



innovatie

Onderzoek & Innovatie

Jaarverslag 2016



waternet

waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam



Inhoud

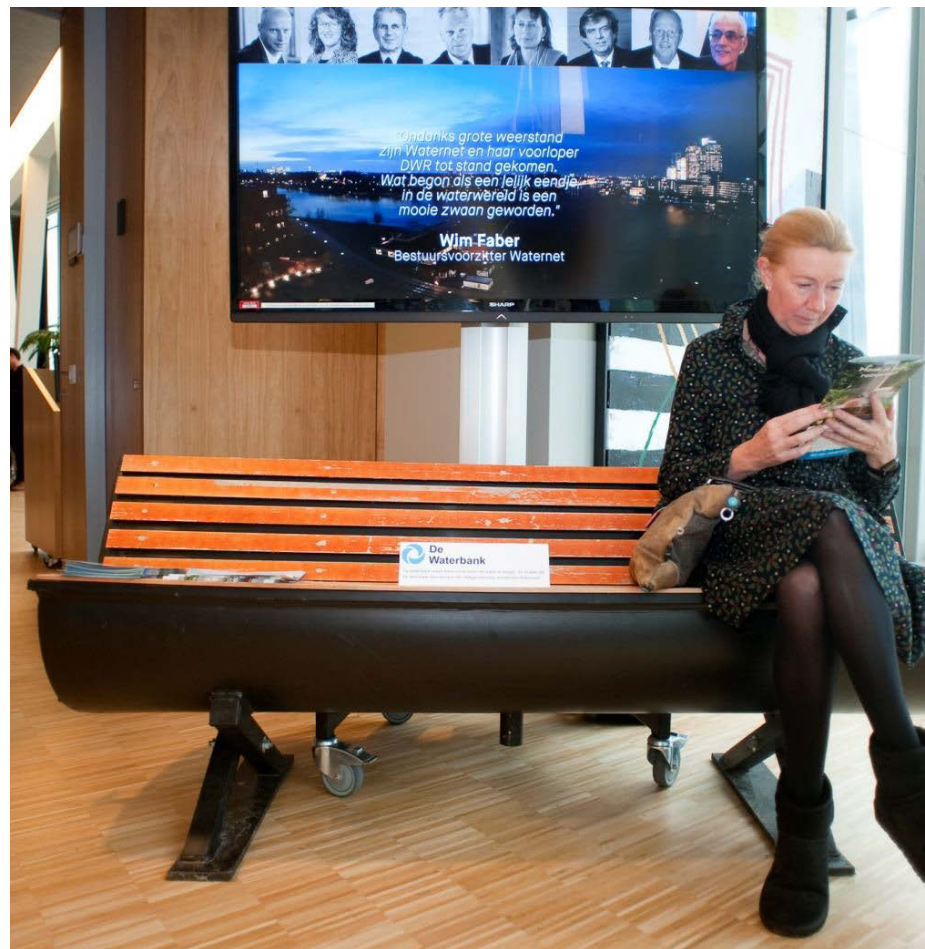
Voorwoord	<u>Jan Peter van der Hoek, Voorzitter stuurgroep Onderzoek en Innovatie</u>	3
Projecten	<u>Elke dag beter ideeënboek Alice Fermont</u>	4
	<u>Nieuwe Sanitatie: duurzaam verwerken van afvalwater Mark Wets</u>	6
	<u>Circulair Buiksloterham Rob Ververs, Anne-Marije van Duin, Marina Gatón</u>	8
	<u>The Calcite Factory in aanbouw Onno Kramer, Leon Kors, Eric Baars en Richard Oudhuis</u>	10
	<u>Samenwerking met Pakhuis de Zwijger Maarten Claassen en Irene Poortinga</u>	12
	<u>Verbetering waterkwaliteit Sloterplass Jasper Stroom</u>	14
	<u>Cellulose uit afvalwater Chris Reijken</u>	16
	<u>De Nautonomous, onbemand drijfvuilvissen en meer... Alex van der Helm, Rob van Putten en John de Rouw</u>	18
	<u>Battle of the Beach winnaar Waterinnovatieprijs Peter Jansen</u>	20
	<u>Temmen van brakke kwel in de Horstermeer Lucas Smulders en Frank Smits</u>	22
	<u>Citizen science – De versheid van water Maarten Claassen en Irene Poortinga</u>	24
	<u>Rifkorven in de Noorder IJplass Tim Pelsma</u>	26
	<u>De inzet van drones in onze werkprocessen Haroen Lemmers</u>	27
	<u>Innovaties op evenementen Floor Speet en Irene Poortinga</u>	29
	<u>100.000 zonnepanelen in 2020 Gijs van der Meer</u>	31
	<u>Biomassa is een grondstof! Alice Fermont en Mark Nijman</u>	32
	<u>Warmte uit douchewater Stefan Mol</u>	34
	<u>AGV kennis-actieprogramma Maarten Claassen</u>	36
	<u>Samenwerken aan een regenbestendige stad Irene Poortinga</u>	37
Nawoord	<u>Alice Fermont, Coordinator Onderzoek en Innovatie</u>	38
Meer lezen	<u>https://www.waternet.nl/innovatie/</u>	

Voorwoord Jaarverslag O&I 2016

“Met een krachtig Onderzoek & Innovatie programma bereidt Waternet zich voor op de toekomst: introductie van nieuwe technologieën, verbeteringen in de bedrijfsvoering, en inspelen op maatschappelijke uitdagingen. Tegelijkertijd biedt Onderzoek & Innovatie goede kansen om contacten te leggen en te verstevigen met watercyclus bedrijven in het buitenland die zich voor dezelfde uitdagingen gesteld zien.

In 2016 hebben we samenwerking versterkt met PUB in Singapore, HOFOR in Kopenhagen en Berliner Wasserbetriebe in Berlijn. Dit jaarverslag laat de belangrijkste opbrengsten van het onderzoek en innovatieprogramma zien dat voor het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en gemeente Amsterdam wordt uitgevoerd.

Jan Peter van der Hoek, Hoofd Strategisch Centrum , Waternet



Even uitrusten op de waterbank van Sunny Rain Solutions, Festival 10 jaar Waternet

Elke dag beter ideeënboek

Onder het motto van 2016 “Elke dag beter” is een competitie gestart waarvoor collega's kennis- en innovatievragen konden inleveren. Drie ideeën – het grachtenrandje, de grondwater-vlekkenkaart en LoraWan – mochten door naar de Dragons' Den.

Ideeënboek en budget

De juryleden Roelof Kruise, Ariane Hoog (Waterschap Amstel, Gooi en Vecht), Ger Baron (CTO, gemeente Amsterdam) en Evelien van der Heijden (Jong Waternet) gaven budget aan de drie ideeën. In totaal zijn ruim zestig ideeën in het ideeënboek verzameld. De ideeën gekoppeld aan opdrachtgevers en daar op waarde geschat.

Het grachtenrandje

In de grachten van Amsterdam komt afval terecht als het waait of als de straat wordt schoongeveegd of schoongeblazen. Een rand aan de waterzijde van de gracht kan voorkomen dat dit gebeurt.



“10 jaar #Waternet. Dragons Den.
Tofte ideeën.”
28 mei 2016 @GerBaron



Het grachtenrandje werkt op de proeflocatie



Dragon's Den

In 2016 is, in samenwerking met het Ingenieursbureau Amsterdam, een eerste test gedaan. Een grachtenrandje van 10 cm houdt ongeveer 80 tot 90% van het afval tegen. In 2017 krijgt de test, in samenwerking met de gemeente Amsterdam, een vervolg.



Test dekking Lorawan in de duinen, Foto: Pieter Nijdam

LoRaWAN voor infiltratiepanden

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) is een nieuwe communicatietechnologie om draadloos te communiceren, onder andere toegepast voor “The Internet of Things”. LoraWan vraagt veel minder energie dan de huidige communicatie-technologie. Batterijen gaan daardoor twee tot vier keer zo lang mee, vergeleken met huidige oplossingen. In de Amsterdamse Waterleidingduinen is het bereik van de GPRS-zendmasten niet goed. In het duingebied rijden dagelijks mensen rond om de waterstanden te inspecteren. Door de toepassing van LoraWan kunnen de waterstanden op een smartphone worden getoond, zodat minder inspectieronden nodig zijn. Leiderdorp Instruments is geselecteerd om sensoren te ontwikkelen die met LoraWan de waterstanden kunnen aflezen. In 2017 gaat de test plaatsvinden.

