting van de stedelijke waterketen is zelf onderwerp van onderzoek en innovatie, mede gedreven door het sluiten van kringlopen. In de praktijk zal een optimale inrichting van de stedelijke waterketen naar verwachting vaker tot lokaal maatwerk leiden. Wat universeel geldt, is het streven naar een 'smart' ontwerp van de water-informatieketen. Het gaat dan om meten aan waterstromen; verwerken en analyseren van de data; gebruik van modellen voor inzichtelijk maken van issues; technische oplossingsrichtingen; monitoren of de geboden oplossing werkt.

Eén van de issues kan zijn het meten en gericht aanpakken van de zogenaamde emerging substances (bestrijdingsmiddelen, resten van geneesmiddelen voor mens en dier, nanodeeltjes, microplastics, personal care products, etc.) op de meest efficiënte en effectieve plaats in de watercyclus met de juiste technologie. Een oplossing hiervoor zou kunnen liggen in toegesneden inzet van decentrale (kleinschalige) waterbehandelingsinstallaties.

De doelstelling is om te komen tot:

- optimaal ontwerp van de bovenbeschreven keten om zo (kosten)efficiënt mogelijk systemen voor data-acquisitie optimaal in te richten;
- op gebruikersvriendelijke manier data te transformeren in relevante informatie.

DRINKWATER IN DE DELTA | TECHNOLOGIE VAN WERELDFAAM

De uitdaging

De Nederlandse drinkwatervoorziening mag van hoogstaande kwaliteit zijn en een grote leveringszekerheid kennen, dat betekent niet dat we geheel zorgeloos zijn. Drinkwaterbronnen zijn kwetsbaar, denk maar aan recente lozingen van pyrazol en GenX in rivierwater, belasting van grondwater met resten van bestrijdingsmiddelen, maar ook van nature voorkomende elementen als arseen. En hoe houden we de kwaliteit in het distributiesysteem op orde, en niet te vergeten het distributiesysteem zelf? Verder, in een brede context stelt de drinkwatersector zich continu de vraag 'kan het duurzamer?'.

Drinkwater in de delta

In Nederland produceren we rond 60 procent van het drinkwater uit grondwater, de overige 40 procent uit oppervlaktewater en oeverfiltraat. Bij drinkwaterzuivering geldt tot nu toe als regel dat bron en zuiveringsproces een op een aan elkaar zijn gekoppeld. Via een net van ca. 120.000 km wordt het water gedistribueerd naar de afnemers. Delen van dit distributienet zijn inmiddels meer dan tachtig jaar oud. Onderhoud en vervanging zijn belangrijke vraagstukken, niet alleen omwille van kosten maar zeker ook in relatie tot overlast door graafwerkzaamheden.

Onderzoek en ontwikkeling met de Topsector Water

Alle drinkwaterbedrijven participeren samen met het bedrijfsleven in een of meer PPS-projecten van TKI Watertechnologie. Een kleine bloemlezing laat zien dat het om een breed scala van onderwerpen gaat: (1) Zuiveringstechnologie (UV-bestraling in combinatie met waterstofperoxide, ionenwisseling met keramische membraanfiltratie, RO-membraanfiltratie, oxydatie en adsorptie) en (2) Distributie (sensoren in en om het netwerk, re-lining van leidingen, een vrijzwemmende inspectierobot en analyse van big data).

Van meerdere projecten zien we de resultaten al terug op praktijkschaal. In de jacht naar circulaire oplossingen wordt uit kalkpellets, een bijproduct van de centrale ontharding, nieuw entmateriaal gemaakt voor de onthardingsreactoren. Een ander voorbeeld is het multi-source concept, waarmee Oasen beoogt met een centrale zuiveringsstap flexibel te worden om vanuit verschillende bronnen drinkwater te kunnen maken. Dit zou tevens een weg openen naar een meer lokale drinkwatervoorziening. In deze PPS werken onder meer drinkwaterbedrijf en waterschap samen.

