



Water zuiveren met

A 其 之 物 其 天

een moerasbos

Verziltning en droogte zorgen in kustgebieden steeds vaker voor gebrek aan zoet water. In Zeeuws-Vlaanderen wordt een Wageningse oplossing beproefd: zuivering van riool- en proceswater in moerasbossen. Dat moet een buffervoorraad opleveren waar de hele streek 's zomers uit kan putten.

TEKST RENÉ DIDDE ILLUSTRATIE JEROEN MURRÉ INFOGRAPHIC STEFFIE PADMOS

‘Planten bevatten enzymen die stoffen als ibuprofen afbreken’

Dat verzilting van het zoete water in de Nederlandse kustprovincies een steeds groter probleem zou worden, wist Huub Rijnaarts tien jaar geleden al. ‘In de delta’s van China, Vietnam en Bangladesh zagen we toen al problemen met de toevoer van voldoende zoet water uit het achterland en tegelijkertijd een toenemende indringing van zout zeewater door zeespiegelstijging’, zegt de hoogleraar Milieutechnologie.

De laatste jaren dringt het door dat ook in Nederland de voorziening van huishoudens, landbouw en industrie met voldoende schoon zoet water niet langer vanzelfsprekend is. Vooral de droge zomer van 2018 leverde grote problemen op, met verminderde oogstopbrengsten, tekort aan drinkwater, sproeiwater en koelwater en stagnerende scheepvaart. De Rijn en Maas leveren water voor vrijwel heel Nederland via een uitgekiend stelsel van kanalen en pijpleidingen. Zeeland vormt een uitzondering. De provincie is niet direct verbonden met dit ingenieuze hoofdwatersysteem en is voor de aanvoer van zoet water aangewezen op een 120 kilometer lange pijpleiding vanuit het voorraadbassin de Biesbosch. ‘Zeker in droge zomerperiodes is men vooral in Zeeuws-Vlaanderen erg afhankelijk van het schaarse zoet water uit deze pijp en is voldoende levering bij langdurige en hevige droogte niet gegarandeerd’, vertelt Rijnaarts.

Hij onderzoekt sinds 2015 binnen het project WaterNexus de mogelijkheden om gebruikt zoet en licht zout water te verzamelen, te zuiveren en opnieuw te benutten, om te beginnen in Zeeland. Hij doet dat met 24 partijen; universiteiten, kennisinstellingen, adviesbureaus, technologieleveranciers, waterschappen en waterbedrijven. In totaal doen vijftien PhD-studenten en twee post-docs onderzoek op deelterreinen.

MOERASBOS

Centraal in het project staat een zogeheten helofytenfilter, nu nog op kleine schaal,

maar op termijn van enkele hectaren groot. Het is een natuurlijk bassin - door Rijnaarts ‘moerasbos’ of ‘wetland’ genoemd - dat functioneert als natuurlijke zuivering. ‘Het wetland verwijdert organische stoffen en micro-vervuiling die een probleem vormen bij hergebruik van het water in landbouw en natuur, of bij de ontzouting van het water.’ De eerste praktijktesten van WaterNexus vinden plaats bij Dow Benelux, met in Terneuzen de grootste chemische fabriek van West-Europa. Die heeft jaarlijks twintig miljoen kubieke meter koel- en proceswater nodig. ‘De resource to produce van dit bedrijf is in het geding. In tijden van schaarste wordt de industrie als eerste van de pijpleiding afgekoppeld. Tot nu toe is dat nog niet gebeurd, maar als de nood aan de man komt, gaan drinkwater en water voor kwetsbare natuur voor’, zegt Rijnaarts. Ook de boeren, die in de zomer steeds vaker water nodig hebben voor het besproeien van hun akkerbouwgewassen en het begieten van de kasteelt, staan niet bovenaan in deze zogeheten verdringsreeks, zeg maar een prioriteitenlijst voor waterafname. Vanwege verzilting van het oppervlaktewater kunnen ze geen pomp in hun sloot hangen voor irrigatie.