De grondwatervlekkenkaart

Om bij werkzaamheden in de stad op de juiste manier te kunnen omgaan met het grondwater (wat betreft lozen of onttrekken), moet de eventuele vervuiling daarvan bekend zijn. Bij een externe partij is een database met metingen beschikbaar. In 2016 is gestart met het verkennen van mogelijkheden om deze metingen op een kaart te zetten, zodat deze voor iedereen toegankelijk zijn. Helaas bleek de informatie niet direct te vertalen naar veiligheidsklassen. Op dit moment wordt daarom gewerkt aan de interpretatie van de tekstuele data om de uiteindelijke kaart mee te kunnen vullen.

Nieuwe Sanitatie: duurzaam verwerken van afvalwater

We hebben ons afvalwatersysteem in Nederland goed op orde. Het behoort tot de beste van Europa. Vrijwel al het afvalwater wordt op de een of andere manier behandeld. Het betekent echter niet dat we ook klaar zijn voor de toekomst. Huishoudelijk afvalwater bevat namelijk waardevolle grondstoffen (onder andere fosfaat) en energie (biogas en warmte). Afvalwater is een grondstof!

Scheiden van afvalwaterstromen

Om energie en grondstoffen terug te kunnen winnen uit huishoudelijk afvalwater is scheiding van de deelstromen aan de bron noodzakelijk. Daardoor wordt afzonderlijke verwerking mogelijk.

Deze nieuwe vorm van afvalwaterafvoer wordt Nieuwe Sanitatie genoemd. In Nieuwe Sanitatie gebruiken we zo min mogelijk energie. Grondstoffen en warmte worden zoveel mogelijk hergebruikt. Op naar een circulaire stad!



Overzicht van de belangrijkste punten van nieuwe sanitatie in de circulaire stad

Deze deelstromen zijn:

- geconcentreerd “zwart water” uit het toilet, eventueel aangevuld met organisch keukenafval via een voedselrestenvermaler in de keukengootsteen
- licht verontreinigd “grijs water” uit de keuken, de vaatwasser, de wasmachine en de douche
- soms kan ook urine apart worden ingezameld: “geel” water
- hemelwater

Meervoudig leidingsysteem

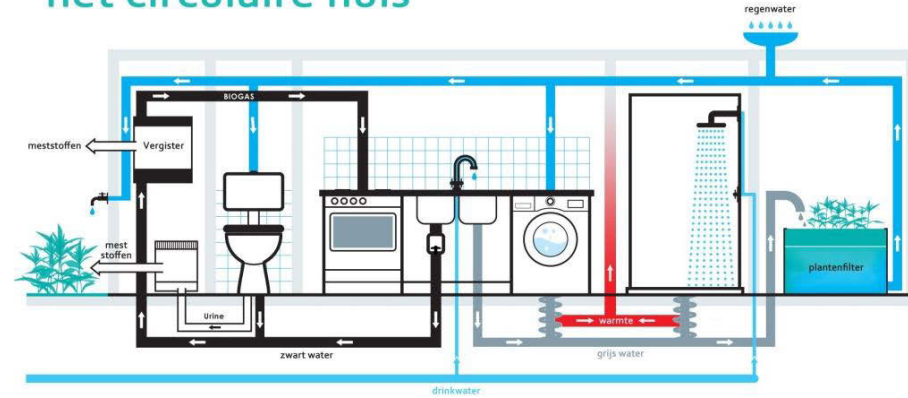
De basis van Nieuwe Sanitatie is altijd het scheiden van de zwart- en grijswaterstromen. Het traditionele vrijval-vuilwaterriool wordt dan vervangen door een meervoudig leidingsysteem: een vacuümleiding voor zwart water met een vacuümtoilet en een vrijval-leiding voor grijs water.

Dit concept was in 2016 op verschillende evenementen te zien in de showkeet van Nieuwe Sanitatie (zie de afbeelding hieronder).



De binnenkant van de showkeet Nieuwe Sanitatie

het circulaire huis



Het circulaire huis, nieuwe sanitatie in een infographic

Terugwinnen warmte en grondstoffen

De gescheiden inzameling van zwart en grijs water maakt het mogelijk om uit het grijze water lagetemperatuurwarmte terug te winnen en uit het zwarte water biogas en grondstoffen (onder andere fosfaat). Lokaal kan dit dan weer bijdragen aan de energiebehoefte van de bewoners en wordt zo de uitstoot van CO₂ verminderd. De circulaire economie in de praktijk!

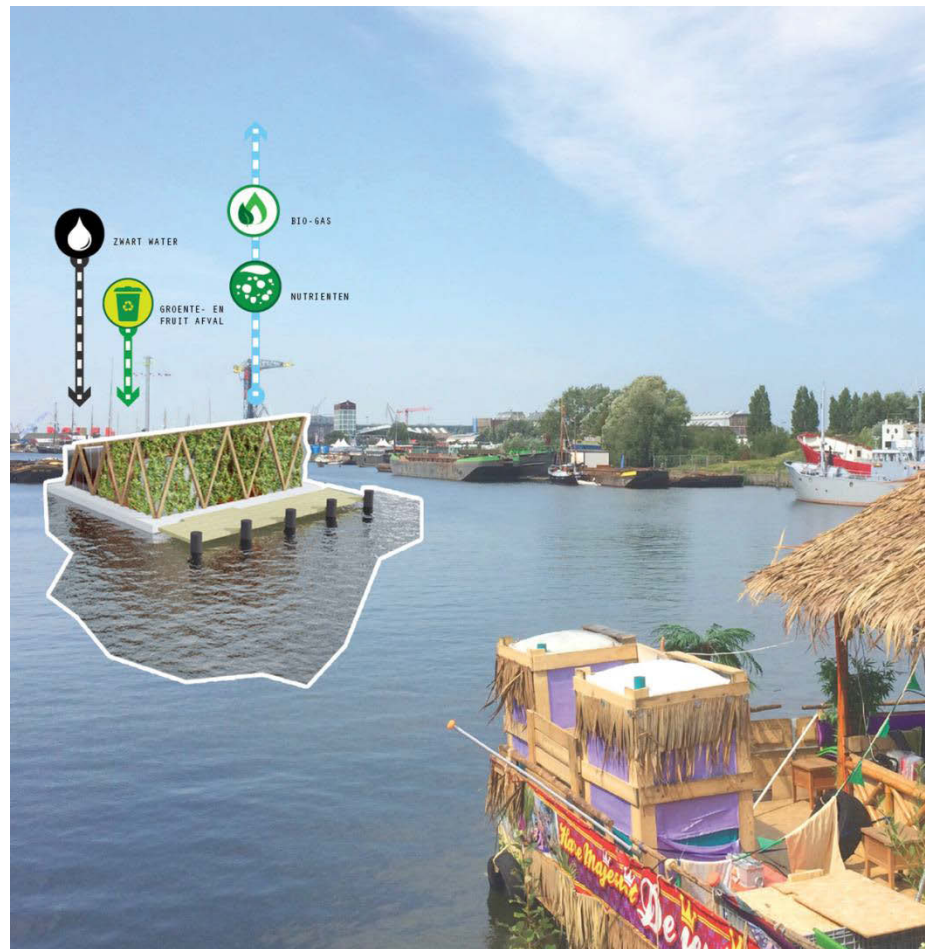
Waternet wil de komende jaren ervaring opdoen met verschillende toepassingsvormen van Nieuwe Sanitatie. Te beginnen bij het realiseren van een grondstoffenstation in Buiksloterham!

