

A photograph of a flooded forest. The water is calm, reflecting the sky and the bare trees. In the foreground, a large, mossy log lies partially submerged. The sky is blue with scattered white clouds.

BTO | Juni 2018

BTO rapport

*Overzicht opbrengsten
BTO Themagroep
klimaatbestendige
watersector*

BTO

Overzicht opbrengsten BTO Themagroep Klimaatbestendige watersector

BTO 2018.068 | Juli 2018

Opdrachtnummer

400554/195

Projectmanager

Edu Dorland

Opdrachtgever

BTO - Thematisch onderzoek - Klimaatbestendige
watersector

Kwaliteitsborger(s)

Auteur

Edu Dorland

Verzonden aan cover foto

Themagroep Klimaatbestendige watersector

Cover foto:

Jan-Philip Witte

Jaar van publicatie
2018

Meer informatie

Edu Dorland
T 0646916697
E edu.dorland@kwrwater.nl

Keywords

Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



BTO 2018.068 | Juli 2018 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

Inhoud	1
1 Inleiding	3
2 Overkoepelend thema	4
2.1 Integrale risicoanalyse effecten klimaatverandering	4
2.2 Toepasbaarheid Duits klimaatonderzoek voor de Nederlandse situatie	4
3 Chemische kwaliteit oppervlaktewater bij veranderend klimaat en emissies	5
3.1 Ontwikkeling waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening (2014-'15)	5
3.2 Verbetering prognose waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening (2015-2016).	5
4 Fysieke kwetsbaarheid van het leidingnet	7
4.1 Fysieke kwetsbaarheid drinkwaterleidingen voor klimaatverandering (2014-'16).	7
5 Biologische stabiliteit van het drinkwater in het distributienet bij klimaatverandering/ opwarming	8
5.1 Toekomstige temperatuur in het distributienet onder invloed van klimaatverandering en verstedelijking (2013-'14).	8
5.2 Hotspots in het leidingnet: oorzaken, risico's voor de waterkwaliteit en mogelijkheden voor adaptatie	9
5.3 Maatregelen om hotspots in het leidingnet terug te dringen	9
6 Vegetatie(successie), biodiversiteit en haalbaarheid natuurdoelen	10
6.1 Inbouw van bodemnutriënten en zuurgraad in PROBE	10
7 Verdamping (door vegetatie), grondwateraanvulling en grondwaterkwaliteit	12
7.1 PROBE-3: een innovatief model voor vegetatieontwikkeling, grondwateraanvulling en nitraatuitspoeling	12
7.2 Effecten van klimaatverandering en stikstofdepositie op grondwater	12

8	Drinkwaterverbruik, waaronder piekfactoren	13
8.1	Toekomstig watergebruik en piekfactoren bij klimaatverandering	13
9	Microbiologische kwaliteit oppervlaktewater incl. impacts voor waterzuivering	14
9.1	Rol bodempassage in de adaptatie van oppervlaktewaterbedrijven aan de gevolgen van verslechterende oppervlaktewaterkwaliteit door vergrijzing en klimaatverandering	14
9.2	Bodempassage Nieuwe Stijl (2017)	14
10	Disseminatie van onderzoeksresultaten	16
	Bijlage I Interview themavoorzitter en -coördinator	17

1 Inleiding

De belangrijkste taak van de BTO Themagroep Klimaatbestendige watersector was het (kwantitatief) in beeld brengen van de belangrijkste risico's en kansen van klimaatverandering voor de drinkwatersector, en het formuleren van strategieën om de risico's het hoofd te bieden (adaptatie) en de kansen te benutten.

In dit rapport presenteren wij de belangrijkste uitkomsten van vijf jaar onderzoek naar bovengenoemde opgaven. Hierbij konden een aantal elementen worden onderscheiden:

- Kennisvergaring en prioritering van onderzoeksvragen
- Ontwikkeling van tools en instrumenten om risico's en effecten van maatregelen kwantitatief te beschrijven
- In beeld brengen van adaptatiemogelijkheden (handelingsperspectieven)

De themagroep is in 2013 gestart met een inventarisatie van alle risico's en kansen. Deze zijn vervolgens geprioriteerd en vertaald in een onderzoeksagenda met focus op zeven thema's:

1. Chemische kwaliteit oppervlaktewater
2. Fysieke kwetsbaarheid leidingnet
3. Biologische stabiliteit distributienet bij opwarming
4. Vegetatie, biodiversiteit en natuurdoelen
5. Verdamping, grondwateraanvulling en -kwaliteit
6. Drinkwaterverbruik
7. Microbiologische kwaliteit oppervlaktewater

De themagroep heeft, in nauwe samenwerking met een groot aantal onderzoekers van KWR, binnen elk van de zeven onderzoeksthema's verschillende projecten gedefinieerd. De belangrijkste resultaten van deze onderzoeken worden in de volgende hoofdstukken (H2-H9) gepresenteerd. Deze resultaten zijn ook openbaar gemaakt middels een interactief document en vakblad artikel, zie hoofdstuk 10 voor meer informatie.

