



JAARVERSLAG 2019





STOWA in het kort

STOWA is het kennis- en innovatiecentrum voor de gezamenlijke regionale waterbeheerders in Nederland. STOWA verbindt de kennis- en innovatiebehoeftes van de waterbeheerders met leveranciers van die kennis en innovaties. Maar ook andersom: bedrijven, kennisinstellingen en universiteiten kunnen met hun ideeën voor innovaties en kennisontwikkeling bij STOWA terecht met de vraag of die voor de waterbeheerders bruikbaar kunnen zijn. STOWA vervult daarmee de rol van kennisplatform van en voor het regionale waterbeheer. Samen met leveranciers en gebruikers ontwikkelt, vergaart, verankert en implementeert STOWA de kennis die nodig is om de opgaven waar de regionale waterbeheerders voor staan goed, efficiënt en effectief te kunnen uitvoeren.

Inhoud

TEN GELEIDE | 5

ONDERZOEK EN ONTWIKKELING | 7

WATERVEILIGHEID | 9

Op orde brengen van regionale waterkeringen (ORK) | 10

Instandhouding primaire keringen (PIW) | 12

Kennisontwikkeling in samenhang met

wetenschappelijk onderzoek | 14

Innovatieve ontwikkelingen | 16

Kennis delen en verankeren | 18

Programma's volledig door anderen gefinancierd | 20

KLIMAATADAPTATIE | 23

De klimaatadaptieve stad | 25

Maatregelen en effecten inzichtelijk voor het lokale proces | 26

Kennisontwikkeling in samenhang met

wetenschappelijk onderzoek | 28

Een klimaatrobuust watersysteem | 31

Effecten op het watersysteem | 32

Effecten op de omgeving | 34

Maatregelen voor een robuust watersysteem | 36

Kennis delen en verankeren | 38

Programma's volledig door anderen gefinancierd | 40

WATERKWALITEIT | 43

Bronnen en routes | 45

Bronnen en routes van microverontreinigingen | 46

Beheermaatregelen | 49

Afvalwaterzuivering | 50

Kennis delen en verankeren | 52

Effecten op het watersysteem | 55

Ecologische systeemanalyse | 56

Effecten chemische stoffen | 58

Monitoring en maatregel-effectonderzoek | 60

Kennis delen en verankeren | 62

Risicogestuurd beheer en ontwikkeling van assets | 65

Ontwikkeling van risicogestuurd

assetmanagement | 66

ENERGIETRANSITIE | 69

Maatregelen op rioolwaterzuiveringsinstallaties | 70

Duurzame Energie uit watersystemen | 72

Programma's volledig door anderen gefinancierd | 74

CIRCULAIRE ECONOMIE | 77

Waterketen als grondstof voor circulaire

toepassingen | 78

Grondstoffenfabrieken | 80

OVER STOWA | 83

Mission statement | 83

Strategie | 83

Bestuur | 83

Medewerkers | 84

Samenwerking | 84

Kennisdeling en -ontsluiting | 86

Financiën | 88

Colofon | 90

Dit jaarverslag verschijnt zowel in gedrukte vorm als digitaal. In de digitale versie (zie: www.stowa.nl/jaarverslag2019) kunt u op de blauwonderstreepte domeinnamen of via icoontjes direct doorklikken naar achterliggende documenten.

DIRECT NAAR

WATERVEILIGHEID

PAGINA 9

KLIMAATADAPTATIE

PAGINA 23

WATERKWALITEIT

PAGINA 43

ENERGIETRANSITIE

PAGINA 69

CIRCULAIRE ECONOMIE

PAGINA 77

Ten geleide

Het werkveld van de waterbeheerders is volop in ontwikkeling als gevolg van belangrijke maatschappelijke vragen. De voor STOWA belangrijkste zijn terug te vinden in de vijf thema's die wij in 'Energie in Synergie - Strategienota 2019-2023' hebben geadresseerd: Waterveiligheid, Klimaatadaptatie, Waterkwaliteit, Energietransitie en Circulaire economie.

Voor al deze thema's is er voor de waterbeheerders, en dus voor STOWA, veel te doen. Het afgelopen jaar zijn er dan ook een groot aantal onderzoeksprojecten in gang gezet en ook afgerond. Een willekeurige greep:

Op het terrein van het thema Waterveiligheid is veel werk verzet ter voorbereiding van het Living Lab Hedwige- en Prosperpolder. Ook is een handleiding voor zogenaamde peer reviews ontwikkeld voor de invulling van de zorgplicht voor waterkeringen.

Voor het thema Waterkwaliteit is het Innovatieprogramma Verwijdering Microverontreinigingen een vooraanstaand traject. Binnen de elf onderscheiden programma's van de Kennisimpuls Waterkwaliteit wordt nieuwe kennis ontwikkeld en wordt bestaande kennis toegankelijk gemaakt.

Binnen het thema Klimaatadaptatie is gewerkt aan goede modelinstrumenten en de beschikbaarheid van data, zodat waterbeheerders efficiënte en doelmatige maatregelen kunnen treffen: Het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium, De Waterwijzers Landbouw en Natuur, Nieuwe neerslagstatistiek en de PerceelTool.

Binnen het thema Energietransitie zijn uiteenlopende activiteiten ontwikkeld: van een juridisch kader Aquathermie en het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden tot onderzoeken waarmee meer energie uit slib kan worden gewonnen.

Op het terrein van de Circulaire Economie heeft het onderzoek naar Kaumera een bruikbaar product opgeleverd en is de eerste productielocatie geopend.

STOWA heeft een aantal jaren geen jaarverslag uitgebracht. Door sommigen wordt dat omarmd en door anderen wordt dat betreurd. Zelf zijn het bestuur en de medewerkers van STOWA trots op het werk dat op zulke uiteenlopende terreinen is opgeleverd. Voor wie de behoefte heeft om te zien wat 2019 heeft gebracht, is dit jaarverslag opgesteld.

Het verslag bestaat uit twee onderdelen: de uitgebreide themagewijze toelichting op de activiteiten in 2019, en informatie over de organisatie (bestuur, medewerkers en werkwijze) en de laatste ontwikkelingen daarin.

Amersfoort, 20 juli 2020

[ir. Joost Buntsma](#)

Directeur

ONDERZOEK EN ONTWIKKELING

In 2019 heeft STOWA haar werkzaamheden gebaseerd op de thema's uit de Strategienota 20192023 'Energie in Synergie': Waterveiligheid, Klimaatadaptatie, Waterkwaliteit, Energietransitie en Circulaire economie.

Het thema Klimaatverandering is vanaf dit jaar gesplitst in de thema's Klimaatadaptatie en Energietransitie. Onder dit laatste thema vallen alle onderzoeken die als doel hebben de uitstoot van broeikasgasemissies te verminderen.

Op de volgende pagina's zijn de maatschappelijk thema's uitgewerkt in deel- en subthema's en voorzien van toelichtingen, voorbeeldprojecten en overzichten.



WATERVEILIGHEID

Het belang van de bescherming van ons land met dijken en duinen neemt door klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling alsmat toe. Met dijkversterkingen en ruimtelijke maatregelen willen waterbeheerders de veiligheid van burgers blijven waarborgen, ook op lange termijn. Om gericht te kunnen inspecteren, beheren en onderhouden moeten de beheerders op ieder moment inzicht hebben in de actuele sterkte van de waterkeringen. Samen met de waterschappen beantwoordt STOWA de vragen die het waterveiligheidsbeheer oproept.

STOWA heeft haar activiteiten in 2019 binnen dit maatschappelijke thema gericht op de volgende onderwerpen:

- Het op orde brengen van de regionale waterkeringen;
- Het in standhouden van de primaire keringen (professionalisering inspectie waterkeringen, kust en bekleding);
- Kennisontwikkeling in samenhang met wetenschappelijk onderzoek;
- Innovatieve ontwikkelingen op het gebied van dijkmonitoring, dijksterkteproeven en calamiteitenoefeningen;
- Kennisdelen en verankeren;
- Programma's volledig door anderen gefinancierd.

WATERVEILIGHEID

KLIMAATADAPTATIE

WATERKWALITEIT

ENERGIETRANSITIE

CIRCULAIRE ECONOMIE

Op orde brengen van regionale waterkeringen (ORK)

De dijkafschuiving bij Wilnis in 2003 leidde tot de eerste ‘Visie op de regionale waterkeringen’ (2004). Op basis van deze visie, die STOWA in 2016 in opdracht van IPO en UvW heeft herzien, startte in 2006 het ‘Ontwikkelingsprogramma Regionale waterKeringen’ (ORK). Dit langlopende programma is gericht op het optimaal beheren van regionale keringen, dat wil zeggen: in een dynamische ruimtelijke ordening, tegen de achtergrond van klimaatverandering en betaalbaar.

Op 31 december 2019 liep de derde fase van ORK af. Die bestond uit onderzoeksprojecten die vooral kennis en methoden opleverden waarmee dijkbeheerders beter snappen hoe dijken in elkaar steken. Hierdoor kunnen ze de regionale keringen ook beter toetsen. Twee voorbeelden:

- *Evaluatie droge zomer 2018:* STOWA heeft in beeld gebracht hoe de verschillende waterbeheerders zijn omgegaan met hun waterkeringen tijdens de droge zomer van 2018. Het rapport laat interessante verschillen zien en heeft ook waardevolle inzichten opgeleverd. Bijvoorbeeld dat het maaien van gras tot meer uitdroging leidt dan niet maaien. Waterschappen kunnen het nodige leren van elkaars praktijkervaringen. Dit is een goede reden om ook de kennis die bij volgende droge periodes wordt opgedaan vast te leggen en met elkaar te delen.
- *Historisch onderzoek veenkaden:* Dit onderzoek richtte zich op het verkrijgen van inzicht in gedrag en sterkte van veenkaden vanuit een historisch perspectief. Het onderzoek laat zien hoe Nederland in het verleden met keringen omging. Duidelijk wordt dat men eeuwen geleden al rekening hield met kwetsbaarheden als gevolg van droogte en nalatig onderhoud. Ook is het zinvol om oude topografische kaarten te gebruiken als inspecties van keringen steeds op dezelfde plek problemen laten zien. Mogelijk kunnen beheerders met de onderzoeksresultaten de dimensionering van de keringen beter optimaliseren.

Het toetsen en versterken van waterkeringen gaat uiteraard door. Door bodemdaling en klimaatverandering is de klassieke aanpak van dijkversterkingen in sommige gevallen niet meer toereikend of het wordt te kostbaar. Om stad en land goed te kunnen blijven bescher-

men zijn alternatieven nodig. Daarom besloten IPO en UvW om vanaf 1 januari 2020 te starten met ORK-IV. Ook dit programma zal uit meerdere onderzoeken bestaan, waarvan er enkele al in 2019 zijn begonnen, zoals:

- *Veiligheidsbenadering:* Een onderzoek naar de noodzaak om de veiligheidsbenadering voor de regionale keringen te herzien, met als centrale vraag: is er een manier te vinden om de veiligheid van de te beschermen gebieden op een doelmatige, uitlegbare en pragmatische wijze te bereiken? Het onderzoek moet uitmonden in een advies voor een toekomstige aanpak.
- *Kwalitatief toetsen:* De ontwikkeling van een methode waarmee het toetsen van keringen voor beheerders minder tijdrovend en kostbaar wordt. Bijvoorbeeld door de werkelijke situatie van een kering te vergelijken met het oorspronkelijke ontwerp en daarbij te letten op de mate en snelheid van achteruitgang (degradatie en afbraak). Een eerste studie, die inmiddels is afgerond, maakt duidelijk dat deze methode nuttig en bruikbaar is. De methode wordt verder uitgewerkt.

		meer info  rapport(ge)  presentaties  website 			
Afggeronde projecten					
Publicatie	Onderzoek				
	intern	Toetsen op degradatie			
	Rapport 2019-30	Historisch onderzoek veenkaden  			
	intern	Nut en noodzaak overstromingskansbenadering			
	intern	Handelingsperspectief bomen en bebouwing op dijken			
	intern	Bijsluiters Veenbox			
Rapport 2019-10	intern	Overzicht alternatieve materialen ten behoeve van dijkversterkingen			
		Evaluatie droge zomer 2018 Waterkeringen  			
Lopende projecten					
Afronding	Onderzoek				
	2020	Pilot Zwolle, gedifferentieerd normeren			
	2020	Pilot Alblasterwaard, systeemwerking en overstromingskansbenadering bij regionale keringen			
	2020	Pilot Heerhugowaard, overstromingskansbenadering			
	2020	Pilot om de heterogeniteit in bodemopbouw te verdisconteren in de berekeningen stabiliteit binnenwaarts			
2020		Besluitvorming over fundamentele keuzen ten aanzien van de faalkansbegroting			
Gestarte projecten					
Afronding	Onderzoek				
	2020-2022	Pilot satelliet monitoring verdroging veenkaden			
	2020-2021	Veiligheidsbenadering regionale keringen			
Bijeenkomsten in 2019					
28 februari		Workshop veiligheidsbenadering [niet openbaar]			
	13 juni	Kennisdag regionale keringen   			
	18 juli	Droogtedag			

Instandhouding primaire keringen (PIW)

Eind 2017 liep het tweede programma ‘Professionaliseren Inspecties Waterkeringen’ (PIW2.0) af. Dit programma, gericht op de inspectie van regionale en primaire waterkeringen, kreeg in 2018 een vervolg: PIW3.0. Naast het inspecteren van keringen richt ‘3.0’ zich ook op het leggen van de koppeling van inspectie naar beheer en onderhoud, oftewel het gehele proces van ‘instandhouding’. PIW staat nu voor ‘Professionaliseren Instandhouding Waterkeringen’. Het vervolgprogramma loopt tot eind 2022.

In 2019 stond PIW3.0 in het teken van verdere uitwerking van projecten die in 2018 zijn gestart. Ook is er gewerkt aan het delen en overdragen van kennis. Enkele resultaten:

- *NEN2767*: De Expertgroep Waterkeringen begon in het kader van risicogestuurd beheer en onderhoud aan de verbreding en verdieping van NEN2767 ‘Conditie­meting Gebouwde omgeving’. Deze bestaande bouwnorm bleek ook nuttig voor het beoordelen van waterkeringen, maar is daar te generiek voor. Aanpassingen moeten leiden tot een betere decompositie - hoe is de kering opgebouwd? - en een betere rubricering van de ernst van gebreken. Met de specifiekere standaard kunnen beheerders de toestand van waterkeringen beter beoordelen. De eerste resultaten worden in 2020 verwacht.
- *Actualisering DigiGids*: Aan deze gids, die is geactualiseerd op de thema’s asfaltbekledingen en steenbekledingen, zijn onder meer de klassengrenzen van een aantal inspectieparameters aangescherpt. Daarnaast zijn talrijke foto’s toegevoegd en ook is de gids op het onderdeel ‘bekledingen’ nu nog completer. Een en ander leidt tot nog meer verbetering van visuele inspecties.
- *Inspecteren met drones*: PIW faciliteerde tijdens de Nationale Dronedag op 5 november een workshop over de inzet van drones. Haroen Lemmers (Waternet) liet aan de vele belangstellenden zien hoe waterschappen drones kunnen inzetten bij het beheer en onderhoud van waterkeringen en waar hij bij de implementatie ervan binnen zijn organisatie tegenaan liep. PIW zal over dit onderwerp een themadag organiseren.

