

Kom verder



Water Works Worldwide

Water Werkt Wereldwijd - Water Werken Wereldwijd
Werkelijke Waarde van Water

Lectoraat International Water Technology
Lectorale rede dr.ir. Harry Futselaar

Inhoudsopgave

Colofon	2
Woord vooraf	3
1. Inleiding	4
2. Water Wereld Wijd	5
2.1 Mondiaal	6
2.2 Europees	9
2.3 Nationaal	11
2.4 Regionaal	13
2.5 Lokaal	14
2.6 Individueel	17
3. Profilering van het lectoraat	21
3.1 Thematisering	21
3.2 Positionering	23
4. Onderzoeklijnen van het lectoraat	31
5. Onderwijsambitie van het lectoraat	39
Dankwoord	43
Over de auteur	45



Colofon

Titel:	Water Werkt Wereldwijd: Werkelijke Waarde van Water
Auteur:	dr. ir. Harry Futselaar
Tekstredactie:	Silvia Stegeman
Eindredactie:	dr. ir. Harry Futselaar
Omslag foto:	Harm Futselaar
Vormgeving:	Factor 12
Drukwerk:	Repro Saxion
Uitgave:	mei 2016

Rede in samengevatte vorm, uitgesproken door dr.ir. Harry Futselaar ter gelegenheid van zijn installatie als lector International Water Technology aan Saxion op maandag 30 mei 2016 op de rioolwaterzuivering Glanerbrug tijdens de opening van het Water Experiment Centrum Twente (WECTwente).

Woord vooraf

Het lectoraat International Water Technology (IWT) is op 1 april 2008 gestart ter versterking en verdere profilering van de 4-jarige studieroute IWT, die op 1 september 2007 onder de onderwijslicentie van Chemische Technologie begonnen is. De instelling van dit bedrijfs lectoraat was een logische vervolgstap op de uitwerking van de samenwerking tussen Saxion en (toen nog) Norit NV (sinds 11 mei 2011: Pentair) om invulling te geven aan de wederzijdse doelstellingen om in het HBO meer kennis op het gebied van watertechnologie te brengen, de betrokkenheid van het (regionale) bedrijfsleven bij specialistische en verdiepende onderwerpen te versterken, en de kennisopbouw en -circulatie te versnellen door het uitvoeren van gezamenlijke onderzoeksprojecten.

Vanwege de keuze voor een intensieve verbinding tussen onderwijs en onderzoek is besloten om het lectoraat niet onder een kenniscentrum te laten vallen, maar rechtstreeks onder de academie Life Science, Engineering & Design (LED). Binnen de studieroute werden de IWT-minor en de IWT-onderzoeksgroep (nu: Living Technology project semester; LTPS) zo ingericht dat de verdiepende vakken en de onderzoeksprojecten in lijn lagen met de onderzoekslijnen, zoals die in het lectoraat uitgevoerd werden, terwijl in het 1e en 2e jaar de onderwerpen binnen de projecten ontleend werden aan de (watertech-

nologie-)actualiteit. De onderzoekslijnen zelf werden gedefinieerd op basis van de behoefte van het werkveld en aanwezige expertise binnen de Life Science (LS) opleidingen. De kenniskring bestond in de eerste jaren dan ook uit LS-docenten/onderzoekers en R&D-medewerkers van Norit/Pentair. Om deze unieke samenwerking organisatorisch in te vullen werd vanuit Norit/Pentair Harry Futselaar als lector voor 0,4 fte bij Saxion gedetacheerd, terwijl Lars Koens (hoofddocent CT) als coördinator aangewezen werd om de combinatie van onderwijs-onderzoek mede vorm te geven.

De samenwerking tussen Saxion en Norit is destijds aangegaan voor een periode van 5 jaar (01 januari 2008 t/m 31 december 2012) met de intentie deze vervolgens met (steeds) een periode van 4 jaar te verlengen. De overname van dat deel van Norit NV (nl. Norit Proces Technologie Holding, waardoor het samenwerkingscontract nu valt onder dochterbedrijf X-Flow BV) door Pentair Inc. op 11 mei 2011 heeft aan deze succesvolle samenwerking niets veranderd. Het jaar 2013 is gebruikt om nieuwe financiering te vinden voor voortzetting als bedrijfs lectoraat, waarbij het lectoraat het onderzoek heeft voortgezet op basis van zelfgerealiseerde middelen uit het lopende projectenportfolio. Op 24 september 2014 zijn Pentair en Saxion een nieuwe 4-jarige samenwerking (01 september 2014 t/m 31 augustus 2018) aangegaan, welke financieel mede ondersteund wordt door Wetsus, European centre of excellence for sustainable water technology, waarbij inhoudelijk wordt samengewerkt met het CeW - Centre of Expertise Water Technology; beide centra gevestigd in Leeuwarden.





1 Inleiding

Geachte aanwezigen,

Daar sta je dan –eindelijk zullen sommigen zeggen- om jullie gedurende de komende 45 minuten in mijn leven in en met water mee te nemen. Eindelijk, daar ik met mijn directeur Peter van Dam had afgesproken dat wij voor mijn lectorale rede een natuurlijk moment zouden afwachten, en dat de realisatie van een fysieke testlocatie iets langer op zich heeft laten wachten dan wij jaren geleden hadden verwacht. Maar hierover later meer, want dat wij hier in het verre Twente niet over 1 laagje bevroren water zijn gegaan wil ik toch ook even met jullie delen.

Bij het voorbereiden van deze rede heb ik geregeld afgevraagd, welke boodschap ik aan jullie wil meegeven, welk deel van mijn passie, of leven (zoals mijn vrouw en kinderen zullen zeggen) ik met jullie zal delen zonder jullie te verzuipen. Voor mij zelf loopt water als een blauwe draad door mijn leven heen: van kinds af aan tot in de middelbare schooltijd behoorlijk intensief aan wedstrijdzwemmen gedaan; tijdens mijn studententijd begonnen met sportduiken, mijn afstudeeropdracht uitgevoerd op het gebied van pompturbines, gepromoveerd op de ontwikkeling van een nieuw type membraanmodule voor waterfiltratie, in mijn post-doc periode vluchtige organische componenten uit water verwijderd, mijn industriële carrière in water doorgebracht, en nu hier op Saxion al een groot aantal jaren lector Watertechnologie.

**Mijn boodschap is wat mij betreft heel simpel:
Water Werkt Wereldwijd!
of in het Engels iets veelomvattender:
Water Works Worldwide!**

wat ook te vertalen is als 'Waterwerken Wereldwijd' en verwijst naar de wereldwijde infrastructuur die nodig is om water te behandelen voor gebruik, te transporteren naar en van de gebruiker(s), en te zuiveren na gebruik.

Schoon water is van levensbelang! Daar hoeven we in ons land gelukkig nooit bij stil te staan. We draaien de kraan open en er stroomt lekker en gezond drinkwater uit. We spoelen ons afvalwater weg en vinden het normaal dat dit gezuiverd wordt voordat het op het oppervlaktewater geloosd wordt. Hoewel de kwaliteit en kwantiteit van betrouwbaar water in Nederland als vanzelfsprekend wordt beschouwd, is in een groot aantal werelddelen toegang tot voldoende en betrouwbaar water een uitdaging. Deze uitdaging zal de komend decennia alleen maar groter worden door de toename van de wereldbevolking, verdergaande verstedelijking en het streven naar een vergroening van onze economie door overgang op biologische brandstoffen en grondstoffen. Niet alleen elders op deze wereld, maar ook dichterbij ... in Europa, in Nederland, in deze regio, jullie woonplaats, en –hopelijk ook- in je persoonlijke keuze. In de resterende tijd wil ik jullie een indruk geven van de technologische en economische waarde van water, en een aantal ontwikkelingen op het gebied van duurzame watertechnologie met jullie delen, met als doel jullie eigen WWW te ervaren: **de Werkelijke Waarde van Water!**

2 Water Wereld Wijd

Als wij naar onze planeet kijken zien wij dat het aardoppervlak voor een belangrijk deel uit water bestaat, en rijst dus de vraag 'Hoezo is water een probleem en watertechnologie een vakgebied?' Het moge duidelijk zijn dat het niet gaat om de absolute hoeveelheid, maar om de vereiste kwaliteit op de juiste plaats en het gevraagde tijdstip. Daarin zit de uitdaging! Als Nederland staan wij in de wereld bekend om onze strijd tegen of het leven met het water. Al in de Middeleeuwen zijn wij dit gevecht aangegaan en hebben door goed beheer van onze natuurlijke en kunstmatig aangelegde waterkeringen controle gekregen over een deel van de kwantitatieve watercyclus. Dat dit deel van het watervakgebied een gesloten boek is, is geenszins het geval: wij kunnen constateren dat het klimaat grilliger wordt, wat zich vertaalt in dat natte gebieden natter worden en droge gebieden nog droger, zodat de geografische verdeling van het beschikbare water nog grotere verschillen gaat vertonen. Een –helaas– goede basis om de vakgebieden van watermanagement en watertechnologie meer als een integraal vakgebied te zien en de natuurlijke waterkringloop te ondersteunen in zijn zuiverende en leverende taak, in plaats van extra te belasten.

Het aanleggen van een drinkwaterleidingnet in Nederland startte zo rond 1850 met de aanvoer van duinwater naar Amsterdam en het leidingnet met een groot aantal zuiveringslocaties heeft zich sindsdien over Nederland uitgerold. Tegenwoordig zijn het moderne productielocaties, waar bijv. membraanfiltratie een steeds belangrijker rol is gaan spelen. Het gecontroleerd zuiveren van (huishoudelijk en industrieel) afvalwater kende een langere weg: eind van

de 19e eeuw startte men in de grote steden voorzichtig met het aanleggen van een rioolstelsel om het afvalwater vanuit de steden naar vloeivelden of bezinktanks te transporteren, waar het bezinkbare materiaal van het water werd gescheiden voordat het water op het oppervlakte water werd geloosd. Het bezonken materiaal werd (al dan niet na vergisting) gebruikt als meststof. In de 1^e 50 jaar van de 20e eeuw werden deze bezinktanks steeds verder ontwikkeld: de natuur in het klein door via aerobe, microbiologische processen de organische afbreekbare stoffen uit het water te verwijderen voordat het geloosd werd. Men vertrouwde verder op de zuiverende werking van moeder natuur, het ontvangende oppervlaktewater. Het duurde nog tot 1970 tot ook de eisen werden aangescherpt voor stikstofverwijdering en tot in de jaren 1980 die voor fosfaat. De technologie is sindsdien snel verbeterd, maar het blijven verschillende groepen bacteriën die onder steeds beter gecontroleerde omstandigheden hun 'natuurlijke' werk kunnen doen in een technologische omgeving¹. Ook hier zien wij tegenwoordig moderne installaties, waarin membranen ook een rol spelen als in deze (nog) niet zo groot als bij de drink- en proceswaterbereiding.

We zijn dus klaar zoals uit deze recente publicaties blijkt:

Internationaal onderzoek: Nederlands drinkwater van topkwaliteit

De kwaliteit van het Nederland drinkwatersysteem is beter dan dat in de Verenigde Staten en Engeland, blijkt uit vergelijkend warenonderzoek in het tijdschrift Science. En dat zonder chloor.

Door: Tonie Mudde 29 februari 2016, 02:00



Arbeid en inkomen Economie Maatschappij Regio Cijfers

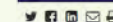


Rioolwater steeds beter gezuiverd

15-4-2016 / 12:00

Het water dat door rioolwaterzuiveringsinstallaties wordt geloosd, is steeds minder vervuild. Vergelijken met 1990 zitten er nu beduidend minder fosfor, stikstof of zware metalen in het restwater. Dat meldt CBS.

Deel deze pagina



Of niet?

Om de visie en de doelstellingen voor verdere ontwikkeling van het lectoraat te onderbouwen, gaan wij een Wondere Water Wereldreis maken langs de volgende waterniveaus:

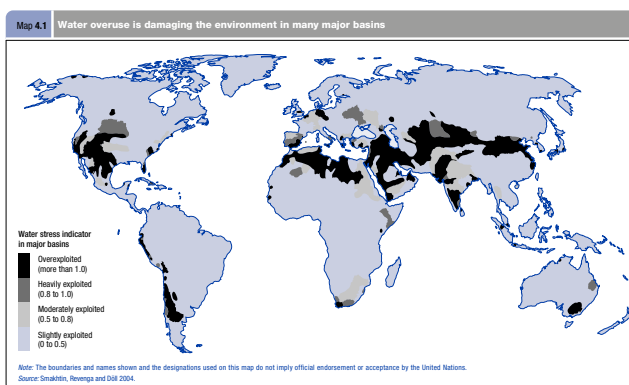
- 1 Mondiaal;
- 2 Europees;
- 3 Nationaal;
- 4 Regionaal;
- 5 Lokaal;
- 6 Individueel.

¹ Kees van Lohuizen, Afvalwaterzuivering in Nederland - Van beerput tot oxidatiesloot, RWS RIZA rapport 2006.011 (oktober 2006).

2.1 Mondiaal

Figuur 2.1 laat de wereldwijde situatie zien aangaande overmatig watergebruik. Typische gebieden waar overmatig watergebruik optreedt zijn grote delen van het Midden-Oosten, India, het noorden van China en het zuidwesten van de Verenigde Staten. Belangrijke oorzaak is overmatig watergebruik voor irrigatie, en verder in een groot aantal gebieden de snelle verstedelijking met bijbehorende industriële ontwikkeling. Hoewel niet heel duidelijk zichtbaar, wordt ook voor Nederland aangegeven dat wij beperkt overmatig watergebruik hebben. Deze getallen uit 2004 worden in 2013 nog eens benadrukt in een NASA studie over de watersituatie in het Midden-Oosten³: in 10 jaar tijd zijn enorme hoeveelheden zoetwater verdwenen door het leegpompen van ondergrondse waterbekkens (60%), als gevolg van het verdwijnen van oppervlaktewater (20%) en door de droogtegolf (20%). In zijn jaarlijkse World Water Development Report⁴ (2015) berichten de Verenigde Naties (VN) dat als de landen hun beleid op het gebied van watergebruik niet aanpassen in 2030 een watertekort van ca. 40% zal ontstaan, waarbij veel ondergrondse waterreservoirs uitgeput raken doordat de aanvulling door regenbuien steeds onregelmatiger zal worden. In 2050 zullen naar schatting 9 miljard mensen op aarde wonen, waardoor meer water nodig is voor landbouw, industrie en persoonlijke consumptie. De VN waarschuwen ook dat door waterschaarste meer oogsten gaan mislukken, en het aantal gewelddadige conflicten over de resterende waterbronnen gaat toenemen (Figuur 2.2).

Kortom: er is Water Werk aan de Winkel!



Figuur 2.1: Waterschaarste index².

Dit wordt ook bevestigd in het jaarlijkse United Nations World Water Development Report 2016 'Water & Jobs'⁶. De UN stellen dat drie van de vier banen wereldwijd afhankelijk van water zijn, waarbij watertekorten de economische groei in de komende jaren zou kunnen beperken, en de toegang tot voldoende water bovendien een sleutelrol heeft in de overgang naar een groene economie. Naast vacatures die rechtstreeks verband houden met het water (levering, infrastructuur, behandeling van afvalwater, enz.) is een groot aantal sectoren zwaar waterafhankelijk, zoals landbouw, visserij, energie, industrie en gezondheid. Bovendien bevorderen een goede toegang tot drinkwater en sanitaire voorzieningen de gezondheid van werknemers, wat een essentiële factor voor duurzame

VN luidt noodklok over dreigende waterschaarste

Gepubliceerd: 20 maart 2015 11:47
Laatste update: 20 maart 2015 11:51



De Verenigde Naties waarschuwt dat in de nabije toekomst een grote wereldwijde waterschaarste dreigt.

Als landen hun beleid op het gebied van watergebruik niet veranderen, bestaat de reële kans dat er al in 2030 een flink watertekort op aarde is. Het gaat om een tekort van naar schatting 40 procent.

Dat staat in een rapport dat de VN vrijdag heeft gepresenteerd.

Veel ondergrondse waterreservoirs raken uitgeput en door de klimaatveranderingen vinden de regenbuien die de voorraden moeten aanvullen onregelmatiger plaats.

Gewelddadige conflicten

Daarnaast blijft de wereldbevolking naar verwachting de komende decennia toenemen. Naar schatting wonen er in 2050 zo'n 9 miljard mensen op aarde, wat betekent dat er meer water nodig is voor landbouw, industrie en persoonlijke consumptie.

De VN waarschuwt ook dat door de waterschaarste oogsten gaan mislukken, ecosystemen afbreken en het aantal gewelddadige conflicten over de resterende waterbronnen gaan toenemen.

Door: NU.nl/AP

Figuur 2.2: Dreigende wereldwijde waterschaarste⁵.

economische groei vormt. Dit wordt ook nog eens benadrukt door het World Economic Forum⁷. In haar meest recente rapport wordt aangegeven dat een watercrisis voor de komende 10 jaar als (1 van het) grootste risico('s) wordt gezien (Figuur 2.3), waarbij crisis wordt gedefinieerd als een belangrijke vermindering van de beschikbare kwaliteit en kwantiteit van zoet water welke leidt tot schadelijke effecten op de gezondheid van de mens en/of economische activiteit.

² United Nations Development Programme, Human Development Report 2006 (p.140).

³ Nu.nl, NASA luidt noodklok over water Midden-Oosten (13 februari 2013).

⁴ The United Nations World Water Development Report 2015, Water for a sustainable world.

⁵ Nu.nl, VN luidt noodklok over dreigende waterschaarste (20 maart 2015).

⁶ The United Nations World Water Development Report 2016, Water & Jobs.

⁷ World Economic Forum, The Global Risks Report 2016, 11th Edition, Part 1.

Klimatologische veranderingen beheersen de agenda's van politici, bestuurders, beleidsmakers en ondernemers over de hele wereld: warmt de aarde op al of niet door menselijk ingrijpen, en wat zijn de gevolgen van de voorspelde meer-extreme weersituaties? Antwoorden zijn moeilijk te geven, laat staan dat nauwkeurige scenario's opgesteld kunnen worden voor de zeespiegelstijging of de vernatting, verdroging en/of verzilting van leefgebieden. In het licht van de groeiende wereldbevolking is het van belang ons te realiseren dat de wereld in 2008, een bijzondere mijlpaal is gepasseerd: wereldwijd wonen voor het eerst meer mensen in steden dan op het platteland. Bijna 3,5 miljard mensen wonen in steden en in 2030 is dit aantal waarschijnlijk gestegen tot 5 miljard, waarbij de grootste steden zich ontwikkelen in de delta's, juist de gebieden die uiterst gevoelig zijn voor gevolgen van de klimaatverandering.

Watervraagstukken verplaatsen zich dan ook in toenemende mate naar de stad, waar water onderdeel wordt van andere grote stedentema's als ruimtelijke inrichting, mobiliteit, energievoorziening, voedselvoorziening, afvalproblematiek, enz. Het zijn daarom de grote steden waar innovaties op het gebied van de beschikbaarheid van, de bescherming tegen en het leven met water de grootste impact zullen hebben op welzijn en welvaart van de wereldbevolking.

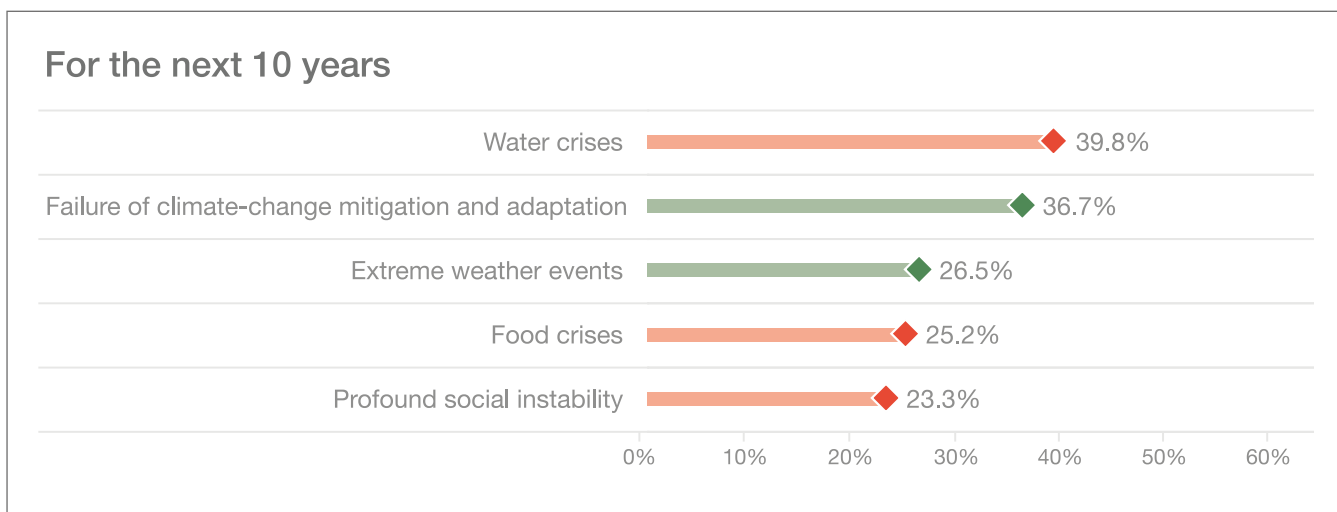
Realisatie van een duurzame waterkringloop in een stedelijke context wordt dé uitdaging. Waar het gebruik van water betreft laat zich dit vertalen in de ontwikkeling en implementatie van technologie gericht op sluiting van de kringloop. Waar het leven met water en bescherming tegen het water betreft gaat het om ruimte geven en de dynamiek van het water gebruiken ter versterking en be-

houd van de stedelijke leefomgeving. Toepassing van nieuwe technologieën biedt de kans om innovatieve concepten voor watertechnologie- en waterbeheersystemen te ontwikkelen. Om tot snelle acceptatie en implementatie te komen is meer nodig dan marktwerking op basis van concrete en acute vragen en problemen. Duurzame oplossingen vragen tegelijkertijd om een passende governance benadering, maar ook om een vergroting van de bewustwording door de betrokkenen erbij te betrekken en voldoende voor te lichten en/of te onderwijzen. Technologie kan niet (duurzaam) worden ingezet als ook deze structuren niet op orde zijn.

Bij de beschrijving van de uitdagingen op gebied van watertechnologie wereldwijd moet één uitdaging nadrukkelijk genoemd worden: de Millennium Development Goals. De MDGs zijn acht internationale ontwikkelingsdoelstellingen die officieel zijn vastgesteld na de Milleniumtop van de Verenigde Naties in 2000, waarbij alle 189 Naties lidstaten van de Verenigde Naties en 23 internationale organisaties ingestemd hebben deze doelen te bereiken in het jaar 2015. Voor water is doelstelling 7 de 'blauwe draad'⁹:

- Zorgen voor milieuduurzaamheid;
- Het halveren in 2015 van het aandeel van de bevolking zonder duurzame toegang tot veilig drinkwater en sanitaire basisvoorzieningen.