2 Overkoepelend thema

2.1 Integrale risicoanalyse effecten klimaatverandering

Looptijd: 2013-2014
Projectleider: Gertjan Zwolsman

Activiteiten en producten

- Werksessie: Inventarisatie en prioritering van mogelijke onderzoeksthema's. TG-verg. 29 november 2012.
- Werksessie: Nadere uitwerking van de geselecteerde onderzoeksthema's. TG-verg. 15 januari 2013.
- Werksessie: Prioritering van onderzoeksonderwerpen voor de themagroep klimaatbestendige watersector. TG-verg. 14 oktober 2013.
- Presentatie: Resultaten BTO project Integrale risicoanalyse klimaatverandering voor de drinkwatersector. J.J.G. Zwolsman, voor Coördinerend Overleg, 25 november 2013.
- **BTO rapport 2013.017**. Vijfjarenplan Thema Klimaatbestendige watersector
- **BTO rapport 2014.027**. Risico's van klimaatverandering voor de drinkwatersector. Gertjan Zwolsman (red.), Gijsbert Cirkel, Bas Hofs, Edwin Kardinaal, Kimberly Learbuch, Han Runhaar, Martin van der Schans, Patrick Smeets, Peter van Thienen, Paul van der Wielen, Flip Witte, Bas Wols. December 2014.

2.2 Toepasbaarheid Duits klimaatonderzoek voor de Nederlandse situatie

Looptijd: 2016-2017
Projectleider: Arnaut van Loon & Edu Dorland

Activiteiten en producten

- Quick-scan belangrijkste onderzoeksrapporten en regionale roadmaps van Duits klimaatonderzoek ("KLIMZUG").
- Uitwerken prioriteringsvoorstel voor selectie van beperkt aantal nader uit te werken KLIMZUG projecten
- Bestuderen en samenvatten van ca. 20 KLIMZUG projecten
- **BTO rapport 2017.020**. Toepasbaarheid van Duits klimaatonderzoek voor de Nederlandse watersector. Arnaut van Loon, Edu Dorland, Niels Hartog, Gijsbert Cirkel, Ruud Bartholomeus, Martin van der Schans, Martin Bloemendaal, Nikki van Bel en Flip Witte. Mei 2017.
- BTO Managementsamenvatting bij BTO rapport 2017.020.

3 Chemische kwaliteit oppervlaktewater bij veranderend klimaat en emissies

3.1 Ontwikkeling waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening (2014-'15)

Looptijd: 2014-2015
Projectleider: Gertjan Zwolsman & Rosa Sjerps

Activiteiten en producten

- Opstellen lijst met probleemstoffen bij de innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening
- Presentatie waterkwaliteit innamepunten Evides 29-09-2015
- Presentatie waterkwaliteit innamepunten Waternet 25-09-2015
- H2O-Online_1608-04, 2016. Effect van klimaatverandering en vergrijzing op waterkwaliteit drinkwaterfunctie van Maas en Rijn. Rosa Sjerps, Thomas ter Laak, Gertjan Zwolsman.
- Infographic (als onderdeel van BTO rapport.
- **BTO rapport 2016.028** Ontwikkeling waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening. Rosa Sjerps, Thomas ter Laak, Gertjan Zwolsman. April 2016.
- Managementsamenvatting bij BTO rapport 2016.028

3.2 Verbetering prognose waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening (2015-2016).

Looptijd: 2016
Projectleider: Gertjan Zwolsman & Rosa Sjerps

Activiteiten en producten

- Opstellen van nieuwe concentratie-afvoer relaties voor de aandachtstoffen in de vorige BTO studie, op basis van de dataset voor waterkwaliteit en afvoer van 2010 t/m 2014.
- Modelleren van de waterkwaliteit voor de aandachtstoffen in het jaar 2050, voor huidig klimaat, G en W+ scenario, bij huidige en toekomstige belasting.
- Infographic (herzien)
- **BTO rapport 2016.105.** Verbetering prognose waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening. Rosa Sjerps en Gertjan Zwolsman. December 2016.
- Management samenvatting bij BTO rapport 2016.105.
- Rosa M.A. Sjerps, Thomas L. ter Laak, Gertjan J.J.G. Zwolsman. Projected impact of climate change and chemical emissions on the water quality of the European rivers Rhine

- and Meuse: A drinking water perspective. *Science of the Total Environment* 601-602, 2017, 1682-1694.
- Rosa Sjerps, Wim Werkman, Harry Römgers, Gertjan Zwolsman, 2016. Wateraanvoer van Waal naar Maas: gunstig voor de waterkwaliteit? *H2O-online*/ 16 november 2016.