Het vervolg

Resultaten van onderzoek en ontwikkeling helpen de Nederlandse drinkwaterpraktijk en bieden nieuwe kansen voor het bedrijfsleven. En sterke referenties in de thuishaven vormen nu eenmaal een goede basis voor internationaal vermarkten door het bedrijfsleven.



FOTO LINKS: THE CALCITE FACTORY; TERUGWINNEN VAN ENTMATERIAAL VOOR ONTHARDING, AMSTERDAM (MEDEWINNAAR IWA AWARD RESOURCE RECOVERY 2015) (BRON: WATERNET); FOTO RECHTS: PROEFHAL OASEN VOOR MULTI-SOURCE DRINKWATERZUIVERING, KAMERIK (BRON: OASEN)

Monitoring

Slimme en snelle detectiemethoden, zelflerende netwerken van sensors en soft sensors, alarmeringssystemen op basis van data mining algoritmes (zowel fore-casting als back-casting), zijn onmisbaar voor de veiligheid in de waterketen, zeker als deze meer, vaker decentraal en hoogwaardiger, geïntegreerd wordt in de circulaire economie. Ook voor slim en robuust onderhoud en beheer van de assets, voor decentrale aanpak van vervuilingbronnen, voor verdergaande optimalisatie van de efficiëntie van het systeem, voor het mogelijk maken van communicatie-, mitigatie- en economische strategieën (bijvoorbeeld het principe van 'de vervuiler betaalt') zijn innovatieve technologieën voor monitoring en control essentieel.

Voorbeelden van innovatieve monitoring in de watersector zijn airborne sensing (denk aan satellieten, drones), zelflerende systemen in relatie tot supercomputing voor watervoorziening als onderdeel van urban farming, genoom-gebaseerde detectiemethoden voor microbiologische fingerprinting, snelle geavanceerde detectiemethoden van waterstroming, waterkwaliteit en materiaaleigenschappen die gebaseerd zijn op licht (bijvoorbeeld lasertechnologie voor proceskarakterisering), geluid (bijvoorbeeld akoestische signaalverwerking voor pijpspectie), warmte (bijvoorbeeld in glasvezelkabels voor bepaling grondwaterstroming), elektrische geleiding (bijvoorbeeld de coax-sensor voor waterkwaliteitsmeting), etc.

Doel is om te komen tot:

- Controleerbare en snellere, kwantificeerbare monitoring voor veilige en betrouwbare watervoorziening, in geïntegreerde (de)centrale oplossingen voor verdergaande verduurzaming;
- Rationalisering en optimalisering van (op afstand) monitoring, onderhoud en beheer van de infrastructuur;
- Het vertalen van hoogwaardige data gebaseerde technologie naar toepassing in de watersector en daarmee het vergroten van de markt voor aanbieders van hoogwaardige en innovatieve monitoring- en controlsystemen.

Services

Toepassing van de zich snel ontwikkelende technologie – ICT inbegrepen – verlangt veel kennis, die bij de gebruiker lang niet altijd in voldoende mate aanwezig is. Dit vormt een belangrijke drijfveer voor de markt van watergerelateerde dienstverleners, met name als de aard van de diensten buiten de kernactiviteiten van de gebruiker ligt. Een andere motivator vormt de transitie naar een circulaire economie, waarin 'circular by design' het centrale motto is; de economie waar 'gebruik' prevaleert boven 'verbruik'. Dit vormt een bron van nieuwe vormen van dienstverlening en van de bijpassende verdienmodellen.

Enkele voorbeelden van reeds bestaande dienstverlening in de watersector zijn gebaseerd op:

- Meteorologische data ten behoeve van de sturing van waterafvoer via riolering en watergangen
- Apps waarmee burgers zelf hun water- en energieverbruik kunnen volgen
- 'Climate services' waarmee eindgebruikers op maat geadviseerd worden over de water gerelateerde risico's van klimaatverandering
- Satellietdata die worden aangeboden voor GIS-applicaties, bijvoorbeeld om bodemzetting te volgen (denk aan de interactie met ondergrondse leidingen)
- Digitale Delta, beschikbaar stellen van actuele meetgegevens om de burger/gebruiker meer informatie en service te bieden
- Een breed spectrum van adviesdiensten van ingenieursbureaus

Een bredere vorm van dienstverlening vormt watervoorziening via DBFO-contracten, waarin een palet van diensten is gecombineerd in de vorm van een totaalpakket van levering 'water op maat'. Nieuwe toepassingspotentieel dient zich aan, onder andere in het buitenland.