Hoewel ambitieus, rapporteerden UNICEF & WHO in hun Joint Monitoring Program dat de MDG drinkwater doelstelling al bereikt was in 2010¹⁰: tussen 1990 en 2010 hebben meer dan twee miljard mensen toegang gekregen tot verbeterde drinkwaterbronnen, zoals leveringen via pijpleiding systemen en beschermde bronnen. In absolute getallen betekent dit dat in 2015 91% van de bevolking



Figuur 2.3: De top-5 wereldwijde risico's met de hoogste zorg voor de komende 10 jaar⁸.

⁸ World Economic Forum, Global Risks Perception Survey, 2015.

⁹ UN Department of Public Information, Fact Sheet Goal 7, September 2013.

¹⁰ World Health Organization and UNICEF, Progress on sanitation and drinking water - 2015 update and MDG assessment.

van de wereld (tegen 76% in 1990), oftewel 2,6 miljard meer mensen toegang heeft gekregen tot goede drinkwaterbronnen. Hierbij moet, echter, wel opgemerkt worden dat nog steeds miljoenen zonder drinkwater moeten leven, zijnde 10% van de wereldbevolking (663 miljoen mensen). Het rapport benadrukt dat deze wereldwijde cijfers de enorme verschillen verhullen die tussen regio's en landen en binnen landen bestaan. Slechts 61% van de mensen in sub-Sahara Afrika hebben toegang tot betere drinkwaterbronnen in vergelijking met 90% of meer voor landen in Latijns-Amerika en de Caraïben, Noord-Afrika en grote delen van Azië. Meer dan 40% van alle mensen wereldwijd die geen toegang tot drinkwater hebben, leven in sub-Sahara Afrika. In landelijke gebieden in de minst ontwikkelde landen, heeft 97% van de mensen geen toegang tot water uit een pijpleiding en 14% van de bevolking drinkt rechtstreeks oppervlaktewater, zoals uit meren, rivieren en vijvers.

In schril contrast met de successen bereikt op het gebied van drinkwater staan de resultaten bereikt met het verbeteren van de toegang tot basis-sanitaire voorzieningen. Toegang tot verbeterde sanitaire voorzieningen steeg van 36% in 1990 tot en met 68% in 2015 in de ontwikkelde regio's, waarbij de grootste vooruitgang geboekt werd in Oost- en Zuid-Azië. Ondanks deze vooruitgang hebben nog steeds 2,4 miljard mensen in ontwikkelingslanden niet of nauwelijks toegang tot verbeterde sanitaire voorzieningen. Hiervan gebruiken 1,1 miljard mensen alleen nog maar het 'open riool' systeem (dus totaal geen sanitaire voorzieningen) waarvan de overgrote meerderheid (949 miljoen) leeft in landelijke gebieden. Dit geldt zelfs voor regio's waar de laatste jaren grote vooruitgang is geboekt met toegang tot beter drinkwater; bijvoorbeeld, 17% van de plattelandsbewoners in Latijns-Amerika en het

Caribisch gebied en 9% in Noord-Afrika zijn nog steeds aangewezen op het 'open riool'. Zelfs de zogenaamde BRIC-landen, met de snel groeiende economieën, hebben grote aantallen mensen die gebruik maken van een open riool: 626 miljoen mensen in India, 14 miljoen in China en 7,2 miljoen in Brazilië.

In juli 2015 zijn de MDGs opgevolgd door de duurzame ontwikkelingsdoelstellingen (Sustainable Development Goals; SDGs) (Figuur 2.4), waarbij schoon water en sanitatie wel expliciet als 1 van de 17 doelstellingen zijn genoemd. Doelstelling 6 ambiëert nu in de periode tot 2030¹¹:

- 1 Universele en gelijke toegang tot drinkwater voor iedereen;
- 2 Adequate en rechtmatige toegang tot sanitaire voorzieningen en hygiëne, met name voor vrouwen en meisjes;
- 3 Halvering van het aandeel van onbehandeld afvalwater en een wezenlijk stijging in de recycling en veilig hergebruik van water wereldwijd;
- 4 Aanzienlijke toename van efficiënt watergebruik in alle sectoren en verduurzaming van de onttrekking en levering van zoet water;

- 5 Implementatie van geïntegreerd waterbeheer op alle niveaus door middel van grensoverschrijdende samenwerking;
- 6 Bescherming en herstel van water gerelateerde ecosystemen, met inbegrip van bergen, bossen, wetlands, rivieren, waterhoudende grondlagen en meren;
- 7 Uitbreiding van internationale samenwerking op het gebied van 'capacity building' in ontwikkelingslanden gericht op water- en sanitaire voorzieningen-gerelateerde activiteiten;
- 8 Ondersteuning en versterking van de deelname van de lokale gemeenschappen bij het verbeteren van water- en sanitaire voorzieningen.

Op basis van de wereldbehoefte en de aanwezige expertise binnen de academie LED van Saxion zijn mogelijke aanknopingspunten voor interessante onderzoeksprojecten:

- 1 Capacity building;
- 2 Decentralisatie;
- 3 Waterhergebruik;
- 4 Klimaat robuuste steden.



Figuur 2.4: Sustainable Development Goals¹².

¹¹ <http://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>

¹² <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

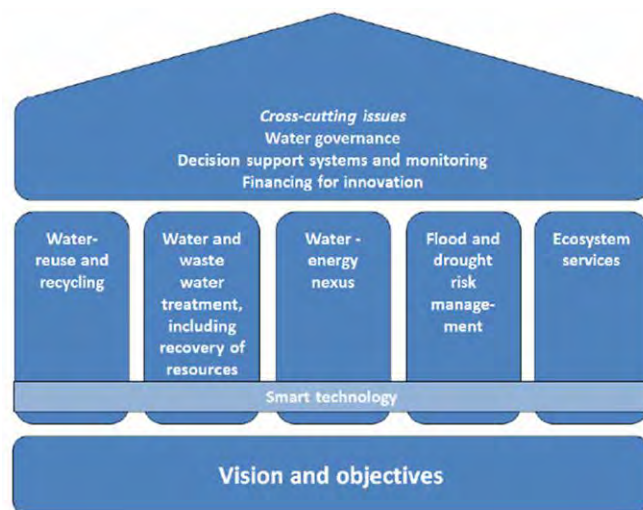
2.2 Europees

Laten wij dichterbij huis kijken naar hoe het met water in de Europese Unie is gesteld en welke uitdagingen en kansen hier aanwezig zijn. Waterschaarste en droogte beïnvloeden al een derde van het grondgebied van de EU, terwijl overstromingen grote economische schade in heel Europa veroorzaken, zoals afgelopen week in het zuiden van Duitsland en delen van Frankrijk. Aanzienlijke investeringen zijn nodig om de waterinfrastructuur aan te leggen en aan te passen om deze uitdagingen in Europa het hoofd te bieden. Deze uitdagingen zullen naar verwachting toenemen als gevolg van klimaatverandering, sociaaleconomische ontwikkelingen en stijgende vraag van water in de landbouw in verband met de stijgende vraag naar voedsel en de ontwikkeling van een bio-gebaseerde economie. Deze concurrentie tussen watergebruikers zal leiden tot extra druk op geïrrigeerde landbouw, duurzame ecosystemen, toekomst-bestendige steden en industrieën en in algemene zin op de economische ontwikkeling in de verschillende regio's van Europa.

Waterproblemen komen daarom binnen het totale Horizon 2020 programma voor en zijn geïntegreerd binnen de werkprogramma's van LEIT (Leadership in Enabling and Industrial Technologies) en verschillende 'Social Challenges'¹³. Spierpunten van LEIT waarin water een belangrijke rol speelt, liggen op het gebied nanotechnologie (verwijdering medicinale en hormonale restanten), geavanceerde materialen (bio-based and renewal materials) en biotechnologie. Een aantal werkprogramma's van de Social Challenge 'Climate action, environment, resource efficiency and raw materials' zijn gericht op de circulaire economie,

duurzame steden, en gevolgen van klimaatverandering, terwijl de Social Challenge 'Sustainable Food Security – Resilient and resource-efficient value chains' zich richt op kwesties in verband met waterbeheer in de landbouw en/of voedsel productie.

Europa is al leider in de wereldwijde watersector op het gebied van wetgevingsnormen, water dienstverlenende bedrijven en technologieleveranciers, zodat Europa het initiatief kan en moet nemen bij het ontwikkelen van innovatieve oplossingen om de mondiale wateruitdagingen aan te pakken. De waterambities van Europa bouwen dan ook sterk door op de doelstellingen van het European Innovation Partnership¹⁴ Water (EIP Water)¹⁵ en van het Joint Programming Initiative on Water (JPI Water)¹⁶ (Figuur 2.5).



Figuur 2.5: Samenhang focusgebieden water in Europa¹⁵.

Binnen het EIP Water zijn de volgende prioritaire gebieden gedefinieerd:

- 1 waterhergebruik en -recycling;
- 2 efficiënte stedelijke watervoorziening en afvalwaterbehandeling, inclusief terugwinning van grondstoffen;
- 3 water-energie nexus;
- 4 risicobeheer van overstromingen en droogte door goede afstemming tussen vraag naar en aanbod van water;
- 5 integratie van landelijk waterbeheer en ruimtelijke ordening; terwijl als overkoepelende prioriteiten zijn gesteld:
- 6 waterbeheer (governance);
- 7 beslissingsondersteunende systemen & monitoring;
- 8 financiering voor innovatie.

Smart technologies, tenslotte, beïnvloeden als interdisciplinaire technologie alle genoemde prioriteiten en zullen met intelligente sensoren een veel flexibeler gebruik van de waterinfrastructuur mogelijk maken om de snel veranderende omstandigheden in stedelijke omgeving te kunnen volgen.

¹³ Horizon 2020 Work Programme 2016–2017: 12. Climate action, environment, resource efficiency and raw materials (European Commission Decision C(2016)1349 of 9 March 2016).

¹⁴ Binnen een EIP (Europees Innovatiepartnerschap) bundelen publieke en private actoren uit verschillende landen hun krachten om innovaties sneller te doen doorbreken.

¹⁵ EIP Water - Strategic Implementation Program (18 December 2012).

¹⁶ JPI Water, Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA), version 2.0 (15 April 2016).

Het JPI Water programma 'Water Challenges for a Changing World' richt zich op 'achieving sustainable water systems for a sustainable economy in Europe and abroad' ('het bereiken van duurzame watersystemen voor een duurzame economie in Europa en in het buitenland') aan hand van de volgende kernthema's¹⁷:

- 1 Behoud van de duurzaamheid van het ecosysteem;
- 2 Ontwikkeling van veilige watersystemen voor de burgers;
- 3 Bevordering van het concurrentievermogen in de watersector;
- 4 Implementatie van een bio-based economie middels verstandig watergebruik;
- 5 Sluiting van de waterkringloop.

De slotverklaring van de recentelijk (februari 2016) in Leeuwarden gehouden jaarlijkse EIP Water conferentie omvat de volgende (aanknopings)punten¹⁸:

- 1 The circular economy and water innovation;
- 2 Regions and cities and water innovation;
- 3 SDG's and water innovation;
- 4 Regulation and water innovation;
- 5 Finance for water innovation;
- 6 Public procurement and water innovation;
- 7 Partnerships and water innovation;
- 8 Showcases, demonstration sites and water innovation.

De rood gemarkeerde punten bieden goede aanknopingspunten voor mijn onderzoek:

- 1 Water wordt een steeds schaarsere bron, zodat waterrecycling, hergebruik en terugwinning van grondstoffen en energie in de waterkringloop hoog op de (Europese) innovatieagenda moet staan;
- 2 De Sustainable Development Goals (SDGs) zijn uiterst relevant voor de Europese Unie, die geïntegreerd benaderd moeten worden, waarbij door internationale samenwerking prioriteit gegeven moet worden aan 'capacity building' aan landen buiten de EU;
- 3 Er zijn onvoldoende demonstratielocaties en testfaciliteiten in de water sector ter ondersteuning en bevordering van innovatie: nieuwe faciliteiten moeten opgezet worden en bestaande faciliteiten voor water moeten hun Europese en mondiale zichtbaarheid vergroten.



¹⁷ Water Challenges for a Changing World - Joint Programming Initiative, Vision Document (20 April 2011).

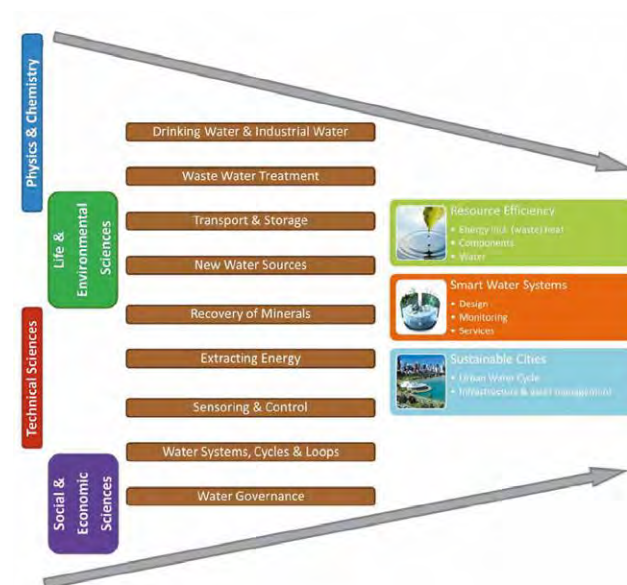
¹⁸ <http://www.eipwater.eu/leeuwardendeclarationwhyandhowdrive-waterinnovationeurope>

2.3 Nationaal

We komen nog dichterbij onze belevingswereld: Nederland, een van de veiligste en meest leefbare dichtbevolkte deltagebieden in de wereld. Een prestatie die niet alleen gebaseerd is op onze internationale zeer gewaardeerde technologische kennis en kunde van waterbouw, maar tevens onze kennis van landbouw, natuur en landschap. Daarnaast heeft Nederland een unieke governance structuur op het terrein van waterbeheer. Deze ontwikkelingen zijn sterk gevoed door de historische lessen van overstromingen. Nederland is ook het enige land ter wereld waarbij het politieke draagvlak voor een lange termijn visie (100 jaar) op de waterproblematiek wettelijk is verankerd in de Deltawet.

In Nederland is ten gevolge van het gebruik van hoogwaardige technologie in de gehele watercyclus sprake van een voldoende aanbod van water met geschikte kwaliteit en een adequate verwerking van afvalwater. Naast deze primaire functie heeft de watertechnologie sector een sterke 'enabling' functie¹⁹: schoon en veilig drink- en proceswater en goede afvalwaterbehandeling zijn essentieel voor vele sectoren, zoals de voedselproducerende sector, de land- en tuinbouw, de procesindustrie, de chemische en de energie-producerende industrie, maar ook voor ziekenhuizen. Verder vormen de technologische mogelijkheden van het recyclen van water, en het terugwinnen van componenten, nutriënten en warmte uit afvalwater antwoorden op de verwachte schaarste aan grondstoffen (bijv. fosfaat), de uitdaging van voldoende zoetwater door de toenemende verstedelijking, en de maatschappelijke uitdagingen rond de voedsel-energie-voedsel nexus in (stedelijke) delta's.

Dit biedt vanuit de topsector Water/TKI Watertechnologie interessante crossovers naar andere topsectoren²⁰: met de sectoren Agro & Food en Tuinbouw & Uitgangsmaterialen kan gewerkt worden aan de ontwikkeling van nieuwe bronnen van eiwitten en reststoffen, en efficiënter gebruik van hulpbronnen en water. Samenwerking met de sectoren HTSM en Chemie biedt goede mogelijkheden op het gebied van geavanceerde composietfabricage voor grote constructies zoals vliegtuigen en schepen, terwijl samen met de topsector Energie de uitdagingen rond bio-based energie opgepakt kunnen worden.



Figuur 2.6: Thematische verbinding van de vakgebieden¹⁹.

Vanuit deze vragen en kansen, aangescherpte wetgeving, steeds nieuwe uitdagingen, zoals de ongewenste aanwezigheid van medicijnresten en verdroging ten gevolge van klimaatverandering, en aansluiting bij de eerder geschetste, grote maatschappelijke uitdagingen uit Horizon 2020 heeft de watertechnologie sector een ambitieuze kennis agenda opgesteld, waarin de technologie-uitdagingen zijn opgehangen aan een 3-tal innovatiethema's waarbinnen verschillende kennisthema's zijn gedefinieerd welke in figuur 2.6 worden geïllustreerd:

1. Resource efficiency: in een meer circulaire economie gaan we efficiënter om met natuurlijke hulpbronnen door middel van kringloopsluiting, wat niet alleen leidt tot kostenbesparingen, maar ook kan resulteren in energiebesparing en CO₂-reductie; we maken onderscheid in het hergebruik van drie soorten hulpbronnen: energie, grondstoffen en water zelf.
2. Smart water systems: door het verbinden van ICT-technologieën aan water technologische kennis kunnen water(zuiverings-)technologieën zo efficiënt en effectief ingezet worden dat dit voor eindgebruikers goedkopere, duurzamere en/of geïntegreerde technologieën oplevert.
3. Sustainable cities: een duurzame stad hergebruikt water en afvalstoffen, doet een beperkt beroep op de omgeving voor haar voedselvoorziening, maakt gebruik van duurzame energie, is klimaatneutraal en klimaatbestendig, en is zowel 'regenbestendig' als waterbestendig.

¹⁹ Kennis- en Innovatieagenda 2016-2019 TKI Watertechnologie (mei 2015).

²⁰ Kennis- en Innovatie-Agenda Topsector Water 2016-2019 (1 juni 2015).

De kennisthema's binnen de TKI Watertechnologie hebben betrekking op de volgende onderwerpen:

- 1 Drinkwater en industriewater;
- 2 Afvalwaterbehandeling;
- 3 Transport en opslag;
- 4 Nieuwe waterbronnen;
- 5 Terugwinning van mineralen (nutriënten en hergebruik van reststoffen);
- 6 Wining van energie;
- 7 Sensoring & control;
- 8 Watersystemen en kringlopen;
- 9 Water governance.

waarbij de roodgemarkeerde thema's inspiratie bieden voor mijn onderzoeksthema's. De internationale markt voor water- en deltatechnologie is groot en aantrekkelijk. Op deze markt is vooral behoefte aan lokale en integrale oplossingen voor de watervoorziening en -beheersing. Andere kansen liggen op het vlak van technologie voor (her) gebruik van zoetwater en efficiënter watergebruik met terugwinning van nuttige afvalstoffen en nieuwe vormen van energie. Daarnaast is er grote behoefte aan een integrale werkwijze, gericht op het sluiten van waterkringlopen. Het gaat dan om zowel het gebruik van water voor land- en tuinbouw als om de productie en het gebruik van energie. Tenslotte: werken aan veiliger delta's, waarin niet tegen maar met de natuur gewerkt wordt.

In het Innovatiecontract Watertechnologie zijn deze uitdagingen voor drink- en proceswaterbereiding als volgt geformuleerd²¹:

- 50% meer water productie tegen dezelfde prijs (bijdrage waterschaarste);
- 25% reductie van de water en energie footprint (bijdrage aan klimaatverandering en waterschaarste);
- 50% recycling van grondstoffen (sluiten van grondstofkringlopen);
- 100% verwijdering van prioritaire stoffen (bijdrage aan milieu en gezondheid);
- 10% bijdrage door inzet van technologie aan efficiency doelstellingen in de waterketen.

²¹ Innovatiecontract Watertechnologie – Kennis voor Water, Kassa voor Later; januari 2012.

²² <http://www.eipwater.eu/leewardendeclarationwhyandhowdrivewaterinnovationeurope>

2.4 Regionaal

Wie met de trein van Enschede naar Hengelo reist of in dezelfde richting over de F35 fietst, ziet rechts en links van de spoorbaan en het fietspad enkele honderden meters na het passeren van rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) Enschede het Kristalbad (Figuur 2.7). Een stuk natuur ontworpen en bedacht door de mens, maar ook een mooi voorbeeld van samenwerking in de regio. Het is een goed voorbeeld van multifunctioneel ruimtegebruik en herbergt de volgende functies²²:

- 1 Waterberging: in tijden van veel neerslag heeft dit retentiegebied een capaciteit van 187.000 kubieke meter water om te voorkomen dat het water door het hoogteverschil tussen Enschede en Hengelo te snel naar Hengelo stroomt.
- 2 Ecozuivering: naar Zweeds voorbeeld wordt het water dat grotendeels afkomstig van de rwzi Enschede onder invloed van licht, lucht en vegetatie nagezuiverd en weer biologisch 'levend' gemaakt, voordat het via de Elsbeek zijn weg vervolgt naar Hengelo.
- 3 Ecologische verbindingzone: door de gekozen variatie in biotopen van droog naar nat en van bosachtig via struiken, riet en ruigte naar open water fungeert het gebied als verbinding tussen het noordoostelijke en zuidwestelijk deel van Twente en staat hiermee haaks op de infrastructurele lijnen van weg, spoor en kanaal.
- 4 Ruimtelijke kwaliteit: ondanks de beperkte ruimte vormt dit gebied een permanente groene buffer tussen Enschede en Hengelo.
- 5 Recreative beleving: het gebied is goed toegankelijk voor de fietser en wandelaar en voorzien van uitkijplekken, routes en informatieborden.

De eerste samenwerking tussen de 14 Twentse gemeenten en (toen nog) waterschap Regge & Dinkel en het drinkwaterbedrijf Vitens in het Waterpact Twente dateert al van voor 2000²³. Het Twents Kansendoek Ketenoptimalisatie (TKK) leidde in 2009 tot het eerste Twents Afvalwater AKkoord (TAAK), waarin mogelijkheden tot kostenreductie en kwaliteitsverbetering werden vastgelegd. Op 9 mei 2012 is deze samenwerking verder geconcretiseerd met de presentatie en ondertekening van het rapport 'Waterwinst TAAK 2.0'. In dit document geven de Twentse bestuurders aan hoe de kosten in de hand worden gehouden en hoe de kwaliteit voor de leefomgeving wordt vergroot. Enerzijds is dit de regionale invulling van afspraken uit het Nationale Bestuursakkoord Water (NBW) zoals dat in het voorjaar van 2010 ondertekend is door het Rijk, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) en de Unie van Waterschappen (UvW), en anderzijds de volgende stap in een intensievere samenwerking tussen de 14 gemeenten in Twente en het waterschap. Focus van de samenwerking is de gehele afvalwaterketen, waar in werkplaatsen gekeken wordt naar optimalisatiemogelijkheden op gebied van de 3 K's (kostenreductie, kwaliteitsverbetering en kwetsbaarheidsvermindering). De samenwerking gaat verder dan gemeenten en het waterschap (de overheden): ook onderwijsinstellingen, ondernemers en onderzoeksinstituten worden nadrukkelijk bij de uitvoering betrokken.

Typische onderwerpen die aangepakt worden/worden zijn²⁴:

- 1 Inrichting Waterloket;
- 2 Gezamenlijk grondwatermeetnetbeheer;
- 3 Monitoring neerslaggegevens;
- 4 Communicatie Afkoppelprojecten;
- 5 Rioolvervanging;
- 6 Stedelijke wateropgave en klimaatadaptatie;
- 7 Decentrale afvalwatersystemen;
- 8 Water en energie.

waarbij de roodgemarkeerde thema's inspiratie bieden voor mijn onderzoeksthema's.