4 Fysieke kwetsbaarheid van het leidingnet

4.1 Fysieke kwetsbaarheid drinkwaterleidingen voor klimaatverandering (2014-'16).

Looptijd: 2014-2017
Projectleider: Bas Wols

Activiteiten en producten

- Analyse van storingsdata op regionaal niveau
- Voorspelling van storingen in 2050 onder verschillende klimaatscenario's
- Kennis over de invloed van klimaatextremen op storingen
- Presentaties bij PWN, Dunea en Brabant water
- **BTO Rapport 2016.016.** Fysieke kwetsbaarheid leidingen voor klimaatverandering. B. A. Wols, J. van Summeren, G. Mesman, B. Raterman. Mei 2016.
- Management samenvatting bij BTO rapport 2016.016.
- Wetenschappelijke publicatie: B. A. Wols, A. Vogelaar, A. Moerman, B. Raterman (2018). Effects of weather conditions on drinking water distribution pipe failures in the Netherlands. Water Science and Technology: Water Supply, Volume 18,issue 4. DOI: 10.2166/ws.2018.085.

5 Biologische stabiliteit van het drinkwater in het distributienet bij klimaatverandering/ opwarming

5.1 Toekomstige temperatuur in het distributienet onder invloed van klimaatverandering en verstedelijking (2013-'14).

Looptijd: 2013-2014
Projectleider: Claudia Agudelo-Vera en Mirjam Blokker

Activiteiten en producten

- Kwantitatief bepalen relatie tussen weer en bodemtemperatuur in de toplaag (0-2 m) van de meest voorkomende grondsoorten in Nederland.
- Uitbreiding model voor de relatie tussen weer en bodemtemperatuur voor de meest voorkomende grondsoorten in Nederland
- Toepassing weerscenario's (conform KNMI 2006) in het kwantitatieve model om de toekomstige bodemtemperaturen (zomermaanden) te kunnen voorspellen.
- Kwantificeren Urban Heat Island effect en het effect van piekvragen; opnemen van deze effecten in het rekenmodel voor de bodemtemperatuur resp. de drinkwatertemperatuur.
- Validatie modelresultaten door vergelijking met gemeten temperaturen in het distributienet uit het verleden.
- Een schets van de toekomstige temperatuur van het water in het distributienet, o.i.v. klimaatverandering en verstedelijking.
- Doorvertaling naar risico's voor de sector en een eerste (kwalitatieve) inschatting van het effect van mitigerende maatregelen bij risicovolle situaties.
- **BTO Rapport 2015.012.** Drinking water temperature in future urban areas. Claudia Agudelo-Vera, Mirjam Blokker, Paul van der Wielen and Bernard Raterman. Februari 2015.
- Managementsamenvatting bij BTO rapport 2015.012.
- Presentatie en Abstract: Climate change and urbanization impact on the drinking water distribution network temperature - *Deltas in Times of Climate Change Conference*, Rotterdam, 26 september 2014.
- Vakblad artikel en presentatie. Agudelo-Vera, C., Blokker, E. J. M. and Pieterse-Quirijns, E. J. (2014). "Early warning systems to predict temperature in the drinking water distribution network; 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, CCWI2013." *Procedia Engineering*, 70, 23-30.
- Vakblad artikel: Early warning system to forecast maximum temperature in drinking water distribution systems. C. M. Agudelo-Vera, E. J. M. Blokker and E. J. Pieterse-Quirijns (In Press). *Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA* |

5.2 Hotspots in het leidingnet: oorzaken, risico's voor de waterkwaliteit en mogelijkheden voor adaptatie

Looptijd: 2016-2017
Projectleider: Claudia Agudelo-Vera en Mirjam Blokker

Activiteiten en producten

- Kennis vergaren over de aanwezigheid van hotspots in het leidingnet: hoogte temperatuur, hoe lang, hoe veel, waar in het net, en vooral waarom daar?
- Inzicht in het voorkómen van hotspots: (welke) maatregelen zijn nodig?
- Overzicht op basis van bestaande literatuur (KWR studies) over de invloed van temperatuur op de microbiologische problemen en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.
- **BTO rapport 2017.023.** Hotspots in het leidingnet. C. Agudelo-Vera en Y. Fujita. September 2017.
- Managementsamenvatting bij BTO rapport 2017.024.
- **BTO rapport 2017.024.** Literatuuronderzoek naar de invloed van temperatuur op groei van opportunistische pathogenen in drinkwater. N. van Bel. September 2017.
- Managementsamenvatting bij BTO rapport 2017.024.
- Presentatie CCWI congres 2016 Amsterdam. Finding subsurface (anthropogenic) heat sources that influence temperature in the drinking water distribution system.
- Wetenschappelijk artikel: C. M. Agudelo-Vera, M. Blokker, H. de Kater, en R. Lafort, 2017. Identifying (subsurface) anthropogenic heat sources that influence temperature in the drinking water distribution system. Drinking Water Engineering and Science 10, 83-91.

