

Onderzoek & Innovatie, Voortgangsrapportage 2022

Voorwoord programma Onderzoek & Innovatie

Deze rapportage laat de voortgang zien van het programma Onderzoek en Innovatie van Waternet in 2022 voor het waterschap Amstel, Gooi en Vecht en voor de gemeente Amsterdam. In 2022 zien we de gevolgen van de droogte en schaarste op de energiemarkt. Dit maakt duidelijk dat onze innovatiethema's essentieel zijn om bij te kunnen dragen aan de wateropgaven van de toekomst. We blijven werken met zes thema's: Waterkwaliteit & -technologie, Circulaire economie, Energietransitie, Data & sensoren, Klimaatadaptatie en Bodemdaling.

De opgave van het verbeteren van de waterkwaliteit, voorkomen van wateroverlast en het tegengaan van bodemdaling in een regio die groeit is te groot om alleen aan te pakken. We moeten opgaven naast elkaar leggen en gezamenlijk met anderen slimme combinaties maken om impact te maken. Een prachtig voorbeeld van kennisdeling was het innovatiefestival op 30 juni 2022. Daar lieten we mooie resultaten zien van ons onderzoeks- en innovatieprogramma.

In deze rapportage laten we samenwerkingsvoorbeelden zien van ons programma. Een particulier initiatief van kunstenaars om watertuintjes te bouwen leidt nu tot een proef om daarmee ook het onderwaterleven te verbeteren. Het herstellen van de kademuren wordt gekoppeld aan kansen om ook de waterecologie te versterken. De ontwikkelde impact monitor helpt ons om keuzes te maken welke activiteiten we moeten aanpassen om minder grondstoffen te gebruiken en onze milieu-impact te verkleinen. De omgevings-warmtekaart laat zien welke mogelijkheden er zijn om jouw wijk aardgasvrij te maken?

Dit voorwoord is te kort om alle innovaties in beeld te brengen. Op ons innovatie platform Winnovatie dat in de zomer helemaal vernieuwd is, kunt u er meer over lezen en ook via de LinkedIn-pagina [Waternet innovatie](#) wordt u op de hoogte worden gehouden van de ontwikkelingen. Zo benutten we veel mogelijkheden voor samenwerking met huidige en nieuwe innovatiepartners.

Wij wensen u veel leesplezier!

Peter Smit, Lid Dagelijks Bestuur Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

Melanie van der Horst, Wethouder Water gemeente Amsterdam

Annelore Roelofs, Directeur Waternet

3D-model voor thermische energie uit oppervlaktewater

Nederland moet van het aardgas af. Een alternatieve bron van duurzame warmte is thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Hierbij wordt 's zomers warmte onttrokken aan oppervlaktewater, waardoor het oppervlaktewater lokaal afkoelt. De warmte wordt opgeslagen in de bodem (WKO) voor benutting in de winter. De impact van de koudepluim op het oppervlaktewater moet beperkt blijven om te voorkomen dat de ecologie negatief wordt beïnvloed. Sinds kort kunnen we de ontwikkeling van de koudepluim nauwkeurig in 3D modelleren met het programma Delft3D van Deltares. Dit model gebruiken we om vergunningsaanvragen te beoordelen en TEO-strategieën te ontwikkelen. Om TEO succesvol in te zetten onderzoeken we scenario's waarbij wijken zoveel mogelijk aardgasvrij worden, het systeem betaalbaar en inpasbaar is en de ecologie er bij voorkeur op vooruitgaat.

De omgeving van het Oosterpark en de Plantagebuurt te Amsterdam hebben een hoge dichtheid aan gebouwen en grachten. Ook zijn grootverbruikers van warmte aanwezig, zoals Artis, de Roeterseilandcampus (UvA) en het OLVG. Het gebied heeft een jaarlijks warmteverbruik van ongeveer 7000 woningequivalenten (WEQ). In deze historisch-stedelijke omgeving is het door de drukke ondergrond lastig om traditionele centraal gevoede warmtenetten (stadswarmte) te ontwikkelen. Een decentrale aanpak met TEO per cluster aan verbruikers biedt mogelijk meer kansen. Hiertoe hebben wij 26 TEO-systemen gemodelleerd, waarmee kan worden voldaan aan de totale warmtebehoefte. De figuur toont de locaties van de TEO-installaties en de mate van koeling die ze hebben op het oppervlaktewater. In principe mag het water maximaal 4 graden afkoelen. Te zien is dat daar op sommige locaties niet aan kan worden voldaan. Herordening/optimalisatie is nodig. Overwegend is het beeld positief. Het oppervlaktewater kan voor een groot deel voorzien in de benodigde warmte voor 7000 Woningequivalent.

