

**stowa**

# JAARVERSLAG 2021



2022  
01

**stowa**

**JAARVERSLAG 2021**



2022  
01

## Inhoud

<b>TEN GELEIDE</b>   5	<b>4 ENERGIETRANSITIE</b>   73
<b>ONDERZOEK EN ONTWIKKELING</b>   7	4.1 Maatregelen op rioolwaterzuiveringsinstallaties   74
<b>1 WATERVEILIGHEID</b>   9	4.2 Duurzame Energie uit watersystemen   76
1.1 Op orde brengen van regionale waterkeringen (ORK)   10	4.3 Programma's volledig door anderen gefinancierd   78
1.2 Instandhouding primaire keringen (PIW)   12	<b>5 CIRCULAIRE ECONOMIE</b>   83
1.3 Kennisontwikkeling in samenhang met wetenschappelijk onderzoek   14	5.1 Waterketen als grondstof voor circulaire toepassingen   84
1.4 Innovatieve ontwikkelingen   16	5.2 Grondstoffenfabrieken   86
1.5 Kennis delen en verankeren   18	<b>STOWA-BREED</b>   89
1.6 Programma's volledig door anderen gefinancierd   20	6.1 Kennisfestival 'Do Facts Matter?'   90
<b>2 KLIMAATADAPTATIE</b>   23	6.2 JONG Waterbeheer. Waterbeheer van de toekomst   90
<b>2A De klimaatadaptieve stad</b>   25	6.3 Campagne STOWA 50 jaar: De Kracht van Kennis   92
2.1 Maatregelen en effecten inzichtelijk voor het lokale proces   26	<b>OVER STOWA</b>   95
2.2 Kennisontwikkeling in samenhang met wetenschappelijk onderzoek   28	Mission statement   95
<b>2B Een klimaatrobuust watersysteem</b>   31	Strategie   95
2.3 Effecten op het watersysteem   32	Bestuur   95
2.4 Effecten op de omgeving   34	Medewerkers   96
2.5 Maatregelen voor een robuust watersysteem   36	Samenwerking   96
2.6 Kennis delen en verankeren   38	Kennisdeling en -ontsluiting   98
2.7 Programma's volledig door anderen gefinancierd   40	Financiën   102
<b>3 WATERKWALITEIT</b>   43	Colofon   104
<b>3A Bronnen en routes</b>   45	
3.1 Bronnen en routes van microverontreinigingen   46	
<b>3B Beheermaatregelen</b>   49	
3.2 Afvalwaterzuivering   50	
3.3 Kennis delen en verankeren   52	
<b>3C Effecten op het watersysteem</b>   55	
3.4 Ecologische systeemanalyse   56	
3.5 Effecten chemische stoffen   60	
3.6 Monitoring en maatregel-effectonderzoek   62	
3.7 Kennis delen en verankeren   64	
<b>3D Risicogestuurd beheer en ontwikkeling van assets</b>   67	
3.8 Ontwikkeling van risicogestuurd assetmanagement   68	

Dit jaarverslag geeft een volledig overzicht van alle activiteiten en resultaten van STOWA in 2021. Het verschijnt zowel in gedrukte vorm als digitaal. In de digitale versie (zie: [www.stowa.nl/jaarverslag2021](http://www.stowa.nl/jaarverslag2021)) kunt u op de blauwonderstreepte domeinnamen of via icoontjes direct doorklikken naar achterliggende documenten. Om dit jaarverslag hierbij niet te verlaten, wordt aanbevolen de rechter muisknop te gebruiken en een gelinkt document in een nieuw tabblad of venster te openen.

Wilt u snel een goed beeld krijgen van wat STOWA in 2021 bracht? Lees dan de STOWA-Jaarkrant 2021. Hierin zijn treffende activiteiten en resultaten uit het jaarverslag geselecteerd en gecomprimeerd tot een korte overzichtelijke jaarkrant (zie: <http://www.stowa.nl/jaarkrant2021>).



**WATERVEILIGHEID**

PAGINA 9

**KLIMAATADAPTATIE**

PAGINA 23

**WATERKWALITEIT**

PAGINA 43

**ENERGIETRANSITIE**

PAGINA 73

**CIRCULAIRE ECONOMIE**

PAGINA 83

## 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.

## Ten geleide

Het jaar 2021 was voor STOWA een bijzonder jaar: we vierden ons tiende lustrum, 50 jaar - De kracht van Kennis. Een memorabel moment dat ook in dit jaarverslag een plek verdient. Om ons met de Jonge Waterbeheerders te verbinden organiseerden we een Young Talent Day. Helaas was 2021 opnieuw een jaar waarin we spaarzaam fysiek bij elkaar konden zijn. Maar, het werk ging wel door! Gewend aan het nieuwe online werken, werden voor alle thema's nieuwe activiteiten ontplooid, lopend onderzoek voortgezet of afgerond, en kennis gedeeld. In deze Ten geleide een opwarmer om verder te bladeren of zelfs te lezen.

Op het terrein van het thema [Waterveiligheid](#) werd met volle kracht gewerkt aan het Polder2C's-Project in de Hedwigepolder. Als kroon op het werk werd het project genomineerd, en won het 'Het zonnetje' van de Delta-commissaris! Ook binnen dit project is speciale aandacht voor de kennisoverdracht naar de jongere water- of dijkbeheerder. De traditionele kennisdag Professionalisering Instandhouding Waterkeringen kon ook dit jaar geen doorgang vinden. In plaats daarvan werd een hybride bijeenkomst georganiseerd, met de verschillende calamiteuze gebeurtenissen van afgelopen zomer als thema, uiteraard met speciale aandacht voor Limburg.

In het thema [Klimaatadaptatie](#) heeft wateroverlast, na drie extreem droge jaren, weer de nodige aandacht gehad. STOWA is al geruime tijd actief om extreme weersituaties te kunnen duiden. Zo kon snel worden vastgesteld dat de bui die Limburg trof wel zeer extreem was, eens in de duizend jaar. Juist in 2021 verscheen de evaluatie van de Provinciale normering wateroverlast uit het eerste Nationaal Bestuursakkoord Water. Ook werd een eerste verkenning uitgevoerd naar een meer integrale kijk naar risico's van wateroverlast. Leren van het verleden voor het waterbeheer van nu, dat is wat de samenwerking met de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed oplevert. In 2021 werd een methode ontwikkeld voor de stad: de Stadsgenese. Hierin worden stedenbouw, water en bodem met elkaar verbonden. Natuurlijk kijken we ook vooruit. Het programma Lumbricus werd afgerond en het vervoliprogramma KLIMAP is opgestart. In KLIMAP staat het maken van ontwikkelpaden voor klimaatbestendig waterbeheer voorop, met 2050 als doorkijk.

Bij het thema [Waterkwaliteit](#) was de toxiciteit van het oppervlaktewater een belangrijk onderwerp. Met gebruik van geavanceerde statistische methoden is het rapport over trends en invloeden op het voorkomen van watergebonden insecten uitgebracht, in combinatie met een 'foto' van de toxiciteit van het Nederlandse oppervlaktewater. Binnen het Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit afvalwater (IPMV) zijn een flink aantal haalbaarheidsstudies afgerond en een aantal pilots in gang gezet. Minder zichtbaar, maar wel belangrijk, is de oplevering van een bemonsterings- en analysemethode voor het bemonsteren en analyseren van een groep medicijnresten - de zogenoemde gidsstoffen - waardoor uiteenlopende zuiveringstechnieken voor de verwijdering van medicijnresten objectief met elkaar kunnen worden vergeleken. De Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK) nadert zijn afronding en daardoor leveren de tien onderzoeksprojecten inmiddels een groeiend aantal belangwekkende kennisproducten op.

Binnen het thema [Energietransitie](#) wordt onder meer gekeken naar de bijdrage die waterschappen kunnen leveren om over te stappen naar groene energie. Het programma Water en Regionale EnergieStrategieën (WARES) werd met succes afgerond met een afsluitend webinar. Kansen voor zonne-energie, windenergie, aquathermie en de rwzi als energiehub zijn verkend. Het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden, dat wordt gefinancierd vanuit de 'klimaatgelden' door het ministerie van LNV en andere 'veenpartijen', is inmiddels uitgegroeid tot een van de grote programma's van STOWA.

Op het terrein van de [Circulaire Economie](#) heeft de samenwerking rond PHA2Use - het winnen van een grondstof voor bioplastic - geleid tot de bouw van een proefinstallatie in Dordrecht. Dat bij de circulaire economie niet alleen afvalwater kansen biedt, bewijzen de resultaten van het project Circulair baggerbeheer.

Amersfoort, maart 2022

[ir. Joost Buntsma](#)  
Directeur



Het STOWA *Jaarverslag 2021* bestaat uit twee delen. Het deel *Onderzoek en ontwikkeling* geeft themagewijs een volledig overzicht van de STOWA-activiteiten gericht op het samenbrengen, ontwikkelen, delen en implementeren van kennis. Het deel *Over STOWA* geeft informatie over de organisatie (bestuur, medewerkers en werkwijze) en de laatste ontwikkelingen daarin.

## ONDERZOEK EN ONTWIKKELING

In 2019 bracht STOWA de strategienota 'Energie in Synergie' uit voor de periode van 2019 tot 2023. In deze nota groepeerde STOWA haar werkzaamheden in vijf maatschappelijke thema's: Waterveiligheid, Klimaatadaptatie, Waterkwaliteit, Energietransitie en Circulaire economie. Ook in 2021 vormden deze thema's de basis van de activiteiten. In dit deel 'Onderzoek en ontwikkeling' zijn de thema's uitgewerkt in deel- en subthema's. Elk subthema vormt een paragraaf die start met een inleiding, gevolgd door enkele beschrijvingen van onderzoeksprogramma's of projecten of van andere gerelateerde activiteiten of 'opbrengsten'. De paragraaf wordt afgesloten met een overzicht van afgeronde, lopende en nieuw opgestarte projecten en (online) bijeenkomsten.





## 1 WATERVEILIGHEID

**Klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling zorgen ervoor dat de waterschapstaak om ons land veilig te houden in zwaarte toeneemt. STOWA zoekt samen met de waterschappen daarom permanent naar nieuwe, adequate maatregelen en werkwijzen als antwoord op deze ontwikkelingen.**

Wat betreft waterveiligheid zal 2021 in de eerste plaats de annalen ingaan vanwege de hoogwatercalamiteit in Zuid-Nederland (en in België en Duitsland), nota bene midden in de zomer. De sector werd met de neus op het feit gedrukt dat veiligheid nooit een vanzelfsprekendheid is. De beheerders hebben met man en macht gewerkt. Dankzij intensieve samenwerking konden ze het verlies van mensenlevens of nog grotere economische schade voorkomen.

Naast deze beeldbepalende gebeurtenis is in 2021 in lijn met voorgaande jaren gewerkt aan de optimale afstemming tussen zorgplicht, beheer en onderhoud van waterkeringen enerzijds, en beoordelen, ontwerpen en versterken anderzijds. Wat betreft optimalisatie is ook gekeken naar het doelmatig beoordelen van primaire keringen, het toetsen van regionale keringen en het verminderen van veiligheidsrisico's gekoppeld aan kostenbesparingen.

Vermeldenswaardig zijn ook de activiteiten in het kader van Polder2C's 'Living Lab Hedwige-Prosperpolder'. In dit internationale project worden verschillende proeven gedaan op een bestaande dijk. Het project trok in 2021 aandacht in diverse gremia en ontving in november 2021 vanuit het Deltaprogramma de prijs voor innovatief en toonaangevend project.

De activiteiten binnen het maatschappelijke thema Veiligheid heeft STOWA onderverdeeld in de volgende subthema's:

- Het op orde brengen van de regionale waterkeringen;
- Het in standhouden van de primaire keringen (professionalisering instandhouding waterkeringen, kust en bekledding);
- 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



## 1.1 Op orde brengen van regionale waterkeringen (ORK)

In 2004 ging het 'Ontwikkelingsprogramma Regionale waterkeringen' (ORK) van start. Dit langlopende programma richt zich op het optimaal beheren van regionale keringen. De vierde fase van ORK startte op 1 januari 2020. De onderzoeksprojecten in deze fase zijn vooral gericht op kennis en methoden waarmee dijkbeheerders meer inzicht krijgen in hoe dijken in elkaar steken en hoe de veiligheid van het achterliggende gebied op een doelmatige manier is te bereiken. Dit zijn de belangrijkste onderzoeksthema's:

### DE VEILIGHEIDSBENADERING

Het verbeteren en onderhouden van regionale keringen is belangrijk. De keringen moeten dan ook voldoen aan strikte veiligheidsnormen. In de loop der jaren is hier een systematiek van vaste normen voor alle dijken voor ontwikkeld, waarbij wordt gekeken naar de overschrijdingskans: de kans dat een maximale waterstand wordt overschreden. Anders gezegd: hoe hoog en sterk moet een dijk zijn om de kans dat het water hoger komt dan de dijk zelf, of dan de dijk aan kan, te minimaliseren? Veel dijken zijn inmiddels volgens deze generieke systematiek versterkt, maar veel moeten nog. Dijkversterking conform de huidige geldende normering is echter erg kostbaar. Het roept de vraag op of de kosten niet moet worden afgezet tegen de waarde van het te beschermen achterliggende gebied. Om tot een verbeterde veiligheidsbenadering te komen zijn in 2021 vijf onderzoeksvragen gedefinieerd en zijn vier pilots gestart om deze vragen uit te werken. Voor de pilots is gekozen voor verschillende gebieden in Nederland. Twee in hoog en twee in laag Nederland, zowel in stedelijk als landelijk gebied. De onderzoeksvragen richten zich op:

- Schadeberekeningen;
- Watersysteemmaatregelen;
- Maatgevende eisen vanuit beheer en onderhoud;
- Vertaling van de overstromingskans van een gebied naar eisen aan een waterkering.

### DE ZORGPLICHT








Een aantal jaar geleden is voor de primaire keringen de wettelijke zorgplicht geïntroduceerd. Naar aanleiding hiervan is de vraag ontstaan of dit ook voor het regionale systeem moet gebeuren. Binnen het ORK wordt uitgezocht wat onder de zorgtaak wordt verstaan en welke

afspraken tussen beheerder en toezichthouder nodig zijn over het uitvoeren van de zorgtaak en de invulling van toezicht. Inmiddels wordt de meerwaarde gezien en is een ambitie geformuleerd waarbij een aantal keringbeheerders hebben laten weten in 2030 aantoonbaar in control te willen zijn.






In 2021 zijn drie generieke onderwerpen gedefinieerd voor verdere uitwerking:

- Definieer en minimale ondergrens met een minimale invulling van de zorgplicht voor de regionale keringen;
- Maak landelijke afspraken over de rolinvulling van toezichthouders;
- Maak landelijke afspraken over de rapportage van keringbeheerders aan toezichthouders (frequentie, werkwijze en detaillering).

### Afgeronde projecten

<i>Publicatie</i>	<i>Onderzoek</i>
2021-06	Veiligheidsbenadering regionale keringen. Casus Grote of Achterwaterschap - Alblasterwaard Vijfheerenlanden  
2021-07	Overschrijdingskans of overstromingskans regionale keringen. Een technische vergelijking  
Artikel	Pilots regionale veiligheid in afrondende fase 
Website	Website ORK: <a href="http://www.waterweren.org">www.waterweren.org</a> 
Blog	Sinds maart 2020 schrijft programmacoördinator Robin Biemans een blog. 





### Lopende projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Droogtescan (satellietmonitoring verdroging veenkaden)    
2022	Kwalitatief toetsen 
2022	Handreiking NWO's
2023	Zorgplicht voor de regionale keringen
2022	Pilot om de heterogeniteit in bodemopbouw te verdisconteren in de berekeningen stabiliteit binnenwaarts
2022	Gebiedsnorm: welke eisen komen hieruit voor de keringen?
2022	Voorstel indexering schadetabel (ROR)

### Gestarte projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Vier pilots ten behoeve van besluitvorming rond de veiligheidsbenadering (Wetterskip Fryslân, Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard en de waterschappen Hunze en Aa's en Aa en Maas Drie)

### (Online) bijeenkomsten in 2021

21 januari	Binnenbeeld-buitenbeeld: dichterbij elkaar door meten en monitoren  
4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar Herbezinning op veiligheid: klassiek of klimaatadaptief? 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

## 1.2 Instandhouding primaire keringen (PIW)






PIW is een samenwerkingsprogramma van STOWA en Rijkswaterstaat. Het startte in 2004 en zit nu in de derde fase. In deze fase (3.0) maakt PIW nieuwe en bestaande kennis praktisch toepasbaar voor het inspecteren, beheeren en onderhouden van de waterkeringen, primair voor dijkinspecteurs en objectbeheerders. De ambitie is om de beheerders van waterkeringen te ondersteunen, zodat zij in 2023 aantoonbaar 'in control' zijn over de status van de keringen. Aantoonbaar 'in control' zijn is de verplichting van de waterschappen om aan de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) inzichtelijk te maken dat ze als beheerder aan de wettelijke taken rondom beheer en onderhoud voldoen, i.e. de zorgplicht primaire waterkeringen. PIW3.0 helpt de beheerder bij een aantal van de twaalf zorgplichtonderdelen, met een primaire focus op inspectie, beheer en onderhoud. Na een minder productief 2020 - een echt 'COVID-jaar' - volgde in 2021 een jaar waarin veel gebeurde en ook veel tot stand kwam, zoals:

- **Zorgplicht: praktijkervaring delen.** In 2021 zijn de waterschappen en Rijkswaterstaat samen aan de slag gegaan in het ontwikkeltraject zorgplicht. 'Leren van elkaar' staat hierin centraal. Om de kennisuitwisseling tussen de keringbeheerders te stimuleren en documenten en praktijkvoorbeelden met elkaar te delen, is een online zorgplichtbibliotheek opgezet.
- **Peer reviews in kader van Zorgplicht.** In 2021 zijn er een aantal peer reviews uitgevoerd, bijvoorbeeld bij Waterschap Rivierenland (Rijn Midden en Rijn Oost) en bij Waterschap Scheldestromen. Ook is er een digitale bespreking geweest van het landelijk kernteam van de zorgplichtcoördinatoren. Hierin is geconstateerd dat de peer reviews goed werken. Ook de digitale peer review blijkt een werkbare methode. Er is wel enige vertraging, maar die is verklaarbaar vanwege COVID.
- **Handreiking NEN 2767 - Conditie meting.** Voor het op uniforme wijze beschrijven van schade aan dijken, dammen en duinen gebruikten inspecteurs tot nu toe veelal de Digigids, de nationale catalogus voor schade aan waterkeringen. Vanuit een breed gedragen wens voor verdere standaardisatie van de inspectie van waterkeringen, zowel in het proces als bij de technische beoordeling, is een handreiking opgesteld die de achtergrond en het gebruik van de NEN 2767-conditiemeting beschrijft. De handreiking


is bedoeld voor dijkbeheerders die overwegen de overstap van Digigids naar de NEN 2767-conditiemeting te maken.

- **PIW Kennisdag.** De jaarlijkse 'Kennisdag Inspectie Waterkeringen' die het PIW-programma gewoonlijk op één dag organiseert in Burgers' Zoo, zag er in 2021 vanwege het aanhoudende COVID-virus net zo uit als in 2020: digitaal en verspreid over meerdere dagen. Er waren online workshops over asfaltbekledingen, de sterkte van grasbekleding, dijkinspecties volgens NEN 2767, robuuste grasbekleding en droogte. De opnames van deze online workshops zijn terug te kijken op het [YouTube-kanaal](#) van STOWA. In september stond een 'fysieke' kennisdag gepland, maar dat werd toch een 'hybride' kennisdag - deels fysiek, deels online - waarin de actualiteit van de hoogwatercalamiteiten van de zomer van 2021 aan de orde kwam. Ook de 'hybride' kennisdag is terug te kijken op [YouTube](#).


### Afgeronde projecten

<b>Publicatie</b>	<b>Onderzoek</b>
2021-18	Strategische verkenning bekledingen onderzoek. Identificeren kennisbehoefte  
2021-22	Handreiking NEN 2767 voor waterkeringen (dijken, dammen en duinen) - Overeenkomsten en verschillen met de digigids  
Nieuwsbrief	PIW3.0 - Nieuwsbrief 2021-02 














### Lopende projecten

<b>Afronding</b>	<b>Onderzoek</b>
Doorlopend	Grasregisseur en de Handreiking grasbekleding 
Doorlopend	Faciliteren Platform Waterkeringbeheer
Doorlopend	Nieuwsbrieven
2022	Pilot beoordeling open steenasfalt (in samenwerking met waterschap Zuiderzeeland en Rijkswaterstaat)

### Gestarte projecten

<b>Afronding</b>	<b>Onderzoek</b>
2021	Peer reviews bij Waterschap Rivierenland en Waterschap Scheldestromen
2022	Actualisatie Kennisatlas Waterkeringen 
2022	Nieuwe website voor het PIW-programma

### (Online) bijeenkomsten in 2021

1 april	PIW - Kennisdag Inspectie Waterkeringen: Workshop asfaltbekledingen  
15 april	PIW - Kennisdag Inspectie Waterkeringen: Workshop grasbekleding - Sterkte  
12 mei	PIW - Kennisdag Inspectie Waterkeringen: Online workshop 'Aan de slag met de NEN 2767 dijkinspecties'  
17 juni	PIW: Kennisdag Inspectie Waterkeringen 2021 - Online workshop Robuuste grasbekleding  
2 september	PIW: Kennisdag Inspectie Waterkeringen 2021 - Online workshop 'Droogte'  
16 september	PIW: Digitale bijeenkomst 'Hoogwater zomer 2021'   







meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

### 1.3 Kennisontwikkeling in samenhang met wetenschappelijk onderzoek












Ook in 2021 participeerde STOWA in technisch-wetenschappelijk onderzoek van universiteiten via NWO-Toegepaste en Technische Wetenschappen (TTW). Dit gebeurde veelal in samenwerking met Rijkswaterstaat-WVL, HWBP, verschillende waterschappen en provincies, en ook diverse kennisorganisaties zoals universiteiten. In 2021 was er aandacht voor:

- **RealDune.** STOWA neemt deel aan een vierjarig onderzoeksproject van het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) over duïnerosie. RealDune ging in 2020 van start en wordt uitgevoerd door de TU Delft samen met Rijkswaterstaat, Deltares en verschillende marktpartijen. Het onderzoek richt zich op het meten van duïnerosie en dan vooral hoe duinen zich gedragen tijdens heftige stormcondities. De verkregen inzichten kunnen helpen om ons zo goed mogelijk te beschermen tegen stormen vanaf zee. Het project maakt gebruik van de Zandmotor als faciliteit voor kustwaterbouwkundig veldonderzoek.
- **All-Risk.** Het onderzoeksprogramma All-Risk deed vijf jaar lang onderzoek naar de implementatie van de nieuwe veiligheidsnormen. Doel was om inzichten te krijgen waarmee de dijkversterking sneller en goedkoper kan worden uitgevoerd. Het programma zit in de laatste fase en loopt officieel in maart 2022 af. In 2021 is er nog veel gebeurd. Tussen mei en oktober zijn negen webinars georganiseerd om de resultaten met de deelnemers te bespreken. Die zijn afkomstig van de ongeveer 30 partners, waaronder behalve STOWA ook Rijkswaterstaat, waterschappen, universiteiten, onderzoeksinstituten en diverse adviesbureaus. Daarnaast verschenen er nog twee nieuwsbrieven, in maart en oktober, met in die laatste onder meer een verslag van de webinars.
- **Wiki noodmaatregelen.** Dit meerjarenprogramma, uitgevoerd door waterschappen, Rijkswaterstaat en STOWA, richt zich geheel op de fase van calamiteiten. Centraal staat de Werkgroep Wiki Noodmaatregelen, een CoP waarvoor men zich bijvoorbeeld bij STOWA kan opgeven. Via de website [www.wiki-noodmaatregelen.nl](http://www.wiki-noodmaatregelen.nl). In 2021 is onder meer gewerkt aan opleiding, training en oefenen, en het verbeteren van werkinstructies inzake bekrammingen, steunbermen en het inzetten van zandzakken bij noodkeringen ('big bags') en bij het opkisten (piping). Ook heeft de werkgroep een planning voor 2022 gemaakt.

#### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
Website	Website All-Risk (NCR Knowledge base) 
Nieuwsbrieven	All-Risk: Nieuwsbrief maart 2021  All-Risk: Nieuwsbrief oktober 2021 
Webpagina	All-Risk: Evaluatie webinars 2021 
Webpagina	All-Risk: Overzicht van onderzoeksresultaten 
Website	Wiki Noodmaatregelen Waterkeringen 

#### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
2022	<i>All Risk:</i> Reductie van onzekerheden bij de implementatie van nieuwe veiligheidsnormen HWBP 
2022	<i>Piping in de praktijk:</i> Ontwikkeling van een methode om piping onder rivierdijken te kunnen bepalen, zowel lokaal als op delta-schaal
2024	<i>RealDune:</i> TKI-onderzoeksproject over duïnerosie, uitgevoerd door TU Delft samen met Rijkswaterstaat, Deltares en marktpartijen. 
2024	<i>Plan Duinen/X-Beach:</i> Onderzoek naar een nieuw een instrumentarium gericht op duinbeheer, vergunningverlening en duinafslagprocessen (in het kader van dynamisch kustbeheer).
2024	Waterveiligheidsbeheer en ruimtelijke kwaliteit: WUR-RuG-onderzoeksprogramma 'Naar een aanpak voor versterking van ruimtelijke kwaliteit en duurzame inrichting in het waterveiligheidsbeheer van de 21e eeuw'. 
2024	<i>Faalboomanalyses:</i> Onderzoek van Deltares, samen met RWS en het HWBP, naar probabilistische faalpaden. In het onderzoek, geïnitieerd door Waterschap Hollandse Delta, wordt ook beheer en onderhoud meegenomen, wat voor de beheerders interessante inzichten kan opleveren.
2024	<i>Earthwork:</i> Onderzoek onder leiding van de WUR naar historische aanpassingen in het landschap als gevolg van menselijke adaptatie aan klimaat en omgeving (onderzoek in het kader van nationale 'Archeologie telt'). 
17 mei	All-Risk webinar 1: Dubbele dijken: dubbel beschermd en dubbel verantwoordelijk?   
27 mei	All-Risk webinar 2: Grootste risico rivieren: splitsingspunt of piping?   
2 juni	All-Risk webinar 3: De opbouw van de ondergrond beter in kaart   
10 juni	All-Risk webinar 4: Naar een realistische inschatting van weerstand tegen golfoverslag   
14 juni	All-Risk webinar 5: Macrostabielheid: betere parameters, modellen of dijkversterking?   
29 juni	All-Risk webinar 6: Voorlanden: nuttig voor beheersbare veiligheid of alleen mooie natuur?   
5 juli	All-Risk webinar 7: Datagedreven dijkversterking: Bouwen op nieuwe en historische data   
4 oktober	All-Risk webinar 8: Risicogebaseerde inspecties en interacties tussen faalmechanismen   
13 oktober	All-Risk webinar 9: Verder kijken dan versterken   
13 oktober	Workshop (live): Dynamisch Kustbeheer 2021 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

## 1.4 Innovatieve ontwikkelingen


### POLDER2C'S LIVING LAB HEDWIGE EN PROSPERPOLDER

Het samen delen en oplossen van praktijkvragen biedt mogelijkheden voor innovaties. De ontpoldering van de Nederlandse Hedwigepolder, en de Belgische Prosperpolder, biedt een unieke kans om in een zeer realistische setting testen op dijken uit te voeren om innovaties te ontwikkelen. Een greep uit de onderzoeksactiviteiten die in de loop van 2021 zijn uitgevoerd:

- *Testen van dijksterkte en dijkreparaties.* In het najaar van 2020 en in februari 2021 zijn enkele overloopproeven uitgevoerd om de sterkte(factoren) van de dijk te onderzoeken. Van de schades die daardoor zijn ontstaan zijn er twee met verschillende methoden herstelt. Doel hiervan is om op termijn te achterhalen of de methoden even sterk zijn.
- *Levee Challenge en Winter School.* In februari vond de *Levee Challenge* plaats, waarbij een team studenten van de KU Leuven het opnam tegen een team van de TU Delft. De uitdaging was om de dijkschade zo goed mogelijk te herstellen met een gedegen reparatie die bestand is tegen wateroverloop. Tijdens de *Challenge* zijn de reparaties aan een overloopproef onderworpen om de sterkte te testen. Beide teams kwamen goed door de test. De Winter School bestond vanwege corona uit een online programma in het voorjaar en een weekend in het veld in het najaar. Tijdens deze Winter School hebben studenten uit binnen- en buitenland een divers programma gevolgd rondom het thema 'Flood Resilience'.
- *Golfoverslag.* In het najaar van 2021 werd golfoverslag op de dijk nagebootst, waarbij ook werd onderzocht in hoeverre graverij door dieren de dijk kwetsbaarder maakt voor golfoverslag. De uitkomst is tweeledig: enerzijds blijkt een goede en gezonde grasmat een sterkere bekleding dan verwacht; anderzijds kunnen kleine beschadigingen, zoals holen, intredend water toegang geven tot de zachte zandkern, waardoor er snel veel schade kan ontstaan.
- *Bouw veldstation.* Er zijn plannen gemaakt voor de bouw van een veldstation. Het station zal tijdens het project dienst doen als basiskamp waar onderzoekers elkaar kunnen ontmoeten en testen kunnen doen, en waar ze ook kennis en ervaringen met elkaar kunnen delen. Daarnaast is het station bedoeld als plek om kennis over te dragen. Ook na afloop van het project zal het station

als ontmoetingsruimte voor onderzoek en onderwijs beschikbaar blijven.




### Polder2C's wint het Zonnetje

**Ieder jaar wordt het Zonnetje uitgereikt, de prijs voor een aansprekend project dat als voorbeeld dient voor effectieve, innovatieve en kansrijke uitvoering van het Nationaal Deltaprogramma. In 2021 ging de prijs naar Polder2C's/Living Lab Hedwige-Prosperpolder. Op 11 november reikte Deltacommissaris Peter Glas het Zonnetje uit aan Ludolph Wentholt (STOWA) en Bart Vonk (Rijkswaterstaat) tijdens het 12e Nationale Deltacongres.** 







Behalve de opvallende activiteiten rond het Living Lab is er in 2021 in het kader van innovatief onderzoek ook bijgedragen aan:

- *Digitale transformatie:* In samenwerking met het Waterschapshuis is in 2021 een bijdrage geleverd aan de totstandkoming van WILMA, de 'Waterschap Informatie & Logisch Model Architectuur'. Door als watersector dezelfde inrichtingsprincipes te hanteren voor databeheer en informatiemanagement, is uitwisseling van data en samenwerking mogelijk. Om WILMA in de praktijk nuttig te laten zijn, wordt gewerkt aan een voor de beheerder herkenbare indeling en beschrijving.




### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2021-52	<i>Field research on burrows and discontinuities in embankments: Fact Finding field research in the Hedwige-Prosperpolder</i>  
Website	Polder2C's /Living Lab Hedwige-Prosperpolder 

### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
2022	Polder2C's - Living Lab Hedwige-Prosperpolder   
2022	De Meegroeidijk
Doorlopend	Netwerk Dijkmonitoring 
2024	Digitale transformatie IT-architectuur Waterveiligheid (WILMA)  

### (Online) bijeenkomsten in 2021

4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Verder kijken dan je neus lang is: Monitoring van droogte via remote sensing en veldmetingen (bij veenkades) 
Maart	Winter School 20-21: Fieldwork for Flood Resilience (workshops) 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



## 1.5 Kennis delen en verankeren







Naast de initiatieven binnen de onderzoeksprogramma's en projecten, investeerde STOWA binnen het thema Waterveiligheid veel tijd aan diverse initiatieven om kennisoverdracht te realiseren.

- **Graafschade door dieren.** STOWA vervult een ondersteunende rol bij het operationaliseren van de kennis die voortkomt uit de werkgroep Muskus- en Beverratten. Sinds 2020 participeert STOWA in het landelijk kenniscentrum Bever, samen met Rijkswaterstaat-WVL, ProRail, de Unie van Waterschappen, het Interprovinciaal Overleg en de Zoogdiervereniging. In 2021 is bestaande informatie verzameld op het gebied van ecologie, verspreiding, monitoring, knelpunten, oplossingen en wetgeving. In oktober werd het Kenniscentrum officieel geopend met de lancering van een website en met een symposium over de bever. Het kenniscentrum draagt onder meer bij aan het effectief en diervriendelijk bestrijden van graafschade, vooral door praktijkkennis bijeen te brengen en te delen.
- **Kennis- en Kunde Platform (KKP).** Het Kennis- en Kunde Platform is een netwerk van dijkbeheerders om ervaringen omtrent het beoordelen en versterken van keringen met elkaar te kunnen uitwisselen. De belangrijkste ontwikkelingen in 2021 waren dat er een concept programmaplan is opgesteld en dat het netwerk op zoek is naar een nieuwe voorzitter. Vanuit DGWB wordt gedacht om het KKP een formele taak te geven in de kwaliteitsborging, bij de ingebruikname van het nieuwe beoordelingsinstrumentarium. De besluitvorming hierover, en zo ja, onder welke condities, zal in 2022 plaatsvinden.
- **Expertisenetwerk Leidingen in Waterstaatswerken (ELW).** Dit netwerk bestaat uit leden van waterschappen, Rijkswaterstaat, provincies en Deltares en is ondergebracht bij STOWA. ELW verzamelt en deelt kennis over thema's als ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud van pijpleidingen in en nabij waterstaatswerken, waaronder waterkeringen. Sinds 2021 werkt het netwerk nauw samen met het Strategisch Samenwerkingsoverleg Water- en Netbeheerders (SSWN).







### Afgeronde projecten

<i>Publicatie</i>	<i>Onderzoek</i>
Website	Dynamisch Kustbeheer 
Website	Kenniscentrum Bever 
Website	Kennis- en Kunde Platform (KKP) 
Deltafact	Verzekeren van overstromingsschade en schade door wateroverlast (versie 2.0, december 2021)  

### Lopende projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Operationaliseren van nieuwe methoden om muskus- en beverratten op te sporen (onder meer van de eDNA-techniek).
Doorlopend	Kenniscentrum Bever: kennis delen over het effectief en diervriendelijk bestrijden van graafschade   
Doorlopend	Verbreden van kennis van graverijen van muskus- en/of beverratten naar andere graafsoorten (konijnen, muizen, dassen maar ook invasieve exoten).
Doorlopend	Platform 'Dynamisch Kustbeheer'
Doorlopend	Expertisenetwerk 'Leidingen in Waterstaatswerken' (ELW)  
Doorlopend	Netwerk 'Windenergie op en nabij Waterkeringen'
Doorlopend	Kennis- en Kundeplatform (diverse onderwerpen) 

### (Online) bijeenkomsten in 2021

4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Waterveiligheid in vijf kernbegrippen 
	Webinar: Hoe sterk zijn sluisdeuren? Onderbuik of onderbouwd? 
6 oktober	Symposium (hybride) Kenniscentrum Bever  
Divers	Kennis- en Kundeplatform 

<i>Datum</i>	<i>Thema</i>	<i>Datum</i>	<i>Thema</i>
14 januari	GIS-logstelsysteem HHNK	3 juni	Macrostabieleit
21 januari	Masterclass waterveiligheid directeuren (deel 1)	14 juni	Vakgroep Duinen
9 februari	Geonis Tooling	24 juni	Erosie van zandige dijk zonder grasbekleding
11 februari	Masterclass waterveiligheid directeuren (deel 2)	7 september	D-Stability en Embankment Suite
15 april	BOI-update	12 oktober	Vakgroep Monitoring
22 april	Vakgroep Niet-waterkerende objecten (NWO's)	3 november	Kennisprogramma Zeespiegelstijging, Waterveiligheid
11 mei	Resultaten GABI-onderzoek	10 november	Update Riskeer
18 mei	Uittredepuntenmethode piping WSRL	2 december	Vakgroep Geotechniek
20 mei	Probabilistisch ontwerpen grasbekleding	13 december	Vakgroep Kunstwerken & Langsconstructies
		16 december	Vakgroep Niet-waterkerende objecten (NWO's)

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



## 1.6 Programma's volledig door anderen gefinancierd

### ADVIESTEAM DIJKONTWERP

In 2019 stelde het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) het Adviesteam Dijkontwerp in. Dit team ondersteunt projecten en het HWBP bij vragen over de toepassing van de overstromingskansbenadering en de nieuwe kennis die daarmee samenhangt.

Als 'host' van het adviesteam bracht STOWA specialisten vanuit kennisinstituten, marktpartijen en waterschappen bij elkaar. Deze specialisten, afkomstig uit verschillende vakgebieden, stellen waar nodig hoogspecialistische kennis beschikbaar. De beschikbaar gestelde kennis helpt een professionele dialoog op gang te brengen, uitmondend in proportionele en gedragen versterkingsmaatregelen.

Het Adviesteam behandelt vragen, geeft adviezen en bundelt ervaringen in zogeheten Rode draden. Activiteiten en producten uit 2021 zijn:

- *Adviezen en diensten.* Het Adviesteam kreeg 93 vragen: 64 adviesvragen, 5 ingangstoetsen, 6 challenges en 18 sparsesies. Vragen vanuit projecten gaan momenteel vaak over het combineren van faalmechanismen, het meenemen van niet-gemodelleerde sterkte ('reststerkte') en over probabilistisch rekenen.
- *Werkwijze falen door macrostabiliteit.* In de reeks 'Rode draden' verscheen in 2021 nummer 3: 'Werkwijze falen door macrostabiliteit'. De memo gaat in op de werkwijze rondom falen door macrostabiliteit. Er wordt een werkwijze aangeboden om een ontwerpverificatie voor dit faalmechanisme uit te voeren.
- *Bekleding op het binnentalud.* In de reeks 'Rode draden' is in 2021 ook gewerkt aan nummer 4: 'Bekleding op het binnentalud'. Dit memo gaat in op het bezwijken van de bekleding van het binnentalud van de kering, waardoor de waterkering uiteindelijk kan falen en inundatie kan optreden. In februari 2022 is het memo gepubliceerd.
- *Week voor de dijkwerkers.* Tijdens de Week voor de Dijkwerker, het online alternatief voor de traditionele Dijkwerkersdag, organiseerde het Adviesteam een workshop over de drie algemene principes die het Adviesteam hanteert bij de advisering aan projecten over de toepassing van de overstromingskansbenadering (zie Rode draden nummer 2). Ook vertelden leden van de projectteams van de dijkversterkingstrajecten Hansweert (Waterschap Scheldestromen) en Salmsteke-Schoonhoven (Hoogheem-



raadschap De Stichtse Rijnlanden) over hun ervaringen hiermee.

- *Podcast Dijkwerkers werken door.* Na een bezoek aan de Sterke Lekdijk volgde een gesprek met leden van het Adviesteam Dijkontwerp over het GABI-mechanisme, ofwel het afschuiven van grasbekleding van het binnentalud.
- *Waterbouwdag.* Tijdens de Waterbouwdag op 28 oktober gaf het Adviesteam op verzoek van de organisatie een presentatie over ontwerpen met de overstromingskansbenadering.


### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
Website	Adviesteam Dijkontwerp 
Nieuwsbrief	Nieuwsbrief April 2021  Nieuwsbrief Zomer 2021 (30 juni)  Nieuwsbrief Herfst 2021 (1 november)  Nieuwsbrief Winter 2021 (23 december) 
Podcast	Dijkwerkers werken door. Adviesteam Dijkontwerp over GABI (Grasbekleding Afschuiven Binnentalud)  
Artikel	Drie principes voor dijkontwerpen met de nieuwe normen / M. de Visser en R. Jongejan. In: Land & Water, nr. 10, p. 36-37  
Rode draden	Rode draden nr. 3 - Werkwijze falen door macrostabiliteit 
Rode draden	Rode draden nr. 4 - Falen van bekleding op binnentalud 

### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
Doorlopend	Beantwoording vragen over de toepassing van de overstromingskansbenadering 
Doorlopend	Rode draden: Gebundelde ervaringen uit adviezen van het adviesteam 

### (Online) bijeenkomsten in 2021

21-24 juni	Week van de Dijkwerkers (online talkshows en workshops)  Twee keer de workshop 'Een stabiel project met de overstromingskansbenadering' (op 22 en op 23 juni)
28 oktober	Presentatie 'Ontwerpen met de overstromingskansbenadering'

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 





# KLI MAAT ADA PTATIE

## 2 KLIMAATADAPTATIE

Om gewapend te zijn tegen wateroverlast, droogte, hitte en overstromingen vermeldt de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie dat Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust moet zijn ingericht. Maar gaan we snel genoeg? In de zomer van 2021 viel in Limburg in twee dagen tijd meer dan 150 millimeter regen, meer dan ooit gemeten. Beken en rivieren traden buiten hun oevers, waardoor onder meer het centrum van Valkenburg zwaar werd getroffen en onder water kwam te staan. De schade werd in augustus geschat op 1,8 miljard euro. Volgens de provincie is zo'n 1,2 miljard euro nodig om overstromingen in de toekomst te voorkomen. Door hevige stortregens traden ook de Rijn en de Maas buiten hun oevers. Ook in de rest van de wereld ontstonden in 2021 door wateroverlast en extreme droogte en hitte grote rampen, met veel slachtoffers en veel schade als gevolg. De urgentie neemt duidelijk toe.

Klimaatadaptatie behoort tot een van de grote opgaven van de waterschappen. Vanuit de programmacommissies Waterketen en Watersysteem en de tijdelijke programmacommissie Wateroverlast ondersteunt STOWA de waterschappen met praktisch toepasbare kennis en instrumenten. Overeenkomstig de aanpak in de strategienota richtte STOWA haar activiteiten in 2021 op twee deelthema's:

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

WATERVEILIGHEID

KLIMAATADAPTATIE

WATERKWALITEIT

ENERGIETRANSITIE

CIRCULAIRE ECONOMIE





## De klimaatadaptieve stad

Klimaatadaptatie gaat om het antwoord geven op de vraag hoe schade als gevolg van wateroverlast of droogte kan worden beperkt of voorkomen en hoe het waterbeheer een bijdrage kan leveren aan het voorkomen van hitte. Daarvoor kunnen uiteenlopende maatregelen worden genomen. Om vast te stellen welke de juiste zijn, moet eerst duidelijk zijn wat de ernst en de omvang van de gevolgen zijn. De vertrouwde datamodellen kunnen worden verrijkt met inventieve moderne middelen en technieken, zoals *big data*, afkomstig van sociale media.

Maatregelen zijn er, zoals gezegd, in soorten en maten en op verschillende schaalniveaus - woning (perceel), wijk en watersysteem - en met verschillende functies. Er zijn groenblauwe daken die bijdragen aan waterberging, vertraging van waterafvoer, verdamping, waterzuivering, koeling en biodiversiteit. Het riool kan worden ontzien door af te koppelen in combinatie met doorlatende voorzieningen en infiltratie. Hitte kan worden bestreden met meer groen en door water langer vast te houden in de stad. De samenhang met de ruimtelijke inrichting en de afstemming met andere opgaven, zoals de energietransitie, zijn evident. Om de juiste maatregelen te kiezen, moeten we ook de kosten en baten ervan in beeld kunnen brengen.

STOWA clustert de activiteiten in het kader van dit deelthema in de volgende aandachtsgebieden:

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

## 2.1 Maatregelen en effecten inzichtelijk voor het lokale proces

Om in stedelijk gebied zowel wateroverlast als droogte aan te pakken, nemen gemeenten, bedrijven en particulieren in toenemende mate maatregelen om hemelwater op te vangen. Dit hemelwater kan rechtstreeks naar oppervlaktewater worden geleid of worden geïnfiltreerd. Hiervoor zijn inmiddels verschillende voorzieningen ontwikkeld, zoals wadi's, waterbergingen, infiltratievoorzieningen en groenblauwe daken. Voor waterschappen en gemeenten is het van belang dat ze hierin de juiste keuze maken. Daarvoor moet wel duidelijk zijn wat de functionaliteit van de individuele voorzieningen is en hoe deze voorzieningen samen interacteren met het watersysteem.

### ONDERZOEKSAGENDA WONING-WIJK-WATERSYSTEEM

In 2020 is onderzocht wat de effecten zijn van de klimaatadaptieve maatregelen die particulieren, gemeenten en waterschappen nemen op het niveau woning, wijk en watersysteem. Ook is gekeken naar hoe die effecten moeten worden meegenomen in de modellering en toetsing van het watersysteem. Op basis daarvan stelde STOWA een onderzoeksagenda op. Het doel is om inzicht te geven in de effecten van maatregelen voor klimaatadaptie op het watersysteem en de omgang daarmee door waterschappen. In 2021 gingen de eerste onderzoeken van start.

- *Handreiking modellering stedelijk watersysteem.* Dit project is gericht op het ontwikkelen van een handreiking waarmee waterschappen en gemeenten de modellering van het stedelijk watersysteem op een goede manier kunnen meenemen bij stedelijke én landelijke hydrologische vraagstukken. Met een algemeen geaccepteerde handreiking wordt geborgd dat kleinschalige maatregelen systematisch en reproduceerbaar in de berekeningen van stedelijk gebied en in de watersysteemanalyses worden meegenomen.

Ook buiten de onderzoeksagenda Woning-Wijk-Watersysteem leverde 2021 nieuwe hulpmiddelen op, zoals:

- *Stadsgenese en klimaatmaatregelen.* Het ongebreideld toepassen van kunstgrepen bij stadsontwikkeling leidt tot minder biodiversiteit en maakt steden kwetsbaar voor klimaatverandering. Bij het maken van stedelijke toe-

komstplannen is het daarom logisch om de vaak onbekende wordingsgeschiedenis (genese) van de stad mee te nemen. STOWA en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) ontwikkelden samen een methode om een stadsgenese te beschrijven. Overheden en waterbeheerders kunnen de methode gebruiken als basis voor klimaatadaptatie (droogte én wateroverlast) en stedelijke ontwikkeling. STOWA gaat de mogelijkheden verkennen om toepassing van de methode te ondersteunen.