5.3 Maatregelen om hotspots in het leidingnet terug te dringen

Looptijd: 2017-2018
Projectleider: Claudia Agudelo-Vera en Mirjam Blokker

Activiteiten en producten

- Kwantificeren van oorzaken van de hotspots in de stad en van het reducerende effect van adaptatie/mitigatiemaatregelen.
- Implementatie van maatregelen: Klimaatadaptatie in relatie tot assetmanagement
- **BTO rapport 2018.024.** Aanpak om de hotspots in het leidingnet terug te dringen. C.M. Agudelo-Vera.
- Managementsamenvatting bij BTO rapport 2018.024.
- Presentatie Pan-European Symposium Water and Sanitation Safety Planning and Extreme Weather Events 2017 Bilthoven. Sub-surface Urban Heat Island (SSUHI) - Sources and effects on drinking water.
- Interview C.M. Agudelo-Vera, 2017. Ondergrondse hittestress uitdaging voor watersector. H2O-Online.

6 Vegetatie(successie), biodiversiteit en haalbaarheid natuurdoelen

6.1 Inbouw van bodemnutriënten en zuurgraad in PROBE

Looptijd: 2013-2016
Projectleider: Flip Witte

Activiteiten en producten

- Opstellen gegevensbestand bodemchemie over bodemprofielen die voor NL representatief zijn.
- Opstellen relaties tussen gesimuleerde voedselrijkdom bodem en gemiddelde indicatiewaarden of planteigenschappen van de vegetatie. Deze reprofuncties zijn ingebouwd in PROBE.
- Toepassing model op een proefgebied.
- Simulatieresultaten voor (zand)bodems van Nederland voor verschillende combinaties van geohydrologische gesteldheid, bodemchemie en chemische samenstelling van het grondwater, klimaatscenario en atmosferische depositie.
- **BTO rapport 2016.011. Inbouw van bodemnutriënten en zuurgraad in PROBE.** D.G. Cirkel, Y. Fujita, R.P. Bartholomeus & J.P.M. Witte. Maart 2016.
- Managementsamenvatting bij BTO rapport 2016.011.
- Wetenschappelijk artikel: Fujita, Y., Van Bodegom, P.M., Runhaar, J., Olde Venterink, H., & Witte, J.P.M. (2013). Towards a proper integration of hydrology in predicting soil nitrogen mineralization rates along natural moisture gradients. *Global Biogeochemical Cycles*, 58, 302-312.
- Wetenschappelijk artikel: Fujita, Y., Van Bodegom, P.M., & Witte, J.P.M. (2013). Relationships between nutrient-related plant traits and combinations of soil N and P Fertility. *PLoS ONE* 8(12), 8, e83735
- Wetenschappelijk artikel: Fujita, Y., Witte, J.P.M., & Van Bodegom, P.M. (2014). Incorporating microbial ecology concepts into soil mineralization models to improve regional predictions of carbon and nitrogen fluxes. *Soil biology and biochemistry*, 28, 223-238.
- Wetenschappelijk artikel: Cirkel, D.G., Witte, J.P.M., Nijp, J.N., van Bodegom, P.M., & Zee, S.E.A.T.M. (2014). The influence of spatiotemporal variability and adaptations to hypoxia on empirical relationships between soil acidity and vegetation. *Ecohydrology*, 7, 21-23.
- Wetenschappelijk artikel: Witte, J.P.M., Bartholomeus, R.P., Van Bodegom, P.M., Cirkel, D.G., Van Ek, R., Fujita, Y., Janssen, G., Spek, T.J., & Runhaar, J. (2014). A probabilistic eco-hydrological model to predict the effects of climate change on natural vegetation at a regional scale. *Landscape Ecol.*
- Wetenschappelijk artikel: Van der Knaap, Y.A.M., De Graaf, M., Van Ek, R., Witte, J.P.M., Bierkens, M.F.P., & Van Bodegom, P.M. (submitted). Potential impacts of groundwater conservation measures on catchment-wide vegetation patterns in a future climate. *Landscape Ecol.*
- Rapport: Van Ek, R., Witte, J.P.M., Mol-Dijkstra, J.P., De Vries, W., Wamelink, G.W.W., Hunink, J., Van der Linden, W., Runhaar, J., Bonten, L., Bartholomeus, R., Mulder, H.M., &

- Fujita, Y. (2014). Ontwikkeling van een gemeenschappelijke effect module voor terrestrische natuur. Amersfoort: STOWA.
- Rapport: Bartholomeus, R.P., & Witte, J.P.M. (2013). Ecohydrological Stress - Groundwater To Stress Transfer. Theory and manual version 1.0. Nieuwegein: KWR Watercycle Research Institute.
 - Presentatie: A framework to assess the feasibility of EU nature targets under conditions of climate change; The Baakse beek case study. European climate Change Conference, Hamburg. 2013-03-19
 - Presentatie: Effecten van waterbeheer en klimaatverandering op natuurlijke vegetaties. Inbouw bodemnutriënten en zuurgraad in PROBE. J.P.M. Witte, TG-verg. 2 april 2013.
 - Presentatie: Climate change. How predictable are water and vegetation? A case study of the Netherlands. J.P.M. Witte, Oral presentation, HydroEco, Rennes, 14 mei 2013.
 - Presentatie: Probe2: A climate versatile vegetation model. J.P.M. Witte, Kennis voor Klimaat bijeenkomst, Weert, 29 oktober 2013.
 - Presentatie: Klimaatverandering in de Baakse beek; Potentiële gevolgen voor water, landbouw en natuur. Provincie Gelderland, Arnhem. 2014-01-30.
 - Presentatie: Predicting vegetation patterns under future climatic conditions with a process-based eco-hydrological model. Deltas in times of climate change II, Rotterdam, met Ruud Bartholomeus. 2014-09-24.