Meer lezen via een link: [3D-model voor thermische energie uit oppervlaktewater](#)

TEO-pilot Sloterplas

In 2022 realiseert Waterschap Amstel Gooi en Vecht een proefinstallatie voor Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) aan de Sloterplas. Oppervlaktewater heeft een grote warmtepotentie. Om deze warmte te onttrekken wordt het water door filters en warmtewisselaars verpompt. De effecten hiervan op de waterkwaliteit en de ecologie zijn onduidelijk. De TEO-installatie bestaat uit drie parallel geplaatste onderzoeksstraten met daarin verschillende filters en warmtewisselaars. Eén straat heeft een standaard TEO-opstelling. De andere twee zijn varianten, zodat we kunnen zien wat de impact is van andere installatiekeuzes. De installatie zal drie jaar draaien, waarbij we zowel de warmteopbrengst in beeld brengen als de effecten van de warmte-onttrekking op de ecologie.

In dit project werken we samen met het Hoogheemraadschap van Rijnland, het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Rijkswaterstaat, Stowa, de Provincie Noord-Holland en de firma's Bosman en Eteck. Bij twee bestaande TEO-installaties in het gebied van Rijnland en HHNK worden de effecten op de ecologie ook gemonitord. Hier

betreft het andere watertypen. Door de onderzoeksresultaten gezamenlijk te analyseren en te rapporteren, verbreden we de studie.

Meer lezen via een link: [TEO Proefinstallatie Sloterplas](#)

De impact monitor

Voor de gemeente Amsterdam en Waterschap AGV wordt het steeds belangrijker dat Waternet haar milieu-impact gaat monitoren. De impact van het werk bij Waternet wordt al enige tijd jaarlijks handmatig berekend, maar dit kost veel inspanning. Daarom ontwikkelen we in 2022 de impactmonitor. De digitale transformatie van de berekening van de milieu-impact maakt ons werk met betrekking tot duurzaamheid inzichtelijk en het kan een startpunt zijn voor meer duurzaamheidsprojecten.

Met de impactmonitor is het mogelijk om actueel te volgen hoe Waternet het milieu beïnvloedt. De impactmonitor kan namelijk op geautomatiseerde wijze de benodigde informatie uit de systemen van Waternet halen, transformeren (in impacts) en op een toegankelijke wijze visualiseren in een dashboard waarmee Waternetters bij hun werk afwegingen over duurzaamheid kunnen maken. Vooral nog bevat de impactmonitor de milieu-impact data uit de nulmeting circulaire economie (zie thema Circulaire Economie)

Meer lezen via een link: [De impact monitor](#)

Onderzoekstraat afvalwater

Om de uitstoot van het sterke broeikasgas lachgas (N₂O) te reduceren en om energie te besparen is zuiveringsstraat 2 van rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) Amsterdam West ingericht als onderzoekstraat. We hebben een onderzoekruimte gemaakt waar metingen in het binnenkomende rioolwater worden gedaan en de N₂O-emissie wordt gemeten. In het hart van de zuivering, het biologische zuiveringsproces, en in het gezuiverde afvalwater zijn extra sensoren geplaatst. Met deze sensoren worden belangrijke waterkwaliteitsparameters real-time gemeten. Dit geeft meer inzicht in het functioneren van het zuiveringsproces en maakt het mogelijk om efficiëntere procesregelingen op basis van artificial intelligence (AI) te ontwikkelen die zijn gericht op een lagere N₂O-uitstoot en op een lager energieverbruik. In samenwerking met verschillende partners binnen een Europees project zijn AI-modellen ontwikkeld om deze nieuwe processturing mogelijk te maken. Sinds half juni 2022 wordt de beluchting van de onderzoekstraat aangestuurd met AI en zien we de eerste positieve resultaten.