STOOM CONDENSEREN

Dow Benelux, die de schaarste aan zoet water niet alleen in Zeeland aan den lijve ondervindt maar op vele delta-locaties in de wereld, kan ongeveer de helft van het benodigde water op eigen terrein hergebruiken. ‘Bijvoorbeeld door stoom uit de productieprocessen te condenseren tot water’, vertelt waterspecialist Niels Groot, tevens lector watertechnologie aan de Hogeschool Zeeland. De andere helft betreft Dow van waterbedrijf Evides. ‘Dat water komt voor een deel uit de pijpleiding uit de Biesbosch, maar om minder afhankelijk te zijn van rivierwater, zeker in de zomer, betrekken we een deel ook uit gezuiverd huishoudelijk afvalwater uit de installatie van het waterschap in Terneuzen’, aldus Groot. Het koelwater is met zes miljoen kubieke

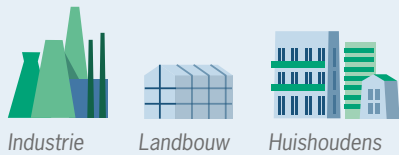
meter een grote waterslorper voor Dow. ‘Dat water proberen we zo lang mogelijk te hergebruiken. Om onze leidingen te ontzien, moeten we daaraan anti-corrosiestoffen toevoegen en ook legionella bestrijden we met chemische stoffen. Doordat bij de koeling van hete processen veel van dit geprepareerde koelwater verdampt, blijft er een steeds geconcentreerder en zouter residu over’, legt Groot uit. Dow loost dit zoute water op de Westerschelde, jaarlijks ongeveer 1,5 miljoen kubieke meter. Dit restwater zou heel goed terecht kunnen in het helofytenfilter van WaterNexus, zodat het hergebruikt kan worden, vertellen Groot en Rijnaarts. De biologische zuivering in dergelijke wetlands kan veel meer chemische vervuiling afbreken dan menigeen denkt, aldus Rijnaarts. De industriële waterbehandelingschemicaliën die Dow toevoegt aan de koelwatertorens kunnen in de toekomstige moerasbossen worden afgebroken, zo is de ambitie van WaterNexus. Deze wetlands staat niet in contact met het grond- of oppervlaktewater. ‘De chemicaliën kunnen worden afgebroken in een klein, gecontroleerd deel van het wetland, waarna het water doorstroomt naar het grote deel’, zegt Rijnaarts. Daar breken dan de koelwaterstoffen af die van nature in water zitten en door de verdamping van water in de koeltorens indikken. ‘Het geheel vormt een watervoorraad om het droge seizoen mee door te komen.’

ACHT BAKKEN MET RIET

Op een klein proefterrein in Wageningen laat PhD-onderzoeker Thomas Wagner zien hoe deze zachte, biologische zuivering in een wetland eruit ziet. Acht bakken met onder meer algen en riet worden bevoeid met koelwater van Dow Chemical. ‘Het is niet het echte, zoute koelwater van Dow, maar ik heb het in de kelder van ons lab nageemaakt’, zegt Wagner. ‘In de bakken zit zand waaraan humusdeeltjes blijven plakken, de plantenwortels nemen desinfectie- en anti-corrosiestoffen op, die de micro- ➤

ZUIVEREN MET WATERNEXUS

Het project WaterNexus onderzoekt in Zeeuws-Vlaanderen de biologische zuivering van water van industrie en huishoudens in 'constructed wetlands'. Toxische of onafbrekbare ongewenste stoffen worden vooraf of achteraf met zuiveringstechnologie verwijderd.