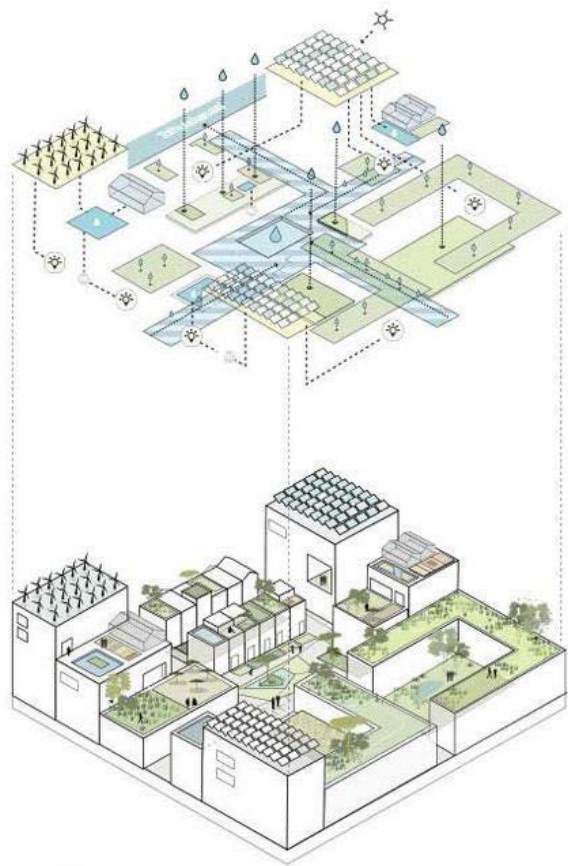
Circulair Buiksloterham

2016 pakten we door op de ambities van het manifest Circulair Buiksloterham: Het bouwen aan een duurzame toekomst van de stad . We maakten afspraken over terugwinnen van grondstoffen en het toepassen van nieuwe sanitatie.

Nieuwe Sanitatie en grondstoffenstation

Binnen de projecten Schoonschip en Buiksloterham & Co maakten we met betrokken partijen afspraken over toepassing van nieuwe sanitatie. De afspraken konden we maken door de financiële bijdrage van de Europese City-zensubsidie en een besluit van de directie van Waternet (het accepteren van het risico van een terugvaloptie). De voorkeurslocatie voor de inpassing van het (drijvende) grondstoffenstation volgde uit het een ruimtelijk plan en afstemming met Grond en Ontwikkeling Amsterdam. In december 2016 stelde het waterschap een voorbereidingskrediet voor toepassing van nieuwe sanitatie in de Buiksloterham beschikbaar.





Waterbewustzijn

De rol die we spelen in het netwerk van Circulair Buiksloterham vergroot het waterbewustzijn bij veel ontwikkelende partijen. Rainproof-maatregelen worden bij verschillende ontwikkelingen toegepast. Deze variëren van een maaiveldinrichting met regenwater-opvang tot het opvangen van regenwater in een zak in de kruipruimte. Bovendien wordt dit regenwater op verschillende manieren hergebruikt.

Realisatiefase

De proeftuinaanpak van Buiksloterham staat enigszins op gespannen voet met de planning van de woningbouwopgave van de gemeente. In de realisatiefase moeten knopen worden doorgehakt en kan niet te veel worden geëxperimenteerd. De uitdaging voor elke samenwerkingspartner in het netwerk is om voort te borduren op de geleerde lessen uit de eerste fasen van de ontwikkeling van Buiksloterham en deze toe te passen in de volgende fasen.

Toekomst

De uitdaging voor de komende jaren is om met alle samenwerkingspartners regie te voeren op het behalen van de collectieve doelstellingen van het manifest in overeenstemming met de doelstellingen van de individuele partijen.

The Calcite Factory in aanbouw

Calcietkorrels die afkomstig zijn uit onthard drinkwater worden in de pilotfabriek The Calcite Factory behandeld. De korrels willen we toepassen als hoogwaardige grondstoffen voor klanten in food, feed, industrie en chemie. Het eindproduct moet het duurzame alternatief gaan vormen voor groevekalk.

Ontharding van drinkwater

Waternet onthardt drinkwater om onder andere kalkaanslag op verwarmingselementen van bijvoorbeeld wasmachines te voorkomen. Bij de ontharding van drinkwater gebruiken we entmateriaal. Kalkdeeltjes hechten zich aan het entmateriaal. Dit vormt een kristal. Na verwijdering van de korrel is het water onthard. Door deze korrels te bewerken kan er nieuw entmateriaal van worden gemaakt. Door dit “gerecyclede” entmateriaal weer bij de ontharding te gebruiken in plaats van groevekalk zetten we een belangrijke stap naar een circulair proces.



Calcietkorrels



The Calcite Factory in aanbouw

The Calcite Factory

Waternet werkt samen met [Advanced Minerals](#) aan The Calcite Factory. Deze pilotfabriek wordt gebouwd in het Westelijk Haven-gebied in Amsterdam. De fabriek verwerkt deel van de calcieterkorrels tot nieuw entmateriaal. De resterende calcieterkorrels worden verwerkt tot hoogwaardige nicheproducten voor keramiek, verf, bodem-verbeteraars en de tapijttegellndustrie. [Aqua Minerals](#) (voorheen de Reststoffenunie) zal de verkoop voor zijn rekening nemen.

In eerste instantie is gekozen voor een pilot, waarmee binnen drie jaar moet worden aangetoond of het concept levensvatbaar is. Met een professionele en in calcieterkorrels gespecialiseerde partner als Advanced Minerals is voor Waternet een goed alternatief gevonden tussen het “zelf doen” en het aan de markt overlaten.

Impact op de drinkwatersector

Het is nadrukkelijk de bedoeling dat andere drinkwaterbedrijven ook gaan meedoen. Vanaf het moment dat de fabriek operationeel is, is het mogelijk om vraaggestuurd te leveren. Dit zal een positief effect hebben op de financiën, het imago en het milieu. De sector kan eigen ent maken en sluit daarmee de keten. Entmateriaal hoeft dan niet meer elders ingekocht te worden. Met het gereedkomen van de pilotfabriek kan elk individueel drinkwaterbedrijf (zandvrije) calcieterkorrels brengen en entmateriaal ophalen.

Samenwerking met Pakhuis de Zwijger

Het platform Steden in Transitie van Pakhuis de Zwijger is een netwerk waarin veel organisaties elkaar ontmoeten, zich verbinden en bijdragen aan de stad van morgen. We zijn actieve partners van deze community en tevens lid van de partnerraad van Pakhuis de Zwijger. We positioneren ons in een actieve community van stadsmakers en vernieuwers en dragen daarmee bij aan waterbewustzijn.

Oplossingen voor complexe stedelijke opgaven

Met een creatieve en innovatieve aanpak van het platform Steden in transitie gaan we samen met Stadmakers, publieke- en private organisaties op zoek naar oplossingen voor complexe stedelijke opgaven. We doen mee aan nieuwe initiatieven, onderzoek en projecten. Het doel: een duurzame omgeving en samenleving.

Bijdrage aan programmareeksen

We leveren een actieve bijdrage aan diverse programmareeksen, waaronder De Circulaire Stad, Gebiedsontwikkeling en Water Republic.



De programmareeks van Pakhuis de Zwijger "Water Republic"

We delen onze kennis en innovaties via publicaties in het magazine en op het online platform Steden in Transitie. Inhoudelijk komt vrijwel het hele innovatieprogramma van Waternet regelmatig op het podium. Wil je weten waar we allemaal aanwezig waren? Kijk dan op samenwerken aan de stad van de toekomst of voor nieuwe programma's op agenda Water Republic of op agenda Pakhuis de Zwijger.



Verbetering waterkwaliteit Sloterplas

In schoon water is de ecologie goed en kunnen mensen veilig zwemmen en varen. We onderzoeken in 2016 en 2017 hoe we de Sloterplas gezond en helder kunnen maken, zonder de kans op blauwalgenbloei. Daarvoor gebruiken we de aanwezigheid van quaggamossels en onderwaterplanten. Quaggamossels filteren het water, zodat het helder wordt, en onderwaterplanten zorgen voor meer evenwicht in het ecosysteem.

Quaggamossels

Samen met de gemeente Amsterdam en de UvA doet Waternet onderzoek naar de quaggamossels. Onderzocht wordt hoe de mosselen nog beter kunnen worden ingezet voor het verbeteren van de waterkwaliteit. Voor het onderzoek is een onderzoekseiland midden in de Sloterplas aangelegd. Het onderzoek naar de gezondheid van de mossels onder verschillende omstandigheden en naar de materialen waarop de mossels het best kunnen groeien wordt voortgezet in 2017.



Quaggamossels



Een proefopstelling in de Sloterpas

Waterplanten

In een gezonde plas zijn ook waterplanten nodig. In de Sloterpas zijn weinig waterplanten. Waterplanten kunnen maar in een klein deel van de plas groeien, doordat hij al gauw te diep wordt. Daarom onderzoeken we met Bureau Waardenburg wat goede plekken zijn voor waterplanten en of vestigingsplaatsen, vis of mossels de groei van waterplanten kunnen belemmeren. Voor dat onderzoek liggen er onderwater-proefbakken met onderwaterplanten. De eerste resultaten worden in februari 2017 verwacht.

