



Hogeschool

VHL

University of Applied Sciences

Food and Dairy

LECTOR DR. ING. PAUL J. VAN EIJK
LECTORAAT SUSTAINABLE WATER SYSTEMS

DE (A)QUADRUPLE HELIX

over de duurzame ontwikkeling
van watersystemen

DE (A)QUADRUPLE HELIX

Over de duurzame ontwikkeling van watersystemen

Rede

In verkorte vorm uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van lector
Sustainable Water Systems
aan Hogeschool VHL op donderdag 12 februari 2015
door lector dr. ing. Paul J. van Eijk

Colofon

Tekst: Paul van Eijk

Eindredactie: Silo

Vormgeving: Studio Bassa, Culemborg

Druk: PreVision, Eindhoven

ISBN: 978-90-821195-3-4

(c) 2015 Paul van Eijk

Een uitgave van Hogeschool VHL

Exemplaar bestellen via: infotc@wur.nl

Inhoud

	Voorwoord	5
	Samenvatting	7
	Summary	8
1	Introductie	11
2	Watertransitie in een veranderend klimaat	15
3	Duurzame ontwikkeling watersystemen	29
4	Gidsprincipe: in principe een gids	41
5	Blauwe draad van het lectoraat: leren door doen	57
	Nawoord	65
	Literatuur	66
	Websites	68
	Foto's	68
 Praktijkvoorbeelden		
	– Ruimte voor klimaat in Drenthe	19
	– Ecologische principes van het ven Schurensberg	33
	– Bestemd met water: Morrapark Drachten	48





Van Nederlanders zeggen ze dat het water in ons DNA zit, maar het lijkt wel alsof het eruit druppelt. Misschien zijn we slachtoffer van ons eigen succes.”

Melanie Schultz van Haegen, Minister van Infrastructuur en Milieu

Voorwoord

De ontdekking van DNA was misschien wel de grootste ontdekking van de 20ste eeuw. Het heeft de mensheid veel kennis en kunde opgeleverd op allerlei terrein. Bijvoorbeeld bij de ecologische beoordeling van de waterkwaliteit via het DNA van nematoden (aaltjes). Er is voortdurend een wetenschappelijke honger om de complexiteit van DNA beter te begrijpen. De voorzijde van deze publicatie is voorzien van een resultaat van die honger. Het is een afbeelding van een zogenaamde ‘quadruple helix’. Dit is een vier-strengen DNA-structuur, in 2013 ontdekt door de onderzoeksgroep van professor Balasubramanian verbonden aan de Cambridge University.

DNA staat niet alleen symbool voor het begrijpen van de persoonsgebonden identiteit gevangen in menselijke cellen, maar staat inmiddels ook symbool voor alle vormen van identiteit van de levende en de niet levende natuur. Voorbeelden zijn de “DNA” van het landschap of van een organisatie. Zo maken beleidsmakers en bestuurders graag gebruik van de DNA structuur zoals die van de ‘triple helix’, ook wel de gouden driehoek genoemd. De triple helix representeert de samenwerking tussen de drie ‘strengen’ overheid, ondernemers en onderzoek-onderwijsinstellingen. Deze samenwerking levert zijn vruchten af in de ontwikkeling van bijvoorbeeld tal van productinnovaties, ook op het terrein van watertechnologie.

Reductionistisch onderzoek naar watertechnologie is belangrijk, net als het op de markt brengen van deze kennis. Minstens zo belangrijk is onderzoek naar toepassingen van watertechnologie die leiden tot disruptieve innovaties, dat wil zeggen transities van watersystemen in de maatschappij. Deze complexe systeeminnovaties genereren op hun beurt weer vragen voor onderzoek naar watertechnologie. Volgens de Adviesraad voor Wetenschap en Techniek is er sprake van het achterblijven van disruptieve innovaties vanwege een 'innovation gap' tussen de gouden driehoek enerzijds en de samenleving anderzijds. Om de zogenaamde 'innovation gap' te verkleinen, wordt hier gebruik gemaakt van de metafoor van de quadruple helix. De vierde streng representeert de gebruikers, consumenten, burgers en actoren, kortom *onze samenleving*. Water schept condities die van invloed zijn op het 'samenleven'.

Onze samenleving heeft als partner van de natuur op haar beurt ook weer grote invloed op het water.

De uitspraak van de minister in maart 2014 is naar aanleiding van het rapport *Water Governance in the Netherlands: Fit for the future?* van de OESO. Daaruit blijkt onder andere dat het collectief waterbewustzijn van de Nederlandse samenleving onder de maat is. In het lectoraat staan daarom innovaties van watersystemen centraal en wordt gesproken van de (a)quadruple helix. Dat wil zeggen dat – naast de Overheden, Ondernemers en de Onderwijs- en Onderzoeksinstituten – Onze samenleving nadrukkelijk wordt uitgenodigd deel te nemen aan het lectoraat. De vijf O's. Immers, water zit in het DNA van onze cultuur...

Paul van Eijk

Samenvatting

Zonder praktijk is er geen theorie, maar zonder theorie is er wel praktijk. Toegepast onderzoek of wetenschappelijk praktijkonderzoek is in ontwikkeling in het hoger onderwijs. Hierdoor wordt snel ingespeeld op actuele maatschappelijke praktijkvraagstukken. Water is zo'n vraagstuk. Mede door het Topsectorenbeleid en het Deltaprogramma bevinden de aandacht voor water en de weerslag hiervan op milieu, ruimte en maatschappij zich in een stroomversnelling. Drinkwater, rioolafvalwater, regenwater, oppervlaktewater en grondwater; in ons dagelijks leefmilieu worden deze waterstromen steeds vaker duurzaam benaderd. Ook binnen het Applied Research Center Food & Dairy en in het bijzonder bij het lectoraat Sustainable Water Systems (SWS) van Hogeschool Van Hall Larenstein (VHL).

De missie van het lectoraat Sustainable Water Systems (SWS) is het verkrijgen van kennis en inzicht in de praktijk van de duurzame ontwikkeling van watersystemen. Het watersysteem wordt benaderd vanuit brongericht, gebiedsgericht en actorgericht perspectief. De *(a)quadruple helix* doet een beroep op onze samenleving bij de verspreiding van innovaties. Duurzame watertechnologie wordt geïntegreerd in ruimte en maatschappij om zo de 'innovation gap' te verkleinen. Het lectoraat SWS levert via onderzoek en onderwijs een bijdrage aan de maatschappelijke opgave van de watertransitie.

Deze transitie is gericht op het meer water vasthouden en water schoon houden in plaats van snel en veel water afvoeren en water schoonmaken. Doel hiervan is te komen tot

samenhangende langetermijnperspectieven die leiden tot een verbetering van de kwaliteit van het milieu, een verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving én een verbetering van de sociaal-maatschappelijke kwaliteit. Tegelijkertijd biedt een duurzame benadering van het watervraagstuk perspectieven voor de participatie van bewoners, beheerders, beleidsmakers, bestuurders, ondernemers en... onderzoekers.

De blauwe draad van dit lectoraat wordt gevormd door onderzoeksthema's zoals water en de stad, water en het klimaat, water en gezond leven, water en cultuur en een toolkit met gidsprincipes voor duurzaam water. Thema's die de komende vier jaar worden ingevuld door vragen vanuit de samenleving. Het lectoraat laat (bestaande) waterkennis circuleren door het uitvoeren van wetenschappelijk praktijkonderzoek naar innovatieve processen, concepten en praktische voorbeelden op verschillende schaalniveaus. Dit gebeurt niet alleen in nauwe samenwerking met de opleidingen milieukunde en land- en watermanagement en met de Watercampus in Leeuwarden, maar ook met andere instellingen. Het lectoraat levert via transdisciplinaire leerprocessen kansrijke combinaties en handelingsperspectieven voor een verantwoorde toekomstbestendige omgang met water. Niet alleen hier en nu, maar ook daar en later.

Summary

Without practice there's no theory, but there is plenty of practice without theory. Applied sciences are developing in higher education. Causing it to respond quickly to current practical affairs, like water management. The Top Sector Policy and the Delta Program have caused a flow of attention to water and its impact on the environment, spatial planning and society. The approach to drinking water, sewage effluent, rainwater, surface water and groundwater in our everyday environment has become increasingly sustainable. That also applies to the Applied Research Center Food & Dairy and the chair Sustainable Water Systems (SWS) in particular of the Van Hall Larenstein (VHL) University of Applied Sciences.

The mission of the research group Sustainable Water Systems (SWS) is to gain knowledge and insight into the practice of sustainable development of water systems. The water system is approached from a source-oriented, spatial-oriented and actor-oriented perspective. The (a)quadruple helix appeals to our society in the dissemination of innovations. Sustainable water technology is integrated in spatial development and society in order to reduce the "innovation gap". The SWS chair contributes to the social task of the water transition through research and education.

This transition is aimed at retaining more water and keeping it clean, instead of rapidly discharging lots of water and purifying it. The aim is to achieve consistent long-term perspectives that lead to an improvement in the quality of the environment, and an improvement of the socio-cultural quality. A sustainable approach to the water issue simultaneously offers perspectives for the participation of residents, administrators, policy makers, entrepreneurs and... researchers.

The connecting element of this chair is formed by research themes such as water and the built environment, water and climate, water and healthy life, water and culture, and a toolkit with guiding principles for sustainable water. Topics that will be provided over the next four years by societal demands. The lectureship will circulate (existing) water knowledge by conducting scientific practical research into innovative processes, concepts and practical examples on different scale levels. Not only in close cooperation with the environmental science courses and land and water management and the Water Campus in Leeuwarden, but also with other institutions. The chair offers promising combinations and perspectives for a responsible future-proof approach to water through transdisciplinary learning. Not just here and now, but also there and later on.





The hydrolic cycle teaches that we can neither make nor destroy water. We're drinking the same H₂O as the dinosaurs did. But if that's true, how can there be a water crisis? There are two reasons. First, Mother Nature can be cruel; the worldwide distribution and management of water is very uneven, which partly explains why more than one billion people lack access to safe drinking water. Second, we're using water faster than Mother Nature replenishes it. Diversions from rivers, pumping from wells, and pollution by farms, cities, and industry all compromise the supply of water. Each of these activities has contributed, over the span of many years, to the current crisis."

Robbert Glennon in Gleick, P.H. (2012)

1 Introductie

Stel: al het water op aarde (1400 miljoen km³) is gelijk aan 1.000 euro. Dan is nog geen 15 euro (10,5 miljoen km³) zoet oppervlaktewater in de vorm van meren, wetlands, rivieren, kanalen, beken en slootjes! Mondiaal is de beschikbaarheid van zoet water niet "eerlijk" verdeeld en daar waar zoet water beschikbaar is, onttrekt de mens het op een onevenwichtige manier aan de waterkringloop. De mondiale watervraag neemt tot 2050 met 55% toe. In 2025 leven bijna twee miljard mensen in gebieden met waterschaarste en kan ruim vier miljard mensen te maken krijgen met waterstress. Dat wil zeggen: niet alleen te weinig maar ook te veel of te verontreinigd water. Klimaatverandering werkt daarbij als een katalysator en verergert lokaal de waterproblematiek, aldus de Verenigde Naties. Deze problematiek vraagt om een duurzame ontwikkeling van de omgang met water (WWAP, 2014). Hogeschool Van Hall Larenstein (VHL) loopt als hogeschool voorop in kennis en kunde van duurzame ontwikkeling. De transitie naar duurzame watersystemen wordt door Hogeschool VHL als een belangrijke maatschappelijke opgave gezien. Immers, voldoende schoon water schept voorwaarden voor een gezonde kwaliteit van de leefomgeving van mens, dieren en planten.

Hogescholen zoals VHL zijn belangrijke leveranciers voor het *human capital* van organisaties als waterschappen en adviesbureaus. De komende jaren zijn water-ingenieurs hard nodig, zo blijkt uit gesprekken die in 2014 met maatschappelijke partners in het waternetwerk zijn gevoerd. Zij onderstrepen de bevindingen in de Noordervisie 2040 (van Oost, 2013). Namelijk dat de (noordelijke) wateropgave en de rol van overheden zoals waterschappen evident is,

maar ook dat die rol onder druk komt te staan. Door demografische ontwikkelingen verlaat veel personeel de komende zes jaar de arbeidsmarkt. Ook in de watersector. In het kader van de krimpende overheid komen er niet evenveel krachten voor terug. Bovendien is er een chronisch gebrek aan 'praktijkhoogleraren' die studenten opleiden die in de praktijk direct iets kunnen zodra ze afgestudeerd zijn. Bijvoorbeeld bij het klimaatbestendig maken van Nederland. Het is van belang om nu studenten op te leiden die voldoen aan de vraag naar een *T-shaped* profiel, dat wil zeggen: generalistische specialisten. Dit zijn professionals met vak-kennis over watertechnologie (civiele techniek, gezondheidstechniek, procestechniek) maar ook professionals die deze kennis kunnen toepassen in de complexe, dynamische en onzekere praktijk van maatschappij en ruimte; contextsensitief en conceptueel vaardig.

Het vergt veel inzicht en vereist een duidelijke strategie om bij de verduurzaming van water de juiste disciplines en organisaties op het juiste moment aan tafel te hebben. Dit betekent een vergroting van de betrokkenheid van ontwerpers, civiel technici, beheerders en gebruikers vanaf het begin van de innovaties. Immers, 20% is techniek. Technisch-bestuurskundig inzicht in de diffusie van innovaties wordt een belangrijke learning outcome. Een mooie opgave voor watergerelateerd onderwijs én onderzoek in Leeuwarden en Velp.

VHL wil studenten learning outcomes meegeven om de watertransitie mede vorm te geven in de praktijk van bijvoorbeeld duurzame landbouw en duurzame gebiedsontwikkeling. Daarom is het thema Water een strategisch speerpunt van Hogeschool VHL en is er per 1 september 2014 een nieuw lectoraat Sustainable Water Systems (SWS) gestart voor een periode van vier jaar (Instellingsplan VHL 2014-2017). Doel van voorliggende publicatie is inzicht te geven in de richting van het lectoraat SWS en om iedere lezer te inspireren en uit te nodigen voor een co-creatieve en innovatieve samenwerking met het lectoraat.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de relevantie van onderzoek naar de verduurzaming van watersystemen besproken in de context van een veranderend klimaat. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 het (water)systeemdenken toegelicht in de context van duurzame ontwikkeling. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de wijze waarop het lectoraat wetenschappelijk praktijkonderzoek uitvoert via transdisciplinaire leerprocessen. Deze aanpak maakt het mogelijk in de praktijk veranderprocessen – zoals de duurzame ontwikkeling van watersystemen – via de zogenoemde gidsprincipebenadering door te ontwikkelen. In hoofdstuk 5 wordt aangegeven hoe het lectoraat via kenniscirculatie onderzoeksvragen vanuit de maatschappij (overheden, ondernemers, onze samenleving) koppelt aan de wereld van onderzoek en onderwijs en weer terug. Vervolgens wordt het onderzoeksportfolio voor de komende vier jaar geschetst aan de hand van kansrijke combinaties tussen bestaande kennis en nieuwe inzichten, tussen technische- en systeeminnovaties, tussen energiemitigatie, klimaatadaptatie en participatie, tussen natuur- en waterontwikkeling, tussen healthy ageing en water, tussen stad en land maar ook tussen samenwerkingsverbanden met andere organisaties.





*Wij leven niet in een tijdperk van verandering,
maar in een verandering van tijdperk.”*

Jan Rotmans

2 Watertransitie in een veranderend klimaat

Het mondiale watervraagstuk staat hoog op de politieke agenda. Maar wat betekent dit eigenlijk voor de verduurzaming van watersystemen in de context van (milieu)technologie, ruimte en maatschappij? Een maatschappij die niet alleen wordt geconfronteerd met de fysiek-ruimtelijke effecten van klimaatverandering, maar ook met een ander klimaat voor economische ontwikkeling en verdergaande digitalisering. Een maatschappij die niet alleen toeschouwer wil zijn, maar mee wil doen, kortom zich steeds bewuster wordt van een verandering van tijdperk. In dit hoofdstuk wordt allereerst ingegaan op de vraag wat de maatschappelijke relevantie is van wat de *watertransitie* wordt genoemd. Waarom gaat deze transitie niet vanzelf, wat zijn de blokkades? Vervolgens wordt vanuit het perspectief van de Lerende Economie van de Wetenschappelijk Raad voor het Regeringsbeleid (2013) ingegaan op de vraag wat de betekenis is van de watertransitie voor het lectoraat SWS. Tot slot worden de visie en de missie van het lectoraat geformuleerd en worden de conclusies samengevat.