Figuur 2.7 Kristalbad (foto: waterschap Vechtstromen).

²² Waterschap Regge & Dinkel, *Kristalbad-Schakel tussen land en stad, droog en nat* (2011).

²³ <http://samenwerkenaanwater.nl/actueel/nieuws/2012/06/waterwinst-taak-20-actie/> (08 juni 2012).

²⁴ Waterwinst TAAK 2.0 - *Beschrijving van de Twentse wijze van samenwerking in de afvalwaterketen* (9 mei 2012).

2.5 Lokaal

We zijn aanbeland in onze woonomgeving, waar we dagelijks kunnen genieten van water in de wijk of gehinderd worden door water op straat of in de kelder. Hoewel er sprake is van één waterketen kent Nederland de situatie van twee actieve beheerders, die beide hun eigen wettelijke verantwoordelijkheid en zorgplicht in de afvalwaterketen hebben. De gemeentes zijn op grond van de Waterwet verantwoordelijk voor de aanleg en het beheer van de riolering en het inzamelen en het transport van afvalwater (tot het overeengekomen overnamepunt) en hebben een zorgplicht ten aanzien van hemelwater en grondwater, terwijl de waterschappen verantwoordelijk zijn voor het transport en de zuivering van afvalwater dat door de gemeente naar het overeengekomen overnamepunt is gebracht. Daarnaast heeft het waterschap ook de grondwaterzorgplicht buiten het stedelijk gebied en het oppervlaktewater- en peilbeheer.

Voor de stand van zaken van water lokaal beperken wij ons tot de waterplannen van de 3 grote Twentse steden:

- 1 Enschede;
- 2 Hengelo;
- 3 Almelo.

De Watervisie van Enschede, 'Water verbindt', is vastgesteld voor de periode van 2013-2025, en de watervisie richt zich op de aanpak van drie knelpunten²⁵:

- 1 Wateroverlast: door hoogteverschil en verharding stroomt veel water naar de lage delen in de stad, waardoor het riool de waterhoeveelheid niet meer kan verwerken en water op de straat komt te staan.
- 2 Grondwateroverlast: in de lage delen van de stad blijft bij een natte periode het grondwater langdurig hoog staan, wat op sommige plaatsen versterkt wordt door het stopzetten van grondwateronttrekking op plekken waar vroeger bronnen waren; soms gaat dit gepaard met grondwaterverontreiniging.
- 3 Waterkwaliteit: circa 60% van het Enschedese huishoudelijk afvalwater en hemelwater wordt met elkaar gemengd en afgevoerd naar de waterzuivering en bij hevige regenbuien wordt er geloosd op het oppervlaktewater (overstort); een overstort leidt tot een slechte waterkwaliteit en vervuilde beken en vormt een risico voor natuurwaarden en drinkwater voor vee.

Om deze knelpunten op te lossen zijn de volgende trajecten opgezet:

- 1 Afkoppelen: door het afkoppelen van regenwater ontstaat meer ruimte in het bestaande rioolstelsel waardoor bij zware regenbuien minder rioolwater overstort naar het oppervlaktewater; waar het mogelijk is wordt het regenwater vastgehouden in het gebied, om het vervolgens af te wateren en te infiltreren via beken, wadi's of vijvers.

- 2 Vergroting waterbeleving: door waterlopen zoveel mogelijk zichtbaar te maken en de fontein tot hun recht te laten komen wordt de belevingswaarde van water vergroot; het aantrekkelijk inrichten van het water, de watergangen, sloten en vijvers vergroot de kwaliteit van de openbare ruimte en de recreatiemogelijkheden.
- 3 Waterberging of overloopgebieden in de buitenruimte: door de opwarming van de aarde verandert de frequentie en intensiteit van de neerslag, met als gevolg zowel meer wateroverlast als (grond)watertekort; het belang om water in de buitenruimte op te slaan in geval van hevige neerslag en af te staan in geval van droogte voor aanvulling van een (grond)watertekort neemt toe; door het veranderende klimaat worden zomers heter en droger, waardoor water en groen in en rond de stad een welkome bron van verkoeling vormen.
- 4 Waterbewustwording: door bewoners te betrekken bij de implementatie van bovengenoemde trajecten, en te stimuleren tot afkoppeling en hergebruik van regenwater moeten de wateroverlast en de financiële lasten beperkt worden, terwijl door het water in het gebied vast te houden of zichtbaar te maken via beken en vijvers de eigen leefomgeving aantrekkelijker wordt.
- 5 Goede waterkwaliteit en -kwantiteit: door samenwerking met de partners (buurgemeenten, waterschap, woningcorporaties, kennisinstellingen, bedrijven) moet de waterhuishouding op orde gehouden en verbeterd worden; dit kan betrekking hebben op het aanpakken van grondwaterverontreinigingen en grondwateroverlast, maar ook op de mogelijkheden om uit water grondstoffen te winnen (energie, warmte) of nieuwe type verontreinigingen te verwijderen (medicijnresten).

²⁵ Gemeente Enschede, Watervisie 2013-2025 'Water verbindt' (december 2012).

Hengelo heeft in haar Waterplan een pakket van maatregelen opgenomen voor de periode 2005-2030^{26, 27}.

Dit pakket van maatregelen is ingedeeld in drie sporen waarlangs de gemeente en het waterschap Vechtstromen (v/h Regge en Dinkel) invulling geven aan het watersysteem en de waterketen, terwijl het vierde spoor zich richt op communicatie en educatie:

- 1 Herstel van de Hengelose beken: de bekenstructuur wordt hersteld en het water uit het buitengebied wordt gebruikt als voeding voor de beken in de stad; waar mogelijk worden overkluisde beken weer zichtbaar gemaakt; de belevingswaarde wordt vergroot.
- 2 Gescheiden houden van schone en vuile waterstromen (afkoppelen van hemelwater): waar mogelijk wordt verhard oppervlak afgekoppeld van de riolering en wordt het regenwater zichtbaar gemaakt in het straatbeeld, zodat bewoners betrokken zijn bij het afkoppelen; het afgekoppelde regenwater wordt waar mogelijk in het gebied zelf geïnfiltreerd door een bodempassage (wadi's); foutieve aansluitingen bij gescheiden rioolstelsels worden hersteld.
- 3 Oplossen van grondwateroverlast; de drainerende werking van de beken wordt hersteld, het grondwater wordt gericht onttrokken met duurzaam hergebruik en een drainagesysteem wordt aangelegd.
- 4 Communicatie en educatie: de nadruk ligt op kijken en doen en niet op het lezen van folders en brochures, zoals het uitzetten van fiets- en wandelroutes langs beekherstelprojecten.

De ambities van Almelo liggen in lijn met die van Enschede en Hengelo: anticiperen op de klimaatbestendige stad en op verduurzaming van de waterketen^{28, 29}:

- 1 Integrale behandeling van alle stedelijke waterstromen (afvalwater, hemelwater, grondwater en oppervlaktewater).
- 2 Het leggen van kruisverbanden tussen de verschillende waterstromen zodat watertekort op de ene plek aangevuld kan worden door het oplossen van (grond-)wateroverlast elders.
- 3 Verduurzaming van de keten door het voorkomen van het ontstaan van afvalwater, door alternatieve sanitatie technieken, de aanleg van groene daken, het afkoppelen/niet aansluiten van hemelwater en het hergebruiken van water.
- 4 De mogelijkheden van duurzame energie uit water, bijvoorbeeld riothermie.
- 5 Het optimaliseren van de monitoring van de grondwatersituatie.

In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) is het 'op orde' krijgen van de waterkwaliteit één van de kernopgaven³⁰. Het Bestuursakkoord Water uit 2011 stelt dat de doelstellingen van het NBW voor de komende jaren leidend blijven om het watersysteem te verbeteren. Bij het op orde krijgen en houden gaat het om het oplossen van waterkwaliteitsproblemen als gevolg van emissies en gebruik, het optimaliseren van de inrichting en het beheer met het oog op de ecologie (het waterleven), en de beleving en de gebruikswaarde van stadswateren. Uiterlijk 2027 dient de kwaliteit van het oppervlaktewater te voldoen aan de normen vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water. Hierbij mag de werking van de afvalwaterketen het bereiken van de gewenste waterkwaliteit niet in de weg staan.

De processen binnen de waterketen zijn echter onlosmakelijk met elkaar verbonden en beïnvloeden elkaar onderling. De verantwoordelijke organisaties zijn daardoor letterlijk met elkaar verbonden en van elkaar afhankelijk. Inzameling, transport en zuivering van afvalwater kunnen niet meer los van elkaar bekeken worden, maar moeten in hun samenhang en gericht op duurzaamheid worden beschouwd. Om de lokale waterkwaliteitsproblemen op te lossen, werken gemeenten en het waterschap steeds intensiever samen aan een duurzame waterketen. De gemeenten en het waterschap steken gezamenlijk in op het waterkwaliteitsspoor voor die locaties die een knelpunt vormen voor het behalen van de gestelde waterkwaliteitsdoelstellingen. De maatregelen voor het realiseren van het waterkwaliteitsspoor zijn maatwerk en afhankelijk van de gestelde waterkwaliteitsdoelstelling. Het waterkwaliteitsspoorproces start met een afbakening van het te beschouwen gebied, de inventarisatie van eventuele knelpunten en het aangeven van mogelijke oplossingen.

²⁶ Waterplan Hengelo, rapport Tauw (17 februari 2006).

²⁷ Gemeente Hengelo, goedkeuring Waterplan Hengelo, raadsvergadering 20 juni 2006, registratienummer 109159.

²⁸ Gemeente Almelo, Kansen en ambities voor een duurzame binnenstad van Almelo (23 mei 2012).

²⁹ De Almelo Acht, Duurzaamheidsplan 2013 t/m 2016 (21 mei 2013).

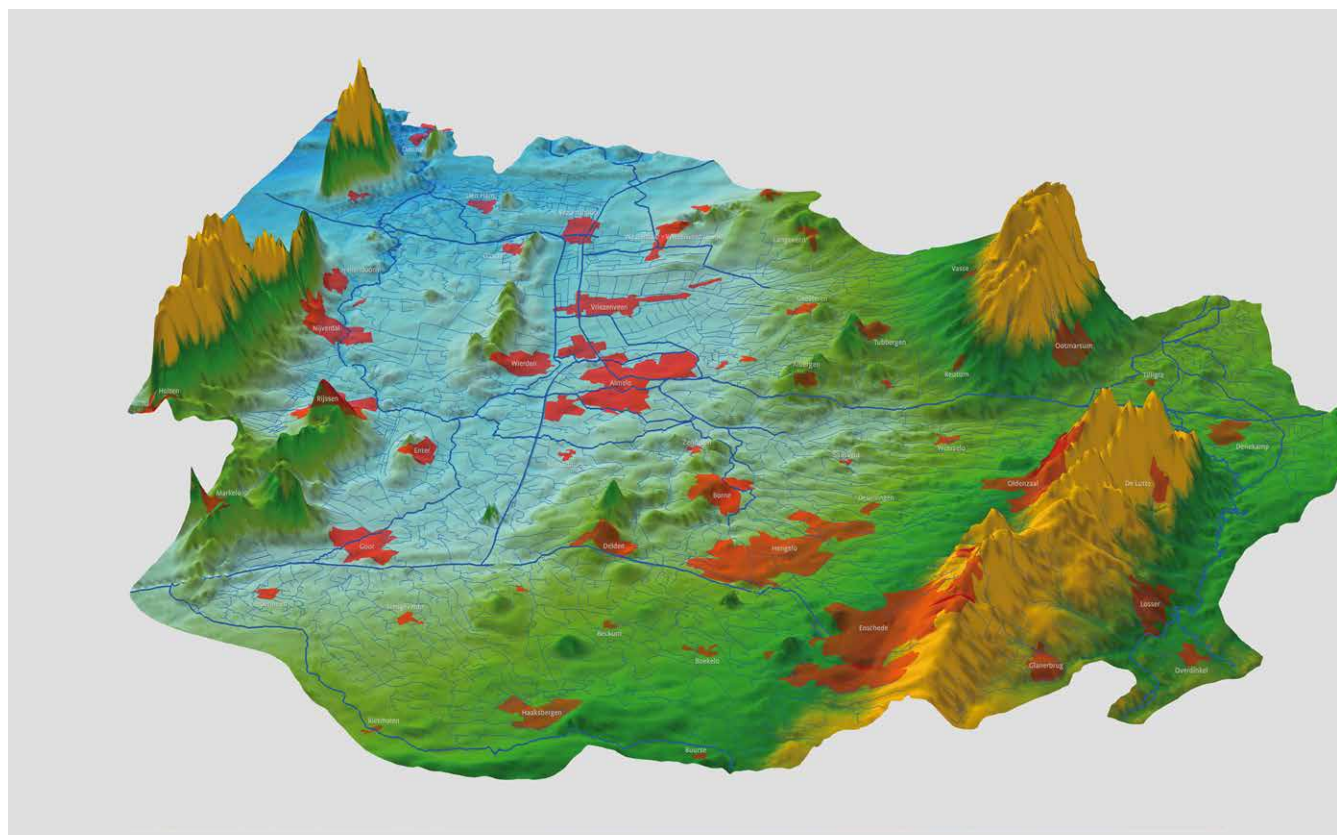
³⁰ Bestuursakkoord Water (april 2011).

Onderwerpen die nader uitgewerkt kunnen worden, zijn:

- 1 Foutieve aansluitingen: het is bekend dat er foutieve aansluitingen in het rioolstelsel voorkomen; dit betekent dat er aansluitingen zijn van hemelwater op het vuilwatersysteem en omgekeerd. Met name oppervlaktewater in wijken met gescheiden stelsels kan negatief beïnvloed worden door foutieve aansluitingen. In welke mate deze foutieve aansluitingen voorkomen en wat de consequenties zijn voor de waterkwaliteit is niet altijd duidelijk.
- 2 Meten is weten: op dit moment hebben gemeente en waterschap slechts in beperkte mate inzicht in de kwaliteit en kwantiteit van het water, zoals dat uit het rioolstelsel komt en wat de invloed is van het stedelijk water op het watersysteem. Van belang is om hier via gerichte monitoring meer inzicht in te krijgen.
- 3 Klimaatverandering: door de klimaatverandering zullen de extreme regens in de zomer toenemen bij mogelijk hogere temperaturen, wat ook een toename van de vervuiling kan betekenen met negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit en daardoor ook de beleving van het water; hoe kan in het nieuwe ontwerp hiermee rekening gehouden worden.
- 4 Nieuwe (decentrale) sanitatieconcepten: nieuw wil zeggen dat de waterhuishouding op een duurzame manier wordt gemanaged door een goed stedelijk ontwerp, welke bestaat uit verschillende water distributiesystemen, waarbij waterhergebruik en water-op-maat leidend zijn en slechts een deel van het water op het niveau van drinkwater gebracht wordt. Onderdeel van deze geïntegreerde aanpak is het benaderen van afvalwater als een bron van grondstoffen ten behoeve van:
 - waterhergebruik door productie van water-op-maat, zodat lokaal hergebruik mogelijk wordt;

- terugwinning van warmte uit het riool;
- omzetting van organische componenten in biogas;
- productie van bio-based grondstoffen;
- terugwinning van nutriënten (stikstof en fosfaat) en (zeldzame) zware metalen;
- verwijdering van (zware) metalen en microverontreinigingen (medicijnresten).

Kortom, onderwerpen genoeg om interessante, actuele projecten met studenten te draaien.



Figuur 2.8: Hoogtekaart – stroomgebieden Twente (illustratie: waterschap Vechtstromen).

2.6 Individueel

Hiermee zijn wij aangekomen bij onszelf. Hoe kijken wij aan tegen ons waterverbruik? Wat kost eigenlijk 1 kubieke meter drinkwater in Nederland? Hoe hoog is onze totale waterrekening per jaar? Gezien de beschikbare tijd geef ik gelijk maar even zelf de antwoorden. Een beetje afhankelijk in welke regio je woont betaal je ongeveer € 1,75 per kubieke meter³¹, inderdaad per 1.000 liter, dag en nacht aan huis geleverd! Wat is ook alweer de prijs van een liter water in de supermarkt of een glas water in het restaurant naast dat glas 'dure' wijn? Gemiddeld wordt in Nederland per persoon 125 liter drinkwater per dag gebruikt, waarvan 2-3 liter voor daadwerkelijke consumptie; de rest wordt gebruikt voor huishoudelijke activiteiten, zoals voedselbereiding, toiletspoeling en wastafel, douche en bad, wassen, afwassen, het wassen van je auto en het sproeien van de tuin. Toch moeten wij de kosten voor ons drinkwater een beetje nuanceren, want wij produceren hiermee ook een ongeveer even grote afvalwater stroom waarvoor ook betaald moet worden om deze te transporteren via het riool naar de rioolwaterzuivering en te zuiveren.

Al met al kost ons waterspoor ongeveer € 6,50 per kubieke water gebruikt door een 'standaard' gezin van 3 personen. Tabel 2.1 geeft een indicatie hoe dit bedrag is opgebouwd bij een waterverbruik van 100 kubieke meter per jaar terwijl je woont in een gemiddelde koopwoning in Enschede of Hengelo.

Maar is dat het hele water verhaal? We hebben eerder uitgebreid geschetst dat water van groot belang is voor alle economische activiteiten; zonder water geen land- en tuinbouw, geen voedselverwerkende industrie, geen industriële productie. Waar komt al dat water vandaan en waar blijft al dat agrarisch en industrieel gebruikte water? Figuur 2.9 geeft een overzicht hoe wereldwijd gezien het waterverbruik is verdeeld over de groepen agrarisch, huishoudelijk en industrieel gebruik. Afgezien van Europa wordt wereldwijd het meeste water gebruikt voor de productie van ons voedsel, nl. bijna 92%, tegen bijna 5% voor industriële doeleinden en krap 4% voor huishoudelijk gebruik^{32, 33}. Het blijkt dat het waterverbruik heel erg ver-

spreid over de wereld ligt, waarbij een land als Nederland bijv. vaak een beroep doet op gebieden met waterschaarste omdat veel producten niet uit ons eigen land komen. Om dit virtuele transport inzichtelijk te maken introduceerde Arjen Hoekstra (hoogleraar Watermanagement aan de Universiteit Twente) in 2002 het concept van de watervoetafdruk (Water Foot Print, WFP), waarbij duidelijk wordt gemaakt hoeveel water gebruikt en/of vervuild wordt maar ook waar dit gebeurt, want de productie van een bepaald product kan op de ene locatie meer water vereisen dan op een andere. Het totale waterverbruik wordt hierbij samengesteld uit drie verschillende soorten waterverbruik, namelijk regenwater (groene WFP), grond- en oppervlaktewater (blauwe WFP) en vervuild water (grijze WFP). Slechts een beperkt gedeelte van het gebruikte water komt uiteindelijk in het product terecht, daar water zowel in de landbouw, de industrie als in huishoudens meestal alleen transporteur van grondstoffen naar en/of van de plaats van productie is. Bij landbouw gaat het om transport van voedingsstoffen naar de planten, waarvan uiteindelijk slechts 1% in de plant zelf opgenomen wordt. In geval van industrieel gebruik dient water voor de aan-/afvoer van grond-/reststoffen waarbij het uiteindelijke product veelal geen of zeer weinig water bevat. In ons huishouden, tenslotte, wordt water eigenlijk alleen maar gebruikt als transporteur en verlaat als afvalwater ons huis.

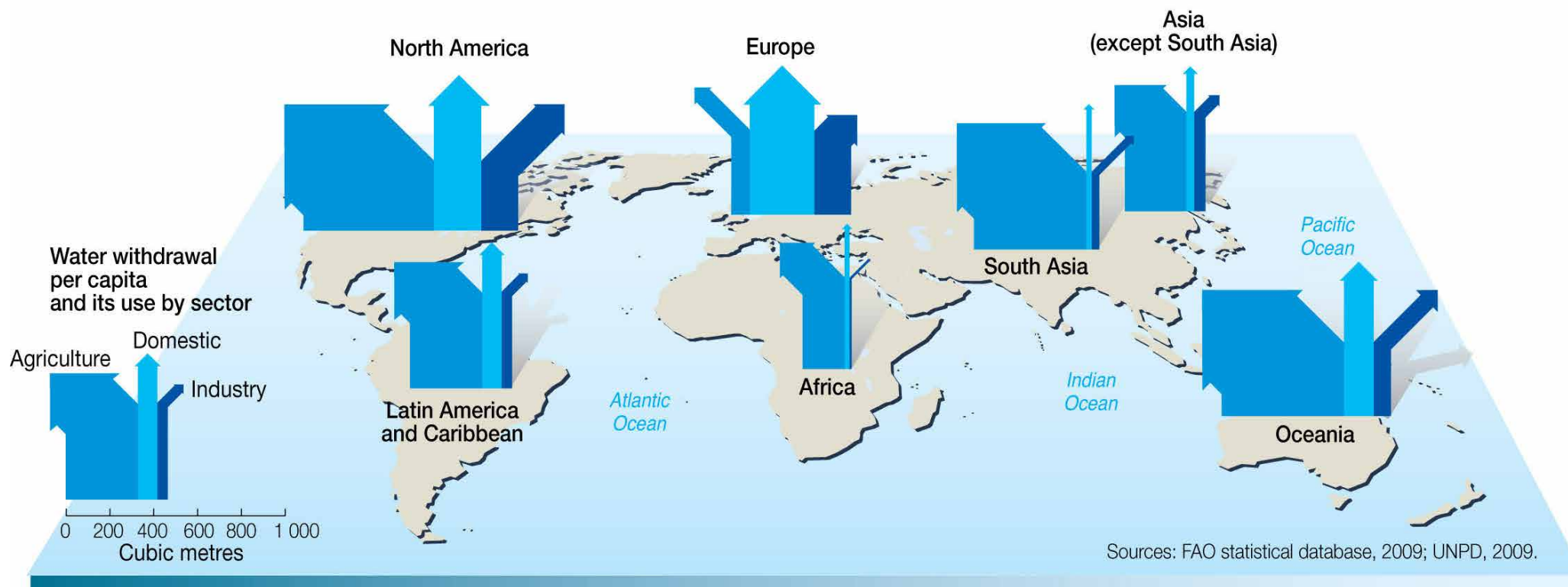
Tabel 2.1 Kosten waterspoor voor gemiddeld gezin in Nederland.

Drinkwater: (gebaseerd op 100 kubieke meter per jaar)		€ 1,77
- levering	€ 0,81	
- vast recht	€ 0,60	
- BoL (= Belasting op Leidingwater)	€ 0,36	
Rioolheffing (gemiddelde Hengelo/Enschede)	€ 208,00	€ 2,08
Zuiveringsheffing, gebaseerd op 3 ve (vervuilingseenheden)	€ 207,50	€ 1,65
Watersysteemheffing, gebaseerd op percentage (0,040%) van de WOZ (gemiddelde Hengelo/Enschede)	€ 232.000,00	€ 0,93
Totaal		€ 6,42

³¹ Vewin - Tarievenoverzicht drinkwater 2016.

³² Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011) National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

³³ Arjen Y. Hoekstra and Mesfin M. Mekonnen, The water footprint of humanity, PNAS, 28 February 2012, vol. 109 (9), p.3232-3237.