- *Kennisdag*: Op 21 maart organiseerde PIW namens STOWA de 16e editie van de ‘Kennisdag Inspectie Waterkeringen’. Thema was ‘Een Natje en een Droogje’, refererend naar de extreme omstandigheden van 2018. Ruim 320 deelnemers bespraken hoe men de waterkering in zowel natte als droge situaties in goede conditie kan houden.
- *Platform Waterkeringbeheer*: Dit platform, gefaciliteerd door PIW3.0, bestaat uit de afdelingshoofden van alle waterschappen en Rijkswaterstaat. Het platform kwam vier keer bijeen om verschillende onderwerpen en ontwikkelingen binnen de waterkeringwereld te bespreken.
- *Grasdagen*: In 2018 werd de ‘Handreiking grasbekleding’ opgeleverd. De landelijke grasregisseur, die deze handreiking nu permanent beheert, organiseerde in 2019 twee themadagen (‘Grasdagen’). Hierbij leerden de waterkeringbeheerders onder meer hoe ze de beoordeling van de grasbekleding moeten uitvoeren volgens de WBI-methode.

		meer info ⓘ rapport(ge) 🗺 presentaties 📄 website 🌐			
Publicatie		Aferonde projecten			
Presentatie		Onderzoek			
Rapport 2019-20		Presentatie nationale dronedag: Beheer en onderhoud en inspecties aan waterkeringen met drones ⓘ 🗺			
Rapport 2019-21		Analyse ILT-rapportages zorgplicht primaire waterkeringen ⓘ 🗺			
		Handreiking peer-reviews zorgplicht primaire waterkeringen ⓘ 🗺			
		Lopende projecten			
Afronding		Onderzoek			
Doorlopend		Grasregisseur en de Handreiking grasbekleding			
Doorlopend		Faciliteren Platform Waterkeringbeheer			
Doorlopend		Nieuwsbrieven			
		Gestarte projecten			
Afronding		Onderzoek			
2020		Werkgroep Decompositie Waterkering NEN2767			
2020		Koppeling DigiGids en beeldbank NEN2767			
		Bijeenkomsten in 2019			
9 januari		Kerngroepbijeenkomst Platform Waterkeringbeheer			
7 maart		3e Grasdag: Beoordeling grasbekleding dijken (WBI2017)			
21 maart		Kerngroepbijeenkomst Platform Waterkeringbeheer			
21 maart		16e Kennisdag Inspectie Waterkeringen ‘Een Natje en een Droogje’ ⓘ 📄 🗺			
26 maart		4e Grasdag: Beoordeling grasbekleding dijken (WBI2017)			
18 april		Bijeenkomst Platform Waterkeringbeheer in Zutphen			
22 mei		Werkdag soortenrijke, bloemrijke dijken			
5 juni		Dier- en dijkendag			
13 juni		Kerngroepbijeenkomst Platform Waterkeringbeheer			
26 september		Kerngroepbijeenkomst Platform Waterkeringbeheer			
30 oktober		Kerngroepbijeenkomst Platform Waterkeringbeheer			
28 en 29 november		24-uursessie Platform Waterkeringbeheer in het Wadden Afsluitdijk Center			

Kennisontwikkeling in samenhang met wetenschappelijk onderzoek

STOWA participeert in onderzoek van universiteiten met als doel wetenschappers en gebruikers samen te brengen rondom excellent technisch-wetenschappelijk onderzoek. Bij het thema Waterveiligheid is in dit kader deelgenomen aan meerdere onderzoeksprogramma's.

BRIGAIID

Dit vier jaar durende Europese programma was erop gericht om een brug te slaan tussen innovaties die zijn bedoeld om meer weerbaar te zijn bij overstromingen, droogtes en extreme weersomstandigheden, en de gebruikers ervan, de waterbeheerders. Dit leverde een drietal tools op, zoals:

- TIF: BRIGAIID ontwikkelde een methode voor het gereed-maken van innovaties voor de praktijk: het ‘Test and Implementation Framework (TIF)’. Tijdens een workshop op 14 februari 2019, speciaal voor de waterschappen, werden hiermee twee innovaties beoordeeld: de Droogte-scan, een hulpmiddel om de droogte van waterkeringen te scannen met behulp van satellietbeelden, en de Landingsbaan, een platform om bij wateroverlast als gevolg van extreem weer cruciale gegevens beschikbaar te stellen. Beide instrumenten dienen om waterbeheerders te ondersteunen bij beslissingen in calamiteuze situaties.

		meer info ⓘ rapport(ge) 🗨 presentaties 📄 website 🌐				
		Afgeronde projecten				
Publicatie	Onderzoek					
Website	BRIGAIID: innovaties voor schadereductie bij calamiteuze situaties	🌐				
		Lopende projecten				
Afronding	Onderzoek					
2022	All Risk: Reductie van onzekerheden bij de implementatie van nieuwe veiligheidsnormen HWBP					
2020	SAFE Levee: Verbeterde betrouwbaarheid van keringen door beter inzicht in (geotechnische) faalmechanismen en bresgroei					
2022	Piping in de praktijk: Ontwikkeling van een methode om piping onder rivierdijken te kunnen bepalen					
Lopend	Wiki noodmaatregelen: Validatie van maatregelen bij het bestrijden van zandmeevoerende wellen en alternatieve kunststof bekrammingen alsmede trainingen voor het Calamiteitenteam Waterkeringen (CTW) en bresdefender					
Lopend	Dijkbekledingen: Onderzoek naar de praktische toepasbaarheid van harde bekledingen (steen en asfalt) en grasbekledingen					
		Bijeenkomsten in 2019				
14 februari	BRIGAIID: Effectief innoveren in het waterbeheer					
24 juni	Asfaltdijkbekledingen op waterkeringen (besloten)					
27 september	All-Risk gebruikersdag					

Innovatieve ontwikkelingen

Kennis uit de praktijk biedt mogelijkheden voor vernieuwingen. Die komen bijvoorbeeld tot stand door kennisvragen die in de praktijk leven te delen met anderen en die samen op te lossen, of door naar innovatieve oplossingen te zoeken in een levensechte setting.

DIJKMONITORING

Het Netwerk Dijkmonitoring, dat STOWA samen met en voor beheerders en adviseurs in 2016 oprichtte, zorgt voor continuïteit in het ontwikkelingen en delen van kennis over de monitoring van dijken. Kennisdeling vindt onder meer plaats door *best practices* en ervaringen tijdens bijeenkomsten uit te wisselen in concrete en aansprekende cases. Die cases worden behandeld vanuit de invalshoek ‘zorgplicht’ en de aansluiting op het WBI. In 2019 organiseerde het netwerk meerdere bijeenkomsten, zoals:

- *Workshop ‘Toepassing geofysische metingen op dijken’*: Op deze workshop, gehouden op 2 april, kwam aan de orde hoe de resultaten van geofysische metingen kunnen worden gebruikt. Een aantal resultaten werd gedeeld.
- *Workshop ‘Dijkmonitoring en (data-driven) beoordeling: hoe dan?’*: Tijdens deze workshop, op 4 december, werd ingegaan op het hoe, wat en waarom van dijkmonitoring en ook hoe monitoringsgegevens kunnen worden toegepast bij de beoordeling van dijken.

DIJKSTERKTEPROEVEN EN CALAMITEITENOEFENINGEN

De komende jaren wordt in de Hedwige-Prosperpolder de oude Scheldedijk vervangen door een nieuwe ringdijk. Hierdoor ontstaat een uniek ‘Living Lab’ van zes vierkante kilometer, waar onder regie van STOWA en het Vlaamse Waterbouwkundig Laboratorium (WL) praktijktesten zullen worden uitgevoerd. Aan de oude dijk kunnen aan de Belgische én de Nederlandse kant sterkteproeven worden gedaan. De dijk kan worden belast tot daadwerkelijk falen. Parallel hieraan worden calamiteiten- en rampenoefeningen georganiseerd. Doel is om bestaande kennis te verbeteren en te leren hoe we overstromingen kunnen voorkomen en, minstens zo belangrijk, hoe we ons daar goed op kunnen voorbereiden. Naast België en Nederland werken ook Engeland, Frankrijk en het USA Army Corps (USACE) samen. Dit bevordert de kennisuitwisseling tussen zowel de deel-

nemende landen als tussen de betrokkenen in de crisisorganisatie. In totaal nemen elf partijen deel waaronder ook het onderwijs, want behalve de sterkte van de dijk staat ook de opleiding van ‘de crisismanager van morgen’ centraal. STOWA en WL hebben in 2019 onder de projectnaam Polder2C’s eerst een *Concept Note Proposal* en later een aanvraag (*Full Proposal*) ingediend bij het Europese Interreg-2-Seas-programma. STOWA zal optreden als lead partner.

Lopende projecten		meer info ⓘ rapport(ge) 🗺 presentaties 🗨 website 🌐			
Afronding	Onderzoek				
2022	Living Lab Hedwige-Prosperpolder				
Bijeenkomsten in 2019					
20 maart	Inspiratiemiddag Living Lab Hedwige-Prosperpolder	🗨	🗺	🗨	
21 maart	Tussen afkeur en versterking: Doelgerichte dijkmonitoring				
2 april	Workshop ‘Toepassing geofysische metingen op dijken’				
16 april	Dijkmonitoring met Satelliet Radarinterferometrie				
8 mei	Keuzes in datamanagement: zorgplicht		🗨		
22 en 29 mei	Cursus Dijkmonitoring voor beoordeling en versterking				
6 juni	Droogtemonitoring		🗨		
26 juni	Infraroodmetingen: rapid response team				
14 november	Zorgplicht: rationeel investeren in meten en monitoren vanuit management-, directie- en bestuurdersperspectief				
4 december	Workshop ‘Dijkmonitoring en (data-driven) beoordeling: hoe dan?’				

Kennis delen en verankeren

Naast de initiatieven binnen de genoemde onderzoeks-programma’s en projecten, besteedde STOWA bij het thema Waterveiligheid aandacht aan aanvullende acti-viteiten voor kennisoverdracht, zoals:

- *Bestrijding muskus- en beverratten*: De Unie van Waterschap-pen faciliteert vanuit de Werkgroep Muskus- en Beverrat-ten onderzoek dat gericht is op een efficiënte inzet van bestrijdingsorganisaties bij de bestrijding van muskus- en beverratten. STOWA vervult een rol bij het delen en operationaliseren van de kennis die daar uit voortkomt.

		meer info ⓘ rapport(age) 🗨 presentaties 📄 website 🌐			
		Afgeronde projecten			
Publicatie	Rapport 2019-02	Onderzoek			
	Rapport 2019-02A	Handreiking kraanopstelplaatsen bij de bouw van windturbines ⓘ 🗨			
	Rapport 2019-09	Handbook for crane hardstands for installation of wind turbines ⓘ 🗨			
		Handreiking Voorland ⓘ 🗨			
		Lopende projecten			
Afronding	2022	Onderzoek			
		Operationaliseren van nieuwe methoden om muskus- en beverratten op te sporen (onder meer van de eDNA-techniek).			
	Lopend	Verbreden van kennis van graverijen van muskus- en/of beverratten naar andere graafsoorten (konijnen, muizen, dassen maar ook invasieve exoten).			
	Lopend	Platform ‘Dynamisch Kustbeheer’			
	Lopend	Expertisenetwerk ‘Leidingen in Waterstaatwerken’			
	Lopend	Netwerk ‘Windenergie op en nabij Waterkeringen’			
	Lopend	Kennis- en Kundeplatform (diverse onderwerpen)			
		Bijeenkomsten in 2019			
	7 maart	Vegetatie en golfdemping			
	20 maart	Inspiratieochtend Continu Inzicht (NKWK) ⓘ 📄 🗨			
	28 maart	Waterinfodag			
	10 april	Cursus: Waterbeheer en Onderhoud			
	15 juni	Dier - en dijkendag			
	4 en 5 september	Tweedaagse workshop Dynamisch Kustbeheer			
	25 september	Cursus Risicobenadering in Waterveiligheid			
	2019	Kennis- en Kundeplatform; diverse landelijke bijeenkomsten met als thema’s: Kunstwerken en Langsconstructies, ‘Verhaal van de dijk’, Geotechniek, Niet-waterkerende objecten (NWO’s), Data & Monitoring en Dijkbekledingen, plus regiobijeenkomsten over ‘Rivieren’ en ‘Kust’ (reviews).			

Programma's volledig door anderen gefinancierd

ADVIESTEAM DIJKONTWERP

Het programmaplan 2019-2023 van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), van april 2019, stelt dat het bepalen van de juiste technische (ontwerp)uitgangspunten en het oplossen van de veiligheidsopgave de belangrijkste succesfactoren voor het HWBP zijn. In het HWBP wordt immers het nieuwe veiligheidsbeleid op basis van de overstromingskansbenadering voor het eerst toegepast. Daarbij blijkt dat gehanteerde ontwerpuitgangspunten en aannames van grote invloed zijn op de versterkingsopgave en de ontwerpoplossing, en daarmee op de kosten en impact van maatregelen op de omgeving. Het bepalen van de te hanteren ontwerpuitgangspunten en oplossingsrichtingen wordt in de praktijk door individuele beheerders en medewerkers van de programmadirectie als complex ervaren. Door waar nodig gericht hoogspecialistische kennis beschikbaar te stellen, kan een professionele dialoog op gang komen die leidt tot proportionele en gedragen versterkingsmaatregelen.

Het Programmabestuur HWBP heeft hiertoe op 12 juni 2019 besloten om als vervolg op het Kennisplatform Risicobenadering (KPR) tot een opdracht voor het inrichten van het Adviesteam Dijkontwerp. Dit Adviesteam is onafhankelijk en heeft een looptijd van drie jaar. Aan STOWA is gevraagd dit samen met RWS-WVL vorm te geven. In 2019 is daar een start mee gemaakt.

KLIMAATADAPTATIE

De gevolgen van de klimaatverandering worden steeds duidelijker. De temperaturen lopen op, met elke zomer en winter wel een nieuw record. Natte en droge perioden wisselen elkaar af, soms heel abrupt. Hevige regenval zorgt her en der voor wateroverlast; water op straat, in kelders en op het land. De hitte in de stad is soms niet te harden. Zowel wateroverlast als droogte, met watertekorten en hitte, staan inmiddels prominent op de agenda.

In de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie staat dat Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust moet zijn ingericht, zodat we gewapend zijn tegen wateroverlast, droogte, hitte en overstromingen. Welke maatregelen daarvoor uiteindelijk nodig zijn, is nog niet bekend. Dat komt doordat we de gevolgen en interacties nog niet volledig kunnen overzien. Als uitvloeisel van het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie voeren gemeenten, waterschappen en provincies zogenoemde risicodialogen om tot uitvoeringsplannen te komen; welke maatregelen zijn effectief, haalbaar en betaalbaar?

De waterschappen hebben een grote verantwoordelijkheid rond klimaatadaptatie. STOWA helpt hen de komende jaren via praktisch toepasbare kennis en instrumenten, daarbij gesteund door de programma-commissie Waterketen en door de tijdelijke programma-commissie Wateroverlast. Die laatste commissie betreft een gezamenlijk initiatief van de programmacommis-sies Watersystemen, Waterketen en Waterweren en is in 2016 van start gegaan met een eigen programmaoverstijgend onderzoeksprogramma.

In 2019 richtte STOWA haar activiteiten binnen het thema Klimaatadaptatie op twee deelthema's:

- A De klimaatadaptieve stad;
- B Een klimaatrobuust watersysteem.

WATERVEILIGHEID

KLIMAATADAPTATIE

WATERKWALITEIT

ENERGIETRANSITIE

CIRCULAIRE ECONOMIE



De klimaatadaptieve stad

Klimaatadaptatie in de stad is een complex vraagstuk. Hoe kan schade als gevolg van wateroverlast of droogte worden beperkt of voorkomen? En zijn maatregelen uit te voeren in samenhang met ruimtelijke inrichting of met de energietransitie? In 2019 richtte STOWA haar activiteiten binnen dit deelthema op de volgende onderwerpen:

- Maatregelen en effecten voor ondersteuning van het lokale proces;
- Kennisontwikkeling in samenhang met wetenschappelijk onderzoek;
- Kennisdelen, onder meer samen met het programma 'Samen Klimaatbestendig'.