Transitie als maatschappelijke opgave

Veranderingen in systemen worden gekenmerkt door transities. De realisatie van de drinkwaterleiding- en rioolinfrastructuur, de sanitaire hervorming (zie Hajer en Dassen 2014), is een voorbeeld van een transitie. Een transitie is een gradueel en continu proces van maatschappelijke veranderingen, waarbij de maatschappij, of een deel daarvan structureel en op de lange

termijn (circa 30 jaar) van karakter verandert (van Kasteren, 2001; Deltaprogramma, 2014). In tabel 1 is de transitie in de omgang met water in Nederland van de laatste vier decennia in beeld gebracht. De focus van het lectoraat SWS is gericht op de rechter kolom in tabel 1.

Tabel 1 Watertransitie in Nederland

	1970	→ 2015+
Doel	Waterkwantiteit: oppompen en aanvoeren, doorspoelen, afvoeren. Waterkwaliteit: schoonmaken door saneren en zuiveren. Doelen zijn effectgericht.	Waterkwantiteit: vasthouden, bergen en dan afvoeren. Waterkwaliteit: schoonhouden, scheiden en dan zuiveren. Doelen zijn brongericht.
Object	Vooraf functiegericht en directief, peil volgt functie Veiligheid eendimensionaal	Meer gebiedsgericht (ordenend) en systeemgericht, functie volgt peil Meerlaagse veiligheid
Context	Sectoraal, top-down, centraal Achteraf informeren, inspraak Project- en productgericht	Integraal, bottom-up, decentraal actorgericht, participatief Meer proces- en programmagericht

Toelichting op tabel 1:

Doel

Eind jaren zestig en begin jaren zeventig vormden volgens Saeijs et al. (1999) antropocentrische paradigma's zoals *'overtollig regenwater, weg ermee'*, *'water is een grondstof exclusief voor menselijk gebruik'* en *'veiligheid boven alles'* de uitgangspunten voor het waterbeheer. Deze paradigma's hebben via de afronding van de Deltawerken en de inwerkingtreding van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren ertoe geleid dat de bestrijding van waterkwantiteits- en kwaliteitsproblemen in een hoog tempo effectief zijn aangepakt.

Waterkwantiteit

In Nederland is het oppervlaktewater in en om de gebouwde omgeving verdrongen door woningbouw, aanleg van wegen, et cetera. Steriel drinkwater wordt aangevoerd en verdwijnt samen met regenwater als afvalwater onder de grond om vervolgens, al dan niet gezuiverd, op het oppervlaktewater te worden geloosd bij voorkeur benedenstrooms de stad. De meeste waterkwaliteitsproblemen worden in steden 'opgelost' door het kwantiteitsbeheer. Dit betekent dat in de steden de watergangen worden doorgespoeld met gebiedsvreemd water. Waterbeheerders hebben tegenwoordig steeds meer moeite met het bestrijden van de gevolgen van de klimaatverandering, zoals zeespiegelstijging, extreme droogte en hevige neerslagintensiteiten. Een ander probleem is de vergrootte afvoer van rivieren door het kappen van bossen in stroomgebieden (Gleick, 1999, 2012). Deze effecten

worden versterkt door een toename van het verhard oppervlak en een dalende bodem. De antropocentrische paradigma's – zoals de inzet van extra pompcapaciteit en het verhogen van dijken – bij de kwantitatieve strijd tegen water zijn op de lange termijn in absolute zin niet toereikend.

Waterkwaliteit

Het snel afvoeren en doorspoelen heeft vervolgens weer gevolgen voor de waterkwaliteit waardoor extra doorspoelen noodzakelijk is. In het verlengde van (extreme) wateroverlast treden (extreme) watertekorten op in de zomerperiode. Watertekort leidt vervolgens weer tot het extra inlaten van verontreinigd gebiedsvreemd water. Gevolg hiervan is dat volgens het Planbureau van de Leefomgeving (2014) slechts 5% tot 40% van het oppervlaktewater in Nederland in 2027 voldoet aan *alle* doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water (EKW). Dit komt overigens vooral door het huidig mestbeleid en het achterblijven van innovaties in de landbouwsector aldus het PBL. Bovendien wordt nog altijd in zo'n 75% van alle stedelijke gebieden het huishoudelijk afvalwater samen met relatief schoon regenwater door één rioolbuis richting rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi) getransporteerd. In Nederland ligt ruim 100.000 km (meer dan tweemaal omtrek aarde) aan rioolstelsel, voorzien van 12.000 overstortpunten. Het aantal daadwerkelijke riooloverstorten op het oppervlaktewater neemt toe vanwege een vergroting van neerslagintensiteiten door de verandering van het klimaat (zie ook Vellinga, 2001).

Reagerend op milieuproblemen zijn beleidsstrategieën in westerse landen vooral effectgericht. In hoog tempo zijn de afgelopen decennia water- en milieubeleid en wet- en regelgeving ontwikkeld. In plaats van het direct afvoeren en aanpakken van verontreinigingen via doorspoelen en het schoonmaken van waterbodems en afvalwater, wordt aan het begin van de 21ste eeuw door overheden gezocht naar mogelijkheden om het water in de stroomgebieden van Rijn en Maas langer vast te houden en schoon te houden.

De trits water vasthouden, bergen en dan pas afvoeren is een resultaat van die zoektocht. Deze trits is sterk gericht op het zoeken naar ruimte voor water. De trits schoonhouden, scheiden en dan pas zuiveren (of saneren) is voor de waterkwaliteit een waardevolle aanvulling. In het Nederlands waterbeheer is een transitie waarneembaar van schoonmaaktechnologie naar schone technologie. Dat wil zeggen een transitie van het antropocentrische paradigma '*doorspoelen en schoonmaken van water*' naar een brongerichte aanpak via het ecocentrische paradigma '*vasthouden en schoonhouden van water*'. Uiteraard blijft het doel hetzelfde namelijk droge voeten en veiligheid, alleen verschilt de invulling van dit doel door ecologie in te passen in de planvorming.

Object

Aan het water zijn functies toegekend waaraan normen zijn gekoppeld zodat via handhaving de watertoevoer, -afvoer en -berging gewaarborgd blijven. Tot voor kort volgde het water

vooral de functionele eisen van het grondgebruik in de ruimtelijke ordening, zoals landbouw en stedelijk gebied (*peil volgt functie*). Voorgeschreven in het Cultuurtechnisch Vademecum. In landbouwgebieden is het peil van oudsher gericht op het veel water afvoeren in natte perioden zodat zware landbouwmachines in het vroege voorjaar weer het land op kunnen en in de droge perioden juist een hoog peil in verband met de groei van de gewassen. In stedelijke gebieden gaat het vooral om een vast peil los van seizoensinvloeden. In beide gevallen zie je kunstmatig onnatuurlijk peilbeheer, afgestemd op de functie. Steeds meer worden oppervlaktewater, waterbodembodem, oevers en grondwater in samenhang benaderd, dat wil zeggen als watersysteem. Het inzicht groeit dat waterbeheer vooral ook moet meebewegen met de natuur en dat daar het peil op afgestemd dient te worden (*functie volgt peil*). Hierdoor zal water nu en in de nabije toekomst steeds meer het ruimtelijke gebruik sturen en de voorwaarden bepalen voor meervoudige ruimtegebruiksfuncties en meerlaagsveiligheid (schade voorkomen, schade beperken, evacuatiemogelijkheden). In navolging van de Commissie Waterbeheer 21ste eeuw (WB21) heeft ook het Deltaprogramma aandacht voor de transitie van functiegericht naar gebiedsgericht beleid. Dit wordt geïllustreerd door het rijksbeleid dat rond de eeuwwisseling aanstuurt op drie leidende principes:

- Benut de *veerkracht* van het watersysteem; hiermee wordt bedoeld dat het vermogen van water om zichzelf te reguleren/herstellen expliciet moet worden ingezet bij planontwikkeling.
- Laat het watersysteem *ordenend* zijn; hiermee wordt bedoeld dat gebiedseigen hydrologische en biologische processen als onderlegger dienen bij de ruimtelijke invulling en beheer van het gebied.
- Stem plannen zowel *horizontaal als verticaal* af binnen/buiten de bestuurskolom; hiermee wordt bedoeld dat plannen gezamenlijk moeten worden opgesteld, waardoor sociaal draagvlak ontstaat voor innovaties.

Ten behoeve van een gebiedsgerichte aanpak is de lagenbenadering als analytisch kader ontwikkeld. De lagen zijn de natuurlijke ondergrondlaag (water en bodem), netwerken (infrastructuur) en de occupatielaag (wonen, werken en recreëren). In het Deltaprogramma Zoetwater (2014) is de lagenbenadering toegepast in de regionale differentiatie voor de uitvoering van waterbeleid op verschillende schaalniveaus. Provinciale omgevingsplannen, gemeentelijke structuurvisies, waterbeheersplannen van waterschappen en beheerplannen voor de rijkswateren zijn voorbeelden van instrumenten die een gebiedsgericht beleid moeten ondersteunen.

Het nationaal waterbeleid anno 2014 is vooral gericht op het anticiperen op de effecten van klimaatverandering, zoals overstromingen, hitte, droogte en wateroverlast ook heel expliciet in bestaand stedelijk gebied. Water schept condities voor de kwaliteit van de leefomgeving van mens, dier en plant. Condities veranderen door duizenden jaren heen, bijvoorbeeld door klimaatverandering. Klimaatverandering is niet nieuw. Maar de actuele opgave verschilt wel door de hoge snelheid waarmee klimaatverandering zich momenteel mondiaal voltrekt. Ruim

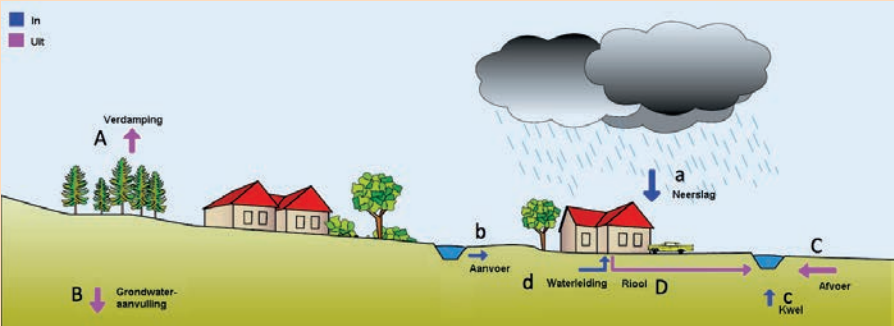
tweederde van Nederland is overstromingsgevoelig. In de Nederlandse steden wordt de netto contante schade door klimaatverandering in 2050 cumulatief geschat op 44 miljard euro (Deltaprogramma | Nieuwbouw&Herstructurering, 2014). Door klimaatverandering ontstaan ook nieuwe ziektes en plagen zoals insecten die schade veroorzaken bijvoorbeeld door blauwtong bij schapen en koeien. De impact van klimaatverandering op de natuur is minder goed te bepalen. Deels zal via natuurlijke selectie de natuur zich aanpassen. Ook zijn verbindingen van natuurgebieden van belang om te kunnen meebewegen met verschuivende kimaatzones. In Nederland worden natuurgebieden vaak omringd door een netwerk van infrastructuur, bebouwing en intensieve landbouw (Vellinga, 2001). De vraag is dus hoe snel het milieu – de levende en de niet levende natuur – zich klimaatverandering eigen kan maken en hoe wij mensen daarbij passende concepten, modellen, strategieën en processen kunnen ontwikkelen voor inrichting, gebruik en beheer van water (Vellinga, 2011). Dit aanpassingsvermogen voor klimaatverandering wordt *klimaatadaptatie* genoemd (zie ook ruimtelijkeadaptatie.nl). De verduurzaming van de bestaande watersystemen is noodzakelijk om watersystemen klimaatadaptief te maken. In Nederland wil dat zeggen: klimaatbestendig en waterrobuust in 2050 aldus de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie in september 2014.

Nieuwe oplossingsrichtingen die doorwerking van het waterbeleid in de 21ste eeuw versterken, zijn volgens het Deltaprogramma – naast veiligheid – gericht op de Ruimtelijke Adaptatie omdat er op dit moment onvoldoende samenhang is tussen ruimte en water (Deltaprogramma | Nieuwbouw& Herstructurering, 2014). Dit betekent dat er een leidend principe is toegevoegd, dat zijn weerslag vindt in meekoppelen met bijvoorbeeld natuurontwikkeling en extra ruimte zoeken voor waterberging. Ter illustratie wordt hierna in het kader de casus van Drenthe beschreven (van Eijk & Tjallingii, 2011).

Ruimte voor klimaat in Drenthe

Grofweg bestaat Drenthe uit drie beekdal-landschappen. Deze beekdalen wateren van de hoger gelegen doorlatende zandgronden met leemlagen (Drents plateau) af via de lager gelegen veengronden naar de omliggende provincies en uiteindelijk naar het IJsselmeer en de Waddenzee. Daarnaast ligt er een rudimentair systeem aan kanalen dat dienst deed bij de distributie van turf. Uit de waterbalans van Drenthe blijkt dat veel water snel wordt afgevoerd in nattere periodes en dat, via de genoemde kanalen, in droge perioden gebiedsvreemd water vanuit het IJsselmeer naar Drenthe wordt opgepompt. Van een natuurlijk waterbeheer is geen sprake.

Waterbalans Drenthe



In (miljoen m³ per jaar)			Uit (miljoen m³ per jaar)		
a	Neerslag (800 mm)	2140	A	Verdamping (450 mm)	1205
b	Aanvoer via oppervlaktewater (ow)	40	B	Grondwateraanvulling (MIPWA)	700
c	Kwel (berekend als restterm)	600	C	Afvoer (grondwaterplan) via ow	770
d	Grondwateronttrekking voor drinkwatervoorziening (min Vitens en WBG en min industrie)	30	D	Riolering (huishouden: 130 l/p/d)	25
				Riolering (verhard oppervlak: 14.000 ha × Neerslag)	110
		2810			2810

De beekdalen zijn deels onderdeel van het natuurareaal in Drenthe. De traditionele landbouw is echter grotendeels de gebruiker van de beekdalen. In de lager gelegen gebieden zorgt veenoxidatie via kunstmatig peilbeheer voor bodemdaling en extra emissies van broeikasgassen. Het stedelijk gebied van Drenthe is tamelijk ruim van opzet en voorzien van grote groenstructuren. Door het compact bouwen binnen bestaand stedelijk gebied komen deze groenstructuren steeds meer onder druk te staan.

Neerslagpatronen en neerslagintensiteiten veranderen in extremen. De extreme wateroverlast in 1998 in en om Meppel, Groningen, Coevorden en Steenwijk is hier een voorbeeld van. Ook de temperatuur van het regionale oppervlaktewater in Drenthe stijgt. Met name in de gevoelige watertypen zoals beken is sprake van relatief grote temperatuurstijging met nadelige effecten voor de aquatisch ecosysteem. Effecten die nog groter worden door lagere grondwaterstanden en het droogvallen van beken. Om afwenteling van wateroverlast (teveel en te weinig!) en waterverontreiniging in

ruimte en in tijd tegen te gaan, moet op verschillende schaalniveaus worden gezocht naar oplossingsrichtingen. Het centrale begrip hierin is berging: regenwater zo lang mogelijk vasthouden en bergen op plaatsen waar dat kan. Dat vraagt om ruimte voor water, maar die waterruimte is niet verloren voor ander ruimtegebruik. Integendeel, een waterrijke ruimte is buitengewoon interessant voor de ruimtelijke kwaliteit en natuurontwikkeling, maar ook goed voor de synergie met drinkwaterwinning, landbouw, recreatie en toerisme. Kortom, voor de regionale ontwikkeling in brede zin: economisch, sociaal en ecologisch.