De doelstellingen zijn:

- Optimaal bedienen van eindgebruikers via verbetering van de efficiëntie, versterking van de interactie met burgers;
- Vergroten van de markt voor dienstverleners, afkomstig van zowel de watersector zelf als andere sectoren (denk aan toepassing van nieuwe technologie rondom airborne monitoring, robotica);
- Profileren van hoogwaardige referenties die bijdragen aan het ontwikkelen van een circulaire economie.

Betrokken partijen

Kennisintensieve partijen als technologie-aanbieders (ontwikkelaars en producenten) worden bij voorkeur gekoppeld aan eindgebruikers vanuit de watersector om een nieuwe technologie te ontsluiten voor de watersector. Naast deze vraagsturing kan het zijn dat voor de eindgebruikers in de watersector geheel nieuwe technologie leidt tot onvoorziene (en dus nog niet gevraagde) toepassingen in de bedrijfsvoering. Denk aan ontwikkelingen rondom robotica, drones en 3D-printing.

Dienstverlening – als eigenstandig verdienmodel of geïntegreerd met de levering van producten – kent een grote reikwijdte. Het aantal betrokken partijen is daarom ook groot, temeer omdat het groeipotentieel op dit vlak aanzienlijk is.

Zonder limiterend te zijn noemen we als betrokken partijen: dienstverleners in de ICT-branche, ingenieursbureaus, leveranciers van water-op-maat, organisatieadviesbureaus, kennisorganisaties en eindgebruikers. Daarnaast is de cross-sectorale samenwerking met HTSM een zeer voor de hand liggende in dit innovatiethema.

3.3 Innovatiethema: Sustainable cities

Steden zijn steeds meer een thuisbasis voor velen. Wereldwijd zijn er meer dan 400 steden met meer dan 1 miljoen inwoners en 23 megasteden (steden met meer dan 10 miljoen inwoners). Steden zijn geconcentreerde centra van productie, consumptie en afval. Dit creëert een enorme druk op de watervoorziening, energievoorziening en afvalwaterzuivering, maar ook op de natuur en leefomgeving zelf, onder andere via vervuiling van bodem, lucht en water. Steden worden daarom enerzijds steeds meer afhankelijk van het platteland voor de levering van onder andere water, bouwmaterialen. Anderzijds leidt dit tot initiatieven om meer zelfvoorzienend te kunnen zijn door efficiënt om te gaan met water, energie en grondstoffen.

De roep van burgers om een prettige, veilige en gezonde stedelijke leefomgeving wordt sterker. Dit vraagt om nieuwe concepten waarin waterbeheer, waternotechnologie, grondstofstromen, infrastructuur en energie bij elkaar komen. Wereldwijd is een transitie gaande van sectorale stedenbouw naar integrale (cross-sectorale) ruimtelijke planning en ontwerp: de duurzame stad. Een duurzame stad is een stad ontworpen met aandacht voor de milieu-impact, en met inwoners die gebruik van energie, water en voedsel minimaliseren, uitstoot van afval en broeikasgassen beperken, en watervervuiling minimaliseren. Een duurzame stad hergebruikt water en afvalstoffen, doet een beperkt beroep op de omgeving voor haar voedselvoorziening, en maakt gebruik van duurzame energie. Een duurzame stad heeft een minimale bijdrage aan klimaatverandering doordat ze klimaatneutraal is, en is klimaatbestendig, zowel 'rainproof' als waterbestendig.