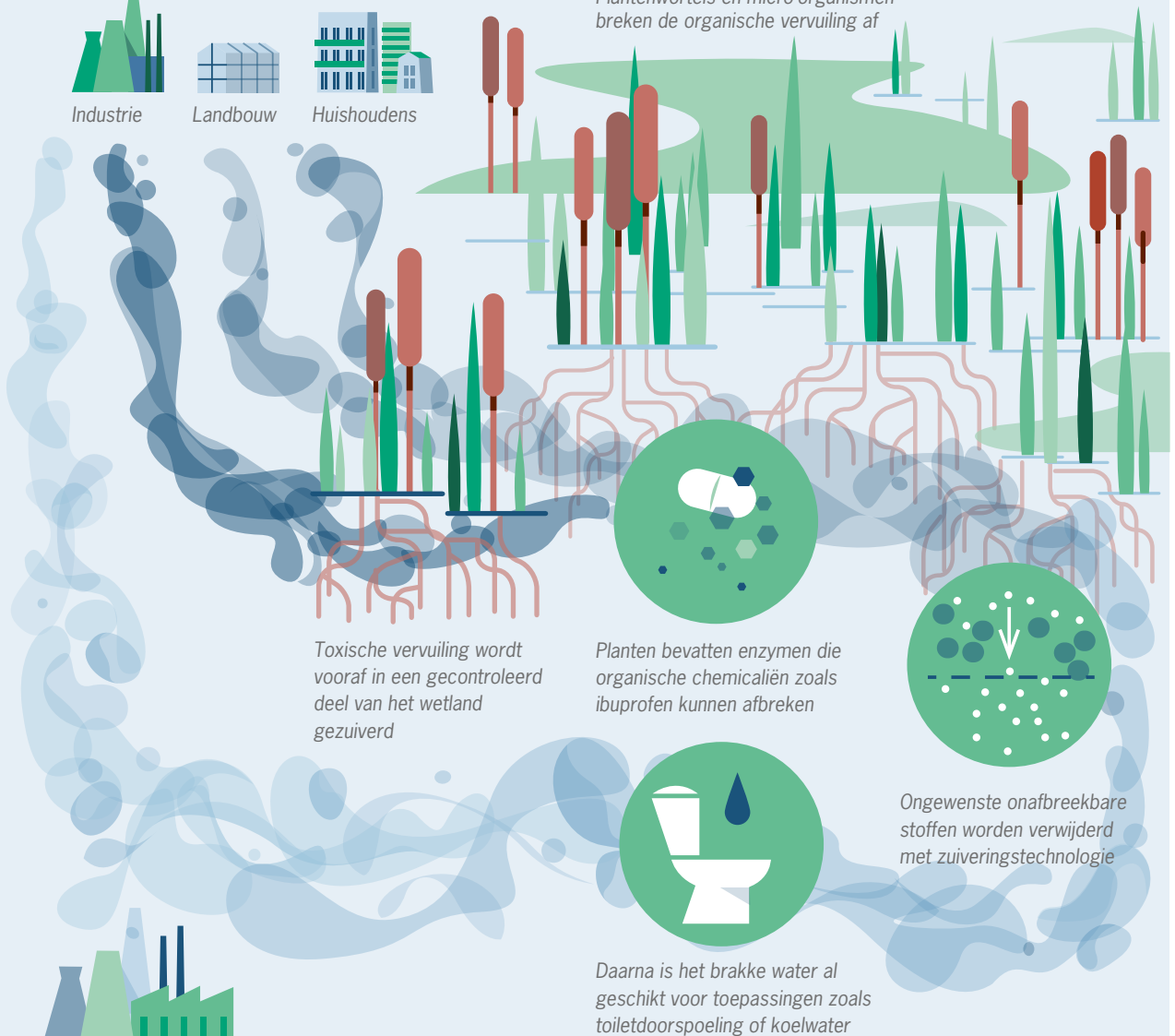


Industrie

Landbouw

Huishoudens

Plantenwortels en micro-organismen breken de organische vervuiling af



Toxische vervuiling wordt vooraf in een gecontroleerd deel van het wetland gezuiverd