Dit project voeren we uit in samenwerking met KWR Water Research Institute en twaalf Europese partners. Het project is medegefinancierd door het EU Horizon 2020 onderzoek en innovatie programma.

Meer lezen via een link: [Onderzoekstraat afvalwater](#)

Lood in drinkwater

De norm voor lood in drinkwater bedraagt 10 microgram per liter. Lood kan in het drinkwater komen door de afgifte van loden leidingen of door loodhoudend messing. Hoe verspreidt dat lood zich door het water in de leidingen? Spoelen we dat vooral door de wc, of wordt het grootste deel opgedronken? En waar en hoe moet je meten om lood terug te vinden? KWR ontwikkelt samen met Waternet en andere partners uit de drinkwatersector een optimale bemonsteringsstrategie. Het drinkwaterverbruik kan bij een binneninstallatie, in combinatie met verschillende bemonsteringsstrategieën, worden gesimuleerd met het door KWR ontwikkelde model SIMDEUM. Daarna worden de resultaten uit het model gecontroleerd met de resultaten uit een proefopstelling. Het onderzoek moet leiden tot een landelijk monsternameprotocol om lood en loodhoudend messing terug te vinden in drinkwater.

Polishing Pellets

“Polishing pellets” is een samenwerkingsproject van Topconsortia Kennis en Innovatie (TKI) waarin een receptuur voor adsorptiekorrels uit ijzer(hydr)oxideslib wordt ontwikkeld. Dit slib, dat vrijkomt bij de drinkwaterproductie, wordt ook wel “waterijzer” genoemd en heeft in zijn huidige vorm beperkte toepassingsmogelijkheden. Door de toepassing van nog niet eerder geteste bindmiddelen kan dit materiaal worden omgezet in korrels met een commerciële marktrelevante adsorptiecapaciteit en een goede mechanische sterkte. Dit maakt het nieuwe materiaal zeer geschikt voor de verwijdering van arseen en fosfor uit drinkwaterbronnen en uit oppervlaktewater. De verwachting is dat dit materiaal veel meer fosfaat kan adsorberen dan ijzerzand, waardoor de nieuwe generatie fosfaatfilters mogelijk veel compacter kan worden uitgevoerd. In een ander innovatietraject (Wetsus, BioPhree) wordt gewerkt aan een innovatie waarmee dit fosfaat ook weer kan worden vrijgemaakt, zodat zowel het fosfaat als de nieuwe adsorbens kan worden hergebruikt en de fosfaatketen kan worden gesloten. Deze activiteit is mede gefinancierd met PPS-financiering uit de Toeslag voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Meer lezen via een link: [Polishing pellets](#)

BlueCan

BlueCan wordt ontwikkeld door Deltares en Witteveen+Bos. Waterbeheerders kunnen met deze tool de uitstoot van broeikasgassen uit plassen en meren inschatten en inzicht krijgen in het effect van verschillende maatregelen. De verwachting is dat bij een betere waterkwaliteit, met waterplantenrijk en helder water, minder broeikasgasemissies optreden. Dit is dus een extra stimulans om KRW- en Natura2000-doelen te behalen. Vanuit AGV/Waternet werken we aan dit landelijke onderzoek mee met twee casussen: Vuntus en achterland. De Vuntus is een voedselrijke laagveenplas. De gemeten broeikasgasemissies waren hier laag tot gemiddeld vergeleken met vijf andere casussen van kleine lijnvormige watersystemen (sloten en petgaten). De broeikasgasemissie was hoger bij een hoger organisch stofgehalte in de bodem (zwakke relatie).

Amsterdamse grachten

De broeikasgasemissies in de Amsterdamse grachten waren in het algemeen laag vergeleken met vijf andere casussen van grotere lijnvormige wateren. Ditmaal was er geen relatie tussen het organisch stofgehalte in de bodem en de broeikasgasemissie.