Maatregelen en effecten inzichtelijk voor het lokale proces

In stedelijk gebied nemen terreineigenaren zoals gemeenten, bedrijven en particulieren steeds vaker en steeds meer maatregelen om hemelwater op te vangen en te infiltreren. Zo hoopt men zowel wateroverlast als droogte aan te pakken. Hiervoor moet wel duidelijk zijn wat de functionaliteit van de individuele voorzieningen is, zodat de eigenaar de juiste keuze kan doen. Moet hij bijvoorbeeld kiezen voor een groen dak, voor een wadi of voor een doorlatende verharding? Ook is van belang te weten wat het samengestelde effect is van die individuele maatregelen - onder meer voor de riolering - en welke invloed al die maatregelen hebben op het watersysteem.

STOWA werkte in dit kader onder meer aan de volgende projecten:

- *De PerceelTool*: Om de lokale waterbeheerder te ondersteunen met kennis over een klimaatrobuuste inrichting van het stedelijk gebied, is de PerceelTool ontwikkeld (perceeltool.nl). Met de PerceelTool zijn meerdere zaken door te rekenen, zoals:
 - het effect van maatregelen om op eigen terrein neerslag op te vangen;
 - de inrichting en opvang van neerslag bij verschillende neerslagintensiteiten;
 - de effecten van maatregelen op de rwzi en het watersysteem.

Behalve medewerkers van gemeenten, waterschappen of adviesbureaus, zijn ook afkoppeladviseurs, hoveniers, installateurs én geïnteresseerde particulieren gebruikers van dit gratis te gebruiken instrument.

De PerceelTool helpt perceeleigenaren en hun adviseurs bij de keuze van (een goede combinatie van) maatregelen zoals infiltratievoorzieningen, opslagtanks, groenblauwe daken, het verwijderen van bestrating, het verlagen van een deel van de tuin of het afvoeren naar de riolering of openbaar gebied.

- *Afkoppelen*: In dit project zijn alle kosten en baten van het afkoppelen van regenwater op een rij gezet. Afkoppelen blijkt niet zonder meer effectief tegen wateroverlast. Goede inbedding in zowel stedelijke inrichting als in de waterketen en het watersysteem is noodzakelijk maar lang niet altijd geborgd. De baten van minder hemelwater naar de rwzi zijn reëel, maar dekken lang niet altijd de kosten voor de realisatie. Om een zo breed mogelijke disseminatie te bewerkstelligen, zijn de resultaten in zowel een ambtelijke als een bestuurlijke presentatie gevat. Hiermee is zowel in de strategische als de beleidsmatige onderbouwing voorzien.

Wat kennisoverdracht betreft waren er de volgende initiatieven:

- *Groenblauwe daken*: Groenblauwe daken beïnvloeden of reguleren de afvoer van hemelwater. Binnen de CoP ‘Metten en monitoren groenblauwe daken’ heeft afstemming plaatsgevonden over de inzet hiervan. Dit resulteerde in de productie van meerdere gedrukte brochures (in de vorm van handouts) ter ondersteuning van onder andere ontwerpers, planners en planvormers.
- *Afstemming*: Er zijn in NKWK-verband diverse bijeenkomsten georganiseerd met waterschappen, gemeenten, kennisinstituten en adviseurs, onder meer om de ontwikkeling en programmering zo goed mogelijk met de waterbeheerder af te stemmen en kennis in brede kring te delen.
- *CoP Doorlatende voorzieningen*: Samen met de Stichting RIONED is in 2019 deze CoP gestart om praktijkkennis te delen rond het functioneren en het beheer van waterdoorlatende verharding en andere infiltrerende voorzieningen. Dit leidde tot verbetering van het beheer en daarmee een beter functioneren van de voorzieningen.

		meer info  rapport(ge)  presentaties  website 	
Publicatie	Afgeronde projecten		
Rapport 2019-36	Onderzoek		
	De PerceelTool [brochure]		
	StraaDkrant		
Rapport 2019-22	Afkoppelen		
Lopende projecten			
Afronding	Onderzoek		
2020	Groenblauwe daken		
2020	Raintools; perceel en wijk		
Gestarte projecten			
Afronding	Onderzoek		
2022	CoP Doorlatende voorzieningen		
2020	Evaluatie Wateroverlast stedelijk gebied		
Bijeenkomsten in 2019			
19 februari	NKWK		
18 maart	NKWK – projectbezoek Kampen		
juli	CoP Doorlatende voorzieningen		
11 december	CoP Doorlatende voorzieningen		

Kennisontwikkeling in samenhang met wetenschappelijk onderzoek

STOWA participeert in technisch-wetenschappelijk onderzoek van universiteiten met als doel wetenschappers en gebruikers samen te brengen rondom excellent technisch-wetenschappelijk onderzoek. Binnen het thema ‘De klimaatadaptieve stad’ lopen enkele onderzoeken, zoals:

- *De STOWA-schadeschatter*: Dit online instrument brengt de kosten en baten in beeld van maatregelen tegen wateroverlast. Waterbeheerders gebruiken het met succes in landelijk gebied onder diverse klimaatscenario’s. In stedelijk gebied is behoefte aan een soortgelijk instrument. In een vergelijkende studie zijn in Amsterdam West daarom de mogelijkheden en knelpunten verkend. Bruikbare praktijkgegevens rond de werkelijk opgetreden schade of overlast blijken te beperkt voorhanden te zijn. De programmacommissie Wateroverlast van STOWA gaat dit verder oppakken.
- *Big data*: Dezelfde commissie Wateroverlast startte een onderzoek naar de mogelijkheid van het gebruik van *Big data* rond wateroverlast in stedelijk gebied. Om het stedelijk waterbeheer te verbeteren en passende maatregelen te kunnen nemen, willen gemeenten en waterbeheerders bijvoorbeeld weten op welke locaties sprake is van wateroverlast. Deze informatie lijkt goed te kunnen worden ingewonnen via platforms als Twitter en Instagram.

		meer info ⓘ rapport(ge) 🗺 presentaties 🗨 website 🌐				
		Lopende projecten				
Afronding	Onderzoek					
2020	NKWK Klimaatschadeschatter					
	Urban drainage (TU Delft)					
2021	NKWK ontwerptools voor klimaatadaptieve wijken					
2020	Voorbeeldenboek waarin waterschappen en gemeenten nut en noodzaak belichten van de kennis van de ondergrond bij maatregelen in stedelijk gebied.					
		Gestarte projecten				
Afronding	Onderzoek					
2021	NKWK - schade van droogte meetbaar maken					
2020	Stadsgenese als leidraad voor klimaatmaatregelen					
		Bijeenkomsten in 2019				
12 februari	NKWK-KBS seminars ten behoeve van programma en disseminatie					
16 april	Workshop bodemkwaliteit en wadi's					



Een klimaatrobuust watersysyteam

De activiteiten binnen het deelthema ‘Een klimaatrobuust watersysteem’ zijn gericht op het ondersteunen van de realisatie van een klimaatrobuust systeem. STOWA draagt hier aan bij met kennis van maatregelen en van effecten, oftewel: hoe krijgen we zicht op effectieve klimaatadaptieve inrichting van woning, wijk tot regio? Alle aspecten van lokaal en regionaal beleid en uitvoering zijn hierbij relevant, zoals ontwerp, beheer, beleid, evaluatie en communicatie.

Binnen dit deelthema richtte STOWA in 2019 haar activiteiten op de volgende onderwerpen:

- Effecten op het watersysteem;
- Effecten op de omgeving;
- Maatregelen voor een robuust watersysteem;
- Kennis delen en verankeren.

Effecten op het watersysteem

Het nemen van adaptiemaatregelen begint bij het zo goed mogelijk kwantificeren van de klimatologische veranderingen. Dat vraagt om klimatologische en meteorologische informatie, niet alleen over neerslag, maar bijvoorbeeld ook over verdamping in relatie tot droogte. Behalve data hebben waterbeheerders ook instrumenten nodig om de effecten van klimaatverandering in hun beheergebieden te kunnen doorrekenen. Bovendien is kennis nodig over de effecten van de adaptiemaatregelen op het watersysteem. In 2019 ging de aandacht uit naar:

- *NHI*: Er is veel geïnvesteerd in het verkrijgen van draagvlak en betrokkenheid van de waterschappen bij de ontwikkeling van het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI), de gezamenlijke gereedschapskist om vraagstukken over droogte, grondwaterstand en wateroverlast te modelleren. Naast Rijk, VEWIN, PBL en provincies hebben ook alle waterschappen in 2019 toegezegd te gaan bijdragen. Het NHI maakt ‘modelleren on the fly’ mogelijk, waardoor waterbeheerders altijd beschikken over up-to-date data en tools om snel modellen te kunnen maken van de veranderingen in de waterstromen. Dit geeft een actueel inzicht in watertekorten of wateroverlast. In 2019 is een plan van aanpak opgesteld voor het stroomlijnen van datastromen (input voor het model), de ontwikkeling van opwerkingstools om snel te modelleren, en activiteiten nodig voor beheer en onderhoud. Dit investeringsplan wordt de komende jaren uitgevoerd. Website: www.nhi.nu
- *Neerslagstatistieken*: Het KNMI en HKV leverden in opdracht van STOWA nieuwe neerslagstatistieken. Naast gemiddelde neerslaghoeveelheden zijn er ook herhalingstijden en hoeveelheden voor extreme neerslag opgesteld. Voor waterbeheerders zijn dit relevante statistieken waarmee ze kunnen toetsen of het watersysteem op orde is en stresstesten kunnen uitvoeren.

- *Radarcomposiet voor neerslag*: In een samenwerkingsproject van Rijkswaterstaat, Waterschapshuis, KNMI en STOWA zijn de eerste stappen zijn gezet voor de ontwikkeling van een Internationaal Neerslag Radarcomposiet (IRC). Een radarcomposiet geeft een vlakdekkend overzicht van neerslaghoeveelheden, opgebouwd uit gegevens van meerdere radar- en grondstations. Het ruimtelijk bereik van een internationaal radarcomposiet gaat tot ver buiten de landsgrens. Met de oplevering van het IRC in 2021, beschikken de waterbeheerders elk moment over de beste actuele neerslaginformatie, waardoor ze het operationele waterbeheer - zoals de afvoer van water - kunnen optimaliseren. Ook beschikken ze over meer handelingsperspectief bij (dreigende) calamiteiten.
- *Rivercare*: Op 20 juni werd dit vijf jaar durende kennisprogramma afgerond met een feestelijk symposium. Dankzij Rivercare krijgen waterschappen inzicht in het hydrologisch en morfologisch functioneren van beken en regionale rivieren. Ook is in beeld gebracht wat de effecten zijn van maatregelen voor veiligheid en natuurherstel. Waterbeheerders kunnen daardoor beter gefundeerde beslissingen nemen over ingrepen in het systeem en over het dagelijks onderhoudswerk. In 2020 wordt deze kennis verwerkt tot praktijkgerichte kennis in het handboek ‘Geomorfologie van beken’. Website: www.rivercare.nl
- *Datalabs*: Samen met Het Waterschapshuis en de Unie van Waterschappen zijn de eerste plannen voorbereid en stappen gezet in het verkennen van de mogelijkheden van de digitale transformatie. Nieuw aan te stellen *data scientists* gaan in 2020 bij waterschappen aan de slag met interne en externe (big) data in zogeheten ‘datalabs’. Het programma heet DEEP (pilotprogramma Data science & -Engineering Expert Programma) en wordt geleid door het Waterschapshuis. STOWA gaat kijken wat de leerervaringen zijn.

Afgeronde projecten		meer info	rapport(age)	presentaties	website
Publicatie	Onderzoek				
Rapport 2019-07	NHI een betrouwbaar fundament onder hydrologie				
Rapport 2019-19	Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer				
Rapport 2019-19A	Overall in Nederland, nu én in de toekomst: een actueel beeld van de kans op extreme neerslag [brochure]				
Rapport 2019-32	Kennisbehoefte waterbeheerders voor weer en klimaat				
Rapport 2019-39	Meten van waterdiepte met groene Lidar				
Lopende projecten					
Afronding	Onderzoek				
2023	Ontwikkeling Nationaal Hydrologisch Instrumentarium				
2021	Ontwikkeling Internationaal Radar Composiet				
2022	Toepassingsmogelijkheden inzet Satellietdata				
2022	Digitale transformatie en datalabs (samen met HWH)				
2021	Plan van aanpak modellering waterkwaliteit				
2020	Omzetting van de opbrengst Rivercare naar een ‘Handboek Geomorfologie van beken’				
Gestarte projecten					
Afronding	Onderzoek				
2021	Tijdreeksanalyse in de praktijk				
Bijeenkomsten in 2019					
21 februari	Symposium Rivercare - Kennismiddag ‘Kort door de bocht’				
28 maart	Waterinfodag (toepassingsmogelijkheden remote sensing)				
19 juni	Workshop ‘Regionale pilots Waterkwaliteit’: Toepassing landelijk waterkwaliteitsmodel (LWKM) in de regio				
20 juni	Eindsymposium Rivercare				
31 oktober	Symposium ‘Weer en Waterbeheer’				

Effecten op de omgeving

Wat zijn de effecten van zowel watertekort als wateroverlast? Dit subthema richt zich op het kwantificeren van de effecten van klimaatverandering op de omgeving. Met name de landbouw en de natuur ondervinden veel schade.

PROGRAMMA WATEROVERLAST

In 2019 zijn de eerste resultaten van het onderzoeksprogramma Wateroverlast - een initiatief van de programmacommissie Wateroverlast - opgeleverd.

- *Integrale risicobenadering:* Onderzocht is wat de meerwaarde van een integrale risicobenadering is ten opzichte van de huidige sectorale aanpak met aparte normering voor keringen, watersysteem en riolering. Een integrale risicobenadering brengt alle risico's in beeld, resulterend in een risicoprofiel. Waterbeheerders kunnen vervolgens onderzoeken wat de baten van het verlagen van risico's zijn. Loont het bijvoorbeeld om te investeren in verbetering van een dijk, of is het efficiënter om meer water af te voeren via een gemaal? In 2020 wordt gekeken wat het draagvlak voor deze nieuwe benadering is.
- *De Waterschadeschatter (WSS):* Dit online instrument brengt de kosten en baten in beeld van maatregelen tegen wateroverlast. Waterbeheerders gebruiken het met succes in landelijk gebied. In stedelijk gebied is ook behoefte aan een soortgelijk instrument. Omdat de commissie Wateroverlast wil dat er eenduidige schadefuncties komen, is in Amsterdam West een vergelijkende studie uitgevoerd naar bestaande instrumenten, waaronder de WSS. Gebleken is dat bruikbare praktijkgegevens rond de werkelijk opgetreden schade of overlast te beperkt voorhanden zijn. De commissie gaat dit verder oppakken.
- *Big data:* De commissie Wateroverlast startte een onderzoek naar het benutten van big data en sociale media tijdens wateroverlastsituaties in stedelijk gebied. Op 10 oktober is de eerste kennis gedeeld tijdens het symposium 'De dag over wateroverlast' en er was veel enthousiasme over de mogelijkheden. Om het stedelijk waterbeheer te verbeteren en passende maatregelen te nemen, willen gemeenten en waterbeheerders bijvoorbeeld na hevige plensbuien weten op welke locaties lange tijd water op straat stond of waar panden zijn ondergelopen. Dergelijke informatie lijkt goed te kunnen worden ingewonnen via platforms als Twitter en Instagram.