Quaggafilter

We willen het zwemstrand de Varkensbaai op een duurzame manier extra schoon houden met behulp van netten waar mossels op groeien: het quaggafilter. Al het water dat naar het zwemstrand gaat moet door dat filter. Zo beschermen we het strand extra tegen blauwalgen. In 2016 hingen nog niet genoeg mossels aan het quaggafilter. In 2017 verwachten we meer effect en gaan we dat monitoren.

Toekomst

Eind 2017 hebben we de resultaten van het onderzoek. Dan weten we wat we moeten doen om de plas schoon, helder en gezond te houden en of we daarvoor de mossels en waterplanten kunnen gebruiken.



Fijnzeefinstallatie rwzi Blaricum



Cellulose uit afvalwater

Van alle grondstoffen in ons rioolwater is cellulose qua hoeveelheid veruit het belangrijkste. Logisch ook, want iedere Nederlander spoelt dagelijks een flinke hoeveelheid toiletpapier, dat voor 90% uit cellulose bestaat, in het riool. Per persoon gaat het om zo'n 10 kilo toiletpapier per jaar. Toiletpapier is wel de grootste, maar niet de enige bron van vezels in het afvalwater. Ook in kleding en bladeren en in groente, brood en andere levensmiddelen zitten vezels. Voldoende redenen om de winning van papiervezels en de toepassing ervan te onderzoeken.

Fijnzeefinstallatie

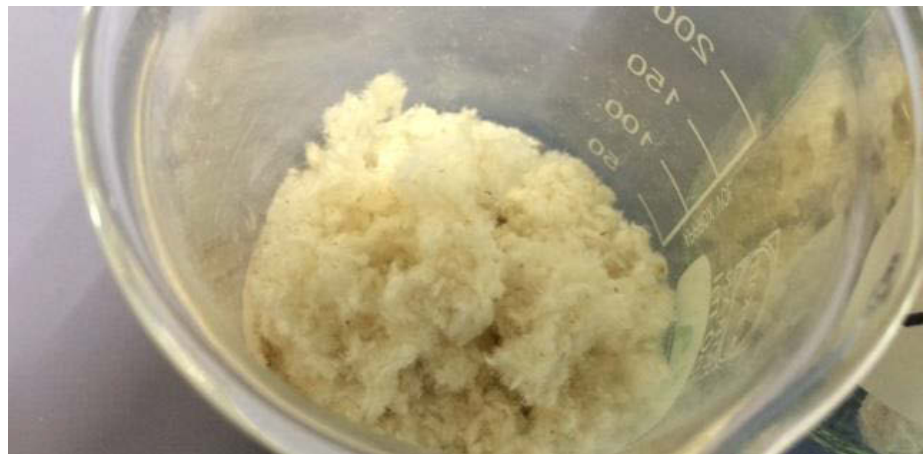
Op de rwzi Blaricum is in 2010 de eerste fijnzeefinstallatie in Nederland in bedrijf genomen. Op dit moment staan in Nederland, verdeeld over vijf locaties, in totaal 18 fijnzeven opgesteld. De verwachting is dat er de komende jaren nog meer in bedrijf zullen komen.

Meetprogramma

Waternet doet zelf onderzoek naar [cellulose](#), maar doet ook veel samen met andere waterschappen (verenigd in de [Werkgroep Cellulose](#)). Samen met Waterproef is in 2016 een methode ontwikkeld om de hoeveelheid cellulose te meten. Die methode wordt nu ook door andere waterschappen gebruikt. Op een aantal van zone rwzi's loopt vanaf eind 2016 een programma voor het meten van de hoeveelheden aangevoerd cellulose uit het riool. Bovendien wordt onderzoek gedaan naar de manier waarop cellulose zo optimaal en goedkoop mogelijk kan worden gewonnen. Ook worden de effecten van cellulosewinning op de rwzi onderzocht.

Producten van cellulose

De toepassing van de cellulose in producten is nog in ontwikkeling. Zo is cellulose in 2016 voor het eerst ingezet als afdruiptremmer in asfalt. Verder lopen landelijk meerdere onderzoekstrajecten. Zo neemt Waternet deel in het consortium Waste2Aromatics, onder leiding van TNO. Geprobeerd wordt om cellulosevezels uit (een combinatie van) GFT, luiers, mest en zeefgoed om te zetten naar grondstoffen voor de productie van aromaten. Met deze aromaten kan plastic worden gemaakt. Ondanks de grote hoeveelheid cellulose die potentieel kan worden gewonnen, is elk waterschap op zichzelf te klein om een serieuze partner te zijn voor de afnemers van cellulose. Samenwerking tussen de waterschappen is dus vereist.



Gezeefde cellulose

Circular Challenge

Ook loopt een samenwerking tussen Waternet en Saxion, waarbij cellulose wordt gebruikt als grondstof voor de textielproductie (bijvoorbeeld viscose). In 2016 is dit de inzending geweest voor de [Circular Challenge](#), waar we de tweede prijs hebben behaald.

Toekomst

Verwacht wordt dat in 2017 veel duidelijk zal worden over de kans van slagen van cellulose als grondstof uit afvalwater.



“De Nautonomous maakt ons een aantrekkelijke werkgever”

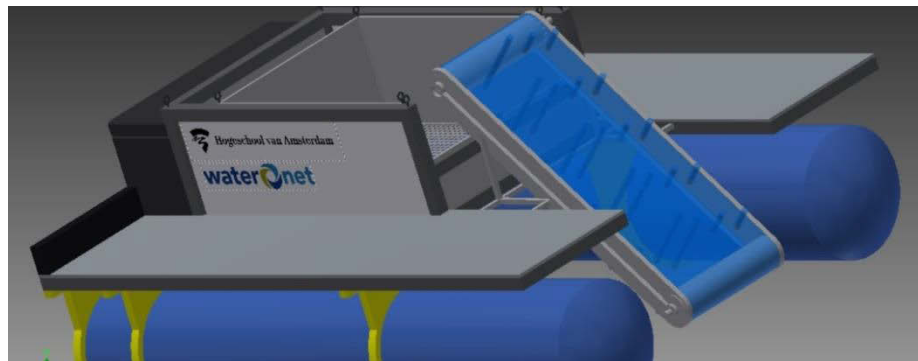
AlexvanderHelm@waternet

De Nautonomous: onbemand drijfvuilvissen en meer...

De Nautonomous is het prototype van een onbemande zelfvarende drijfvuilcollector. Hij kan de bemande drijfvuilvisboten ondersteunen door vooral de ondiepe en slecht bereikbare wateren voor zijn rekening te nemen. Eind 2016 is de eerste volledig autonome testvaart van de Nautonomous succesvol uitgevoerd. Hierbij legde de Nautonomous zelfstandig een route af die was uitgezet met GPS-punten.

Handige bediening

Om de veiligheid van de boot te waarborgen is het afgelopen halfjaar een “actuation platform” gemaakt, dat tussen de boordcomputer en de motoren zit. Het actuation platform controleert of de stuursignalen kloppen en zorgt dat de besturing op afstand kan worden overgenomen. Door de radiografische afstandsbediening aan het actuation platform te koppelen zijn we altijd in staat de besturing van de boot over te nemen, ook als de boordcomputer uitvalt.



3D-tekening van de Nautonomous

Door de Nautonomous als wifi hotspot te gebruiken kunnen we vanaf de wal eenvoudig communiceren met de boot en kunnen we hem ook bedienen met een Android-app vanaf een mobiele telefoon.

Routeplanner

Voor de binnenstad van Amsterdam is een routeplanner gemaakt. Deze maakt voor de berekening van de route gebruik van de online drukte-indicator van de grachten en mogelijke stremmingen (te vinden op grachten.waternet.nl).

Samenwerking

We werken samen met het Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (AMS) en het Massachusetts Institute of Technology (MIT), die eind 2016 het onderzoeksproject Roboot zijn gestart.



Vooraanzicht van de Nautonomous



De Nautonomous tijdens een testvaart op de Amstel

Daarnaast worden we ondersteund door studenten van de Hogeschool van Amsterdam en de Technische Universiteit Delft.