7 Verdamping (door vegetatie), grondwateraanvulling en grondwaterkwaliteit

7.1 PROBE-3: een innovatief model voor vegetatieontwikkeling, grondwateraanvulling en nitraatuitspoeling

Looptijd: 2015-2016

Projectleider: Flip Witte

Activiteiten en producten

- Een dynamisch successiemodel voor vegetatieontwikkeling en grondwateraanvulling op grondwateronafhankelijke bodems.
- Analyse van historische reeksen voor een aantal locaties en validatie van simulatieresultaten (nitraat, vegetatie).
- Modelresultaten van twee scenario's die verschillen in klimaat en atmosferische stikstofdepositie.
- **BTO rapport 2016.071**. PROBE-3: A succession model for ecosystem services. Y. Fujita, R. P. Bartholomeus, J.-P. M. Witte. Augustus 2016.
- Managementsamenvatting bij BTO rapport 2016.071.

7.2 Effecten van klimaatverandering en stikstofdepositie op grondwater

Looptijd: 2017-2018

Projectleider: Flip Witte

Activiteiten en producten

- Measured water and N-fluxes in lysimeters (placed at a depth of 50 cm; placed in coarse sand with a very deep groundwater table), both in the current climate and in a climate forcing experiment.
- Simulated groundwater recharge and N leaching to groundwater, both for the current and expected future climate, as well as for N-deposition scenarios.
- A validated PROBE-3 model for N leaching, tailored to dry-lands. The validated PROBE-3 version will be available on request, whenever companies have new questions about the consequences of climate change and N-deposition.
- Concept **BTO rapport 2018.xxx**. Effects of climate change and nitrogen deposition on groundwater. Y. Fujita, B. Voortman, J.-P.M. Witte. Juni 2018. Inclusief managementsamenvatting.

8 Drinkwaterverbruik, waaronder piekfactoren

8.1 Toekomstig watergebruik en piekfactoren bij klimaatverandering

Looptijd: 206-2018
Projectleider: Erwin Vonk

Activiteiten en producten

- Inzicht in relaties tussen meteorologische variabelen en waterverbruik op dagbasis voor verschillende typen voorzieningsgebied op basis van historische langjarige meetreeksen en detailanalyse waterverbruik tijdens de hittegolven van augustus 2003 en juli 2006.
- Relatieve toename waterverbruik en verandering van herhalingstijden van piekvragen als functie van weersvariabelen in beeld brengen.
- Uitgewerkte klimaatscenario's voor waterverbruik in de geselecteerde voorzieningsgebieden, voor de zichtjaren 2050 en 2085.
- Inzicht in effecten op bedrijfsvoering bij hoge watervraag o.b.v. ervaringen waterleidingbedrijven tijdens eerdere piekperioden.
- **BTO rapport 2017.043.** De gevolgen van klimaatverandering en vakantiespreiding voor de drinkwatervraag. E. Vonk, D.G. Cirkel, I. Leunk. November 2017.
- Managementsamenvatting bij BTO rapport 2017.043.
- Presentaties op locatie bij WML, PWN, Vitens, Brabant Water, en De Watergroep.
- Vakbladartikel: concept gereed

9 Microbiologische kwaliteit oppervlaktewater incl. impacts voor waterzuivering

9.1 Rol bodempassage in de adaptatie van oppervlaktewaterbedrijven aan de gevolgen van verslechterende oppervlaktewaterkwaliteit door vergrijzing en klimaatverandering

Looptijd: 2015-2016
Projectleider: Niels Hartog

Activiteiten en producten

- Overzicht verwijdering geneesmiddelen in Nederlandse bodempassagesystemen
- Werkwijze om afname van concentraties aan geneesmiddelen, specifiek en totaal, bij verschillende bodempassagesystemen te vergelijken
- Inventarisatie, overzicht en coherente synthese van kwaliteitsverbeteringen die optreden bij verschillende bodempassagesystemen in Nederland
- Uitwerking extensieve methoden of aanpassingen waarmee de kwaliteitsverbetering door bodempassagesystemen verhoogd kan worden.
- Afwegingskader te beoordeling meerwaarde van (versterkte) kwaliteitsverbetering door bodempassage i.v.m. die door uitbreiding van de ruwwaterzuivering.
- **BTO rapport 2016.074.** The contribution of soil passage in removing pharmaceutical compounds from infiltrated surface water Towards potential adaption to increasing concentrations due to climate change and ageing. B. de la Loma, N. Hartog. Augustus 2016.
- Management samenvatting bij BTO rapport 2016.074.