- *Sleutelfactoren Waterhuishouding bebouwd gebied (SFW).* In elk watersysteem spelen meerdere factoren op elkaar in. Vanuit een praktische behoefte om een complex systeem samen te vatten, zijn, analoog aan de ontwikkeling van Ecologische sleutelfactoren, ook sleutelfactoren ontwikkeld die voorwaarden vormen voor een goede waterhuishouding. Ze ondersteunen bij het in beeld brengen van het functioneren van het integrale systeem (maatwerk) en vormen zo een instrument voor analyse, communicatie en programmering om tot effectieve maatregelen te komen.
- *Kennis in de regio:* Waterschappen en gemeenten kunnen reageren op de gevolgen van klimaatverandering door slim gebruik te maken van de kennis en instrumenten die STOWA en RIONED ontwikkelden. Toepassing hiervan is maatwerk, want situaties kunnen lokaal en regionaal verschillen. STOWA en RIONED bezoeken daarom - in afstemming met Platform Samen Klimaatbestendig - de regio om de kennis en producten naar behoefte aan te bieden. In 2021 bezocht STOWA Groningen/Drenthe en de Achterhoek. Daarnaast is de interesse voor deelname bij andere regio's geïnventariseerd. Door mee te denken over lokale en regionale kennisvragen en behoeften, ontstaat inzicht in welke nieuwe kennis en producten er moeten komen en wat er in het bestaand instrumentarium moet worden verbeterd.

### Afgeronde projecten



#### Publicatie

2021-10

#### Onderzoek

Uniforme koppeling van inloop en riolering. Handleiding voor de BGT inlooptabel  

2021-11

De stadsgenese. Cultuurhistorie en het natuurlijke systeem als gids voor klimaatadaptatie en stedelijke ontwikkeling  

### Lopende projecten

#### Afronding

2023


#### Onderzoek

CoP Doorlatende voorzieningen

2022

Kennis in de regio

2022

Handreiking voor de modellering van het stedelijk watersysteem (Woning-wijk-watersysteem) 

2022


Masterclass wateroverlast

### Gestarte projecten

#### Afronding

2022

#### Onderzoek

Handreiking modellering stedelijk watersysteem; modellering en monitoring van de waterbalans in de stad 

2022

Verkenning naar mogelijke ondersteuning aan overheden om de beschrijvingsmethode voor stadsgenese toe te passen.

### (Online) bijeenkomsten in 2021

25 mei

Boekpresentatie 'De Stadsgenese'  

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

## 2.2 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:

- *Sedimentopbouw in straatkolken*. In het kader van het kennisprogramma Urban Drainage, waarin ook STOWA participeert, onderzocht promovendus Matthijs Rietveld (TU Delft) de sedimentopbouw in straatkolken. Het onderzoek laat zien dat schone kolken behoorlijk effectief deeltjes afvangen, maar dat dit na enkele maanden snel vermindert. Zowel de omgeving, de deeltjestransporterende regen als de afvang efficiëntie van de kolk beïnvloeden dit proces. Aanpassing van de reinigingsfrequentie en verbetering van zowel het kolkontwerp als de aanleg kan de afvang efficiëntie verhogen. Hierdoor kan het achterliggende stelsel worden beschermd voor verstopping en de omgeving voor verontreiniging.
- *Infographic: Water-effectbepalingsinstrumenten*. In 2019 verscheen een vergelijkende studie naar bestaande instrumenten die de te verwachten schade bij wateroverlast of overstromingen laten zien. Inmiddels zijn er tal van instrumenten verschenen die ook andere klimaat-schade in beeld brengen, zoals schade door droogte, hitte en wolkbreuken. In 2021 is een handige infographic gemaakt die zicht geeft op al deze instrumenten.




















STOWA participeert ook in het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK). Met name de onderzoekslijn 'Klimaatbestendige stad' (KBS) uit het NKWK sluit naadloos aan op het STOWA-thema 'De klimaatadaptieve stad'. Enkele voorbeelden van de opbrengst uit 2021:

- *De Klimaatshadeschatter (KSS)*. De KSS geeft inzicht in verschillende schades door kennis te bundelen over de kosten van klimaatverandering en door per gemeente een schatting te geven van schadekosten door hitte, droogte en wateroverlast. De tool sluit aan op de stresstesten die gemeenten en waterschappen hebben uitgevoerd. Gemeenten en provincies kunnen de tool gebruiken voor risicodialogen en voor de omgevingsvisie. Daarnaast maakt de shadeschatter mensen bewust van de


gevolgen van klimaatverandering. De tool geeft een beeld van de omvang van de klimaatschade voor de periode 2018-2050 en de verhoudingen tussen de verschillende schadeposten. De tool helpt bij vragen over met welke grote schadeposten gemeenten rekening moeten houden, welke klimaatdreigingen prioriteit hebben en welke sectoren met schade te maken krijgen.

- *Kenniskrant voor een Klimaatbestendige Stad*. De vierde kenniskrant van de NKWK-onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad heet 'Hoog Water'. De krant gaat dieper in op het beperken van de gevolgen van overstromingen en heeft als doel om mensen die bij (klimaatbestendige) stedelijke inrichting zijn betrokken te informeren en inspireren voor verbetering van de waterveiligheid.

### Afgeronde projecten

<i>Publicatie</i>	<i>Onderzoek</i>
2021-08	Sedimentopbouw in straatkolken (Samenvatting van het proefschrift 'On the build-up of storm water solids in gully pots')  
2021-11	De stadsgenese. Cultuurhistorie en het natuurlijke systeem als gids voor klimaatadaptatie en stedelijke ontwikkeling  
Website	Overzicht onderzoeken NKWK-KBS 2021 
Website	Klimaatshadeschatter (NKWK)  
Website	Kennisbank Groenblauwe Netwerken (NKWK) 
Website	Toolbox Klimaatbestendige stad (NKWK)  
Website	Droogteschade.nl 
Rapport	Klimaatshadeschatter - Rapportage 2020 (NKWK, december 2020) 
Rapport	Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie - Achtergrondrapport 
Rapport	Droogte en stedelijk groen (NKWK, december 2021) 
Rapport	Kansen van cultuurhistorie (NKWK, januari 2022) 
Rapport	Bureaustudie rondom de invloed van omgevings- en gebouwkenmerken op hitte in de woning (NKWK, november 2021) 
Krant	Hoog Water, Kenniskrant voor een Klimaatbestendige Stad (nr. 4, NKWK, juni 2021). 
Infographic	Water-effectbepalingsinstrumenten (shadeschatters en waterwijzers)  

### Lopende projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
Doorlopend	Kennisprogramma Urban Drainage (TU Delft) 
Doorlopend	Toolbox klimaatbestendige stad (NKWK)

### Gestarte projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2023	Klimaatimpactmonitor.nl; Systeem voor het verzamelen, ontsluiten en visualiseren van gegevens over de gevolgen van extreme gebeurtenissen door klimaatverandering.

### (Online) bijeenkomsten in 2021

30 maart	Projectentournee NKWK Klimaatbestendige stad. Online projectbezoek aan bedrijventerrein Euvelgunne Groningen  
----------	--



### Een klimaatrobuust watersysteem

Bij het realiseren van een klimaatrobuust systeem zijn alle aspecten van een lokale en regionale aanpak relevant: van beleid tot evaluatie en van ontwerp tot beheer. STOWA draagt hier aan bij met kennis van maatregelen en van effecten, zowel van de klimaatverandering als van voorgenomen maatregelen. Zo krijgen we zicht op een effectieve klimaatadaptieve inrichting van perceel, wijk en regio.

Binnen dit deelthema richtte STOWA in 2021 haar activiteiten op de volgende onderwerpen:

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

## 2.3 Effecten op het watersysteem

Bij het onderzoek naar effecten op het watersysteem ging de aandacht uit naar hoe de waterschappen en de provincies omgaan met de normering voor wateroverlast, zoals die voor het op orde brengen en houden van het watersysteem in provinciale verordeningen als verplichting is vastgelegd. Ook werden verkenningen gedaan naar de mogelijkheden van een integrale analyse voor wateroverlast. Daarnaast kon het NHI, nadat in 2020 een samenwerkingsovereenkomst werd ondertekend die verdere ontwikkeling van het instrumentarium borgt, aan de slag met de uitvoering van het investeringsplan. Ook kwamen de resultaten beschikbaar van de online enquête over kennisvragen die waterbeheerders hebben in relatie tot droogte.

- **Evaluatie provinciale normering wateroverlast.** Om wateroverlast te beperken en voorkomen zijn normen afgesproken die zijn vastgelegd in provinciale verordeningen. Op verzoek van de Unie van Waterschappen onderzocht STOWA de aanpak van de 'provinciale normering wateroverlast'. Uit het onderzoek blijkt dat het huidige stelsel van normering weliswaar geholpen heeft om een grote inhaalslag te maken, maar dat de werkwijze voor burgers en boeren niet altijd navolgbaar en transparant is. Ook is meer ruimte en flexibiliteit nodig om te kunnen anticiperen en meebewegen met klimaatverandering en te kunnen kiezen voor een meer gebiedsgerichte aanpak. Dit kan door het huidige stelsel van binnenuit te optimaliseren of door het stelsel als geheel te herijken.
- **Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI).** Nu de voortzetting van het NHI is geborgd, kan de 'gereedschapskist voor modellering' verder worden verbeterd en geactualiseerd. Het NHI ging hiertoe in 2021 vooral in de slag met marktpartijen, bijvoorbeeld voor de aanbesteding van de verdere ontwikkeling van de onderdelen oppervlaktewater, grondwater en de onverzadigde zone (de zone in de bodem die boven het grondwater ligt). Die onderdelen moeten eind 2022 klaar zijn. Ook liggen er grote onderhoudsklussen en is een begin gemaakt met de vernieuwing van de website en het dataportaal. In het najaar van 2021 startte een TKI-voorstel waarin een groot consortium van partijen, waaronder STOWA, werkt aan het verbeteren van de modellen waarmee hydrologische berekeningen worden gemaakt. Tot slot was al uitgesproken dat het beheer en onderhoud van de Waterwijzer Land-



bouw onder het NHI zou moeten komen. Hiertoe zijn de eerste stappen gezet en ook voor de Waterwijzer Natuur zal in 2022 worden verkend of deze onder het NHI kan worden ondergebracht.

- **Kennisbehoefte Droogte.** Drie droge zomers op rij (2018-2020) versterkten de verwachting dat droge perioden en warme zomers vaker voor zullen komen. Met een online enquête onder zo'n 60 deskundigen onderzocht STOWA daarom welke kennis nodig is om hier beter op voorbereid te zijn. Alle respondenten zijn van mening dat de toegepaste maatregelen niet voldoende zijn. Op de korte termijn speelt de kwestie van vraag en aanbod van water en hoe hier mee om te gaan. Voor de lange termijn zijn er vooral ruimtelijke vragen: hoe komen we tot een klimaatrobust waterbeheer, zijn de grenzen van het faciliteren van functies bereikt en moeten we naar een andere inrichting? Met de onderzoeksresultaten zal STOWA haar huidige programmering tegen het licht houden als opmaat naar een kennisagenda Droogte.

### Afgeronde projecten

<i>Publicatie</i>	<i>Onderzoek</i>
2021-04	Kennisbehoefte Droogte  
2021-32	Handleiding voor het uitvoeren van tijdreeksanalyses  
2021-50	Provinciale normering wateroverlast. Hoe toekomstbestendig is de huidige aanpak en werkwijze?  
Nieuwsbrief	NHI Nieuwsbrief 2021-1 (jrg. 3, nr. 1)   NHI Nieuwsbrief 2021-2 (jrg. 3, nr. 2)  











### Lopende projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
Doorlopend	Website Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI) 
2023	Ontwikkeling Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) 
2022	Ontwikkeling Internationaal Radar Composiet
2022	Toepassingsmogelijkheden inzet satellietdata
2022	Verkenning databehoeftes en -leverantie ten behoeve van het Landelijk Waterkwaliteitsinstrumentarium (LWKM)

### Gestarte projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Verbetering van de modellen voor het doorrekenen van de effectiviteit watermaatregelen 

### (Online) bijeenkomsten in 2021

21 januari	NHI-dag: NHI komt op stoom 
4 februari	Cursus 'Neerslaginformatie voor berekenen wateroverlast' 
4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Peilbeheer met satellieten? Yes we can! 
	Webinar: Grondwater: een (on)zekere basis? Over feiten en onzekerheid 
26 augustus	Online bijeenkomst: Retourstroom NHI; 'Onthouden wat je geleerd hebt!'  
7 oktober	Online webinar: Presentatie 'Handleiding Tijdreeksanalyse' 
14 oktober	Praktijkdag: Het Landschap als sleutel voor Beekherstel (live) 
28 oktober	Webinar: Het landschap als sleutel voor opgaven in beekdalen 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



## 2.4 Effecten op de omgeving

Klimaatverandering zorgt zowel voor watertekort als voor wateroverlast. Vooral de landbouw en de natuur ondervinden veel schade, maar ook de bebouwde omgeving. Het terugdringen van schade begint met onderzoek naar de ernst, de omvang en de oorzaken van de effecten van klimaatverandering op de omgeving. Ook in 2021 ging hier de aandacht naar uit.

### PROGRAMMA WATEROVERLAST

- *Praktijkonderzoek integrale risicobenadering*. Doel van dit onderzoek is om een antwoord te vinden op de vraag of het integraal kijken naar de risico's van wateroverlast meerwaarde oplevert. Dit is verkend in een aantal workshops en pilots. Hoe deze aanpak er in de praktijk uit moet komen te zien, zal aan de hand van een aantal *case studies* worden onderzocht. De verwachting is dat met een integrale benadering doelmatigere keuzes kunnen worden gemaakt.
- *De Waterschadeschatter (WSS)*. In 2021 is gewerkt aan de doorontwikkeling van de STOWA Waterschadeschatter. Op basis van advies van ervaringsdeskundigen en van twee lopende verbeteronderzoeken is een start gemaakt met verbeteringen. Dat betreft in eerste instantie de ontwikkeling van een uniform framework voor het inventariseren en berekenen van schade bij daadwerkelijk opgetreden wateroverlastgebeurtenissen, en, in aanvulling hierop, het verkrijgen van gegevens waarmee de berekende schade kan worden gevalideerd. Daarnaast zal worden geïnvesteerd in meer onderzoek voor de verbetering van schademethodieken. Ook komt er aandacht voor ICT-actualisatie en voor het beheer en onderhoud van de WSS.

### EFFECTEN WATERBEHEER OP LANDBOUW EN NATUUR

- *Waterwijzer Landbouw (WWL)*: nieuwe opties. De WWL is een instrument voor het berekenen van de effecten van ingrepen in de waterhuishouding en van klimaatverandering op landbouwgewassen. In de loop van 2020 zijn nieuwe onderdelen voor de WWL ontwikkeld die in 2021 beschikbaar zijn gekomen. Dit betreft onder meer vernieuwde metarelaties die naast de oudere versies kunnen worden gebruikt. Dankzij verbeterde bodemfysische gegevens leveren ze vooral voor zandgronden meer realistische resultaten op, maar voor eenheden met (zwarte) klei in het profiel geeft dit helaas nog geen betere resul-

taten. Ook zijn er voorbeelden van toepassingen met de maatwerktool WWL-regionaal toegevoegd. Daarnaast is het traject gestart om het beheer en onderhoud van de WWL, en ook de WWN, onder te brengen bij het NHI. Voor de WWL heeft de stuurgroep zich hier al positief over uitgesproken.







- *Waterwijzer Landbouw (WWL)*: validatie. De modelresultaten die met de WWL zijn berekend, zijn ter validatie naast resultaten uit de Groenmonitor, GRAM en de HELP-tabellen gelegd. Uit de vergelijking blijkt dat zowel op perceelsniveau als op regionale schaal het instrument goed in staat is de mate van droogtestress en zuurstofstress in gewassen te simuleren. De validatie richtte zich op de droge omstandigheden die zich hebben voorgedaan in de jaren 2018-2020 en op de wateroverlast die zich heeft voorgedaan in 2016.
- *Waterwijzer Natuur (WWN)*: nieuwe versie. De WWN berekent de effecten van ingrepen in de waterhuishouding en van klimaatverandering op de terrestrische natuur. Het instrument ondersteunt waterbeheerders bij het maken van keuzes om gebruiksfuncties van een gebied optimaal te bedienen door zichtbaar te maken welke invloed bepaalde maatregelen op die functies hebben. In 2021 is de Waterwijzer verbeterd. Er is onder meer onderzocht wat de invloed is van voedselrijkdom (nutriënten N en P) op de ontwikkeling van vegetatie. Ook zijn verschillende scenario's voor stikstofdepositie meegenomen. De verbeterde versie van de WWN is vanaf maart 2022 vrij beschikbaar.

### Voldoet de WWL?





Al bij oplevering van het WWL onderkende de begeleidingsgroep dat het instrument nog niet uitontwikkeld was. Ondanks de tekortkomingen koos men er toch voor om het vrij te geven. Door het in de praktijk te gebruiken zouden ervaringen worden opgedaan om richting te geven aan verdere ontwikkelingen. Sindsdien zijn er veel verbeteringen doorgevoerd. Het instrument kan inmiddels op meerdere manieren worden gebruikt en zal in veel situaties worden toegepast, ook binnen het NHI. Maar is het daar wel klaar voor? Is de WWL een valide instrument? Het programma-

team NHI heeft de Wetenschappelijke AdviesCommissie (WAC) gevraagd daar een oordeel over te vormen. In februari 2022 kwam een uitspraak: de WWL is 'fit for purpose'. Wetenschappelijk gezien is het op dit moment het beste instrument om landbouwschade als gevolg van ingrepen in het watersysteem en klimaatverandering vast te stellen. Vanaf maart 2022 is het advies terug te lezen op [www.nhi.nu](http://www.nhi.nu). De hoofdlijn van het advies wordt in het voorjaar van 2022 ook gepubliceerd in 'Stromingen', het blad van de Nederlandse Hydrologische Vereniging (NHV).


### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2021-03	Opties binnen Waterwijzer Landbouw in 2020. Van WWL-tabel 2.0.0 tot maatwerk met WWL-regionaal  
2021-48	Validatie Waterwijzer Landbouw. Vergelijking modelresultaten met Groenmonitor, GRAM en HELP  
Artikel	Data science-technieken om regenwateroverlast in stedelijk gebied te voorspellen/ Christiaan Lamers, Jan van Rijn (Universiteit Leiden) en Ton Beenen (STOWA, RIONED). - In: H2O-Online, 2 oktober 2020, p. 1-8  







### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
Doorlopend	Website Waterwijzers Landbouw en Natuur 
2022	Waterwijzer Landbouw; beheer en onderhoud   
2022	Waterwijzer Natuur fase 3; voedselrijkdom

### Gestarte projecten

Afronding	Onderzoek
2022	Integrale risicoanalyse wateroverlast; praktijkonderzoek 

### Bijeenkomsten in 2019

22 april	Derde Gebruikersdag Waterwijzer Landbouw  
6 juli	Presentatie Landelijke Beregeningskaart  
9 september	Gebruikersdag Waterwijzer Natuur  

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

## 2.5 Maatregelen voor een robuust watersysteem

Waterbeheerders moeten maatregelen nemen om de gevolgen van droogte, wateroverlast en verzilting te beperken. Dit vraagt om inzicht in zowel de fysieke, maatschappelijke en ruimtelijke gevolgen van klimaatverandering, als in de effecten van mogelijke adaptatiemaatregelen. Dit inzicht kan onder meer ontstaan door praktijkproeven te doen waarmee potentiële maatregelen zijn te kwantificeren, of door bestaande kennis te ontsluiten in praktisch toepasbare instrumenten. In 2021 is aandacht besteed aan het volgende onderzoek:











- **Afsluiting Lumbricus.** Met drie workshops, een bestuurlijk symposium en een overzichtsrapport is het kennisprogramma Lumbricus afgesloten. In dit programma is praktijkgericht onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor een klimaatrobuuste inrichting van stroomgebieden op de hoge zandgronden. Er is onder meer gekeken naar de (kosten)effectiviteit van water- en bodemaatregelen die hier een bijdrage aan kunnen leveren. Ook zijn er instrumenten verder ontwikkeld om effecten van waterhuishoudkundige maatregelen op grondgebruik te kwantificeren. Bij de afsluitende workshops is kennis gedeeld over wat een klimaatrobuust systeem is, welke hulpmiddelen daarbij te gebruiken zijn en welke bouwstenen te onderkennen zijn. Tijdens het slotsymposium werden de resultaten van het programma met bestuurders en andere betrokkenen gedeeld. Een groot deel van de opgedane kennis en inzichten is ontsloten in een speciale Lumbricus-pagina van de Deltafacts.
- **Klimaatadaptatie in de praktijk (KLIMAP).** Lumbricus leverde veel kennis, inzichten en instrumenten op. De volgende stap is om die kennis effectief in te zetten in gebiedsprocessen, vanzelfsprekend in nauwe samenwerking met de eigenaren, beheerders en gebruikers van de betreffende gronden. Dit wordt opgepakt in het onderzoeksprogramma KLIMAP dat in het voorjaar van 2021 van start ging. Hierin zullen ook nog openstaande vragen worden uitgezocht. Bijvoorbeeld wat de kosten en effecten zijn van opschaling van maatregelen en hoe de effectiviteit van sets van maatregelen voor grote gebieden kan worden doorgerekend. Daarnaast zal er aandacht zijn voor governance: hoe gaan partijen met elkaar aan de slag? Het programma heeft een looptijd van vier jaar. De verworven kennis zal onder meer worden vastgelegd in nieuwe of bestaande Deltafacts.