Nieuw ontwerp

Om de toepassingsmogelijkheden uit te breiden, is in het afgelopen jaar een nieuw ontwerp voor de boot gemaakt. Het zal mogelijk zijn om verschillende modules op de boot te plaatsen, zoals bijvoorbeeld een sonar, waterkwaliteitssensoren of de vuiltransportband met opvangbak voor het drijfvuilvissen. In 2017 onderzoeken we de verschillende toepassingen. En kijken we naar het vermijden van botsingen met andere vaartuigen.



“Vanaf nu kun je geen zandkastelen meer bouwen zonder aan de Battle of the Beach te denken!”

Peterjanssen@waternet

Battle of the Beach winnaar Waterinnovatieprijs

Battle of the beach is de winnaar van de waterinnovatieprijs 2016 in de categorie waterbewustzijn! De Battle of the Beach is het educatie-event van het jaar voor alle waterschappen en basisscholen van Nederland. Het hele jaar door is in de klas en in de media aandacht voor watereducatie, maar het echt zelf beleven, op het strand met je eigen klas, dat blijft hangen! Wie bouwt het sterkste zandkasteel en welke blijft het langste staan bij de opkomende vloed?

Derde editie

In 2016 vond alweer de derde editie van de Battle of the Beach plaats. 1300 kinderen bouwden vol enthousiasme aan hun zandkasteel. De Battle werd georganiseerd op vijf locaties langs de Noordzeekust. Behalve van de deelnemende scholen was er ook heel veel media-aandacht voor de Battle. Media van de huis-aan-huiskrant, het Leidsch Dagblad, de Telegraaf, Het Jeugdjournaal tot aan de New York Times.



De uitreiking van de Waterinnovatieprijs op 17 november 2016

Waterinnovatieprijs

De Waterinnovatieprijs 2016 is uitgereikt tijdens de Markt- en Innovatiedag Waterschappen op 17 november in de Rijtuigenloods in Amersfoort. De Battle heeft gewonnen in de categorie Waterbewustzijn. Andere categorieën waren Waterveiligheid, Schoon water en Voldoende Water. Alle winnaars krijgen een versnellingstraject aangeboden.



Eén van de locaties van de Battle of the Beach

Nederland onder water

Zonder dijken zou Nederland voor een groot deel onder water staan. Tweederde van ons land kan overstromen. Daarom moeten we blijven investeren in onze dijken, zeker vanwege de klimaatverandering en de zeespiegelstijging. Nederland is en blijft kwetsbaar voor water. De Battle of the Beach zorgt voor de nodige aandacht en versterking van het waterbewustzijn.

Samenwerking

Battle of the Beach is een samenwerking van het Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Waternet,

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Waterschap Scheldestromen, Hoogheemraadschap van Delfland, Wetterskip Fryslân, Waterschap Hunze en Aa's, Rijkswaterstaat, Provincie Zuid-Holland, Ministerie van I&M, Nationaal Watertraineeship, Deltares Madurodam, Stichting De Noordzee.

Toekomst

Er zijn veel plannen voor verdere opschaling van het evenement in 2017 en 2018. Hierbij wordt gedacht aan de deelname van burgers, bedrijven en instellingen. Ook wordt gedacht aan een wereldrecord-poging. De opschalingsmogelijkheden zijn onbegrensd!

Temmen van brakke kwel in de Horstermeer

In de Horstermeerpolder komt veel brak grondwater naar boven. Met het project Temmen van brakke kwel willen we het brakke kwelwater oppompen en afvoeren. Hierdoor komt het niet meer in de poldersloten terecht. Het verspreidt zich dan ook niet in de omgeving, waardoor de waterkwaliteit in het gebied zal verbeteren.

Brakke kwel gebruiken

Kwelwater is water dat uit de grond omhoogkomt. De Horstermeer is een diepe polder waar veel brak water in de diepe ondergrond zit. Nu bestrijden we de brakke kwel in de Horstermeer nog met veel zoet water uit het Markermeer. Met het Project Temmen van brakke kwel, kunnen we het brakke kwelwater nuttig gebruiken door er drinkwater van te maken. Ook is dan geen water meer nodig uit het Markermeer. Om dit te kunnen doen is in 2016 onderzocht waar de brakke kwel precies in de grond zit.



De zoet-zoutgrens in de Horstermeerpolder op verschillende diepten, in het midden van de polder zit de zoet-zoutgrens dichterbij het maaiveld dan aan de buitenkant



Sondeerwagen voor het onderzoek naar grondwaterstromen in de Horstermeer

Vooronderzoek

In het begin van 2016 hebben we op een bewonersbijeenkomst onze plannen toegelicht. Alom was waardering voor dit initiatief. We gaan de bewoners steeds op de hoogte houden van de vorderingen van het project. In 2016 is met name de ondergrond onderzocht, omdat we willen weten waar de grens zit tussen het zoete water aan de buitenkant van de polder en de zoutwaterkolom in het midden. Zo weten we waar we straks de putten moeten slaan om het brakke water op te pompen. Dat is goed gelukt. De resultaten zijn te zien in de figuur op de vorige pagina.

Pilot

In 2017 start een pilot waarin één waterwininput en een mobiele installatie om van het brakke water drinkwater te maken worden aangelegd. Daarmee gaan we twee jaar een deel van het brakke grondwater oppompen en zuiveren. Het doel de effecten en resultaten te onderzoeken. Met dat inzicht willen we daarna al het brakke water uit de polder oppompen en zuiveren tot drinkwater. Natuurlijk houden we de bewoners en geïnteresseerden op de hoogte van de vorderingen van het project.



“Ik merk dat ik mijn bidon die standaard in de auto ligt toch wat eerder omspoel”

Maarten Claassen, Parool 26 oktober 2016

Citizen science – De versheid van water

Het onderzoeksproject “De versheid van water” is het eerste citizen science-project van de drinkwatersector in Nederland. Het project voert samen met burgers onderzoek uit. Amsterdammers zijn zelf thuis de drinkwaterkwaliteit gaan meten. Het inzetten van burgerwetenschappers maakt het mogelijk beter, sneller en gemakkelijker een onderzoeksdoel te bereiken.

Het onderzoek

Het KWR Watercycle Research Institute initieerde het onderzoek en vroeg daarin Waternet als samenwerkingspartner. Het doel van het onderzoek is driedig:

- ervaring opdoen met de nieuwe meettechniek Next Generation Sequencing
- kennis vergaren over veranderingen in de bacteriepopulatie in drinkwater tijdens transport en na stilstand
- kennis opdoen over de waarde van burgeronderzoek voor burgers, onderzoekers en drinkwaterbedrijf.

Drinkwatermetingen

Na een open aanmeldingsronde via Facebook zijn vijftig Amsterdammers geselecteerd. In het project hebben de deelnemers drie drinkwatermetingen verricht: één uit de kraan na een nacht stilstand, één na het doorstromen en één uit een bron naar keuze (bidon, glaasje water of koffiezetapparaat).

KWR heeft deze monsters geanalyseerd in het laboratorium met de nieuwe meetmethode Next Generation Sequencing om de bacteriologische biodiversiteit te bepalen. Bovendien hebben de burgeronderzoekers thuis water op microben getest. Zo konden zij zelf de groei van microben gedurende een paar dagen volgen. De startbijeenkomst met de burgerwetenschappers vond plaats in Micropia op 4 juni 2016.

De waarde van burgeronderzoek

Het citizen science-project biedt de drinkwatersector de kans om proactief te leren van het betrekken van klanten bij onderzoek naar de kwaliteit en samenstelling van water. Bovendien kunnen burgers monsters leveren die via reguliere wegen niet of veel moeilijker verkrijgbaar zijn, zoals kraanwatermonsters vóór het doorspoelen en water uit drinkwaterflesjes.



Startbijeenkomst

Uitdelen van de testkit

Het feit dat in korte tijd meer dan genoeg aanmeldingen waren binnengekomen, dat de kick-offbijeenkomst goed werd bezocht, dat 100% van de monsters op het lab is ontvangen en dat ze bovendien van uitstekende kwaliteit bleken te zijn, laten zien dat dergelijk onderzoek succesvol uitvoerbaar is.

De Amsterdamse deelnemers vonden het van grote waarde dat ze zelf mochten testen, dat ze iets konden leren over de drinkwaterkwaliteit en konden bijdragen aan wetenschappelijk onderzoek. Hiermee is het waterbewustzijn verhoogd, en daarmee het vertrouwen in het drinkwater.