Figuur 2.9: Wateronttrekking en gebruik wereldwijd³⁴.

Mondiaal gezien gebruikt de gemiddelde wereldburger 3.800 liter per dag, terwijl een Nederlander uitkomt op ruim 4.000 liter tegenover 7.800 voor een Amerikaan. Onze westerse levensstijl kost veel water. Niet zozeer doordat we te lang onder de douche staan, daar slechts

4 procent van het water dat wij als Nederlanders gebruiken, direct uit de kraan komt. Het merendeel (96%) wordt verbruikt in de productie van voedsel, kleding en andere spullen. De productie van een kilo rundvlees, bijvoorbeeld, kost ruim 15.000 liter water, want de koe drinkt zelf ook

water, maar eet als voer vooral soja en mais –welke zelf ook moeten groeien- en het verwerkingsproces van vlees kost ook water. Deze processen vinden vaak plaats buiten Nederland, waar de beschikbaarheid van water (veel) beperkter is.

³⁴ FAO statistical database, 2009; UNPD, 2009.

Tabel 2.2 Watervoerafdruk van producten in de supermarkt³⁵.

Product	Waterverbruik (liter)	Product	Waterverbruik (liter)
1 kopje koffie (125 ml)	140	1 kg rundvlees	15.000
1 kopje thee (250 ml)	35	1 kg varkensvlees	6.000
1 glas bier (250 ml)	75	1 kg kippenvlees	4.300
1 glas sinaasappelsap (200 ml)	170	1 kg vis (gemiddeld) ³⁶	2.000
1 glas melk (250 ml)	255	1 kg soja vlees ³⁷	1.040

Tabel 2.2 geeft voor een aantal dagelijkse producten een overzicht van het waterverbruik; op internet zijn uitgebreide rekeningtools beschikbaar voor het bepalen van de watervoetafdruk van een individu of een land, een product of een proces.³⁵

Waterschaarste is dus niet alleen een zuivering-technisch of beschikbaarheidsprobleem dat opgelost kan worden door het installeren van een filter of een irrigatiepomp. Het is een mondiale uitdaging die niet lokaal op te lossen is. Op deze plaats wil ik alleen als stof tot nadenken meegeven, dat je als individu in Nederland in belangrijke mate zelf kunt beslissen, welk product je in de supermarkt kiest en dat deze keuze wellicht een grotere impact heeft dan een geldelijke donatie doen voor een waterproject in een ontwikkelingsland.

Stof tot Nadenken!

Waarom drinken wij in Nederland flessenwater, terwijl je toch kunt stellen dat wij tot de landen behoren met het betrouwbaarste drinkwater (uit de kraan thuis!). Wordt deze perceptie alleen geïnitieerd door de miljoenen kostende reclamecampagnes die ons doen geloven dat flessenwater altijd afkomstig is van ongerepte bergbronnen of 'magische' ondergrondse waterhoudende grondlagen, die zuiverheid en kwaliteit garanderen? Feit is dat flessenwater in veel gevallen niet meer is dan kraanwater in een plastic fles ... tegen een andere prijs en die je ook nog zelf moet gaan halen. Soms wordt het bronwater zelfs uit dezelfde bron gepompt als waar de drinkwatermaatschappij zijn water in Bunnik wint. Verder bestaat er geen wetgeving die vereist dat de kwaliteit van flessenwater beter moet zijn dan leidingwater.

Oké, het blijft een persoonlijke keuze, maar wat doe je met de kunststof fles. Ruim 90% van de watervoetafdruk van flessenwater wordt bepaald door de productie van de PET-fles³⁸. Een halve liter water heeft een watervoetprint van in totaal 5,8 liter, waarin dus 5,3 liter waterverbruik inzit voor de fles en de dop. Wereldwijd werd in 2013 265 miljard liter flessenwater geconsumeerd³⁹, in Nederland ongeveer 0,4 miljard liter; even ter vergelijking: in 2015 produceerde alle drinkwaterbedrijven in Nederland 1.100 miljard liter drinkwater⁴⁰. Dus als het even kan (tenminste in Nederland)⁴¹ ...



³⁵ <http://waterfootprint.org/en/water-footprint/>

³⁶ M. Pahlow, P.R. van Oel, M.M. Mekonnen, A.Y. Hoekstra, Increasing pressure on freshwater resources due to terrestrial feed ingredients for aquaculture production, *Science of the Total Environment* 536 (2015) 847-857.

³⁷ A. Ertug Ercina, Maite M. Aldaya, Arjen Y. Hoekstra, The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products, *Ecological Indicators* 18 (2012) 392-402.

³⁸ <http://www.bottlesupglass.com/wp-content/uploads/2011/08/Facts-About-Plastic-Bottles-and-Bottled-Water.pdf>

³⁹ *Bottled water in 2013, Bottled Water Reporter (BWR) (July/August 2014).*

⁴⁰ VEWIN - Kernegegevens Drinkwater 2015.

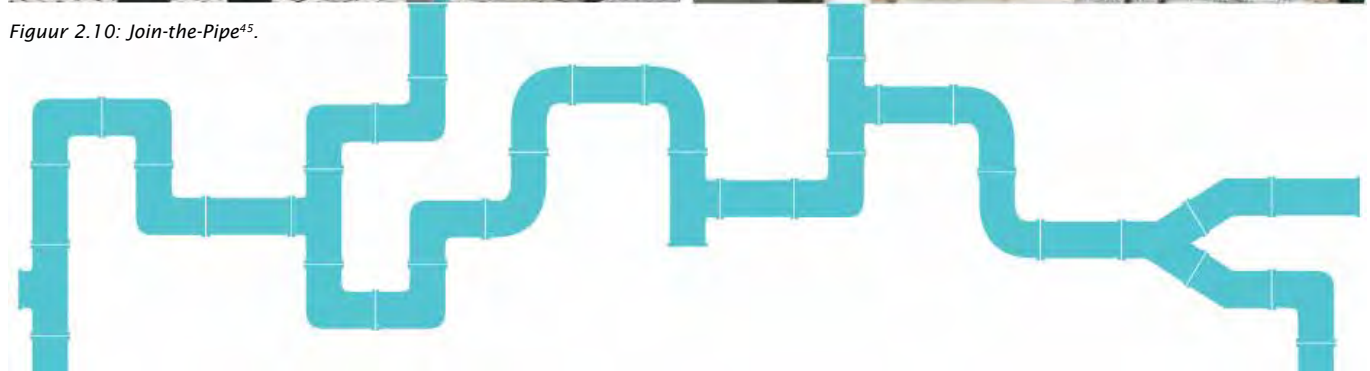
⁴¹ <https://www.overalkraanwatergraag.nl/>

In Europa worden elke dag 30 miljoen plastic waterflessen gebruikt, wereldwijd dagelijks meer dan 100 miljoen⁴². Voor de productie van 1 plastic fles is 2,5 tot 10 keer (2 liter of 0.5 liter fles) zoveel water nodig dan er uiteindelijk in 1 fles gaat. Ongeveer 50% van de flessen in Europa tegen circa 75% in de VS van de flessen worden niet gerecycled, dus die eindigen op vuilnishopen, in vuilverbrandingsovens, of als zwerfvuil uiteindelijk in de oceanen. Onderzoekers hebben aangegeven dat in de oceanen vijf plekken zijn waar de troep bij elkaar komt: 2 in de Grote Oceaan, 2 in de Atlantische Oceaan, en 1 in de Indische Oceaan⁴³. Het meest vervuilde stuk oceaan ter wereld bevindt zich in het noordelijk deel van de Grote Oceaan; hier zijn aan het wateroppervlak dichtheden gemeten tot maximaal 970.000 stukjes plastic per vierkante kilometer. Recent onderzoek, heeft ook aangetoond dat de Rijn tussen Basel en Rotterdam extreem vervuild is met microplastic, gemiddeld 892.777 deeltjes plastic per vierkante kilometer⁴⁴. In feite bio-degradeert plastic niet maar foto-degradeert, waardoor micro- en nano-plastic deeltjes overblijven en in de voedselketen opgenomen kunnen worden.

Hier hebben jullie je 'Food for Thought!'



Figuur 2.10: Join-the-Pipe⁴⁵.



JoinThePipe

⁴² <http://aquapurica.nl/de-gevaren-van-flessenwater-bronwater-water-uit-plastic/>

⁴³ NRC, Een ophoping van plastic in zee, misschien wel zo groot als Europa (08 juni 2013).

⁴⁴ Thomas Mani et al., Microplastics profile along the Rhine River, Scientific Reports (: 08 December 2015).

⁴⁵ <http://join-the-pipe.org/nl/>

3 Profilering van het lectoraat

Het lectoraat IWT wil de kennis en ervaring van watertechnologie (drinkwater, industriewater en afvalwater), deltattechnologie (waterbouw en waterbeheer), en water governance bundelen. De drie vakgebieden hebben inhoudelijk weinig overlap en zijn complementair, zowel qua inhoud als qua partijen die bij de onderwerpen betrokken zijn, zowel binnen als buiten Saxion. De hierbij aanwezige synergie maakt het mogelijk om (onderzoeks-)vraagstukken vanuit de overheid en bedrijven samen aan te pakken en integraal op te lossen. Hierbij wordt gestreefd naar een vergaande integratie van onderzoek en onderwijs, waarbij in de uitvoering van projecten wordt ingezet op een meer multidisciplinaire aanpak door bij (onderzoek)projecten studenten vanuit verschillende opleidingen te betrekken. Hierbij wordt de combinatie van onderwijs, onderzoek en ondernemerschap/praktijk ingezet met studenten als belangrijkste onderzoekers/projectuitvoerders onder leiding van lectoren, docent/begeleiders of docent/onderzoekers.

Uitgangspunt is dat voor de uitbouw van het kennisniveau en de positionering van Water op Saxion de onderzoekslijnen gethematiseerd worden, welke -mede- bepaald worden op basis van:

- Profiellijnen binnen de Saxion opleidingen, waarbinnen water als onderwerp een rol speelt (of kan spelen);
- Onderzoekslijnen binnen andere Saxion lectoraten, waar technologie ontwikkeld wordt die bruikbaar is voor de uitdagingen binnen water;
- Aansluiting bij het Living Technology-zwaartepunt van Saxion;

- Regionale behoefte van het werkveld;
- Regionale profileringsrichting (toekomstige) studenten;
- Afstemming en samenwerking met nationale waterclusters:
 - Centre of Expertise Watertechnologie - Leeuwarden (NHL & VHL);
 - Centre of Expertise Deltatechnologie - Vlissingen (HS Zeeland/HS Rotterdam/VHL);
- Mogelijkheid tot internationale (Europese) profileringsrichting.

3.1 Thematisering

In de geschetste context van klimaatverandering, verstedelijking, de toename van de consumptieve en industriële watervraag en de nieuwe rol van water bij de stedelijke en landschappelijke inrichting, moet het onderwijs en onderzoek binnen het lectoraat vanuit verschillende invalshoeken bijdragen aan de ontwikkeling en introductie van nieuwe concepten, producten en diensten. De belangrijkste aandachtsgebieden waar het onderzoek inspeelt op (inter)nationale thema's zijn:

- de beschikbaarheid;
- de kwaliteit;
- de veiligheid van water.

Duurzame beschikbaarheid van veilig water (op maat) vereist op de eerste plaats een infrastructuur voor distributie tot aan de particuliere of industriële eindgebruiker die flexibeler moet zijn dan de huidige systemen. Daarnaast vraagt duurzaamheid ook om systemen die een verantwoord gebruik van schaars water mogelijk en aantrekke-

lijk maken. Bijvoorbeeld voorzieningen voor opvang en recycling van gebruikt water, waarbij point-of-use zuiveringen mogelijk zijn, al of niet gecombineerd met warmte terugwinning en/of andere vormen van energieopwekking. Dit zal betekenen dat de keten van drink-/proceswatervoorziening nog nauwer moet gaan aansluiten op die van de afvalwaterverwerking. Slimme concepten voor (buffer)voorraden van goed water kunnen bijdragen om fluctuaties in aanbod en gebruik op te vangen. In verband met hun ruimtebeslag zal een deel van zulke voorzieningen bij de inrichting van omliggende (landelijke) gebieden in de planvorming meegenomen moeten worden. Idealiter groeien ze in de loop der tijd mee met de groeiende stad. Externe (landelijke) voorzieningen kunnen dan geleidelijk worden ingepast in de stedelijke infrastructuur eventueel door hun functie geleidelijk aan te passen.

De kwaliteitseisen voor gebruik van drinkwater en de lozing van afvalwater zijn hoog en weinig gestandaardiseerd op wereldschaal. Bovendien moet rekening gehouden worden met het feit dat de omstandigheden in de tijd zullen wijzigen. Deels omdat nieuwe inzichten nieuwe randvoorwaarden zullen stellen, maar zeker ook omdat intensief gebruik en hergebruik van schaars water een potentiële bron van nieuwe door de mens ingebrachte verontreinigingen met zich meebrengt. Dit is bijvoorbeeld terug te vinden in nieuwe (Europese) wetgeving. Waterzuivering op zo'n breed en variërend pakket van kwaliteitseisen vraagt om extreem flexibele voorzieningen. Deels op grote schaal, die misschien beter in voorzieningen buiten de stad gepland kunnen worden omdat daar nog meer ruimte

en tijd beschikbaar is. Deels ook op wijk- of zelfs huisniveau omdat het in termen van duurzaamheid nu eenmaal aantrekkelijker is om gericht te zuiveren in plaats van de problemen eerst te verdunnen om dan met zwaar geslacht te proberen de juiste kwaliteit in bulk te realiseren. De mogelijke veranderingen zullen zowel invloed hebben op de manier van zuiveren als de wijze waarop gebruiks- en recreatiewater in de steden ingepast moeten worden dan wel hoe het landschappelijk gebied rondom steden ingericht moet worden.

Op de derde en zeker niet laatste plaats moeten we onszelf en onze leefgebieden beveiligen tegen overlast en gevaren van extreme weer- en wateromstandigheden. Het complexe systeem van watervoorraden, waterverbruik en waterbehandeling staat niet op zichzelf. Het maakt deel uit van een grotere regionale samenhang en uiteindelijk van het wereldwijde ecosysteem. Om voldoende grip te houden op zowel geleidelijke als plotselinge veranderingen in deze omgevingsfactoren is het essentieel om gebruik te kunnen maken van een goed monitoring- en bewakingsstelsel dat, zo mogelijk op voorspellende basis, aanwijzingen geeft over mogelijke maatregelen die onze veiligheid en de ongestoorde procesgang van zoetwatervoorziening kunnen garanderen. Juist in dit verband is de beschikbaarheid van aardobservatietechnieken een belangrijke tool. Via satellietwaarneming kan met een ongekende plaats- en tijdsresolutie gevolgd worden wat er in een beheersgebied speelt. Niet alleen langzame processen zoals verdroging, vernatting en verzilting, maar ook de snellere fluctuaties in termen van verdamping en lokaal verbruik zouden in het bewakingsstelsel kunnen worden ingepast.

Alle diensten en producten die in het kader van de watervoorziening worden ontwikkeld en ingezet zullen moeten passen in een algemeen en goed geborgd kwaliteitssysteem. Dit vereist een nauwkeurige bewaking van processen, onderhoud en prestaties van veel schakels in een breed vertakt netwerk. Informatie en communicatie technologie speelt hierin een cruciale rol, niet alleen in termen van het verzamelen en transporteren van meetgegevens, maar ook in termen van het verwerken van grote hoeveelheden gegevens tot informatie waarop de verantwoordelijke stakeholders hun acties kunnen baseren. Hier is een belangrijke rol weggelegd voor onderwijs en training. Naast het leveren van producten en diensten zullen we moeten zorgen dat tijdig wordt geïnvesteerd in de kwaliteit en capaciteit van nieuw onderwijs voor volledig nieuwe internationale doelgroepen.

In Twente werken overheden, onderwijs- & onderzoeksinstituten en ondernemers impliciet en expliciet aan de realisatie van een duurzame stedelijke waterkringloop. I.v.m. herkenbaarheid naar het werkveld en (toekomstige) (inter)nationale studenten, aansluiting bij het Saxion Living Technology zwaartepunt, de nationale topsectoren, en lopende onderzoeksprojecten gebruikt het lectoraat IWT als motto voor haar water-onderwijs & -onderzoek:

‘Cities of the Future - Water in de stedelijke omgeving’

In de huidige opzet van de (stedelijke) watersystemen worden grote hoeveelheden water en energie minder optimaal gebruikt, terwijl veel nutriënten worden vernietigd. In de ‘City of the Future’ wordt de gehele watercyclus integraal ontworpen en bedreven, zodat optimaal watergebruik gecombineerd wordt met maximale terugwinning

van energie en nutriënten en gegarandeerde waterkwaliteit en -veiligheid.

Optimaal wil zeggen dat de waterhuishouding op een duurzame manier wordt gemanaged door een goed stedelijk ontwerp, welke bestaat uit verschillende water distributiesystemen vanuit verschillende bronnen verdeeld over het stedelijk gebied, waarbij water hergebruik en wateropmaat leidend zijn en slechts een deel van het water op het niveau van drinkwater gebracht wordt. Onderdeel van deze geïntegreerde aanpak is het benaderen als afvalwater als een bron van grondstoffen, zoals waterhergebruik; terugwinning van warmte, organische componenten (biogas, bio-based grondstoffen), nutriënten (stikstof en fosfaat), (zeldzame) zware metalen; en garantie op de kwaliteit-opmaat in relatie tot het gebruiksdoel (bijv. verwijderingen van microverontreinigingen). Bij het ontwerp van de watersystemen moet tevens rekening gehouden worden met de uitdagingen gerelateerd aan de klimaatveranderingen, zoals zwaardere buien, perioden met extremere droogte, hittestress, e.d., dus de realisatie van de ‘Klimaatbestendige of Klimaatadaptieve Stad’ (Climate Resilient Cities).



Figuur 3.1: Stad van de toekomst: drijvende units⁴⁶.

⁴⁶ http://www.ecoboot.nl/ecoboot_new/wp-content/uploads/2009/11/rutgerthesisfigurefloatingutilityunit.JPG

In relatie met de eerder genoemde aandachtspunten zijn de typische focuspunten voor het onderzoek binnen het lectoraat:

- 1 Waterkwaliteit:
 - a. Hergebruik van waardevolle componenten: bijv. water-op-maat, energie, grondstoffen;
 - b. Verwijdering microverontreinigingen: bijv. nano-deeltjes, hormonale en medicinale restproducten, bestrijdingsmiddelen, microplastics, personal care products;
 - c. Sentechnologie bijv. on-line in-line kwaliteitsbepaling/bewaking ten behoeve van decentraal (her)gebruik en centrale bewaking;
- 2 Waterkwantiteit:
 - a. Duurzaam gebruik zoetwaterbronnen; bijv. welk (afval)water te gebruiken voor irrigatie;
 - b. Duurzame inrichting van en omgaan met water in (delta)steden: bijv. actief grondwaterbeheer tegen verdroging;
 - c. Waterbouw die ecologisch, economisch en sociaal duurzaam is: bijv. energie producerende kunstwerken, natuurlijk beekherstel;
- 3 Waterbeleid:
 - a. Waterveiligheid in nieuwe stedelijke concepten: bijv. de omgang met overstromingsrisico's in de ruimtelijke ordening of klimaatadaptatie in bestaand stedelijk gebied;
 - b. Organisatie van (internationale) activiteiten op het behalen van de SDGs (in het bijzonder doelstelling 6)⁴⁷: bijv. capacity building en hulpverlening;
 - c. (Internationale) juridische aspecten van de transitie van afvalwaterzuivering naar grondstoffenfabriek: bijv. juridische aspecten rondom water- en nutriëntenhergebruik en toekenning van het eigenaarschap van de (economische) waarde van dit hergebruik.

3.2 Positionering

Voor de positionering van het lectoraat in de verschillende kennisdomeinen richt het lectoraat zich op:

- a. Regionale verankering;
 - b. Nationale samenwerking;
- om vanuit deze positie ook een rol te kunnen spelen binnen (inter)nationale (subsidie)projecten.

Regionale verankering

Voor de komende periode heeft het lectoraat zich verzekerd van een financiële en (in)materiele bijdrage van Pentair. Pentair X-Flow BV en het zusterbedrijf Pentair Water Process Technology BV (beide gevestigd in Enschede) ontwikkelen en leveren wereldwijd innovatieve membraantechnologie voor filtratie- en zuiveringsprocessen in diverse industrieën⁴⁸. De membranen van Pentair X-Flow worden onder andere ingezet voor het produceren van drinkwater, het zuiveren van afval- en proceswater en de ontzilting van zeewater. Haar technologie is in de afgelopen periode gebruikt binnen een aantal projecten, zoals de ontwikkeling van de anaerobe membraanbioreactor en kleinschalige (decentrale) zuiveringssystemen. Ook voor de komende periode wordt haar technologie bij nieuwe concepten ingezet: een belangrijke nieuwe productserie is capillaire nanofiltratie, welke zich gaat richten op ontkleuring en verwijdering van medicinale en hormonale restanten uit water.

Daarnaast is het lectoraat projectpartner in het samenwerkingsproject GreenSource South Africa – Sports for Water (ondersteund door Agentschap NL/Fonds Duurzaam Water) voor de periode 2014-2019⁴⁹. Het project richt zich op de combinatie van decentrale drinkwatervoorziening in combinatie met sport, educatie en gezondheid door de

realisatie van sportfaciliteiten. Naast Pentair nemen ook TenCate en DrainProducts als Nederlandse bedrijven deel in dit project naast een aantal partners uit Zuid-Afrika: Mmapula en Royal Turf. Het eerste veld is als demonstrator in 2015 opgeleverd bij Moedwil Secondary School te Rustenburg; thans wordt het concept uitgerold naar andere scholen. Saxion is binnen dit project voor de capacity building: de technische training en de overdracht van kennis en ervaring aan de deelnemers (Figuur 3.2).



Figuur 3.2: GreenSource concept: (a) kunstgras veld; (b) uitleg membraanfiltratie installatie; (c) voetbalwedstrijd.

