

# SLIMME OPLOSSING VOOR TE WEINIG, TE VEEL EN TE VUIL WATER

**Klimaatverandering zorgt steeds vaker voor wateroverlast én watertekorten. De vraag rijst: kun je in hetzelfde gebied piekafvoeren tijdelijk bergen én neerslagoverschot vasthouden? En kun je de kwaliteit van het retentiewater verbeteren om mogelijkheden voor hergebruik te garanderen en daaraan ook nog andere functies verbinden, zoals hergebruik van nutriënten, duurzame energie en natuur?**

In de Betuwe – tussen Arnhem en Nijmegen – wordt Park Lingezegen ingericht voor recreatie, natuur en waterberging. Dit laatste ter voorkoming van wateroverlast in de aangrenzende bebouwing van Arnhem-Zuid en het glastuinbouwcomplex Bergerden. Waterschap Rivierenland zoekt in deze regio ook naar ruimte om water langer vast te houden om het in droge tijden te kunnen benutten voor functies als fruitteelt en natuur. Hiervoor moet het water dan wel zo schoon mogelijk zijn.

In het kader van het project *RichWaterWorld* wordt onderzocht of en hoe je binnen Park Lingezegen tijdelijke berging van hoogwaterpieken (waterberging) kunt combineren met het vasthouden van neerslagoverschot (waterretentie) en met waterzuivering. Doel is om te komen tot optimale benutting van water, grondstoffen en duurzame energie binnen de regio.

## AUTEURS



Cees Kwakernaak en Peter Jansen  
(Alterra Wageningen UR)



Monique van Kempen  
(Radboud Universiteit  
Nijmegen)



Fons Smolders  
(B-Ware Research  
Centre)



Hans van Rheenen  
(Eijkelkamp Soil & Water)

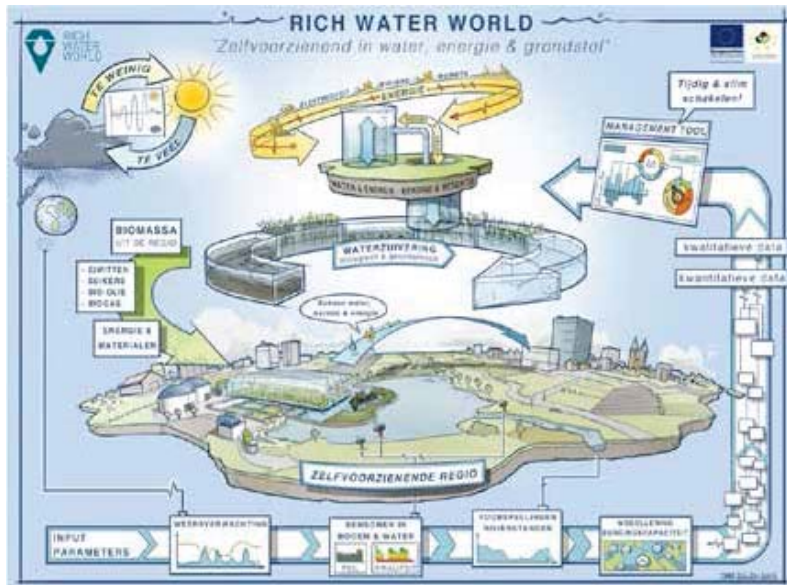
## Waterbalans actueel en verwacht

Alterra Wageningen UR, MeteoGroup en Eijkelkamp BV werken in het kader van RichWaterWorld samen aan oplossingen voor de regionale opgaven op het gebied van waterkwaliteit. Een regionale bodemkundige en hydrologische systeemanalyse van Park Lingezegen en omgeving verschaft inzicht in de patronen en processen in bodem en water in het onderzoeksgebied.

Op basis van bestaande informatie zijn voor dit deel van de Betuwe met het grondwatermodel *MORIA* van het waterschap Rivierenland diverse scenario's voor klimaat en waterbeheersmaatregelen doorgerekend. Aan het model is daarvoor een oppervlaktewatermodule toegevoegd. Zo zijn de effecten van klimaatverandering, weersverandering en de invloed van de Rijn op het watersysteem en de waterbalans bepaald op regionale en lokale schaal.