EFFECTEN WATERBEHEER OP LANDBOUW EN NATUUR

Het realiseren van een robuust watersysteem betekent dat waterbeheerders maatregelen moeten nemen. Maar hoe richt je het regionale waterbeheer optimaal in bij een almaar veranderend klimaat? En wat zijn de effecten daarvan op de landbouw en de natuur? Antwoorden op dergelijke vragen zijn onderzocht en leidden tot:

- *De Waterwijzer Landbouw:* Met dit instrument, dat in 2018 beschikbaar kwam, kunnen waterbeheerders de relatie leggen tussen (grond)waterstanden en de gewasopbrengst (zoals maïs, gras et cetera). Daarnaast kan de waterbeheerder toekomstscenario's maken door eerst met het NHI uit te rekenen wat de (grond)waterstanden worden om vervolgens daarvan af te leiden wat de gewasopbrengst zal worden. Daalt die sterk, dan kan de waterbeheerder het peilbeheer aanpassen of een nieuw peilbesluit nemen. Valt de keuze op geen van beide, dan laat de waterbeheerder aan de landbouw laten weten waarom niet, gevolgd door een advies over hoe de sector zich kan aanpassen door andere gewassen te gaan telen. In 2019 is de Waterwijzer in twee pilotgebieden - laag en hoog Nederland - toegepast. Dat leverde onverwachte resultaten op doordat de bodemfysische-eenhedenkaart (BOFEK) niet up to date is. Daar zal in 2020 aan worden gewerkt.
- *De Waterwijzer Natuur:* Met dit instrument, ook uit 2018, kunnen water- en natuurbeheerders vaststellen in hoeverre de waterhuishouding aansluit bij de vegetatiedoelen van natuurgebieden en daar invloed op uitoefenen. In 2019 is gewerkt aan een uitbreiding van het instrument: het inbouwen van de zuurgraad (waterkwaliteit). In 2020 wordt de invloed van voedselrijkdom in de bodem (stikstof- en fosfaatconcentraties) op natuurontwikkeling toegevoegd. De waterbeheerder kan dan, bijvoorbeeld door het opzetten van peilen, sturen op de uitspoeling van fosfaat en stikstof om de effecten van nutriënten op de natuur te beïnvloeden.

Afgeronde projecten		meer info	rapport(age)	presentaties	website
Publicatie	Onderzoek				
Rapport 2019-31	Pilot waterwijzer Landbouw laag NL				
Rapport 2019-24	Aannames en onzekerheden wateroverlast				
Rapport 2019-08	Leren van wateroverlast				
Rapport 2019-25	Vergelijking methodes voor schatten schade wateroverlast				
2019	Imprex: www.imprex.eu				
2019	Buien voor de stresstest (bijsluiter DPRA)				
Lopende projecten					
Afronding	Onderzoek				
2023	Waterwijzer Landbouw				
2023	Waterwijzer Natuur				
2021	Omgaan met zout – zoet zout alliantie				
2020	Integrale risicobenadering wateroverlast				
Gestarte projecten					
Afronding	Onderzoek				
2020	Big data voor wateroverlast				
Bijeenkomsten in 2019					
10 oktober	Dag 'Over last van wateroverlast'				

Maatregelen voor een robuust watersysteem

Het veranderende klimaat dwingt waterbeheerders tot het nemen van maatregelen om de gevolgen van droogte, wateroverlast en verzilting in de hand te houden. Dit vergt inzicht in zowel de fysieke, maatschappelijke als ruimtelijke gevolgen van klimaatverandering. Daarnaast is inzicht nodig in de effecten van mogelijke adaptatiemaatregelen. De zoektocht naar deze inzichten bestaat onder meer uit praktijkproeven om potentiële maatregelen te kwantificeren. Ook wordt gekeken naar het ontsluiten van bestaande kennis in praktisch toepasbare instrumenten.

In 2019 was er bijvoorbeeld aandacht voor:

- *Hergebruik effluent*: Omdat droogte steeds vaker leidt tot watertekort, zoals in de zomer van 2018, is in de tweede helft van 2019 een onderzoek gestart naar mogelijk hergebruik van effluent als alternatieve zoetwaterbron voor de landbouw. Daarbij wordt specifiek gekeken naar de verspreiding van verschillende stoffen in het milieu, zoals microverontreinigingen, en naar de risico's daarvan.

STOWA droeg in 2019 ook bij aan meerjarige gebiedsspecifieke programma's zoals:

NATIONAAL KENNISPROGRAMMA BODEMDALING (NKB)

Het NKB is gericht op veengebieden. In 2019 is veel aandacht besteed aan het inventariseren van lopende veenonderzoeken, met als doel om zowel nieuwe kennis als kennisleemtes in beeld te brengen. Daartoe zijn diverse kennisexpedities uitgevoerd, zoals:

- *Natte teelten*: Om bodemdaling te remmen lijken natte teelten een kansrijk alternatief voor veeteelt. Onderzocht is wat er nodig is om natte teelten verder te ontwikkelen, waarbij ook is gekeken naar een verdienmodel. De resultaten zijn besproken tijdens drie sessies met als thema's: 'Teeltaspecten en locaties', 'Ontwikkelen meervoudig verdienmodel' en 'Productontwikkeling'. De kennis wijst onder meer uit welke gewassoorten geschikt zijn (lisdodde, veenmos, gras, riet?) en wat de beste wijze van telen en oogsten is, zodat ondernemers en overheden de juiste keuzes kunnen maken.

- *Onderwaterdrainage*: Met onderwater- en drukdrainage in veenweiden is maaiveld­daling door veenoxidatie mogelijk drastisch te vertragen en zijn grondwaterstanden op effectieve wijze te verhogen. In 2019 is aandacht besteed aan de effecten van drainage op bodemdaling en broeikasgasemissies, en ook aan de eisen aan het watersysteem en de watervraag. Gebleken is dat regionale verschillen invloed hebben op de effectiviteit. Zodra bekend is onder welke omstandigheden drainage effectief is, kunnen beleidsmakers met maatregelen aan de slag, ook om klimaatdoelstellingen te halen.
- *Innovatieve ophogetechnieken*: Overheden zijn op zoek naar alternatieve technieken voor het ophogen of stabiliseren van boven- en ondergrondse infrastructuur en openbare ruimte om de kwaliteit te verbeteren, de levensduur te verlengen en kosten te besparen. De aandacht gaat onder meer uit naar lichte materialen, het in-situ stabiliseren, of het afgraven van slappe bodem. Behalve technieken is er ook aandacht voor juridische aspecten. Concrete vraagstukken die in 2018 zijn geïdentificeerd, zijn in 2019 uitgewerkt en de resultaten zijn gedeeld.
- *Bodemdalingscongres*: Tijdens dit jaarlijkse congres, dat in 2019 plaatsvond op 21 november, werd veel kennis gedeeld over het omschakelen naar natte teelten, over de effecten van onderwaterdrainage op het verminderen veenafbraak, en over het benodigde (extra) water hiervoor.

LUMBRICUS

Onderzoeksprogramma Lumbricus (Latijns voor 'regenworm') moet kennis, instrumenten en werkwijzen opleveren voor het klimaatrobuust inrichten en beheren van stroomgebieden op de hoger gelegen zandgronden in het oosten en zuiden van Nederland, en wel zodanig dat de omstandigheden voor landbouw, natuur en recreatie zo goed mogelijk zijn. Het programma kent vier thema's ('pijlers'): Bewuste bodem, Wellend water, Boeiende beekdalen, en Goede governance. Hieronder vallen in totaal 14 projecten, waarvan vooral de Waterwijzers voor STOWA bekend zijn (zie subthema 'Effecten op de omgeving'). Het programma zou in 2020 worden afgerond, maar omdat nog niet alle kennisvragen zijn beantwoord, wordt gewerkt aan een vervolg.

Afgeronde projecten		meer info	rapport(age)	presentaties	website
Publicatie	Onderzoek				
Projectenlijst	NKB - Overzicht van lopende projecten				
Lopende projecten					
Afronding	Onderzoek				
2022	Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling (NKB)				
2022	Waternexus (www.waternexus.nl)				
2022	Lumbricus (www.lumbricus.nl)				
2022	Goede grond voor duurzaam waterbeheer				
Gestarte projecten					
Afronding	Onderzoek				
2022	Hergebruik van restwater (waaronder effluent, WICE)				
Bijeenkomsten in 2019					
10 oktober	WiCE Roadshow: Zuinig met zoet				
21 november	Nationaal Congres Bodemdaling				

Kennis delen en verankeren

Naast de initiatieven binnen de genoemde onderzoeks-programma’s en projecten, besteedde STOWA bij het thema Klimaatadaptie aandacht aan aanvullende acti-viteiten voor het delen van kennis, zoals:

- *Symposia*: STOWA was betrokken bij de organisatie van meer dan tien symposia om de waterbeheerders te voor-zien van kennis om met klimaatverandering om te gaan. Voorbeelden zijn het symposium ‘Slim Malen: de nieuwe standaard?’, over malen met optimaal gebruik van het (duurzame) energieaanbod, en het symposium ‘Elke druppel telt’, over het hoe en waarom van berekening in de land- en tuinbouw in droge tijden.
- *Kennisdag Zoetwater*: Op 24 september vond de jaarlijkse Kennisdag Zoetwater plaats, ook nu georganiseerd in samenwerking met het Deltaprogramma Zoetwater. De dag had als doel kennis te delen en nieuwe kennisvragen te benoemen omtrent het omgaan met onzekerheden en risico’s in de besluitvorming over de zoetwatervoorzie-ning. Ook de toepassing van nieuwe inzichten en instru-menten, en wat de consequenties hiervan zijn voor de zoetwaterstrategie, kwam aan de orde. De meer dan 90 deelnemers presenteerden en deelden hun kennis en for-muleerden aan het slot gezamenlijk elf nieuwe kennis-vragen.
- *CoP’s*: Ondersteuning van enkele Communities of Practi-ce, waaronder de CoP Beken en Rivieren, de CoP Meten en monitoren groenblauwe daken, en de CoP Waterinfil-trerende voorzieningen.
- *Deltafacts*: Om het bestuur en management van water-schappen op een relatief eenvoudige manier te voorzien van kennis, stelt STOWA al enkele jaren Deltafacts op. In totaal zijn er nu 89 gemaakt. In 2019 kwamen er vier nieuwe bij en zijn er twee geactualiseerd. De Deltafacts zijn beschikbaar als PDF via de websites van STOWA, de Hydrotheek en de Koninklijke Bibliotheek, maar sinds begin 2019 staan ze ook overzichtelijk gerangschikt, hel-der vormgegeven en goed doorzoekbaar als webpagina op de website van STOWA (zie: www.deltafacts.nl).

		meer info ⓘ rapport(ge) 🗉 presentaties 🗉 website 🌐			
Publicatie	Rapport 2019-34 2019	Afgeronde projecten			
		Onderzoek			
		Praatplaat Klimaatbestendig beekdallandschap ⓘ 🗉			
		Deltafacts, <i>nieuw</i> :			
		Bodemdaling 🌐 🗉			
		Best practices voor kennisvalorisatie 🌐 🗉			
		Anti-verziltingsdrainage 🌐 🗉			
		Belang van bodemorganische stof voor het waterbeheer ⓘ 🌐 🗉			
		Herzien:			
		Bloemrijke sterke dijken (uit 2015) 🌐 🗉			
Afronding	2020 Doorlopend 2022	Lopende projecten			
		Onderzoek			
		Broeikasgasemissies uit zoetwater			
		Nieuwe Deltafacts			
		Community of Practice Beken en Rivieren			
		Gestarte projecten			
		Onderzoek			
		Opstellen nieuwe Deltafacts onder meer over de toepassing eDNA			
		Bijeenkomsten in 2019*			
		Symposium ‘Slim Malen: de nieuwe standaard?’ (Amersfoort) ⓘ 🗉 🗉 🗉			
	14 maart 9 mei 23 mei	Symposium Berekening: ‘Elke druppel telt’ ⓘ 🗉 🗉 🗉			
		Workshop ‘Vergunningverlening zonneparken op water’ ⓘ			

* Veel symposia over klimaatadaptatie staan vermeld bij de andere subthema’s.

Programma's volledig door anderen gefinancierd

PLATFORM SAMEN KLIMAATBESTENDIG

Eind 2018 verlengde STOWA de overeenkomst met het ministerie van IenW tot en met eind 2020. Daarmee werd 2019 het eerste volledige jaar waarin het platform kon draaien na de opstartperiode. Het platform kent een kernteam van vier mensen dat als opdracht heeft om vraaggericht ondersteuning te bieden bij de aanpak van klimaatadaptatie én bij te dragen aan de versnelling en opschaling door nieuwe strategische samenwerkingsverbanden te smeden. Daarvoor koos het kernteam een netwerkaanpak met 'community management' gericht op specifieke doelgroepen van professionals: de tuinbranche, de woningcorporatiesector en de wereld van bedrijventerreinen en parkmanagement. Deze aanpak heeft twee effecten: gemeenten, waterschappen en provincies verbeteren hun samenwerkingsstrategie met deze actoren, en de branches zelf maken een inhaalslag in bewustwording en kennis. Daarnaast biedt Samen Klimaatbestendig ook ondersteuning voor vragen binnen de overheden zelf. Dat doet het team via adviesgesprekken, het koppelen aan ervaringsdeskundigheid elders, het faciliteren van regiobijeenkomsten en het helpen programmeren van landelijke evenementen zoals het Deltacongres, het NKWK-congres, het Nationaal Congres Klimaatadaptatie en de Dag van de Economische Zaken. In de kennisaanpak van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA) fungeert het platform als scharnier tussen de kennisprogrammering (aanbod) en de praktijkbehoeften (vraag).

Samen Klimaatbestendig maakt gebruik van de communicatiekanalen van het DPRA en ontwikkelde tegelijkertijd een eigen, herkenbare persoonlijke stijl. Dit waarborgt de onafhankelijke positie en maakt het team laagdrempelig, getuige de Deltacommissaris die trots het SK T-shirt aantrok op het Deltacongres en daarmee liet zien dat hij een beweging op gang wil brengen. Het team deelt ervaringen en zet 'klimaatwerkers' en hun mooie projectvoorbeelden in het zonnetje op LinkedIn.

WATER KWA LI TEIT

WATERKWALITEIT

Onder meer door te hoge concentraties meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen stagneert de verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Ook is er toenemende zorg over medicijnresten en talrijke andere microverontreinigingen. Er moet veel gebeuren. Waterbeheerders weten dankzij de Ecologische Sleutelfactoren wat ze moeten doen om de chemische en ecologische toestand van het oppervlaktewater te verbeteren. Maar er is kennis nodig over de verspreidingsroutes van de stoffen. STOWA brengt deze routes in beeld en verkent nieuwe technieken om de stoffen op de rwzi's te verwijderen. Daarnaast gaat de aandacht uit naar kosteneffectieve verbetermaatregelen.

STOWA richtte haar activiteiten in 2019 binnen dit thema Waterkwaliteit op de volgende onderwerpen:

- A** Bronnen en routes
 - Bronnen en routes van microverontreinigingen.
- B** Beheermaatregelen
 - Afvalwaterzuivering;
 - Kennis delen en verankeren;
- C** Effecten op het watersysteem
 - Ecologische systeemanalyse;
 - Effecten chemische stoffen;
 - Monitoring en maatregel-effectonderzoek;
 - Kennis delen en verankeren;
- D** Risicogestuurd beheer en ontwikkeling van assets.

WATERVEILIGHEID

KLIMAATADAPTATIE

WATERKWALITEIT

ENERGIETRANSITIE

CIRCULAIRE ECONOMIE



Waterkwaliteit - Bronnen en routes

De microverontreinigingen die in het oppervlaktewater worden aangetroffen, komen daar via verschillende bronnen en routes terecht. Medicijnen zitten voor het overgrote deel in huishoudelijk afvalwater en een groot deel hiervan wordt via het rwzi-effluent of via riooloverstorten geloosd op het oppervlaktewater. Andere microverontreinigingen komen via hemelwater, zoals glyfosaat, of via atmosferische depositie, zoals brandvertragers of GenX-stoffen, in het oppervlaktewater terecht.