Opgaven en beleidsruimte in Drenthe

Tot 2015 is de wateropgave in Drenthe fors: 8 miljoen m³ water moet worden vastgehouden en 11 miljoen m³ moet worden geborgen. In 2050 is circa 2000 hectare extra bergingsgebied nodig en in 2050 is circa 7000 hectare extra infiltratiegebied nodig (zie ook: staat van het klimaat, Drenthe 2009). Natuurareaal, beeksystemen, agrarische natuur en stadsranden zijn in Drenthe de landschappen die op een strategische wijze aan elkaar verbonden zijn, of moeten worden. De relaties met omliggende landschappen zijn daarbij essentieel, bijvoorbeeld de verbinding tussen de Sallandse Heuvelrug en het Drents Plateau.

De vraag is in hoeverre er nu en later beleidsruimte is voor het vergroten van het klimaatadaptief vermogen van ecosystemen en van de maatschappij. Geven de klimaatverandering en de financieel-economische crisis ook niet een goede aanleiding om robuuste keuzes te maken in bijvoorbeeld de klimaatinclusieve gebiedsontwikkeling?

VIEP (Versnelde Inrichting Eelder- en Peizerdiep)

Aanleiding voor de VIEP is de wateroverlast in 1998, toen het Martiniziekenhuis in Groningen moest worden ontruimd en het Groninger Museum onder water dreigde te lopen. Het plangebied ligt ten zuidwesten van Groningen en ten noordwesten van Assen. Het concept is erop gericht om in het stroomgebied van het Eelder- en het Peizerdiep waterberging te combineren met projecten die in het kader van de ecologische hoofdstructuur worden uitgevoerd. De combinatie waterberging en nieuwe natuur levert voor de landbouw een betere kavelstructuur op. Het concept stapelt als het ware doelen voor de verbetering van waterveiligheid, verdroging en waterkwaliteit (kaderrichtlijn water) op die van een robuuste ecologische verbindingzone en recreatie (fiets-, wandel-, ruiters-, en kanoroutes).

In 2005 is de Bestuurscommissie Peize ingesteld om een robuuste waterberging te realiseren in combinatie met de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), waarbij ook de landbouwkundige inrichting van het gebied Peize moet worden verbeterd. Het

waterschap Noorderzijlvest en de provincie Drenthe zijn samen opdrachtgever en hebben gezamenlijk de verantwoording voor de financiering en uitvoering van het project. In de bestuurscommissie zijn publieke en private partijen vertegenwoordigd, inclusief bewoners.

Opvallend is dat de noodzakelijke waterberging door klimaatverandering de doorwerking van het natuurbeleid heeft versneld. Het concept is door de dijkgraaf van Noorderzijlvest voorgelegd aan de minister. De minister heeft de provincie Drenthe en het waterschap uitgedaagd dit gezamenlijk op te pakken. Via een zwaan-kleef-aan-strategie blijken ook in de aangrenzende gebieden in de loop van het proces extra mogelijkheden te zijn voor waterberging in combinatie met versnelde realisatie van natuur- en recreatiedoelstellingen. Hierdoor kan bijvoorbeeld het gehele watersysteem vanaf het Fochteloërveen tot aan de stad Groningen een natuurlijke robuuste inrichting krijgen. De uitvoering van het project is gestart in 2008, tien jaar na de wateroverlast, en de inrichting is inmiddels gereed. Door goede prijsafspraken is versneld grond aangekocht. Het project genereert een investering van 38 miljoen euro. Door niet alle doelen vanaf het begin vast te leggen, zijn inzichten op de middellange termijn meegenomen in de gebiedsgerichte aanpak van de VIEP. Niet alleen met de stad Groningen zijn alsnog afspraken gemaakt. Ook het ministerie participeert bij de aanleg van een klimaatbuffer. De provincie en het waterschap trekken gezamenlijk op met de maatschappelijke partners en gunnen ieder hun succes. De vraag naar waterberging heeft geleid tot natuurontwikkeling en niet-natuurdoelen die moeten leiden tot een watervraag.

In essentie is inhoudelijk het waterbeleid 21ste eeuw doorontwikkeld in het huidige Nationaal Waterplan en het Bestuursakkoord Water. Via de ruimtelijke klimaatadaptatie is de transitie van functiegericht naar gebiedsgericht waterbeleid versneld. Via een stimuleringsprogramma en impactprojecten verloopt deze versnelling op regionaal schaalniveau (regionale adaptatiedeals) en in de stedelijke gebieden (klimaatactieve stad). Steeds vaker wordt gezocht naar de synergie tussen het watervraagstuk enerzijds en andere maatschappelijke vraagstukken anderzijds. Trends daarbij zijn slimme koppelingen tussen het water- en het energievraagstuk, het water- en het natuurvraagstuk en tussen de watertransformatie- en de stedelijke transformatie-opgaven. Deze trends worden uitvoerig onderbouwd in het recent verschenen The United Nations World Water Development Report (WWAP, 2014). Een andere omgang met water in de 21ste eeuw staat dus sterk in de maatschappelijke belangstelling en biedt dus volop kansen. Bijvoorbeeld voor agrificatie zoals met natte teelten (wilgen voor biomassa) in veenweidegebieden en beekdalen, maar ook voor klimaatinclusieve natuurontwikkeling in het Nationaal Park Dwingelderveld.

Context

De derde transitie die wordt onderscheiden in tabel 1, is die van een sectorale aanpak van problemen, via een integrale benadering, naar een coöperatieve benadering van de oplossingen in het waterbeheer. Van Leussen (2002) geeft aan dat het sectorale waterbeheer te eenzijdig van aard is, gericht op het effectief oplossen van een specifiek probleem, ook wel de 'single issue approach' genoemd. In de loop van de jaren tachtig van de vorige eeuw komt de integrale benadering van probleemoplossen en krijgt het integraal waterbeheer zijn beslag in de Derde en de Vierde Nota waterhuishouding.

Om tot écht integraal waterbeheer te komen, is het noodzakelijk om de vaak strikt technisch-inhoudelijke benaderingen te combineren met sociaal-culturele zienswijzen en daarin optredende veranderingen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen integraal waterbeheer als strategisch perspectief en als operationeel afwegingsmechanisme. Er is vooral behoefte aan een bredere operationalisering van het strategisch waterbeheer. Aan het begin van de 21ste eeuw is er een groeiende tendens om te werken aan *coöperatief waterbeheer* (Leussen, 2002). Coöperatief waterbeheer wordt gekenmerkt door toenemende interdependencies en collectieve acties gericht op gezamenlijk erkende knelpunten en kansen. Dit betekent dat de verantwoordelijke waterbeheerder met alle relevante belanghebbenden samenwerkt aan een oplossing, die recht doet aan de afzonderlijk belangen (zie ook van Hal, 2009). Volgens de Bruijn et al. leidt dit tot meer commitment bij de belanghebbenden en meer vaart in het veranderingsproces. Dit vraagt om een andere aanpak in processturing. Geldof (2001) spreekt in dit verband ook van een adaptief proces, in plaats van een lineaire (projectgerichte) aanpak. Via participatie kan het adaptieve veranderingsproces van de watertransitie ondersteund worden doordat de nadruk ligt op wederzijdse uitwisseling van informatie en, op basis van deze informatie, de structurering van een gezamenlijk proces (de Bruijn et al., 1999; van Eijk, 2003). Dit biedt ook de kans om het onzichtbare van de transitie *zichtbaar* te maken voor alle belanghebbenden. De 'participatiesamenleving' speelt daarom in de vorm van sociale innovatie in het lectoraat SWS een rol van betekenis.

De bredere behoefte aan participatie blijkt ook uit het beroep dat het Rijk doet op het *zelf-regulerend vermogen* van onze samenleving bij het klimaatbestendig maken van Nederland. Dit vindt niet alleen zijn oorsprong in het anders denken over de verzorgingsstaat, de economische ontwikkeling en de decentralisaties, maar ook in het besef dat het collectief waterbewustzijn in Nederland lager is dan gedacht. Het effect van de vermaatschappelijking van het waterbeheer – waar de afgelopen tien jaar nadrukkelijk op is ingezet – valt tegen. Volgens het Deltaprogramma Zoetwater (2014) zijn in heel Nederland op verschillende schaalniveaus doelgroepen of gebruikersgroepen aan zet voor het meebouwen aan een klimaatbestendig Nederland. Immers, zestien procent van onze economie is afhankelijk de beschikbaarheid van zoet water. Belangrijke groepen die een zoetwaterstrategie ontwikkelen, zijn de landbouw, de drinkwatersector, de industrie en natuurorganisaties. Het vergroten en benutten van het zelfregulerend vermogen van de samenleving op alle ruimtelijke schaalniveaus is daarom een

leidend principe aldus het Deltaprogramma Nieuwbouw&Herstructurering (2014). Aan de transities van doorspoelen naar vasthouden en van schoonmaken naar schoonhouden van water kan dus worden toegevoegd: van inspraak naar *participatie* van de samenleving.

Watertransitieproof?

De vraag is hoe het zelfregulerend vermogen van de samenleving wordt gefaciliteerd bij de watertransitie? Waarom verloopt de transitie überhaupt moeizaam? De laatste jaren zijn tal van duurzame ontwikkelingen in gang gezet. De verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit is hiervan een tastbaar resultaat. Maar daarmee zijn we er nog lang niet. Afspoeling van verhard oppervlak (run-off) en het grote aantal overstorten noodzaken tot doorspoelen met gebiedsvreemd, verontreinigd, water. Veranderende neerslagpatronen en neerslagintensiteiten versterken deze effecten, ongeacht welk klimaatscenario (tussen de 4 en 6 graden Celsius opwarming in 2100) gevolgd wordt. Jan Rotmans (2014) zegt hier het volgende over: “Onze economie is energie-intensief, fossiel gedreven en grondstofverspillend, wij verspillen het overgrote deel van onze grondstoffen. Omdat deze verspilling en vervuiling te kostbaar worden, komt een nieuwe economie op, schoon, circulair en biobased. Deze nieuwe economie is mondiaal, maar opereert op een kleiner schaalniveau en wordt gedreven door disruptieve technologische doorbraken. Disruptief betekent dat deze technologieën niet alleen de productiewijze veranderen, maar de hele productieketen, distributie en opslag. Dat betekent dat unieke productie op lokale schaal weer mogelijk wordt, een enorme uitdaging voor de maakindustrie nieuwe stijl. De technologische en ecologische transitie die momenteel plaats vinden, zullen de economische structuur fundamenteel veranderen. Niet langer verticaal, zoals de huidige silo's van topsectoren, maar horizontaal. Niet nationaal maar *transregionaal*. Niet globaal maar *glokaal*. Zo is de opkomende bio-economie regionaal georiënteerd en snijdt deze dwars door de topsectoren chemie, energie, agrifood en logistiek heen. De Nederlandse economie is dus niet ‘transitie-proof’, zoals de WRR in haar recente rapport ‘naar een lerende economie’ eveneens vaststelde.”

Van een echte *ommekeer in het waterbeheer* is dus vanwege verschillende factoren geen sprake. Onze directe omgeving is nog altijd sterk afhankelijk van de in civieltechnische en gezondheidstechnische zin aanvoer en afvoer van water, gericht op veiligheidsoverwegingen en economische belangen op de korte termijn. Veel voorkomende dilemma's zijn keuzes tussen centrale of decentrale oplossingen, tegenstrijdige belangen tussen de drinkwatersector en de waterschappen, grootschalig of kleinschalig experimenteren, korte termijn doen of op lange termijn leren door doen. Maar ook een gebrek aan planeconomische en juridische middelen, angst en onzekerheid en een gebrek aan inzicht in het multipliereffect van brongericht waterbeheer staan een ommekeer in de weg.

In de publicatie ‘Klimaat voor Waterlanders’ van Leewis, M & H.A. Zanting (2011) wordt dit pijnlijk blootgelegd. Zij benadrukken dat de schaal en omvang van de Nederlandse wateropgave om flinke ingrepen vraagt en dat dit wordt bemoeilijkt doordat de waterproblemen een lange doorlooptijd kennen en oplossingen te veel zijn gericht op de korte termijn. Bovendien

worden duurzame waterambities onvoldoende in de ruimtelijke ontwikkeling geïntegreerd. Ook ontbreekt het aan de professionaliteit en kennis van zaken om processen effectief concreet te maken, omdat waterproblemen organisatorisch en technologisch complex zijn met een groot aantal belanghebbenden en divergerende doelstellingen. Momenteel zijn diverse trajecten gericht op het samenvoegen van waterschappen. Bij fusies van waterschappen en een terugtrekkende overheid in het algemeen past een flexibele wet- en regelgeving waardoor het mogelijk wordt ruimte beschikbaar te stellen voor sociale innovaties van onderaf. Daar ontbreekt het echter aan. Een dergelijke integrale benadering doet een beroep op het bestuurlijk vermogen van alle verantwoordelijke partijen en een coöperatieve attitude van gebruikers en beheerders van het water.

Technologie kent een hoge graad van dynamiek waardoor nieuwe wetenschappelijke inzichten die een andere kijk op de problematiek kunnen geven, onbenut blijven. Technologische en innovatieve kennis worden onvoldoende uitgewisseld met gebrek aan creativiteit tot gevolg. Bovendien is onderzoek in de procestechnologiesector vooral gericht op verbetering van de waterkwaliteit in de 'technische waterketen', dat wil zeggen van drinkwaterwinning tot en met afvalwaterzuivering. In de relatie tussen bijvoorbeeld drinkwaterproducent en de burger-consument blijft de integrale benadering van milieutechniek en ruimtelijke ontwikkeling onderbelicht. Wanneer bijvoorbeeld bewoners samen met de woningbouwcorporatie de toiletten met afgekoppeld regenwater willen spoelen en de woning daar ook mee willen koelen (dat laatste vanwege hittestress door klimaatverandering en/of vanwege energiemitigatie), kan iedere woning decentraal worden voorzien van een regenwaterinstallatie of een watertuin. Echter, voor het welslagen van dergelijke technische innovaties zijn sociale condities en ruimtelijke condities essentieel. Daarvoor is een benadering noodzakelijk die voorwaarden schept voor bijvoorbeeld het afkoppelen van de gebouwde omgeving van het riool, ingrepen in de verkeersstructuur en een andere ruimtelijke structuur van het water. Ook hier ligt een wetenschappelijke praktijkopgave voor het lectoraat SWS.

Lerende economie en het model van de (a)quadruple helix als perspectief

In de publicatie 'Naar een lerende economie' van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR, 2013) wordt de maatschappelijke opgave van het watervraagstuk in een breder kader geplaatst. De context van de klimaatopgave, de energieopgave en de transformatieopgave van de bestaande gebouwde omgeving vraagt om vaardigheden die snel en adequaat inspelen op nieuwe omstandigheden. Veerkracht, flexibiliteit, adaptatie en een proactieve houding zijn daarbij kernbegrippen, aldus de WRR. Water is een schaars goed en de schade door overstromingen, hitte en wateroverlast is groot. Het accent ligt niet alleen bij technologische productinnovaties, maar volgens de WRR vooral ook bij *systeeminnovaties*. De belangrijkste manier om dit te bevorderen, is *kenniscirculatie* (zie ook hoofdstuk 5) waarbij het gaat om het beter gebruiken van *bestaande kennis*. Daarbij gaat veel meer aandacht uit naar het mobiliseren en toepassen van ideeën en technieken die te vinden zijn in andere bedrijven, sectoren of landen. Dat vraagt het ontwikkelen van *absorptievermogen* om nieuwe en elders

vigerende kennis te signaleren, op te nemen en vaardig te gebruiken. Welke eisen dit stelt aan onderwijs- en onderzoekinstellingen is onduidelijk. Volgens de WRR (2013) moeten onderwijs- en onderzoekinstellingen zich meer profileren als (trans)regionale kenniscentra die structureel verbonden zijn met hun omgeving. Dit is een kans voor de Dutch Delta Academie (DDA), het Centre of Expertise Delta Technology en het Centre of Expertise Water Technology (CEW). Het CEW is in de noordelijke regio het kenniscentrum voor wetenschappelijk praktijkonderzoek. De onderzoeksthema's zijn waterbesparing en waterhergebruik, water en energie, nutriënten en landbouw, watersysteem, industriewater en sensortechnologie.