Om de resultaten van het hydrologisch model te valideren zijn veldmetingen uitgevoerd in een proefveld van twee hectare, dat voor dit project is aangelegd bij het waterinlaatpunt van een groot rietmoeras. Sensoren registreren de grondwaterstanden, oppervlaktewaterpeilen en het bodemvocht. Deze informatie is via telemetrie direct online beschikbaar. Een deel van de waarnemingen vormt, samen met het peil van de Rijn bij Lobith, input voor het hydrologisch model. De sensorgegevens worden regelmatig gecheckt aan de hand van visuele waarnemingen.

Meteorologische waarnemingen in het proefveld geven actuele informatie over de hoeveel-



heid neerslag en data om het verdampingsverlies te kunnen afleiden. Gegevens uit radarbeelden en weermodellen vormen hierbij een waardevolle aanvulling voor het opstellen van meerdaagse weersverwachtingen. Deze informatie over het actuele en verwachte weer wordt geautomatiseerd ingevoerd in het hydrologisch model om de gevolgen van weersverandering te simuleren voor de hydrologie, bijvoorbeeld voor waterstanden en de waterbalans voor de komende vijftien dagen.

### Instrument voor adaptief waterbeheer

De meetgegevens afkomstig van de sensoren en meteoapparatuur leveren, samen met de data uit de radarbeelden en weermodellen, een enorme hoeveelheid informatie op. Die brij aan gegevens is onbruikbaar als deze niet in samenhang en op een toegankelijke manier wordt ontsloten voor de gebruiker. De gegevens uit de diverse weermodellen worden daarom geclusterd in scenario's met bijbehorende kans van optreden, op basis waarvan diverse maatregelen kunnen worden genomen. In RichWaterWorld is een webapplicatie ontwikkeld waarmee dagelijks voor vijftien dagen vooruit de waterhuishouding wordt berekend. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de weersverwachtingen en van de actuele hydrologisch situatie, die via sensormetingen wordt gevolgd.

Als uitkomst levert de web-applicatie voor de verschillende weersscenario's (van erg droog tot erg

nat) verwachte waterbalansen en waterstanden, en daarvan afgeleid de nog beschikbare waterbergingscapaciteit. Aan de hand daarvan kan de waterbeheerder beslissen om al dan niet preventief water in te laten (als de beschikbaarheid van water gevaar loopt) of juist af te voeren (als er piekneerslag wordt verwacht).

De webapplicatie voorziet in een adviesfunctie, waarbij rekening wordt gehouden met het landgebruik en bijbehorende risico's van nat- en droogteschade.

### Biocascade waterzuivering

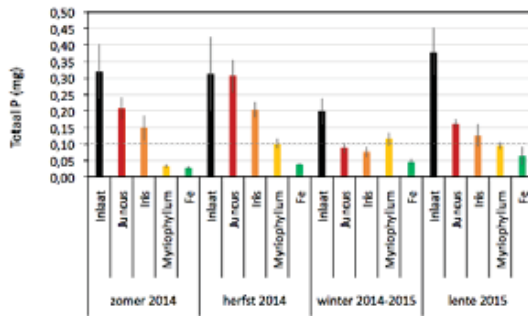
Waterretentiegebieden worden vaak ontwikkeld in (voormalige) landbouwgebieden waar doelstellingen voor waterkwaliteit en natuur niet worden gehaald. Als oplossing hebben de Radboud Universiteit Nijmegen en B-Ware Research Centre een biocascade-waterzuivering ontwikkeld.

Anders dan de bekende helofytenfilters en waterharmonica's is de biocascade-waterzuivering ontwikkeld als een *regeneratief* systeem. Hierin wordt voorkomen dat nutriënten blijvend ophopen door slim gebruik te maken van bodemprocessen bij vernatting en verdroging, en van specifieke waterplanten als *bio-engineers*, waarvan de biomassa weer als grondstof kan dienen voor biobased producten. De biocascade wordt op maat ingericht.