Bronnen en routes van microverontreinigingen

Om inzicht te verkrijgen in de bronnen en routes van microverontreinigingen, en de grootte hiervan, is het onderzoeksprogramma ‘Bronnen en routes’ gestart. Met het verwachte inzicht kunnen waterbeheerders mogelijk de impact en de effecten van maatregelen voorspellen, waardoor ze efficiëntere keuzes kunnen maken in het sturen van maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren.

In 2019 zijn enkele onderzoeken afgerond. Misschien wel de belangrijkste was:

- *Diergeneesmiddelen*: Er is een synthese gemaakt van het voorkomen en de urgentie van diergeneesmiddelen in grond- en oppervlaktewater. Gebleken is dat de concentratie van een aantal diergeneesmiddelen beduidend hoger is dan op basis van toelating en gebruik werd verwacht. Binnen het programma ‘Kennissimpuls waterkwaliteit’ zal hier vervolg aan worden gegeven. De focus zal liggen op de herkomst van de onverwachte hoge concentraties en wat de risico’s zijn, zodat eventueel passende maatregelen getroffen kunnen worden.

Ook zijn er nieuwe projecten gestart, zoals:

- *Interactie riolering ↔ rwzi*: Meerdere onderzoeken zijn gestart die de interactie tussen zowel riolering en rwzi als tussen riolering en oppervlaktewater verder in kaart moeten brengen. De nadruk ligt hierbij op organische microverontreinigingen. Met een betere afstemming tussen enerzijds de maatregelen en het beheer op de rwzi en anderzijds de aanvoer vanuit de riolering kan een flink deel van de investeringskosten van nazuivering worden uitgespaard.
- *Afstromend regenwater*: In een meetcampagne en een evaluatie van bestaande data is de kwaliteit van afstromend regenwater, en daarmee de mogelijke invloed op de toxische druk op oppervlaktewater, opgepakt. Er wordt onder meer gewerkt aan betere data voor de emissieregistratie en aan inzicht in de oorzaken van de toxische druk, zodat eventuele maatregelen doeltreffend kunnen worden geformuleerd en uitgevoerd.

		meer info  rapport(age)  presentaties  website 			
Publicatie	Afgeronde projecten				
	Rapport 2019-26	Onderzoek Diergeneesmiddelen in het milieu  			
Afronding	Lopende projecten				
	2020	Onderzoek Emissies van microverontreinigingen uit DWA en RWA Netwerk monitoring nieuwe stoffen			
	2021	Invloed van foutaansluitingen op ABR			
	2020	Update database hemelwaterkwaliteit			
	2020	Microverontreinigingen; nut en noodzaak van aanpak ziekenhuizen			
Afronding	Gestarte projecten				
	2023	Onderzoek Kennissimpuls waterkwaliteit; ketenverkenner			
	2023	Kennissimpuls waterkwaliteit; diergeneesmiddelen			
	2020	Influentdynamiek; ontwerp en planvorming nazuivering microverontreinigingen			
Bijeenkomsten in 2019					
8 maart	Symposium 'Al doende leren, al lerende doen' over de aanpak microverontreinigingen (Jaarbeurs Utrecht)   				
28 mei	Afvalwaterketensymposium, Wageningen   				
14 mei	Microplastics en waterbeheer				
12 juni	Netwerk monitoring nieuwe stoffen				



Waterkwaliteit - Beheermaatregelen

Een goede kwaliteit van het oppervlaktewater is de basis voor landbouw, natuur, recreatie, drinkwaterbereiding en tal van andere functies. Om die kwaliteit te behouden zijn beheermaatregelen nodig. De maatregelen kunnen gericht zijn op emissiereducties, bijvoorbeeld in het effluent van de rwzi's, maar ook op ecologische ingrepen in het watersysteem.

Afvalwaterzuivering

In het Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater (IPMV) werken het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, de waterschappen, STOWA, kennisinstellingen, drinkwaterbedrijven en het bedrijfsleven samen om medicijnresten en een breed scala aan andere microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater te verwijderen en daarmee de waterkwaliteit in Nederland verder te verbeteren. Het programma is vooral gericht op het doorontwikkelen van verwijderingstechnologieën en technieken die op het punt van doorbreken staan, maar nog onvoldoende bewezen zijn om direct op grote schaal te kunnen worden toegepast. Het onderzoek moet leiden tot inzicht in de werkingsmechanismen en dimensioneringsgrondslagen van deze technologieën en technieken, zodat de risico's om ze in de praktijk in te zetten worden verkleind.

In januari 2019 zijn in totaal 17 projecten met haalbaarheidstudies opgestart, verdeeld over vijf thema's: oxidatieve technieken, adsorptie poederkool, adsorptie granulair kool, overige adsorptiemiddelen en filtratie-technieken. In de studies is gekeken naar verwijderingsdoelstellingen, kostenramingen en duurzaamheidsaspecten. Naast de haalbaarheidstudies zijn de volgende twee pilotonderzoeken opgestart:

- *Pilot Waterfabriek Wilp*: De Waterfabriek hanteert een geheel nieuw zuiveringsconcept dat niet meer draait om het zuiveren van afvalwater, maar om het scheiden en terugwinnen van grondstoffen, waaronder schoon water. Dit water wordt 'geëcologiseerd' in een helofyten-filter en dat resulteert in ecologisch gezond water waarmee zoetwatertekorten kunnen worden tegengegaan. Ook andere grondstoffen worden maximaal uit het afvalwater teruggewonnen.

- *Pilot GAC+Ozon op de rwzi Horstermeer*: Het O3-STEP®-filterconcept is een technologie om op grotere zuiveringen in één compacte nageschakelde zuiveringsstap nutriënten, zwevende stof én microverontreinigingen vergaand te verwijderen door de combinatie van ozonoxidatie en adsorptie aan actief kool. In 2018 is de haalbaarheid ervan op laboratoriumschaal aangetoond en zijn verwijderingsrendementen, kosten en duurzaamheidsaspecten vergeleken met referentietechnieken poederkooldosering in actief slib, ozondosering en nageschakelde granulair koolfiltratie. Het pilotonderzoek richt zich op het aantonen van de verwijderingsrendementen onder praktijkomstandigheden.

Voor kennisdeling is een CoP in het leven geroepen:

- *CoP Micro's*: Met deze CoP benutten we het opgebouwde netwerk van waterschappers die betrokken zijn bij de voorbereiding en realisatie van verwijdering van microverontreinigingen op praktijkschaal. Kennis wordt gedeeld over onder meer locatiekeuzes, systeem- en ontwerpkeuzes, bedrijfsvoering, subsidiemogelijkheden en monitoringsprogramma's.

Afgeronde projecten		meer info		rapport(age)		presentaties		website	
Publicatie		Onderzoek							
Rapport 2019-12		Innovatieprogramma microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater							
Rapport 2019-12A		(overzicht van onderzoekstrajecten)							
Rapport 2019-40		Watergerelateerde emissies vanuit rwzi's in het kader van de PRTR (jaar 2019)							
		Lopende projecten							
Afronding		Onderzoek							
2020		Antibioticaresistentie							
2020		Onderzoek naar de lotgevallen van microplastics in de rwzi							
2021		NWO/KWR/STOWA: Academisch onderzoeksprogramma nieuwe stoffen							
ntb		CoP Micro's							
		Gestarte projecten							
Afronding		Onderzoek							
2024		Innovatieprogramma microverontreinigingen (IPMV)							
2020		IPMV-projecten ARVIA BAKF Wilp pilot Zandfilters Zeoliet							
2021		IPMV-project Nereda met poederkool							
2024		IPMV-projecten Aarle Rixtel Bijproducten oxidatie Cyclodextrine Duurzame actieve kool Kennisdeling Nanofiltratie O3-STEP PAC4TOC PAC+doekfiltratie Pacas+Fe Pharem Poederkool in slib Usoniq Waterfabriek Wervershoof							
		Bijeenkomsten in 2019							
8 maart		Symposium 'Al doende leren, al lerende doen' over de aanpak microverontreinigingen (Jaarbeurs Utrecht)							
5 november		Workshop 'Research Programs Micropollutants Removal Wastewater Treatment Plants - Beating Micropollutants!'							
7 november		Workshop 'Dutch Innovation on Micropollutants Removal from Municipal Wastewater'							
26-28 november		Studiereis CoP Afvalwater							

Kennis delen en verankeren

Naast de initiatieven binnen de onder het subthema ‘Afvalwaterzuivering’ genoemde onderzoeksprogramma’s en projecten, besteedde STOWA bij het onderdeel ‘Waterkwaliteit-beheermaatregelen’ aandacht aan aanvullende activiteiten voor kennisoverdracht, zoals:

- *Lerend implementeren:* Kennis en ervaringen uit het ‘Innovatieprogramma microverontreinigingen’, en uit het parallelle programma met de demo’s, zijn onder het motto ‘lerend implementeren’ onmiddellijk gedeeld, zodat het zo snel mogelijk in de zuiveringspraktijk van de waterschappen kan worden toegepast. In dit kader zijn drie bijeenkomsten georganiseerd met de CoP Micro’s, plus enkele symposia en workshops (zie subthema’s ‘Bronnen en routes van microverontreinigingen’ en ‘Afvalwaterzuivering’).
- *Besloten kennisdeling:* de kennis verzameld binnen het IPMV is in diverse besloten bijeenkomsten gedeeld met waterschappers, waaronder kruisbestuiving tussen de verschillende themabegeleidingscommissies, de CoP Rwzi-effluent en effectgerichte beoordeling (ook wel de CoP Biologische effectmetingen genoemd), de CoP Micro’s, en de buitenlandse excursie in november 2019 van de CoP Micro’s naar full-scale installaties van ozonisatie, poederkooladsorptie en GAK-filtratie op respectievelijk de rwzi’s Aachen en Mannheim.

		meer info ⓘ rapport(ge) 🗺 presentaties 📄 website 🌐			
		Bijeenkomsten in 2019			
8 maart	Symposium ‘Al doende leren, al lerende doen’ over de aanpak microverontreinigingen (Jaarbeurs Utrecht)	ⓘ	📄	🗺	
28 mei	Afvalwaterketensymposium, Wageningen (samen met RIONED)	ⓘ	📄	🗺	
13 november	Natuurlijke zuiveringstechnieken	ⓘ	📄		
3 keer per jaar	Lidmaatschap Technology Approval Group Waste Water				



Waterkwaliteit - Effecten op het watersysteem

Ieder watersysteem reageert anders op beheermaatregelen. Om de juiste maatregelen te kunnen nemen is het daarom nodig te weten hoe een watersysteem ecologisch functioneert. Daarnaast is het nodig kennis te hebben van de giftigheid van de aanwezige mix van chemische stoffen en te weten wat voor effect dat heeft op het waterleven.

Ecologische systeemanalyse

In 2019 is het onderzoeksprogramma ‘Kennisimpuls waterkwaliteit’ (KIWK) echt van de grond gekomen (zie: www.kiwk.nl). STOWA is medefinancier en namens de financiers opdrachtgever. Samen met andere partijen werken vier grote Nederlandse kennisinstituten - Del-
tares, RIVM, WEnR en KWR - aan het ontwikkelen van toepasbare kennis voor de waterbeheerders. Bovendien beoogt het programma de kennis die al bij de kennisinstituten aanwezig is te bundelen en te ontsluiten voor toepassing in de praktijk van het waterbeheer, met als doel de waterbeheerders bij te staan in het nemen van de juiste maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren.

Het KIWK-programma kent elf hoofdthema’s. De projecten die onder deze hoofdthema’s vallen, zijn ook onderwerp van onderzoek bij STOWA. Zo valt een aantal projecten uit het KIWK-programma binnen het subthema ‘Ecologische systeemanalyse’. Binnen dit subthema is onderzoek uitgevoerd naar het functioneren van brakke wateren, naar grondwater en naar het ecologisch functioneren van watersystemen. Een voorbeeld:

- *Waterplanten en waterkwaliteit:* Belangrijk is het onderzoek naar de relatie tussen enerzijds de aanwezigheid van waterplanten en anderzijds de waterkwaliteit. Op circa 750 locaties zijn waterplanteninventarisaties uitgevoerd en water- en bodemonsters genomen. De kennis die hieruit voortkomt is een belangrijke basis voor het beoordelen van mogelijke waterkwaliteitsverbeterende maatregelen en het kunnen voorspellen van de effecten hiervan.

Een aantal meer wetenschappelijke onderzoeken kreeg vervolg in 2019, zoals:

- *SESAM:* Dit betreft onderzoek aan de Universiteit van Amsterdam voor het onderbouwen van ecologische watersysteemanalyses (SESAM). Bijzonder is dat in dit onderzoek de complexe relaties tussen verschillende factoren die van invloed zijn op de (ecologische) waterkwaliteit ontrafeld worden en dat handvatten worden gegeven voor een betere aanpak.

- *ESF:* 2019 was ook het jaar waarin de ‘ecologische sleutelfactoren’ voor stromende wateren zijn gelanceerd, aanleiding om alle ecologische sleutelfactoren (ESF’s) opnieuw onder de aandacht te brengen tijdens een groot symposium op 27 juni. De ESF’s staan de waterbeheerders bij in het doorgronden van de werking van aquatische ecosystemen, zodat realistische ecologische doelen en passende beheermaatregelen kunnen worden opgenomen in de Stroomgebiedbeheerplannen.