9.2 Bodempassage Nieuwe Stijl (2017)

Looptijd: 2017-2018
Projectleider: Niels Hartog

Activiteiten en producten

- Actueel overzicht van de wijze waarop bodempassage op praktische wijze ingezet en aangepast kan worden teneinde de meerwaarde van bodempassage zo volledig mogelijk te benutten.
- Praktijkervaring voor het verkennen en afwegen van winlocatie-specifieke condities en de daaruit voortvloeiende mogelijke toe- en aanpassingen van bodempassage.
- Inzicht in de bijdrage van de toepassing van bodempassage in relatie tot de (bestaande) bovengrondse zuiveringsstappen ter optimalisatie van de gehele zuiveringsketen.
- Praktisch en actueel kennisdocument als basis voor het effectiever toepassen van bodempassage voor het verduurzamen en robuuster maken van de drinkwaterproductie van de toekomst.

- (Concept) **BTO rapport 2018.063**. Bodempassage Nieuwe Stijl (BoNuS) Verkenning van actievere mogelijkheden voor inzet van bodempassage ter verlaging waterzuiveringsinspanning. C. Bertelkamp, N. Hartog, P. Stuyfzand. Juni 2018. Inclusief Management samenvatting.
- Workshop Bodempassage Nieuwe Stijl, 14 juni 2018, KWR.

10 Disseminatie van onderzoeksresultaten

De resultaten van 5 jaar BTO onderzoek is op meerdere manieren openbaar gemaakt. Naast de BTO rapporten en managementsamenvattingen die in voorgaande hoofdstukken zijn beschreven, zijn deze resultaten ook inzichtelijk gemaakt door:

- Voorliggend BTO rapport met overzicht van opbrengsten
- Een interview met themagroepvoorzitter Ruud van der Neut (PWN) en themacoördinator Edu Dorland (KWR) dat is geplaatst op de interne portal van KWR portal en BTO Net (Bijlage 1).
- Een interactieve Powerpoint presentatie (BTO 2018.059).
- Concept vakblad artikel

Bijlage I Interview themavoorzitter en –coördinator

Titel: Een toekomstbestendige drinkwatersector móet voorbereid zijn op klimaatverandering.

Subtitel: Van focus binnen één themagroep naar integratie in alle themagroepen

November 2017

Binnen het BTO-programma 2013-2017 was klimaatverandering een apart thema, dat grondig is aangepakt. Op basis van een integrale risico-inventarisatie is een onderzoeksprogramma opgesteld waarin de impact van klimaatverandering op de volle breedte van de drinkwatervoorziening aan de orde kwam. Dankzij dat programma is er nu bijvoorbeeld meer kennis over de veranderende waterkwaliteit bij innamepunten, de effecten van klimaatverandering en adaptatiemaatregelen op vegetatie, hot spots in leidingnetten en nog veel meer. Themagroepvoorzitter Ruud van der Neut en themacoördinator Edu Dorland kijken met plezier naar de bereikte resultaten. In het nieuwe BTO-programma is klimaatverandering niet langer een apart thema, maar wordt het onderwerp onderdeel van het onderzoek in meerdere themagroepen. Dit vinden Van der Neut en Dorland een goede keuze: voorbereid zijn op klimaatverandering hoort onderdeel te zijn van de dagelijkse praktijk. Maar laat het alsjeblieft niet ondersneeuwen: voor een toekomstbestendige drinkwatersector is goed omgaan met de effecten van klimaatverandering cruciaal.

De themagroep *Klimaatbestendige watersector* heeft een mooie boog doorlopen, vindt themacoördinator Edu Dorland: “De eerste taak van de themagroep was om in kaart te brengen welke risico’s en kansen klimaatverandering meebrengt voor de drinkwatersector. Met die kennis is vervolgens een onderzoeksprogramma geformuleerd om de belangrijkste risico’s het hoofd te bieden en kansen te benutten. Er zijn strategieën en tools ontwikkeld waarmee de sector de effecten van klimaatverandering waar nodig kan beperken: adaptatie en mitigatie. Die opzet is geslaagd: in de komende jaren kunnen verschillende BTO-themagroepen verder met het onderwerp klimaatverandering, elk binnen hun eigen werkveld. Ook in het programma WiCE, dat focust op water in de circulaire economie, zal klimaatverandering zeker een rol spelen. We hebben als themagroep in de afgelopen jaren het onderwerp in kaart gebracht, gefocust op de prioriteiten, en handvatten ontwikkeld waarmee de drinkwaterbedrijven klimaatverandering effectief het hoofd kunnen bieden – binnen hun dagelijkse praktijk.”