In de proefveldlocatie in Park Lingezegeen ligt de nadruk op zuivering van stikstof (N), in proefsloten bij de Radboud Universiteit (RU) op de zuivering van fos-

Water bewaren en  
schoon houden

30



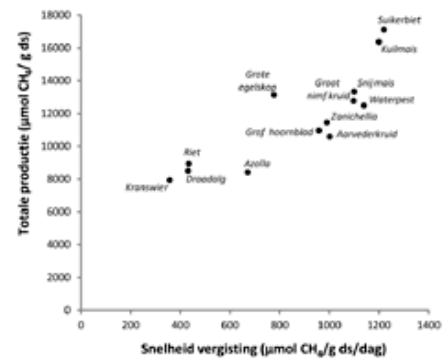
In deze grafiek is te zien hoe sinds de realisatie van de biocascade in de zomer van 2014 de totaal concentratie fosfaat (P) in het water afneemt van gemiddeld twee keer de norm van de Europese Kaderrichtlijn Water (0,3 milligram per liter) in het ingelaten water naar minder dan 0,05 milligram per liter) na passeren van het ijzerzand. Deze resultaten worden bereikt bij het doorlopen van de verschillende compartimenten van de biocascade. De norm van de kaderrichtlijn voor fosfaat staat aangegeven met de grijze stippellijn

faat (P). De figuur linksboven toont de resultaten uit het proefslotenonderzoek. Deze laten zien dat in elk seizoen de waterkwaliteit in de biocascade verbetert dankzij de combinatie van biologische en chemische zuivering. Hoewel chemische zuivering in de winter langzamer verloopt gaat deze wel het hele jaar door. Uitspraken over verblijftijden en zuiveringsrendement volgen eind 2015, zodra de waterbalans van het systeem is opgesteld en de laatste data zijn geanalyseerd. Ditzelfde geldt voor het proefveldonderzoek in Park Lingezege.

### Opladefase

Algemeen bestaat het systeem uit een serie geschakelde waterbekkens. In de veldproef in Park Lingezege stroomt het inlaatwater eerst in een bezinkbassin, waar de aan slib gebonden nutriënten kunnen bezinken. In de proefsloten bij de RU infiltreert het inlaatwater in een ijzerrijke bodem met veldrusplaggen. Vervolgens stroomt het water door naar waterbekkens met riet, lisdodde of gele lis, waar vooral verwijdering van stikstofverbindingen optreedt door de koppeling van nitrificatie- en denitrificatieprocessen. De helofyten pompen via hun stengels en wortels zuurstof in de zuurstofarme bodem, waardoor deze twee microbiële processen naast elkaar kunnen plaatsvinden en stikstofgas uit het systeem verdwijnt naar de atmosfeer. Daarna stroomt het water voor nazuivering door naar een bassin met ondergedoken waterplanten (Aarvederkruid).

Omdat de zuivering in Park Lingezege zich vooral richt op de verwijdering van stikstof is nazuivering hier tevens de laatste stap. De proefsloten bij de RU



De totale methaanproductie afgezet tegen de snelheid waarmee het plantmateriaal vergist wordt. Te zien is dat waterplanten als grote egelskop, groot nimfkruid en waterpest een hoog biogaspotentieel hebben, vergelijkbaar met dat van snijmaïs.

zijn vooral gericht op de verwijdering van fosfaat. Daarom gaat het water daar als laatste stap nog door een ijzerzand filter voor binding van de laatste resten fosfor.

### Ontlaadfase

Wanneer de bodem in de biocascade volledig is opgeladen, wat in het lopend onderzoek nog niet het geval is geweest, zal deze geen fosfor meer verwijderen uit het water. Wanneer metingen aan bodem en water dit in praktijk laten zien, zal het systeem volledig geïnundeerd worden met oppervlaktewater waardoor het systeem door de aanwezigheid van reactief organisch materiaal op de bodem snel anaeroob wordt. Onder deze gereduceerde omstandigheden wordt het in de bodem geaccumuleerde fosfor gemobiliseerd, waarna het via diffusie in de waterlaag terecht komt. Drijvende waterplanten bevorderen dit proces. Ze sluiten het wateroppervlak af, waardoor het water zuurstofarm blijft en de nalevering van P blijft doorgaan. Vervolgens kunnen de waterplanten het fosfaat uit het water opnemen. Door regelmatig te oogsten wordt het fosfor uit het systeem verwijderd. De bodem wordt op deze wijze weer ontladen waarna deze na droogval weer in staat is om fosfaat te binden uit het infiltrerend water. Zo ontstaat een regeneratief systeem dat via beheerbare veranderingen in redox-potentiaal, en daaraan gekoppelde nutriëntenconversies, kan worden opgeladen en ontladen. Het biocascadesysteem produceert een hoeveelheid biomassa. In dit onderzoek is een eerste verkenning uitgevoerd naar de mogelijke toepassing ervan voor biobased producten. Een deel kan worden benut door

de voedingsmiddelenindustrie (bijvoorbeeld als vleesvervangers) of bij de productie van lijm en groene mest. De rest kan door vergisting worden omgezet in energie en warmte. In de figuur rechtsboven op de vorige pagina is te zien dat de methaanopbrengst van onder andere waterpest niet onderdoet voor meer conventionele biogascgewassen als snijmaïs.