⁴⁷ <http://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>

⁴⁸ <http://xflow.pentair.com/>

⁴⁹ <http://www.greensourcenpc.co.za/>

Gedurende de eerste lectoraatsperiode is in een aantal projecten (anaerobe membraanbioreactor; en verwijdering van medicijnresten middels actief en nanofiltratie) samengewerkt met het waterschap Vechtstromen (WVS, tot 01 januari 2015: waterschap Regge & Dinkel). WVS is een waterschap met brede kennis en ervaring van het zuiveren van communaal afvalwater en het beheren van watersystemen in de stroomgebieden van de Vecht, Regge en de Dinkel. Recente wapenfeiten zijn de aanleg van de Doorbraak, en het Kristalbad, welke eerder uitgebreid toegelicht is. Beide betreffen grootschalige ingrepen in het landschap nabij stedelijke agglomeraties waarbij stapeling van functies het mogelijk maakt meerdere doelen te dienen. Ander actueel innovatiethema binnen WVS is de Klimaat Active Stad (KAS), waar het waterschap werkt aan maatregelen om steden voor te bereiden op de effecten van de klimaatverandering, zoals het voorkomen dat dat kelders onderlopen, en slim omgaan met groen en water in de stad⁵⁰. Op dit moment is WVS bezig met de verdere optimalisatie van haar slibverwerking, nl. de realisatie van een zgn. Energiefabriek op de rwzi Hengelo middels het toepassen van thermische drukhydrolyse. Voor de nabije toekomst kan de Energiefabriek Hengelo, naast het leveren van energie uitgroeien tot locatie voor het terugwinnen van nutriënten en het leveren van water van gewenste kwaliteit⁵¹. Deze thema's sluiten naadloos aan bij de onderzoeklijnen binnen het lectoraat IWT. Met WVS zullen de samenwerkingsverbanden dan ook verder aangehaald worden. Een ander mooi voorbeeld van de langdurige samenwerking tussen het WVS en het lectoraat is het ondersteunen van het Technasium van Bonhoeffer College in Enschede: al sinds 2007 verzorgen wij elk jaar een gezamenlijk project gerelateerd aan de waterwereld: we begonnen met het gescheiden inzamelen van urine, vervolgens gedurende een aantal jaren de vergisting van aller-

lei organische (afval)stromen, en momenteel onderzoeken de leerlingen de mogelijkheden van biobased materialen.

Water Experimenteer Centrum Twente (WECTwente)

Naast mijn inauguratie vindt vandaag nog een tweede belangrijke gebeurtenis plaats: de officiële opening van het WECTwente: 'Water Experiment Center Twente'. Enerzijds is dit het sluitstuk van een jarenlange (voor een belangrijk deel ook persoonlijke) zoektocht naar een geschikte locatie voor een Field Lab Water in de Twentse regio, en anderzijds is dit het startschot voor de verdere samenwerking tussen de 5 O's op water in de breedste zin van het woord. De vijf initiatiefnemers vertegenwoordigen elk één van de O's, terwijl wij samen de 5^e O van (interactie met de) Omgeving vormgeven vanuit onze maatschappelijke positie of verantwoordelijkheid:

- Overheid: waterschap Vechtstromen;
- Onderneming: Jotem Waterbehandeling, Pentair, RWB;
- Onderzoek: Saxion;
- Onderwijs: Saxion.

Vanuit deze kern is het nadrukkelijk de bedoeling dat het gebruik van en de samenwerking op deze innovatielocatie ook uitgebreid wordt met de tweede schil, zoals:

- Overheid: de Twentse gemeentes;
- Onderneming: andere technologiebedrijven of eindgebruikers waarvoor water een essentiële asset is;
- Onderzoek: Universiteit Twente;
- Onderwijs: ROC van Twente en Universiteit van Twente, maar ook het primair en voortgezet onderwijs.

Voor mij persoonlijk startte de zoektocht en samenwerking in 2002. Vanuit Norit Membrane Technology (nu Pentair) was ik betrokken bij een onderzoek uitgevoerd door waterschap Regge & Dinkel (nu Vechtstromen) en (toen nog) WMO (nu Vitens) op de rwzi De Sumpel (Almelo) om met zowel een buisvormige als capillaire nanofiltratie membraanmodule het gescreende influent rechtstreeks te gaan behandelen. Het onderzoek werd mede uitgevoerd door een Saxion student en toonde aan dat directe, fysische behandeling van rioolwater mogelijk is en dat goede verwijderingsrendementen van BZV, CZV, fosfaat en zware metalen gehaald worden.

De samenwerking tussen het waterschap en Norit werd vervolgd op de rwzi Ootmarsum (periode 2004-2008) voor de verdere ontwikkeling van het sidestream AirLift MBR concept zoals dat door ons ontwikkeld werd als antwoord op de zogenaamde ondergedompelde membranen van de con-collega's. Op de testinstallaties in het laboratorium van Norit en later ook op de pilot installatie op Ootmarsum die in een 8 inch zeecontainer gebouwd was, is vanuit mijn R&D-groep veel onderzoek uitgevoerd om het concept te ontwikkelen (waaronder de unieke beluchter en de geotrooieerde spoelprocedure) en gereed te maken voor commercialisatie. De hybride AirLift MBR op rwzi Ootmarsum is de eerste grootschalige installatie in zijn soort, waaraan vele Saxion studenten hun bijdrage hebben geleverd via of een stage of afstudeeropdracht (Figuur 3.3). Een aantal van hen is nu nog steeds in dienst van Pentair of intussen uitgewaaid naar andere (watertechnologie) bedrijven in de regio.

⁵⁰ <http://www.vechtstromen.nl/projecten/projecten/klimaatactieve-stad/>

⁵¹ <http://www.vechtstromen.nl/projecten/projecten/energiefabriek/>



Figuur 3.3: rwzi Ootmarsum: (a) hybride MBR system (foto: waterschap Vechtstromen & Sweco); (b) side-stream MBR-installatie (foto: waterschap Vechtstromen & Pentair X-Flow).

De volgende stap in de samenwerking tussen het waterschap en Norit (en later Pentair) werd in de periode 2008-2013 uitgevoerd op de rwzi Hengelo. Hier heeft in deze periode een containerised vol-automatische full-scale MBR pilot gestaan waar een groot aantal ontwikkelingen op heeft plaats gehad. Vanuit mijn R&D-groep is hier (wederom veel met studenten) gedurende een aantal jaren onder verschillende (seizoen)regimes het 3 mm capillair membraan beproefd, challenging testen uitgevoerd om de verwijderingsrendementen op bacterie/virusverwijdering

vast te stellen, de effecten van dosering van PAC (poeder-vormige actief kool) onderzocht om de stabiliteit van de biologie te verbeteren, en intelligente besturing van een MBR-installatie ontwikkeld om het filtratieproces dynamisch te laten reageren op verandering in de slibkwaliteit. Noot: de samenwerking op verdere ontwikkeling van het AirLift MBR loopt nog steeds: sinds 2014 staat het containerised membraangedeelte op het dek van de hybride installatie en heeft Pentair het nieuwe 6 mm helix tubulaire membraan onder veldcondities kunnen testen.

Het feit dat vandaag hier op de rwzi Glanerburg mijn lectorale rede wordt uitgesproken is ook weer een mooi voorbeeld van samenwerking tussen het waterschap, Pentair en ook de gemeente Enschede. In het kader van het landelijke onderzoeksprogramma Innowator-KRW is in 2010 deze proefhal gebouwd om het MegaBlock als full-scale demonstratie-installatie te bouwen (150 m³/hr). Na afloop van het project in 2014 is het idee gerezen om de hal om te bouwen tot het al jaren gedroomde overdekte water-experimenteercentrum, waarbij de kosten voor aanpassingen in/rond de hal beperkt konden blijven door de gelijktijdige renovatie van de rwzi zelf.

Toch was deze hal niet onze eerste poging om een dergelijke proeflocatie te realiseren. De eerste serieuze mogelijkheid die wij onderzocht hebben, was in 2009-2010 om het voormalige filterpersgebouw op de rwzi Enschede om te bouwen tot een dergelijke proeflocatie. Het was een initiatief van het waterschap, Norit, Saxion en ROC van Twente. Vanuit Norit en Saxion heb ik dit initiatief de WELL Fair Academy genoemd, hetgeen stond voor:

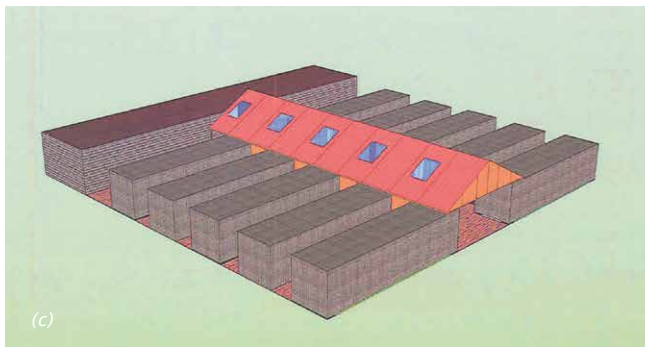
- WELL: Water Energie en Leefbare Leefomgeving (Engels: Water, Energy & Living Lab);
- Fair: eerlijk (Engels ook: marktplaats);

- Academie (Engels: Academy): opleidingsinstituut, zwaarder klinkend dan een school maar ook weer niet zo zwaar als een universiteit om ook laagdrempeligheid uit te stralen.

De ombouw was financieel niet haalbaar, waarna dezelfde partijen hun plannen in 2011 hebben omgebouwd tot een CIV Water-aanvraag in het kader van het topsectorenbeleid (CIV – Centrum voor Innovatief Vakmanschap) op het braakliggend stuk terrein naast het filterpersgebouw. Kern van het project was een permanente opstelling van een groot aantal 40 feet zeecontainers met pilot installaties van Norit, welke door een overkapping verbonden zouden worden; een aantal porto cabins die zouden dienen als ruimte voor college, werkplekken en facilitaire voorzieningen; aangevuld met een aantal verharde plekken voor mobiele opstellingen. Op deze locatie (Twente4Water) zou naast allerlei stromen uit de afvalwaterzuivering ook oppervlaktewater uit het Twentekanaal voor onderzoek beschikbaar zijn. Ondanks dat op alle beoordelingspunten een voldoende werd gehaald, was een ruim voldoende beoordeling noodzakelijk om tot toekenning van de subsidieaanvraag te komen. Pentair week vervolgens (na de ontmanteling van de testfaciliteit op het naast liggende pompstation van Vitens) uit na het overblijvende terrein rond het innamegebouw Elsbeekweg en plaatste een groot aantal van haar containers op de voormalige slibbakken om haar onderzoek op oppervlaktewater op deze locatie te concentreren. Deze locatie heb ik destijds gedoopt tot NEW TREND centre, hetgeen stond voor:

- Nutrient Energy Water;
- Training;
- Research;
- Education;
- Networking;
- Demonstration.

Blijkbaar hebben wij deze tijd nodig gehad om onze plannen te laten rijpen, maar vandaag is voor mij persoonlijk een dubbel feest: mijn inauguratie en de officiële opening van WECTwente!



Figuur 3.4: Proeflocaties: (a) Filterpersgebouw rwzi Enschede; (b) Twente4Water - overzicht (rwzi Enschede); (c) Twente4Water - proefhal; (d) NEW TREND centre - Elsbeekweg.



Figuur 3.5: Opening Water Experiment Center Twente: (a) Hal (foto: Jaap Nonnekens); (b) Openingshandeling (foto: Elan Foto & Video).

Nationale samenwerking

Naast financiële ondersteuning vanuit Pentair ondersteunt Wetsus het Saxion lectoraat financieel voor de komende lectoraatsperiode. Wetsus⁵² fungeert als 'European centre of excellence for sustainable water technology' en is fysiek

gevestigd in Leeuwarden met verschillende demosites verspreid over de provincie Friesland. Het wetenschappelijk onderzoeksprogramma van Wetsus is gedefinieerd door de private en publieke watersector en uitgevoerd in samenwerking met toonaangevende universiteiten. Het onderzoek

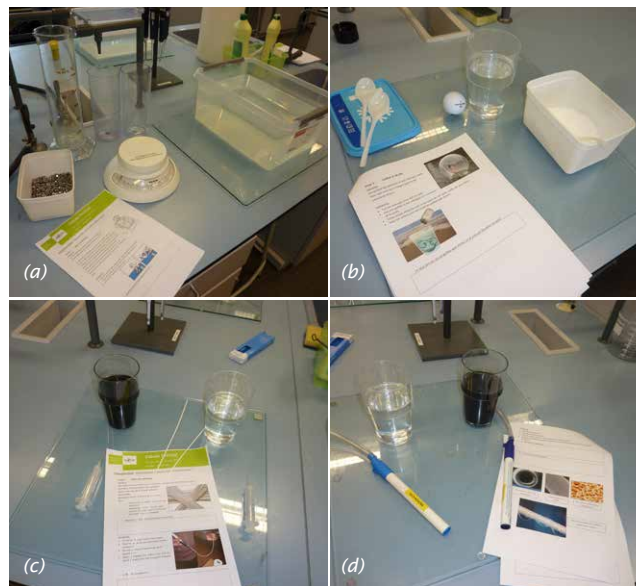
binnen Wetsus is gegroepeerd binnen thema's waarvan bedrijven lid kunnen worden; typisch zijn 4-8 bedrijven lid per thema. Onderzoekresultaten per thema kunnen door deelnemende bedrijven gevaloriseerd worden⁵³.

⁵² <http://www.wetsus.nl>

⁵³ Voor meer informatie over de inhoud en de deelnemende bedrijven, zie <http://www.wetsus.nl/research>

Achtergrond voor de ondersteuning van Wetsus aan het lectoraat zijn:

- Het uitbouwen van het netwerk t.b.v. valorisatie van kennis, welke ontwikkeld wordt binnen de (thematische) PhD-projecten;
- Het opbouwen van een nationaal en Europees netwerk, zodat BSc en MSc studenten hun stage- en/of afstudeerproject kunnen uitvoeren binnen een van de (vele) PhD-trajecten dan wel bij de participerende bedrijven;
- Het verbeteren van de toestroom van BSc studenten naar het MSc Water technology, zoals door de Wetsus Academy wordt uitgevoerd in het kader van het joint degree programma van de WUR, RUG en UT;
- Het uitrollen van het Wetsus Talent Program (ontwikkeling en uitvoering van lespakketten, excursies e.d. voor primair en voortgezet onderwijs) via partnering over Nederland. Het lectoraat heeft ook de beschikking over een compleet lespakket ontwikkeld door de Wetsus Academy en deze wordt in de regio geregeld gebruikt bij allerlei activiteiten om de waarde van en fascinatie rond water zichtbaar te maken. In de lijn met de onderwijsaanpak heeft Saxion de proeven set uitgebreid met een aantal membraanfiltratie proeven om de leerlingen ook de 'magie' van deze nieuwe technologie bij de leerlingen te laten ervaren (Figuur 3.6).



Figuur 3.6: Lespakket Water: (a) Wet van Archimedes; (b) Drijvende golfbal; (c) Zwetend plastic filtreert water; (d) Helder is niet lekker! Vies niet smerig!.

Naast Wetsus zal ook de samenwerking met het Centre of Expertise Watertechnology (CEW)⁵⁴, eveneens gevestigd in Leeuwarden verder worden uitgewerkt. Het CeW wil de banden met het lectoraat IWT aanhalen met als doel:

- Het opleiden van (meer) bèta technisch talent, dat nodig is om innovaties te ontwikkelen waarmee mondiale maatschappelijke problemen op het gebied van water worden opgelost; (landelijke) samenwerking in onderwijs is hierbij van groot belang;
- Het bijdragen aan en samenwerken met het bedrijfsleven in het verzilveren van innovaties; valorisatie van kennis;
- Het realiseren van een regionale waterhub om ook bedrijven in dit deel van het land te kunnen bedienen;
- Het laten uitvoeren van (delen van) projecten die goed aansluiten bij de expertise van de opleidingen binnen Saxion.

⁵⁴ <http://www.cew-leeuwarden.nl>

⁵⁵ <http://www.marrekrite.frl/actueel/bijna-miljoen-liter-toiletwater-ingezameld/20>

Een mooi voorbeeld van een dergelijke samenwerkingsproject is het ontwikkelen van een kleine vuilwater unit zoals die op pleziervaartuigen gebruikt kan worden nu het verboden is om op de Friese water de vuilwater tank te ledigen⁵⁵. Waar VHL in Leeuwarden zich richtte op een het ontwikkelen en valideren van een dergelijke zuiveringssysteem hebben Saxion studenten van de opleiding Industrieel Product Ontwerp zich gericht bewustwording (Figuur 3.7).



Figuur 3.7: Reclamecampagne voor bewustwording.

Voordelen van deze samenwerkingen voor Saxion en het lectoraat IWT zijn:

- 1 De opleiding CT (met specialisatie IWT) is al jaren een belangrijke opleider voor HBO-ers die direct of indirect in de watertechnologie sector terecht komen (zijn gekomen); intensieve samenwerking met CEW zal de (onderwijs-)positie versterken en verbreden;
- 2 Nauwere samenwerking met CEW (en Wetsus) geeft de mogelijkheid tot het verder uitbouwen van de onderzoeklijnen en zal leiden tot interessante cross-overs voor de verschillende Saxion focusgebieden ter verdere profilering;
- 3 Synergie met de lectoraat onderzoeklijnen:
 - a. Water & Energie: sluit zowel aan bij doelstellingen topsectoren Water als Chemie (verduurzaming chemische sector);
 - b. Water & Grondstoffen: sluit zowel aan bij (regionale) focusgebieden binnen topsector HTSM (sensing, nanotechnologie en smart materials) als topsectoren Water resp. Chemie;
 - c. Water & Bewustwording: interessante cross-overs naar onderzoeksprogramma binnen kenniscentrum Leefomgeving 'Toekomstigbestendige Stad'⁵⁶ en naar CETO/TechYourFuture door samenwerking met het Wetsus Talent Program⁵⁷;
- 4 Samenwerking met CEW maar ook met Wetsus opent de toegang tot een groot netwerk van bedrijven t.b.v. interdisciplinaire projecten in het kader van het Living Technology semester, en interessante stage- en afstudeerprojecten.

Onderdeel van deze samenwerking met het brede watercluster in Leeuwarden is ook het realiseren van een landelijke dekking van watertechnologie gerelateerd onderzoek en onderwijs; drie van de vier water water-lectoraten in

Nederland worden ondersteund door Wetsus (Figuur 3.8):

- VHL en NHL: Friesland, Groningen, Drenthe;
- Saxion: Overijssel, Gelderland(, Flevoland);
- HAS Den Bosch: Utrecht, Noord-Brabant(, Noord-Holland, Limburg);
- HS Zeeland: Zeeland, Zuid-Holland.

Het gezamenlijk belang is:

- Water gerelateerd onderzoek samen vormgeven;
- Bedrijven in de watersector betere toegang te verlenen tot HBO-(onderwijs &) onderzoek;
- Deelnemen aan / uitwisseling in elkaars onderwijsbehoefte;
- Techniek(-onderwijs) beter positioneren (in de hele onderwijskolom);
- Gezamenlijk optrekken voor projectaanvragen in NL of EU verband.



Uitgangspunt voor de individuele hogescholen blijft herkenbaarheid m.b.t. de nationale profilering en regionale inbedding van het onderzoek.

Een van de resultaten van de samenwerking is dat de 4 HBO waterlectoraten via het Programma 'Valorisatie Reststromen' met het CEW als penvoeder zijn aangehaakt bij TKI Watertechnologie.

	Paul van Eijk Lector Sustainable Water Systems Hogeschool VHL E-mail: paul.vaneijk@wur.nl	
	Luewton Lemos F. Agostinho Lector Water Technology NHL Hogeschool E-mail: luewton.agostinho@wur.nl	
	Harry Futselaar Lector International Water Technology Saxion University of Applied Sciences E-mail: h.futselaar@saxion.nl	
	Niels Groot Lector Water Technology HZ University of Applied Science Delta Academy E-mail: niels.groot@hz.nl	

Figuur 3.8: Wetsus-HBO waterlectoren netwerk in Nederland.

⁵⁶ <https://saxion.nl/site/index/toekomstbestendigestad>

⁵⁷ <http://www.techyourfuture.nl/nl>

Overige activiteiten

Daarnaast is het lectoraat actief in het regionale en nationale onderwijs (onderzoekslijn Water & Awareness) via activiteiten zoals:

- Zabuki festival;
- Kinderuniversiteit;
- Wandelen voor Water: jaarlijkse wandeltocht rond Wereld Water dag (22 maart van elk jaar) van 6 km met 6 liter water door leerlingen van groep 7 en 8 van de basisscholen in samenwerking met de lokale Rotary Clubs (Hengelo en Enschede);
- Rotary Street Soccer toernooi (jaarlijks in januari) van de Rotary Club Hengelo-Driene: Kraanwater Graag in combinatie met Join-the-Pipe;
- Techniek in het primair onderwijs: actief lid van het regionale initiatief WET (= Water Energie Twente);
- Deelname aan het meerjarige Tech-Your-Future project 'Samen werken aan Bèta Burgerschap';
- Techniek in het middelbaar onderwijs: ondersteuning van profielwerkstukken en regionale Technasia-scholen.

Tot slot is het lectoraat actief binnen de nationale Human Capital Agenda Water- & Deltatechnologie:

- Netherlands Water Partnership (NWP-HCDW): regionale trekker van de HBO-lijn;
- Topsector Water – Human Capital (TSW-HC): lector is lid van de adviesraad.

Bijdrage aan de onderzoeksagenda Saxion Living Technology

In de landelijke profilering binnen het hoger onderwijs heeft Saxion gekozen voor High Tech Systems & Materials (HTSM) als inhoudelijk zwaartepunt. Saxion wil zich ontwikkelen tot een brede University of Applied Sciences

(UAS), en koos voor de branding van HTSM het 'Living Technology' thema om de wisselwerking tussen technologie en samenleving duidelijk te maken. Technische innovaties spelen een belangrijke rol bij maatschappelijke veranderingen, terwijl maatschappelijke veranderingen om technologische innovaties vragen. De oplossing van vraagstukken zullen zowel een technische als niet-technische component vereisen, zodat interdisciplinaire samenwerking vereist is. Om studenten hierin te trainen zal onderzoek in multidisciplinaire projectteams een steeds belangrijker plaats krijgen in de curricula van onze opleidingen, waarbij gewerkt gaat worden aan alledaagse vraagstukken uit de beroepspraktijk. Studenten zullen getraind gaan worden in:

- Het verbeteren van inzicht door het begrijpen en toevoegen van hun kennis;
- Het opdoen van ervaring door het gebruiken van hun kennis en inzicht in een professionele omgeving.

Deze moeten dan resulteren in:

- De juiste houding, waarin de jonge professional zich bewust is/wordt van de consequenties van zijn keuze tijdens het onderzoek.

Als wij deze belangrijke stap kunnen, dan hebben wij mijns inziens een goede stap gemaakt om invulling te geven aan ons thema 'Living Technology', het concrete projectresultaat is niet primair leidend, maar vooral de methodiek en de reflectie hierop door de projectgroep als totaal en die van het elk individueel lid van deze projectgroep. Het belangrijkste product van Saxion is het afleveren van goed voorbereide, jonge professionals, en niet om een projectenfabriek zijn.

In de onderzoekagenda van Living Technology zijn 3 themagebieden onderscheiden⁵⁸:

- Design & technologie (Smart Industry);
- Leefomgeving (Areas & Living);
- Zorg, welzijn & hospitality (Health & Wellbeing).

Deze themagebieden zijn -mede- gebaseerd op:

- Nationaal: de 9 topsectoren, waaronder Water hetgeen ik nader zal belichten in het volgende hoofdstuk;
- Europees: Horizon-2020, waarin Water zowel relevant is binnen 'Industrial Leadership' als 'Societal Challenges', hetgeen ik eerder toegelicht heb.

Het lectoraat IWT zal zich met zijn onderzoeksprojecten vooral bewegen in het gebied van Areas & Living, maar zal ook gebruik maken van nieuwe technologieën ontwikkeld binnen Smart Industry en interessante toepassingsgebieden binnen Health & Wellbeing.