Dorland (KWR) en de huidige themagroepvoorzitter Ruud van der Neut (PWN) zijn beiden pas later bij deze themagroep gekomen. De themagroep is gestart door themacoördinator Gertjan Zwolsman (toen KWR, nu Dunea) en themagroepvoorzitter Sef Philips van (toen) Brabant Water. De themagroep werd opgezet, omdat eerder BTO trendonderzoek klimaatverandering identificeerde als een belangrijke ontwikkeling met grote impact.

1.1 Invloed van bron tot tap

Klimaatverandering heeft invloed op alle facetten van de drinkwatervoorziening, letterlijk van bron tot tap. Als je klimaatverandering bespreekt, heb je dus altijd vertegenwoordigers van een veelheid van expertises rond de tafel zitten: ecologie, geohydrologie, chemische en microbiologische waterkwaliteit, zuivering en distributie. Dat is niet alleen heel interessant, maar ook complex, omdat iedere discipline zijn eigen taal spreekt en eigen prioriteiten ziet. “Toch was het goed om voor klimaatverandering een aparte groep te vormen,” vindt Van der Neut. “Van sommige onderwerpen kun je niet direct zeggen wie er ‘probleemeigenaar’ moet zijn, ze raken aan zo veel facetten. Ik denk dan bijvoorbeeld aan hotspots in het stedelijk leidingnet: dat gaat over distributie en waterkwaliteit en bodemmodellen en omgeving. Dan is het goed als er één groep is met klimaatverandering als topprioriteit om deze ‘nieuwe’ problemen op te pakken. Bij andere thema’s zou het onderwerp klimaatverandering misschien onderbelicht blijven.”

1.2 Risicoanalyse en focus

Dorland: “Het is onze voorgangers prima gelukt om binnen de themagroep effectief samen te werken en de neuzen dezelfde kant uit te krijgen bij het vaststellen van de onderzoeksprioriteiten en kennishiaten.” Daarvoor heeft de themagroep in 2013 eerst een integrale risicoanalyse gemaakt van de effecten van klimaatverandering. Daar kwamen als belangrijkste onderzoeksonderwerpen uit:

- de veranderende chemische waterkwaliteit van oppervlaktewater, met name bij innamepunten voor oppervlaktewater
- de fysieke kwetsbaarheid van het leidingnet
- de biologische stabiliteit van drinkwater in het distributienet, met name bij opwarming
- de effecten op vegetatie, biodiversiteit en de haalbaarheid van natuurdoelen
- verdamping, grondwateraanvulling en grondwaterkwaliteit
- drinkwaterverbruik en piekfactoren
- microbiologische kwaliteit van oppervlaktewater en de impact op waterzuivering (bijvoorbeeld met bodempassage)

1.3 Resultaat: PROBE

Er is vijf jaar lang hard gewerkt aan deze onderwerpen, met mooie resultaten tot gevolg. Dorland: “Een mooi voorbeeld is de ontwikkeling van het model PROBE, waarmee kan worden gemodelleerd hoe vegetatie zal reageren op klimaatverandering en op (adaptatie)maatregelen. Dit is zowel een belangrijk resultaat als een *work in progress*, want er is nog veel potentieel voor doorontwikkeling. Het BTO heeft jarenlang in PROBE geïnvesteerd en het model heeft nu nationale erkenning gekregen doordat de doorontwikkeling van dit model - als onderdeel van de *Waterwijzer Natuur* - wordt gefinancierd door organisaties als STOWA en het Planbureau voor de Leefomgeving PBL. Mede hierdoor is ook het bewustzijn over klimaatverandering binnen en buiten de drinkwatersector stevig toegenomen, en dat was zeker ook een doel van de themagroep: zorgen dat klimaatverandering breed onder de aandacht komt, zodat onze maatschappij

zich kan aanpassen. Externe partijen als STOWA en Vewin werden bij het onderzoek betrokken, vaak via het netwerk van de verschillende themagroepleden, die vaak ook in andere overlegorganen een rol vervullen.”

I.4 Resultaat: hot spots in het stedelijk leidingnet

Van der Neut: “Een ander mooi resultaat is het onderzoek naar hot spots in het stedelijk leidingnet en naar de zettingsgevoeligheid. Samen met Evides en de themagroep Asset management hebben we nu een veel beter inzicht in hittestress in de stad en de gevoeligheden van ons distributienet en de verschillende materiaalsoorten. Plus een concreet model om storingen te voorspellen. Dat is een heel toepasbaar resultaat. Toen het model bij PWN werd gepresenteerd, hoorde ik één van onze monteurs zeggen dat hij dit wel erg gaaf vond. Dankzij sensornetwerken in Rotterdam en thermische camerametingen weten we nu veel meer en hebben we bijvoorbeeld hard kunnen maken dat de temperatuur van de bodem de belangrijkste factor is die de temperatuur van het drinkwater in het distributiesysteem bepaalt. Nu kunnen we maatregelen bedenken om negatieve effecten tegen te gaan, bijvoorbeeld door rekening te houden met de ligging van leidingen onder asfalt, de schaduwwerking van gebouwen en antropogene hittebronnen, zoals warmtenetten, riool en ondergrondse hoogspanningskabels. Dat is erg belangrijk bij de planning van nieuwe tracés en zeer actueel door de energietransitie naar duurzame energiebronnen.”