### Conclusies

RichWaterWorld laat zien dat het mogelijk is om water bij neerslagoverschot langer vast te houden in een retentiegebied, dat tevens benut kan worden voor het tijdelijk bergen van piekafvoeren. In het proefgebied maakt de geohydrologische opbouw, in combinatie met de dynamiek van de rivierpeilen, dat de capaciteit voor berging en retentie niet altijd volledig beschikbaar is. Met behulp van een gebruikersvriendelijke webapplicatie, die in dit project is ontwikkeld, krijgt de waterbeheerder advies voor het inlaten of juist afvoeren van water in en uit het retentiegebied, om zo te kunnen anticiperen op weersveranderingen. Bovendien biedt het langer vasthouden van water goede kansen voor biogeochemische zuivering van dit water met een biocascade systeem. De nutriënten in het water worden in de periode van waterretentie deels vastgelegd in de bodem en deels door waterplanten opgenomen. Door regelmatig in te grijpen in de hydrologie van het systeem en frequent de planten te oogsten worden N en P nagenoeg geheel verwijderd. De regelmatige oogst van de biomassa levert bovendien mogelijkheden voor onder andere het terugwinnen van eiwitten en duurzame energie door biovergisting.

De samenstelling van het consortium van RichWaterWorld (publieke en private partijen en kennisinstellingen) heeft bevorderd dat het project zowel publieke doelen dient als ook commerciële producten oplevert, zoals een adviesinstrument voor adaptief waterbeheer en een goed functionerend biocascade waterzuivering. De ontwikkelde kennis en producten zijn niet alleen toepasbaar in de regio Arnhem/Nijmegen, maar kunnen ook worden toegesneden op andere delen van Nederland en deltagebieden elders in de wereld.

*RichWaterWorld wordt uitgevoerd door een consortium van de kennisinstellingen Radboud Universiteit Nijmegen en Alterra Wageningen UR, de bedrijven MeteoGroup, Eijkelpark Soil & Water, B-Ware Research Centre en Alliander, en Park Lingezegen. Projectleider is Thea van Kemenade, Radboud Universiteit Nijmegen.*

Cees Kwakernaak  
(Alterra Wageningen UR)  
Peter Jansen  
(Alterra Wageningen UR)  
Monique van Kempen  
(Radboud Universiteit Nijmegen)  
Fons Smolders  
(B-Ware Research Centre)  
Hans van Rheenen  
(Eijkelpark Soil & Water)

### Literatuur

[www.richwaterworld.com](http://www.richwaterworld.com)

Massop H.Th.L., 2014. *Watersysteembeschrijving Overbetuwe*. Alterra-rapport 2531. Wageningen.

### SAMENVATTING

Klimaatverandering zorgt ervoor dat zelfs in het Rivierengebied voldoende aanvoer van zoetwater niet meer zeker is. Naast ruimte voor waterberging (tegen wateroverlast) wordt het steeds noodzakelijker water vast te houden om tekorten tegen te gaan. In het project *RichWaterWorld* is voor Park Lingezegen een methode ontwikkeld en getest om deze wateropgaven te combineren in dezelfde ruimte.

Omdat het geborgen oppervlaktewater voedselrijk is, is het nodig stikstof (N) en fosfaat (P) te verwijderen voordat het wordt hergebruikt. In het project is hiervoor waterzuivering met een biocascade-systeem toegepast. Daarin wordt gebruik gemaakt van bodemprocessen en water- en moerasplanten om N en P uit het water op te nemen. Er lijken goede mogelijkheden om de geoogste biomassa te gebruiken voor biobased producten en energie.

RichWaterWorld heeft inzicht opgeleverd hoe verschillende regionale wateropgaven integraal en duurzaam kunnen worden opgelost.

Water bewaren en  
schoon houden