- **Laag Nederland in 2050.** STOWA, enkele waterschappen in laag Nederland en andere partijen doen mee met het TKI-project 'Laag Nederland in 2050'. Hierin wordt onderzocht hoe het landelijk gebied er over dertig jaar uit kan zien en hoe de belangen van stakeholders daarin passen. Uitgangspunten zijn niet het huidige landgebruik en de gangbare technische maatregelen, maar de uitdagingen van de toekomst. Dit noopt tot nadenken over meer op de natuur gebaseerde oplossingen die bijvoorbeeld beter kunnen omgaan met snelle veranderingen van de omgeving, zoals maaiveldaling, zeespiegelstijging en verzilting. Op basis van verschillende visies voor 2050 worden keuzes beschreven die nu en in de toekomst moeten worden gemaakt. Ook de resultaten van dit project zullen onder meer worden vastgelegd in nieuwe of bestaande Deltafacts.
- **Bos in beekdalen.** In het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt over het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen. Een van de afspraken gaat over het vastleggen van extra CO<sub>2</sub> in bos, natuur en landschap. Een belangrijke invulling daarvan is de komst van de nationale bosstrategie die eind 2020 is gepresenteerd door Rijk en provincies. Een prominent onderdeel van die strategie is de aanleg van 37.000 hectare nieuw bos, waarin ook de beekdalen van de waterschappen als zoekgebied zijn meegenomen. Om waterschappen te helpen na te gaan welke mogelijkheden zij zelf zien voor bos in beekdalen, is hier in 2021 een studie naar gestart. Centraal staat het vraagstuk op welke wijze het aanplanten van bos – of bomen – in beekdalen kan bijdragen aan de realisatie van de wateropgaven van de waterbeheerders. Hierbij ligt de focus vooral op het verder versterken van de waterkwaliteit, het vasthouden van water en het voorkomen van wateroverlast.
- **Bodemdaling en waterbeheer in veenweidegebied.** Doorgaan met de ontwatering in veenweidegebieden is op lange termijn economisch, ecologisch en maatschappelijk onverantwoord. Om bodemdaling en broeikasgasemissies terug te dringen is een omslag nodig in het peilbeheer, eventueel in combinatie met andere maatregelen. Aan deze omslag wordt door alle betrokken partijen hard gewerkt. Als peilbeheerders vervullen de waterschappen hierbij een belangrijke rol, maar deze rol vraagt om inzicht, bijvoorbeeld in de relatie tussen peilbeheer en bodemdaling en broeikasgasemissie. Of in de







veranderende watervraag en waterbeschikbaarheid bij grootschalige toepassing van maatregelen. In 2021 zijn de kennisvragen rondom deze vraagstukken in beeld gebracht in de 'Kennisagenda Veenweidegebieden'.

In de agenda is ook de verbinding gelegd met landelijke innovatieprogramma's zoals het Veenweiden Innovatie Programma Nederland (VIP-NL).




### Afgeronde projecten

<i>Publicatie</i>	<i>Onderzoek</i>
2021-05	Programma Lumbricus. Integrale benadering van een klimaatrobuuste inrichting en beheer van stroomgebieden. Een overzicht   
2021-34	Praatplaat 'Naar een klimaatbestendig Laag-Nederland'  
Rapport	Kansenkaart Nieuw bos in Beekdalen 
Website	Lumbricus: Onderzoeksprogramma voor een klimaatrobuust bodem- en watersysteem 
Website	Klimap: Klimaatadaptatie in de praktijk 
Deltafact	Deltafact Lumbricus:klimaatrobuuste hogere zandgronden 
Website	Water Nexus 














### Lopende projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling (NKB) 
2022	Hergebruik van restwater (waaronder effluent, WICE)
2023	Klimaatadaptatie in de Praktijk (KLIMAP)  
2022	SURFLAT (NWO/TTW)  
2022	SALTI Solutions: Samen tegen zoutindringing (NWO/TTW) 

### Gestarte projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2024	Laag Nederland in 2050 
2022	Bos in beekdalen  

### (Online) bijeenkomsten in 2021

29 september	Eindsymposium Water Nexus
2 februari	Lumbricus - afsluitende workshop 1: Wat is een klimaatrobuust systeem? 
11 februari	Lumbricus - afsluitende workshop 2: Welke hulpmiddelen gebruiken we? 
18 februari	Lumbricus - afsluitende workshop 3: Welke bouwstenen onderkennen we? 
3 maart	Eindsymposium Lumbricus  
17 mei	Webinar: Aanleg van waterinfiltratiesystemen (KIWA-richtlijn) 
	NKB  
29 juni	Webinar Bouwen met Natuur  
14-16 september	Webinar: Businesscase Informatieservice Bodemvocht 
18 november	Nationaal Congres Bodemdaling (live)  

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 




















## 2.6 Kennis delen en verankeren

Naast de initiatieven binnen de genoemde onderzoeksprogramma's en projecten, besteedde STOWA bij het thema Klimaatadaptatie aandacht aan aanvullende activiteiten voor het delen van kennis. Er verschenen twee nieuwe Deltafacts en twee updates, de CoP Beken en Rivieren organiseerde een reeks webinars en STOWA bezocht samen met RIONED de regio.

- **Deltafacts:** Om kennis te ontsluiten maken veel onderzoeksprogramma's gebruik van Deltafacts, zoals Lumbricus, KLIMAP en de Kennisimpuls Waterkwaliteit. Binnen het thema Klimaatadaptatie verschenen in 2021 nieuwe Deltafacts over de Omgevingswet en over verdamping. Daarnaast verschenen updates van 'Borging vitale en kwetsbare functies bij overstromingen' en 'Effecten klimaatverandering op landbouw' (zie overzicht 'Afgeronde projecten' en [www.stowa.nl/deltafacts](http://www.stowa.nl/deltafacts)).
- **Webinars CoP Beken en Rivieren.** In 2021 organiseerde de CoP Beken en Rivieren maar liefst acht webinars. De eerste vijf gingen over infiltratie en waterconservering in beekdallandschappen. Aan de orde kwamen thema's als risicogestuurd maaien, watersparen in kleine waterlopen, overstromingsvlakten, robuuste, veerkrachtige en stuurbare watersystemen (zoals de Aa) en moerasbeken. Andere webinars gingen over morfologische verschillen tussen beeksystemen, over cultuurhistorie en hydrologie van sprengbeken (Veluwe), over wateroverlast en over samenhangende ecosystemen in rivierengebieden. Voor 2022 heeft de CoP al weer meerdere webinars gepland.
- **Kennisdag Deltaprogramma Zoetwater en Ruimtelijke Adaptatie.** Vanaf de start van het Deltaprogramma werk STOWA mee aan het vormgeven van de kennisdag van het Deltaprogramma Zoetwater. Vanuit een toenemend het besef dat water en ruimtelijke adaptatie nauw samenhangen, organiseren ministerie IenW, Rijkswaterstaat en STOWA sinds 2020 een gezamenlijke kennisdag. De samenwerking tussen zoetwater en ruimte is echter een nieuwe uitdaging. De inzet was daarom om fysiek bij elkaar te komen. Vanwege Corona is de dag helaas twee maal uitgesteld. Uiteindelijk heeft het evenement in februari 2022 digitaal plaatsgevonden. In september 2022 volgt een fysieke bijeenkomst.
- **Expertise Netwerk Zoetwater en Droogte.** Het ministerie van IenW heeft een expertisenetwerk opgericht en STOWA gevraagd hier in deel te nemen en dit samen mee vorm

te geven. Doel van het netwerk is om vragen en uitdagingen op het gebied van zoetwater in de breedste zin met elkaar te delen en te kijken hoe een dergelijk netwerk kan bijdragen om die uitdagingen aan te gaan. Er is gestart met een groep onderzoekers. Ook worden mensen uit de praktijk gevraagd. Na één jaar, in de zomer van 2022, zal worden geëvalueerd of en hoe een dergelijk netwerk optimaal kan functioneren. De oprichting ervan was één van de aanbevelingen uit de 'Beleidstafel Droogte'.


### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2021-19	Klimaatkennis in de regio: verkenning, inzichten, uitwerking. Hoe beschikbare kennis, hulpmiddelen en (reken)tools effectiever in te zetten  
Artikel	Hoe laat je praktische klimaatkennis beter landen? 
Artikel	Kort door de bocht – Geulpatronen van beken en de implicaties voor beekherstel / Jasper Candel, Michelle Berg, Peter Paul Schollema, Linda van der Toorn en Rob Ruijtenberg. In: Stromingen, jrg. 2020 (26), nr. 3, p. 5-18. 
Deltafact	Effecten klimaatverandering op landbouw (juli 2019, update maart 2021, versie 6)  
Deltafact	Bouwen met Natuur bij herstel van beken; effectiviteit van maatregelen (juni 2021, versie 2). Separaat: Tabel met projecten   
Deltafact	Verdamping (oktober 2020)  
Deltafact	Borging vitale en kwetsbare functies bij overstromingen (december 2011, update oktober 2021)  
Deltafact	Verzekeren van overstromingsschade en schade door wateroverlast (update: versie 2.0, december 2021)  
Deltafact	Water en omgevingswet (december 2021)  
Deltafact	Lumbricus: Participatieve monitoring in het waterbeheer  

### Lopende projecten

Af ronding	Onderzoek
Doorlopend	Nieuwe Deltafacts, onder meer over water en wet en regelgeving (Omgevingswet), water en ruimtelijke ordening, nieuwe meetmethoden, monitoring en modellen, en over zeespiegelstijging.
2025	Community of Practice Beken en Rivieren
2022	Kennis in de regio

### (Online) bijeenkomsten in 2021

21 januari	CoP Beken en Rivieren - Webinar 'Risicogestuurd maaien'  
4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Klimaatadaptatie: De beste stuurli... zijn al aan boord 
9 februari	Regelbare drainage : panacee of doos van Pandora  
11 februari	CoP Beken en Rivieren - 'Watersparen in kleine waterlopen'   
11 maart	CoP Beken en Rivieren - Webinar 'Overstromingsvlakten'   
15 april	CoP Beken en Rivieren - Webinar 'Naar een robuust, veerkrachtig en stuurbaar watersysteem: het verhaal van de Aa'   
3 juni	CoP Beken en Rivieren - 'Moerasbeken'   
7 oktober	CoP Beken en Rivieren - Webinar 'Wateroverlast, de andere kant van de droogtemedaille?'    
4 november	CoP Beken en Rivieren - Webinar 'Cultuurhistorie en hydrologie van sprengbeken Veluwe'    
9 december	CoP Beken en Rivieren - Webinar 'Naar een samenhangend ecosysteem in het rivierengebied'   

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

## 2.7 Programma's volledig door anderen gefinancierd

### SAMEN KLIMAATBESTENDIG

Samen met de koepels van gemeenten, waterschappen en provincies lanceerde het ministerie van IenW in 2018 een landelijk platform voor klimaatadaptatie: Samen Klimaatbestendig. STOWA faciliteert dit platform, dat zich ontwikkelde van een klein startteam tot een breed maatschappelijk netwerk met negen actieve community's, waarvan er drie regionaal en zes sectoraal van aard zijn.

*Samen Klimaatbestendig* richt zich op lokale overheden en hun onderlinge samenwerkingsverbanden en op zes private sectoren en themagebieden: de tuinsector, gezondheidsorganisaties, woningcorporaties, financiële instellingen en organisaties achter gebiedsontwikkeling en bedrijventerreinen. Het doel is om praktijkervaring en kennis makkelijker uit te wisselen, nieuwe strategische samenwerkingen te stimuleren en succesfactoren op te schalen. Hierdoor hoeven professionals - klimaatwerkers - niet overal het wiel opnieuw uit te vinden.

De activiteiten van Samen Klimaatbestendig in 2021 zijn samengevat in twee voortgangsrapportages en een visuele samenvatting van eindresultaten. Daarnaast publiceerden we een fysiek tijdschrift 'Klimaatverhalen' met interviews van leiders in de beweging van klimaatadaptatie in verschillende sectoren. Directeur Generaal Bodem en Water van het ministerie van IenW, Jaap Sloomaker, geeft in het tijdschrift zijn reflectie.

Eind 2021 sloot het ministerie van IenW met STOWA een nieuwe overeenkomst voor het werk van het platform voor de periode 2022 tot en met 2025. Naast eigen financiering is er nu ook co-financiering van het collega ministerie van BZK en vanuit de EU via het programma LIFE IP NAS.

### Afgeronde projecten

#### Publicatie

Website


Tijdschrift


Rapport

Rapport

Rapport

#### Onderzoek


Samen Klimaatbestendig 

Magazine Klimaatverhalen 

Samen Klimaatbestendig - Voortgangsrapportage (september 2021)

Samen Klimaatbestendig - Eindrapportage 2021 (november 2021)

Samen Klimaatbestendig - Eindrapportage 2021, bijlage Resultaten 2021 (mei - december 2021)

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



# WATER

# KWA

# LI

# TEIT

## 3 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 de effecten van 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, zoals maar weer blijkt uit de PFAS-problematiek. In de Kennisimpuls Waterkwaliteit is dit dan ook een van de onderzoeksvelden. STOWA brengt deze routes in beeld en verkent in het Innovatie Programma MicroVerontreinigingen nieuwe technieken om de stoffen op de rwzi's te verwijderen. Daarnaast gaat de aandacht uit naar kosteneffectieve verbetermaatregelen. De relatie van afvalwater en waterkwaliteit met gezondheid is ook in 2021 nog eens benadrukt door de bijdrage van STOWA aan het monitoringsonderzoek van rioolwater dat de waterschappen doen voor het Coronadashboard van het RIVM.

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.



### 3.1 Bronnen en routes van microverontreinigingen

Het onderzoeksprogramma 'Bronnen en routes' moet waterbeheerders inzicht geven in de bronnen en transportroutes van microverontreinigingen, en ook in de grootte hiervan. Met deze kennis is de impact van maatregelen te voorspellen en zijn efficiënte keuzes te maken. In 2021 kon onderzoek worden afgerond voor het bepalen van het verwijderingsrendement van medicijnresten in rwzi-afvalwater.




- **Bepaling verwijderingsrendement medicijnresten.** In opdracht van STOWA en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) is een methode ontwikkeld voor het bemonsteren en analyseren van een geselecteerde groep medicijnresten in afvalwater, de zogenoemde gidsstoffen. De methode is vastgelegd in een koepelvoorschrift voor bemonstering en analyse. Met de analyseresultaten worden de verwijderingsrendementen van de gidsstoffen op een rwzi bepaald en kunnen uiteenlopende zuiveringstechnieken voor de verwijdering van medicijnresten objectief met elkaar worden vergeleken. Bij het rapport zijn ook vijf deelrapporten verschenen: Conserveringsonderzoek, Monstervoorbehandeling Validatieonderzoek, Ringonderzoek en Tabellen ringonderzoek.

#### COVID-19 ACTIVITEITEN

**Door de ontwikkelingen rondom het Coronavirus is het onderzoeksdeel 'Routes en bronnen' uitgebreid met kennisprojecten over Covid-19. STOWA is betrokken bij:**

- **Covid-19: Onderzoek rioolwater.** Sinds maart 2020 onderzoekt het RIVM samen met de waterschappen het rioolwater op sporen van het coronavirus. In 2021 is besloten dit onderzoek met vijf jaar te verlengen en verder uit te breiden. Hierover zijn afspraken gemaakt met het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) dat de aanleg van de meetinfrastructuur betaalt en ook de dagelijkse bemonsteringen. Waterschappen en laboratoria nemen de monsters en stellen die beschikbaar aan het RIVM. Het Rijksinstituut doet de analyses, interpreteert de gegevens en publiceert ze op het Coronadashboard. STOWA helpt om de benodigde gegevens goed in beeld te krijgen.
- **Rioolwateronderzoek RNA-resten Covid-19.** STOWA werkt mee aan een onderzoek waarin het Erasmus Medisch Centrum, RHDHV, Partners4UrbanWater, waterschappen en KWR Water onderzoek doen naar RNA-resten van het Coronavirus in afvalwater in Rotterdam. Onderzocht wordt hoe rioolwatersurveillance het best kan worden ingezet en of de hoeveelheid virus in rioolwater kan worden gebruikt om het aantal mensen met een infectie in de wijk waar het rioolwater vandaan komt te schatten. De uitdaging is om de op het oog soms grillige data om te zetten naar consistente en bruikbare informatie.









#### Meer informatie over het Coronavirus

- Big Brown Data: Het bruine goud? In: Ter info 81, p. 4 
- Rioolwateronderzoek RNA-resten Covid-19: Vroegdetectie SARS coronavirus. Nieuwsbrief 1 (oktober 2020) 
- Rioolwateronderzoek RNA-resten Covid-19: Vroegdetectie SARS coronavirus. Nieuwsbrief 2 (april 2021) 

#### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2021-12	Gedragsbeïnvloeding van agrariërs en consumenten in de mestketen (KIWK)  
2021-13	Gedragsbeïnvloeding in de textielketen (KIWK)  
2021-15	Bepaling verwijderingsrendement medicijnresten rwzi-afvalwater. Koepelvoorschrift en onderbouwende eindrapportage  
2021-15A	Bepaling verwijderingsrendement medicijnresten rwzi-afvalwater. Deelrapportage Conserveringsonderzoek  
2021-15B	Bepaling verwijderingsrendement medicijnresten rwzi-afvalwater. Deelrapportage Onderzoek monstervoorbehandeling  
2021-15C	Bepaling verwijderingsrendement medicijnresten rwzi-afvalwater. Deelrapportage  
2021-15D	Bepaling verwijderingsrendement medicijnresten rwzi-afvalwater. Deelrapportage Samenvattende tabellen ringonderzoek  
2021-15E	Bepaling verwijderingsrendement medicijnresten rwzi-afvalwater. Deelrapportage Ringonderzoek medicijnrestenverwijdering rwzi's  
2021-16	Agrariërs werven voor beter bodembeheer door inzet van gedragswetenschappen (KIWK)   
2021-27	Gedragsinventarisatie. Minder medicijnen in het water (KIWK)  
2021-44	Minder microplastics door 'duurzame' waszak? Uitkomsten van een gedragsinterventie (KIWK)   
2021-55	Pilotinterventie inleveren ongebruikte medicijnen (KIWK)  
2021-58	Chemische stoffen in het grondwater: status van vergrijzing in Nederland (KIWK)  
Deltafact	KIWK: Verdiepende analyse van microplastics bronnen, emissies en een verkenning van mogelijke emissiebeperkende maatregelen (versie 1, december 2021)  

#### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
Doorlopend	Netwerk monitoring nieuwe stoffen
2022	Onderzoeksprogramma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK)  
2022	Invloed van foutaansluitingen op ABR
2026	Covid-19: Onderzoek rioolwater 
2023	Kennisimpuls waterkwaliteit; ketenverkenner
2023	Kennisimpuls waterkwaliteit; diergeneesmiddelen
4 februari	(Online) bijeenkomsten in 2021 Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
8 februari	Webinar: Aanpak microverontreinigingen; kennis ontmoet de praktijk! 
19 maart	Rioolwatermonitoring als indicator voor gezondheid (Big Brown Data) 
	Ontwikkelingen Innovatieprogramma microverontreinigingen uit RWZI afvalwater  

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 





### 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.

Binnen het onderdeel 'Beheermaatregelen' besteedde STOWA aandacht aan:

- Afvalwaterzuivering
- Kennis delen en verankeren

## 3.2 Afvalwaterzuivering

### VERWIJDERING MICROVERONTREINIGINGEN

Het 'Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater' (IPMV) is een vijfjarig samenwerkingsprogramma (2019-2024), gericht op het verwijderen van medicijnresten en vele andere microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater. In dit programma concentreren overheden, kennisinstellingen, drinkwaterbedrijven en het bedrijfsleven zich vooral 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 toepassen. 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. Anders gezegd: het IPMV onderzoekt de haalbaarheid, betaalbaarheid, effectiviteit en duurzaamheid van veelbelovende nieuwe verwijderingstechnieken, of combinaties ervan. Dit alles onder het motto van 'lerend implementeren'. Dit betekent dat het IPMV kiest voor een pragmatische aanpak waarbij de praktijk hand in hand gaat met nader onderzoek of verdere ontwikkeling. In 2021 zijn meerdere haalbaarheidsstudies en verkenningen afgerond (zie overzicht). Enkele voorbeelden:

- **Haalbaarheidsstudie BODAC.** Met 'biologische actieve koolfiltratie met zuurstofdosering' (BODAC) worden hoge percentages bereikt, zowel voor de verwijdering van medicijnresten als van een breed scala aan organische microverontreinigingen. Het werkingsmechanisme is nog niet helemaal duidelijk, maar de verwijdering vindt waarschijnlijk plaats door een samenspel van adsorptie, desorptie en biologische omzetting. Verder onderzoek is nog nodig, maar BODAC lijkt een aantrekkelijke verwijderingstechniek.
- **Haalbaarheidsstudie Upflow GAK filtratie.** Twee upflow Granulair Actief Kool (GAK) filtratietechnieken die in Duitsland en Zwitserland worden toegepast lijken veelbelovend te zijn voor de verwijdering van medicijnresten en andere microverontreinigingen uit Nederlands afvalwater. De techniek is concurrerend wat betreft kosten en CO<sub>2</sub>-footprint.
- **Verkenning verwijderingsroutes microplastics.** In kledingvezels, bandenslijpsel en schuur- en scrubmiddelen in verzorgingsproducten zitten microplastics. Om te voorko-

men dat deze microverontreinigingen via het rioolwater in het oppervlaktewater terechtkomen, worden ze op de rwzi verwijderd. Uit een literatuurstudie en meetcampagne blijkt dat vooral de bezinkstappen op rwzi's in grote mate bijdragen aan verwijdering. Het totale verwijderingsrendement bedraagt tussen de 76 en 99 procent. In Nederland wordt het grootste deel van de microplastics dus via rwzi's verwijderd. Omdat dit niet in alle landen zo is, zal de aandacht internationaal moeten gaan naar 'aanpak bij de bron', oftewel het voorkómen van microplastics in producten.

De IMPV-brochure 'Stand van zaken najaar 2021' (rapport 2021-45) bevat een heldere en actuele beschrijving van het innovatieprogramma. Behalve binnen het IPMV rondde STOWA ook andere projecten voor de verwijdering van microverontreiniging af:

- **Meetcampagne PFAS op rwzi's.** In opdracht van het ministerie van IenW en STOWA is onderzoek gedaan naar PFAS in het influent, effluent en zuiveringsslib van rwzi's. Uit een meetcampagne op acht rwzi's naar de concentraties van deze schadelijke stoffen is gebleken dat de rwzi's meer PFAS lozen dan dat er binnenkomen. Dit komt doordat instabiele stoffen uit de PFAS-familie tijdens het zuiveringsproces worden omgezet tot stabiele PFAS. Verder onderzoek moet uitwijzen waar deze stoffen vandaan komen en hoe we kunnen voorkomen dat ze in het rioolwater terechtkomen.
- **Literatuurstudie PFAS.** In aanvulling op de meetcampagne is literatuuronderzoek gedaan naar bronnen en gedrag van PFAS in afvalwater. Uit deze studie komt naar voren dat de aanwezigheid van industrieel afvalwater een belangrijke invloed heeft op de totale PFAS-vrachten in rioolwaterzuiveringen. Dit betekent dat voor bronmaatregelen om PFAS in afvalwater te voorkomen de nadruk zou moeten liggen op industrieën die zijn aangesloten op de rwzi's. De uitkomsten van de meetcampagne en het literatuuronderzoek zijn in oktober tijdens een webinar toegelicht.