Hoe vers is ons Amsterdamse water?

Uit de resultaten is gebleken dat de versheid van water kan afnemen als het niet direct wordt gebruikt nadat het uit de kraan komt. Het transport van drinkwater door het distributiesysteem en de drinkwaterinstallatie van het gebouw hebben een relatief kleine invloed op de bacteriesamenstelling. Bekijk de volgende links voor meer informatie over de resultaten:

[De interactieve kaart met onderzoeksresultaten](#)

[De video van de slotbijeenkomst in Pakhuis de Zwijger.](#)



Twee laboratoriummonsters

Twee thuismonsters

Rifkorven in de Noorder IJplas

In augustus 2016 heeft het waterschap tien rifkorven geplaatst in de Noorder IJplas. Een rifkorf biedt kleine of jonge vissen een schuilplaats.

Schuilplaats voor vissen

Om kleine en jonge vissen meer overlevingskansen te bieden, hebben deze een schuilplaats nodig waar grote roofvissen en roofvogels niet bij kunnen. Rifkorven bieden zo'n schuilplaats. Het zijn betonnen schuilobjecten in de vorm van een bijenkorf. Ze zijn hol en bevatten gaten waardoor de vissen de korven in en uit kunnen zwemmen. Een rifkorf is ongeveer een meter hoog en weegt 800 kilo.

Noorder IJplas

In samenwerking met Rijkswaterstaat zijn de korven geplaatst in de Noorder IJplas. De Noorder IJplas was vroeger een zandwinplas. Nu is de plas belangrijk voor de visstand in het Noordzeekanaal.



Het plaatsen van rifkorven in de Noorder IJplas

De plas is voor diverse vissoorten aantrekkelijker gemaakt door hem ondieper te maken en door een visverbinding aan te leggen tussen het zoute Noordzeekanaal en de zoete plas. Volgens de eerste metingen is het succesvol. De vissen paaïen en rusten in de IJplas. Jonge vissen verzamelen zich bij de visverbinding, voordat ze er doorheen gaan. Omdat het daar kaal is, zijn de visjes kwetsbaar voor rovers.

De inzet van drones in onze werkprocessen

Waternet verkent waar de inzet van drones het werk efficiënter, accurater en veiliger kan maken. De mogelijkheden binnen onze werkprocessen zijn heel uiteenlopend. Ieder jaar onderzoeken we weer nieuwe toepassingen, ook in 2017.

Van foto- tot waterdrone

Waternet bezit op dit moment verschillende drones. Iedere drone heeft zijn specialisme. De drone op de foto rechts kan worden uitgerust met RGB, infrarood, nabij infrarood (NIR) of een UV-camera. Andere drones worden bijvoorbeeld gebruikt voor visuele inspectie of voor het nemen van watermonsters.



Drone die kan worden uitgerust met verschillende camera's



Inspectie van de Vecht met behulp van een drone

Casussen 2016

In 2016 werkten we aan de volgende toepassingen van drones:

- 3D-kartering
- inspectie van gemalen met drones
- gebruik van een warmtecamera voor het tellen van herten
- monitoring van de ontwikkeling van een mosselbank
- ondersteuning van een defensie-oefening bij Weesperkarspel
- het maken van actuele luchtfoto's van onder andere rwzi's
- de koppeling van 2D-data aan 3D-visualisatie.

We willen ons werk slimmer en efficiënter maken door de inzet van (precisie)instrumenten zoals drones.

Toekomst

De mogelijkheden voor het gebruik van drones (en robotica in algemene zin) zijn dus zeer divers. De hoeveelheid te gebruiken sensors neemt alleen maar toe en de kwaliteit van de drones wordt alleen maar beter. Als Waternet zetten wij vol in op het (verantwoordelijk) gebruik van deze nieuwe technologieën. De uitrol van innovatieve oplossingen is volop in gang gezet en biedt ons mooie nieuwe kansen. En wat dat laatste betreft lopen we als Waternet voorop in de waterschapswereld.

Innovaties op evenementen

Vele bezoekers konden in 2016 kennismaken met de innovaties van Waternet. Zo stonden we op het Waternet 10 jaar Festival, op FabCity en op de Innovation Expo.

Fabcity

FabCity was een tijdelijke stad met innovatieve paviljoens en installaties voor de stad van de toekomst. FabCity was onderdeel van “Europe by People” het culturele programma van het EU-voorzitterschap. Waternet was prominent aanwezig op FabCity. Vele bezoekers van binnen- en buitenland brachten van begin april tot eind juni 2016 een bezoek aan de innovatieve paviljoens Nieuwe Sanitatie en Rainproof.

Paviljoen Nieuwe Sanitatie

Hoe ziet het rioolsysteem van de toekomst eruit? In het paviljoen Nieuwe Sanitatie kregen bezoekers uitleg over een nieuwe manier om afvalwater in te zamelen en te verwerken. Bijvoorbeeld met een vacuümriool, een douchewarmtewisselaar en een voedselvermaler.



De showkeet Nieuwe Sanitatie op Fabcity

Rainproof Paviljoen

De buitenkant van het Rainproof Paviljoen toonde de bestaande verharde stad tegenover de toekomstige rainproofstad. Binnen in het paviljoen stond het Rainproof netwerk klaar om je eigen actie te delen en voor inspiratie voor het rainproof inrichten van de stad.



Rainproof Paviljoen

Lancering rain(a)way ebb tegels (foto:Merlijn Michon)

Een waterbergend groen dak, een groene gevel, rain(a)way tegels en een permeoblok vangen regenwater op en sturen het naar een plek waar het niet tot schade leidt.

Het regenwater werd zelfs gebruikt voor het verbouwen van kruiden (RoofFood). Bezoekers konden zelf ervaren wat voor invloed een hevige regenbui heeft op de bestaande en de toekomstige stad door de douches aan te zetten.

Innovation Expo

Op 14 april 2016 vond het grootste innovatie-evenement van Nederland plaats in Amsterdam. Het thema luidde: “Sustainable Urban Delta”. Waternet was hier vertegenwoordigd met de showkeet Nieuwe Sanitatie. Rainproof stond samen met VP-Delta in een paviljoen vol met slimme regenbestendige innovaties van partners uit ons netwerk.

Waternet 10 jaar Festival

Waternet bestond 10 jaar. Tijdens een familiefestival in mei waren een aantal innovaties te zien. De Nautonomous viste drijfvuil uit het water, de drone maakte testrondjes en we konden kijken in de showkeet Nieuwe Sanitatie. Op het minisymposium 10 jaar Waternet in november toonden we ook weer nieuwe slimmigheden, zoals de 3D -printer, de wasteboards van plastic afval en de slimme regenton. Ook stelden we onze top 20 innovaties van 10 jaar Waternet samen.



Demonstratie van de Nautonomous tijdens het Waternet 10 jaar Festival

10 jaar Waternet-symposium, Foto: Eric Martin

100.000 zonnepanelen in 2020

Waarmee moeten we rekening houden bij het plaatsen van zonnepanelen? Dit onderzoeken we sinds 2012. We bekijken wat de beste plekken zijn voor de panelen en hoeveel energie dit oplevert. Daarnaast realiseren we pilots voor verschillende zonne-energie-systemen om ervaring op te doen. In 2020 willen we namelijk 100.000 zonnepanelen hebben om bij te dragen aan een energie-neutrale toekomst. De eerste zonneweiden zijn inmiddels een feit.

Rioolwaterzuiveringsinstallatie Huizen

Op 7 september 2016 heeft Waterschap Amstel, Gooi en Vecht bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Huizen 384 zonnepanelen in gebruik genomen. In eerdere pilots is ervaring opgedaan met het plaatsen van zonnepanelen op het maaiveld of op het dak van een (bedrijfs)pand. In Huizen zijn voor het eerst zonnepanelen geplaatst boven op één van de grote beluchtingstanks. Ze leveren energie voor de rioolwaterzuivering.



Zonnepanelen op de beluchtingstank van rioolwaterzuiveringsinstallatie Huizen

Het project heeft tot doel ervaring op te doen met deze bijzondere situatie. De ruimte kan op deze manier dubbel worden gebruikt, zowel voor waterzuivering als voor energieproductie.