Vanuit het perspectief van waternotechnologie zijn het Urban Water Cycle concept, een innovatieve infrastructuur en slim assetmanagement pijlers voor de duurzame stad.

INNOVATIETHEMA: SUSTAINABLE CITIES		
MAATSCHAPPELIJKE UITDAGINGEN <ul style="list-style-type: none"> • Klimaat en water • Energie en CO2 • Gezondheid en zorg • Landbouw en voeding • Circulaire economie 	SLEUTELTECHNOLOGIËN <ul style="list-style-type: none"> • Geavanceerde materialen • Biotechnologie • Meet- en detectietechnologie • Elektrochemische conversie en materialen • Micro- en nano-elektronica 	KENNISTHEMA'S <ul style="list-style-type: none"> • Drinkwater en industriewater • Afvalwaterbehandeling • Transport en opslag • Terugwinning van mineralen (nutriënten en hergebruik van reststoffen) • Winning van energie • Sensoring & control • Watersystemen en kringlopen

Urban Water Cycle

In het Urban Water Cycle-concept wordt drinkwatervoorziening, afvalwaterbehandeling, en waterbeheer op een geïntegreerde manier opgepakt. De relatie is gelegd met energie en afvalstoffen. Daardoor biedt dit concept alle mogelijkheden om een duurzame stad vorm te geven: waterkringlopen worden geoptimaliseerd, en indien nodig gesloten. Daarmee kan water worden hergebruikt. Waardevolle stoffen worden uit het water (terug)gewonnen, en ook energie wordt uit het water teruggewonnen. De milieu-impact van alle wateractiviteiten wordt geminimaliseerd. Door terugwinnen van grondstoffen en energie wordt extra waarde gecreëerd in de watercyclus. Terugwinnen van stoffen (nutriënten) legt de verbinding met initiatieven met urban farming, wat erg in opkomst is wereldwijd. Een goed werkend stedelijk watersysteem heeft tevens impact op aspecten van volksgezondheid (hygiëne, hittestress, voorkomen van zoönosen, etcetera).

Belangrijke onderwerpen om uit te werken zijn:

- Ontwikkeling van transitiepaden naar duurzame ontwikkeling van steden
- Integrale afwegingsinstrumenten (DSS'en) voor water(kwaliteits)problemen in steden
- Tools voor het ontwikkelen van duurzame waterkringlopen
- Tools om maatregelen op het gebied van klimaatadaptatie en mitigatie aan te sluiten op ruimtelijke planvorming/stadsplanning (gidsmodellen).
- Ontwikkeling van nieuwe businessmodellen voor bedrijven en overheden met betrekking tot economische/financiële haalbaarheid van investeringen
- Ontwikkelen van living labs in (delta)steden voor het testen van nieuwe concepten, instrumenten en technologieën.
- Ontwikkeling van concepten en methoden voor omgaan met relaties tussen de uitdagingen op het gebied water, energie en voedselproductie (de WEF NEXUS).

Infrastructuur en assetmanagement

Een duurzame stad kan flexibel inspelen op de uitdagingen van klimaatverandering (wateroverlast en wateronderlast), verouderende infra, veranderend gebruik en regelgeving, en kan optimaal gebruik maken van de kansen die deze veranderingen bieden voor innovaties in de stad. De infrastructuur is waterbestendig en kan intensieve regenbuien goed verwerken. Verbeterde neersluginformatie/-verwachting levert daar een belangrijke bijdrage aan. De relatie tussen (extreme) neerslag en waterkwaliteit is bekend en wordt gebruikt om de ecologie van het watersysteem in de stad te versterken. Waterberging en 'sustainable urban drainage systems' zijn geïntegreerd in het watermanagement van de duurzame stad.

Om de transitie te maken van de 'klassieke stad' naar de duurzame stad zijn slimme vervangingsprogramma's nodig of slimme oplossingen voor herstel van waterinfrastructuur: steden worden geconfronteerd met een vervangingsgolf/vernieuwingsopgave aan rioleringen en drinkwaterleidingen. Kunst is om in de drukke ondergrond een robuuste inrichting te kiezen die de

kwetsbaarheid reduceert, en om innovaties toe te passen teneinde prestaties te vergroten en risico's en kosten te reduceren.