Afgeronde projecten		2022	Contaminants of Emerging Concern in the Water Cycle (CEC), academisch onderzoeksprogramma 'Nieuwe stoffen' (NWO/KWR/STOWA)
Publicatie	Onderzoek	2020-46	IPMV-project: Haalbaarheidsstudies
	Haalbaarheidsstudie BODAC. Biologisch actiefkoolfiltratie met zuurstofdosering voor verwijdering van microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater (IPMV)	2022	IPMV-project: Eindrapportage pilot waterfabriek Wilp
	Laboratoriumtesten duurzame alternatieven actiefkool (IPMV)	2022	CEC: Adsorptie-oxidatie (AdOx); microverontreinigingen verwijderen met zeolieten in plaats van actieve kool
	RWZI als waterfabriek voor een robuuste watervoorziening	2022	CEC: Cost Efficient Removal (CER); kosteneffectieve verwijdering 'nieuwe stoffen'
	Haalbaarheid Upflow GAK filtratie (IPMV)	2021-36	IPMV-projecten: Haalbaarheid Bijproducten oxidatie   Pilot Nanofiltratie   Pilot O3-STEP   Pilot PACO3   Pilot PAC+doekfiltratie   Haalbaarheid Poederkool in slib   Pilot Ultrasound in combinatie met ozon (Usoniq)   Pilot Waterfabriek Wervershoof
	Haalbaarheidsstudie PACAS plus FE-dosering (IPMV)	2021-37	Projectdossier 'Coronavirus & afvalwater' (webpagina)
	Haalbaarheidsstudie Dexfilter: Innovatie in adsorbentia (IPMV)	2021-38	Literatuurlijst Corona/Covid-19 Hydrotheek (query)
	Het Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater IPMV. Stand van zaken najaar 2021	2021-45	
	<i>The Innovation Program Removal of Micropollutants at wastewater treatment plants. State of Affairs Autumn 2021</i>	2021-45E	
	PFAS in influent, effluent en zuiveringsslib. Resultaten van een meetcampagne op acht rwzi's	2021-46	
	Literatuuronderzoek naar bronnen en gedrag van PFAS in afvalwater	2021-47	
	Verkenning van verwijderingsroutes microplastics in de rwzi	2021-51	
	Verkenning van het PHAREM filtersysteem, een zuiveringstechniek voor de verwijdering van microverontreinigingen op rioolwater zuivering	2021-59	
Artikel	Onderzoek naar PFAS in afvalwater. In: Ter Info 78 (STOWA), p. 15	28 januari	De RWZI als waterfabriek voor een robuuste zoetwatervoorziening
Artikel	PFAS-onderzoek brengt topje van de ijsberg in kaart (schatting jaarlijkse PFAS-emissie rwzi's). In: Ter Info 81 (STOWA), p. 5-7	19 maart	Ontwikkelingen Innovatieprogramma microverontreinigingen uit RWZI afvalwater
		23 juni	IPMV-webinar 'Ozonisatie van rwzi-effluent: de do's and don'ts'
		29 oktober	Webinar: PFAS in influent, effluent en zuiveringsslib. Resultaten van een meetcampagne op acht rwzi's
Lopende projecten			
Afronding	Onderzoek	2024	Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater (IPMV)

meer info rapport(age) presentaties website video podcast

### 3.3 Kennis delen en verankeren

Naast de initiatieven binnen de onderzoeksprogramma's en projecten genoemd in de paragraaf 'Afvalwaterzuivering', besteedde STOWA bij het onderdeel 'B - Beheermaatregelen' ook aandacht aan aanvullende activiteiten voor kennisoverdracht, zoals:

- *TAG sessies*: STOWA is lid van de internationale *Technology Approval Group* (TAG). Deze groep heeft als doel om tijdens zogeheten TAG-sessies innovatieve drink- en afvalwatertechnologie bij eindgebruikers te introduceren, en om leveranciers, eindgebruikers, en waar nodig ook investeerders, te laten samenwerken bij de (door)ontwikkeling ervan. In 2021 zijn er drie online sessies georganiseerd. De komende jaren worden alle waterschappen bij online bijeenkomsten uitgenodigd, en als de situatie het toelaat, ook een fysieke vertegenwoordiging.
- *Afvalwaterketensymposium*. In mei 2021 organiseerden RIONED en STOWA samen het jaarlijkse afvalwaterketensymposium, met dit jaar als thema: 'Gestapelde opgaven: inzicht, oplossingen en transitie in de afvalwaterketen'. In het werkveld van de waterketen stapelen de opgaven zich op: digitalisering, energietransitie, klimaatcrisis, nieuwe voedselsystemen, democratie... Bij al deze opgaven werd tijdens dit 14e symposium stilgestaan aan de hand van gesprekken, inspirerende verhalen en presentaties van actuele inzichten en projecten. Adviseurs, rioleurs, asset managers, waterdeskundigen, bestuurders, ambtenaren, onderzoekers én ondernemers probeerden samen de uitdagingen te begrijpen en ermee aan de slag te gaan.
- *CoP Microverontreinigingen*. De CoP Micro's werkt aan het 'Versnellingsprogramma Medicijnresten uit rwzi-afvalwater'. Financieel gesteund door het ministerie van IenW voeren de waterschappen dit programma uit door 'lerend te implementeren', met als doel een versnelling teweeg te brengen in de aanpak van organische microverontreinigingen. In 2021 organiseerde de CoP twee digitale bijeenkomsten voor 16 waterschappen.

#### Lopende projecten

Afronding

Onderzoek

Doorlopend

Lidmaatschap Technology Approval Group Waste Water ⓘ

Doorlopend

Versnellingsprogramma Medicijnresten uit rwzi-afvalwater (CoP Microverontreinigingen) 🌐 ▶

#### (Online) bijeenkomsten in 2021

18 mei

Afvalwaterketensymposium 2021: Thema 'Gestapelde opgaven' ⓘ ▶

meer info ⓘ rapport(age) 🌐 presentaties 📄 website 🌐 video ▶ podcast 📻



### **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.

Binnen het onderdeel 'Effecten op het watersysteem' besteedde STOWA aandacht aan:

- Ecologische systeemanalyse
- Effecten chemische stoffen
- Monitoring en maatregel-effectonderzoek
- Kennis delen en verankeren

### 3.4 Ecologische systeemanalyse

Ecologische systeemanalyse geeft waterbeheerders inzicht in het hydrologisch en ecologisch functioneren van aquatische ecosystemen. Dit inzicht biedt ondersteuning bij het opstellen van maatregelenpakketten en bij het verklaren van het verloop van de waterkwaliteit in de KRW-periode. Er lopen grote onderzoeksprogramma's en interessante studies. Enkele voorbeelden:

- *EBEO 2.0 - Een nieuw ecologisch beoordelingssysteem voor na 2027.* Met meerdere partners werkt STOWA samen aan een nieuw systeem voor het beoordelen van de ecologische waterkwaliteit: EBEO 2.0. Het huidige systeem geeft overwegend inzicht in de ecologische toestand volgens de (monitoring)vereisten van de Kaderrichtlijn Water. Vooral veel biologische informatie, waarmee trends en knelpunten te signaleren zijn, en waarmee ook effecten van maatregelen kunnen worden beoordeeld, blijft hierdoor onbenut. In het nieuwe systeem worden de technische ontwikkelingen en opgedane kennis van de afgelopen decennia meegenomen. Dit moet leiden tot efficiëntere monitoring en een nauwkeuriger beeld van ons aquatisch ecosysteem. Waterbeheerders krijgen hierdoor niet alleen inzicht in de ecologische toestand van hun wateren, maar beschikken ook over handvatten voor het verbeteren ervan.
- *KRW na 2027.* De KRW is sinds 2000 van kracht en gaat vanaf 2028 een nieuwe fase in. Na ruim 20 jaar ervaring met het uitvoeren van deze richtlijn kunnen we lessen trekken en verkennen waar kansen liggen, zowel op het gebied van de organisatie van het waterkwaliteitsbeheer in Nederland als op het vlak van monitoring en rapportage. Aan de hand van literatuurstudie, enquêtes en interviews zijn de ervaringen geïnventariseerd. Het rapport verschijnt begin 2022. De opgedane kennis kan na 2027 worden ingezet om efficiënter en effectiever waterbeheer te voeren en de monitoring te optimaliseren.

#### KENNISIMPULS WATERKWALITEIT (KIWK)

De 'Kennisimpuls waterkwaliteit' is een omvangrijk onderzoeksprogramma (zie [www.kiwk.nl](http://www.kiwk.nl)) met als einddoel de waterbeheerders kennis aan te bieden die eraan bijdraagt om uiterlijk in 2027 aan de KRW-doelen te voldoen en daarmee de chemische en ecologische waterkwaliteit op orde te hebben. Het programma nadert zijn afronding (2022). De tien onderzoeksthema's hebben inmiddels een

aanzienlijke hoeveelheid belangwekkende kennisproducten opgeleverd. Ook in 2021 was de oogst flink. In veel paragrafen binnen het thema Waterkwaliteit zijn resultaten in dit jaarverslag terug te vinden. Een deel van het onderzoek had betrekking op ecologische systeemanalyse. In 2021 leidde dit onder meer tot de volgende kennisproducten:

- *Ecologische systeembenadering en ecologische systeemanalyse.* Met de invoering van de KRW zijn veel maatregelen genomen om de druk op de oppervlaktewateren te verminderen en een gezonde ecologische toestand te bereiken. Die toestand wordt echter niet overal gehaald en onduidelijk is waarom de waterkwaliteit onvoldoende blijft. Om oorzaken in beeld te krijgen en effectieve maatregelenpakketten in te kunnen zetten, is een systematische analyse nodig. In het kader van het project 'Systeemkennis en Ecologie' is hiertoe een eenduidige basis gepresenteerd. De notitie verbindt de theorie met toepassing in de praktijk en legt hiermee een fundament voor een toekomstig duurzaam waterbeheer.
- *eDNA-Voedselwebanalyse.* Met DNA-technieken is de samenstelling van het aquatisch voedselweb zeer goed in beeld te brengen, waaronder ook levensvormen die normaal niet in het KRW-onderzoek worden geanalyseerd. De analyses zeggen iets over de KRW-klasse, maar ook over de samenstelling van het hele voedselweb in het water. Dit geeft inzicht in de biodiversiteit en het functioneren van het watersysteem, en laat tevens de aanwezige bacteriegemeenschap zien. Deze organismen spelen een belangrijke rol bij biochemische processen zoals de afbraak van (toxische) stoffen en de emissie van broeikasgassen. De nieuwe DNA-techniek kan parallel worden ingezet met de Ecologische sleutelfactoren die de voorwaarden voor een gezond biologisch systeem in beeld brengen. De DNA-techniek werkt andersom; vanuit de aanwezige organismen worden sterke en zwakke punten van het functioneren van het ecosysteem benoemd. Dit kan waterbeheerders helpen bij het bepalen van effectieve maatregelen. Beide sporen vullen elkaar aan en versterken elkaar. Het onderzoeksproject is gericht op de ontwikkeling van een op eDNA-gebaseerd meetinstrument dat goedkoper, sneller en meer integraal de waterkwaliteit beoordeelt én analyseert. De onderzoeksresultaten in de periode 2017-2021 zijn zo veelbelovend dat de uitvoering

















van de casussen wordt gekoppeld aan een NWO-TTW-onderzoek. De techniek wordt verder ontwikkeld en klaar gemaakt voor toepassing in de reguliere bemonsteringspraktijk.

- *Ecologische effecten van stikstof op oppervlaktewateren.* Er is een kennisdocument opgesteld over de effecten van de hoge stikstofbelasting op de aquatische natuur en waterkwaliteit in zoete oppervlaktewateren in Nederland. De stikstof is voor het grootste deel afkomstig uit de landbouw en bestaat uit nitraat dat eenvoudig kan uitspoelen naar het grond- en oppervlaktewater. Dit leidt tot een reeks effecten op het ecologisch functioneren en op de soortenrijkdom. Op dit moment worden de voorgestelde drempelwaarden voor ecologische effecten van stikstof in vrijwel alle KRW-waterlichamen (sterk) overschreden.
- *Indicatiewaarden van aquatische organismen.* Dit onderzoek laat zien dat de aanwezigheid van soorten op een bepaalde locatie niet één-op-één het gevolg is van abiotische, niet-levende milieuomstandigheden, zoals nutriëntenconcentratie, doorzicht, stroming, ecotoxiciteit en dergelijke, maar dat er veel meer factoren bepalen waarom soorten aan- of afwezig zijn. Het onderzoek schetst de huidige kennis van de indicatiewaarde van organismen en de wijze waarop we nu en in de toekomst met die infor-

matie kunnen beoordelen, diagnosticeren, evalueren en voorspellen.













- *Deltafact Brakke wateren.* Dit factsheet geeft behalve een goede definitie ook een overzicht van de huidige stand van de ecologische kennis rondom deze wateren en geeft handvatten voor het opstellen van ecologische doelen voor dit type wateren.
- *Deltafact Effecten van kunstmatige infiltratie.* De Deltafact beschrijft de effecten van kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater op de grondwaterkwaliteit. De effecten zijn beschreven op basis van (praktijk)ervaringen in duinen, op stuwwallen, in beekdallandschappen en in kreekrugafzettingen. Het document bevat ook een overzicht van het wettelijk en beleidsmatig kader voor kunstmatige infiltratie.
- *Deltafacts bioassays.* Over bioassays verschenen kort na elkaar twee Deltafacts. De Deltafact 'Wat zijn bioassays en wat kan ik ermee?' geeft een introductie op hoe bioassays kunnen worden gebruikt voor de monitoring van waterkwaliteit. De Deltafact 'Het toepassen van bioassays binnen Nederland' beschrijft de onderdelen en de opbouw van het bioassay-spoor van de Sleutelfactor Toxiciteit 2.0. Dit spoor biedt hulpmiddelen voor het toepassen van bioassays voor het bepalen van de chemische waterkwaliteit.

#### Afgeronde projecten











Publicatie	Onderzoek
2021-02	Herkomst van beekslib in vier stroomgebieden. Een verkennende systeemanalyse als onderdeel van het KIWK-project 'Grip op slib'  
2021-20	<i>A pan-European survey to strengthen and improve policies and strategic planning regarding river continuity restoration</i>  
2021-25	Ecologische effecten van nutriënten op laaglandbeken (KIWK)  
2021-26	Maatregel op de kaart (fase 2). Identificeren van kansrijke maatregelen voor schonere grond- en oppervlaktewater (KIWK)  
2021-29	Ecologische systeembenadering en ecologische systeemanalyse  
2021-33	Kleinschalige maatregelen in Noord-Brabantse beken  
2021-42	Meetcampagne Biotamonitoring in regionale wateren  
2021-53	Indicatiewaarden van aquatische organismen (KIWK)  

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

*Vervolg Afgeronde projecten*

Deltafact	KIWK: Brakke wateren (januari 2021)  
Deltafact	KIWK: Effecten van kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater op de grondwaterkwaliteit (februari 2021)  
Deltafact	KIWK: Het toepassen van bioassays binnen Nederland (december 2021)  
Deltafact	KIWK: Wat zijn bioassays en wat kan ik ermee? (februari 2022)  
Factsheet KIWK	Ecologische effecten van stikstof op Nederlandse oppervlaktewateren  
Proefschrift	de Vries, J. (2021) <i>Biology-based approaches to unravel multiple stressor impacts on aquatic ecosystems</i> 
Proefschrift	van der Lee, G.H. (2020) <i>Organisms make ecosystems function: Identifying functional indicators of anthropogenic stress in aquatic ecosystems</i> 






**Lopende projecten**







<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Onderzoeksprogramma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK)  
2022	Kennisimpuls: Brakke wateren 
2022	Kennisimpuls: Ecologische kwaliteit
2022	Kennisimpuls: Grondwater
2023	Waterplanten en waterkwaliteit 
2023	eDNA Voedselwebanalyse  
2024	Connectiviteit vispopulaties (connectiviteit tussen ecologische gradiënten, vismigratie) 
2022	KRW na 2027  
2025	EBEO 2.0 - Een nieuw ecologisch beoordelingssysteem na 2027 

**Gestarte projecten**

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2023	<i>Waterbeheer en erfgoed</i> . Het onderzoek bouwt voort op het rapport 'beken en erfgoed' (2018-45). In dit onderzoek wordt de relatie gelegd tussen landschapshistorie, cultuurhistorie en erfgoed met het waterbeheer en waterveiligheid in Nederland.
2025	<i>Emissie broeikasgassen uit oppervlaktewater (BlueCan)</i> . Waterbeheerders werken aan het terugdringen van hun CO <sub>2</sub> -footprint. Het uiteindelijke doel is dat de waterbeheerders in staat zijn aan de hand van een praktisch kader de broeikasgasemissie betrouwbaar te kwantificeren.
2022	<i>Klimaatstresstest waterkwaliteit stedelijk water</i> . Eerste fase van een onderzoek waarbij een toetsingskader wordt ontwikkeld voor het in beeld brengen van de effecten van klimaatverandering op de kwaliteit van (vooral stedelijk) oppervlaktewater.

**(Online) bijeenkomsten in 2021**

4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Welke impact heeft DNA-data op afvalwaterbeheer?
20 mei	Startbijeenkomst <i>Community of Practice</i> Ecologische data-analyse   
10 december	KIWK-webinarreeks 'Van kennis naar impact!' 1. Grondwater 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 















### 3.5 Effecten chemische stoffen








In 2021 is er vanuit verschillende invalshoeken onderzoek gedaan naar de effecten van chemische stoffen. Bijvoorbeeld in de onderzoeksprogramma's Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK) en *Contaminants of Emerging Concern in the Water Cycle* (CEC). Maar ook daarbuiten deed STOWA onderzoek, onder meer naar de giftigheid van het Nederlandse oppervlaktewater en naar de aanwezigheid van chemische stoffen in levende organismen.

- **Toxiciteit Nederlands oppervlaktewater van 2013 tot 2018.** Van bijna 86 honderd locaties in Nederland is voor de periode van 2013 tot 2018 de toxische druk bepaald. Dat wil zeggen: het gezamenlijk effect dat alle aangetroffen stoffen in interactie met elkaar hebben op het leven in en rond het water. Met de analyse kunnen waterbeheerders beter prioriteiten stellen in op welke locaties ze maatregelen willen nemen en op welke stofgroepen ze zich willen richten. Ook kunnen ze het effect van maatregelen veel beter monitoren.
- **Meetcampagne Biotamonitoring in regionale wateren.** De chemische waterkwaliteit wordt meestal beoordeeld aan de hand van concentraties chemische stoffen. Maar voor sommige stoffen speelt bij de normstelling het 'doorvergiftingsrisico' voor prooidieren, zoals vogels, zoogdieren en ook de mens, een doorslaggevende rol. Hiervoor zijn zogeheten biotanormen afgeleid: de maximale concentraties van chemische stoffen die in levende organismen aanwezig mogen zijn. In de landelijke meetcampagne 'Biotamonitoring in regionale wateren', waar alle waterschappen aan hebben deelgenomen, zijn deze concentraties onderzocht. De resultaten laten zien dat het meten van deze concentraties biologisch gezien een relevantere parameter is voor een goede waterkwaliteit dan het monitoren van concentraties van stoffen in het oppervlaktewater. De beoordelingsmethode is wel bewerkelijk.
- **Deltafacts (KIWK).** In de Kennisimpuls kreeg het thema 'Effecten van chemische stoffen' aandacht vanuit het thema 'Toxiciteit - Effecten en maatregelen' (zie [www.kiwk.nl](http://www.kiwk.nl)). Dit leverde enkele belangrijke Deltafacts op voor praktische toepassing bij verschillende gebruikersgroepen. Er verschenen informatiebladen over biociden, over emissies van vloeistoffen voor huisdieren, over de toxische druk op de waterkwaliteit, en over de invloed van biobeschikbaarheid op die toxische druk.
- **Onderzoeksprogramma CEC.** Dit programma, gefinancierd door KWR, TKI, NWO-TTW en STOWA, doet sinds 2017 onderzoek naar de herkomst, het transport en het verwijderen van schadelijke chemicaliën die de huidige rwzi's vaak ongehinderd passeren, de zogeheten nieuwe of opkomende stoffen. Ook vindt onderzoek plaats naar de effecten van deze stoffen in het oppervlaktewater. Het programma is in 2021 geëindigd en leverde interessante nieuwe inzichten op, bijvoorbeeld bij de projecten EMER-CHE, RoutinEDA en SUSPECT. De rapportages volgen in 2022.

#### Afgeronde projecten

<i>Publicatie</i>	<i>Onderzoek</i>
2021-42	Meetcampagne Biotamonitoring in regionale wateren  
2021-43	Toxiciteit van Nederlands Oppervlaktewater in de jaren 2013-2018  
Deltafact	KIWK: Biociden (versie 1, maart 2021)  
Deltafact	KIWK: Emissies van vloeistoffen voor huisdieren naar oppervlaktewater (versie 1, september 2021)  
Deltafact	KIWK: Van toxische druk naar betere waterkwaliteit in Nederland (versie 1, november 2021)  
Deltafact	KIWK: Invloed biobeschikbaarheid op toxische druk (versie 1, februari 2022)  



#### Lopende projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Onderzoeksprogramma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK)  
2022	KIWK: Monitoring toxiciteit (Foto-NL), Chemietool  
2022	Kennisimpuls: Sleutelfactor toxiciteit (herziene versie) 
2022	Kennisimpuls: Gewasbeschermingsmiddelen 
2022	Kennisimpuls: Diergeneesmiddelen 

#### Gestarte projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2023	<i>Effect Based Monitoring for Water Safety Planning.</i> Wetenschappelijk onderzoek in GWRC-verband waar STOWA aan deelneemt.

#### (Online) bijeenkomsten in 2021

3 juni	Webinar 'Opkomende stoffen: Wat weten we over biociden, consumentenproducten en microplastics?'    
--------	---

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



### 3.6 Monitoring en maatregel-effectonderzoek

Met de monitoring van oppervlaktewater zijn tientallen miljoenen euro's per jaar gemoeid. De overtuiging bestaat dat dit met nieuwe technieken goedkoper, sneller én beter kan. STOWA laat uitzoeken welke mogelijkheden DNA-technieken bieden bij het beoordelen van de biologische, bacteriologische en milieuhygiënische kwaliteit. Daarbij wordt gekeken of er voor de ecologische beoordeling van oppervlaktewater gevoeliger methoden kunnen worden ontwikkeld om de veranderingen in de waterkwaliteit beter te kunnen volgen. Samen met de waterbeheerders onderzoekt STOWA ook de effecten van maatregelen. Met Wetsus en de TU-Eindhoven wordt (aio-)onderzoek gedaan naar het ontwikkelen van zeer stofspecifieke sensoren voor fosfaat en diclofenac, als pilot voor het toepassen op andere stoffen.

Binnen dit subthema vallen ook de volgende drie onderzoeken uit de Kennisimpuls Waterkwaliteit: het onderzoek naar handelingsperspectieven voor het terugdringen van de belasting van water met 'nutriënten'; het onderzoek waarbij ervaringen uit de gedragswetenschappen worden vertaald naar het waterbeheer; en het overkoepelende project 'Kennisvalorisatie'.