Afgeronde projecten		meer info ⓘ rapport(age) 🗺 presentaties 📄 website 🌐			
Publicatie	Onderzoek				
Rapport 2018-49	Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027	📘	🗺		
Rapport 2018-50	Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027	📘	🗺		
Rapport 2018-56	Linking ESF; Het begrijpen van de samenhang tussen de ecologische sleutelfactoren voor stilstaande wateren	📘	🗺		
Rapport 2018-57	ESF Stromende wateren. Tussenrapportage hydrologie en morfologie	📘	🗺		
Rapport 2019-06	Handleiding bij de webapplicatie AqMaD	📘	🗺		
website	Doorontwikkeling ecologisch model PCLake/PCDitch. Geschikt gemaakt voor diepe meren			📘	
Lopende projecten					
Afronding	Onderzoek				
2021	Kennisimpuls: Brakke wateren				
2021	Kennisimpuls: Grip op slib (regionale pilot Rijn-Oost)				
2022	Waterplanten en waterkwaliteit				
2023	eDNA Voedselwebanalyse				
2020	SESAM (Stroomgebiedbrede Ecologische SysteemAnalyse Methodiek)				
Gestarte projecten					
Afronding	Onderzoek				
2022	Kennisimpuls: Ecologische kwaliteit				
2022	Kennisimpuls: Grondwater				
2020	Effecten van droogte op macrofauna				
Bijeenkomsten in 2019					
20 februari	Maatschappelijke afwegingen voor de KRW: hoe maken we goede keuzes en kunnen ecosysteemdiensten hierbij helpen?	📘	📄		
19 juni	Bijeenkomst ‘Toepassing landelijk waterkwaliteitsmodel in de regio’	📘	📄	🗺	🌐
27 juni	Symposium ‘KRW-doelen 2027 - Dilemma’s en oplossingsrichtingen’	📘	📄	🗺	🌐

Effecten chemische stoffen

Het onderzoeksprogramma ‘Kennisimpuls waterkwaliteit’ (zie subthema ‘Ecologische systeemanalyse’ of www.kiwk.nl) kent elf hoofdthema’s. Een aantal projecten uit het programma valt binnen het subthema ‘Effecten chemische stoffen’. Binnen dit subthema is onderzoek opgestart naar de emissieroutes en beheeropties voor gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen. Ook het project waarbij de sleutelfactor Toxiciteit wordt uitgebreid is van start gegaan. In 2019 is gewerkt aan de volgende onderzoeken:

- *Monitoring toxiciteit*: Er is een begin gemaakt met het in beeld brengen van hoe giftig (regionale) oppervlaktewateren zijn. Dit onderzoek biedt inzicht in de huidige toestand - een ijkmoment - zodat in latere jaren onderzocht kan worden of verbetermaatregelen tot resultaat hebben geleid.
- *CEC*: Het onderzoeksprogramma aan ‘opkomende stoffen’ (CEC, Contaminants of Emerging Concern in the Water Cycle), dat gezamenlijk wordt gefinancierd door KWR, TKI, STOWA en NWO-TTW, is voortgezet. Het onderzoek vergroot de kennisbasis en leidt naar verwachting over enkele jaren tot instrumenten voor de voorspelling van de (chemische) waterkwaliteit en tot innovatieve technieken voor het bepalen van aquatische toxiciteit.

		meer info ⓘ rapport(ge) 🗎 presentaties 📄 website 🌐			
Publicatie	Rapport 2018-55	Afgeronde projecten			
		Onderzoek			
		Verspreiding van de Tularemie bacterie Francisella tularensis in Nederlands oppervlaktewater ⓘ 🗎			
Afronding	2022	Lopende projecten			
		Onderzoek			
		Onderzoeksprogramma opkomende stoffen (CEC)			
Afronding	2022 2022 2022 2020	Gestarte projecten			
		Onderzoek			
		Kennisimpuls: Sleutelfactor toxiciteit (herziene versie)			
		Kennisimpuls: Gewasbeschermingsmiddelen			
		Kennisimpuls: Diergeneesmiddelen			
		Landelijk overzicht toxiciteit oppervlaktewater			
8 maart		Bijeenkomsten in 2019			
		Symposium ‘Al doende leren, al lerende doen’ over de aanpak microverontreinigingen (Jaarbeurs Utrecht) ⓘ 📄 🗎			

Monitoring en maatregel-effectonderzoek

Het onderzoeksprogramma ‘Kennisimpuls waterkwaliteit’ (zie subthema ‘Ecologische systeemanalyse’ of www.kiwk.nl) kent elf hoofdthema’s. Een aantal projecten uit dit programma valt binnen het subthema ‘Monitoring en maatregel-effectonderzoek’. Binnen dit subthema vallen de onderzoeken waarin wordt onderzocht hoe de belasting van oppervlaktewater met microverontreinigingen en nutriënten het meest effectief kan worden verminderd. Onderzoek vindt plaats in de hele keten, van productie van stoffen, via verkoop en gebruik tot lozing.

- *Rivierkreeften*: Veel aandacht is er in 2019 geweest voor de aanwezigheid van uitheemse rivierkreeften. STOWA voerde onderzoek uit naar de relaties tussen enerzijds het vóórkomen en anderzijds de specifieke milieuomstandigheden, met als doel beheer(s)opties te benoemen.
- *Bestrijding blauwalgen*: STOWA was betrokken bij onderzoek naar de mogelijkheden om blauwalgen, die nog steeds problemen veroorzaken in oppervlaktewater, te bestrijden met waterstofperoxide. Het overzicht van alle bestrijdingsmethoden is geactualiseerd.
- *Bepaling blauwalggiffen*: De bepaling van het risico op blauwalggiffen in zwemwater is nu omslachtig. Onderzoek is gestart om te zien of met DNA-technieken beter, sneller en goedkoper het risico is te bepalen. Het vooruitzicht daarop is positief. Het is dan zaak de nieuwe technieken te introduceren en te verankeren in wet- en regelgeving.
- *Japanse duizendknoop*: De ongebreidelde groei van deze plant veroorzaakt grote overlast bij terreinbeheerders, waaronder ook beheerders van kaden en dijken. STOWA is namens een aantal financiers opdrachtgever van een onderzoek waarbij gekeken wordt of deze invasieve exoot met biologische middelen kan worden bestreden.

		meer info ⓘ rapport(age) 🗺 presentaties 🗨 website 🌐			
Publicatie		Afgeronde projecten			
Rapport 2018-75	Onderzoek	Beekherstel versneld/t (herziene editie)	ⓘ	🗺	
website		Beating the Blues. Systeem voor keuze bestrijdingsmethoden blauwalgen		ⓘ	
Rapport 2019-15		Samenvatting literatuurstudies uitheemse rivierkreeften	ⓘ	🗺	
		Lopende projecten			
Afronding		Onderzoek			
2020		Cyanostop (bestrijding blauwalgen met waterstofperoxide)			
		Gestarte projecten			
Afronding		Onderzoek			
2022		Kennisimpuls: Ketenverkenner			
2022		Kennisimpuls: Nutriënten			
2022		Kennisimpuls: Gedragswetenschappen			
2022		Kennisimpuls: Kennisvalorisatie			
2020		Trend aquatische insecten en oorzaken daarvan			
2020		Deltafact (kennisdocument) toepassing eDNA			
2020		Nieuwe techniek voor beoordelen risico blauwalgen			
2020		Mogelijkheden beheersen uitheemse rivierkreeften			
2021		Biologische bestrijding Japanse duizendknoop			
		Bijeenkomsten in 2019			
3 april		Community of Practice ‘Rwzi-effluent en effectgerichte beoordeling’			
15 april		Themadag over data-analyse en ecologie ‘Van ruwe gegevens naar bruikbare en interpreteerbare informatie’	ⓘ	🗺	🗨
17 oktober		Innovatiemiddag ‘Monitoring waterkwaliteit’	ⓘ		

Kennis delen en verankeren

Naast de initiatieven binnen de genoemde onderzoeks-programma’s en projecten, besteedde STOWA bij het onderdeel ‘Waterkwaliteit - Effecten op het watersys-tem’ aandacht aan aanvullende activiteiten voor ken-nisoverdracht, zoals:

- *Citizen science*: STOWA faciliteert niet alleen de uitwis-seling van kennis tussen professionals, maar draagt ook bij aan ‘citizen science’, bijvoorbeeld door het laten ontwik-kelen van de ‘waterdiertjes-app’. Die is in juni 2019 bij de ‘slootjesdagen’ gebruikt door schoolkinderen in het hele land. De resultaten van dit burgeronderzoek zijn gepre-senteerd op de website www.waterdiertjes.nl.
- *Beken en erfgoed*: Met het uitbrengen van het ‘Handboek beken en erfgoed’ heeft STOWA een belangrijke bijdrage geleverd aan het verbinden van twee, tot niet zo lang geleden betrekkelijk gescheiden, vakgebieden. Het Hand-boek maakt inzichtelijk hoe het beheer van beeksys-temen kan profiteren van de kennis over de ontstaansge-schiedenis ervan, en hoe dat vaak in het landschap nog zichtbaar is.

		meer info ⓘ rapport(age) 🗺 presentaties 📄 website 🌐			
Publicatie	Rapport 2019-33 website	Afgeronde projecten			
		Onderzoek			
		Best practices voor kennisvalorisatie en implicaties voor de Kennisimpuls Waterkwaliteit ⓘ 🗺			
		Waterdiertjes-app 🌐			
Afronding	2021	Lopende projecten			
		Onderzoek			
		CoP Bewustzijn waterkwaliteit			
	2021	European Centre for River Restoration			
Afronding	2020	Gestarte projecten			
		Onderzoek			
		Excursie PEHM naar Lake District			
		Bijeenkomsten in 2019			
		14 maart			
		Community of Practice Bewustzijn Waterkwaliteit over Citizen Science			
		27 maart			
		Tweedaagse cursus ‘Water, beekherstel en erfgoed’			
		2 april			
		Bijeenkomst over Kennisimpuls Waterkwaliteit voor adviesbureaus			
	14 mei	Cursus Blauwalgen en waterbeheer			
	17 september	Werkbijeenkomst CoP Bewustzijn Waterkwaliteit: ‘Hoe verleiden we burgers om bij te dragen aan een betere waterkwaliteit?’			
	15 oktober	Congres ‘Waterbeheer en Landschapshistorie’ ⓘ 📄			



Waterkwaliteit - Risicogestuurd beheer en ontwikkeling assets

Dit deelthema is gericht op het ontwikkelen van instrumenten voor het kosteneffectief beheren van infrastructuur voor het inzamelen, transporteren en zuiveren van afvalwater.

Ontwikkeling van risicogestuurd assetmanagement

Het beheer en onderhoud van de infrastructurele ‘assets’ is essentieel voor het goed functioneren ervan. Naarmate de assets ouder worden, is dit goed functioneren niet meer vanzelfsprekend. Voor de beheerder is echter vaak onduidelijk hoe de staat van de assets is en waar de risico’s zitten. Onderhoud of vervanging vindt daardoor of te laat plaats, met meer incidenten als gevolg, of te vroeg (vroegtijdige vervangingen).

Voor het inschatten van de risico’s zijn bruikbare instrumenten nodig. Hiervoor loopt een onderzoeksprogramma gericht op ondersteuning en ontwikkeling van risicogestuurd assetmanagement. Het moet een (beter) inzicht geven in potentiële risico’s, restlevensduur, kosten, et cetera. Belangrijk onderdeel is het ontwikkelen van kennis bij beheerders, onder meer met training. Daarnaast loopt er een breed programma voor de fundamentele ontwikkeling van inspectietechnieken. In 2019 is onder meer energie gestoken in:

- *Informatie delen bij calamiteiten:* Waterschappen en andere beheerders beschikken bij calamiteiten per definitie over een beperkte hoeveelheid data, en alleen over hun eigen gebied. Het ‘breed’ delen van gegevens geeft een veel beter, landelijk beeld en daarmee ook extra informatie voor het ‘eigen’ beheersgebied. In dit programma wordt nauw samengewerkt met stichting RIONED en met de drinkwatersector.
- *Faalkansenmodel persleidingen:* Project waarin stapsgewijs een rekenmodel wordt ontwikkeld voor het (indicatief) bepalen van de faalkans van persleidingen. Met het model moeten beheerders de conditie van deze leidingen kunnen ‘meten’, zodat ze prioriteiten kunnen stellen in het onderhoud of de vervanging van kritieke delen in hun areaal. Dit moet onder meer leiden tot het reduceren van calamiteiten en de impact daarvan. Ook kunnen beheerders besparen op operationele kosten en vervangingsinvesteringen.
- *CoP Afvalwaterprognoses:* In deze community, gestart in 2019, worden datasystemen, analysetools, gegevens en toepassingen verkend, ontwikkeld en gedeeld met waterschappen. Inzicht in huidige en toekomstige water- en vuilstromen naar de rwzi geeft een concrete basis voor kosteneffectief beheer en ontwerp.

		meer info ⓘ rapport(age) 🗺 presentaties 📄 website 🌐			
Publicatie		Afgeronde projecten			
Rapport 2019-18	Rapport 2019-22	Onderzoek			
Rapport 2019-04A	Rapport 2019-04B	De invloed van rioleringsonderhoud op droge voeten en volksgezondheid ⓘ 🗺			
		Afkoppelen ⓘ 🗺			
		Handreiking evenementen in, op, met, boven en rondom water ⓘ 🗺 (hoofdrapport) 🗺 (bijlagen)			
		Lopende projecten			
Afronding		Onderzoek			
2020		Faalkansenmodel persleidingen			
		CoP Afvalwaterprognoses			
		Urban Drainage (TU Delft)			
2020		Conditiebepaling NWO; TISCA			
2020		Intelligent pigging			
		Gestarte projecten			
Afronding		Onderzoek			
2021		Risicogestuurd persleidingenbeheer			
2020		Afnameverplichting beter onderbouwd			
		Bijeenkomsten in 2019			
19 maart		Studiedag Professioneel Persleidingenbeheer (Persleidingendag) ⓘ 📄 🗺			
20 mei		CoP Afvalwaterprognoses			
28 mei		Afvalwaterketensymposium, Wageningen ⓘ 📄 🗺			
20 juni		CoP Afvalwaterprognoses			
26 november		Studiedag professioneel persleidingbeheer			



ENERGIETRANSITIE

Waterbeheerders worden merkbaar geconfronteerd met de negatieve effecten van klimaatverandering en hebben daarom groot belang bij de transitie naar schone energie. Zij willen (en kunnen) aan deze transitie bijdragen door voortdurend op zoek te gaan naar manieren om energie te besparen, terug te winnen en op een duurzame manier te produceren om zo hun eigen doelstellingen te halen.

De onderzoeken moeten bijdragen aan:

- Minstens 40 procent van het eigen energieverbruik wordt in 2020 zelf duurzaam geproduceerd (klimaatakkoord).
- In 2025 zijn de waterschappen 100 procent energieneutraal.
- In 2050 is een reductie van broeikasgassen bereikt van 95 procent (klimaatakkoord).

STOWA heeft haar activiteiten in 2019 binnen het maatschappelijke thema Energietransitie gericht op de volgende onderwerpen:

- Maatregelen op de rioolwaterzuiveringsinstallaties;
- Duurzame energie uit watersystemen.

WATERVEILIGHEID

KLIMAATADAPTATIE

WATERKWALITEIT

ENERGIETRANSITIE

CIRCULAIRE ECONOMIE

Maatregelen op rioolwaterzuiveringsinstallaties

Op de rwzi zijn uiteenlopende maatregelen mogelijk die kunnen bijdragen aan de energietransitie en aan duurzaamheid. Bijvoorbeeld door een efficiëntere productie van biogas uit slib, een betere verbranding van slib (door slibontwatering) of door het terugdringen van broeikasgasemissies. In 2019 is onder meer energie gestoken in de volgende onderzoeksactiviteiten:

- *Energiefabrieken*: Er lopen diverse studies en op labschaal en pilotschaal worden verschillende onderzoeken uitgevoerd, met name op het gebied van ‘meer energie uit slib’ door voorbehandeling van slib, vergassingstechnologie en door (de verhoging van de biogasproductie door gebruik te maken van) waterstofgasconcepten. De effecten van onder meer de gistingsconcepten Ephyra, Themista, een combinatietechnologie en Thermfilly worden gemonitord.
- *Superkritisch vergassen*: De proefopstelling op de rwzi Dinther is in 2018 opgestart. Het monitoringsprogramma is uitgesteld omdat de pilot-installatie kinderziekten ondervindt en nog niet volwaardig is opgestart.
- *Slibontwatering met Torwash*: Op de rwzi Almere heeft op pilotschaal onderzoek plaatsgevonden naar energieproductie, slibreductie en fosfaatproductie met de Torwash-technologie. Voorbereidingen voor de opschaling naar een demonstratie-installatie worden verkend.
- *CoP Lachgas*: Voor broeikasgasemissies op rwzi’s is een Community of Practice opgericht en worden ervaringen uitgewisseld tussen de waterschappen. De activiteiten richten zich op goede en eenvoudige metingen van lachgasemissies in de praktijk, waarbij gebruik gemaakt wordt van modellering.