Aanknopingspunten vanuit Smart Industries zijn:

- sensing & monitoring: voor on-line/in-line waterkwantiteitsmetingen (bacteriën & virussen); of voor detectie van hormoon verstorende stoffen in (afvalwater) (EDCs – endocrine disruptive components); of meting van zgn. vluchtige vetzuren (VLA), welke van belang zijn voor de procescontrole/-optimalisatie van anaerobe processen;
- oppervlakte/coating technologie: modificatie van de scheidende lagen van membranen zodat zij nog gericht de EDCs in water kunnen verwijderen.

⁵⁸ Saxion Programmaraad Living Technology, Onderzoeksagenda (april 2015).

Toepassingsgebieden binnen Health & Well-being komen terug binnen het 'Areas & Living' onderzoeksterrein 'Smart Cities' met als cross-over toepassingen:

- ontwikkeling van decentrale, kleinschalige watersystemen (bijv. op buurt of wijk niveau) voor een efficiënt water(her)gebruik waarbij middels sensortechnologie en remote control de gezondheidsrisico's gecontroleerd en beheerst worden;
- ontwikkeling van zuiveringsconcepten voor het verwijderen van medicinale en hormonale sporelementen uit (afval)waterstromen;
- prettig, veilig en gezond ingerichte stedelijke leefomgeving met een goede hygiëne en zonder hittestress.

Speerpunt binnen 'Areas & Living' zijn:

- circular biobased building materials: meer gebruik van natuurlijke producten zoals hout en vlas voor bouwmaterialen;
- compact & decentralized drinking water & sewage systems: zie de hierboven genoemde cross-overs met 'Health & Wellbeing';
- biomass & biogas processing: productie van biogas via anaerobe processen uit organische afval(water)stromen;
- energy storage technology: ontwikkeling van nieuwe membraanprocessen, zoals Blue Energy t.b.v. energieopwekking uit zout/zoet water;
- biobased feedstock & raw materials: productie van bioplastics uit slibstromen van (riool)waterzuiveringsinstallaties; terugwinning van nutriënten zoals ammonium en fosfaat (bijv. via algen); of urban farming.

Kortom, met het lectoraat International Water Technology staat Saxion midden in de (water)wereld!



4. Onderzoeklijnen van het lectoraat

De vertaling van de hiervoor beschreven uitdagingen, ambities en ontwikkelingen in het werkveld naar onderzoeklijnen betekent dat het lectoraat IWT gaat werken aan:

- 1 Water & Energie:
 - a. Bio-based energie (biogasproductie via vergisting in de waterketen);
 - b. Olie/gas-waterbehandeling (produced & injection water behandeling);
- 2 Water & Grondstoffen:
 - a. Bio-based materialen (terugwinning nutriënten via bijv. struviet, algen, bioplastic);
 - b. Gezondheid & Veiligheid (ontwikkeling membraanen sensortechnologie t.b.v. verwijdering en monitoring microverontreinigingen in relatie tot Kader Richtlijn Water 2015 (KRW2015));
- 3 Water & Bewustwording:
 - a. Klimaatbestendige Stad (Cities-of-the-future: industriële en communale kringloopsluiting, waarbij waterhergebruik, biogas- en nutriëntterugwinning gekoppeld worden aan watermanagement en water governance);
 - b. Sustainable Development Goals (decentralisatie, point-of-use en/of point-of-entry waterbehandeling);
 - c. Capacity Building.



De onderzoeksthema's zoals die in het lectoraat worden aangepakt, sluiten in het bijzonder aan bij de Innovatiecontracten van Waternet⁵⁹ en Deltatechnologie⁶⁰ waarin de volgende innovatiethema's gedefinieerd zijn:

- 1 Water for All: toekomstbestendige productie van drink- en industriewater en geavanceerde afvalwaterzuivering;
- 2 More Crop per Drop: zoetwatervoorziening voor voedselproductie en resource efficiency;
- 3 Water & Energie: verduurzaming processen energie producerende industrie; nieuwe vormen van energie op basis van waternettechnologie;
- 4 Water & ICT: sensing & monitoring voor waterkwaliteit en efficiënte waterbehandeling (winning, reiniging, transport);
- 5 Eco-engineering: waterbouw met hulp van de natuur (building with nature);
- 6 Waterveiligheid en slimme dijken: flood control en energieopwekking in dijken;
- 7 Leefbare delta: duurzame inrichting en beheer van dicht bevolkte deltagebieden; omgaan met verzilting in kustzones en delta's.

Om bovenstaande thema's op te lossen zal de Topsector Water moeten samenwerken met een groot aantal topsectoren. Niet alleen voor het bereiken van haar eigen doelstellingen, maar ook die van de andere topsectoren daar de beschikbaarheid van water een belangrijke randvoorwaarde is voor het bereiken van hun doelstellingen. Er zal samengewerkt worden met (Figuur 4.1):

- 1 Tuinbouw & Uitgangsmaterialen;
- 2 Agrofood;
- 3 High Tech Systems & Materials;
- 4 Energie;
- 5 Chemie;
- 6 Life Sciences;

terwijl ook met de cross-sectorale thema's:

- 7 Nanotechnologie;
 - 8 Biobased Economy;
- interessante verbindingen bestaan die zullen leiden tot vernieuwend onderzoek om uitdagingen het hoofd te bieden en kansrijke innovaties te ontwikkelen.



Figuur 4.1: Cross-sectorale samenwerking tussen Water en andere topsectoren⁶¹.

⁵⁹ Innovatiecontract Waternet – Kennis van Water, Kassa voor Later; januari 2012.

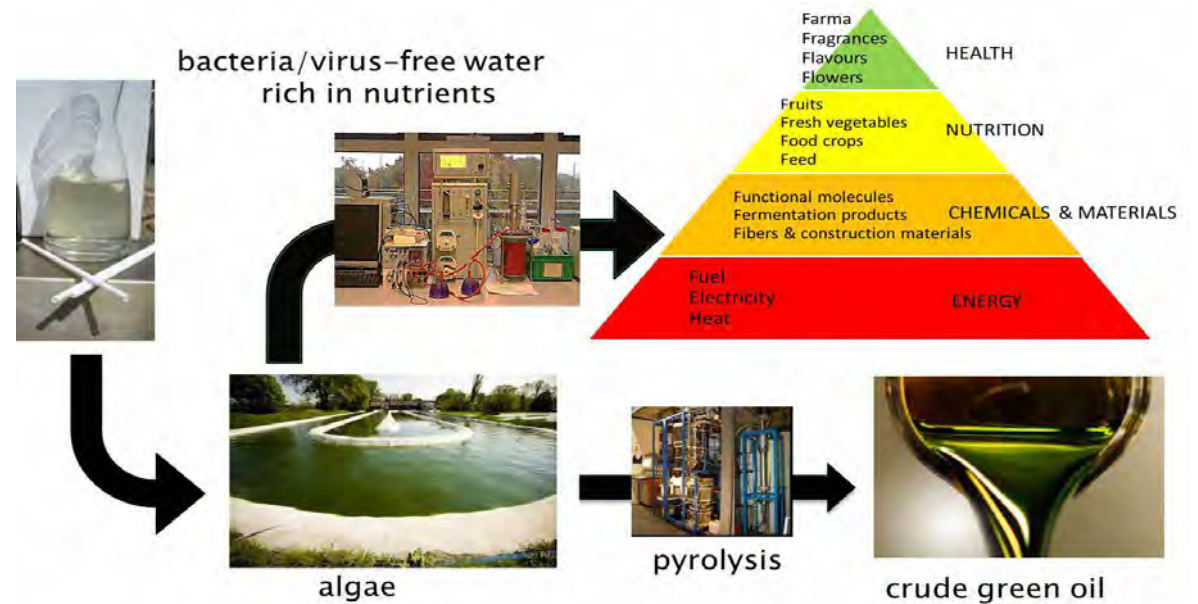
⁶⁰ Innovatiecontract Deltatechnologie 2.0 – Bring in the Dutch; december 2011.

⁶¹ Bron voor Groene Economie, Topsectoradvies Tuinbouw & Uitgangsmaterialen (aangepast).

Het innovatiespeerpunt 'Water & Energie' verbindt de Topsector Water nadrukkelijk met zowel de Topsectoren Energie als Chemie. Binnen het lectoraatsthema 'Water & Energie' wordt gewerkt aan anaerobe zuiveringsprocessen die naast gezuiverd water ook biogas produceren (Figuur 4.2). Door de juiste inrichting van het proces (bijv. het toepassen van membraantechnologie) kan het gezuiverde water op een dusdanig efficiënte wijze van de (anaerobe) biomassa worden gescheiden, dat het water weliswaar ontdaan is van zijn organische vuilvrucht (en bacterie- en virusvrij is), maar nog wel rijk aan nutriënten is. Deze waterstroom kan vervolgens direct aangewend worden als irrigatiebron, hetgeen leidt tot het in een natuurlijke kringloop houden van het schaarse element fosfor. Een andere conceptuele route is om deze waterstroom te gebruiken om gecontroleerd algen (of vergelijkbare producten als eendenkroos) te kweken welke bio-based grondstof aan de basis staat van een waardeketen zoals aangegeven in Figuur 4.3.



Figuur 4.2: Totaal concept voor duurzame behandeling van afvalwater.



Figuur 4.3: Algenproductie: bio-olie of bio-based grondstoffen⁶².

⁶² http://maken.wikiwijs.nl/51426/Introduction_to_the_Biobased_Economy#!page-839684

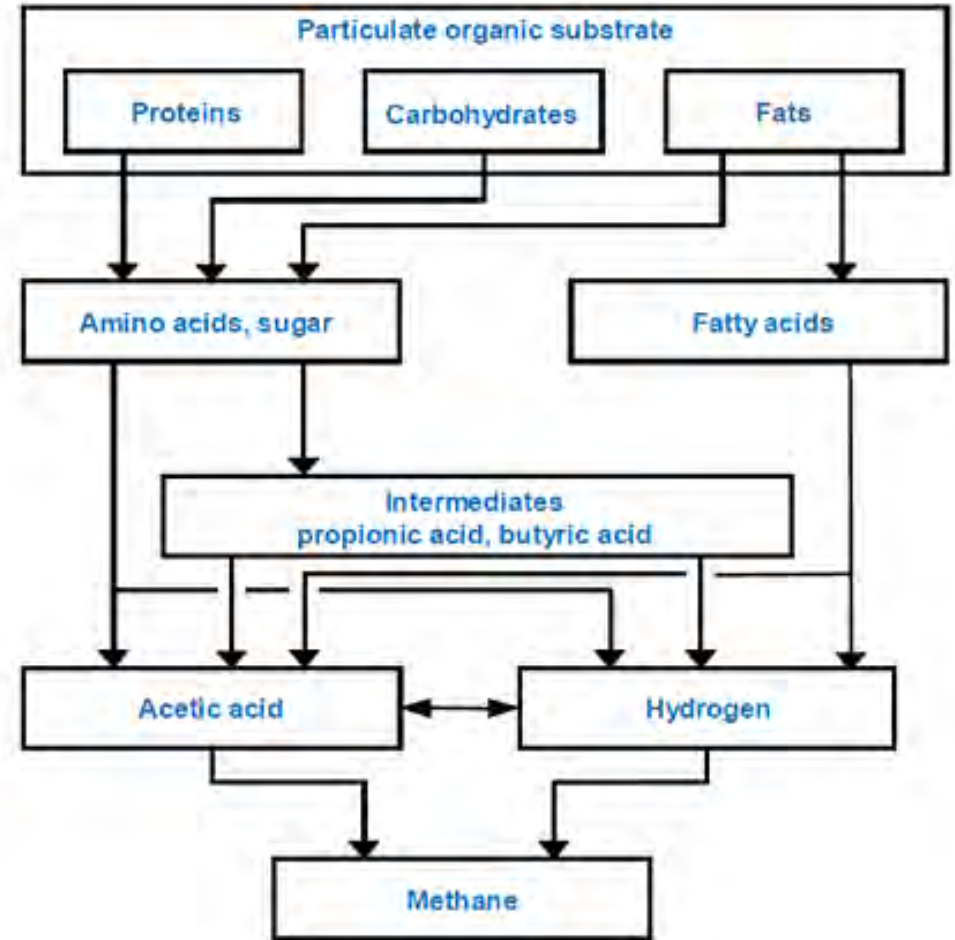
Het proces om uit organisch materiaal biogas te maken staat schematisch weergegeven in Figuur 4.4. Als wij in staat zijn om dit afbraakproces zo te monitoren en te controleren door voldoende microbiologische kennis kan het proces onderbroken worden om waardevolle producten zoals suikers, vet- en aminozuren uit afvalwater te produceren. Een andere bron voor bio-based grondstoffen is de productie van bioplastic uit het spuislib van het afvalwater zuiveringsproces. Ook hier geldt dat opbouw van (micro)biologische kennis noodzakelijk zal zijn voor proces monitoring & control. Op deze manier wordt invulling gegeven aan het lectoraatsthema 'Water & Grondstoffen', welke weer aansluit bij de ambities van de Topsector Chemie. Deze topsector ambieert om Nederland vóór 2050 naar een mondiale topositie te leiden op twee cruciale gebieden: Groene Chemie en Slimme materialen⁶³, dus duurzame producten, hernieuwbare grondstoffen, schone productiemethoden en slimme materialen gebaseerd op biomassa. Met deze laatste ontwikkelingen wordt tevens aangesloten bij het cross-sectorale thema 'Biobased Economy'.

Hydrolysis

Acidogenesis

Acetogenesis

Methanogenesis



Figuur 4.4: Processtappen anaerobe vergisting⁶⁴.

⁶³ <http://www.topsectorchemie.nl/> (27-03-2014)

⁶⁴ http://www.wtert.eu/global/images/doki/Anerobic_Decomposition.PNG

Het innovatiethema 'Water & ICT' heeft sterke raakvlakken met de Topsector HTSM. Het hergebruik van water en de terugwinning van grondstoffen uit (afval)water leiden tot de noodzaak de kwaliteit van het water nog beter te meten en te beoordelen, waarvoor ontwikkelingen als lab-on-a-chip veelbelovend mogelijkheden bieden. Enerzijds liggen deze op het gebied van nog nauwkeuriger metingen, maar ook op nog betere in-line online monitoring van potentieel gevaarlijke stoffen die nu nog slechts met geavanceerde apparatuur in gespecialiseerde laboratoria bepaald kunnen worden. Anderzijds maakt de lab-on-a-chip vergaande decentralisatie van (afval)waterbehandeling mogelijk als nog beter gestuurd kan worden op 'water-fit-for-use', waardoor de waarde van water (en zijn grondstoffen) nog beter benut kan worden. Lab-on-a-chip zal bij 'massa-productie' ook de mogelijkheid geven tot het low-cost kwaliteitsmetingen, hetgeen een randvoorwaarde is voor het bereiken van de Sustainable Development Goals.

Een andere interessant onderzoeksgebied staat bekend als 'rioolwater epidemiologie', waarmee door onderzoek van de (lokale) samenstelling van rioolwater bijna realtime het gebruik van verdovende middelen en andere middelen zoals medicijnen door inwoners van een gebied in kaart gebracht kan worden (Figuur 4.5). Als dergelijke analyse-technieken op een lab-on-a-chip ondergebracht kunnen worden, kunnen zij bijvoorbeeld gebruikt worden om in een bepaald gebied of gebouw op decentraal niveau het verloop van bepaalde drugs of medicinale stoffen gedurende een bepaalde tijd in kaart te brengen; als justitieel bewijs, maar het biedt ook goede mogelijkheden snel de waarde van medicinale en hormonale stoffen in (afval)water te meten en op basis van deze monitoring de procesvoering van een zuiveringsapparaat op aan te passen. Een van de medicijnresten waarop het lectoraat zich gaat richten is diclofenac als één van de toekomstige prioritair stoffen gekozen is⁶⁶. Hoewel het Europese Parlement, de

Europese Commissie en de lidstaten op 17 april 2013 besloten hebben diclofenac nog niet op de definitieve Europese lijst van prioritair stoffen te zetten, staat deze stof samen met 2 andere hormoon verstorende stoffen wel op de 'watch list' van stoffen waarover nog te weinig bekend is. Beter (en goedkopere) detectiemethodes zijn dus zeer wenselijk, alsmede betere verwijderingsprocessen zoals nanofiltratie⁶⁷. Binnen het lectoraat wordt hieraan gewerkt binnen de onderzoeklijnen 'Water & Grondstoffen' (ontwikkeling membraanfiltratie en sensortechnologie) en 'Water & Bewustwording' (decentralisatie). Voor beide onderzoeklijnen geldt dat sensortechnologie een wezenlijk onderdeel zal zijn voor het technologisch en economisch succes. Het lectoraat zal voor deze toepassingen dan ook samenwerken met de lectoraten op het gebied van nanotechnologie om een bijdrage te kunnen leveren aan de valorisatie van binnen deze lectoraten ontwikkelde principes binnen het vakgebied watertechnologie.

Analyse rioolwater: Amsterdam cocainewalhalla

Figuur 4.5: Rioolwater epidemiologie⁶⁵.

Update - Amsterdam en Antwerpen zijn de drugshoofdsteden van Europa. Dat blijkt uit een internationaal onderzoek naar drugssporen in het rioolwater, dat vandaag is uitgekomen.

DOOR: HISKE VERSPRILLE 26 JULI 2012, 09:48 · BRON: HET PAROOL

Er gaan in Amsterdam grof geschat zo'n dertigduizend lijntjes coke per dag doorheen - veruit de hoogste consumptie per neus, samen met Antwerpen. Bij een gemiddelde straatwaarde van vijftig euro per gram gaat er jaarlijks zo'n 27 miljoen euro in om. Het cocainegebruik is in de twee steden mogelijk zo hoog doordat de drugs via de havens Europa worden binnengesmokkeld.

Ook voor cannabis scoort Amsterdam het hoogst en voor xtc steken alle onderzochte Nederlandse steden met kop en schouders boven de anderen uit. Het gebruik van coke en xtc is sowieso veel hoger in West- en Zuid-Europa en lager in Noord en Oost-Europa. Amfetamine (speed) is in Amsterdam minder populair, maar wordt bijvoorbeeld in Eindhoven wel weer veelvuldig genuttigd.

Schiphol

Methamfetamine (chrysal meth) gebruiken Nederlanders helemaal niet, terwijl resten daarvan in Scandinavië en Oost-Europa juist heel veel in het rioolwater voorkomen. De enige Nederlandse plek waar bij een eerder rioolwateronderzoek methamfetamine gevonden werd, is op Schiphol, waarschijnlijk in de urine van reizigers. Daar zijn ook aanwijzingen gevonden dat er een aanzienlijke hoeveelheid pure cocaïne (ongebruikt) door het toilet wordt gespoeld - mogelijk door bolletjesslikkers.

In het onderzoek is duidelijk te zien dat coke en xtc in het weekend veel meer gebruikt worden dan door de week. Cannabis- en speedgebruik zijn constant door de week heen.

Negentien steden

Internationale wetenschappers van onder andere KWR Watercycle Research Institute in Nieuwegein, Niva in Noorwegen en Mario Negri instituut uit Italië, maakten een directe vergelijking van de drugssporen in het afvalwater van negentien Europese steden. Rioolwater epidemiologie, zoals de jonge techniek heet, wordt steeds meer gebruikt om harde cijfers over drugsgebruik te verkrijgen.

⁶⁵ Het Parool, Analyse rioolwater: Amsterdam cocainewalhalla, 26 juli 2012.

⁶⁶ WaterForum Online, Brussels akkoord over prioritair stoffen (24 april 2013).

⁶⁷ Erik Roesink, Drinkwater en nanotechnologie, Waterspiegel, maart 2015, pagina 5.

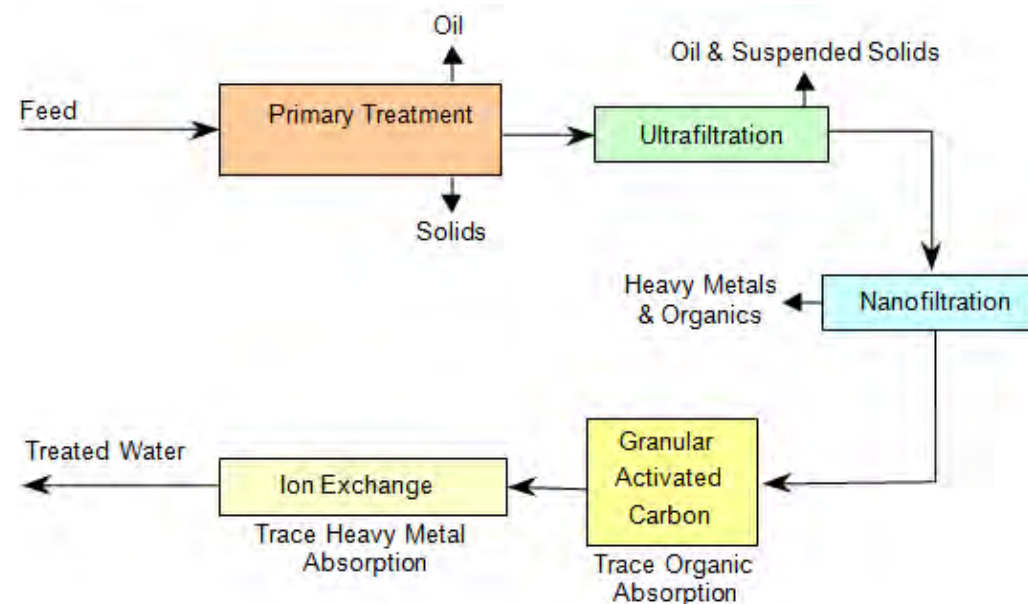
Andere mogelijkheden van nanotechnologie liggen op het gebied van waterzuivering met membranen opgebouwd uit nanostructuren die met een veel lagere energievraag een hoger zuiveringsrendement beloven⁶⁸. Voorbeelden zijn systemen voor desinfectie en/of reductie van aangroei van biofouling op basis van zilver en koper nanodeeltjes aangebracht in membranen en leidingen, of titaandioxide nanodeeltjes gecombineerd met UV straling welke een verhoogd rendement geven voor afbraak van resistente toxische verbindingen, of palladium nanodeeltjes aangebracht op membranen die de reductie van nitraat en bromaat in grondwater katalyseren. Met deze toepassingen kan watertechnologie gebruik maken van ontwikkelingen binnen het cross-sectorale thema 'Nanotechnologie'.

Samenwerking met de Topsector Life Sciences vindt plaats op het onderwerp water & health care, dat zich richt op de levering van totaaloplossingen op het gebied van water voor ziekenhuizen en farmaceutische industrie. Deze totaal oplossingen passen in zowel de onderzoeklijnen 'Water & Grondstoffen' als 'Water & Bewustwording' en bieden ook oplossingen voor de verwijdering van hormonale en medicinale restanten in huishoudelijk afvalwater. Hiermee worden deze onderzoeklijnen ook weer gekoppeld aan de innovatiethema's 'Water for All' en 'Water & ICT'.