Planten bevatten enzymen die organische chemicaliën zoals ibuprofen kunnen afbreken

Ongewenste onafbrekbare stoffen worden verwijderd met zuiveringstechnologie

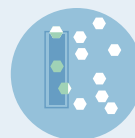
Daarna is het brakke water al geschikt voor toepassingen zoals toiletdoorspoeling of koelwater

Ontzilten

Het oppervlaktewater in Zeeuws-Vlaanderen heeft, net als op vele andere locaties op de wereld te kampen met verzilting. Voor sommige toepassingen van hergebruik wordt het water achteraf ontzilt. Daarbij worden nieuwe, energiezuinige technieken ingezet, die in Wageningen zijn ontwikkeld:

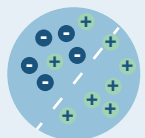
Capacitieve deïonisatie

Poreuze elektroden trekken zoutionen aan en absorberen deze



Elektrodialyse

Ion-selectieve membranen laten positieve of negatieve ionen selectief door



‘We kunnen een alternatief waternetwerk voor heel Zeeuws-Vlaanderen ontwerpen’

organismen op de wortels verder afbreken.’ Enkele bakken bevatten opvallend weinig planten. ‘Daarin hebben we de afbraak van dezelfde stoffen door zonlicht bekeken’, zegt Wagner, die eind februari op het onderzoek promoveerde.

Hij onderzocht onder meer de optimale beluchting van de wortels en de micro-organismen, door het water horizontaal of verticaal door de bakken te laten stromen en te variëren in stroomsnelheid, en de optimale volgorde van de bakken. ‘De belangrijkste les is dat we niet in één enkele bak zoveel mogelijk verontreiniging moeten willen afbreken’, zegt Wagner. ‘Je moet steeds precies voldoende vervuiling overlaten zodat het riet in de volgende bak ook nog wat te doen heeft en kan groeien en vervuiling afbreken’, aldus de promovendus. ‘Ook in de praktijk willen we daarom met dergelijke compartimenten werken, in zogenoemde engineered of constructed wetlands.’ In het begin slaagde hij erin veertig procent van de anti-corrosiestoffen af te breken, nu zit hij op honderd procent verwijdering. ‘De micro-organismen moeten de tijd krijgen om te evolueren en zich aan te passen aan de verontreiniging.’

SNEL OPSCHALEN

Intussen zijn soortgelijke bakken geïnstalleerd op het terrein van waterbedrijf Evides, naast Dow Chemical in Terneuzen, om de in Wageningen uitgevogelde optimale configuratie ook aan het echte koelwater bloot te stellen. Wagner verwacht geen problemen. ‘Ik hoop dat Dow na de proef snel kan opschalen naar een test op demonstratieschaal

van enkele honderden vierkante meters met grotere hoeveelheden koelwater dan de 150 liter per dag die ik hier test. Uiteindelijk zijn enkele hectaren nodig.’

En dat is nog niet alles, aldus Rijnaarts.

‘Planten beschikken over enzymen die werken zoals de menselijke lever afvalstoffen afbreekt. Zo kan het cytochroom P450-enzymstelsel onder meer organische chemicaliën als ibuprofen in afvalwater afbreken.’ Door deze planten in te zetten, zou gezuiverd huishoudelijk afvalwater van Zeeuwse steden, dat zoals overal in Nederland nog veel medicijnresten bevat, niet op zee te hoeven worden geloosd, maar in een wetland kunnen worden gezuiverd en geconserveerd voor hergebruik. Mogelijk is ook het water dat overblijft van de teelt van de paprika’s en aubergines in de kassencomplexen in Terneuzen welkom in het bassin. ‘En boeren uit de omgeving zouden in de winter overtollig water van hun akkers in

zo’n wetland kunnen bergen’, vult Johan Elshof van brancheorganisatie ZLTO aan. ‘Bij droogte in de zomer zouden ze het kunnen terugpompen voor hun vollegroentteelt.’