In het onderhoud van de systemen worden nieuwe methoden toegepast om conditie van de assets real time paraat te hebben en te verbinden aan de actuele prestaties en risico's, en aan handelingsperspectieven. Slim monitoren met gebruik van de juiste sensoren draagt daaraan bij.

Belangrijke onderwerpen om uit te werken zijn:

- Beter begrip van de relevante faalmechanismen en de ontwikkeling van methoden om het optreden daarvan in vroegtijdig stadium te kunnen detecteren.
- Het kwantificeren van de gevolgen van falen van de infrastructuur, deze gevolgen zijn velerlei: gezondheidsrisico's, materiële schade aan publiek en privébezit, economische schade onder andere ten gevolg van een aantasting van het service niveau.
- Ontwikkeling van nieuwe methoden en instrumenten voor levenscyclusanalyse (LCA) cq. maatschappelijke-kosten-batenanalyse (MKBA).
- Ontwikkeling van monitoringmethoden en technieken ter bepaling van de fysieke toestand van de stedelijke infrastructuur.
- Inrichten van proeftuinen (living labs) voor uittesten van nieuwe technologieën (inclusief relining technieken) op verschillende schaalniveaus.

Bij beide subthema's – urban water cycle en infrastructuur – speelt schaalgrootte van de voorzieningen een belangrijke rol. Enerzijds heeft werken op een grote schaal efficiëntievoordelen, aan de andere kant heeft de geschiedenis ons geleerd dat grootschalige infrastructuur zeer inflexibel is. Een aantal autonome ontwikkelingen (klimaatverandering, demografische en sociale ontwikkelingen) vraagt om systemen die relatief makkelijk zijn aan te passen aan veranderende omstandigheden. Dit laatste is eenvoudiger realiseerbaar met kleinschalige systemen, op wijk of buurniveau, die tevens het voordeel bieden dat nieuwe technologische ontwikkelingen gemakkelijk zijn in te passen.

(Cross) sectorale verbanden en netwerkpartners

Er is bij beide subthema's ook een sterke relatie met de deltatechnologiesector, die zich primair richt op (grond)waterbeheer (waterbalansen, waterbeschikbaarheid, wateroverlast, waterveiligheid) en gebruik van de ondergrondse ruimte en bodemdaling. Het goed op elkaar af stemmen van de kleine watercyclus en het (grond)waterbeheer kan grote meerwaarde opleveren. Ook op het gebied van (leidingen)infrastructuur en assetmanagement biedt nauwe samenwerking kansen.

Deze meerwaarde zit in de integrale oplossingen die geboden kunnen worden, maar zeker ook in de marktkansen voor Nederlandse bedrijven. Bedrijven die actief zijn in beide sectoren kunnen van elkaars kennis en (inter)nationale netwerk profiteren

Beoogde samenwerkingspartners zijn verder onder meer decentrale overheden, infra- en netbeheerders, nutsbedrijven, stadsontwikkelaars, ingenieursbureaus, GWW-bedrijven, en installatiebedrijven.

Ook verbindingen met de HTSM-ICT sector (big data), sensorleveranciers kunnen worden versterkt.

4 Aanpak onderzoeksagenda

4.1 Vraaggestuurde kennisontwikkeling via universiteiten en kennisinstellingen

Voor een excellente kennisbasis zet de watertechnologiesector in op het combineren van commerciële en maatschappelijke vraagsturing en op een mix van fundamenteel en toegepast onderzoek.