Binnen de onderzoeklijn 'Water & Energie' wordt ook onderzoek gedaan naar olie/gas-waterbehandeling. Dit lijkt wellicht een beetje een vreemd water-eend in de bijt, maar water speelt bij deze industrie een essentiële rol, waarin hoogwaardige watertechnologie vereist is. Afhankelijk van het type bron komt per liter geproduceerde olie 5 tot

20 liter vrij (zgn. 'produced water'), hetgeen een uitgebreide waterbehandeling vereist. Figuur 4.6 geeft een typisch processchema van een dergelijke waterbehandeling, waarbij de membraanprocessen ultrafiltratie en nanofiltratie steeds vaker toegepast worden. Het ontwikkelen en testen van deze processen toont grote overeenkomsten met ultrafiltratie bij de anaerobe membraanbioreactor en met nanofiltratie bij de verwijdering van medicinale/hormonale microverontreinigingen. Voor onze Twentse regio heeft dit afvalwater nog een bijzondere betekenis, daar op dit moment de opslag van dit type afvalwater in lege zoutcavernes/gasholtes onder een vergrootglas ligt vanwege onbekende milieubelasting en mogelijke invloeden op ons grondwater als belangrijke bron voor ons drinkwater. Technologisch kan het 'produced water' zo

gereinigd worden dat het herbruikbaar is als het juiste business model gevonden. In het Midden-Oosten wordt dit gezuiverde 'produced water' bijvoorbeeld aangewend als irrigatiewater. Opmerkelijk om te vermelden is dat het water dat in de Twentse bodem opgeslagen wordt in feite huishoudelijk afvalwater is uit Emmen en omstreken. Om de zeer stroperige olie in Schoonebeek te kunnen winnen wordt stoom geïnjecteerd welke geproduceerd wordt uit ultrapuur water ('injection water') dat gezuiverd effluent is uit de rioolwaterzuivering Emmen⁶⁹. Ook in dit productieproces speelt membraanfiltratie (ultrafiltratie gevolgd door omgekeerde osmose) een belangrijke rol. Een deel van het sluiten van de kringloop is gerealiseerd, nu nog de laatste stap.



Figuur 4.6: Processchema voor behandeling 'produced water' tijdens oliewinning⁷⁰.

⁶⁸ Innovatiecontract Watertechnologie – Kennis van Water, Kassa voor Later; januari 2012.

⁶⁹ <http://nwtr.nl/puurwaterfabriek.php>

⁷⁰ <http://www.esmil.co.uk/images/produced-water-large.jpg>

Met de onderzoekslijn 'Water & Bewustwording' legt het lectoraat de verbinding tussen de sector Waternet en de sector Deltatechnologie die beide onderdeel van de Topsector Water zijn. De sectoren raken elkaar het sterkst op het gebied van verstedelijkende delta's. Hier is vraag naar zowel de technologie en oplossingen op het gebied van waterveiligheid en waterbeheer als op het duurzaam omgaan met watervoorraden en sanitatie. Het Innovatiethema 'Leefbare Delta' richt zich op het in kaart brengen van stedelijke ontwikkeling, slimme planningstools voor stedelijke ontwikkeling en klimaat adaptief bouwen in deltagebieden. Hierin komen vraagstukken aan de orde die onder andere te maken hebben met duurzame watervoorziening, stedelijk waterbeheer en afvalwaterbehandeling door het sluiten van de waterkringloop. Deze onderwerpen kunnen ook gebruikt worden voor het thema dat aangeduid wordt als 'Toekomstigbestendige of Klimaat actieve/adaptieve Stad'. Het lectoraat zal zich richten op het uitvoeren van (haalbaarheids)studies en het uitbrengen van adviezen richting opdrachtgevers als het waterschap en (regionale) gemeentes; waar mogelijk zullen deze adviezen experimenteel onderbouwd gaan worden.

De onderzoeksthema's binnen de onderzoekslijn 'Water & Omgeving' van het lectoraat sluiten ook aan bij de langetermijnvisie opgesteld door de samenwerkende partijen in de waterketen (Unie van Waterschappen, VEWIN, VNG, ministeries VROM en V&W)⁷¹. Hierin worden scenario's geschetst voor (Figuur 4.7):

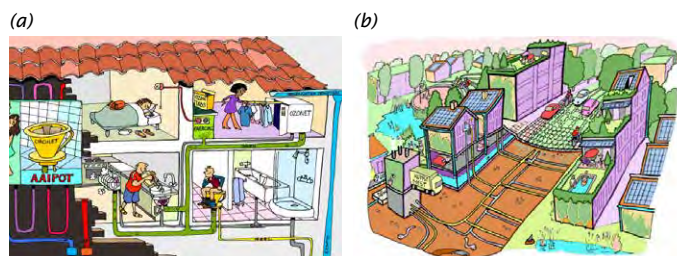
1. Water in huis in 2050:

Urine en fecaliën worden van elkaar gescheiden, waarbij de fecaliën samen met het GFT-afval in huis wordt verwerkt tot een stroom waar energie uit wordt gewonnen (groene buis). De urine (gele buis) loopt door het filter en wordt in de wijk verwerkt tot kunstmest, nadat de medicijnresten eruit zijn gehaald. Het bad- en keukenwater (grijze buis) wordt ook op wijkniveau verwerkt en hergebruikt.

2. Water in nieuwbouwwijk 2050:

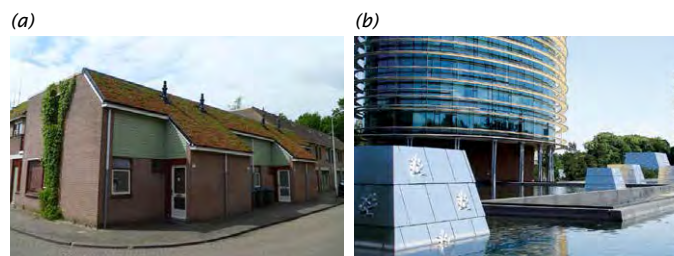
Regenwater en afvalwater worden niet meer met elkaar gemengd, en beide worden (her)gebruikt in de wijk. Regenwater wordt onder de woningen in regenwaterbassins opgeslagen en gebruikt om de tuin te besproeien. De weg is hol en waterdoorlatend, en het (regen)water zakt door de

goede kwaliteit van de bodem snel weg. Door de opvang van het regenwater in de wijk behoren riool overstorten tot het verleden en is er een gezond watersysteem. Het regenwaterbassin wordt ook als koude-warmte-buffer gebruikt. De huizen hebben zo geen airconditioning nodig. Daarnaast heeft de wijk veel groene of waterdaken (Figuur 4.8), hetgeen ook te realiseren is bij bestaande bebouwing. Hierdoor wordt een extra opslagmogelijkheid voor regenwater gerealiseerd, zodat de riolering bij extreme buien ontlast wordt. Verder blijft de wijk koel in de zomer en ontstaan geen hitte-eilanden, zoals in veel oudere wijken het geval is. Een ander voorbeeld van een groene woning geeft figuur 4.9. Deze glazen panelen zijn gevuld met algen, waardoor afvalwater met voedingsstoffen en gecombineerde CO₂ wordt gepompt. Wanneer de zon schijnt vermenigvuldigen de algen zich, welke vervolgens geoogst worden. Deze geoogste algen worden omgezet in biogas om via gecombineerde warmte-kracht-koppeling energie op te wekken, terwijl ook de warmte-inhoud van de algensoep wordt gebruikt.



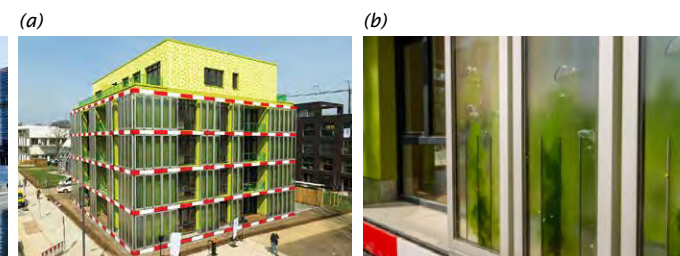
Figuur 4.7: Waterketen in 2050:

(a) huis van de toekomst⁷¹; (b) woonwijk van de toekomst⁷¹.



Figuur 4.8: Toekomstig-bestendige daken:

(a) groene daken in Enschede⁷²; (b) waterdak in Apeldoorn⁷³.



Figuur 4.9: Energie-onafhankelijk gebouw:

(a) overzicht⁷⁴; (b) detail gevel⁷⁵.

⁷¹ Verbindend Water, lange termijn visie op de waterketen - 6 maart 2009

⁷² <http://www.pionering.nl/bibliotheek/nieuws/510/pilotonderzoek-met-de-groene-dakpan-van-ecopan>

⁷³ <http://www.groenblauwenetwerken.com/measures/water-roofs/>

⁷⁴ http://biomassmagazine.com/uploads/posts/magazine/2013/08/Ther-Biomass-Algae1-0913_13770114831062.jpg

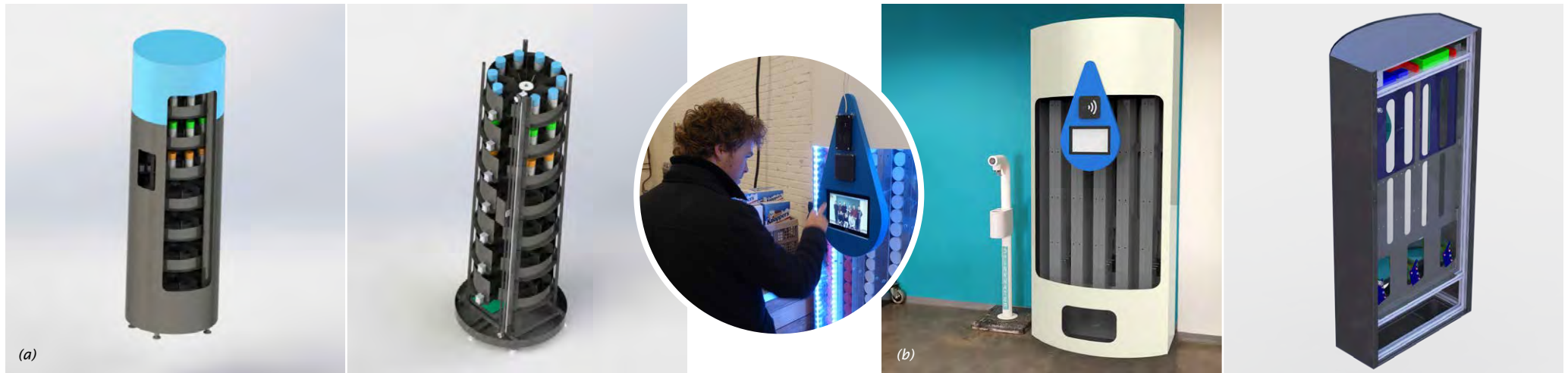
⁷⁵ <https://www.forumforthefuture.org/greenfutures/articles/building-powered-algae>

Voor het realiseren van de Sustainable Development Goals zal binnen de onderzoekslijn 'Water & Bewustwording' gewerkt worden aan de ontwikkeling en realisatie van concepten om op decentrale schaal (afval)water te zuiveren tot water-op-maat waarbij tevens aanwezige grondstoffen (biogas en nutriënten) herwonnen worden. Naast productontwikkeling zal ook, zoals eerder toegelicht, de ontwikkeling van low-cost sensoren een belangrijk doel zijn. Verder omarmt het lectoraat het Join-the-pipe initiatief,

waarbij bewustwording een essentiële voorwaarde is voor het technologisch slagen van deze benadering. Voor het aan de man brengen van de duurzame waterbidon wordt een representatieve bidon uitgifteautomaat ontwikkeld (Figuur 4.10).

Belangrijk product van de onderzoekslijn 'Water & Bewustwording' is een trainingspakket voor capacity building en train-the-trainer t.b.v. het eerder besproken GreenSource

concept; het lectoraat zal ook zelf een groot deel van de lokale trainingen verzorgen. Daarnaast zal het lectoraat bijdragen in het ontwikkelen van les- en demonstratieproducten t.b.v. het regionale en nationale onderwijs ter stimulering van interesse in (water)technologie als onderdeel van de Human Capital Agenda Water& Delta⁷⁶.



Figuur 4.10: Join-the-Pipe waterbidon uitgifte automaat: (a) voorstudie; (b) definitief ontwerp.

⁷⁶ <http://www.waterwonderen.nl/>

5 Onderwijsambitie van het lectoraat

Sinds de start van het lectoraat is het onderzoek binnen IWT nauw verweven geweest met het onderwijs, in het bijzonder met de Life Science (LS) opleidingen van de academie Life Science, Engineering & Design (LED). De invoering van academie-brede onderzoeksemester Living Technology project semester (LTPS) biedt de mogelijkheid om onderzoeksprojecten inhoudelijk breder op te zetten. Binnen alle onderzoeksthema's zijn interessante interdisciplinaire projecten te definiëren waaraan door multidisciplinaire projectteams gewerkt kan worden. Daarnaast verzorgt het lectoraat al sinds de oprichting een verdiepende minor International Water Technology, terwijl het bedrijven uit haar werkveld faciliteert bij het verkrijgen van studenten voor stages en afstudeeropdrachten.

Onderzoek: Living Technology Project Semester

Ook voor de komende lectoraatsperiode zal het onderzoek nadrukkelijk in het reguliere onderwijs ingebed worden, waarbij het onderzoek door studenten uitgevoerd wordt en de docenten/onderzoekers verantwoordelijk zijn voor enerzijds de procesmatige begeleiding van de studenten en anderzijds (samen met de vakspecialisten uit het werkveld) met hun kennis en ervaring de onderzoeksgroep zullen ondersteunen om tot een goed onderzoeksresultaat te komen. De docenten/onderzoekers zijn dan ook (samen met de lector) de continue factor richting het werkveld en fungeren als projectleider en aanspreekpunt voor het werkveld. De onderzoeksresultaten zullen door de docenten verwerkt gaan worden in de (lagerejaars) colleges, practica en projecten.

Bij de inbedding van het onderzoek in het onderwijs wil het lectoraat optimaal gebruik maken van het Living Technology Project Semester (LTPS), zoals de academie LED voor alle opleidingen van de academie heeft ingevoerd in het derde of vierde studiejaar. Zoals eerder al toegelicht is, is water voor veel vakgebieden een 'enabling technology', zodat interessante interdisciplinaire opdrachten te definiëren zijn. Belangrijk is dat de student in de gelegenheid wordt gesteld de reeds verworven (basis-)kennis en (basis-)vaardigheden te integreren en toe te passen op een realistische/relevante probleemstelling binnen een multidisciplinair samengestelde projectgroep en zich zo kan ontwikkelen tot vakman/vrouw die vanuit zijn eigen discipline een bijdrage aan een (water)probleem levert.

Belangrijk bij de uitvoering van het project is dat het proces gefaseerd doorlopen wordt, en de aangedragen projectideeën ook de mogelijkheid hiervoor geven. De fasering wordt mede bepaald door de gekozen methodiek, die weer afhankelijk is van het type onderwerp. Voor een ontwerpgericht dan wel een meer onderzoeksgericht onderwerp gelden andere methodieken, waarbij een projectteam vrij is in haar (beargumenteerde) keuze. Als deze keuze gemaakt is, betekent dat deze systematisch doorgezet moet worden in de projectuitvoering, dus de verschillende fases moeten terugkomen in de projectplanning, de op te leveren tussen-/eindproducten, de go/nogo-beslismomenten, de vergaderstructuur, en de verschillende rollen van de leden van het projectteam. Het is de bedoeling dat een projectteam tijdens het LTPS alle fases van de gekozen methodiek doorloopt, en zo zelf er-

vaart dat het belangrijk is om voor een project zowel de uitgangspunten als de eindproducten te definiëren. Dat hiertoe procesmatige en/of inhoudelijke keuzes gemaakt moeten worden, is inherent aan de beroepspraktijk, waarbij beperking van middelen, strikte deadlines en/of (nog) onvolledige randvoorwaarden gebruikelijk zijn maar uiteindelijk niet van invloed mogen zijn op de beoordeling van het eindresultaat. Het is belangrijk dat de student leert keuzes te maken en onderbouwen op basis van de gegeven of aangenomen randvoorwaarden. Dat is Living Technology, zoals al eerder besproken is.

Het lectoraat zal samen met bedrijven uit het werkveld opdrachtgever zijn en in deze rol dan ook betrokken blijven bij de vormgeving en uitvoering van het project. Hierbij vind ik het in mijn rol als lector belangrijk dat de projectgroep eigenaar wordt van het project en de mogelijkheid krijgt (en deze vooral ook neemt) om een eigen invulling te geven aan de oplossing(sroute). Daarbij hebben zowel de leden van het projectteam als de begeleiders verschillende rollen bij de organisatie van en rondom het project. Typische rollen voor de projectleden zijn:

- Projectleider: is verantwoordelijk dat het project procesmatig verloopt, en is contactpersoon naar de opdrachtgever.
- Documentatie en materiaal beheerder: zorgt voor consistente en functionele lay-out van alle documenten, voor interne en externe communicatie, en voor beheer van de digitale projectomgeving.
- Kwaliteit controleur: is verantwoordelijk voor het bewaken van de specificaties, ontwerpen, eindproducten en

testprocedures (voor hardware en software); bij onderzoeksprojecten verantwoordelijk voor de kritische evaluatie van resultaten, discussies en conclusies.

- Ontwerper en/of onderzoeker: is vanuit zijn discipline verantwoordelijk voor de technische specificaties en oplossingen voor de gestelde technische problemen.

Bij de begeleiding en ondersteuning van het project wordt ook een aantal verschillende rollen onderscheiden, waarbij het in de praktijk kan voorkomen dat verschillende rollen aan één en dezelfde natuurlijke persoon zijn gekoppeld, waarbij onderscheid van de verschillende petten goed bewaakt moet worden:

- Opdrachtgever: levert het projectidee aan, en is beschikbaar als klankbord en (inhoudelijk) adviseur.
- Tutor/opleidingscoach: is procesbegeleider/-bewaker, heeft wekelijks contact met groep, en is tevens opleidingscoach voor de studenten vanuit zijn discipline.
- Opleidingscoach: is beschikbaar voor inhoudelijke vragen (uit de eigen discipline), beoordeelt de individuele studenten binnen grenzen van het eigen domein, en is mede beoordelaar van het project (groepswerk).
- Examinator: beoordeelt de inhoudelijke kwaliteit van het resultaat (na advies van opdrachtgever en begeleider/specialist), en de procesmatige kwaliteit van het resultaat (na advies van tutor en projectleider).

Mijn insteek is dat de groep als projectteam maar ook elk individueel teamlid zich verantwoordelijk voelt voor het verloop van het ontwerp/ontwikkelproces, het eindresultaat vanuit een zekere passie en betrokkenheid kan presenteren, en de technische keuze(s) vanuit zijn eigen vakdiscipline kan verdedigen. Het project vormt het visitekaartje van de student!

Minor International Water Technology

Binnen de minor IWT wordt inzicht gegeven in de technologische en economische waarde van water, de wetgeving rondom water, en toekomstige ontwikkelingen op het gebied van watertechnologie en watermanagement. Kortom welkom in WWW: de Werkelijke Wereld van Water!

Deze minor bundelt de kennis en ervaring op gebied van deltatechnologie (waterbeheer), watertechnologie (waterzuivering) en water governance (regelgeving, draagvlak, implementatie). De synergie maakt het mogelijk om (onderzoeks-)vraagstukken vanuit overheid en bedrijven transdisciplinair aan te pakken en integraal op te lossen. Hierbij wordt gestreefd naar een vergaande integratie, waarbij in de uitvoering van projecten wordt ingezet op een meer in-

Tabel 5.1: Modules binnen de minor IWT.

Module name	ECTS
Biological water treatment:	6
• Aerobic waste water treatment	
• Anaerobic waste water treatment	
Physical-Chemical water treatment:	6
• Water chemistry & quality	
• Physical-chemical unit operations	
Hydrology:	6
• Water cycles	
• Hydrological engineering	
Water management:	6
• Urban water systems	
• Rural water systems	
Design project Water Treatment:	6
• Concept development	
• Detailed engineering/modelling	

terdisciplinaire aanpak door bij projecten studenten vanuit verschillende opleidingen te betrekken. De minor is opgebouwd uit de modules zoals in Tabel 5.1 is weergegeven.

Naast technisch-inhoudelijke aspecten richt het ontwerpproject zich ook op het ontwikkelen van de competenties:

- Ontwerpmethodes;
- Communicatieve vaardigheden;
- Presentatie- en schrijfvaardigheden;
- Interculturele aspecten en relaties;
- Projectmanagement (projectvergaderingen, planning).

Verder wordt gebruik gemaakt van gastcolleges van ervaringsdeskundigen uit het werkveld en moeten de studenten een aantal bedrijfsbezoeken/veldtrips organiseren.

Leerlijn Saxion Aquademy

Het lectoraat heeft de ambitie om tot een Saxion Water Academy (Saxion Aquademy) te komen via een 3-traps proces:

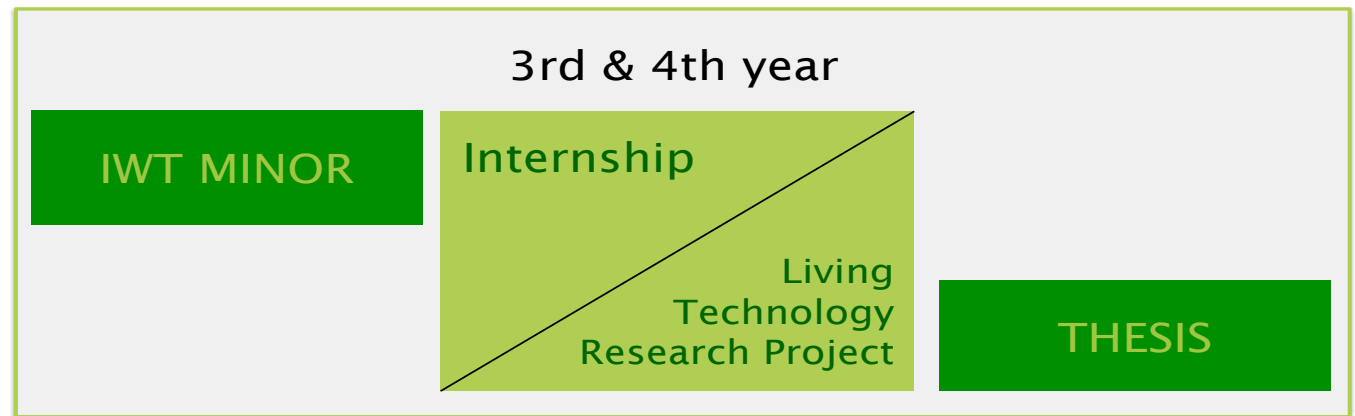
1. Uitbouw van de minor IWT tot een breder toegankelijke 'Water' minor, waarbinnen een aantal thematische keuzerichtingen mogelijk is afhankelijk van (voor) opleiding en voorkeur van de student; dit thema is dan de (individuele) blauwe draad voor de student wat betreft onderzoeksemester en afstudeeropdracht (en eventueel ook de stage).
2. Koppeling van de minor ontwerp-opdracht aan het onderzoek semester en/of de afstudeeropdracht, waardoor een 2-jarige specialisatie 'Water' ontstaat; stage kan dan dienen ter verbreding of praktische verdieping.
3. Overgang naar een volledig Engelstalig 3e/4e jaar, waardoor de Saxion Aquademy ook aantrekkelijk wordt voor buitenlandse studenten, bijv. als voorbereiding op een MSc Water aan de Wetsus Academy.