Drinkwatervestiging Loenderveen

In 2016 zijn ook 380 zonnepanelen gebouwd in een dak bij de drinkwatervestiging Loenderveen. In deze pilot wordt de werking van een zonne-energiesysteem geïntegreerd in een dak onderzocht (Building Integrated Photo Voltaics (BIPV)). Bij een positief resultaat worden meer zonne-energieprojecten op deze wijze uitgevoerd.

Biomassa is een grondstof!

We oogsten jaarlijks 6000 ton aan gedroogde waterplanten, riet en gras. Eerst voerden we dit groenafval af of we lieten het weggroten. Nu onderzoeken we de mogelijkheden om het te gebruiken. We willen er biocomposiet van maken of andere hoogwaardige producten. Het doel van het programma is dat het biomaaisel worden hergebruikt en toegepast in producten. In 2020 willen we daarmee 7 kton CO₂-vermindering bereiken zonder extra kosten te maken.

Bioraffinage

Met behulp van bioraffinage kan biomassa worden omgezet in componenten zoals eiwitten en vezels. Deze kunnen worden gebruikt als grondstoffen voor chemicaliën, biopolymeren en veevoer (zie de blog Cellulose winnen uit afvalwater). Waternet laat soms terreinen braak liggen. Deze terreinen willen we beter benutten. In 2016 hebben we het glas geteeld op braakliggende grond bij rwzi West. Het glas gebruiken we als grondstof voor de productie van verf. Met deze verf schilderen we de gebouwen in de Amsterdamse waterleidingduinen.



“Onthulling fabrieksmatig geproduceerde biocomposietbank van natuurlijk restmateriaal door @ArianeHoog op #Fabcity”
@waterschapagv 25 mei 2016



Maaien van biomassa



Verf van vlas

Biocomposiet

Van gedroogde waterplanten, riet en gras kan biocomposiet worden gemaakt. De glasvezel, die normaal wordt gebruikt voor composiet, wordt vervangen door plantenvezels. Van biocomposieten kun je mooie producten maken, zoals plaatmaterialen voor meubels, beschoeiingen en dashboards van auto's (zie de blogs Duurzaam biocomposiet uit restmaterialen, het filmpje van maaiafval naar meubels en het filmpje van frituurvet tot vetpop).

Inzameling en verwerking

We onderzoeken nu hoe het maaisel het best kan worden ingezameld en verbouwd. Om biocomposiet te maken moet het maaisel zandvrij, droog en klein worden gemaakt. In een experiment zijn de verbouwingen getest. In 2016 is gestart met het maaien van waterplanten in de Horstermeerpolder.



Malen van waterplanten

Vermaalde waterplanten

Deze planten uit de Horstermeerpolder zijn gedroogd, vermalen en gezeefd. In een proefopstelling, te zien op de foto's hierboven, is getest welke machine de gedroogde biomassa het best kan verwerken. Uit de test blijkt dat een snijmolen goed fijnmaakt en weinig stof levert. In 2017 testen we of deze vezels van waterplanten voor biocomposiet kunnen worden gebruikt.

Producten van biocomposiet

Daarnaast onderzoeken we ook de kwaliteit van het biocomposiet en de producten die ervan kunnen worden gemaakt. We stellen een business-case op waarin een analyse wordt gemaakt van de duurzaamheid en de kosten. Het is al gelukt om meubels te maken van riet. In 2016 is riet geoogst van de Vecht, waarna het maaisel is afgevoerd naar een drogerij in plaats van een compostbedrijf. Binnenkort willen we er producten van maken. Mocht je een idee hebben voor een product, dan horen we het graag!

Onze stagiair van de TU Delft onderzocht welke producten van biocomposiet gemaakt kunnen worden zoals beschoeiingen, meubels, straatnaamborden en peilschalen. Uit het onderzoek blijkt dat biomaisel een goede duurzame vervanging is voor huidige producten van aluminium en glasvezel.



Bank van biocomposiet



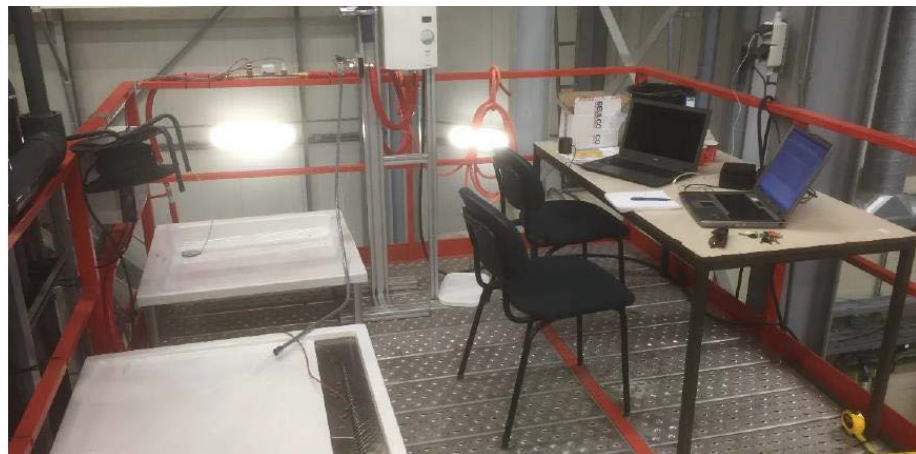
Tafel van biocomposiet

Warmte uit douchewater

Kunnen we de warmte uit douchewater opnieuw gebruiken om koud drinkwater voor de douche voor te verwarmen? In de studentenflat Uilenstede in Amstelveen installeerden we honderd douchewarmtewisselaars. Bij tien ervan hebben we metingen gedaan. Wat blijkt? Ze werken prima!

Energiebesparing

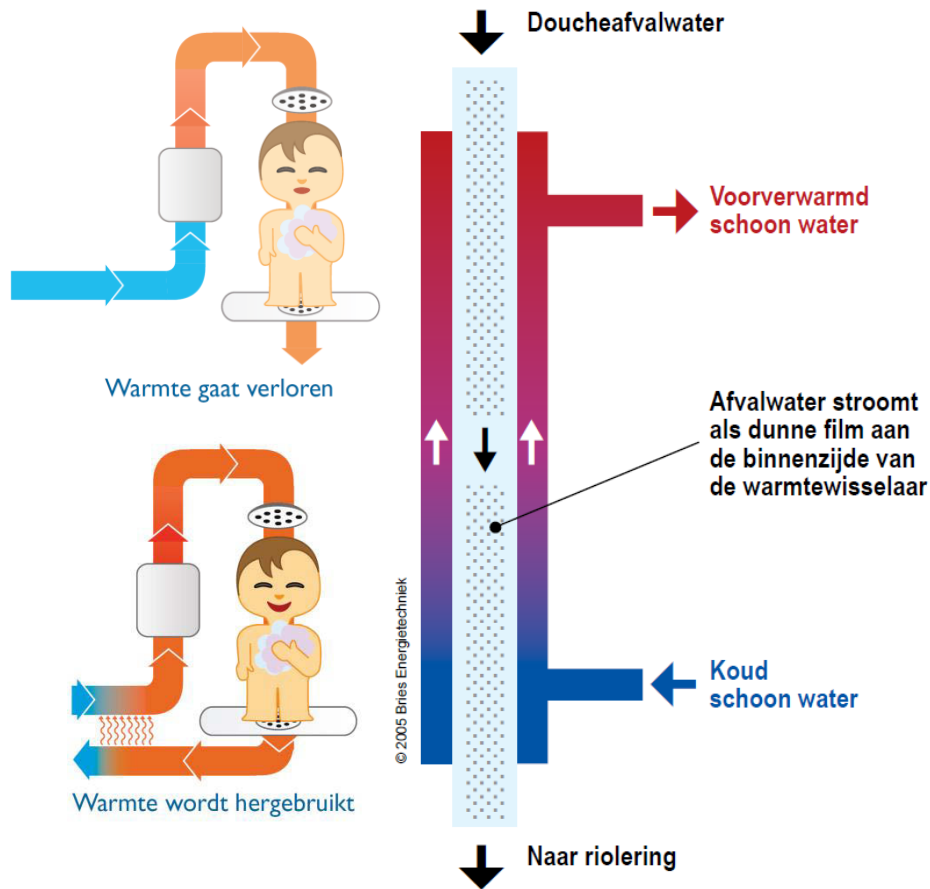
Warmte uit douchewater wordt normaliter samen met het douchewater afgevoerd naar de riolering. De warmte wordt dan niet gebruikt, terwijl er wel veel kansen liggen om hem opnieuw te gebruiken. De warmte kan bij de afvoer van de douche worden opgevangen met een douche-warmtewisselaar. Dat is een apparaat dat de warmte uit douchewater overdraagt aan het koude drinkwater. Dit drinkwater hoeft vervolgens minder door de cv-ketel te worden opgewarmd, wat veel energie bespaart!