Een selectie van projecten in het monitoring en maatregel-effectonderzoek uit 2021:

- *Trends in het voorkomen van watergebonden insecten.* Onderzoek naar de langjarige ontwikkeling van aan water gebonden insecten in Nederland laat zien dat het totale aantal individuen van aquatische insecten de afgelopen drie decennia halveerde, maar dat de diversiteit juist is toegenomen. De grote afname kan vooral worden toegeschreven aan bepaalde dansmuggen, die voorheen profiteerden van voedselrijke omstandigheden door vermeting en vervuiling. De positieve trend wat betreft diversiteit wordt verklaard door de verbeterde waterkwaliteit, onder meer als gevolg van de afname van het pesticidengebruik.
- *Deltafact Rivierkreeften.* De vraag naar kennis over rivierkreeften neemt toe. Behalve waterbeheerders en andere overheden krijgen ook agrariërs en particulieren met deze 'ongewervelden' te maken. De oorspronkelijke Europese rivierkreeft is vrijwel uitgestorven. Er komen in Nederland momenteel zeven uitheemse exotische soorten voor. De Deltafact gaat onder meer in op ecologische aspecten, op hun voorkomen in relatie tot omge-





vingsvariabelen, op de impact van hun aanwezigheid en op mogelijke beheeropties.

- *Japanse duizendknoop.* In 2020 is een onderzoek gestart naar de biologische bestrijding van deze uitheemse plant die in Nederland steeds meer opduikt. De explosieve groei van de plant vormt niet alleen een bedreiging voor de inheemse natuur, maar levert ook een risico op voor de erosiebestendigheid van de grasbekledingen van waterkeringen. Waterschappen worden geconfronteerd met hoge ontsmettingskosten bij het transporteren van grond waarin sporen van deze plant kunnen voorkomen. Proeven met een (Japanse) bladvlo in combinatie met een (Japanse) schimmel moeten uitkomst bieden. Uit proeven in 2021 blijkt dat de bladvloien de winter kunnen overleven en schade aanrichten aan de duizendknoop. Het is echter nog niet duidelijk of de mate van overleving en voortplanting hoog genoeg zijn. Vervolgonderzoek is in internationaal verband (België, Engeland en Nederland) gepland.







#### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2021-26	Maatregel op de kaart (fase 2). Identificeren van kansrijke maatregelen voor schonere grond- en oppervlaktewater (KIWK)  
2021-39	<i>Long-term trends and drivers of aquatic insects in the Netherlands</i> (inclusief Nederlandse samenvatting)   
2021-54	Maatregelen op en rond landbouwpercelen ter vermindering van de nutriëntenbelasting van water (KIWK)  
Artikel	Onderzoek naar ontwikkeling watergebonden insecten wijst uit: kokerjuffers en libellen profiteren van verbeterde waterkwaliteit. In: Ter Info 79 (STOWA), zomer 2021, p. 2-4 
Artikel	Proef met biologische bestrijding Japanse duizendknoop: exoot versus exoot. In: Ter Info 75 (winter 2019/2020), pag. 9-10 
Deltafact	KIWK: Gedragwetenschappen voor waterkwaliteit (versie 1, januari 2022)  
Deltafact	Rivierkreeften  

#### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
2022	Onderzoeksprogramma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK)  
2022	Snelle test blauwalgtoxines
2022*	Biologische bestrijding Japanse duizendknoop  
	*Een aanvraag voor vervolgonderzoek wordt ingediend bij de Europese Commissie.
2022	KIWK: Ketenverkenner
2022	KIWK: Nutriënten
2022	KIWK: Gedragwetenschappen
2022	KIWK: Kennisvalorisatie
2025	Ontwikkeling moleculspecifieke sensoren (TUE en Wetsus)

#### (Online) bijeenkomsten in 2021

4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Aquatische insecten: verklaring van trends in voorkomen 
10 & 12 maart	DNA-technieken in het waterbeheer    

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

### 3.7 Kennis delen en verankeren

Naast de initiatieven binnen de genoemde onderzoeksprogramma's en projecten, besteedde STOWA bij het onderdeel 'Waterkwaliteit - Effecten op het watersysteem' ook op aanvullende wijzen aandacht aan kennisoverdracht.














#### KENNISIMPULS WATERKWALITEIT (KIWK)

Dit omvangrijke onderzoeksprogramma (zie [www.kiwk.nl](http://www.kiwk.nl)) heeft als einddoel de waterbeheerders kennis aan te bieden die eraan bijdraagt om uiterlijk in 2027 aan de KRW-doelen te voldoen en daarmee de chemische en ecologische waterkwaliteit op orde te hebben. Het programma nadert zijn afronding (2022). De tien onderzoeksthema's hebben inmiddels een aanzienlijke hoeveelheid belangwekkende kennisproducten opgeleverd. Ook in 2021 was de oogst flink. In veel paragrafen binnen het thema Waterkwaliteit zijn resultaten in dit jaarverslag terug te vinden, onder meer in de vorm van onderzoeksrapporten en Deltafacts.









- **Onderzoeksrapporten: veel en gevarieerd.** De 'Kennisimpuls' leverde inmiddels meer dan 150 producten op, waarvan 93 in 2021. Opmerkelijk zijn de publicaties die verschenen vanuit het thema 'Gedragswetenschappen: anders omgaan met water'. De centrale vraag was hoe je mensen (consumenten, agrariërs) kunt bewegen om hun gewoontes aan te passen en hun gedrag te veranderen, zodat er minder plastic, minder medicijnresten en minder meststoffen in het water terechtkomen. Maar ook andere thema's, zoals 'Ecologische kwaliteit: meer dan een goede waterkwaliteit' en 'Toxiciteit - Effecten en maatregelen', leverden veel interessante kennis op waarmee we stapje voor stapje dichterbij een betere waterkwaliteit komen.
- **Deltafacts.** Al enkele jaren stelt STOWA over verschillende onderwerpen Deltafacts op en sinds 2020 gaan die ook steeds vaker over waterkwaliteit of ecologie. In 2021 verschenen veertien Deltafacts over deze thema's, waarvan dertien vanuit de Kennisimpuls Waterkwaliteit. Behalve in het overzicht hiernaast, staan ze ook vermeld in de andere paragrafen onder het thema Waterkwaliteit. De Deltafacts zelf staan als webpagina op de website van STOWA en zijn als PDF beschikbaar via de websites van STOWA, de Hydrotheek en de Koninklijke Bibliotheek.

- **CoP Bewustzijn Waterkwaliteit:** In dit in 2020 gestarte platform werken de deelnemers aan een betere waterkwaliteit door slimme samenwerking en communicatie met burgers, boeren, bedrijven, tuinders en overheden. Hoofdt thema's zijn de inzet van burgers en bedrijven bij wetenschap (*Citizen Science*), participatie van burgers en bedrijven bij planontwikkeling, en besluitvorming en communicatie tussen waterschappen, burgers en bedrijven. Communiceren gaat via LinkedIn en er is ook een website. De CoP was in 2021 zeer actief.
- **Platform Blauwalgen:** Het Platform Blauwalgen, getrokken door Waternet en het NIOO, komt twee keer per jaar komen samen om actualiteiten en de stand van zaken op het gebied van het beleid over de bestrijding van blauwalgen in zwemwater te bespreken en kennis en ervaringen uit te wisselen. De *Community of Practice* (CoP) adviseert waterbeheerders onder meer over het zogenoemde Blauwalgenprotocol. Het platform is momenteel bezig de blik te verbreden onder meer richting systeemanalyses en -maatregelen.




#### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2021-20	<i>A pan-European survey to strengthen and improve policies and strategic planning regarding river continuity restoration</i>  
Deltafact	KIWK: Vergrijzing van grondwater (januari 2021)  
Deltafact	KIWK: Consumentenproducten (februari 2021)  
Deltafact	Bouwen met Natuur bij herstel van beken; effectiviteit van maatregelen (juni 2021, versie 2).  
	Tabel met projecten 
Deltafact	KIWK: Classificatie en communicatie van de graad van chemische verontreiniging (november 2021)  
Artikel	CoP uitgelicht: Platform blauwalgen. In: STOWA Ter Info 79 (zomer 2021), p. 20-21  

#### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
2022	Onderzoeksprogramma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK)  
Doorlopend	CoP Bewustzijn waterkwaliteit   
Doorlopend	Platform Blauwalgen (CoP)  
Doorlopend	Deltafacts 

#### (Online) bijeenkomsten in 2021

4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Toxische stoffen doen er toe! 
	Webinar: De toxische toestand van nat Nederland 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



### **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.**

### 3.8 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 2021 is onder meer energie gestoken in:









- **Afvalwaterprognoses.** Door ontwikkelingen als ketensamenwerking, klimaatverandering, circulariteit en de omgang met medicijnresten gaan afvalwaterprognoses een steeds belangrijkere rol spelen. Ze zijn van groot belang, zowel voor de planning van de zuivering- en transportcapaciteit als voor het operationeel beheer en voor het inzicht in emissies. Samen met de CoP Afvalwaterprognoses en Het Waterschapshuis organiseerde STOWA daarom van 11 tot en met 22 januari 2021 de 'prognoseweken'. Gedurende twee weken waren er in totaal 17 webinars waarin het onderwerp 'Prognoses in de afvalwaterketen' van verschillende kanten werd belicht. In juli en september volgden nog twee sessies over ontwikkelingen rond prognoses.
- **BGT-inlooptool en tabel.** STOWA en stichting RIONED hebben een speciale tool ontwikkeld voor het gebruik van de zogeheten BGT-inlooptabel. Dit is een methodiek voor het uniform koppelen en typeren van de vlakken die zijn vastgelegd in de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT) met de bestemming van het water. Anders gezegd: de tool geeft antwoord op de vraag waar het hemelwater naartoe gaat. Deze informatie is van groot belang voor bijvoorbeeld het maken van afvalwaterprognoses en afkoppelkaarten.

- **Faalkansenmodel persleidingen:** Een groot deel van de bestaande 13 duizend kilometer persleiding is verouderd. In dit project wordt daarom stapsgewijs een rekenmodel 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. De eerste fase van het project leverde een 'proof of principle' op. In de huidige tweede fase wordt de methodiek uitgebouwd tot een volledig werkend conceptueel model dat in de derde fase gebruiksgereed zal worden gemaakt.


#### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2021-10	Uniforme koppeling van inloop en riolering. Handleiding voor de BGT inlooptabel  
2021-17	Drijfslaagproblematiek in rioolgemalen  
2021-41	Handreiking voor in-line inspecties van drinkwater- en afvalwaterpersleidingen. Basis voor afspraken tussen leidingbeheerder en inspectiebedrijf  
Artikel	CoP Afvalwaterprognoses: Afvalwaterprognoses: niet erg 'sexy', wel heel belangrijk. In: Ter Info, nr. 78, p. 6-7 



#### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
Doorlopend	Faalkansenmodel persleidingen (bijwerken van de website met resultaten en projecten)
Doorlopend	Kennisprogramma Urban Drainage (TU Delft) 
2022	Innovatieprogramma Professioneel Persleidingenbeheer (TISCA); conditiebepaling, analysemodellen, operationeel handelen 
2022	Intelligent pigging  
2022	Prognoses in de afvalwaterketen / CoP Afvalwaterprognoses (inclusief de afnameverplichting)   
2024	Innovatieprogramma Professioneel Persleidingenbeheer 
Doorlopend	Risicogestuurd persleidingenbeheer

#### Gestarte projecten










Afronding	Onderzoek
2023	Faalkansenmodel voor asset management van persleidingen – Fase 2: van methodiek naar model 







#### (Online) bijeenkomsten in 2021

11 t/m 22 januari	Afvalwaterprognoses (prognoseweken), met 17 webinars  
11 januari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Over het programma prognoses Afvalwaterketen</li> <li>• Doelen van prognoses: in gesprek binnen het waterschap</li> </ul>
13 januari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omgaan met de AVG, hoe en wat kan en mag?</li> <li>• Prognoses, hoe doen we het eigenlijk?</li> </ul>
14 januari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validatie van prognoses - de meest waarschijnlijke toekomst</li> <li>• Benutten GWSW voor doorrekenen afvoerscenario's</li> </ul>
18 januari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waterfabriek: prognoses als tweerichtingsverkeer</li> <li>• Nazuiveren van organische micro's; scherper ontwerp door beter inzicht in herkomst afvalwater</li> </ul>
19 januari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discrepantie en Rioolvreemd water</li> <li>• Een kijkje over de muur van het Overnamepunt</li> <li>• Afnameafspraken: hoe kun je het beste de werelden van riolering en zuiveringstechnische werken verbinden?</li> </ul>
20 januari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prognoses maken met data science en het benchmarken van methodes</li> <li>• Projectarchitectuur prognoses in de waterketen</li> </ul>

Vervolg op de volgende pagina

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

	<i>Vervolg (online) bijeenkomsten</i>
21 januari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drink- en afvalwaterhoeveelheden nowcasten met Datavirtualisatie</li> <li>• Werking van de BGT InloopTOOL</li> </ul>
22 januari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Open podium voor initiatieven en projecten</li> <li>• Inzichten na twee prognoseweken – Terugblik en acties komende tijd</li> </ul>
4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Voorspellende gaven?! Prognoses en omgaan met onzekerheid 
6 juli	Webinar: Prognoses in de afvalwaterketen (CoP Afvalwaterprognoses)  
23 september	Meedenksessie ontwikkelingen in het programma 'Prognoses in de Afvalwaterketen'  
11 november	Event Professioneel Persleidingenbeheer (live)  
	Terugblik (RIONED) 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



## 4 ENERGIE TRANSITIE

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). Deze doelstelling is door de waterschappen ruimschoots gerealiseerd. In 2020 was dit al 43,2 procent.
- In 2025 zijn de waterschappen 100 procent energieneutraal.
- In 2035 100 procent klimaatneutraal.
- In 2050 is een reductie van broeikasgassen bereikt van 95 procent (klimaatakkoord).

STOWA richtte haar activiteiten in 2021 binnen het maatschappelijke thema Energietransitie op de volgende onderwerpen:

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

WATERVEILIGHEID

KLIMAATADAPTATIE

WATERKWALITEIT

ENERGIETRANSITIE

CIRCULAIRE ECONOMIE

# ENERGIE TRANSITIE













## 4.1 Maatregelen op rioolwaterzuiveringsinstallaties


Op de rwzi zijn uiteenlopende maatregelen mogelijk die kunnen bijdragen aan de energietransitie en aan het verbeteren van de duurzaamheid van het zuiveringsproces. Dit kan bijvoorbeeld door een efficiëntere productie van biogas uit slib, door een betere ontwatering van slib (minder transportkosten en minder verdampingsenergie benodigd bij de slibverbranding) of door het terugdringen van broeikasgasemissies. In 2021 is onder meer energie gestoken in de volgende onderzoeksactiviteiten:

- *Waterstofproject Hessenpoort*. Op bedrijventerrein Hessenpoort in Zwolle is een Smart Energy Hub gebouwd. Deze waterstoffabriek, een zogeheten 'H<sub>2</sub>-electrolyser', maakt groene waterstof uit zon en wind, en daarbij komt pure zuurstof vrij als 'restproduct'. Met deze zuurstof wordt het actief slib in de rwzi Hessenpoort van Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD) belucht. De proeven lopen nog, maar naar verwachting kan hierdoor veel energie worden bespaard in het zuiveringsproces.
- *Onderzoek emissie broeikasgassen uit water*. STOWA en de waterschappen doen momenteel intensief onderzoek naar mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen op rwzi's te verminderen. De Europese Commissie bepaalde in 2021 dat de Europese uitstoot van CO<sub>2</sub> in 2030 niet met 40 maar met 55 procent moet worden gereduceerd. Deze plannen betekenen een aanscherping van de doelstelling in het Klimaatakkoord. STOWA onderzoekt of via een betere processturing van rwzi's de emissies van broeikasgas N<sub>2</sub>O (lachgas) kan worden teruggebracht. De mogelijkheden worden vastgelegd in een compendium met praktische richtlijnen voor rwzi-operators. Ook wordt gekeken naar vermindering van andere broeikasgassen op de zuiveringen, zoals methaan.
- *Pilotonderzoek TORWASH® op rwzi Land van Cuijk*. In een nieuw te starten project zal op pilotschaal de haalbaarheid en effectiviteit worden onderzocht van de TORWASH®-technologie. Hiervoor wordt op de rwzi Land van Cuijk een TORWASH®-installatie met een capaciteit van 500 kilogram per uur neergezet. De installatie zet zuiveringsslib om in een biobrandstof en biogas. Ook wordt fosfaat teruggewonnen. Een uitgebreid testprogramma, inclusief duurtesten, maakt deel uit van de pilot. Hierbij wordt ook slib van andere waterzuiveringen en industrieel zuiveringsslib onderzocht op verwerkingsmogelijkheden met deze technologie.



### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2020-45	Koolstof- en energiezuinige stikstofverwijdering met de Mainstream Shortcut (MAS®). Resultaten pilotonderzoek  
2020-47	Themista/Ephyra pilotonderzoek op rwzi Nieuwgraaf  
2021-09	Invloed riothermiesystemen op de afvalwaterzuivering  
2021-21	Groen gas productie door toepassing van biologische methanisering op rioolwaterzuiveringen  
2021-56	Slibontwatering met elektro osmose [NEO-techniek]  







### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
2022	LIFE-project SOS Themista / Ephyra, pilotonderzoek op rwzi Nieuwgraaf
2022	Supersludge, superkritische vergassing van zuiveringsslib
2022	Nevenreacties tijdens Thermische Druk Hydrolyse (TDH) 
Doorlopend	CoP Lachgas
Doorlopend	CoP Legionella
Doorlopend	CoP Optimalisatie slibvergisting

### Gestarte projecten

Afronding	Onderzoek
2023	Pilotonderzoek TORWASH® op rwzi Land van Cuijk 
2022	Slibontwatering: relatie tussen variabiliteit van slib, PE en ontwateringsresultaat 

### (Online) bijeenkomsten in 2021

9 februari	Slibwebinar deel 2: Slibontwatering  
9 maart	Slibwebinar deel 3: Innovaties  
25 mei	Slibwebinar deel 4: Slibeindverwerking: hoe ziet de toekomst eruit?  

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

## 4.2 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 geschikte locaties voor het opwekken van zonne- en windenergie en om het onttrekken van warmte uit oppervlakte of afvalwater (aquathermie).

In 2021 lag de focus opnieuw bij aquathermie, maar er was ook aandacht voor de ecologische gevolgen van duurzaam opgewekte energie. Het onderzoeksprogramma 'Waterbeheer en regionale energiestrategieën' (WARES) werd afgerond. Daarnaast droeg STOWA bij aan WarmingUP, een onderzoeksprogramma dat de mogelijkheden tot opschaling van duurzame warmtenetten, waaronder aquathermie, nader uitwerkt.


- **Warmte uit samenwerking.** In een verkennend WARES-onderzoek naar governance bij aquathermie is onderzocht hoe gemeenten, waterschappen of provincies hun positie kunnen bepalen in aquathermieprojecten. Uitgangspunten zijn de eigen ambities en de vraag in hoeverre een organisatie 'er klaar voor is'. Er zijn al heel wat projecten geweest, maar ook in de huidige, lopende projecten wordt nog flink gepioneerd. De verkenning maakt inzichtelijk welke rol overheden bij aquathermieprojecten op zich moeten nemen. Bij het afsluitende rapport verscheen ook een handige praatplaat.
- **Effecten van koudelozingen op waterkwaliteit en ecologie.** Het winnen van warmte uit oppervlaktewater kent mogelijk ook nadelige ecologische effecten. In het WARES-onderzoek 'Kader voor vergunningverlening koudelozingen' zijn de ecologische effecten van koudelozingen op het oppervlaktewater onderzocht. Hoe die in de praktijk uitpakken, verschilt per installatie en per type oppervlaktewater. Het beoordelingskader beschrijft stroomschema's voor zeventien soorten oppervlaktewater. Met het kader kunnen waterbeheerders vergunningaanvragen beoordelen voor installaties die warmte winnen uit oppervlaktewater (aquathermie). Er zal meer modellering, monitoring en praktijkonderzoek moeten plaatsvinden om de effecten op de waterkwaliteit en de ecologie te meten en voorspellen.
- **Afronding WARES.** In 2021 voerde STOWA samen met de Unie van Waterschappen de laatste WARES-projecten uit. Eind november vond de slotbijeenkomst plaats. Doel

van het programma was om helder te krijgen welke rol waterschappen in de Regionale Energiestrategieën (RES) kunnen spelen. Dertig energieregio's beschrijven in hun RES hoe ze duurzame energie willen opwekken om de energietransitie vorm te geven. Regionale en lokale overheden werken de strategie vervolgens uit in schaalbare plannen en projecten. Waterschappen kunnen vooral met aquathermie, windmolens, zonnepanelen en energieopslag bijdragen aan de energietransitie. In het WARES-programma was er speciaal aandacht voor de ecologische, juridische en governance-aspecten van energieprojecten.



### Afgeronde projecten

<i>Publicatie</i>	<i>Onderzoek</i>
2021-14	Warmte uit samenwerking. Verkenning naar de governance van aquathermie   
2021-30	Kader voor vergunningverlening koudelozingen 1.0. Handreiking voor beoordeling van aanvragen voor TEO-systemen   
Rapport	Monitoringsplan ecologische effecten thermische energie oppervlaktewater (rapport WarmingUp/Deltares) 
Prijsvraag	Winnovatie challenge – Twee vliegen in één klap: TEO combineren met fosforverwijdering.  

