Met betrekking tot stages en afstudeerprojecten heeft het lectoraat de ambities om haar onderzoeksfaciliteiten (die een impuls krijgen met de realisatie van het WECTwente) nog beter in te gaan zetten voor het bedrijfsleven. Hoewel de academie LED niet actief stimuleert dat studenten hun stage en/of afstudeerproject binnen Saxion verrichten, kan door nauwe samenwerking met het werkveld (door bijv. fysieke –tijdelijke- plaatsing van de student op Saxion) toch binnen het lectoraat stagegelopen of afgestudeerd worden.

Op dit moment wordt de opzet van de LED-LTPS module ook uitgerold naar een aantal opleidingen binnen de academies Creative Technology (ACT) en Business, Building & Technology (BBT). Daar de opleiding Civiele Techniek deel uitmaakt van de academie BBT biedt dit op korte termijn mogelijkheden om de eerste stappen te zetten tot bovenstaande ambitie. Figuur 5.1 geeft de structuur van de te volgen modules weer. Hoewel de modules Minor/Onderzoeksgroep/Stage (in principe) in willekeurige volgorde gevolgd kunnen worden, heeft de aangegeven volgorde de voorkeur als de specialisatie ‘Water’ gevolgd wordt, waarbij de volgorde van Stage en Onderzoeksgroep nog vrij in te vullen is:

- Minor: inhoudelijke verdieping in het onderwerp;
- Onderzoeksgroep: onderzoek binnen Saxion voor een externe opdrachtgever;
- Afstuderen: (intern/extern) onderzoek bij de opdrachtgever.

NB. Voor ‘Stage’ geldt dat de student deze binnen ‘Water’ mag uitvoeren, maar deze kan ook vrij ingevuld worden ter verbreding.



Figuur 5.1: Module structuur Saxion Aquademy.

Het lectoraat IWT is vanaf haar start een bedrijfslectorat geweest met als één van de (financiële) keuzes dat wij het onderzoek volledig laten uitvoeren door studenten en geen tijdelijke projectmedewerkers inhuren, maar dat de binnen Saxion aanwezige staf van docenten/(onderzoekers) zorgt voor de procesmatige en inhoudelijke begeleiding, en tevens de continue factor is voor de kennisopbouw en –circulatie. Dat deze keuze enerzijds beperkingen met zich meebrengt is duidelijk, maar anderzijds betekent dat dat wij onze onderzoeksprojecten goed moeten afstemmen met het opdrachtgevende bedrijf, waarbij goede afspraken gemaakt worden over inhoudelijke begeleiding door specialisten uit het bedrijf en een andere meerwaarde van toegepast onderzoek, nl. het opleiden van jonge professionals in een zo realistisch mogelijke projectomgeving waarbij het ontwikkelen van de juiste, onderzoekende houding ook een projectresultaat is!

In de beginfase werden de onderzoeksprojecten gedefinieerd op basis van de Life Science (LS) opleidingen:

- Chemische Technologie;
- Chemie;
- Biologie en Medische Laboratoriumonderzoek (BM).

Door de recente introductie van het LED-brede onderzoek semester ‘Living Technology project semester’ (LTPS), waaraan ik met mijn andere Saxion pet op als coördinator mede vorm heb en kan geven, heeft het lectoraat nu toegang tot studenten van alle LED-opleidingen (in alfabetische volgorde):

- Elektrotechniek;
- Forensisch Onderzoek;
- Industrieel Product Ontwerp;
- Mechatronica;
- Technische Informatica;
- Technische Natuurkunde;
- Werktuigbouwkunde.

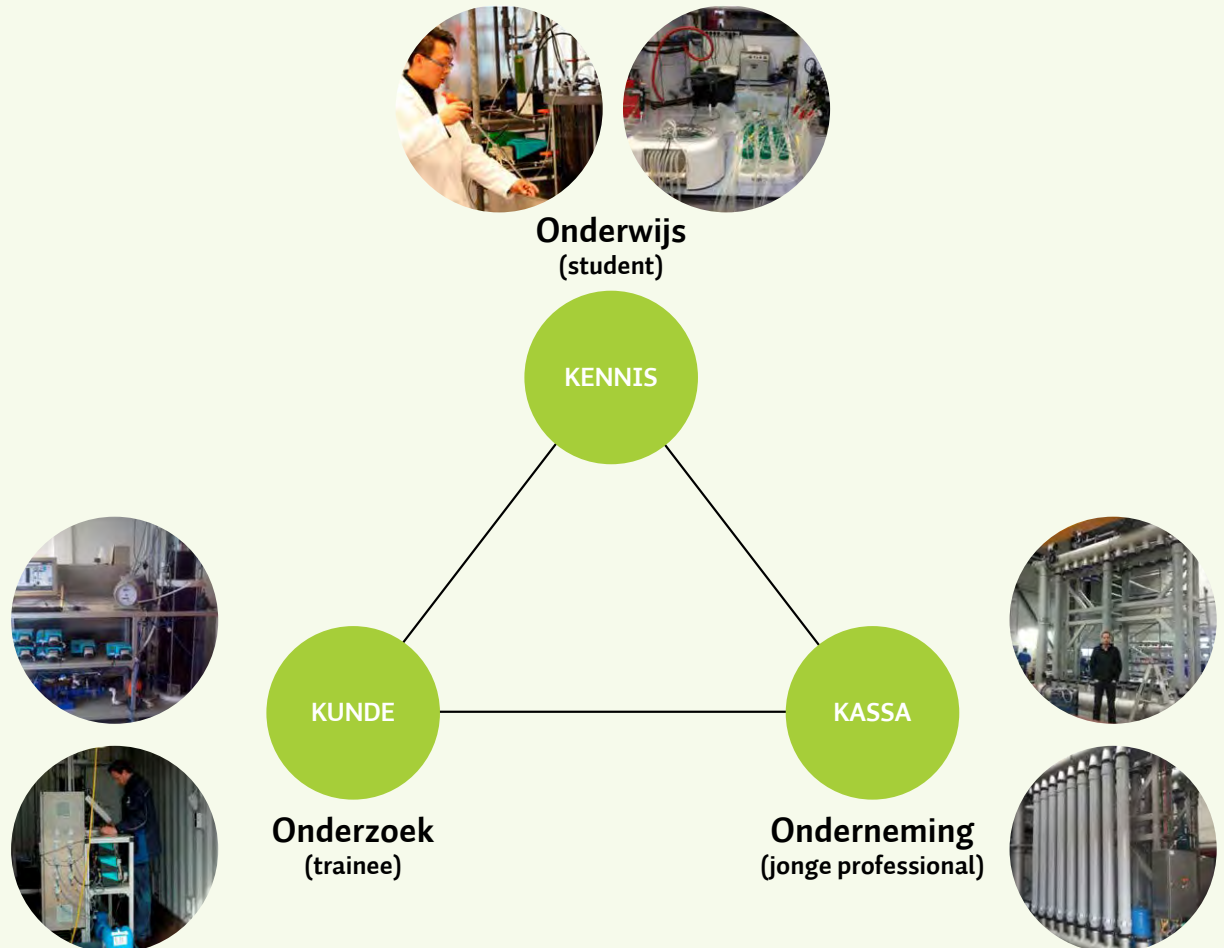
De volgende stap waaraan wij gaan werken is om ook studenten van andere opleidingen, zoals Civiele Techniek (die al jaren de IWT minor volgen) of Urban Studies (Stedenbouwkundig Ontwerpen, Ruimtelijke Ordening en Planologie) te gaan betrekken bij het IWT-onderzoek. Het onderscheid tussen Watertechnologie en Watermanagement zal dan vervagen en de noodzakelijke integrale multidisciplinaire aanpak wordt dan voor studenten ook op Saxion vanzelfsprekend, voordat zij naar het werkveld zullen overstappen.

Tenslotte zal binnen de Saxion Onderzoeksagenda Living Technology de samenwerking tussen de Saxion lectoraten beter afgestemd worden, waardoor reeds bestaande samenwerking geïntensiveerd zal worden dan wel nieuwe mogelijkheden zullen groeien, bijvoorbeeld:

- Lectoraat Duurzame Energievoorziening: biobased energie uit vaste en vloeibare reststromen;
- Lectoraat Advanced Forensic Technology: detectie van drugs en medicijn(resten) in (afval)water;
- Lectoraat Nano Physics Interface: lab-on-chip mogelijkheden voor in-line online bacterie & virusdetectie;
- Lectoraat Bodem & Ondergrond: belang van de ondergrond voor een betrouwbare watervoorziening of opslag van aardwarmte in waterlagen;
- Lectoraat Duurzame Leefomgeving: duurzame in-/aanpassing in het kader van de klimaat adaptieve/bestendige stad.

Dat de inzet van studenten bij onderzoek ook leidt tot innovaties toont de ontwikkeling van de industriële anaerobe membraanbioreactor aan. Het is een mooi voorbeeld van Kennis-Kunde-Kassa, waarbij een aantal studenten van het lectoraat IWT nu de experts bij Pentair is, terwijl het lectoraat en de LS-opleidingen een up-to-date infrastructuur voor (microbiologisch & procestechnologisch) onderwijs en onderzoek opgebouwd hebben.

Gestart als laboratoriumonderzoek in de periode 2008-2011, ondersteund door het subsidieprogramma InnoWATOR (ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie) en vervolgd als veldonderzoek in de periode van 2011-2014, ondersteund door het subsidieprogramma PIDON (ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie, en provincies Gelderland & Overijssel) heeft het voor Pentair X-Flow geleid tot de in bedrijfstelling van de eerste commerciële installatie in oktober 2014 bij Mars (Veghel).



Dankwoord

Aan het eind van mijn rede dan het moeilijkste onderdeel, het dankwoord. Al de ideeën die ik vanmiddag met jullie heb kunnen delen, komen niet allemaal uit mijn eigen koker. Ze zijn gegroeid en vormgegeven door de (in)directe samenwerking met velen die ik niet allemaal persoonlijk kan bedanken, maar die zich erin waarschijnlijk wel persoonlijk herkennen. Toch wil ik een aantal van hen met name noemen en het risico nemen dat ik iemand vergeet.

Allereerst het toenmalige en huidige College van Bestuur van Saxion voor het bieden van de mogelijkheid tot het op- en voorzetten van het bedrijfslectoraat International Water Technology met mijn persoon als lector.

Verder de toenmalige Raad van Bestuur van Norit NV om de financiële ruimte te geven zowel de studieroute als vervolgens het lectoraat International Water Technology in samenwerking met Saxion op te starten, waarbij Lute Broens als initiator niet onvermeld mag blijven. Hetzelfde geldt voor mijn toenmalige R&D-directeur Erik Roesink die mij de organisatorische en inhoudelijke ruimte en vertrouwen heeft gegeven de projecten op mijn specifieke manier op te zetten en te runnen.

Het Managementteam van de academie Life Science, Engineering & Design (LED) die mij, zeker in de persoon van mijn directeur Peter van Dam, zowel in de eerste termijn als nu in de tweede termijn veel ruimte geeft om met mijn verschillende petten op het lectoraat op mijn eigen wijze in te richten en te leiden.

Dit projectgroep van het eerste uur, Ger Beukers, Michiel van Buchem, Lars Koens en Aleid Diepeveen, waarmee wij het studieprogramma van de studieroute International Water Technology (IWT) hebben vormgegeven. Lars wil ik hierbij nogmaals noemen daar hij vervolgens als CT/IWT-opleidingscoördinator mij in de eerste termijn veel werk uit handen genomen heeft, en nu nog steeds als coördinator van de minor IWT.

Mijn collega's van de opleidingen binnen Life Sciences (zowel in Enschede als Deventer) die door de gekozen lectoraatsvorm de rol als mede-projectleider op zich hebben genomen en de studenten begeleid en uitgedaagd hebben binnen mijn ambitieuze onderzoeksprojecten. Op deze plaats ook dank voor de academie-afdeling Communicatie & Marketing voor de geregelde ondersteuning bij de activiteiten en profilering van het lectoraat en de studieroute.

De ex-collega's van de R&D-afdeling van eerst Norit/X-Flow en later Pentair die zowel als vakspecialist of projectbegeleider de studenten ingewijd hebben in de dynamiek van membraan- en watertechnologie. Jullie zijn nu uitgewaaid over het regionale water-werkveld en hebben aldus het werkveld voor mijn lectoraat op natuurlijke wijze vergroot.

De huidige directie van Pentair-locatie Enschede (X-Flow BV), en de Raad van Bestuur van Wetsus, European centre of excellence for sustainable water technology, voor de financiële ondersteuning voor de tweede lectoraatstermijn, waarbij inhoudelijk wordt samengewerkt met het CeW - Centre of Expertise Water Technology; beide centra gevestigd in Leeuwarden.

De huidige R&D-afdeling van Pentair-Enschede, waar nu voormalige IWT-studenten optreden als vakspecialist en projectbegeleiders voor de huidige studentprojectgroepen op Saxion. De kringloop is dus al deels gesloten!

Patrick de Lange, docent/onderzoeker van de opleiding Civiele Techniek (Saxion, academie Business Building & Technology) en nagenoeg vanaf het begin betrokken bij de minor International Water Technology; ik hoop dat wij in deze periode aan onze ambitie invulling kunnen geven om studenten Civiele Techniek te betrekken bij het onderzoek van het lectoraat, en watertechnologie en watermanagement ook op Saxion tot één kennisdomein te laten samenvloeien. Op deze plaats dan ook een woord van dank richting de bedrijven uit de meer civiele hoek en de Twentse gemeentes voor jullie gastcolleges en input voor de ontwerpcasussen.

Vanuit mijn andere functie binnen de academie LED, Transfer manager en voorzitter van het Program Council, overzie ik nu de hele academie en heb de mogelijkheid om ook studenten van de Engineeringsopleidingen bij mijn lectoraat te betrekken. Ook voor de teamleiders en docenten

van deze opleidingen geldt een woord van dank voor jullie flexibiliteit bij het bemensen van het begeleidingsteam voor mijn onderzoeksprojecten. Collega LED-lectoren, ook wat jullie betreft wil ik toch apart benoemen dat wij met het Living Technology project semester een eerste basis hebben gelegd om lectoraten beter in te bedden binnen de opleidingen; wij zijn er nog niet maar laten wij het leer- en ervaringsproces van de student centraal blijven stellen.

Dat brengt mij bij de groep waar het eigenlijk om draait: onze studenten, of beter gezegd ons belangrijkste werkkapitaal bij het uitvoeren van toegepast onderzoek. Ik hoop met mijn water-gerelateerde onderzoeksopdrachten jullie te inspireren, uit te dagen, te stimuleren om juist dat stapje extra te doen waarmee je het verschil maakt, voor jezelf, richting je toekomstige werkgever, of richting de wereld; bedankt dat ik samen met jullie mag werken en ook van jullie leer!

Ook mijn huidige kamergenoten waarmee ik samen het Team Transfer & Internationalisering vorm; ik dwaal/drijf geregeld af, ben soms onvindbaar, houd (te)veel ballen 'drijvend' in de lucht, maar ik geloof in wat wij doen.

Dan waterschap Vechtstromen en de andere partners, Jotem Waterbehandeling, Pentair en RWB; ik vind het geweldig dat wij na een jarenlange zoektocht samen het 'Water



Experiment Center Twente' (WECTwente) mogelijk gemaakt hebben, en zie uit naar het waterrijke, innovatieve vervolg.

Niet te vergeten het overige werkveld, ik probeer steeds zo transparant mogelijke mijn vele petten op te zetten en op zoek te gaan naar maximale synergie voor alle partijen, bedankt voor de samenwerking tot nu toe, en ik hoop dat het lectoraat met deze nieuwe experimenteerlocatie een mooi verlengstuk van onze proceshal op Saxion kan

aanbieden voor het nog beter opleiden van onze studenten als jullie nieuwe werknemers op basis van jullie actuele kennisvragen.

Op persoonlijk vlak wil ik mijn ouders bedanken voor jullie stimulering, steun en belangstelling. Deze belangstelling geldt ook voor mijn schoonouders en verdere familie, ik hoop voor jullie een beetje van mijn passie belicht te hebben.

Als allerlaatste mijn lieve vrouw Anja. Ik verwacht niet dat ik je -na vele eerdere pogingen- nu wel volledig heb kunnen overtuigen: het is niet mijn werk, het is niet mijn hobby, het is mijn passie, het is mijn waterleven. Diep van binnen weet ik dat jij dat ook ziet, ik voel tenminste wel steeds je onmisbare steun. Twan en Ruby, ik hoop dat ik jullie ondanks mijn gedrevenheid voldoende heb kunnen ondersteunen, sturen en toch ook vrijheid geven, pik de waterparels maar uit de vijver en kies jullie eigen 'wijze' cruise.

Beste aanwezigen, met deze woorden wil ik mijn rede afsluiten en jullie bedanken voor jullie aanwezigheid en aandacht. Na het tweede hoogtepunt van deze middag, nl. de officiële opening van het 'Water Experiment Center Twente' (WECTwente), nodig ik jullie uit voor de 'water'borrel (met dank aan Join-the-Pipe voor het beschikbaar stellen van de BOGO-bidons).

Ik heb gezegd.

THE NEW BOGO-BOTTLE

REUSABLE • EASY TO BRAND • AFFORDABLE



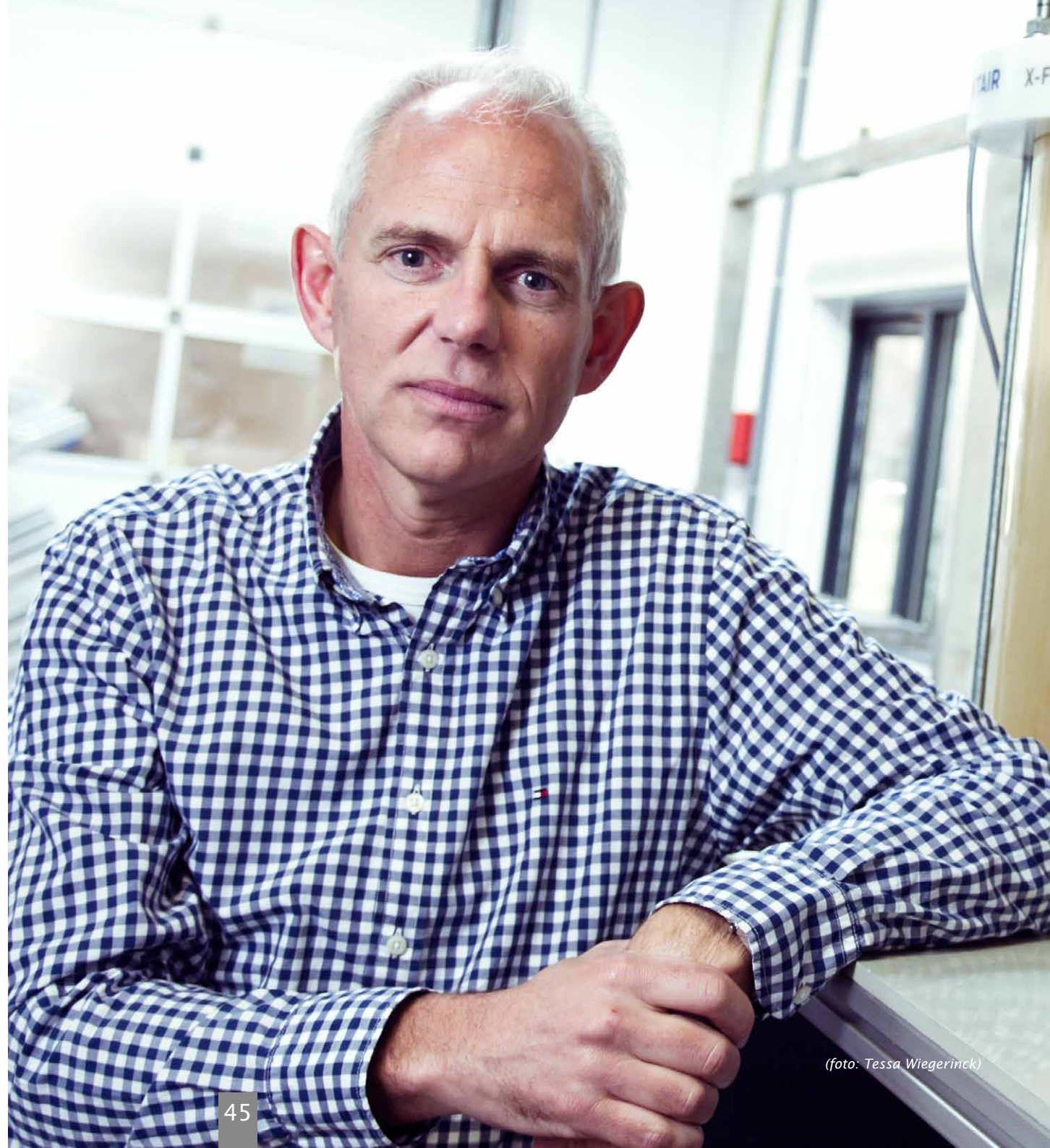
BUY ONE, GIVE ONE

JointhePipe

Over de auteur

Harry Futselaar (1964) studeerde werktuigbouwkunde (1988) aan de Universiteit van Twente en promoveerde (1993) aan dezelfde universiteit op het proefschrift 'Ontwerp, realisatie en procesontwikkeling van een (gepatenteerde) dwarse aangestroomde membraanmodule'. Parallel aan zijn promotieonderzoek (1993) behaalde hij het getuigschrift van de 2-jarige ontwerpersopleiding 'Procesontwikkeling'. Aansluitend hield (1994-1996) hij de positie van post-doc aan de Federale Universiteit van Rio de Janeiro. In 1997 werd hij Special Project manager bij de businessunit Membranen van Stork Friesland B.V., en na de overname in 2000 Technology Development manager bij Norit Proces Technology B.V. en X-Flow B.V. Hier was hij na de overname (2011) van Norit CPT holding door Pentair eerst als Business & Technology Development manager verantwoordelijk voor de markt- en de technologische ontwikkeling op het gebied van water- en afvalwaterbehandeling, en later (2012) als manager Strategic Innovation & Technology voor het matchen van strategische innovatie met markt- & technologie-gedreven ontwikkelingen voor water en afvalwater product-marktcombinaties. In de periode 2004-2007 werkte hij ook parttime als een wetenschappelijk projectmanager bij Wetsus, centrum voor duurzame watertechnologie in Leeuwarden.

Sinds 2008 bekleedt Harry de parttime functie van lector International Water Technology bij Saxion. In de eerste termijn (2008-2013) in combinatie met zijn functies vanuit Norit/Pentair en tegengoedig in de tweede termijn (sinds 2014) in combinatie met zijn positie als Transfer manager en voorzitter van het Program Council bij de academie Life Science, Engineering & Design van Saxion.



(foto: Tessa Wiegerinck)

Titel: Water Werkt Wereldwijd: Werkelijke Waarde van Water
Lectoraat International Water Technology

Auteur: dr. ir. Harry Futselaar