TOXISCHE CHEMICALIËN

Toch is WaterNexus niet louter gefocust op zachte, biologische techniek. ‘Een paar stoffen, zoals onafbrekbare chemicaliën halen we met harde chemische zuiveringstechnologie uit het water’, aldus Rijnaarts. ‘Vooraf, bij stoffen die toxisch zijn voor het waterleven, of achteraf, als ze problematisch zijn voor hergebruik van het water.’

Ook het zout in het water moet voor sommige vormen hergebruik verwijderd worden. Met ontziltingstechnieken willen de onderzoekers het zoutgehalte van het wetlandwater tot elk gewenst niveau omlaag brengen. ‘Sommige teelten of natuurterreinen kunnen best tegen een beetje zout water, en ook het toilet van woningen en bedrijven kan met zilt water worden doorgespoeld’, aldus de technoloog. Moet het water voor industriële of landbouwdoelen minder zout bevatten, dan wil WaterNexus de meest energiezuinige ontziltingstechnieken inzetten. Dus niet alleen met omgekeerde osmose, waarbij zout water door een membraan wordt geperst en het zout op het filter achterblijft. Dat kost veel energie voor het pompen en schoonmaken van de membranen.

WATERNEXUS

WaterNexus is een project om nieuwe oplossingen te ontwikkelen voor watervoorziening in kustgebieden met een gebrek aan zoet water. Het wordt gefinancierd door de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek en het ministerie van IenW, ondersteund door 24 partners. Naast Wageningen University & Research participeren zes universiteiten (Universiteit van Amsterdam, Vrije Universiteit, Universiteit Utrecht, TU Delft, TU Eindhoven, TU Twente), kennisinstellingen als Deltares, KWR, TNO, STOWA, adviesbureaus (Witteveen+Bos, RH-DHV en Fugro), technologieleveranciers, waterschappen en waterbedrijven Evides, Oasen en WLN. WaterNexus wordt gecoördineerd door Huub Rijnaarts van de Wageningse leerstoelgroep Environmental Technology.

WaterNexus mikt op twee energiezuinige, in Wageningen ontwikkelde technieken: de elektrolyse en capacitatieve deïonisatie. Als de zuivering in de proefbakken wordt opgeschaald tot flinke natuurlijke riefilters met voor- en nageschakelde harde techniek, kan een flinke buffervoorraad water ontstaan waar de hele streek 's zomers uit kan putten, aldus Rijnaarts. WaterNexus wil daarom ook in modellen voorzien die het aanbod van water en de vraag naar water van verschillende kwaliteiten in kaart brengen, om daarmee het management van het 'tweedehandswater' te ontwikkelen. Rijnaarts: 'We kunnen spoedig zo'n alternatief waternetwerk voor heel Zeeuws-Vlaanderen ontwerpen, waardoor de afhankelijkheid van de Biesboschpijplijn vermindert. In tien jaar kan dit ontwerp worden aangelegd.'

VISSEN IN DE WOESTIJN

Ook Shell is betrokken bij WaterNexus. Milieumanager Albert Janssen: 'Het project is interessant omdat er integrale oplossingen in de praktijk worden onderzocht.' Shell heeft eveneens koel- en proceswater nodig, maar heeft bovendien op alle olie- en gaswinningslocaties in de wereld te maken met water dat vrijkomt bij het onttrekken van fossiele brandstoffen uit diepe gesteentelagen. 'Dit productiewater kan ook de meest uiteenlopende zouten bevatten. Wij zijn daarom zeer geïnteresseerd hoe de wetlands de kwaliteit van dit water kunnen verbeteren en welke planten er kunnen groeien', aldus Janssen, in Wageningen opgeleid en tevens deeltijd hoogleraar Milieutechnologie in Wageningen. In de Golfstaat Oman exploiteert Shells partner Petroleum Development Oman een aangelegd wetland aan de rand van de woestijn. 'We wisselen daarover ervaringen uit met WaterNexus. Er zitten nu allerlei vogels en vissen op een plek waar vroeger alleen maar woestijn was.' Dat de wetland-moerasbossen een natuurwaarde krijgen, is een belangrijk aspect, aldus Rijnaarts. Zo kunnen rondom de