- Fundamentele kennis wordt ontwikkeld via NWO, NWO-TTW en individuele universiteiten. NWO geeft dit vorm in verschillende onderzoeksprogramma's waarvoor calls voor voorstellen worden uitgezet bij universiteiten. TTW geeft de kennisontwikkeling vorm in publiek-private samenwerking via onder meer Perspectief- en Partnershipprogramma's en in strategisch programmeren (topsectoren en NWA).
- Binnen Wetsus wordt toepassingsgericht wetenschappelijk onderzoek verricht op grond van een combinatie van maatschappelijke en commerciële vraagsturing. Onderdeel van het Wetsusprogramma is samenwerking met NWO, via NWO-Wetsus calls⁴.
- Toegepast onderzoek dat door bedrijven wordt uitgezet met oriëntatie op marktkansen via, Deltares, TNO en CEW, de zogenaamde industriële of commerciële vraagsturing.
- Vraagsturing vanuit de maatschappelijke behoefte via publieke eindgebruikers zoals waterschappen en private eindgebruikers met een nutsfunctie zoals drinkwaterbedrijven, en die wordt georganiseerd door KWR en STOWA, maar ook door Deltares en TNO: de zogenaamde maatschappelijke vraagsturing.

4.2 Onderzoek in PPS-verband: TKI Watertechnologie

In het Kennis-en Innovatiecontract 2018-2019 wordt afgesproken welke inzet private en publieke partijen plegen op de maatschappelijke uitdagingen en sleuteltechnologieën.

Een deel van deze samenwerking krijgt zijn beslag in het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) dat een deelverzameling samenbrengt. In het TKI komen al die initiatieven uit het innovatiecontract samen waarin bedrijven en kennisinstellingen gezamenlijk investeren en nieuwe projecten opzetten. Het TKI heeft een belangrijke functie om de onderzoeks- en innovatie-inspanningen goed op elkaar af te stemmen en te verbinden met andere initiatieven uit regio's en Europese programma's. Het TKI Watertechnologie is een open samenwerkingsverband voor publiek-private samenwerkingsprojecten op het gebied van watertechnologie.

Binnen het TKI werd een groot aantal lopende onderzoeksprojecten gebundeld. Dit vormt de grondslag voor de hefboom die vanuit het Ministerie van EZ op publiek-private samenwerking wordt gezet in de vorm van PPS-toeslag. Op basis van deze PPS-toeslag worden nieuwe projecten opgestart waarvoor een private inleg moet worden gerealiseerd.

⁴ Topsector Water, NWO en Wetsus hebben besloten om het hoogstaande watertechnologie-onderzoek voor de toekomst, ten gunste van maatschappelijke uitdagingen én verdienvermogen, te versterken door een verbinding aan te gaan tussen NWO en Wetsus. In deze samenwerking wordt de ervaring van NWO met onafhankelijke selectie en beoordeling van hoogkwalitatief academisch onderzoek gekoppeld aan de Wetsus kwaliteit om excellent watertechnologie-onderzoek te verbinden met langdurig en hoogwaardig commitment vanuit de private sector (met name ook MKB). NWO en Wetsus zullen gezamenlijke onderzoekscalls inrichten, waarvan de omvang van NWO-zijde zal oplopen van € 0,5 miljoen per jaar in 2017-2020 tot € 2 miljoen per jaar vanaf 2021. Dit bedrag wordt verdubbeld met de private bijdrage, waar vanuit het onderzoek bij Wetsus wordt bekostigd. Hiermee wordt bijgedragen aan een structurele verbinding van de sterke waarden van de Technologische Top Instututen met de reguliere kennisinfrastructuur. Deze samenwerking is op zichzelf evenzeer als een grote structurele PPS-samenwerking te kenschetsen, gericht op het borgen van fundamenteel doorbraakonderzoek voor bedrijven in de watersector.

De thematiek van de Kennis- en Innovatieagenda en de vertaling naar PPS-projecten wordt in het TKI uitgewerkt en goedgekeurd door de Programmaraad en het Bestuur van TKI Watertechnologie. Deze hebben een samenstelling die de diverse stakeholders in de sector goed representeren.