		meer info ⓘ rapport(ge) 🗎 presentaties 📄 website 🌐			
		Afgeronde projecten			
<i>Publicatie</i>	Rapport 2019-03	<i>Onderzoek</i>			
	Rapport 2019-05	Rek in afvalwatersystemen: Hulpmiddel voor verkennen ruimte voor optimalisatie ⓘ 🗎			
		Risico-inschatting emissie lachgas vanuit Nederlandse rioolwaterzuiveringen; Resultaten meetonderzoek voor verificatie eenvoudige risico-inschatting ⓘ 🗎			
	Rapport 2019-13	Thermfilly, milde secundair-slibvoorbehandeling ⓘ 🗎			
		Lopende projecten			
<i>Afronding</i>	2021	<i>Onderzoek</i>			
	2021	LIFE-project SOS Themista / Ephyra			
	ntb	Supersludge			
	2020 (ntb bij mogelijk vervolg)	CoP Optimalisatie slibvergisting			
	2022	Pilotonderzoek naar het verhogen van het drogestof gehalte van zuiveringsslib na ontwatering met behulp van de TORWASH			
	2021	Nevenreacties tijdens thermische druk hydrolyse			
	ntb	Pilotonderzoek Themista-Ephyra combinatie op RWZI Nieuwgraaf			
	ntb	CoP Lachgas			
	2020	CoP Legionella			
	2020	Actiever actief slib			
		Methanisering van waterstof (syngas)			
		Gestarte projecten			
		<i>Onderzoek</i>			
	2020	MAS Colsen (mainstream anamox)			
	2020	NEO slibontwatering			
		Bijeenkomsten in 2019			
	15 maart	Platform afvalwater Energie en Grondstoffen			
	3 oktober	Platform afvalwater Energie en Grondstoffen			

Duurzame Energie uit watersystemen

Behalve maatregelen om energie op te wekken bij waterzuiveringen, zijn waterbeheerders ook geïnteresseerd in mogelijkheden voor energieopwekking in het watersysteem. Het gaat hierbij om het benutten van de ‘assets’, zoals dijken, voor het opwekken van zonne-energie, en om het onttrekken van warmte uit het oppervlaktewater (aquathermie). In 2019 is gewerkt aan de volgende onderzoeken:

- *Zon op Water*: De aanleg van een groot zonnepark op water, waarbij de panelen dicht op elkaar liggen, zorgt voor vermindering van lichtinval. Dit heeft directe en indirecte effecten op de algengroei, de waterplanten en daarmee het leven onder water. Met modelstudies zijn deze effecten op de waterkwaliteit in beeld gebracht. In 2020 wordt gekeken of een gezamenlijk monitoringsprogramma van de grond kan komen.
- *Zon op Dijken*: De drie meest kansrijke dijktypen kunnen samen circa 700 duizend huishoudens voorzien van zonne-energie, zo wijst dit onderzoek uit. Dat is een substantiële bijdrage aan de energietransitie. De uitkomst van het onderzoek, gepubliceerd in de Zonnewijzer, laat de waterbeheerder zien hoe kansrijk de dijken zijn. Dit geeft concrete input voor de Regionale Energie Strategieën (RES), de regionale uitwerkingen van het Klimaatakkoord naar concrete maatregelen.
- *Aquathermie*: Uit dit onderzoek blijkt dat aquathermie financieel haalbaar is en dat er voor de waterschappen juridisch gezien veel speelruimte is om met aquathermie aan de slag te gaan. Veel kennis is (en wordt) gedeeld in het Netwerk Aquathermie (NAT).

- *Elektrische energie uit water*: De mogelijkheden om elektriciteit op te wekken uit water zijn bijeengebracht. Marktrijpe en betaalbare technieken die direct ingezet kunnen worden, hebben samen een maatschappelijk winbaar potentieel van circa twee procent van de landelijke elektriciteitsvraag (7,4 PJ/jaar). Het gaat om zonne-energie op meren, om waterkracht bij stuwen, en om ‘slim malen’. Als ook de verdere techniek- en prijsontwikkeling doorzet bij technieken als energie uit zoet-zoutverschillen, getijdenenergie, golfenergie, zonne-energie op zee en flexibiliteit door conversie naar groene waterstof, ontstaat een winbaar potentieel van circa negen procent van de landelijke elektriciteitsvraag. Dit is aanleiding voor het ministerie van EZK om een routekaart ‘Energie uit Water’ te gaan opstellen.
- *Kennisprogramma Energie en Water*: Samen met de Unie en het Ministerie van BZK is het onderzoeksprogramma ‘Energie en Water’ opgesteld. Komende jaren zullen diverse nieuwe onderzoeken worden gestart die kennis moet opleveren om de waterschappen te ondersteunen bij hun inzet in de Regionale Energie Strategieën (RES). Het programma heeft een looptijd van meerdere jaren.

Afgeronde projecten		meer info	rapport(age)	presentaties	website
Publicatie	Onderzoek				
Rapport 2018-76A	Zon op dijken - Zonnewijzer (juli 2019)				
Rapport 2019-27	Slim Malen: energie besparen?!				
Rapport 2019-29	Perspectieven elektriciteit uit water				
Rapport 2019-28	Juridisch kader aquathermie 2019, Speelruimte voor de praktijk				
Afronding					
ntb	Kennisprogramma Energie en Water (WARES)				
Bijeenkomsten in 2019					
23 januari	CoP Aquathermie over thermische energie uit drinkwater (TED)				
2 juli	CoP Aquathermie over projecten bij Waternet en een bezoek aan de TEO-installatie van Hotel Jakarta				
8 oktober	Workshop ‘Thermische energie uit oppervlaktewater: ontwikkelen afwegingskader koudelozingen’				
31 oktober	Workshop Energieopslag				
14 november	CoP Aquathermie over governance en het juridisch kader aquathermie				
21 november	Nationaal congres Bodemdaling				

Programma's volledig door anderen gefinancierd

ONDERZOEKSPROGRAMMA BROEIKASGASSEN
VEENWEIDEN

Het ministerie van LNV en betrokken provincies hebben STOWA gevraagd het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) te coördineren. Doel van het programma is om de effectiviteit van verschillende maatregelen tegen veenafbraak te onderzoeken en de voorspellingen over de emissies te verbeteren. Ook wordt onderzocht of veranderingen in het waterbeheer een bijdrage kunnen leveren aan emissiereductie. Het onderzoeksprogramma is gestart met:

- *Meetprogramma's*: Om inzicht te krijgen in hoe groot de uitstoot werkelijk is, daar voorspellingen over te kunnen doen, en om inzicht te krijgen in de effecten van maatregelen, moet eerst enkele jaren goed worden gemeten. Eind 2019 zijn daarom op vijf locaties meetprogramma's gestart om relaties tussen waterbeheer en broeikasgasemissies in beeld te brengen en te komen tot een eenduidige meetmethodiek. Behalve emissies wordt ook bodemdaling intensief gemeten. Uit het onderzoek moet naar voren komen wat de ernst van de zaak is en welke maatregelen nuttig en gewenst zijn.

	Lopende projecten	meer info ⓘ	rapport(age) 🌐	presentaties 📄	website 🌐
Afronding 2022	Onderzoek Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden	ⓘ	🌐	🌐	(infographic)



CIRCULAIRE ECONOMIE

CIRCULAIRE ECONOMIE

Er bestaat een breed gedragen gevoel dat we nog te veel verspillen en dat onze grondstoffen eindig zijn. We zullen onze economie circulair moeten maken, ook in de watersector. Samen met STOWA werken de waterschappen daarom hard aan het omvormen van rioolwaterzuiveringen tot fabrieken om energie en grondstoffen terug te winnen. Maar we gaan verder. De biomassa die vrijkomt bij slootonderhoud of het maaien van bermen, kan worden vergist, maar ook worden gebruikt als bodemverbeteraar of als grondstof voor biocomposiet. Door naar dergelijke toepassingen onderzoek te doen krijgen de waterschappen gereedschappen in handen om daadwerkelijk circulair te gaan opereren.

STOWA heeft haar activiteiten in 2019 binnen het maatschappelijke thema Circulaire economie gericht op de volgende onderwerpen:

- Inzicht in de bronnen;
- Grondstoffenfabrieken.

WATERVEILIGHEID

KLIMAATADAPTATIE

WATERKWALITEIT

ENERGIETRANSITIE

CIRCULAIRE ECONOMIE

Waterketen als grondstof voor circulaire toepassingen

Het onderzoek in dit subthema is erop gericht zicht te krijgen in de hoeveelheden, de herkomst en de samenstelling van het afvalwater dat bij de rwzi wordt aan-gevoerd. Deze kennis is nodig om keuzes te kunnen maken en onderbouwen in zowel technieken als in de schaal van de verwerking van afvalwater tot grondstof-fen (inclusief water). In 2019 is gewerkt aan de volgende projecten:

- *Besliscriteria buitengebied:* De aanvoer van ‘afvalwater’ naar de rwzi bestaat uit hemelwater, bedrijfsafvalwater, grondwater, oppervlaktewater en huishoudelijk afvalwa-ter. Deze stromen worden al of niet bewust gemengd ingezameld en getransporteerd. De communale rwzi is slechts één van de mogelijke eindpunten van de waterke-ten. Afhankelijk van het gestelde doel zou schoon opper-vlaktewater vooral niet naar de rwzi moeten, hemelwa-ter liever niet, en huishoudelijk afvalwater juist liever wel. Huishoudelijk of industrieel afvalwater zou ook juist lokaal kunnen worden gezuiverd en worden inge-zet. Zicht op deze stromen, hun samenstelling en hun herkomst is essentieel voor de onderbouwing van circu-laire concepten voor water, grondstoffen en energie. Daarnaast is de omgeving, de context waarin keuzes over kosten en kwaliteit worden gemaakt, essentieel voor een doelmatige afweging. Deze veelheid aan keuzes en aspec-ten zal in het project ‘Besliscriteria buitengebied’ wor-den geïntegreerd.
- *Rol van de waterketen:* Er is een traject gestart om een bre-de visie te ontwikkelen op een circulaire samenleving en op de rol van de waterketen daarin. Dit traject loopt in nauwe samenwerking met onder andere de EFGF en de ‘waterfabriek’.
- *Saniwijzer en de Sanimonitor:* Om een overzicht van, en inzicht in de gegevens van beheer en functioneren van kleinschalige zuiveringen te krijgen, zijn de Saniwijzer en de Sanimonitor ontwikkeld. Hierin worden gegevens omtrent prestatie, kosten en beheer verzameld in een database en online beschikbaar gemaakt. De Sanimoni-tor geeft daarnaast ook richting aan de aard en aan stan-daardisatie van monitoringsgegevens, zodat de vergelijk-baarheid van functioneren wordt vergroot.

	Afgeronde projecten	meer info ⓘ rapport(ge) 📄 presentaties 📄 website 🌐
Publicatie	Onderzoek	
website	Saniwijzer ⓘ	
Website	Sanimonitor ⓘ	
	Lopende projecten	
Afronding	Onderzoek	
2020	Riothermie Urk	
2022	Oosterwold	
	Gestarte projecten	
Afronding	Onderzoek	
2021	Update saniwijzer	
2020	Update sanimonitor (geplande overdracht aan HWH)	
2020	Besliscriteria buitengebied	
	Verkenning brede visie op circulariteit	
	Bijeenkomsten in 2019	
10 april	Platformmiddag Nieuwe sanitatie	
28 november	Platformbijeenkomst Nieuwe sanitatie ‘Samenwerking over de grenzen heen...’	ⓘ 📄 🌐

Grondstoffenfabrieken

In het kader van de ontwikkeling van de circulaire economie wordt ingezet op het reduceren van emissies, het efficiënt gebruik maken van grondstoffen en het terugwinnen en gebruiken van grondstoffen en energie. Naast het ontwikkelen van innovatieve concepten op de bestaande rwzi's, zoals Waterfabriek en Kaumera, worden ook andere opties voor het inzamelen, transporteren en verwerken van regen-, drainage- en afvalwater verkend. De waterschappen hebben zich tot doel gesteld om vijf grondstoffen gezamenlijk te gaan verwaarden. In samenwerking met de EFGF wordt ingezet op de verwaarding van cellulose, Kaumera (voorheen Alginaat/ALE), fosfaat, bioplastics en biomassa. In 2019 is onder meer gewerkt aan:

- *WICE Circulair Water 2050*: Uitgaande van de huidige situatie en de ambities van de Rijksoverheid, beoogt dit samenwerkingsproject - samen met KWR, Aquaminerals en de EFGF - een visie en route(n)kaart op te stellen waarmee in 2050 de circulaire economie wordt bereikt voor grondstoffenefficiëntie in de waterketen. In de route(n) kaart worden verschillende (combinaties van) mogelijkheden en kansen geschetst die tot realisatie van ‘volledig circulair in 2050’ leiden, inclusief kansrijke vervolgprojecten.
- *Kaumera*: Tijdens de ontwikkeling van Nereda is gebleken dat naast organische stof en nutriënten, dit korrelslib ook hoge gehalten winbare polysaccharides bevat. Deze polysaccharides, Kaumera genoemd, zijn sterk gelvormend en waterdragend en kunnen worden toegepast in onder meer de landbouw en in de textiel- en papierbranche. Het Nationale Kaumera Onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma heeft tot doel om de productie van Kaumera en de toepassing uit Nereda korrelslib te demonstreren. In 2019 is met het consortium in Zutphen een extractie-installatie gerealiseerd.
- *Verzuring actief slib en zeefgoed*: Het doel van deze projecten is de ontwikkeling van processen om van actief slib en zeefgoed vetzuren te produceren. Deze vetzuren kunnen onder meer weer worden ingezet bij de defosfatering op rwzi's of voor de productie van PHA (grondstof voor bioplastics) op rwzi's.

Afgeronde projecten		meer info		rapport(age)		presentaties		website	
Publicatie	Onderzoek								
Rapport 2019-11	Verkenning verwaarding van zuiveringsslib met behulp van biologische methoden								
Rapport 2019-14	Kaumera Nereda Gum; samenvatting NAOP onderzoeken 2013-2018 (programma loopt nog door)								
Rapport 2019-16	Verkenkend onderzoek naar de verzuring van zeefgoed								
Rapport 2019-17	From biomass to mycelium composite. An exploration on cellulose and weed residues								
Rapport 2019-35	Slibverwerking met ongebluste kalk middels het MID MIX proces								
Rapport 2019-37	Pilot terugwinning cellulose met zeeftechnologie uit de papierindustrie (heeft vervolg gekregen)								
Rapport 2019-41	Circulair biocomposiet van natuurvezels van waterschappen en natuurorganisaties								
Lopende projecten									
Afronding	Onderzoek								
2020	CELLU2PLA (LIFE project)								
2025	Nationaal KAUMERA Onderzoeks- en Ontwikkelingsprogramma								
2024	Verzuring actief slib								
2023	Verzuring zeefgoed								
2023	Biopulping: selectieve lignocellulose ontsluiting met Witrotschimmels								
2020	Bodemverbetering met slibcompost								
2021	‘Bioplastic from water’ bij Wetsus								
2021	WICE Circulair Water 2050								
2024	LIFE Wilp								
Bijeenkomsten in 2019									
2 oktober	Opening Kaumera-installatie Zutphen								
15 maart	Platform afvalwater Energie en Grondstoffen								
3 oktober	Platform afvalwater Energie en Grondstoffen								

OVER STOWA

MISSION STATEMENT

STOWA heeft als hoofddoelstelling: Het samen met de regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoefte en kennisleemten op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van die kennis.

STRATEGIE

In samenspraak met de deelnemers stelt STOWA eenmaal per vijf jaar een strategienota op. Hierin worden zowel de inhoudelijke prioriteiten als de organisatorische aandachtspunten vastgelegd. In 2019 heeft het bestuur van STOWA de Strategienota ‘Energie in Synergie’ voor de periode 2019-2023 vastgesteld. Belangrijke inhoudelijke prioriteiten in deze nota zijn:

- Waterveiligheid
- Klimaatadaptatie
- Waterkwaliteit
- Energietransitie
- Circulaire economie

Deze thema’s zijn gebaseerd op de maatschappelijke vraagstukken bij de waterschappen. Ze bepalen de inhoud van het werk van STOWA en dat is, ook in dit jaarverslag, terug te zien in de clustering van het onderzoek.

Naast ontwikkelingen op de inhoud, vragen ook de ontwikkelingen in de achterban van STOWA om verandering. De producten van STOWA zullen daarom steeds meer gericht zijn op zowel de bestuurders als de specialisten. Dit betekent dat STOWA zich in haar communicatie op een bredere doelgroep zal gaan oriënteren. Veel met STOWA vertrouwde oudere medewerkers zullen met pensioen gaan, daarom zullen de jongere medewerkers extra aandacht krijgen.  