Volgens de WRR ontbreekt het vanuit de onderwijs- en onderzoekinstellingen aan antennes voor wat de *samenleving* nodig heeft. Ook daar ligt een opgave. De (a)quadruple helix vergroot dit bewustzijn doordat het refereert aan de interactie tussen de vier pijlers in wat ook wel 'innovatie ecosystemen' worden genoemd: onderwijs- en onderzoekinstellingen, ondernemers, overheden en onze samenleving. In een poging de 'innovation gap' te verkleinen, doet het model van de (a)quadruple helix een appèl op een verschuiving naar een systematisch open innovatiebeleid waarin de gebruiker centraal staat. De tijd van lineaire, top-down, expert-driven ontwikkeling van producten en diensten moet plaats maken voor verschillende vormen en niveaus van coproductie met consumenten, klanten en bewoners. "Moving towards Quadruple Helix models does, however, have ramifications for all stakeholders in both the private and public sectors. It requires a significant *culture change*, adaptation of processes, acquisition of new skills and a re-distribution of power. If public authorities are able to rise to the challenge of changing the way services are designed and delivered it means allowing citizens to take a turn 'in the driving seat'. Our view is that the Quadruple Helix is more of a continuum or space for innovation, rather than one discreet model. However, we can conclude that this is an important new paradigm that has a wide application and relevance to all levels of government". (Bron: www.cliqproject.eu)

Het lectoraat SWS zal via strategisch netwerken met ondernemers, maar vooral ook met overheden een bijdrage leveren aan die antennefunctie en aan het vergroten van het absorptievermogen en uiteindelijk het adopteren van kansrijke onderzoeksvragen. De nadruk ligt daarbij op de innovaties van het watersysteem met cross-overs naar andere thema's. Immers, in de lerende economie moet kennis circuleren...

Samenvattende conclusie

De maatschappelijke relevantie van het watervraagstuk is evident. Mondiaal, maar ook in Nederland is er sprake van waterstress door wateroverlast, watertekort en verontreinigd water. Versneld door de klimaatverandering is een transitie waarneembaar in het denken over en de omgang met water. De transitie is gericht op het vasthouden en schoonhouden van water via participatie van onze samenleving. Deze transitie gaat niet vanzelf.

Dilemma's zijn onder andere:

- afstand tussen strategische duurzame plannen en operationele doorwerking in de praktijk;
- korte termijn economische belangen en lange termijn maatschappelijke baten;
- keuzes tussen centrale of decentrale oplossingen;
- tegenstrijdige belangen tussen de sectoren (drinkwater, agrarisch, industrie, natuur & milieu);
- grootschalig of kleinschalig experimenteren;
- gebrek aan handelingsperspectieven in adaptieve veranderprocessen;
- eendimensionale technische innovaties en de maatschappij (innovation gap);
- focus korte termijn doen of op lange termijn leren door doen.

De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid benadrukt de importantie van het watervraagstuk en plaatst het in de context klimaatverandering en ruimtelijke transformaties.

De WRR geeft de volgende aanbevelingen:

- Naast productinnovaties zijn systeeminnovaties van groot belang.
- Maak daarbij gebruik van cross overs en van bestaande kennis en laat dit circuleren.
- Vergroot het regionaal absorptievermogen van kennisinstellingen.
- Zoek verbinding met de samenleving: de (a)quadruple helix biedt daarbij een handvat om van de samenleving een medespeler te maken in plaats van een toeschouwer.

De *visie* van het lectoraat SWS is dat door de watertransitie condities worden gecreëerd die een verbetering met zich meebrengen van de milieu-, ruimtelijke en sociale kwaliteit in de leefomgeving van huidige en toekomstige generaties mensen, dieren en planten.

De *missie* van het lectoraat is het verkrijgen van theoretische en praktische kennis van duurzame watersystemen vanuit een brongericht, gebiedsgericht en een actorgericht perspectief. Het lectoraat SWS levert met deze kennis via onderzoek en onderwijs een constructieve bijdrage aan de watertransitie. Daarbij laat het lectoraat waterkennis circuleren via het leren door doen van wetenschappelijk praktijkonderzoek naar processen, innovatieve concepten en praktische voorbeelden op verschillende schaalniveaus. Deze kenniscirculatie levert handelingsperspectieven waarmee bijdragen worden geleverd aan de praktijk van *duurzame ontwikkeling van watersystemen*.

In het volgende hoofdstuk worden deze cursief weergegeven begrippen nader toegelicht.





De meeste dromen over water lijken niet te worden gedreven door een verlangen om te werken met de natuur, maar door een al dan niet bewuste wil om de natuur te beheersen.”

Sybrand Tjallingii (2007)

3 Duurzame ontwikkeling watersystemen

In hoofdstuk twee is de watertransitie geschetst als belangrijke en urgente maatschappelijke opgave. Om te begrijpen op welke wijze deze transitie wordt vormgegeven, wordt in dit hoofdstuk nader ingegaan op het begrip watersysteem. Wat is een watersysteem, welke systeemtypen worden onderscheiden en hoe wordt het watersysteem benaderd? Vervolgens wordt het perspectief van de lerende (blauwe) economie nader toegelicht aan de hand van duurzame ontwikkeling.

Watersysteem

Het watersysteem wordt in het lectoraat SWS gevormd door twee systeemtypen. Dit zijn het harde én het zachte watersysteem, de daarmee samenhangende processen, de onderlinge samenhang tussen deze processen en ontwikkelbare mogelijkheden en configuraties met de samenleving.

Harde watersysteem

Onderdeel uitmakend van de mondiale waterkringloop is Nederland een deltaland. Via Nederland gaan de stroomgebieden van de Schelde, Maas, Rijn & IJssel en de Eems over in de Noordzee.

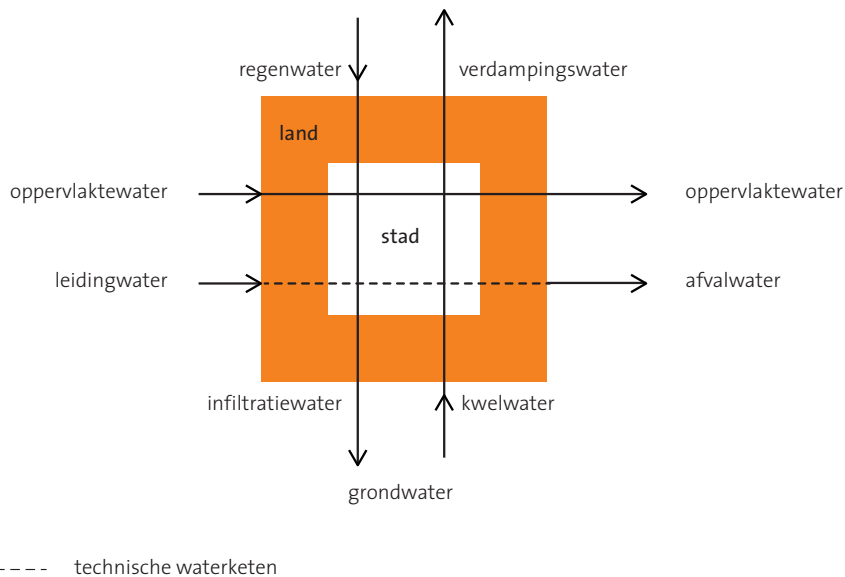


Figuur 1 Nederland deltaland
© Nationaal Waterplan 2009-2015

De grote rivieren vormen op fluviaal schaalniveau het hoofdwatersysteem van Nederland en hebben grote invloed (met name de Rijn) op de regionale watersystemen. Binnen de stroomgebieden is een watersysteem het geheel van grond- en oppervlaktewater inclusief oevers, waterbodem en technische infrastructuur, kortom het fysiek-ruimtelijke watersysteem. Dit

'harde' watersysteem kan er (deels) van nature zijn, of is door de mens aangelegd. Onderdeel uitmakend van de mondiale waterkringloop, is het harde watersysteem opgebouwd uit verschillende systeemniveaus (regionaal, stad, wijk, buurt, gebouw).

De in figuur 2 weergegeven pijlen zullen afhankelijk van de lokale condities van dikte verschillen. Zo zal er in de hoger gelegen zandgronden meer infiltratie plaatsvinden dan in klei- of veengebieden en zo zal er in stedelijke gebieden met veel open water meer verdamping optreden dan in gebieden met veel verhard oppervlak.



Figuur 2 Schematische weergave waterstromen 'harde' watersysteem

Zoals figuur 2 aangeeft, maakt de technische waterketen onderdeel uit van het harde watersysteem. De technische waterketen bestaat uit (drink)waterwinning, waterdistributie, watergebruik, inzameling van afvalwater en afvalwater- of rioolwaterzuivering. De waterketen onttrekt aan en lost op het watersysteem.

Energiebedrijven zijn de grootverbruikers van oppervlaktewater, verantwoordelijk voor 65% van het totale watergebruik in Nederland in 2011 waarvan tot 95% voor koeling (bron: CBS/CLO/jan14/0123). Huishoudens zijn de grootste afnemers van leidingwater. In 1995 was het leidingwaterverbruik 137,1 liter per persoon per dag, in 2013 was het verbruik 118,9 liter per persoon per dag. Een daling die vooral is veroorzaakt door waterbesparende maatregelen in wasmachines en toiletten (Bron: NIPO/VEWIN, 2014). Slechts twee liter wordt per dag gebruikt voor drinken en voedsel en ruim 85 liter wordt per persoon per dag gebruikt voor de douche en het toilet. In 2012 is in de land- en tuinbouwsector 42% van het watergebruik in die

sector leidingwater. Dit wordt gebruikt voor de drenking van vee en schoonmaakactiviteiten. Nog geen 40% van het totale watergebruik in de land- en tuinbouwsector is oppervlaktewater ten behoeve van beregening (bron: LEI).

Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven, levert het al dan niet kunstmatig onttrekken van het water aan de waterkringloop en het weer teruggeven aan dezelfde waterkringloop waterproblemen in ruimte en in tijd. In de winterperiode zijn er wateroverschotten en in de zomerperiode watertekorten. Hierdoor is er een disbalans in gebruik. In de agrarische gebieden wordt tijdens de winterperiode het peil verlaagd en in de zomerperiode het peil verhoogd. Kunstmatig peilbeheer vergroot de disbalans en wordt versterkt door extreme weersituaties als gevolg van klimaatverandering, zoals in de zomer van 2014 (circa 210mm op de natste plek in de maand augustus tegen 78mm normaal gemiddelde). De waterkwaliteit in Nederland wordt voor een groot deel beïnvloed door meststoffen (run-off, infiltratie) maar ook door riooloverstorten in en om de stedelijke gebieden en het effluent van zuiveringsinstallaties. Koelwater bevat nauwelijks verontreinigingen, maar heeft wel thermische verontreiniging als gevolg.

Het watersysteem wordt gekenmerkt door waterstromen (zie figuur 2). Stromen die een gebied in en weer uit gaan. Het watersysteem wordt door het lectoraat benaderd op basis van de *ecosysteemtheorie*. *Ecologie* is de wetenschap die relaties van organismen met hun leefomgeving bestudeert: “ecology, a word derived from the Greek root ‘oikos’ meaning ‘house’. Thus, literally ecology is the study of houses or more broadly environments” (Odum, 1975). Ecologie betekent de samenhang van de niet levende (a-biotisch) en de levende (biotisch) natuur in ruimte en in tijd en heeft vooral ook betrekking op de menselijke cultuur (o.a. Tjallingii, 1996). Daarbij wordt op verschillende systeemniveaus (regionaal, stad, dorp, wijk, buurt) gebruikt gemaakt van het *ecodevice* model van Van Wirdum en van Leeuwen (Duijvestein, 2002; Tjallingii, 1996). In de *ecodevice* is het metabolisme van het watersysteem afhankelijk van input, throughput en output van verschillende stromen water, zie figuur 3.



Figuur 3 Het ecodevice model. Gebieden functioneren als doorspoelsysteem met grote aanvoer van gebiedsvreemd veelal verontreinigd water uit andere gebieden met industrie, landbouw en steden als ‘bron’ en de Noordzee als ‘put’.

Techniek, ruimte en maatschappij scheppen de condities voor het metabolisme. Het veel en snel afvoeren van water of het beheer richten op het langer vasthouden van gebiedseigen water is van grote invloed op het functioneren van het watersysteem zelf, zie figuur 4.



Figuur 4 Het ecocodevice model. Gebieden functioneren als zelfregulerend beheerssysteem. Gebiedsvreemd water wordt tegengehouden en gebiedseigen water wordt vastgehouden en schoon gehouden.

Door het benaderen van het watersysteem als een ecosysteem, ontstaan inzichten in de wijze waarop de watertransitie kan worden vormgegeven in beleidsontwikkeling, ontwerp en beheer. Het langer vasthouden van water is een ecologisch principe en schept bijvoorbeeld condities voor een betere kwaliteit van de leefomgeving. Het ven Schureenberg is illustratief voor het functioneren van een natuurlijk watersysteem (geen uitputting en afwenteling van verontreiniging) en voor de ecologische principes die daarvan worden afgeleid, zie kader.

Het ven Schureenberg

De afbeelding op de volgende pagina is van het natuurlijk ven Schureenberg in het Nationaal Park Dwingelderveld in Drenthe. Dit ven is een zogenaamde pingoruïne en heeft een symbolische betekenis voor Sustainable Water Systems (SWS).

Noord Nederland is gevormd door klimaatsveranderingen. Een dik ijspakket heeft schuivend over het land een ondoorlatende keileemlaag achtergelaten die na het smelten van het ijs bepalend is geworden voor de hydrologie van het landschap. Glaciale perioden (koud) en interglaciale perioden (warm) wisselden elkaar af. De laatste grote ijstijd bracht een toendraklimaat met sneeuwstormen die een vlak golvend landschap van dekzanden gevormd hebben. Hierin hebben de smeltende ijslenzen (pingo's) komvormige ruïnes achtergelaten. De meeste hebben zich gevuld met gebiedseigen water. Deze natuurlijke hydrologisch geïsoleerde vennen zijn *veerkrachtige* watersystemen. De waterkwaliteit van dergelijke aquatische

ecosystemen is uitstekend door het zelfreinigend vermogen vanwege de juiste volume/oppervlakteratio en natuurlijke oevers. Door natuurlijke peilfluctuaties kunnen de vennen neerslagtekorten en -overschotten goed aan. De met water gevulde en door klimaatverandering gevormde pingoruïnes zijn duurzame watersystemen in optima forma. Veerkracht via het vasthouden én schoonhouden van gebiedseigen water is een basisprincipe van duurzame watersystemen!



Ven Schurenborg

Zachte watersysteem en sociale innovatie

Systemen zijn van mensen. Mensen denken in systemen om de werkelijke wereld te begrijpen en in die zin zijn eigenlijk alle systemen zacht. Het 'harde' watersysteem zoals figuur 2 weergeeft, wordt vooral beïnvloed door menselijke activiteiten die gepaard gaan met het ontwerp, inrichting, gebruik en beheer ervan. Deze activiteiten zijn in hoge mate van invloed op de waterkwantiteit en de waterkwaliteit. Het geheel aan menselijke activiteiten wordt het zachte (water)systeem genoemd (Checkland, 1999).

Dit zachte watersysteem bestaat uit sociaal-maatschappelijke netwerken en kent net als het harde watersysteem verschillende systeemniveaus. Het laagste niveau is de mens als individu, daarboven sociale groepen (gezinnen, onderzoekteams, et cetera) en daarboven instituten, et cetera. Op de verschillende niveaus worden netwerken van publieke en private actoren onderscheiden. Een netwerk is vergelijkbaar met een (on)georganiseerd 'web' met daarin de samenwerking en de gedragingen van publieke en private actoren. Per issue, bijvoorbeeld rond een rioolwaterzuivering, een drinkwaterwingebied of een stadsvijver, is de samenstelling van publieke en private actoren verschillend. De ironie wil dat het zachte systeem problematische situaties heeft gecreëerd in het harde systeem. Om deze problemen te tackelen, is een verandering noodzakelijk, de watertransitie. Het denken in systemen biedt mogelijkheden deze transitie vorm te geven. Dit kan op een doelgerichte technisch-rationele manier, van buitenaf georganiseerd. Dit kan ook op een manier door van binnenuit ruimte te bieden aan een leerproces waaraan mensen deelnemen die een belang hebben bij het oplossen van de problematische situatie.