Meer lezen via een link: [BlueCan](#)

Medicijnresten verwijderen uit afvalwater met O3-step filter

Op de rwzi Horstermeer is begin 2021 de pilotinstallatie O3STEP geplaatst om medicijnresten en andere organische microverontreinigingen uit afvalwater te halen. Het verwijderen van deze stoffen is belangrijk, omdat inmiddels duidelijk is dat medicijnresten nadelige effecten hebben op het waterleven. We vinden dan ook dat deze stoffen niet thuishoren in ons water.

Het O3STEP-filter is een nageschakelde zuiveringsstap, waarin zowel ozon als granulair actiefkoolfiltratie worden toegepast. Afzonderlijk zijn dit bewezen technieken voor de nabehandeling van rwzi-effluent, maar de combinatie is nog geen bewezen techniek. Het O3-step-filter kan in één stap nutriënten, zwevende stof én microverontreinigingen vergaand verwijderen. Het onderzoek betreft een samenwerking tussen Waternet, Witteveen+Bos, Nijhuis Industries, Norit en TU Delft en het maakt deel uit van het 'Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit afvalwater' van STOWA en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

De duurproef met de pilotinstallatie loopt nog tot deze zomer, maar de resultaten zijn al erg positief. Waternet is ook al bezig met de voorbereiding voor een 'full-scale' O3STEP-installatie op de rwzi Horstermeer, die in 2023 zal worden gerealiseerd.

Meer lezen via een link: [Medicijnresten verwijderen uit afvalwater - O3-STEP](#)

Natte teelt bij de boer

Veenweidegrond breekt af onder invloed van zuurstof. Vernat veen stoot minder CO₂ uit. Natte landbouw met lisdodde, riet of veenmos zijn mogelijke teelten op natgezet veen. Bij boer Wilko Kemp in Ankeveen is in 2019 een vijfjarige proef opgezet om de teelt te demonstreren en metingen te doen aan water, bodem en lucht. Ook de oogst en de productieketen (wat maak je van lisdodde?) horen bij de proef.

Resultaten na drie jaar

De lisdodde groeit zeer goed. Het riet en het veenmos blijven achter. De uitstoot van CO₂ is volledig gestopt. Wel is er enige uitstoot van methaan voor in de plaats gekomen. Qua broeikaseffect lijkt het effect neutraal. Na drie groeiseizoenen bedraagt de winteroogst van lisdodde 12 ton droge stof per hectare zonder bemesting. De oogst van 2022 is verkocht aan een bouwbedrijf voor woningisolatie.

Meer lezen via een link: [Pilot natte teelt](#)

Bodembeweging meten met satellieten d.m.v. de inSAR-techniek

Om bodemdaling in het veenweidegebied te kunnen volgen, zijn hoogtemetingen van belang. Veenweiden dalen erg ongelijkmatig. Soms stijgen ze zelfs, om even later weer te dalen als het bijvoorbeeld een tijdje niet heeft geregend. De klassieke meetmethode - waterpassen - is te duur om vaak te herhalen. Om een goed beeld te krijgen van de bodemdaling in veenweidegebieden kunnen satellieten behulpzaam zijn.

Radarreflectoren

Hoogtemetingen met satellieten kunnen alleen plaatsvinden bij verhard oppervlak, zoals daken en wegen. Weilanden geven geen goed signaal af vanwege de grasgroei. Door een radarreflector (die meebeweegt met de veenweidebodem) op slimme plekken te plaatsen kan toch een hoogfrequente meting van een veenweide worden uitgevoerd. De satelliet meet elke zes dagen het hoogteverschil ten opzichte van de eerste meting. Bij de reflector meten we ook grondwater en de locatie wordt ook met waterpassen nagemeten.

Rekenen en kalibreren, het nieuwe hoogtemeten?