zuiveringsbassins fiets- en wandelroutes worden opgenomen. Daarom heeft WaterNexus Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en milieu-organisaties uitgenodigd bij een vervolgproject om de groene dimensie van het project te verstevigen. 'Kijk', zegt Huub Rijnaarts, 'of er nu een WaterNexus-project loopt of niet, de natuur krijgt sowieso met verzilting te maken. Zout kan mogelijk negatieve effecten hebben, maar we kunnen ook met zoet-zout-overgangszones juist bijzondere natuur creëren. En vergeet niet dat deze wetlands niet alleen water zuiveren, maar ook het broeikasgas CO₂ opnemen en dus een bijdrage leveren aan beperking van het klimaatprobleem.'

WATER IN AMSTERDAM

Wat in Zeeland kan, kan ook in de andere kustprovincies, aldus Rijnaarts. Zo is in Amsterdam steeds minder zoet water beschikbaar door afnemende aanvoer vanuit de Rijn en het IJsselmeer in droge zomers. Tegelijkertijd dringt er steeds meer zout water binnen door de bodem van de polders en door de nieuwe grote sluizen bij IJmuiden in het Noordzeekanaal. Hergebruik via zuiverende wetlands zou een deel van de oplossing kunnen zijn. 'Amsterdam moet, net als elke grote stad, sowieso groene infrastructuur aanleggen om bijvoorbeeld oververhitting in de stad het hoofd te bieden en de leefbaarheid te vergroten', meent de watertechnoloog. 'Steden kunnen bovendien groene waterzuivering combineren met de opvang van extreme regenbuien en de overstorten van rioolwater die daar vaak mee gepaard gaan.' Samen met het Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions en waterschap Waternet bestudeert Rijnaarts verschillende opties voor verbetering van het Amsterdams watersysteem. Ook de export van deze manier van denken over zoet water en verzilting naar andere delta's ligt in het verschiet. In het WaterNexus-project lopen al verschillende



HUUB RIJNAARTS
hoogleraar Milieutechnologie

'Steden kunnen groene waterzuivering combineren met de opvang van extreme regenbuien'

twinning-projecten. In de stad Khulna (Bangladesh) wordt gewerkt aan een voorstel om het stedelijk afvalwater te zuiveren in plaats van te lozen op de rivier, zegt Huub Rijnaarts. 'Dat levert schoon zoet water op dat voor landbouwdoeleinden gebruikt gaat worden.' Bij Ho-Chi Minstad in Vietnam stromen de rivieren de Saigon en de Mekong samen in de Mekong-delta. 'Er zijn daar enorme industriële locaties met honderden bedrijven die geen proceswater meer uit de rivieren kunnen putten omdat zeewater tot ver voorbij de innamepunten van de fabrieken de rivieren binnendringt', weet Rijnaarts. Drie promovendi, waarvan twee Vietnamezen, onderzoeken de inzet van een moerasbos in combinatie met zuiveringstechnologie voor hergebruik en opslag van water, en de opties voor de zuivering van industrieel afvalwater. Maar ook in bijvoorbeeld China, Qatar, Oman en Saoedi-Arabië zouden moerasbossen samen met ontziltingstechnieken kunnen bijdragen aan vergaand waterhergebruik, aldus Rijnaarts. 'Ook daar zouden WaterNexus-wetlands veel kunnen betekenen.' ■

<http://water-nexus.nl>