### Lopende projecten





<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Zon op Dijken - Monitoring
2022	WarmingUP - Onderzoeksprogramma grootschalige duurzame warmtenetten 

### Gestarte projecten

<i>Afronding</i>	<i>Onderzoek</i>
2022	Combinatie aquathermie met fosforverwijdering 
2022	Ecologische effecten filters en warmtewisselaars bij TEO 

### (Online) bijeenkomsten in 2021

4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: De waterbeheerder als energiemanager   De RWZI als <i>smart energy hub</i> 
2 maart	Webinar Energieopslag door waterschappen: Wat kan er en kan het uit?  
25 maart	Governance van aquathermieprojecten   
8 april	Kennissessie inschatting ecologische effecten TEO  
22 april	Webinar 'Effecten thermische energie uit afvalwater op de rwzi'  
11 mei	Webinar 'TEA in de praktijk'     
18 mei	Webinar 'Update aquathermievier: inzicht in de potentie van aquathermie'  
1 juli	Themagroep handreiking koudelozingen
8 juli	Webinar Beoordelingskader vergunningverlening koudelozingen 1.0   
2 november	Themagroep Aan de slag met aquathermie - casuïstiek
11 november	CoP Koudelozingen: rekenen aan de koudepluim (online) 
25 november	Online Slotbijeenkomst Waterbeheer en Regionale Energiestrategieën (WARES) 
7 december	Slotbijeenkomst Waterbeheer en Regionale Energiestrategieën (WARES), Aquathermie special 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

### 4.3 Programma's volledig door anderen gefinancierd

#### ONDERZOEKSPROGRAMMA BROEIKASGASSEN VEENWEIDEN





















































In 2019 startte het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV), dat STOWA namens het ministerie van LNV en de betrokken provincies coördineert. In dit programma wordt onderzoek gedaan naar de (te voorspellen) uitstoot van broeikasgassen uit veen, en naar de effecten hiervan op onder meer veenafbraak en bodemdaling. Ook vindt onderzoek plaats naar de effectiviteit van te nemen maatregelen. Het doel is, zo is in het Klimaatakkoord afgesproken, om de emissie van CO<sub>2</sub> uit veenweiden in 2030 met één megaton per jaar te verminderen. In 2021 verschenen de eerste bevindingen van het programma en vonden er verschillende activiteiten plaats, zoals:

- **Webinarserie haalbaarheidsstudies maatregelen.** In 2020 zijn deelstudies uitgevoerd naar de factoren die een rol spelen bij de technische en maatschappelijke haalbaarheid van maatregelen. De studies waren gericht op de thema's 'Waterkwantiteit en waterbeheer', 'Biodiversiteit, bodem- en waterkwaliteit', 'Bedrijfsvoering', 'Betaalbaarheid', 'Kennisdeling' en 'Governance'. De onderzoeken leverden veel relevante kennis op. De rapportages, gepubliceerd in 2021, laten ook zien welke kennisleemtes er nog zijn en vormen een goede basis voor de richting van verder onderzoek. Naar aanleiding van de rapportages organiseerde het NOBV in mei en juni 2021 een serie van vier webinars.
- **Samenvatting eerste meetjaar (2019-2020).** Het NOBV voert op meerdere locaties in Nederland structureel langdurige metingen uit om de feitelijke emissies te bepalen. Onderzocht wordt hoe de verschillende maatregelen om bodemdaling tegen te gaan de emissies beïnvloeden, plus wat er nodig is om deze emissies beter te voorspellen. Met de onderzoeksresultaten willen provincies, gemeenten en waterschappen kunnen vaststellen of ze nu al maatregelen kunnen invoeren. Voor conclusies is het na een eerste meetjaar echter nog te vroeg voor. De samenvatting is vooral bedoeld als overzichtelijke kennismaking met het NOBV.
- **Eerste bevindingen.** De onderzoeksresultaten van het NOBV worden in 2024 opgeleverd. In het najaar van 2021 zijn de eerste twee meetjaren afgerond en zijn de eerste bevindingen opgetekend in een data-analyserapport.

Daarnaast is een operationele jaarrapportage 2020-2021 opgeleverd en een meetprotocol. Een belangrijke constatering na deze eerste twee meetjaren is dat de werking en effectiviteit van maatregelen complex is. Effecten van maatregelen zijn afhankelijk van specifieke condities. Resultaten kunnen dus per gebied en van jaar tot jaar verschillen. Dat betekent dat huidige bevindingen voorlopig zijn; er zijn meer meetjaren nodig om conclusies te kunnen trekken.



















- **Kennisdeling met podcasts: gesprekken en colleges.** Het NOBV lanceerde twee podcastseries, *Studio Veenweide* en *Studio Veenweide - De Verdieping*. In deze podcasts wordt kennis gedeeld over 'meten, weten en voorspellen'. Beide series zijn opgebouwd rondom de zogeheten '6M-cyclus'. De zes M's staan voor de thema's 'Meten', 'Mechanistisch begrip', 'Modelleren', 'Maatschappelijke kosten-baten analyses (MKBA's)', 'Maatregelen' en 'Monitoren'. Over deze thema's bracht Studio Veenweide een serie gesprekken uit met onderzoekers, bestuurders en beleidsmakers. En in De verdieping verschenen colleges over broeikasgasemissies in het veenweidegebied, waarbij in iedere aflevering ook één van de zes thema's aan bod komt.

#### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek	Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) 
Website	Nieuwsbrief	Nieuwsbrief NOBV (alle nummers)  Nieuwsbrief 19 april 2021 
Nieuwsbrief		Nieuwsbrief 8 juli 2021  Nieuwsbrief 15 oktober 2021 
Webpagina		Haalbaarheidsstudies NOBV  
Jaarrapportage		NOBV Jaarrapportage 2021  De rapportage bestaat uit drie delen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationele jaarrapportage 2020-2021 </li> <li>• Data-analyse 2020-2021 </li> <li>• Meetprotocol </li> </ul>
2021-23A		Waterkwantiteit en waterbeheer. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied  
2021-23B		Biodiversiteit, bodem- en waterkwaliteit. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied  
2021-23C		Bedrijfsvoering. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied  
2021-23D		Betaalbaarheid. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied  
2021-23E		Kennisdeling. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied  
2021-23F		Governance. Een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied  
2021-23F1		Peilbeheer als middel om bodemdaling in veengebieden terug te dringen  
2021-28		Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden. <b>Samenvatting eerste meetjaar (2019-2020)</b>  
Video		Trailer podcast Studio Veenweide 
Podcastserie		Studio Veenweide: een serie gesprekken   <ul style="list-style-type: none"> <li>Aflevering 1: Meten </li> <li>Aflevering 2: Mechanistisch begrip </li> <li>Aflevering 3: Modelleren </li> <li>Aflevering 4: Maatschappelijke kosten-baten analyses (MKBA's) </li> <li>Aflevering 5: Maatregelen </li> <li>Aflevering 6: Monitoren </li> </ul> De podcasts zijn te beluisteren via Apple Podcasts  , Open Spotify  , Google Podcasts  en Youtube 
Podcastserie		Studio Veenweide - De verdieping: een serie colleges   <ul style="list-style-type: none"> <li>Aflevering 1: Meten </li> <li>Aflevering 2: Mechanistisch begrip </li> <li>Aflevering 3: Modelleren </li> <li>Aflevering 4: Maatschappelijke kosten-baten analyses (MKBA's) </li> <li>Aflevering 5: Maatregelen </li> <li>Aflevering 6: Monitoren </li> </ul> De podcasts zijn te beluisteren via Apple Podcasts  , Open Spotify  , Google Podcasts  en Youtube  <p>Vervolg op de volgende pagina</p>

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

	<i>Vervolg Afgeronde projecten</i>
Podcastserie	<p>Studio Veenweide - De veldreportage: een serie van 13 veldreportages  </p> <p>Via de webpagina 'Veldreportages' zijn de volgende podcasts te beluisteren: </p> <p>Repo 1a: Meten - Gesprek met agrariër op meetlocatie Aldeboarn</p> <p>Repo 1b: Meten - Toelichting op het onderzoek op meetlocatie Aldeboarn</p> <p>Repo 2a: Mechanistisch begrip - Uitleg over onderzoek naar bodemprocessen op meetlocatie Lange Weide</p> <p>Repo 2b: Mechanistisch begrip - Laboratoriumonderzoek naar microbiële processen in de bodem</p> <p>Repo 3a: Modelleren - Uitleg over voorspellingsmodellen op meetlocatie Assendelft</p> <p>Repo 3b: Modelleren - Toelichting op het meten en interpreteren van gegevens op meetlocatie Ankeveen</p> <p>Repo 4a: MKBA's - Verdienmodel van een agrarisch ondernemer in veenweidegebieden</p> <p>Repo 4b1: MKBA's - De waarde van natuur in een maatschappelijke kosten-baten analyse</p> <p>Repo 4b2: MKBA's - De waarde van de grutto en andere weidevogels</p> <p>Repo 5a: Maatregelen - Onderzoek naar waterpeilstrategieën en waterinfiltratiesystemen in de proefvelden in Zegveld</p> <p>Repo 6a: Monitoren - Vliegtuigmetingen - monitoren vanuit de lucht</p> <p>Repo 6b: Monitoren - Veldmetingen met een EC-mast in Zegveld</p>
Video	NOBV Meetplots Broeikasgasemissies Friesland (locatie Aldeboarn) 
Video	Veenafbraak en broeikasgasuitstoot in het Nederlandse veenweidegebied; uitleg en maatregelen (verhoging van het slootwaterpeil, onderwaterdrainage en drukdrainage) 
Video	Vlog NOBV-deelexpeditie 7-6-2021: lab UU 
Video	Monsternamen NOBV locatie Assendelft en bemonstering lab 
Video	Slootwaterpeilverhoging 
Video	Slootwaterpeilverhoging, onderwaterdrainage en combinatie 
Video	Onderwaterdrainage 
Video	Natte teelten 
Video	Drukdrainage 
Video	Veenafbraak en het ontstaan van broeikasgassen in veeweiden 
	<b>Lopende projecten</b>
Afronding	<i>Onderzoek</i>
2022	SOMERS (Subsurface Organic Matter Emission Registration System)
	<b>(Online) bijeenkomsten in 2021</b>
15 maart	Deelexpeditie broeikasgassen veenweiden: Bodemdaling in relatie tot broeikasgasemissies in veenweidegebied  
20 mei	NOBV-webinar Haalbaarheidstudies deel 1: Bedrijfsvoering en betaalbaarheid  
31 mei	NOBV-webinar Haalbaarheidstudies deel 2: Waterkwantiteit en waterbeheer  
2 juni	NOBV-webinar Haalbaarheidstudies deel 3: Biodiversiteit, bodem- en waterkwaliteit  
7 juni	Deelexpeditie Broeikasgassen veenweiden - Microbiële processen in de bodem die leiden tot veenafbraak  
	<i>Vervolg op de volgende pagina</i>
	meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

	<i>Vervolg (online) bijeenkomsten</i>
9 juni	NOBV-webinar Haalbaarheidstudies deel 4: Governance en peilbesluit/peilbeheer  
27 september	Deelexpeditie Broeikasgassen veenweiden   
5 oktober	Webinar: Lisdoddeleelt in het Nederlandse veenweidegebied: waar staan we?   
7 december	Online vragensessie over SOMERS ( <i>Subsurface Organic Matter Emission Registration System</i> ), een systeem voor de monitoring van broeikasgasemissies uit veenweidegebieden 
9 december	Webinar 'Twee jaar NOBV: waar staan we?'   
	meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 





# CIRCU LAIRE ECONO MIE

## 5 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. Waterschappen hebben daarom, overeenkomstig het rijksbeleid zoals verwoord in de nota 'Nederland circulair in 2050 - Rijksbreed programma Circulaire Economie', concrete doelstellingen geformuleerd voor een circulaire economie: in 2030 wil men voor 50 procent circulair zijn en in 2050 zelfs 100 procent. De waterschappen werken daarom samen met STOWA hard aan het omvormen van rioolwaterzuiveringen tot fabrieken om energie en grondstoffen terug te winnen. In 2021 zijn daarbij belangrijke resultaten geboekt. Maar we gaan verder. De biomassa die vrijkomt bij slootonderhoud of het maaien van bermen kan worden vergist, worden gebruikt als bodemverbeteraar of als grondstof voor biocomposiet. Ook is onderzoek gestart naar mogelijkheden om baggerspecie duurzaam te (her)gebruiken. Door naar dergelijke toepassingen onderzoek te doen, krijgen de waterschappen gereedschappen in handen om daadwerkelijk circulair te gaan opereren.

STOWA heeft haar activiteiten in 2021 binnen het maatschappelijke thema Circulaire economie gericht op de volgende onderwerpen:

- Inzicht in de bronnen;
- Grondstoffenfabrieken.

WATERVEILIGHEID

KLIMAATADAPTATIE

WATERKWALITEIT

ENERGIETRANSITIE

CIRCULAIRE ECONOMIE










## 5.1 Inzicht in de bronnen

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 aangevoerd. Deze kennis is nodig om keuzes te kunnen maken en onderbouwen in zowel technieken als in de schaal van de verwerking van afvalwater tot grondstoffen (inclusief water). In 2021 is gewerkt aan de volgende projecten:



- **Circulair baggerbeheer.** Baggerspecie is een grote afvalstroom van waterschappen. Veel bagger wordt nu al opnieuw toegepast, maar wat is het meest circulair: toepassen op de kant, verwerken tot bouwproduct of toepassen in een weilanddepot? Bovendien: niet alle verontreinigde baggerspecie is nuttig toepasbaar. STOWA liet daarom een toetsingsinstrument (tool) ontwikkelen dat hier inzicht in geeft. Op basis van een aantal criteria wordt een A, B of C label toegekend. Uitstoot van broeikasgasemissies is bijvoorbeeld één van de criteria. Het instrument is op dit moment geschikt voor kleine projecten, maar kan worden aangevuld met nieuwe baggerketens, waaronder grotere baggerwerken, zodat het kan uitgroeien tot een standaard tool voor circulair baggerbeheer.
- **Sanitatie in het buitengebied.** De sanitatie in het buitengebied zet ons opnieuw voor belangrijke keuzes. Op steeds meer locaties is de bestaande infrastructuur technisch of economisch afgeschreven. Ook zijn er nieuwe ontwikkelingen, bijvoorbeeld bij (boeren)campings en bij de huisvesting van seizoenarbeiders, wat leidt tot onvoldoende capaciteit op de bestaande drukrioolstelsels. Om te achterhalen hoe hier mee om te gaan, startte STOWA een korte reeks webinars. In juni is gesproken over de precieze aard van het probleem, de analyse, en over de sanitatietechnieken die we in het buitengebied kunnen gaan toepassen. In december kwam de kennisbehoefte aan bod. In maart 2022 volgde nog een laatste webinar over mogelijke beleidskeuzes en de consequenties ervan op die kennisbehoefte.
- **Brede verkenning Circulaire Waterketen.** De programmacommissie Waterketen van STOWA wil op scherpe wijze richting geven aan de transitie naar een circulaire waterketen. Samen met waterschappen en relevante stakeholders verkent de commissie wat de belangrijkste kennisvragen en innovatiebehoefte zijn en brengt daar

prioriteiten in aan. De meerjarige verkenning (maximaal 5 jaar) wordt breed benaderd. Naast het waterschaps-werk zijn ook thema's als drinkwater, riolering, voedselproductie en verdroging onderdeel van de brede maatschappelijke puzzel. Doel is om vanuit diverse inzichten te komen tot een gedragen onderzoekslijn die past bij de rol en opdracht van STOWA.










### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2021-40	Circulair baggerbeheer, een toetsingsinstrument voor regionale bagger, inclusief tool  
2021-40A	Addendum Circulair baggerbeheer, weilanddepot 
2021-49A	Dijkenvelden. Geotechnisch en milieukundig onderzoek (deel a)  
2021-49B	Dijkenvelden. Voor- en literatuuronderzoek (deel b)  

### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
2022	Beslisriteria buitengebied
2022	Circulair asset management (UvW) 
Doorlopend	Update saniwijzer
2022	Verkenning brede visie op circulariteit (circulaire waterketen) 

### (Online) bijeenkomsten in 2021

4 februari	Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 
	Webinar: Maken bagger en assets de waterschappen circulair? 
30 juni	Webinarreeks 'Sanitatie in het buitengebied, nu en in de toekomst'. Deel 1. Analyse  
6 oktober	Bijeenkomst (hybride): 'Circulair baggeren'  
1 december	Webinarreeks 'Sanitatie in het buitengebied, nu en in de toekomst'. Deel 2. Kennisbehoefte   

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



## 5.2 Grondstoffenfabrieken

Om bij te dragen aan een circulaire economie onderzoeken waterschappen met de Energie- en Grondstoffenfabriek (EFGF) mogelijkheden om grondstoffen terug te winnen uit afvalwater. In 2021 is onder meer onderzoek afgerond voor het terugwinnen van witte fosfor uit slibverbrandingsassen en zijn meerdere onderzoeksprojecten en -programma's van start gegaan voor het 'produceren' van zoetwater.

- *Terugwinning witte fosfor (Spodofos®)*. STOWA liet verkennend onderzoek doen naar Spodofos®, een nieuw procedé voor het terugwinnen van witte fosfor uit de as die overblijft na de verbranding van slib. Het onderzoek was gericht op duurzaamheid en technologische en financiële haalbaarheid. Het resultaat was positief. Het procedé werkt technologisch en is economisch haalbaar, maar het is bovendien zeer duurzaam, want het heeft een negatieve CO<sub>2</sub>-voetafdruk. De succesvolle resultaten zijn aanleiding voor nader lab- en pilotonderzoek.
- *Bouw demo PHA2USE*. In opdracht van STOWA is enkele jaren geleden een methode ontwikkeld om volledig afbreekbare hoogwaardige bioplastics van het type PHA te produceren uit vetzuren in afvalwater. Afhankelijk van de toepassing kunnen deze *bio based* plastics bijdragen aan de reductie van fossiele microplastics in het milieu. In de demo-installatie 'PHA2USE' bij HVC in Dordrecht is de methode met succes in de praktijk getoetst. Het proces is in 2021 opgeschaald en de eerste substantiele productie wordt verwacht in 2022. Daarna worden verschillende toepassingen getest en wordt gezocht naar afzetmogelijkheden van de grondstoffen. Lukt dit, dan zal een commerciële installatie worden ontwikkeld.
- *Wetenschappelijk PHA-onderzoek*. In september startte Wetsus met wetenschappelijk onderzoek naar verdere optimalisatie van de (proces)omstandigheden waaronder PHA op basis van primair slib kan worden geproduceerd. Doel is een hoogwaardige kwaliteit biologisch afbreekbaar én biobased plastic. De kennis wordt ingebracht in praktijkproeven die al binnen het PHA2Use-project lopen.
- *Nieuwe technologie voor terugwinning ammonium*. In 2021 is een project gestart dat als doel heeft om op pilotschaal bij twee waterschappen een innovatieve technologie te testen voor terugwinning en hergebruik van ammonium. Na afronding van het project moet de technologie

gereed zijn voor een eerste full-scale toepassing. Met de technologie wordt de CO<sub>2</sub>-uitstoot, de N<sub>2</sub>O-emissie en het energieverbruik van een afvalwaterzuivering aanzienlijk verlaagd. Bovendien wordt ammonium uit het afvalwater teruggewonnen als ammoniakwater of als ammoniumsulfaat. Het teruggewonnen ammoniakwater wordt deels omgezet in elektrische energie.

### WATERFABRIEK

Afvalwaterzuivering wordt al geruime tijd ook benaderd vanuit het perspectief van circulariteit, waarbij diverse grondstoffen zoals cellulose en fosfaat maximaal worden teruggewonnen. Maar ook het gezuiverde water zelf, het effluent, kan worden gebruikt. Dit water kan een belangrijke rol spelen bij het streven naar regionale en lokale zelfvoorziening. Deze rol is nader onderzocht in de volgende projecten:









- *RWZI als waterfabriek voor robuuste watervoorziening*. Het concept waterfabriek gaat uit van een circulaire manier van rioolwaterzuivering, waarbij niet alleen grondstoffen worden teruggewonnen maar ook schoon water wordt geproduceerd om zoetwatertekorten tegen te gaan. Hiertoe zullen sectoren die een wateraanbod hebben moeten worden verbonden met sectoren met een watervraag. Onderzocht is wat de consequenties zijn van nieuwe verbindingen tussen sectoren. Om succesvolle verbindingen te kunnen leggen, moet inzichtelijk zijn wat de positieve en negatieve doorwerking is van een maatregel bij de ene plek of sector voor andere plekken of sectoren. Dit 'watersysteemdenken' is in deze studie verder ontwikkeld en toegepast voor het verkennen van kansen en knelpunten voor hergebruik van gezuiverd restwater.
- *Aquaconnect: gebruik van afvalwater en brak grondwater*. Begin 2021 startte het onderzoeksprogramma AquaConnect. Hierin werken onderwijs- en kennisinstellingen, bedrijven, waterschappen, andere overheden en partijen, waaronder STOWA, aan oplossingen waarmee deltagebieden zelfvoorzienend kunnen worden in zoetwatervoorziening. Het programma richt zich op gebruik van afvalwater en brak grondwater, onder meer met behulp van nieuwe technologieën voor waterzuivering. Doel is om meer water in reserve te hebben tijdens droge periodes en de zoetwatervoorziening zelfs te garan-

deren. Dat gebeurt onder meer via het ontwikkelen van zogeheten 'smart water-grids', digitale systemen en infrastructuur om het aanbod van zoetwater slim te kunnen verbinden aan de vraag. Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van alternatieve waterbronnen en van mogelijkheden om oppervlaktewater en grondwater op te slaan in het natuurlijke systeem.



- *De Ultieme Waterfabriek*. In januari ging ook het project 'De Ultieme Waterfabriek' van start. Hierin gaan waterschappen en drinkwaterbedrijven gezamenlijk onderzoeken hoe en onder welke voorwaarden gezuiverd rioolwater (effluent) rechtstreeks kan worden gebruikt

als bron voor drinkwater. Het water moet kunnen worden toegepast in huishoudens voor menselijke consumptie, in de tuinbouw, als hoogwaardig industriewater en als koelwater voor datacentra. Het project maakt gebruik van bestaande kennis, bijvoorbeeld van de opgebouwde kennis in Waterfabriekprojecten, zoals De Waterfabriek Wilp, en de kennis over geavanceerde zuivering uit de drinkwatersector. Ook wordt gekeken naar ervaringen en inzichten van aangrenzende initiatieven en internationale ervaringen met de productie van drinkwater uit rwzi-effluent.






### Afgeronde projecten

Publicatie	Onderzoek
2020-33	Actiever actief slib. Onderzoek met zeefbocht op rwzi Ommen  
2021-31	RWZI als waterfabriek voor een robuuste watervoorziening  
2021-35	Stikstofterugwinning uit rioolwater; van marktambitie naar praktijk  
2021-57	Spodofos: witte-fosforproductie uit slibverbrandingsassen. Eerste evaluatie van de duurzaamheid en technologische en economische haalbaarheid  


### Lopende projecten

Afronding	Onderzoek
2025	Nationaal KAUMERA Onderzoeks- en Ontwikkelingsprogramma
2024	Verzuring actief slib
2023	Verzuring zeefgoed
2022	Biopulping: selectieve lignocellulose ontsluiting met witrotschimmels
2023	PHA2use : 'Bioplastic from water' bij Wetsus  
2022	WICE Circulair Water 2050
2024	Life Wilp

### Gestarte projecten

Afronding	Onderzoek
2025	PHA-onderzoek Wetsus 
2022	De Ultieme Waterfabriek 
2025	Aquaconnect: hergebruik van afvalwater en brak grondwater  
2022	Milieu-impact van grondstoffen uit afvalwaterzuivering (update LCA-studie) 
2025	Terugwinnen en concentreren van ammonium

### (Online) bijeenkomsten in 2021

28 januari	De RWZI als waterfabriek voor een robuuste zoetwatervoorziening  
------------	---

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

## STOWA-BREED

Veruit de meeste activiteiten van STOWA zijn specifiek gericht op het specialistische werk van de verschillende deskundigen die werken aan de vijf maatschappelijke thema's. Per thema verschillen de taken al enorm, maar ook binnen die thema's bestaat een grote verscheidenheid aan specialismen. In sommige gevallen zijn de activiteiten van STOWA echter van toepassing op meerdere maatschappelijke thema's of zelfs op het gehele waterbeheer. Om de informatie hierover niet te verstoppen in één van de deelthema's, zijn ze ondergebracht in dit hoofdstuk 'STOWA-breed'.