De voorzijde van deze publicatie is voorzien van een afbeelding van een DNA-structuur, de (a)quadruple helix genoemd. De (a)quadruple helix wordt onder andere door de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT) gebruikt als een metafoor voor de verbindingen tussen kennisinstellingen, ondernemers, de overheid en de samenleving. De AWT heeft in 2013 adviezen uitgebracht waarin de rol van de gebruiker naar voren komt. Het eerste advies gaat over diensteninnovatie waarbij de klant (of gebruiker, beheerder) een belangrijke rol speelt. In het kader van waardecreatie worden steeds vaker nieuwe diensten aangepast aan de wensen en behoeften van individuele gebruikers. Het tweede advies gaat over maatschappelijke en sociale innovatie. Sociale innovatie gaat om slimmer organiseren en nieuwe vormen van samenwerking om uitdagingen op te pakken die sociaal-maatschappelijk van aard zijn. De adviezen van de AWT zijn gericht op vraaggerichte systeeminnovaties. Systeeminnovaties scheppen voorwaarden voor de verduurzaming van bijvoorbeeld watersystemen en de daarmee gepaard gaande diensten en sociale innovaties van het zachte watersysteem.

Soft systems method (SSM)

"The use of 'socially aware' methodologies such as SSM has been growing gradually as people see that the outcome of 'hard' systems approaches is seldom satisfactory to anyone" (Checkland, 1999). Dit is voor Checkland de aanleiding om het zachte systeemdenken

methodisch verder uit te werken. Door gebruik te maken van het zachte systeem kan richting worden gegeven aan activiteiten voor bijvoorbeeld een verandering van het harde systeem. De SSM combineert via een logische cyclus de harde én de zachte systemen. “The Soft Systems Method, using systems thinking and systems concepts, provides a process and a structure for incremental improvements to such situations which involves all the stakeholders in a continual learning cycle” (Checkland, 1999). De SSM is de laatste vier decennia doorontwikkeld op basis van ervaringen van actieonderzoekers die participeerden in de praktijksituaties (zie ook Checkland & Poulter, 2006). De SSM is een poging om het sociale verschijnsel ‘samenwerken’ als een systeem te beschrijven en dan ook nog eens zo dat participanten concepten kunnen hanteren om dat systeem te veranderen. Checkland beschrijft een collectief leerproces en maakt daarbij een onderscheid tussen twee ‘werelden’. In de reële wereld (real world) zijn mensen bezig met communicatie en interactie. In de ideële wereld (systems thinking) wordt de reële wereld van de praktijksituatie verlaten. Een systeem, of systeemdenken, bestaan bij de gratie van wat zich in de hoofden van personen afspeelt. Dit wordt *tacit knowledge* genoemd. Met behulp van systemen kan methodisch worden gezocht naar de passende oplossingsrichtingen en kansrijke combinaties daarvan. Ook wordt tacit knowledge expliciet gemaakt. De SSM is geen vastomlijnde methode, maar betreft een aantal te volgen activiteiten die adaptief zijn en afhangen van de praktijksituatie. Deze activiteiten zijn:

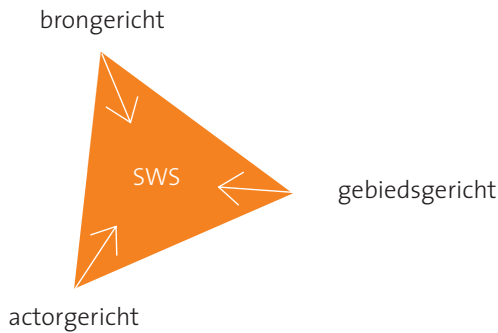
- Inventariseren en analyseren van de lokale condities, inclusief de culturele, historische en politieke aspecten van de praktijksituatie;
- Construeren van een conceptueel model van het ‘web van actoren’ rond de verandering in de praktijksituatie;
- Vergelijken van het conceptueel model met de praktijksituatie via communicatie (debat, dialoog en discussies) en het gezamenlijk zoeken naar:
- ontwerpoplossingen die de situatie kunnen verbeteren en die zowel wenselijk als mogelijk, maar nog niet waarschijnlijk zijn;
- consensus over handelingsperspectieven, mede op basis van conflicterende belangen.
- Definiëren van operationele ontwerpmaatregelen die veranderingen van de praktijk-situatie en het gebruik en beheer bevorderen.

Duurzame ontwikkeling en de lerende (blauwe) economie

Duurzame ontwikkeling is het uitgangspunt van de ecologische benadering van het watersysteem in het lectoraat SWS. Dit betekent dat op alle schaalniveaus menselijke activiteiten moeten plaatsvinden binnen de ecologische limieten van de aarde waarbij het gebruik van hulpbronnen, de bestemming van investeringen, de gerichtheid van technologische ontwikkeling en institutionele veranderingen worden afgestemd op zowel toekomstige als huidige behoeften van mensen, dieren en planten.

Duurzame ontwikkeling is in principe tijdloos en dynamisch, vergelijkbaar met de Engelse vertaling van duurzaam in ‘*sustainable*’ dat onderhoudbaar of handhaafbaar betekent. Voor-

alsnog ligt het accent bij de benadering van duurzaamheid op een tweede meer statisch gebruik, vergelijkbaar met de engelse vertaling van het woord 'durable', dat lange levensduur betekent. Duurzame ontwikkeling is 'durable' en 'sustainable' tegelijkertijd (Duijvestein, 2000). In de 'drie-eenheid' vormen brongericht, gebiedsgericht en actorgericht de invalshoeken van de integrale en duurzame benadering van watersystemen (figuur 5). Deze drie-eenheid is gebaseerd op de ecologische condities-theorie van Tjallingii (1996).



Figuur 5 Integrale benadering van duurzame watersystemen (Tjallingii, 1996)

Waarom de drie-eenheid? Duurzame watersystemen creëren condities voor menselijk handelen. Dit handelen is primair van invloed op eenzelfde gebied, met daarin het gebruik en beheer van waterstromen (zie figuur 2) door het netwerk van actoren. Doel: het vormgeven van de transitie naar water vasthouden en schoonhouden via participatie.

Bij *brongericht* gaat het om ketenbeheer, het sluiten van kringlopen, cradle to cradle en de synergie tussen verschillende waterstromen, maar bijvoorbeeld ook met de voedselstroom.

Bij *gebiedsgericht* gaat het erom potenties van het lokale landschap te benutten, de lagen in de (diepe)ondergrond, de netwerken water, verkeer in de occupatielaag en de synergie in ruimtelijke samenhang tussen deze lagen en netwerken op verschillende schaalniveaus. Bij *actorgericht* gaat het om samenwerking tussen groepen private- en publieke belanghebbenden, mensen die een bepaalde rol vervullen in het planproces van beleid, ontwerp naar gebruik en beheer, om synergie in samenwerking die leidt tot sociale innovatie.

De lerende economie is een nieuwe economie en de nieuwe economie is ook *duurzaam*. De industriële ecologie is daar een voorbeeld van. Daarbij gaat het om dezelfde drie-eenheid zoals gepresenteerd in de benadering van Tjallingii namelijk: integraal ketenbeheer (brongericht), de 'lay-out' van een industriële onderneming op basis van lokale omstandigheden (gebiedsgericht) en 'good housekeeping' met shareholders (actorgericht). De lerende nieuwe economie sluit nauw aan bij wat ook wel de 'blauwe economie' wordt genoemd. In essentie

gaat het in de blauwe economie om het toepassen van innovaties die economische ontwikkeling bevorderen, maar die maximaal ecologisch verantwoord zijn (Pauli, 2012). “Door ons te spiegelen aan de succesvolle methoden die we aantreffen in natuurlijke ecosystemen, kunnen we kiezen voor modellen met een ruime opzet, geneigd tot kringloopvorming, gericht op rentmeesterschap van de planeet en de soorten, met een eindeloze toekomst”, aldus Pauli. Een belangrijk *principe* daarbij is het *ontkoppelen* van traditionele verspillende systemen, het *afkoppelen* van de voeding binnen het traditionele systeem en het synergetisch *meekoppelen* met nieuwe kringloopsystemen. Voor de omgang met water betekent dit bijvoorbeeld dat slimme steden worden ontkoppeld van stromen die uitputting en afwenteling van verontreiniging veroorzaken in ruimte en tijd (Hajer en Dassen, 2014). Het ontkoppelen van gebiedsvreemd water en het vasthouden van gebiedseigen water betekent ook gericht afkoppelen van het regenwater. Hierbij kan worden meegekoppeld met nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen, zoals recreatieve voorzieningen en stadsnatuur, maar ook met het terugwinnen van energie en nutriënten uit het geconcentreerde rioolwater. In essentie gaat het bij de blauwe economie om dezelfde strategie en *ecologische principes* als in de ecologische condities-theorie. In de blauwe economie worden de socio-economische aspecten van duurzame ontwikkeling expliciet gemaakt aan de hand van tal van experimenten en wereldwijde voorbeelden. Om tot een echte blauwe economie te komen zijn volgens Pauli creativiteit en participatie nodig van onderzoekers, ondernemers, overheden en van de samenleving.

In het lectoraat SWS worden watervraagstukken daarom niet benaderd als beperkende factor, maar als aanleiding om te komen tot innovaties en nieuwe vormgeving voor duurzame ontwikkeling. Daartoe worden realistische handelingsperspectieven ontwikkeld in de vorm van principes, modellen, ontwerpvoorstellen en gebruik- en beheermaatregelen. Het overkoepelende, gezamenlijke doel van deze perspectieven is dan ook een verdergaande verbetering van de milieukwaliteit en van de ruimtelijke kwaliteit van de leefomgeving; daarmee het verbeteren van de sociaal-maatschappelijke kwaliteit omtrent ontwerp, inrichting, gebruik en beheer van duurzame watersystemen. Zie ook de publicatie van Pötz, H. & P. Bluezé (2013) ‘Groenblauwe netwerken voor duurzame en dynamische steden’.

Samenvattende conclusie

Het watersysteem bestaat uit het harde en het zachte systeem. In de Nederlandse Delta bestaat het harde watersysteem uit de functionele samenhang van de waterstromen, zoals oppervlaktewater, grondwater en regenwater. Het civieltechnische systeem is door de jaren heen gericht op het beheersen van het natuurlijke systeem. Aan deze waterstromen wordt water onttrokken voor huishoudens, industrie en landbouw. Op deze waterstromen wordt water geloosd via riooloverstorten, effluent van rioolzuivering, en run off vanuit de landbouw en stedelijke gebieden. Het geheel aan menselijke activiteiten wordt hier het zachte watersysteem genoemd. Dit zachte watersysteem bestaat uit sociaal-maatschappelijke netwerken en beïnvloedt in hoge mate het harde watersysteem.

Door het harde en zachte watersysteem als ecosysteem te benaderen, ontstaan perspectieven om de watertransitie vorm te geven. Dat wil zeggen dat integraal brongericht, gebiedsgericht en actorgericht naar handelingsperspectieven wordt gezocht in de fysieke ruimte, in beleid, maar vooral ook in de tijd en de wijze waarop nieuwe samenwerkingsvormen tussen maatschappelijke partners zich verder ontwikkelen.

Om te voorkomen dat genoemde waterkwantiteits- en waterkwaliteitsproblemen de toekomstige generaties tot aan de lippen stijgen, zijn *ecologische principes* die leiden tot de transitie naar water vasthouden en schoonhouden van essentieel belang. Zoals ook beschreven in de Visie Watertechnologie Fryslân 2020 (Nederlof, 2013) zijn dit principes gericht op het voorkomen van waterverspilling en verontreiniging (reducties emissies oppervlakte- en grondwater), het benutten van de veerkracht van watersystemen, het zuiveren en hergebruik van (afval)water, de productie van secundaire grondstoffen, maar ook op de organisatie van nieuwe samenwerkingsvormen (sociale innovatie). Principes zijn oplossingsrichtingen die leiden tot maatregelen zoals waterconservering in natuurgebieden (infiltratie, seizoensberging), waterinclusieve stedelijke transformaties (afkoppelen, waterretentie), decentraal zuiveren van afvalwater en efficiënt gebruik van nutriënten. Maatregelen waarvoor gedurende een planproces alle participanten zich verantwoordelijk gaan voelen. Principes die zijn gebaseerd op het denken in ecosystemen en die leiden tot duurzame oplossingsrichtingen worden hier gidsprincipes genoemd. In het volgende hoofdstuk wordt nader op de gidsprincipes ingegaan.





Water is het ultieme dat alles in beweging zet.

Het wordt door Thales van Milete benoemd als oer-principe, als archè.”

René ten Bos (2014)

4 Gidsprincipe: in principe een gids

Water zet alles in beweging. Het adagium *begin met water, de rest komt later* is daar op geïnspireerd. De verduurzaming van watersystemen is een veranderproces. Een veranderproces door, voor en met *verschillende disciplines*. In het vorige hoofdstuk zijn de begrippen watersysteem en duurzame ontwikkeling in de context van het lectoraat geplaatst. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vraag hoe duurzame watersystemen in een veranderproces tot stand kunnen komen. Daarbij wordt gebruikt gemaakt van de gidsprincipebenadering. Waarom de gidsprincipebenadering? Omdat deze benadering de afgelopen 25 jaar van *invloed* is geweest op nationaal, provinciaal en gemeentelijk beleid op het terrein van ruimte en water, er al 25 jaar in *theorie en praktijk* ervaring is opgedaan met het ontwerp, beheer en gebruik van duurzame watersystemen die via deze benadering tot stand zijn gekomen en tot slot omdat al 25 jaar een *leerproces* een uitgangspunt is van de gidsprincipebenadering.

In dit hoofdstuk wordt allereerst ingegaan op de vraag hoe een dergelijk leerproces eruit ziet in de omgeving van het hoger onderwijs en het lectoraat. De watertransitie is een veranderproces waarbinnen en waarvan geleerd wordt. Hoe ziet een dergelijk proces van verandering eruit en welke rol heeft de gidsprincipebenadering daarbij? Vervolgens wordt de betekenis van *principes* weergegeven voor planprocessen waarin al *gidsend* duurzame watersystemen steeds concreter worden.

Transdisciplinair leerproces

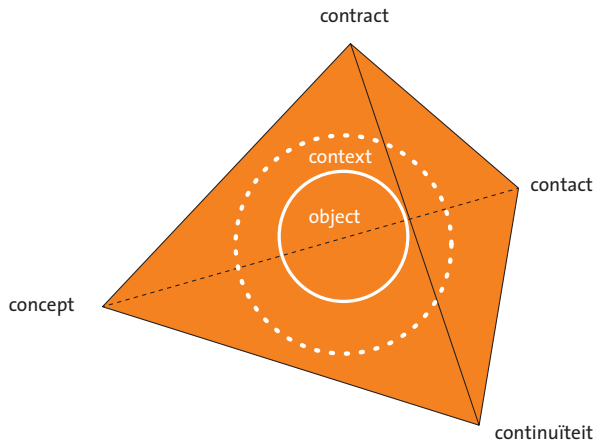
In tegenstelling tot het fundamenteel wetenschappelijk onderzoek is het doel van wetenschappelijk praktijkonderzoek niet primair het formuleren en toetsen van algemeen geldige theorieën, maar het ontwikkelen en toetsen van oplossingsrichtingen voor praktische problemen van aanwijsbare actoren. Niettemin levert wetenschappelijk praktijkonderzoek bijdragen aan de ontwikkeling van theorie, de ontwikkeling van methoden en technieken en/of de ontwikkeling van de toepassing (*applied sciences*). Kenmerk van wetenschappelijk praktijkonderzoek is dat de specifieke geldigheid, ofwel de bruikbaarheid in de gegeven situatie, het primaire uitgangspunt is. Passen de oplossingsrichtingen en daaraan gerelateerde handelingen bij de regels die in de praktijksituatie worden gevolgd? Zijn de onderzoeksresultaten valide? Immers, een onderzoek dat niet valide is, is ook niet bruikbaar. Wetenschappelijk praktijkonderzoek biedt de mogelijkheden voor invulling van het deelnemersperspectief van de onderzoeker aan een praktijksituatie door via *leren door doen* deel te nemen aan een *transdisciplinair leerproces*.