Proefopstelling

Het onderzoek op Uilenstede

In een studentenflat op campus Uilenstede installeerde we honderd douchewarmtewisselaars in éénpersoons studentenwoningen. Bij tien woningen zijn continu metingen gedaan. De prestaties van de douche-warmtewisselaars in deze woningen zijn vergeleken met die van een proefopstelling in het testlab van Waternet. Zo kan de praktijk worden vergeleken met de ideale situatie. De metingen lopen nog door tot 2020 om ook langetermijneffecten te kunnen waarnemen, zoals de vervuiling van de douchewarmtewisselaar door zeepresten.



Afbeelding van douchen met (linksonder) en zonder (linksboven) douchewarmtewisselaar en een schematische weergave van de verticale douchewarmtewisselaar

De resultaten

De resultaten gelden voor de verticale douchewarmtewisselaar in de vorm van een dubbelwandige pijp.

- De warmtewisselaar bespaart 50 euro per persoon per jaar aan energie. Het apparaat inclusief installatie kost ongeveer 600 euro. Voor een huishouden van één persoon is de terugverdientijd dus 12 jaar, voor huishoudens vanaf drie personen minder dan 5 jaar.
- Tijdens de proeftijd hadden de douchewarmtewisselaars geen onderhoud nodig. Ze blijven dus in ieder geval gedurende een redelijke periode onderhoudsvrij intact.
- Tijdens de onderzoeksperiode zijn bij de douchewarmtewisselaars geen storingen opgetreden.
- Ongeveer de helft van de warmte uit het douchewater wordt teruggegeven aan het huis. Het jaargemiddelde rendement bedraagt ruim 50%. Als het binnenkomende drinkwater een lage temperatuur heeft, zoals in de winter, is het rendement nog hoger. In de zomer is het rendement lager.

Samenwerking

Het project is uitgevoerd in samenwerking met de gemeente Amstelveen, woningbouwcoöperatie DUWO, Ursem (aannemer), Schouten Techniek (installateur) en Dutch Solar Systems (leverancier douchewarmtewisselaar). Lees de [blog](#) voor meer informatie.



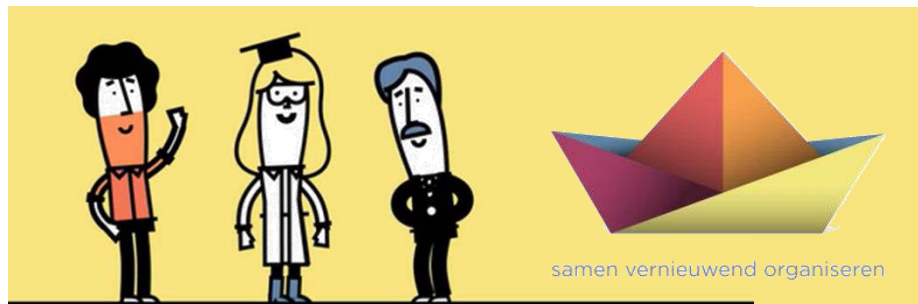
Welkom bij het kennisactieprogramma water!. In 2016 hebben we de basis gelegd voor een vernieuwende aanpak. Wiegert Dulfer @ AGV

Kennis-actieprogramma watergovernance

In 2016 is een kennisprogramma over innovatie in waterbeheer samengesteld. Dit programma is gericht op het versterken van het contact tussen wetenschappers, ondernemers, bestuurders, ambtenaren en burgers. Het doel is om de uitdagingen en organisatie van de circulaire stad in relatie tot water beter te begrijpen en om deze daadwerkelijk te verbeteren!

Uitdagingen in steden

Steden zijn complex. Ze bestaan uit verschillende systemen voor infrastructuur, kennis en bestuur. Ze beïnvloeden en worden continu beïnvloed door klimaat, ecologie en economie. Dat betekent steeds weer nieuwe uitdagingen. In proefprojecten worden technische innovaties getoond, waaronder decentrale en circulaire oplossingen. Maar is deze kennis op andere plekken en schalen bruikbaar? Hoe worden verantwoordelijkheden en risico's straks verdeeld? Wat betekenen deze ontwikkelingen voor bestuursmodellen. Bewoners, wetenschappers, en bestuurders moeten samenwerken om de stad gericht te veranderen.



Programma-opzet

Het programma wil governance uitdagingen uit de praktijk helpen door inzet van wetenschap en betrokken bestuurders. Er zijn drie prioriteiten: strategieën om in te spelen op veranderingen; governance rond nieuwe technologieën in het watersysteem; nieuwe verdelingen van verantwoordelijkheden en risico's. In 2017 worden de werkpakketten ingevuld en het netwerk betrokken in meerdere bijeenkomsten. Op naar veerkrachtiger en innovatiever waterbeheer!

Samenwerken aan een regenbestendige stad

Het netwerk van Amsterdam Rainproof wil de stad bestand maken tegen hevige buien. Dit doen we samen met bewoners, bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Sterker nog: Rainproof wil het gratis regenwater niet afvoeren, maar juist gebruiken. Het regent steeds vaker heel hard. Dit veroorzaakt schade, omdat het oppervlak van de stad is verhard door asfalt, gebouwen en tuinen met tegels. Geen druppel zakt in de bodem.

Rainproof maatregelen

Samen met het Rainproof-netwerk van circa 80 organisaties kijken we naar slimme regenbestendige oplossingen. Het afgelopen jaar zijn veel rainproofprojecten gerealiseerd. Zoals de innovatieve watervertragende groenstrook op de Zuidas, de verlaagde grindtuin en rainproof parkeerplaatsen voor het De Mirandabad, een ondergrondse waterberging op het Mahlerplein en de klimaatbestendige straat. Ga naar rainproof.nl om te zien wat je zelf kunt doen.



Nawoord

Het onderzoek en innovatieprogramma van Waternet gaat in 2017 verder. In 2020 willen we klimaatneutraal zijn en geen CO₂ meer uitstoten. We richten ons meer dan voorheen op projecten die in 2020 geïmplementeerd zijn.

Dat betekent niet dat we onze ogen sluiten voor de lange termijn. Er liggen nog steeds forse uitdagingen. Het gaat harder en vaker regenen, het wordt droger en onze assets worden ouder. Daarom richten we ons in 2017 meer op onze assets. Hoe kunnen we slimmer bepalen of een asset nog goed is of aan vervanging toe is, hoe kunnen we slimmer de status bepalen en kunnen we gebruik maken van human sensors?

Water blijft een drijvende kracht achter de Global Goals, daarom zoeken we samen met onze partners naar mooie toekomstbestendige oplossingen die het vertrouwen in de overheid versterken.

Alice Fermont, Coördinator Onderzoek en Innovatie

THE GLOBAL GOALS
For Sustainable Development



6 SCHOON WATER EN SANITAIR

Zorgen voor beschikbaarheid en duurzaam beheer van water en sanitaire voorzieningen voor iedereen



7 BETAALBARE EN DUURZAME ENERGIE

Zorgen voor toegang tot betaalbare, betrouwbare, duurzame en hernieuwbare energie voor iedereen



9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

Bouwen aan een flexibele infrastructuur, en inclusieve en duurzame industrialisatie en innovatie bevorderen



13 KLIMAATACTIE

Dringende maatregelen nemen ter bestrijding van klimaatverandering en de effecten ervan



14 LEVEN IN HET WATER

Oceanen, zeeën en mariene hulpbronnen in stand houden en duurzaam gebruiken voor duurzame ontwikkeling



11 DUURZAME STEDEN EN GEMEENSCHAPPEN

Duurzame steden en menselijke nederzettingen creëren die inclusief, veilig en veerkrachtig zijn.



17 PARTNERSCHAP OM DOELSTELLINGEN TE BEREIKEN

De wijze van tenuitvoerlegging versterken en het wereldwijde partnerschap voor duurzame ontwikkeling nieuw leven inblazen



Colofon

Tekstredactie:

Floor Speet

Peter Beemsterboer

Lay-out:

Zware Jongens

Floor Speet

Eindredactie:

Alice Fermont