In 2021 besteedde STOWA (breed) aandacht aan:

- Kennisfestival 'Do Facts Matter?'
- JONG Waterbeheer
- STOWA 50 jaar - De kracht van Kennis



## 6.1 KENNISFESTIVAL 'DO FACTS MATTER?'

In februari organiseerden waterschap Drents Overijsselse Delta en STOWA samen het kennisfestival 'Do Facts Matter? Van onderbuik naar onderbouwd'. Bij dit festival stonden meerdere vragen centraal over de rol en het gebruik van kennis en inzichten bij het werk van de waterschappen. Om antwoorden op deze vragen te vinden, is een serie podcasts gemaakt en vond een trits webinars plaats.

- **Podcasts.** Voorafgaand aan het festival zijn zes podcasts gemaakt met gesprekken over het belang van kennis en het toepassen daarvan, en met compilaties van deze gesprekken.

- **Webinars.** Op de dag van het kennisfestival stonden maar liefst 22 webinars op het programma. Een aantal daarvan waren van algemene aard maar de meeste gingen in op de rol van feiten en kennis binnen specifieke thema's. De opnamen van de webinars zijn te zien op de playlist van het festival.

De algehele conclusie was dat de deelnemers het evenement als zeer geslaagd hebben ervaren. Op de pagina hiernaast vindt u een compleet overzicht van alle video's, podcasts en andere publicaties.

## 6.2 JONG WATERBEHEER. WATERBEHEER VAN DE TOEKOMST

Er zijn zorgen over de vergrijzing in de watersector. In het waterbeheer werken relatief veel oudere, door de wol geverfde mensen die geleidelijk aan het uitstromen zijn. Daarmee dreigt veel kennis en ervaring te verdwijnen. En dat op een moment dat er in het waterbeheer op alle gebieden veel werk aan de winkel is op alle thema's: klimaatadaptatie, kwaliteit, veiligheid, energietransitie en circulariteit. Gelukkig staan er ambitieuze jonge waterprofessionals klaar om hiermee aan de slag te gaan. STOWA wil hen daarbij ondersteunen en doet dat onder meer in het project:

- **JONG Waterbeheer.** In dit project gaan jonge starters samen met ervaren waterbeheerders op zoek naar manieren om alle opgedane kennis, ervaring en inzichten over waterbeheer optimaal voor de nieuwe generatie te laten werken. Daartoe is onder meer een denktank geformeerd die aan de slag gaat met geschikte vormen van kennisoverdracht. Dat gebeurt door zelf manieren te bedenken, door te onderzoeken hoe dit thema in andere sectoren al is aangepakt, en door de zogeheten *design thinking*-methodiek te hanteren. Doel is nieuwe waterprofessionals klaar te stomen voor het werk dat ze te wachten staat en ze te behouden voor de watersector.

### Afgeronde projecten

#### Publicatie

2021-01



2021-01A

2021-32

Podcastserie

'Do Facts Matter'

#### Onderzoek/onderwerp

STOWA jaarverslag 2020   STOWA jaarbericht 2020  Handleiding voor het uitvoeren van tijdreeksanalyses  Podcast 1: Warming-up - compilatie van acht gesprekken Podcast 2: 'Over kennis gesproken' met Auke de Ridder Podcast 3: Gesprek met Dirk-Siert Schoonman, Dijkgraaf van Waterschap Drents Overijsselse Delta Podcast 4: Gesprek met Joost Buntsma, directeur STOWA Podcast 5: Trailer (korte fragmenten van vijf gesprekken) Podcast 6: Column van Daphne Depassé bij de opening van het kennisfestival 

### Lopende projecten

#### Onderzoek

Afronding

2022


STOWA jaarverslag en jaarkrant 2021

### Gestarte projecten

#### Onderzoek


Afronding


2022

JONG Waterbeheer. Waterbeheer van de toekomst 

### (Online) bijeenkomsten in 2021


4 februari


Kennisfestival 'Do Facts Matter?' 


- Playlist video's 


- Opening 


Onderstaande webinars zijn inhoudelijk breder dan de vijf maatschappelijke thema's. De specialistische webinars zijn terug te vinden bij de betreffende subthema's.


- Webinar: Community 'De beste besluiten' (kick-off) 


- Webinar: De virtuele satelliet wordt 'reality' 


- Webinar: How to make facts matter? Over hoe mensen keuzes maken, beïnvloeding, rol van emotie en effectief gebruik van feiten 

- Webinar: Kennis delen #HOEDAN - 6 inspirerende verhalen & het gesprek 



- Webinar: Digitale transformatie en datagestuurde waterbeheer 

- Webinar: Festivalvibes, afsluiting festival 

'Do Facts Matter?' - The day after 

- After movie 

14 oktober

Jong Waterbeheer: Young Talent Day  

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 

### 6.3 CAMPAGNE STOWA 50 JAAR: DE KRACHT VAN KENNIS

STOWA bestond in 2021 vijftig jaar. Om hier op passende wijze aandacht aan te besteden, is een campagne opgezet die inzicht biedt in de activiteiten van STOWA en informeert over het belang van haar werk. De campagne kreeg als titel: de Kracht van Kennis. In het kader van deze campagne organiseerde STOWA de volgende activiteiten:

- **Live talkshow.** De jubileumcampagne werd op 1 juli afgetrapt met een online talkshow. Sacha de Boer trad op als host en naast directeur Joost Buntsma ontving zij onder meer klimaatonderzoeker Tim van Hattum en filosoof Bas Haring. Ook was er een korte film over STOWA te zien.
- **Podcast-serie.** Er zijn acht podcasts gemaakt die ingaan op actuele wateronderwerpen. Aan de orde komen onder meer giftige stoffen in het slootwater en hoe we die meten, het levensverhaal van regenwater, energieopwekking met aquathermie, datagestuurd werken, en droogte en klimaatadaptatie.
- **Rondgang langs de AB's.** In een presentatie en een gesprek met het AB wordt zowel de werkwijze van STOWA belicht, als ook een aantal voor het betreffende waterschap bestuurlijk relevante onderzoeken. Deze rondgang is in 2021 ingezet en krijgt in 2022 een vervolg.
- **Young Talent Day.** Op donderdag 14 oktober 2021 kwamen zo'n honderdvijftig jonge professionals uit de waterwereld samen op het Amsterdamse IJ voor de speciale 'Young Talent Day'. Deze dag is georganiseerd vanuit het project Jong Waterbeheer.
- **Jubileumuitgave STOWA Ter Info.** Speciaal jubileumnummer van het magazine STOWA Ter Info (nummer 80, Herfst 2021) waarin wordt teruggeblikt met verhalen over baanbrekende onderzoeken in het verleden. Ook wordt vooruit gekeken in tweegesprekken tussen oudgedienden en beginnende professionals, en in gesprekken met wetenschappers en waterschappers die hun visie geven over de rol van toegepaste waterkennis in de komende decennia.
- **Website STOWA 50 jaar.** Op deze speciale jubileumwebsite is actuele informatie te vinden over de campagne 'STOWA 50 jaar: de Kracht van Kennis'. Via de website zijn ook de campagneactiviteiten (terug) te zien of te beluisteren.
- **Relatiedag.** Bij een jubileum hoort een feestje. In het geval van STOWA vanzelfsprekend met de vele relaties uit het

werkveld. Op 15 september 2021 september stond daarom een relatiedag gepland om elkaar te ontmoeten en samen terug te blikken. Maar natuurlijk ook om vooruit te kijken en elkaar te inspireren, naar elkaar te luisteren en het gesprek aan te gaan. Helaas moest de relatiedag vanwege het coronavirus worden uitgesteld naar 20 april 2022.



#### Jubileumactiviteiten

Website	STOWA 50 jaar: de Kracht van Kennis! 
Magazine	Jubileumuitgave STOWA Ter Info, nr. 80 (Herfst 2021)   
Animatie	STOWA 50 jaar 'De Kracht van Kennis', met de T van Toegepast  
Podcastserie	STOWA 50 jaar 'De Kracht van Kennis' 
	Podcast 1: In gesprek over droogte en klimaatadaptatie met een dijkgraaf en hydroloog 
	Podcast 2: Waterveiligheid: hoe beschermen we Nederland tegen hoogwater? 
	Podcast 3: Data is het nieuwe goud. Wat heb je eraan in de waterwereld? 
	Podcast 4: Aquathermie: energie uit water halen 
	Podcast 5: Spraakwater 
	Podcast 6: Hoe meten we de giftigheid van water? 
	Podcast 7: Giftige stoffen in water, we gaan de sloot in! 
	Podcast 8: Regenwater, wat gebeurt daarmee? 
	<b>(Online) bijeenkomsten in 2021</b>
1 juli	STOWA 50 jaar! Online talkshow 'De Kracht van Kennis'    
14 oktober	Young Talent Day, voor waterbeheerders van de toekomst  
20 april 2022	Relatiedag STOWA 50 jaar (Fort Voordorp, Groenekan) 

meer info  rapport(age)  presentaties  website  video  podcast 



## OVER STOWA



### MISSION STATEMENT



STOWA heeft als hoofddoelstelling: **Het samen met de regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften en kennisleemten op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders ontwikkelen, bijbrengen, 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 meer en meer op deze brede doelgroep richt. Door de snelle uitstroom van oudere collega's richt STOWA zich daarnaast nadrukkelijk op jongere collega's. Op 14 oktober 2021 organiseerden we daarom de *Young Talent Day!* Dit evenement vond plaats op evenementenschip *The OceanDiva Original*, gelegen aan het IJ in Amsterdam.  

### BESTUUR

STOWA kent een bestuur waarin waterschappen, provincies en het Rijk zijn vertegenwoordigd. Hierbij is waar mogelijk 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.

In 2021 kende het bestuur de volgende leden:

**G.J. (Geert-Jan) ten Brink** (*vice-voorzitter*)

Waterschap Hunze en Aa's

**P. (Peter) Ketelaars**

Waterschap Aa en Maas

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

Hoogheemraadschap van Hollands Noorderkwartier

**J.N. (Hans) Kuipers**

IPO, Provincie Drenthe

**Ir. E. (Eisse) Luitjens**

Waterschap Noorderzijlvest

**K. (Katja) Portegies Msc.**

Ministerie I&W, RWS/WVL

**Prof. Dr. C. (Co) Verdaas**

Waterschap Rivierenland

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

STOWA

**MEDEWERKERS**

In 2021 had STOWA de volgende acht medewerkers in vaste dienst:

**Petra Angelone**

office manager

**Joost Buntsma**

directeur

**Jet Gerssen**

managementassistente/medewerker financiële zaken en projectadministratie

**Bert Palsma**

programmamanager waterketen

**Michelle Talsma**

programmamanager watersystemen

**Cora Uijterlinde**

programmamanager afvalwatersystemen

**Bas van der Wal**

programmamanager watersystemen

**Ludolph Wentholt**

programmamanager waterwieren

In 2021 is het STOWA-team versterkt met:

**Fleur van Gool**

trainee

**SAMENWERKING**

Samen met andere kennisinstellingen en organisaties streeft STOWA er sinds lange tijd naar om het gevraagde onderzoek op elkaar af te stemmen of gezamenlijk uit te voeren. Al bijna twintig jaar doet STOWA dit in de programma's Ontwikkelingsprogramma Regionale Keringen (ORK, provincies en waterschappen) en Professionalisering Instandhouding Waterkeringen (PIW, Rijkswaterstaat en waterschappen). Maar ook voor korter lopende programma's zoekt STOWA die samenwerking, zoals in de Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK), waarin enerzijds de waterleidingbedrijven, waterschappen, provincies en het rijk, en anderzijds de kennisinstututen RIVM, Deltares, KWR en WUR samenwerken. Ook binnen het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium werken deze overheden en instituten samen (zonder het RIVM maar met het PBL). Binnen het project Polder2C's op de grens van België en Nederland wordt samengewerkt met een groot aantal Nederlandse partners maar ook uit het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en natuurlijk België. De onafhankelijkheid van STOWA leent zich goed voor het aansturen van watergerelateerd onder-

zoek dat volledig door derden wordt gefinancierd. Het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) dat STOWA uitvoert voor LNV, is daar een goed voorbeeld van.

Lopende samenwerkingsrelaties zijn die met de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE), Rioned, het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN), de *Environmental Agency* van het Verenigd Koninkrijk en het Waterloopkundig Laboratorium van Vlaanderen.

**Buitenlandse partners**

Ook internationaal zoekt STOWA naar samenwerking. We doen dit onder meer door deelname in EU-kennisprogramma's en in de Global Water Research Coalition, een wereldwijd onderzoeksplatform op waterketengebied. Ondanks de COVID-crisis, of misschien wel juist daardoor, werd meer en vaker kennis gedeeld dan daarvoor. Het gebruik van webinars voor kennisdelen biedt ook hier voordelen.



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. Ook in 2021 werden opnieuw veel fysieke bijeenkomsten vervangen door webinars. Ook is er geëxperimenteerd met zogeheten hybride bijeenkomsten: digitaal én fysiek.

STOWA zoekt meer en meer naar een overzichtelijke en toegankelijke wijze van kennisoverdracht, dus niet alleen:

- gericht op de specialisten, maar ook op bestuur, management, beleid en beheer en onderhoud;
- in de bekende vorm van de STOWA-rapporten, maar ook in de vorm van factsheets (Deltafacts), filmpjes en infographics;
- druk bezochte (digitale) STOWA-bijeenkomsten, maar ook het (helpen) organiseren van cursussen.

In 2021 gaf STOWA voor de tweede keer op rij een uitgebreid jaarverslag uit, nu van 2020 (zie: [www.stowa.nl/jaarverslag2020](http://www.stowa.nl/jaarverslag2020)). Het verslag biedt een volledig overzicht van alle opgestarte, lopende en afgeronde onderzoeksprojecten; een uitgebreid boekwerk dat inzicht geeft in het vele werk van STOWA en de resultaten hiervan. Om sneller een indruk te krijgen wat 2020 bracht, publiceerde STOWA ook een jaarbericht (zie: [www.stowa.nl/jaarbericht2020](http://www.stowa.nl/jaarbericht2020)).

In 2021 publiceerde STOWA onder meer 59 rapporten (met de deelrapporten erbij 76) en 21 Deltafacts: 14 nieuwe en 7 updates. Daarnaast organiseerden we, alleen of in samenwerking met anderen, bijna 100 fysieke, hybride dan wel digitale bijeenkomsten.

Alle uitgaven van STOWA zijn gratis door iedereen te downloaden van de STOWA-website. Publicaties over waterbeheer worden in opdracht van STOWA opgenomen in de Hydrotheek die wordt beheerd door de bibliotheek van Wageningen Universiteit. De Deltafacts staan als webpagina op de website van STOWA en zijn als PDF beschikbaar via de websites van STOWA, de Hydrotheek en de Koninklijke Bibliotheek.


Behalve via rapporten en bijeenkomsten attendeert en informeert STOWA haar achterban ook via de eigen website, via speciale themasites en via (digitale) nieuwsbrieven. Sinds september 2021 brengt STOWA ook de 'STOWA Ter info' digitaal uit.

### 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 2021 faciliteerde STOWA zo'n twintig CoP's.

#### *Communities of Practice*

- ① CoP Afvalwaterprognoses. Liep van begin 2018 tot eind 2021 en is verlengd tot eind 2024.
- ① CoP Aquathermie. Initiatief van Deltares, KWR en STOWA, gestart in 2019, overgenomen door bureau Netwerk Aquathermie.
- ① CoP Beheer en Onderhoud. Ontstaan onder de vlag van STOWA, hangt nu onder het Koninklijk Nederlands Waternetwerk (KNW).
- ① CoP Beken en Rivieren. Gestart op 1 januari 2018 en loopt tot 1 januari 2025.
- ① CoP Bewustzijn Waterkwaliteit. Gestart in 2019 en loopt tot nog door.
- ① CoP Ecologische data-analyse (nieuw!)  
CoP ESF Toxiciteit 2.0 (in oprichting)
- ① CoP Koudelozingen (nieuw!)
- ① CoP Lachgas. Gestart in 2019 en loopt tot oktober 2023.
- ① CoP Legionella. Gestart in 2018 en loopt tot eind 2022.
- ① CoP Microverontreinigingen. Gestart in 2018 als CoP Medicijnresten, nu ook bekend als CoP Micro's en loopt tot eind 2023.
- ① CoP Meten en monitoren groenblauwe daken. Liep van 2015 tot 2019 en wacht nu op overname door de markt.
- ① CoP Online Sensoring (nieuw!)
- ① CoP Optimalisatie slibgisting. Gestart in 2020 en loopt tot eind 2023.
- ① CoP Rwzi-effluent en effectgerichte beoordeling. Ook bekend als CoP Biologische effectmetingen of CoP Effectmetingen Effluent. Gestart in 2019.
- ① CoP Waterinfiltrerende verharding. Ook bekend als CoP Doorlatende bestrating, CoP Infiltrerende voorzieningen of variaties daarop. Gestart in 2019 en loopt door.
- ① Kennis- en Kundeplatform. Kennisnetwerk waarin medewerkers die primaire waterkeringen beoordelen samen kennis opbouwen en delen.
- ① Platform Blauwalgen (cyanobacteriën). Loopt van 1 januari 2016 tot 1 januari 2026.
- ① Platform Ecologisch Herstel Meren en Plassen
- ① Werkgroep plaagsoorten (nieuw!)

meer info 

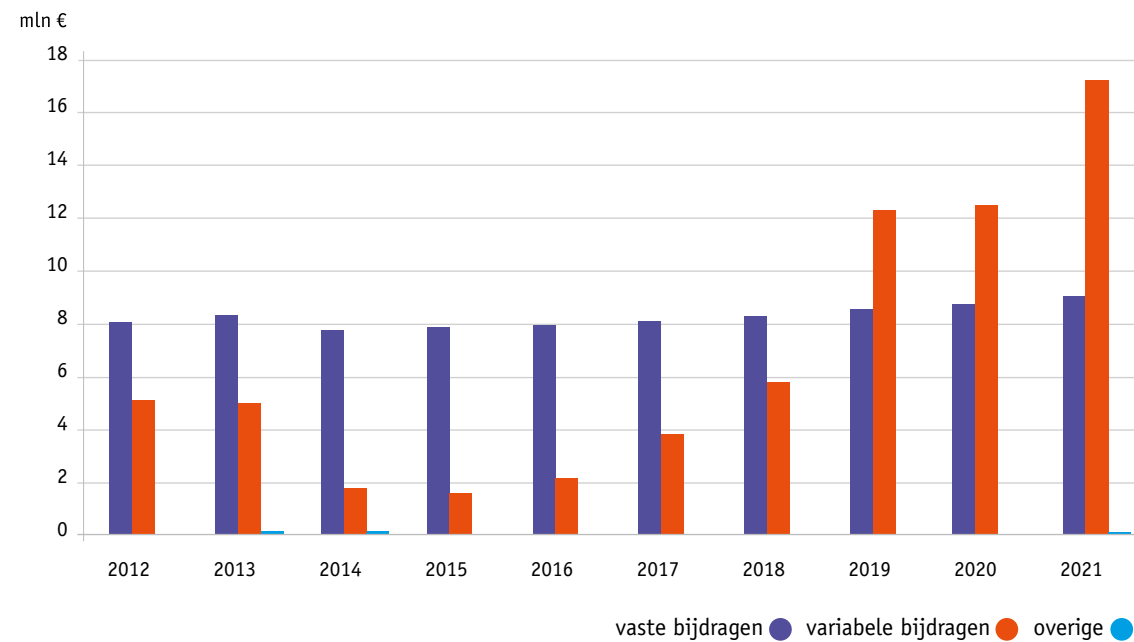


## Financiën

Alle waterschappen - en ook de provincies via het Interprovinciaal Overleg (IPO) - nemen deel in STOWA. 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 negen miljoen euro. In 2021 is de jaarlijkse bijdra-

ge naast de inflatie verhoogd met één 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, waaronder de rijksoverheid. In een aantal gevallen neemt een ministerie de volledige kosten op zich.

### ONTWIKKELING JAARLIJKSE VASTE EN VARIABELE BIJDRAGEN



### STAAT VAN BATEN EN LASTEN 2021

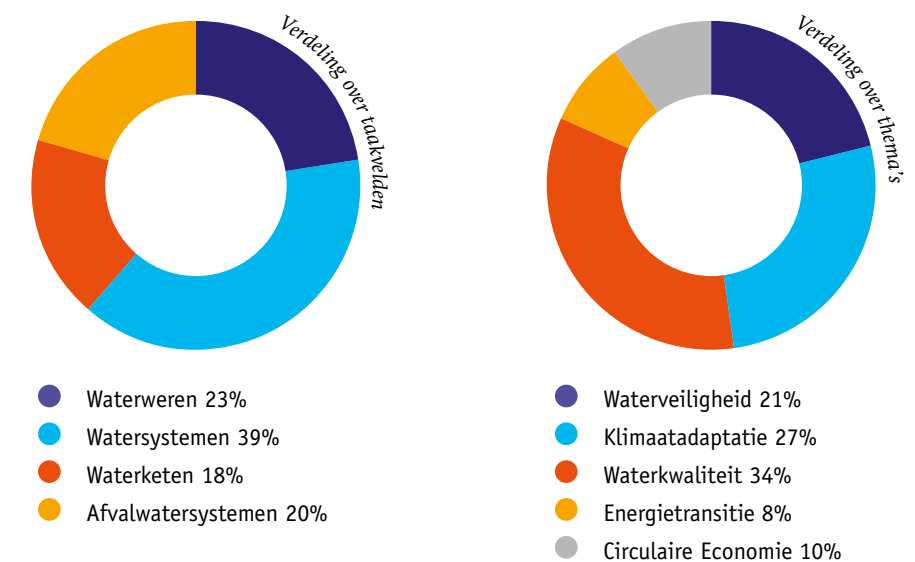
	Resultaat 2021	Begroting 2021	Resultaat 2020
<b>BATEN</b>			
Bijdrage waterschappen	8.820.170	8.881.000	8.706.983
Bijdrage provincies	217.300	218.000	214.510
Bijdragen van derden in projecten	16.931.665	15.160.000	12.778.044
	<b>Resultaat 2021</b>	<b>Begroting 2021</b>	<b>Resultaat 2020</b>
<b>LASTEN</b>			
Bureaunkosten & algemene kosten	1.550.642	1.498.000	1.442.875
Informatie & dienstverlening	655.858	350.000	361.915
Onderzoek & ontwikkeling	24.710.391	22.411.000	18.273.400
Reserve		-	1.623.118

### BUDGETVERDELING

Onderstaande diagrammen laten zien hoe het eigen STOWA-budget, dus zonder de bijdragen van derden, in 2021 was verdeeld over de vier taakvelden en over de vijf maatschappelijke thema's.

### TOTAAL ONDERZOEK & ONTWIKKELING: 7.251.000

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



## Colofon

Amersfoort, april 2022

### 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

Waterveiligheid | Mischa Keijser | 8

Klimaatadaptatie | ANP foto | 22

Waterkwaliteit | iStockphoto | 42

Energietransitie | iStockphoto | 72

Circulaire Economie | Kees Bennema | 82

**STOWA** 2022-01

**ISBN** 978.90.5773.965.1

### 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