BESTUUR

STOWA kent een bestuur waarin waterschappen, provincies en het Rijk zijn vertegenwoordigd. Hierbij is onder meer rekening gehouden met de geografische spreiding over het land. De bestuurders vanuit provincies en het Rijk worden benoemd op voordracht van respectievelijk het Interprovinciaal Overleg en van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat/Rijkswaterstaat. Zij worden benoemd voor onbepaalde tijd. De waterschapsvertegenwoordigers worden benoemd door het zittende bestuur voor een periode van maximaal twee termijnen van elk vier jaar.

Op 1 januari 2019 kende het bestuur de volgende leden:

I.G.M. (Ingrid) de Bondt tot 07-02

Waterschap Hollandse Delta

G.J. (Geert-Jan) ten Brink

Waterschap Hunze en Aa’s

J.J.C. (Johan) van den Hout tot 01-07

IPO, provincie Noord-Brabant

P. (Peter) Ketelaars

Waterschap Aa en Maas

drs. L.H.M. (Luc) Kohsiek (voorzitter)

Hoogheemraadschap van Hollands Noorderkwartier

Ir. E. (Eisse) Luitjens vanaf 01-12

Waterschap Noorderzijlvest

Ir. K. Portegies vanaf 16-07

Ministerie I&W, RWS/WVL

Drs. A.J.M. (Lida) Schelwald–Van der Kley tot 16-04

Waterschap Zuiderzeeland

Prof. Dr. C. (Co) Verdaas vanaf 01-08

Waterschap Rivierenland

Ir J.J. (Joost) Buntsma (secretaris)

STOWA

MEDEWERKERS

In 2019 had STOWA de volgende acht medewerkers in vaste dienst:

- Petra Angelone**
managementassistente / medewerker facilitaire zaken
- Joost Buntsma**
directeur
- Jet Gerssen**
managementassistente / medewerker financiële zaken en projectadministratie
- Bert Palsma**
onderzoekscoördinator waterketen
- Michelle Talsma**
onderzoekscoördinator watersystemen
- Cora Uijterlinde**
onderzoekscoördinator afvalwatersystemen
- Bas van der Wal**
onderzoekscoördinator watersystemen
- Ludolph Wentholt**
onderzoekscoördinator waterweren

Van februari tot december werkte een student van de Universiteit Utrecht eerst als afstudeerder en later als tijdelijke kracht aan de invloed van de droge zomers van 2018 en 2019 op de waterkeringen.

SAMENWERKING

Samen met andere kennisinstellingen en organisaties streeft STOWA er al lang naar om het gevraagde onderzoek op elkaar af te stemmen of gezamenlijk uit te voeren. In het verlengde van de afspraken in het Bestuursakkoord Water en de kennisagenda van het Deltaprogramma neemt STOWA deel aan het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK). De samenwerking met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat neemt steeds grotere vormen aan. In het kader van de samenwerking van de waterschappen en het rijk binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) is de STOWA ‘huisvader’ van het Adviesteam Dijkontwerp. In het kader van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie is STOWA ‘huisvader’ van het Platform Samen Klimaatbestendig. Rijk, provincies, waterschappen en waterbedrijven werken en financieren samen het Investeringsplan voor het Nederlands Instrumentarium en de Kennisimpuls Waterkwaliteit. Andere partners waarmee in 2019 de banden zijn versterkt, zijn de Raad voor het Cultureel Erfgoed (RCE), Rioned en het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN), en internationaal met *the Environmental Agency* van het Verenigd Koninkrijk en met het Waterloopkundig Laboratorium van Vlaanderen.

Daarnaast neemt STOWA deel aan EU-kennisprogramma’s en aan de Global Water Research Coalition, een wereldwijd onderzoeksplatform op waterketengebied.



Leden van de Global Water Research Coalition

KENNISDELING EN -ONTSLUITING

STOWA werkt actief aan het ontsluiten, verspreiden, delen en verankeren van de ontwikkelde en bijeengebrachte kennis. Meer en meer wordt gezocht naar een overzichtelijke en toegankelijke wijze van kennisoverdracht. Niet alleen gericht op de specialisten, maar ook op bestuur, management, beleid en beheer en onderhoud. En niet alleen in de bekende vorm van STOWA-rapporten, maar ook in de vorm van factsheets, krantformaten en (digitale) nieuwsbrieven. En natuurlijk in de vorm van bijeenkomsten, van symposia tot workshops en van kennisplatforms tot cursussen.

In 2019 bracht STOWA 37 publicaties uit en organiseerde 65 bijeenkomsten, alleen of in samenwerking met anderen. Alle uitgaven zijn door iedereen gratis te downloaden van de STOWA-site. Publicaties over waterbeheer worden in opdracht van STOWA opgenomen in de Hydrotheek die door Wageningen Universiteit wordt beheerd.

Communities of Practice

De waterbeheerders beschikken over veel praktijkkennis. Om die kennis themagewijs bij elkaar te brengen en gezamenlijk initiatieven te ontplooiën en uit te werken, initieert en faciliteert STOWA zogeheten *Communities of Practice* (CoP's). In 2019 faciliteerde STOWA de volgende CoP's:

	Afvalwaterprognoses. Startte op 1 januari 2018 en loopt tot 1 januari 2021.	Website 
	Aquathermie. Initiatief van Deltares, KWR en STOWA, gestart in 2019.	
	Beheer en Onderhoud. Gestart bij STOWA, nu bij het Koninklijk Nederlands Waternetwerk (KNW).	
	Beken en Rivieren	
	Bewustzijn Waterkwaliteit	
	Lachgas	
	Legionella	
	Micro's (vervolg op CoP Medicijnresten)	
	Meten en monitoren groenblauwe daken	
	Rwzi-effluent en effectgerichte beoordeling (ook bekend als CoP Biologische effectmetingen)	
	Vacuümrilering en voedselrestenvermalers	
	Waterinfiltrerende verharding (ook bekend als CoP Doorlatende bestrating of CoP Infiltrerende voorzieningen en enkele variaties daarop)	

Websites

Naast publicaties en bijeenkomsten attendeert STOWA haar achterban ook via de website www.stowa.nl. Over specifieke onderwerpen in het waterbeheer is veel informatie te vinden op speciale themawebsites. Een overzicht:

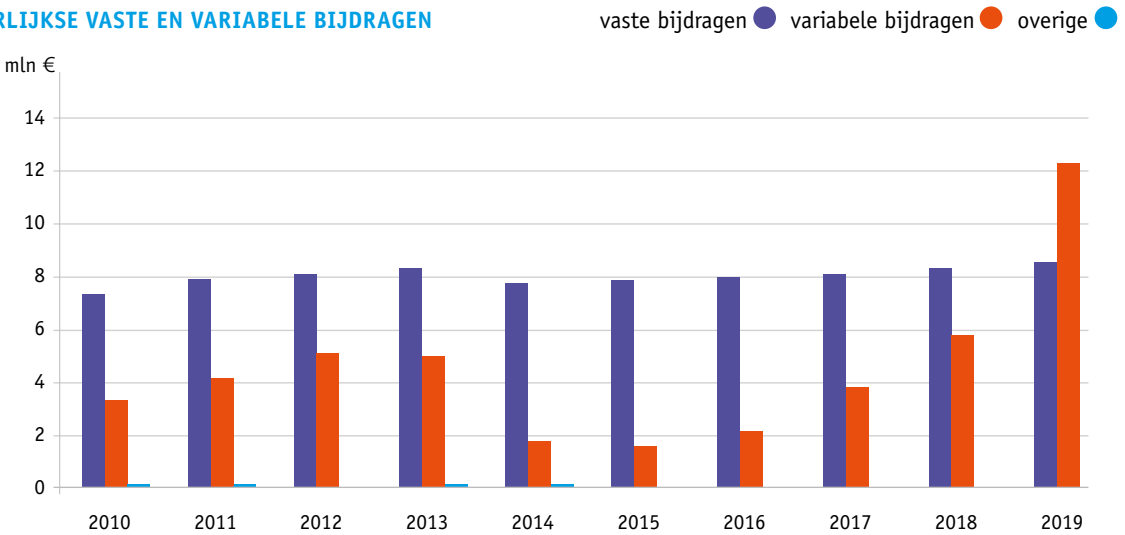
	AqMaD	Ondersteuning van een ecologische watersysteemanalyse	Website 
	Beating the blues	Maatwerk voor systeemherstel en blauwalgbestrijding	
	Deltafacts	De nieuwste feiten over klimaat, waterbeheer en waterkwaliteit	
	DDSC	Dijk Data Service Centrum	
	Dijkmonitoring	Kennisplatform dijkmonitoring	
	EBEOsys	Beoordelingssysteem voor de ecologische kwaliteit van watertypen	
	FWOO	Fresh Water Options Optimizer. Mogelijkheden voor opslag van zoetwater.	
	Hydrotheek	Digitale bibliotheek waterbeheer (bij bibliotheek WUR)	
	IJkdijk	FloodControl IJkdijk; dijkmonitoring voor inspectie en toetsing met behulp van sensorsystemen	
	Kaumera	Bio based grondstof uit afvalwater	
	KIWK	Kennisimpuls waterkwaliteit	
	Lumbricus	Programma voor een klimaatrobuust bodem- en watersysteem	
	Meteobase	Online service met actuele neerslag- en verdampingsgegevens	
	MLV	Digitale landkaart meerlaagsveiligheid [inloggen]	
	NAT	Netwerk Aquathermie	
	NHI	Nederlands Hydrologisch Instrumentarium	
	NKB	Nationaal kennisprogramma Bodemdaling	
	NOBV	Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden	
	PerceelTool	Rekentool voor het dimensioneren van regenwatermaatregelen op eigen terrein	
	PIW	Inspectie/instandhouding waterkeringen	
	RiverCare	Onderzoek naar het hydrologisch en morfologisch functioneren van beken en rivieren en de effecten van maatregelen voor veiligheid en natuurherstel.	
	Sanimonitor	Database met meetresultaten van decentrale sanitaire systemen in Nederland en België	
	Saniwijzer	Nieuwe sanitatie in de praktijk	
	StraaD, De	Samenwerkingsproject om straten te transformeren voor een beter leefklimaat	
	Waterdiertjes	De Nationale Waterdiertjestelling; brengt de biodiversiteit van ons water beter in kaart.	
	Water Nexus	Nieuwe oplossingen voor watervoorziening in kustgebieden met te weinig zoetwater	
	Waterschade-schatter	Legt de relatie vast tussen wateroverlast en de gevolgschade bij gebouwen, infrastructuur en gewassen.	
	Waterstromen	E-learning module 'Waterstromen in beeld'	
	Water weren	Bundelt inzichten en onderzoeken over regionale waterkeringen	
	Waterwijzer	Waterwijzers Landbouw en Natuur	

Financiën

Alle waterschappen nemen deel in STOWA en - via het Interprovinciaal Overleg (IPO) - ook de provincies. Gezamenlijk brengen zij het benodigde geld bijeen voor het werk van het kenniscentrum. De contributies bestaan uit vaste en variabele bijdragen. Het jaarlijkse, door de deelnemers bijeen gebrachte vaste budget bedraagt zo'n 8,5 miljoen euro. In 2019 is de jaarlijkse bijdrage ver-

hoogd met het inflatiepercentage met daarop nog eens 1 procent. Deze verhoging was bedoeld om de toenemende ambitie van de deelnemers voor STOWA-onderzoek te kunnen blijven waarmaken. De variabele inkomsten worden opgebracht door deelnemers in projecten en subsidies vanuit de rijksoverheid.

JAARLIJKSE VASTE EN VARIABLE BIJDRAGEN



STAAT VAN BATEN EN LASTEN 2019

	Resultaat 2019	Begroting 2019	Resultaat 2018
BATEN			
Bijdrage waterschappen	8.372.099	8.413.000	8.128.252
Bijdrage provincies	206.260	207.000	200.250
Bijdragen van derden in projecten	12.297.985	-	5.848.364

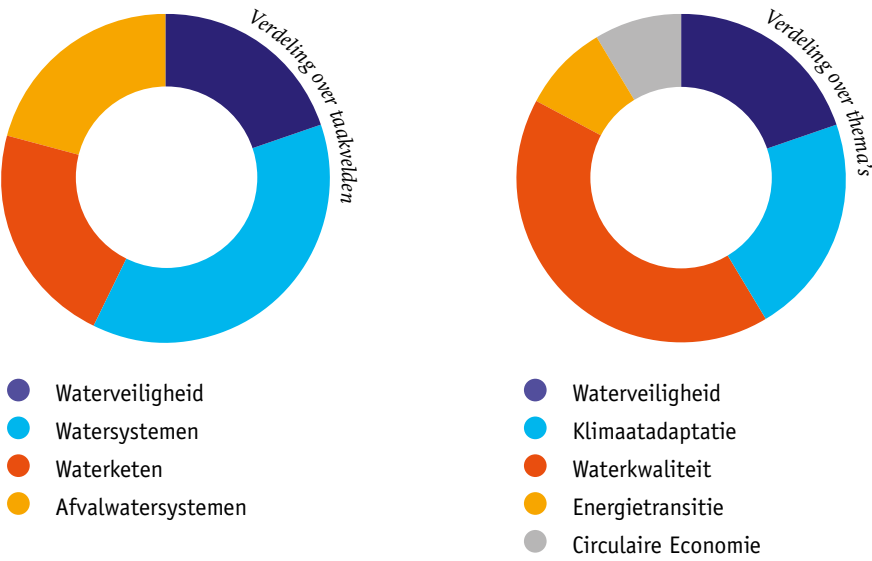
	Resultaat 2019	Begroting 2019	Resultaat 2018
LASTEN			
Bureaunkosten & algemene kosten	1.235.804	1.259.000	1.231.190
Informatie & dienstverlening	281.088	350.000	481.709
Onderzoek & ontwikkeling	16.599.579	7.011.000	12.279.983
Reserve	2.766.339	-	184.393

De bijdragen van derden zijn in principe incidenteel en fluctueren daarom sterk over de jaren heen. In 2019 groeide die bijdrage aanmerkelijk. Reden hiervoor is dat STOWA op verzoek van onze partners IPO, VEWIN, Rijk en waterschappen een aantal meerjarige programma's coördineert en faciliteert. Omvangrijke programma's zijn het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI), de Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK), het Innovatieprogramma Microverontreinigingen (IPMV) en het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgasemissies Veenweiden (NOBV). Hiermee namen de inkomsten en uitgaven fors toe. Het bedrag dat is toegekend aan de reserve is bestemd voor de financiering van al opgedragen onderzoek.

BUDGETVERDELING

Onderstaande diagrammen laten zien hoe het eigen STOWA-budget, dus zonder de bijdragen van derden, in 2019 was verdeeld over de vier taakvelden en over de vijf maatschappelijke thema's.

VERDELING VAN HET STOWA-BUDGET OVER DE WERKVELDEN EN MAATSCHAPPELIJKE THEMA'S



Colofon

Amersfoort, oktober 2020

Uitgave

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA)

Postbus 2180

3800 CD Amersfoort

Bezoekadres

Stationsplein 89, vierde etage

3818 LE Amersfoort

T 030 460 32 00

E stowa@stowa.nl

I www.stowa.nl

Tekst

Joost Buntsma, Hans de Rond

Vormgeving

Vormgeving Studio B, Utrecht

Fotografie

ANP Foto (p. 8 Hans van Rhoon, p. 22 Friso Spoelstra,

p. 68 Anjo de Haan), p. 42 iStock photo

STOWA 2020-31

ISBN 978.90.5773.910.1

Copyright

De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

Disclaimer

Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