I.5 Waterkwaliteit innamepunten, piekfactoren en bodempassage

Andere resultaten van de themagroep zijn de toegenomen kennis over de ontwikkeling van de oppervlaktewaterkwaliteit bij innamepunten, waarvoor intensief is samengewerkt met RIWA-Rijn en RIWA-Maas, inzicht in piekfactoren bij toekomstig watergebruik als gevolg van klimaatverandering, en de rol van bodempassage: een proces dat bij vrijwel alle oppervlaktewaterwinningen in Nederland een onderdeel in de drinkwaterproductieketen is. Het onderzoek aan dit laatste onderwerp is nog in volle gang en richt zich op de vraag hoe bodempassage bij drinkwaterproductie zo kan worden ingericht of aangepast dat de benodigde inspanning voor verdere zuivering wordt geminimaliseerd, met inachtneming van effecten van klimaatverandering op oppervlaktewaterkwaliteit”.

Kennis overdragen

In het nieuwe BTO-programma dat op 1 januari start is er zoals gezegd geen aparte themagroep meer voor klimaatverandering. Daarom is het voor deze themagroep nóg belangrijker dan voor andere dat de bereikte resultaten goed worden vastgelegd en toegankelijk zijn, zodat de verworven kennis ook in de komende jaren kan worden ingezet.

Van der Neut: “Voor mij staat voorop dat kennisoverdracht het best gaat door de resultaten te presenteren bij de waterbedrijven zelf. Dan bereik je de meeste en de juiste mensen en die waarderen dat. Ik verwacht dat presenteren op locatie in het komende BTO-programma vaak zal worden ingezet. Zorg dat je resultaten hebt die de bedrijven in de praktijk kunnen toepassen, en draag die goed over. Uiteraard is het ook van belang om de onderzoeksresultaten goed te documenteren. Dat gaan wij bijvoorbeeld doen via een interactieve rapportage.”

1.6 Interactieve rapportage

Dorland vult aan: “Daarbij sluiten we aan bij een aantal andere themagroepen, die ook een dergelijke interactieve rapportage inzetten. Omdat klimaatverandering zo’n breed thema is, vond onze themagroep een symposium geen geschikt middel om onze resultaten over te dragen. Wel komt een deel van ons onderzoek aan de orde in het eindsymposium van de themagroep *Duurzame bronnen en Watersystemen* op 31 januari 2018. Omdat we zoveel raakvlakken hebben met andere thema’s, zal onze interactieve rapportage ook veel doorlinken naar informatie bij andere themagroepen. We moeten zorgen dat de juiste kennis goed met elkaar gelinkt wordt en vindbaar is, en bovendien de onderliggende verzamelde data beschikbaar houden, zodat ze opnieuw kunnen worden gebruikt voor komend onderzoek.”

1.7 Intensievere samenwerking

Van der Neut en Dorland vinden het een positieve ontwikkeling dat implementatie van resultaten in het komende BTO structureel wordt opgenomen in de projectplannen. Van der Neut: “Zowel bij de programmering en aansturing van het onderzoek als bij het doorzetten van onderzoeksresultaten naar de praktijk is de input van de waterbedrijven in het BTO heel belangrijk. Hoe effectief die input is, hangt onder meer af van de manier waarop de vertegenwoordigers van de waterbedrijven hun taak invullen. Het is goed dat het maken van implementatieplannen daar nu een structureel onderdeel van wordt. Dit bevordert de samenwerking tussen de waterbedrijven en KWR en dat resulteert in meer vraaggestuurd onderzoek.”

1.8 Toekomstbestendige drinkwatervoorziening

Natuurlijk vinden Van der Neut en Dorland het mooi dat de themagroep zo’n fraaie boog doorlopen heeft: het onderwerp klimaatverandering is grondig verkend, geprioriteerd en onderzocht en krijgt nu een plaats binnen de andere thema’s, en daar hoort het ook thuis. Maar dan liefst wel zichtbaar onder de noemer klimaatverandering in onze onderzoeksprogrammering, zodat de aandacht niet verslapt. Dorland: “Verschillende aspecten van klimaatverandering worden overgenomen door de nieuwe themagroep *Bronnen en omgeving*, maar ook in de andere themagroepen moet het onderwerp opgepikt worden. Ik zie nog niet zoveel projecten met klimaatverandering in hun beschrijving. Gelukkig blijft er ook veel kennis behouden bij de onderzoekers van KWR en doordat leden van de oude themagroep een positie krijgen binnen nieuwe themagroepen.” Van der Neut vult aan: “Inspelen op klimaatverandering is wel één van de belangrijke thema’s waar we voor staan om te komen tot een duurzame en toekomstbestendige drinkwatervoorziening.”