De noodzaak van transdisciplinaire leerprocessen komt voort uit een besef dat onze dagelijkse leefomgeving in toenemende mate aan complexe veranderingen onderhevig is. Disciplines hebben elkaar en de praktijk nodig om praktijksituaties nog beter te leren begrijpen. Dit betekent dat concrete maatschappelijke problemen via een coöperatief proces (iteratief bespreken, tekenen, rekenen van grof naar fijn) worden benaderd waarin onderzoekers en andere actoren samen aan oplossingsrichtingen werken. Iedereen die iets te zeggen heeft over een bepaald probleem en bereid is te participeren, kan daarbij een rol van betekenis spelen. Bij een transdisciplinair leerproces zijn wetenschap, techniek en maatschappij – samenleving – complementair aan elkaar; theorie en praktijk vullen elkaar constant aan (van Eijk, 2003). De vraag is hoe de duurzame inhoud van watersystemen een fundamentele plek krijgt in dergelijke transdisciplinaire leerprocessen. Daarvoor is het van belang te weten hoe veranderprocessen grofweg verlopen om vervolgens de vraag te stellen hoe inhoudelijk de watertransitie in het proces wordt vormgegeven.

Veranderprocessen en de 4-C's

Processen die een bijdrage leveren aan de watertransitie zijn veranderprocessen. Processen leiden tot plannen, maar niet alle plannen leiden tot verandering. In Nederland regent het jaarlijks plannen. Planprocessen verlopen grofweg in drie stadia: strategisch, tactisch en operationeel. Een planproces van verandering bestaat uit een viertal kernelementen: concept, contact, contract en continuïteit. Dit zijn de kernelementen die in elk proces van verandering hun specifieke invulling kennen. De kernelementen zijn bedoeld om een veranderingsproces te ontwerpen en te managen zodat het proces 'ordentelijk' verloopt. Daarbij wordt rekening gehouden met de complexiteit, de dynamiek en de onzekerheden van een veranderingsproces. Een ordentelijk proces is van belang, maar er is meer nodig. Dat wil zeggen dat tijdens het veranderingsproces, naast het organiseren van samenwerking, ook de inhoud van in dit verband de duurzame watersystemen bewust georganiseerd dient te worden. Daarmee krijgt

ook kennisontwikkeling en het leerproces, expliciet een betekenis in het veranderingsproces, wat de voortgang van de inhoud bevordert (zie voor een uitvoerige beschrijving van Eijk, 2003; van de Ven & Tjallingii et al, 2005).



Figuur 6 De vier C's

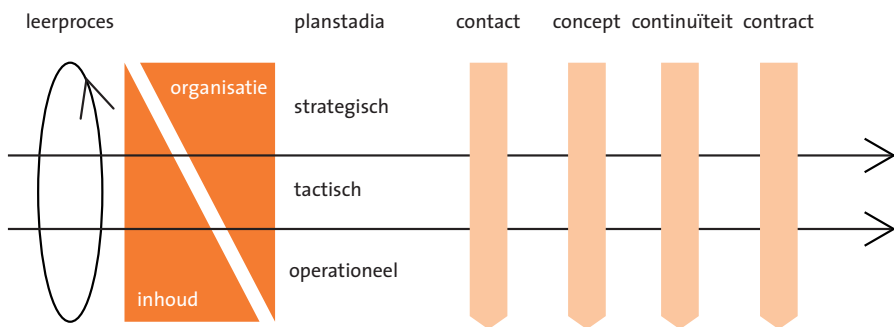
De samenhang van de C's wordt via het tetraëdermodel in figuur 6 weergegeven. In dit verband is de maatschappelijke opgave van duurzame ontwikkeling (en de lerende (blauwe) economie) de context en vormen het harde en zachte watersysteem het onderzoeksobject.

Contact: Nieuwe vormen van samenwerking (sociale innovaties) tussen publieke en private belanghebbenden stimuleren door contact tussen de sleutelactoren

Concept: Faciliteren van de inhoudelijke veranderingen tijdens het planproces die leiden tot een duurzame ontwikkeling van het watersysteem.

Continuïteit: De doorwerking van veranderingen van initiatief tot en met gebruik en beheer stimuleren door het collectief geheugen expliciet te maken (bijvoorbeeld door zichtbare voorbeelden).

Contract: Het formaliseren van commitment door afspraken gedurende het planproces vast te leggen vanaf initiatief tot en met realisatie, gebruik en beheer. Bijvoorbeeld door een slim financieringsmodel waarmee de inzet van gebruikers, maar ook van bijvoorbeeld terreinbeheerders en (stads)boeren staat of valt.



Figuur 7 Het model van de 4-C's en het planproces van verandering.

Het 4C-model geeft aan dat een planproces effectief kan zijn wanneer bij de proces-architectuur gekeken wordt vanuit de verschillende gezichtspunten. Eigenlijk is het 4C-model een gidsmodel voor het ontwerpen van een veranderproces. Per stadium van het planproces kan een passende mix van instrumenten of gereedschappen worden ingezet die de verandering ondersteunen, of gidsen.

Wanneer met de vier kernelementen een veranderingsproces kan worden vormgegeven, dan kan een veranderingsproces er in principe ook mee worden beoordeeld. De kernelementen worden dan perspectieven van waaruit veranderingen via ex ante en ex post evaluaties kunnen worden beoordeeld. De beoordelingsmethode is daarbij een hulpmiddel (*tentative tool*) om vanuit verschillende perspectieven te kunnen bepalen in hoeverre de beoogde veranderingen succesvol te noemen zijn en wat hier vervolgens van kan worden geleerd (van Eijk 2003; van Eijk & Tjallingii, 2011).

Gidsprincipebenadering (GPB)

Hoe kan inhoudelijk de verandering naar duurzame watersystemen worden vormgegeven? In antwoord op die vraag wordt hier met de gidsprincipebenadering nader ingezoomd op de C van Concept van het 4C-model. De GPB is een handreiking voor disciplines die interactief zoeken naar oplossingen voor duurzame watersystemen. De GPB geeft de zoekrichting aan. De kern is dat gedurende dit transdisciplinair leerproces een concept als leidend basisidee wordt vastgehouden. In de GPB zijn de leerervaringen van eerdere projecten samengebracht. Deze ervaringen komen voort uit een divers gebruik van de GPB in laag en hoog Nederland. De GPB is voor het eerst gebruikt bij het ontwerpen van het veelbesproken voorbeeldplan van de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Morrapark in Drachten.

Principes hebben de betekenis van 'guidelines', dat wil zeggen dat de gidsprincipes richting geven (gidsen) tijdens het zoekproces naar kansrijke combinaties in het planproces. De gidsprincipebenadering gidst de participanten gedurende de planvorming in de richting van oplossingen en maatregelen die passen bij de praktijksituatie. De gidsprincipebenadering

onderscheidt algemene gidsprincipes en specifieke gidsmodellen en ontwerprichtlijnen. Afhankelijk van de context (schaalniveau, locatie, planstadium) worden via de GPB verschillende stappen genomen. De eerste stap betreft het gezamenlijk formuleren van strategische gidsprincipes en vormt daarmee de basis voor de vervolgstappen via de uitwerking in plannen met behulp van operationele gidsmodellen en ontwerp- en beheermaatregelen. Deze gidsprincipes en gidsmodellen zijn vooral gebaseerd op de principes van ecosystemen. Voorbeelden van strategische gidsprincipes zijn:

- schoon houden en vasthouden van water;
- water van schoon naar minder schoon laten stromen;
- gebruik maken van de lokale (geo)hydrologie (berging, schone bronnen, identiteit);
- water als ordenend principe hanteren bij ruimtelijke ontwikkeling;
- vergroting benutting zelfreinigend vermogen van water (veerkracht);
- klimaatadaptatie en -mitigatie slim combineren;
- leren van innovatieve voorbeeldprojecten;
- benut lokale kennis van gebruikers en beheerders;
- vergroot lokale kennis (awareness, capacity building);
- benut economisch vermogen waterbeheer (voorkomen verontreiniging verdient, integrale monetarisering, et cetera).

De strategische gidsprincipes worden door conceptuele *modellen* geoperationaliseerd, gidsmodellen genoemd. Het gidsmodel geeft schematisch de richting aan voor de fysiek-ruimtelijke structuur van een duurzaam watersysteem in bepaalde situaties, zoals ‘polders met hoge grondwaterstanden’ of ‘binnensteden met een groot verhard oppervlak’. Zie ook de site www.ruimtelijkeadaptatie.nl waarop de inrichtingsprincipes voor 11 landschappen in Nederland via drie dimensionale gidsmodellen worden weergegeven (Groenhuijzen, 2014). De keuze van een gidsmodel hangt af van locatiespecifieke kenmerken zoals het schaalniveau, stedelijke karakteristieken (ruimte) en gebiedseigen potenties zoals grondwaterstanden (lagenbenadering). Voorbeelden van gidsmodellen zijn¹:

- het verdragingsmodel;
- het infiltratiemodel;
- het circulatiemodel;
- het stapelmodel;
- het piekbergingmodel;
- het schakelmodel;
- de Strategie van de Twee Netwerken;
- het participatiemodel;

¹ Zie voor een beschrijving over het gebruik van gidsmodellen onder andere Tjallingii (1996), Tjallingii & van Eijk (1999), Kwaadsteniet et al. (2000), van Eijk (2002; 2003); van de Ven & Tjallingii et al, 2005; Tjallingii & Berendsen, 2007; Tjallingii & Jonkhof, 2011; Groenhuijzen, 2014) .

De gidsmodellen die worden voorgesteld en de verschillende categorieën van veel voorkomende situaties waarvoor ze gebruikt worden zijn in de tabel 2 samengevat. De kruisjes staan bewust in cellen die niet vastomlijnd zijn omdat het goed mogelijk is dat sommige maatregelen van een gidsmodel in een andere situatie passen. Het gebruik is daardoor minder beperkt. Bovendien scheppen de gidsmodellen condities voor toekomstige milieu-innovaties in bijvoorbeeld de gebouwde omgeving. Zo kan het vastgehouden regenwater goed worden gebruikt voor bijvoorbeeld toiletspoeling of voor de wasmachine. Ook kunnen verschillende gidsmodellen na elkaar in het planproces worden gebruikt. In de stedelijke vernieuwing van de wijk Schalkwijk in Haarlem is voor het stadsdeel op structuurniveau gebruik gemaakt van de Strategie van de Twee Netwerken (S2N). Deze structuur is later ingevuld met behulp van het circulatiemodel. Uiteraard kan een nieuw gidsmodel voor een nieuwe situatie worden ontwikkeld en aan de tabel worden toegevoegd! Zo is het stapelmodel geïnspireerd op het principe ‘meervoudig ruimtegebruik door water’; dit model past goed in bijvoorbeeld naoorlogse situaties; het lectoraat SWS werkt aan een driedimensionaal piekbelastingmodel dat past bij kanalen die met voldoende drooglegging in de zomerperiode extreme neerslag tijdelijk kunnen opvangen.

Tabel 2 Indicaties van het toepassingsgebied van gidsmodellen.

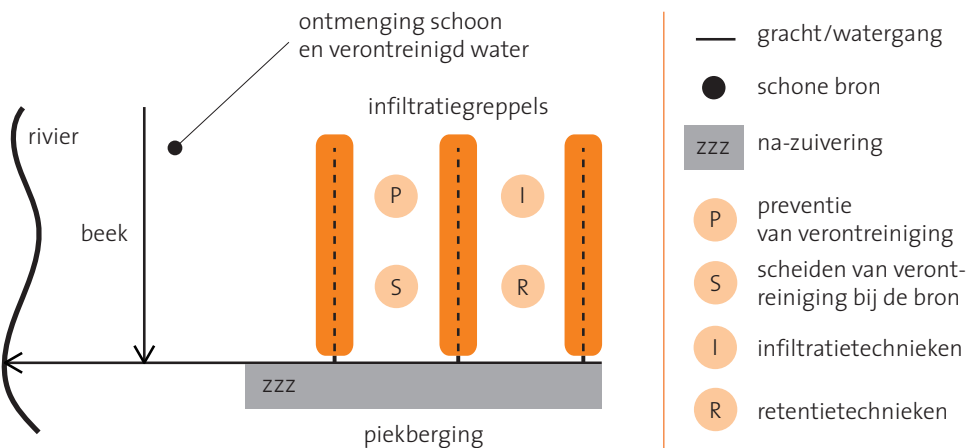
	Schaal		Ruimte				Grondwater	
	buurt	wijk	stad(rand)	regio	weinig	veel	ondiep	diep
Vertragsingsmodel	X				X		X	X
Infiltratiemodel	X	X			X	X		X
Circulatiemodel		X	X			X	X	
Stapelmodel		X	X		X		X	
Piekbergingmodel			X	X		X		X
Schakelmodel		X	X	X		X	X	X
S2N		X	X	X	X	X	X	X

Ter illustratie worden hierna *het infiltratiemodel*, *het circulatiemodel* en *het schakelmodel* kort beschreven. Ook wordt een gidsmodel voor de organisatie van sociale innovatie weer gegeven: *het participatiemodel*. De cirkels in de figuren verwijzen naar maatregelen voor het vasthouden en schoonhouden van water. De I verwijst naar infiltratietechnieken zoals infiltratievoorzieningen onder woningen, of opgenomen in groenstructuren en/of langzaam verkeerstructuren. De mogelijkheid voor het realiseren van infiltratie hangt mede af van de doorlaatbaarheid van de bodem. De R verwijst naar retentietechnieken zoals het vasthouden van regenwater bijvoorbeeld door vegetatiedaken, maar ook het gebruik van vijvers, van watertuinen, van regentonnen, etc. De P verwijst naar preventie van verontreinigingen;

door de keuze van bouwmaterialen en renovatietechnieken zoals het vervangen van bitumen dakbedekking. De S verwijst naar scheiden bij de bron; bijvoorbeeld door olie-afscheiding in straatputten op drukke parkeerterreinen, of afkoppelen van regenwater van het gemengd rioolstelsel. Zowel infiltratie en retentie als preventie en scheiden bij de bron zijn van invloed op de kwantiteit en op de kwaliteit van het watersysteem.

Het infiltratiemodel

Het infiltratiemodel is vooral bruikbaar in wijken met meer openbare ruimte, met weinig oppervlaktewater, een zandige ondergrond en diepere grondwaterstanden. De infiltratiegreppels in het schema van figuur 8 zijn bijvoorbeeld de wadi's (water afvoer door infiltratie). Deze veelal brede greppels staan na hevige regenval vol, waarna het water de kans krijgt via een grindlaag in de bodem te infiltreren. De greppels kunnen worden geïntegreerd in de aanleg van groenstroken en langzaam verkeer routes. Daarnaast wordt de piekberging van hevige regenval vergroot door de aanleg van plekken waar inundatie mogelijk is in de lager gelegen delen van de wijk. De piekberging wordt voorzien van natuurlijke zuivering waardoor het water de wijk zo schoon mogelijk verlaat.

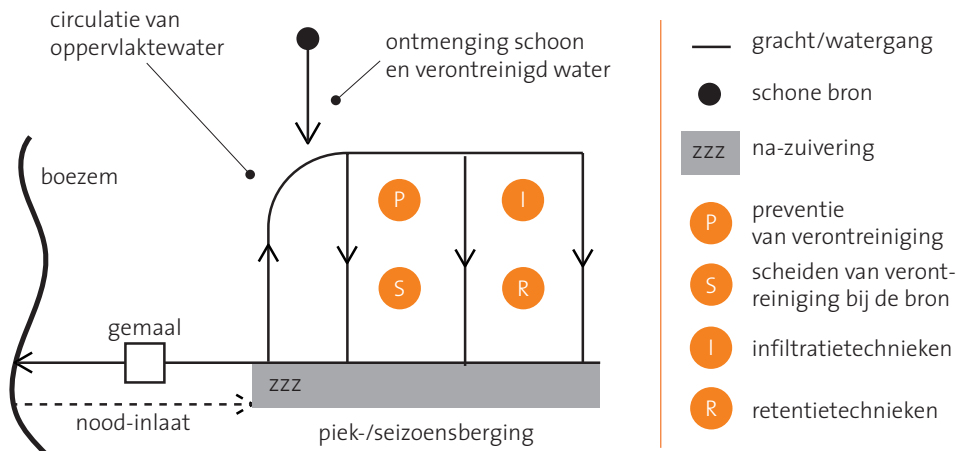


Figuur 8 Het infiltratiemodel

Het circulatiemodel

het circulatiemodel is met name bruikbaar in (stedelijke) gebieden met relatief veel openbare ruimte, waar open water aanwezig is en weinig infiltratiemogelijkheden bestaan vanwege hoge grondwaterstanden, dus op klei- en veengronden. Het afstromend regenwater wordt zoveel mogelijk vastgehouden door het langzaam in een plangebied te laten circuleren. Naast het vasthouden van regenwater vindt in het circulatiemodel seizoensberging plaats van winteroverschotten zodat in de zomer geen boezemwater hoeft te worden ingelaten.