Door middel van data-analyse wordt inzichtelijk in welke mate de veenweidebodem ter plaatse van de reflector beweegt. Door de gegevens van de reflector te blijven vergelijken met andere bekende hoogtebronnen (zoals reflectoren die zijn geïjkt aan de ondergrond) kan over een periode van enkele jaren over een veel groter gebied exacte hoogte-informatie door het jaar heen beschikbaar komen. Meer lezen via een link:

[Bodembeweging meten met satellieten](#)

Nulmeting en Impact Monitor

Voor het circulaire economie-programma is de milieu-impact van alle activiteiten van Waternet in beeld gebracht. De impact is weergegeven in de milieukostenindicator (MKI), een integrale impactindicator die meerdere milieuproblemen meeweegt. Dit is een groot verschil met de voorheen uitgevoerde klimaatvoetafdruk, waarin alleen naar het milieuprobleem klimaatverandering werd gekeken. Een ander verschil met de klimaatvoetafdruk is dat nu voor het eerst alle gebruikte bouwmaterialen zijn geanalyseerd, evenals de emissies in het effluent van de rwzi's.

De belangrijkste conclusie uit de nulmeting is dat het effluent van de rwzi's een zeer grote impact heeft, die met name wordt veroorzaakt door stikstof en fosfor die daar nog in zitten. Ook broeikasgasemissies uit de rwzi's (lachgas, methaan én kortcyclisch CO₂) hebben een grote impact. Van de ingaande stromen heeft staal de hoogste impact.

De resultaten van de nulmeting zijn voor iedere Waternetter in te zien via de Impact Monitor.

Meer lezen via een link: [Materialenonderzoek circulair assetmanagement](#)

Terugwinning van magnesium uit brakke kwel

Magnesium is een van de meest kritische elementen in Europa en 96% van het mineraal wordt geïmporteerd. Voor het behalen van de circulariteits- en duurzaamheidsdoelstellingen is het daarom belangrijk een circulaire magnesiumketen te realiseren. Een student van de TU Delft is in opdracht van Waternet gestart met een onderzoek voor het terugwinnen van magnesium uit de ontziltingsinstallatie die brak water behandelt in de Horstermeerpolder. Het teruggewonnen magnesium kan opnieuw worden gebruikt voor de productie van struviet bij de rwzi Amsterdam West. Om te bepalen welke technologieën voor de winning van magnesium het best kunnen worden gebruikt, worden een haalbaarheidsstudie en een life-cycle-assessment (LCA) uitgevoerd. De technologieën die onder andere worden onderzocht zijn nanofiltratie, precipitatie en elektrolyse.

Meer lezen via een link: [Temmen van brakke kwel](#)

Infiltratievoorzieningen -Hoe functioneren ze?

In Amsterdam worden steeds meer systemen gerealiseerd om hemelwater op andere manieren te verwerken dan via de traditionele hemelwaterriolering. Veelal gaat het dan om het realiseren van meer buffer- en infiltratiemogelijkheden in de openbare ruimte. Waternet onderzoekt met infiltratieproeven hoe deze voorzieningen in de praktijk functioneren. Ook worden de systemen langere tijd gemonitord met een Internet-of-Things-meetnetwerk, zodat kennis wordt ontwikkeld voor het beheer en onderhoud ervan en om inzicht te verkrijgen in de manier waarop de maatregelen bijdragen aan de klimaatadaptatie-opgaven gedurende hun gehele levenscyclus. Zo kunnen betere keuzes worden gemaakt bij het klimaatbestendig inrichten van de openbare ruimte. Deze onderzoeken hebben geleid tot meer kennis over het functioneren van verschillende hemelwaterverwerkende systemen. De resultaten van de onderzoeken en ervaringen worden gedeeld in het kennisdocument 'Hemelwaterverwerkende voorzieningen'.
[Infiltratievoorzieningen - hoe functioneren ze?](#)