TABEL | SAMENSTELLING TKI-BESTUUR EN PROGRAMMARAAD

BESTUUR TKI WATERTECHNOLOGIE					
BEDRIJFSLEVEN	EINDGEBRUIKERS	KENNISINSTELLINGEN	OVERHEID	OVERIG	SECRETARIAAT
Esther Bosman (RHDHV)	Roelof Kruize (Waternet, vz)	Cees Buisman (Wetsus)	Anne Reitsma (MinEZ)	Lennart Silvis (NWP)	Anne Mathilde Hummelen (KWR)
Rob Heim	Luc Kohsiek (HHNK)	Wim van Vierssen (KWR)	vacant (MinlenM)		Albert Bosma (Wetsus)
		vacant (NWO)			

PROGRAMMARAAD TKI WATERTECHNOLOGIE		
KENNISINSTELLINGEN	OVERHEID	SECRETARIAAT
Jan Peter van der Hoek (TUD/Waternet, vz)	Anne Reitsma (MinEZ)	Bart Schalkwijk (KWR)
Hans Vissers (Deltares)	Maurice Luijten (RVO)	
Jos Boere (KWR)		
Jan Post (Wetsus)		
Joost Buntsma (Stowa)		
Raymond Creusen (TNO)		
Bernard Westerop (NWO)		
Cor de Boer (NWO-TTW)		

4.3 Lange termijn continuïteit Wetsus

In het Regeerakkoord 2017-2021 beschrijven de coalitiepartners hun plannen om te investeren in onderzoek en innovatie (paragraaf 2.4 Economie, innovatiebeleid en vestigingsklimaat). “Daar hoort een goed vestigingsklimaat bij voor de bedrijven en onderzoekers die ook echt iets toevoegen aan onze economie en samenleving. Het nieuwe kabinet wil 200 miljoen euro per jaar in fundamenteel onderzoek investeren. Daarnaast komt 200 miljoen euro per jaar extra beschikbaar voor toegepast onderzoek. Onderdeel daarvan is een extra investering bij grote technologische instituten die aantoonbaar aan marktbehoeften tegemoet komen en publiek-private samenwerking bij universiteiten en hogescholen met focus op bèta en techniek. Het topsectorenbeleid, gericht op samenwerking van bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid zal sterker worden gefocust op de economische kansen die de volgende drie grote maatschappelijke thema’s bieden: energietransitie/duurzaamheid; landbouw/water/voedsel; en quantum/hightech/nano/fotonica.”

Wetsus is in 2003 opgericht als technologisch topinstituut voor watertechnologie en heeft sindsdien zijn meerwaarde bewezen in het koppelen van excellent en vernieuwend watertechnologie-onderzoek aan langdurig en hoogwaardig privaat commitment en vraagsturing. Het bestuur van TKI Watertechnologie onderstreept dat de meerwaarde van Wetsus behouden moet blijven voor de Nederlandse watertechnologiesector. In het bijzonder is aandacht nodig voor de lange termijn continuïteit van Wetsus en de financiering na 2020, onder andere via de samenwerking met NWO.

4.4 Van onderzoek naar valorisatie in PPS-verband: Allied Waters

Allied Waters is een internationale publiek-private samenwerking gericht op het commercialiseren van game changing innovaties in de waterketen, met als oogmerk bij te dragen aan de circulaire

economie. Hiertoe werken kennisinstituten samen met ambitieuze ondernemingen, en fungeert de Nederlandse watersector als referentie. KWR is een van de kennispartners van Allied Waters en ziet dit als een waardevolle manier om wetenschap te vertalen naar de markt.

Binnen Allied Waters zijn collabs de motor achter onderzoek en innovatie. Collabs zijn zorgvuldig samengestelde teams, bestaande uit leden van een onderzoeksinstituut, een bedrijf en (optioneel) een eindgebruiker. Voorbeelden van collabs zijn SALutions en UPcycles. Het SALutions Collab is een eerste samenwerkingsverband van Allied Waters, gericht op het commercialiseren van ondergrondse waterberging (Subsurface Water Solutions, SWS). UPcycles staat voor hergebruik en 'upcycling' van reststoffen uit de (drink)waterzuivering.