Hiermee wordt in combinatie met flexibel peilbeheer de veerkracht van het watersysteem vergroot. Bovendien vindt natuurlijke zuivering van het oppervlaktewater door waterplanten plaats, bijvoorbeeld door de aanleg van riet- of biezenvelden en de aanleg van natuurlijke oevers.



Figuur 9 Het circulatiemodel

Bestemd met water: Morrapark Drachten

Een veelvuldig besproken project is het Morrapark ten zuidwesten van Drachten. Dit stadsuitbreidingsplan van 10 hectare is als een van de zuiverste watervoorbeelden in het kader van de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening tot stand gekomen. Tal van duurzame gidsprincipes zijn in de praktijk gebracht. Voor het duurzaam watersysteem in de gebouwde omgeving is in het Morrapark in Fryslân een trend gezet.

Uitgaan van gebiedseigen kenmerken

Het bestemmingsplan Morrapark is in 1991 tot uitvoering gebracht. Daarbij is maximaal gebruik gemaakt van de bestaande landschaps- en waterstructuren. De inrichting en beheer van het watersysteem hebben een voorname plaats gekregen in het bestemmingsplan.

Bestaande sloten zijn aan één kant verbreed, zodat een elzenwal aan de andere kant is behouden. Het plangebied is niet integraal opgehoogd. Het watersysteem van de wijk is aangepast aan het landschap, vooral aan het reliëf. Het verhard oppervlak is minimaal zodat natuurlijke processen zoals waterbuffering in de bodem worden benut.



Morrapark na bijna 25 jaar.

Gesloten zelfregulerend watersysteem

Onder het motto 'zuinig met drinkwater en royaal met regenwater' is een gesloten watersysteem aangelegd. Gebiedsvreemd (verontreinigd) water wordt niet de wijk ingelaten. Schoon regenwater wordt zo lang mogelijk vastgehouden en vervuiling van het oppervlaktewater wordt brongericht bestreden. Dit laatste betekent dat bijvoorbeeld zinken dakgoten niet zijn toegepast. Maar ook geen asfalt en oeverbeschoeiingen van hardhout. In plaats daarvan grasklinkers en wilgentenen. De wijk heeft een woon- en een woon-werkgedeelte. Het woongedeelte heeft een gescheiden rioolstelsel. Al het huishoudelijk afvalwater gaat via het vuilwaterriool naar de rioolwaterzuiveringinstallatie (RWZI). Het regenwater stroomt zichtbaar via goten naar sloten en vijvers of zijgt in de grond.

Op de parkeerplaatsen aan de kop van een rij woningen wordt het vuilere regenwater in straatkolken met olie- en slibafscheiders opgevangen, waarna het alsnog naar het open water wordt afgevoerd. Een waterzuiverend biezenveld (helofytenfilter) zorgt ervoor dat zwevende stof wordt afgevangen en dat organisch materiaal wordt afgebroken (voorkomen eutrofiëring).

Het laagst gelegen is de bergingsvijver met biezenveld. Deze vijver dient voor piekberging na zware regenbuien, maar ook als seizoensberging. De woningen zijn uitgevoerd zonder kruipruimtes. Dat maakt grondwaterstanden mogelijk van 50 cm onder het maaiveld. Het water stroomt door de bergingsvijver en komt in een sloot terecht. Daar wordt het opgepompt naar de 10 cm hoger gelegen schoonwaterberging, die eveneens is voorzien van een biezenveld. De oevers zijn zoveel mogelijk natuurlijk ingericht. De peilen mogen in de wijk 30 cm fluctueren. Water wordt daardoor ook in de bodem gebufferd en door de peilfluctuaties wordt de milieudynamiek verhoogd. Het duurzaam watersysteem is uitgerust met een nooduitlaat en -inlaat.

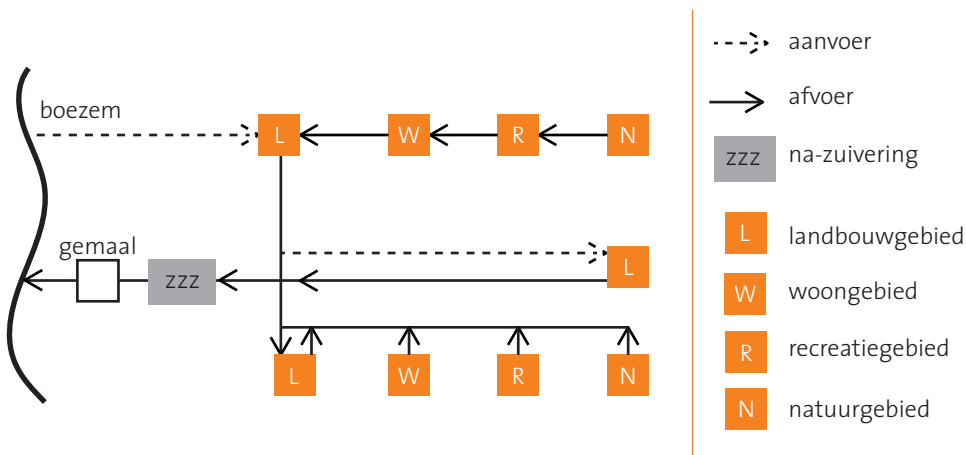
Conclusies

- Zowel uit hydro-biologische waarnemingen als fysisch-chemisch blijkt de waterkwaliteit van het watersysteem zeer gunstig in vergelijking met andere (stads) wateren.
- De reinigende werking van het riet- en biezenveld werkt naar wens. De periodiciteit (seizoensinvloeden) van helofytenfilters valt op uit de meetresultaten.
- De inrichting van natuurvriendelijke oevers in combinatie met peilfluctuaties dragen grotendeels bij aan de goede waterkwaliteit in Morrapark.
- Bewoners blijken een zelfregulerend watersysteem hoog te waarderen.
- De buffering van het overtollige regenwater is voldoende geweest om het peil en de oppervlaktewaterkwaliteit binnen aanvaardbare grenzen te houden.

- Ondanks extreme neerslagtekorten is het niet nodig gebleken om gebiedsvreemd water in te laten. Afvoer van het oppervlaktewater treedt alleen op wanneer het systeem verzadigd is.
- Een duurzaam watersysteem volgens het circulatiemodel voorkomt afwenteling van milieuverontreiniging in ruimte en in tijd!

Het schakelmodel

Het schakelmodel is met name bedoeld voor de landelijke gebieden rondom de stedelijke gebieden en dorpen. Het schakelmodel schakelt verschillende gidsmodellen aan elkaar. Het circulatiemodel (of een ander gidsmodel) is een van de schakels. Andere schakels zijn natuur-, recreatie- en landbouwgebieden. Natte randzones van steden of de blauwe diensten van boeren kunnen via dit model geschakeld worden aan het stedelijk gebied. Het volgen van de gidsprincipes 'water van schoon naar minder schoon laten stromen' en 'het benutten van de lokale hydrologische potenties' spelen bij het aaneenschakelen van (peil)gebieden een grote rol. Zo blijven natuurgebieden en bijvoorbeeld drinkwatergebieden gevrijwaard van gebiedsvreemd verontreinigd water. De schakelingen kunnen zowel naast elkaar (parallel) als achter elkaar (serie) worden aangelegd.



Figuur 10 Het schakelmodel

Het participatiemodel

Het participatiemodel (PM) kan als instrument worden ingezet bij de organisatie van *sociale innovatie* (zie voor een uitvoerige beschrijving: Van Eijk 2002, 2003). Participatie organiseert intentionele communicatie over duurzame ontwikkeling via directe interacties tussen actoren die een belang hebben bij het watersysteem. Het participatiemodel maakt het mogelijk vanaf

het begin van het planproces voor, door en met beleidsmakers, ontwerpers, investeerders, beheerders en gebruikers handelingsperspectieven te genereren waar de participanten zelf verantwoordelijk voor zijn. Inhoudelijke (ontwerptechnische) en procedurele (bestuurlijk-organisatorische) componenten van een planproces zijn in het PM beide dragers van het planproces.

Het PM bestaat uit vier doelen met ieder een eigen werkprocedure om het doel te halen. Tijdens het planproces zijn de doelen gericht op het delen van ambities, percepties, begrip en verantwoordelijkheid. Een werkprocedure bestaat uit een aantal activiteiten die, afhankelijk van het stadium van het planproces en de context van de opgave, uitgevoerd kunnen worden. Zie tabel 3.

Tabel 3 **Het participatiemodel**

IV. Gedeelde verantwoordelijkheid		I. Gedeelde ambities	
Werkprocedure		Werkprocedure	
Gebruik workshopmethode, integreer maatregelen		Inventarisatie van (beleid)visies	
Reflecteer aan ambitie		Formuleer strategische gidsprincipes als ambitie	
Formuleer uitvoeringsprogramma, afspraken		Knelpunten en kansanalyse (milieu, ruimte, sociaal)	
III. Gedeeld begrip		II. Gedeelde percepties	
Werkprocedure		Werkprocedure	
Selectie van sleutelparticipanten via actorenweb		Interviews actoren, bespreken/dialog gidsprincipes	
Dialog over gidsmodellen met sleutelactoren		Formuleer percepties en verwachtingen	
Creëren van consensus over potentiële oplossingen		Samenstellen actorenweb	

Het PM geeft structuur aan de participatie van publieke en private belanghebbenden bij een veranderingsproces zoals de duurzame ontwikkeling van het watersysteem. Water kan ook een onderdeel zijn van een veel groter planproces zoals de stedelijke vernieuwing van een naoorlogse woonwijk. Ook dan is het vanwege de synergie essentieel belangen te verenigen (zie ook van Hal, 2009). Het PM faciliteert dit proces en is aan de hand van de praktijk van de stedelijke vernieuwing van onder andere de wijk Poptahof in Delft tot stand gekomen.

Voor de duurzame ontwikkeling van het watersysteem is het bij elkaar brengen van belanghebbenden en procesbegeleiding niet voldoende. Het PM integreert daarom via de soft systems method (SSM) van Checkland bewust de harde en zachte aspecten van het water-

systeem. Tegelijkertijd geeft het PM via de gidsprincipebenadering de richting aan van de mogelijkheden voor het vasthouden en schoonhouden van water. De gidsprincipebenadering is binnen het PM een middel waarmee het voor participanten eenvoudiger wordt gezamenlijk belangen en wensen te vertalen in ontwerpvarianten. Participanten krijgen inzicht in het veranderingsproces en in de resultaten van hun interventies. Dat wil zeggen, conceptuele gidsmodellen genereren een gemeenschappelijke taal en de praktijkervaring laat zien dat dit een succesfactor is.

Wanneer de samenleving via bewustwording en betrokkenheid medeverantwoordelijk wordt voor een ander waterbeheer, betekent dit dat lagere overheden bereid moeten zijn een deel van hun invloed af te staan. Dit is wat het Deltaprogramma bedoelt met het *zelfregulerend vermogen* van de samenleving. De rendementen van participatie hangen af van het bestuurlijk vermogen van overheden. Bovendien leren participanten omgaan met onzekerheden, vooral wanneer daarover veilige afspraken worden gemaakt. Participatie is ook gericht op de inzet van kennis van de participanten, waardoor de plannen inhoudelijk beter worden. Daarvoor is vroegtijdige participatie in de planvorming van belang omdat dit de betrokkenheid van participanten vergroot in een stadium waarin veel inhoudelijke keuzemogelijkheden aanwezig zijn.

De methodische benadering van participatie is een wetenschappelijk poging om het sociale verschijnsel 'samen werken aan het vasthouden en schoonhouden van water' als een systeem te beschrijven en dan ook nog eens zo dat participanten de gidsprincipebenadering kunnen hanteren om de inhoudelijke veranderingen vorm te geven. Door deze participatieve benadering genereren de participanten zelf oplossingen. Dit bevordert de inhoudelijke continuïteit van het veranderingsproces. Immers, de participanten zijn zelf verantwoordelijk voor de oplossingen. Workshopmethoden (bijvoorbeeld de Water Integratie Methode - WIM) hebben daarbij een belangrijke ondersteunende betekenis. Met water als centrale ingang worden via workshops gezamenlijk strategische keuzes gemaakt. Het gaat dus niet alleen om het ontwikkelen en delen van cognitieve (tacit) kennis, maar ook om het delen van ambities en percepties van de participanten, het delen van begrip voor de oplossingsrichting en het delen van verantwoordelijkheid van veranderingen die beleid-, ontwerp- en beheervoorstellen met zich meebrengen. Dat is het doel van een het participatiemodel (van Eijk, 2003). Dat is sociale innovatie!

Samenvattende conclusie

In dit hoofdstuk is ingegaan op de vraag hoe duurzame watersystemen in een veranderproces tot stand kunnen komen. Daarbij wordt gebruikt gemaakt van de gidsprincipebenadering. Via de gidsprincipebenadering kan er nog veel geleerd worden van vragen uit de praktijk. Bovendien ontstaan de wetenschappelijke mogelijkheden (voor onderzoek én onderwijs) om via praktijkonderzoek deel te nemen aan een transdisciplinair leerproces. Bij een *transdisciplinair leerproces* zijn wetenschap, techniek en maatschappij – samenleving – complementair aan elkaar; theorie en praktijk vullen elkaar constant aan.

Processen die een bijdrage leveren aan de watertransitie zijn veranderprocessen. Planprocessen verlopen via verschillende stadia, van strategisch naar operationeel. Een planproces van verandering bestaat uit een viertal kernelementen: concept, contact, contract en continuïteit (4C's). Dit zijn de kernelementen die in elk proces van verandering hun specifieke invulling kennen. De kernelementen zijn bedoeld om een veranderingsproces te ontwerpen en te managen zodat het proces 'ordentelijk' verloopt. Naast het organiseren van samenwerking dient ook de inhoud – in dit verband de duurzame watersystemen – bewust georganiseerd te worden. Per stadium van het planproces kan een passende mix van instrumenten of gereedschappen worden ingezet die de verandering ondersteunen, of gidsen. Het 4C-model kan ook worden gebruikt bij ex ante en ex post evaluaties.

De gidsprincipebenadering (GPB) vormt de *leerlijn* van het lectoraat de komende vier jaar. De GPB is een handreiking voor disciplines die interactief zoeken naar oplossingen voor duurzame watersystemen. De GPB vormt een 'gereedschapskist, een toolkit waaruit gereedschappen kunnen worden gebruikt bij het sleutelen aan duurzame watersystemen. Ook kunnen er nieuwe gereedschappen worden toegevoegd. De gidsprincipebenadering gidst de participanten gedurende de planvorming in de richting van oplossingen en maatregelen die passen bij de praktijksituatie. De gidsprincipebenadering bevordert daardoor in een planproces de doorwerking van de duurzame ontwikkeling van watersystemen via algemene gidsprincipes en specifieke gidsmodellen en ontwerprichtlijnen. De algemene gidsprincipes hebben een strategisch karakter, de specifieke gidsmodellen en ontwerprichtlijnen zijn meer operationeel. Deze gidsprincipes en gidsmodellen zijn gebaseerd op de principes van ecosystemen.