Sedipipe als voorzuivering van neerslag

Om de Rivierenbuurt regen- en hittebestendig te maken is een waterbergende fundering aangelegd onder de tramrails in de Rooseveltlaan. Deze dient niet alleen als fundering van de rails, maar wordt ook gebruikt om neerslag te kunnen bergen en infiltreren. Afvloeiend hemelwater neemt allerlei verschillende soorten sediment mee, zoals zand en organische deeltjes, maar ook zware metalen. Dit sediment zal op den duur het waterbergende- en infiltrerende systeem verstoppert. Om het sediment af te vangen zijn vier zuiverende voorzieningen aangebracht waarvan er één wordt getest. Het onderzoek naar de zuiverende voorzieningen wordt uitgevoerd samen met de leverancier- Fränkische Rohrwerke uit Duitsland- en met de Technische Universiteit Delft. Uit het eerste deel van het onderzoek bleek dat ongeveer de helft van het fijne materiaal in het afstromende hemelwater zou moeten kunnen worden afgevangen. Het tweede deel is een onderzoek naar de toepassing van verschillende filters in de zuiverende

voorziening. Een filter dat momenteel wordt getest is de toepassing van ijzerzand voor het tegenhouden van zware metalen, fosfaat en andere verontreinigen.

Winnovatie

Winnovatie is de centrale plek waar Waternetters en andere waterschappers kennis met elkaar kunnen uitwisselen en elkaar kunnen vinden om samen op zoek te gaan naar nieuwe oplossingen in het waterschapswerk. Daarnaast kan het platform gebruikt worden om vraagstukken uit te zetten voor het ophalen van innovatieve ideeën voor specifieke uitdagingen. In de eerste helft van 2022 zijn verschillende challenges georganiseerd. Vanuit het thema data & sensoren is de challenge 'samen halen we meer uit data!' afgerond. Verder is er een challenge uitgezet met de vraag 'welke mogelijkheden zijn er voor Waternet om Oekraïne te helpen of om steun te betuigen?'. Vanuit de Oekraïne challenge hebben we een actiedag georganiseerd waarop allerlei acties zijn uitgevoerd waarvan de opbrengst naar giro555 gaat. In juni werd een mooie mijlpaal bereikt: 1.000 unieke Waternetters hebben Winnovatie inmiddels bezocht. In de tweede helft van 2022 wordt Winnovatie gemigreerd naar een platform van een nieuwe leverancier: Mett. In de komende maanden zijn we druk bezig met het overzetten van content en testen van functionaliteit op het nieuwe platform. In het najaar van 2022 verwachten we live te gaan op Mett. Meer lezen via een link: [Winnovatie](#)

Waternet Innovatiefestival

Programma Onderzoek en Innovatie organiseerde op 30 juni het Waternet Innovatiefestival. Tijdens het festival werden meerdere projecten en innovatieve ideeën gedeeld. Het thema van het festival was dan ook innoveren met impact. Het publiek kreeg tijdens het innovatiefestival de top van waterinnovaties in elf interactieve deelsessies te zien. Van schoon water, voldoende water en waterveiligheid tot aan circulaire economie en energietransitie.

Peter Smit (bestuurslid AGV) opende het evenement met felicitaties aan het team (voor het 15-jarig bestaan van het programma). Waarna Jan Peter van der Hoek (directeur Innovatie), de visie achter en verbinding tussen het Programma O&I, Waternet en onze opdrachtgevers besprak. Aansluitend gingen we met Cees Buisman in op het succes van innovaties; de energieke mix van lef, doorzettingsvermogen en onuitputtelijke wilskracht. Op het festival is de allereerste Waternet Pareltjes Prijs 2022 uitgereikt. De Waternet Pareltjes Prijs is een interne aanmoedigingsprijs voor kansrijke innovaties die bijdragen aan onze waterambities in opdracht van Gemeente Amsterdam en het waterschap Amstel, Gooi en Vecht. De uiteindelijke winnaar was het project onderzoekstraat rwzi Amsterdam West.

Waternet ontwikkelt kennis over water en innoveert in opdracht van het Waterschap Amstel Gooi en Vecht en de Gemeente Amsterdam. We richten ons op het verbeteren van de drinkwaterkwaliteit, op het afvoeren en zuiveren van afvalwater, op het

schoonhouden van oppervlaktewater en op het onderhouden van dijken en waterkeringen. Duurzaamheid is het belangrijkste principe van Waternet, naast doelmatigheid en goede dienstverlening, en het is de drijfveer achter veel van ons onderzoek en onze innovaties. Deze rapportage laat de tussenresultaten zien van het onderzoeks- en innovatieprogramma 2022. [Meer informatie over het programma onderzoek en innovatie](#)