4.5 **Verbinding met mkb via WatercoalitieNL**

Het doel van het TKI Watertechnologie is om vraaggestuurde kennisontwikkeling en innovatie op het gebied van watertechnologie te bevorderen. Dit om uiteindelijk een kortere 'time-to-market' te realiseren voor commerciële toepassingen en lagere kosten voor maatschappelijke eindgebruikers. Ook richt het TKI Watertechnologie zich op het stimuleren van samenwerking in de waterketen om tot een hogere efficiëntie van de ingezette middelen te bewerkstelligen. Gestuurd wordt op privaat-publieke samenwerking in de 'gouden driehoek', bedrijfsleven – wetenschap – overheid.

Afgelopen jaren is er vanuit TKI Watertechnologie succesvol gewerkt aan deze doelstellingen. Na de opstart eind 2012 is het TKI snel gegroeid in omvang en aantal betrokken partijen. Er zijn belangrijke stappen gezet in het bij elkaar brengen van de vele partijen in de watertechnologiesector en het aanbrengen van focus en afstemming in kennisontwikkeling en innovatie. Dit blijkt uit de vele projecten die zijn gestart waarin onderzoeksorganisaties en het bedrijfsleven samen kennis ontwikkelen op de thema's 'smart water systems', 'resource efficiency', 'sustainable cities' en de vele innovatieve watertechnologieprojecten opgestart vanuit het MKB. Het merendeel van deze projecten betreft toegepast onderzoek en valorisatie (Technology Readiness Level 3 t/m 6). In enkele gevallen gaat het ook om fundamenteel onderzoek (Technology Readiness Level 1 en 2).

Tegelijkertijd blijkt het maken van de stap van 'kennis' en 'kunde' naar 'kassa' soms nog lastig te maken. Temeer omdat de watertechnologie sector een diversiteit aan eindgebruikers kent, en de water(technologie)keten op zichzelf relatief versnipperd is. Kennis- en innovatiethema's Daarom zet het TKI Watertechnologie de middelen voor Organiserend Vermogen in om enerzijds de Nederlandse watertechnologiesector in contact te brengen met verschillende groepen eindgebruikers (cross-sectoraal), en anderzijds om de water(technologie)keten zodanig te organiseren dat slimme en nieuwe publiek-private samenwerkingen ontstaan.

NWP, Water Alliance en Envaqua – die met elkaar samenwerken in de WatercoalitieNL – coördineren en faciliteren een aantal thematische netwerken die nauw aansluiten bij de thema's in de Kennis- en Innovatieagenda van watertechnologie. Hieruit kunnen nieuwe projecten en nieuwe kennis ontstaan die bijdragen aan vraaggestuurde innovaties.

Referenties

- BBO/Grontmij (2012), Onderzoek economische betekenis Watertechnologie
- Dialogic (2017), Evaluatie topsectorenaanpak, in opdracht van Ministerie van Economische Zaken
- Ecorys (2016), Nederlandse Water Monitor, in opdracht van Topsector Water
- Intentieverklaring Delta-aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater tussen overheden, maatschappelijke organisaties en kennisinstituten, 16 november 2016
- Kernteam Export & Promotie Topsector Water (2017), Internationaliseringsstrategie Topsector Water en Maritiem 2017-2020, concept 22 juni 2017
- Ministerie van Economische Zaken, Energieagenda – Naar en CO2-arme energievoorziening
- Ministerie van Economische Zaken (2017), Two-pagers Kennis- en Innovatieagenda
- Ministerie van Economische Zaken (2017), Kamerbrief over evaluatie topsectorenaanpak 27 juli 2017
- OECD (2014), Water Governance in the Netherlands, Fit for the Future?
- STOWA (2015), Naar een onderzoeksprogramma grondstoffenwinning 2015-2017
- Taskforce Bouwagenda (2017), De bouwagenda, Bouwen aan de kwaliteit van leven
- VVD, CDA, D66 en ChristenUnie (2017), Vertrouwen in de toekomst, Regeerakkoord 2017 – 2021