Verder is in dit hoofdstuk ingegaan op een gidsmodel waarmee de participatie in een veranderingsproces beter benaderd kan worden. Daartoe biedt de soft systems method (SMM) van Checkland bruikbare perspectieven. Checkland onderscheidt en combineert het harde en het zachte systeemdenken. Dit maakt de integratie van het harde watersysteem zoals die is opgenomen in de gidsprincipebenadering mogelijk. De zachte denkwijze is gericht op de uiteenlopende percepties van actoren ten opzichte van de praktijksituatie en tijdens het samenwerken zijn deze percepties mede bepaald door hun onderlinge, zich continu ontwikkelende relaties. Het delen van ambities, percepties, begrip en verantwoordelijkheden voor de ontwikkeling van ontwerpvarianten staan centraal in de vier hoofdactiviteiten van de methodische benadering van participatie. Het participatiemodel sluit doelbewust het harde systeemdenken in en is een gidsmodel voor de organisatie van innovatie samenwerkingsverbanden tussen participanten. Het participatiemodel faciliteert daarmee een coproductief veranderingsproces, dat van binnenuit plaatsvindt en niet van buitenaf wordt opgelegd. De participanten zijn uiteindelijk zelf verantwoordelijk voor het eindresultaat.

In de complexe, dynamische en onzekere omgeving van watertransities biedt de GPB perspectieven voor het benutten van kansen die de verduurzaming van watersystemen bevorderen.

Het lectoraat SWS maakt daarom bij systeeminnovaties gebruik van de GPB. De GPB geeft namelijk expliciet richting aan de technisch-inhoudelijke oplossingen en verschaft inzicht in de samenhang van de maatregelen. Bovendien is het gebruik van de GPB gebaseerd op het transdisciplinair *'leren door doen'* principe waardoor de afstemming tussen onze samenleving en de wereld van het onderwijs gedurende het onderzoek mede mogelijk wordt gemaakt.





*For the things we have to learn before
we can do them, we learn by doing them.”*

Aristoteles

5 **Blauwe draad van het lectoraat: leren door doen**

De blauwe draad in het lectoraat is wat er geleerd kan worden van de watertransitie. Leren door mee te doen in de praktijk. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op deze blauwe draad en het daarmee samenhangende onderzoeksprogramma. Kanttekening is natuurlijk wel dat het lectoraat aan het begin staat van een periode van vier jaar en afhankelijk is van de vragen vanuit de samenleving (society based). Dit vraagt de nodige flexibiliteit.

Uit de voorafgaande hoofdstukken blijkt dat watertransitie is gericht op het zoeken naar kansrijke combinaties – synergie – voor het meer vasthouden en schoonhouden van water op basis van de lokale potenties die de leefomgeving biedt. Daarbij bieden sociale potenties de mogelijkheid om de ‘innovation gap’ te verkleinen tussen productinnovaties en systeem-innovaties. In alle klimaatscenario’s moet meer rekening worden gehouden met intensievere neerslag en langere perioden van droogte. Hoe kunnen technische, ruimtelijke en sociale innovaties bijdragen aan de watertransitie ongeacht de onvoorspelbaarheid van klimaatverandering? Op basis van het systeemdenken is de gidsprincipebenadering bruikbaar om vorm te geven aan het zoekproces naar antwoorden die passen bij praktijksituaties. Hierna wordt ingegaan op de vraag welke kennisvragen daarbij centraal staan. Welke onderzoeksthema’s worden gevolgd om transdisciplinair ‘leren door doen’ mogelijk te maken? De thema’s bieden ruimte om ‘society based’ vragen uit de praktijk onder te brengen. Tot slot

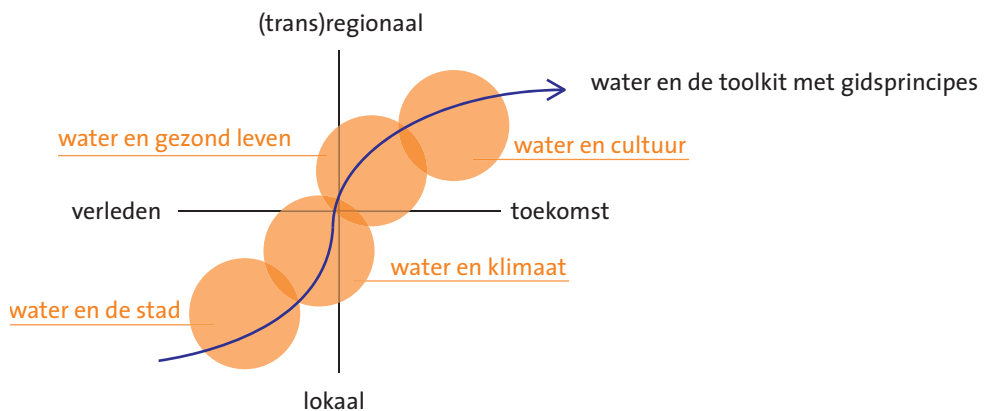
wordt ingegaan op de vraag welke kritische succesfactoren bepalend zijn voor het welslagen van het lectoraat Sustainable Water Systems.

Kennisvragen en onderzoeksprogramma

De volgende kennisvragen staan in het lectoraat SWS centraal:

- Hoe kunnen duurzame watersystemen een bijdrage leveren aan de verbetering van de milieukwaliteit, de ruimtelijke kwaliteit en de sociale kwaliteit van de leefomgeving?
- Wat zijn de succes- en faalfactoren van duurzame watersysteeminnovaties in en om de gebouwde omgeving?
- Welke (generieke, how to) tools/gidsprincipes/gidsmodellen leveren een bijdrage aan de synergie bij locatiespecifieke watervraagstukken?

Het lectoraat leidt tot nieuwe inzichten en aanbevelingen voor de verduurzaming van watersystemen van morgen. Uit gesprekken met onder andere de voorzitter van de Unie van Waterschappen, Peter Glas, blijkt dat er behoefte is aan 'leren' in de waterwereld door middel van ex post (beleids)evaluaties. Wat kan er geleerd worden van natuur- en landbouwgebieden en stadsdelen en woonwijken die de afgelopen 25 jaar op basis van de principes van duurzame watersystemen zijn (her)ingericht? Wat kan geleerd worden van de combinatie klimaatadaptatie, mitigatie en participatie in en om de gebouwde omgeving? Waar kan er geleerd worden van de relatie tussen duurzame watersystemen en gezond ouder worden van de samenleving? Wat kan er geleerd worden van de relatie tussen cultuur(historisch) water en de principes van duurzame watersystemen? Naast de relatie met deze – divergerende – onderzoeksthema's zijn tijd en ruimte bepalend zijn bij de selectie van de onderzoeksprojecten in de komende vier jaar, zie figuur 11.

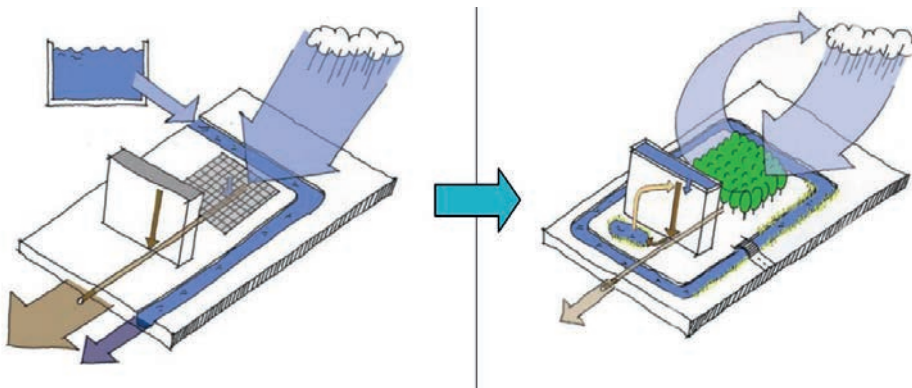


Figuur 11 De 'Blauwe Draad' van het lectoraat.

1. Water en de stad

In dit thema staat de kennisvraag centraal wat wordt geleerd van duurzame waterwijken (voorbeeld projecten vierde nota Ruimtelijke Ordening zoals Morrapark Drachten) die al meer dan 15 jaar gebruikt en beheerd worden terwijl het klimaat in meerdere opzichten is veranderd?

De afgelopen 15 jaar is de vernieuwing van bestaand stedelijk gebied de Nederlandse bouw-opgave geworden. In 2050 moet de gebouwde omgeving in Nederland klimaatbestendig zijn. Deze gebouwde omgeving wordt al meer dan 40 jaar gebruikt en beheerd. Ook het water, zie figuur 12. De kennisvraag is welke best practises er zijn om water vast te houden en schoon te houden via participatie van gebruikers en beheerders? Wat kunnen we hiervan leren voor de vernieuwing van de klimaatactieve stad van morgen?



Figuur 12 Vernieuwen mét Water: bestaand stedelijk gebied als opgave.
(bron: DIOC-DGO)

2. Water en klimaat

Hoe kunnen we via een transnationale leeromgeving kennis en ervaring uitwisselen over duurzame, klimaatinclusieve ontwikkeling van watersystemen? Dit thema gaat over het in kaart brengen van (inter)nationale klimaatprojecten volgens de MAPproach (Mitigatie, Adaptatie en Participatie) en het digitaal ontsluiten van deze kennis. Voorbeeld is de synergie tussen oplossingen tegen hittestress in de gebouwde omgeving in de openbare ruimte en bijvoorbeeld koeling van gebouwen. Dit thema gaat ook over de vraag welke systeem-innovaties bijdragen aan minder afhankelijkheid van het IJsselmeer door meer water vast en schoon te houden in de beekdalen? Wat betekent dit voor natuur, landbouw en vrijetijdseconomie (natte teelt, et cetera)?

3. Water en gezond leven

Gezond leven (healthy ageing) staat hoog op de agenda. Demografische ontwikkelingen en zorgkosten zijn hier debet aan. De kwaliteit van de (directe) woonomgeving is van invloed op de mens. Water is in meerdere opzichten een kwaliteitsdrager. Klimaatverandering en verdere groei van de intensieve landbouw hebben effecten op de gezondheid van de mens. Bijvoorbeeld door een tekort aan open water in stedelijke gebieden (hittestress) of door riooloverstorten bij hevige regenval (blauwalgen) of door teveel medicijnresten en bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en grondwater. Ook zijn er in de woning tal van ergonomische mogelijkheden die passen bij het ouder worden (aqua domotica) en duurzame watertechnologie. Samen met de Watercampus wordt een AquaAtelier georganiseerd om de maatschappelijke behoeften en de mogelijkheden voor wetenschappelijk praktijkonderzoek te prioriteren.

4. Water en cultuur

Kanalen zijn er over de hele wereld. Ruim 50% van alle kanalen in Nederland liggen in de noordelijke provincies Friesland, Groningen en Drenthe. Stad en platteland, cultuur en natuur worden via kanalen verbonden. Een substantieel deel van deze kanalen heeft geen nautische functie meer. De kennisvraag is of deze kanalen een functie kunnen hebben om de klimaatbestendigheid van de regio te vergroten en zo ja waar, welke en hoe? Kan een gidsmodel worden ontwikkeld? Kan het herontwerp van een kanaal dienen als living waterlab in de proefwatertuin van het noorden. Denk aan: onderzoek naar drijvend en waterneutraal wonen; innovatieve meettechnieken (onderwaterdrones); opvangen piekbelasting in de zomerperiode; verbetering waterkwaliteit; vergroten waterrecreatie; bijdrage natuurontwikkeling; en aquacultuur. Vanzelfsprekend wordt aansluiting gezocht bij het programma Leeuwarden Culturele Hoofdstad van Europa 2018.

5. Water en de toolkit met gidsprincipes

Wat kan er geleerd worden van de praktijk tot nu toe en welke handelingsperspectieven (strategische principes, concepten, modellen) levert dit leerproces op voor het ontwerp, gebruik en beheer van duurzame watersystemen? Doel van dit thema is het doorontwikkelen van de *guiding principle approach for sustainable water systems*. Dit moet leiden tot een toolkit met gereedschappen zoals principes, modellen en praktische voorbeelden in verschillende contexten (meer dan alleen stedelijk). De afgelopen 25 is er ook veel veranderd. De ruimtelijke opgave, de economische crisis, de participatie samenleving, het klimaat. Veranderingen die in de verschillende onderzoeksthema's en contexten synergetische kansen opleveren die in de toolkit worden opgenomen. Aansluiting wordt gezocht bij het overheden en internationale kennisinstellingen.

Kritische Succes Factoren

Welke kritische succesfactoren zijn van invloed op het lectoraat Sustainable Water Systems? Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen interne en externe succesfactoren die zowel

direct als indirect van invloed kunnen zijn. Hierna worden de belangrijkste genoemd. Kennisontwikkeling Het (door)ontwikkelen van (bestaande) kennis is een belangrijke opgave van dit lectoraat. Binnen het wetenschappelijk praktijkonderzoek wordt op verschillende manieren kennis ontwikkeld. Afhankelijk van het stadium van het vierjarig onderzoeksprogramma en van het type kennisvraag wordt van verschillende methoden gebruik gemaakt zoals: literatuurstudie; evaluatief ex post; planvormend actieonderzoek ex ante (experiments on the spot); living waterlabs (prototyping in operationele omgeving); appreciative inquiry; AquAteliers; en real gaming.

Kenniscirculatie

In het kader van wetenschappelijk praktijkonderzoek wordt onderzoek naar de verduurzaming van watersystemen opgevat als een transdisciplinair leerproces. Voorwaarde voor een leerproces is kenniscirculatie (WRR, 2013). Kenniscirculatie is essentieel om de structurele verbinding te maken tussen de praktijk van onze samenleving, ondernemers en overheden enerzijds en de praktijk van onderzoek en onderwijs anderzijds (de 5 O's). Waterkenniscirculatie voor, door en met de 5 O's werkt grofweg volgens zes stadia:

1. Via netwerken worden aanbod- en vraaggericht kennisvragen gegenereerd.
2. Lectoren beoordelen of vragen/opdrachten voldoen aan onderzoeksprogramma.
3. Samen met hogeschooldocenten, docentonderzoekers en projectingenieurs, worden onderzoeks vragen ingebed in het onderwijsprogramma.
4. Excellente studenten gaan op zoek naar antwoorden in de praktijk (applied sciences).
5. Onderzoeksresultaten worden via publicaties, seminars, symposia teruggekoppeld.
6. De volgende loop kan worden gemaakt en alleen door te vonken blijft circulatie kennis-motor draaien.

Professionalisering docenten en onderwijsontwikkeling

Kennisontwikkeling en kenniscirculatie vinden plaats in nauwe samenwerking met de kenniskring van het lectoraat. Aan deze kenniskring neemt een vaste kern docent-onderzoekers (vijf) deel die in verbinding staan met verschillende opleidingen. Afhankelijk van de vraag zullen facultatief meerdere docent-onderzoekers deelnemen. De doorwerking van de ontwikkelde kennis in het onderwijs en professionalisering van docenten vinden plaats doordat de kenniskring en de lector de kennis dissemineren in de actualisaties van de curricula van majors, minor(en), de master(s) en een eventueel honeursprogramma. De lector en docent-onderzoekers ondersteunen daarnaast de ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden via een onderzoeksleerlijn en via *leren door doen*.

Kwaliteitsborging via review board

Onderzoeksresultaten worden structureel voorgelegd aan het beroepenveld én kennisinstellingen waarmee intensief wordt samengewerkt.

Dit is de *review board* waaraan onder andere bereid zijn deel te nemen:

- Hoogleraar Duurzaam Bouwen Nyenrode/TU Delft;
- Directeur Klimaat Adaptatie Service (KAS)/WUR;
- Universitair Hoofddocent TU Delft,
- Lector ruimtelijke transformaties Kenniscentrum NoorderRuimte.

De review board komt eens per jaar bij elkaar waarbij er ook een overleg is met de interne kenniskring.

Kennisontsluiting en valorisatie

De onderzoekers aggregeren resultaten van afzonderlijke onderzoeken tot generieke inzichten: nieuwe beproefde aanpakken (wat werkt wel en wat niet) en nieuwe praktijktheorieën over onderliggende principes. Kennis wordt idealiter ontwikkeld door de docent-onderzoekers binnen de context van de onderzoeksthema's en de curricula van de opleidingen, bijvoorbeeld in afstudeerateliers (de AquAteliers). De lector en promovendi voorzien deze nieuwe kennis van een conceptuele basis. De resultaten worden vastgelegd in wetenschappelijke publicaties en professionele publicaties. Kennisuitwisseling met de beroepspraktijk en maatschappij vindt plaats via de inbreng van kennisvragen vanuit het werkveld in de AquAteliers, publicaties, cursussen en trainingen. In het onderzoek wordt waar mogelijk samengewerkt met de lectoraten van de Dutch Delta Academy en andere hogescholen. Deze lectoraten vormen een water-leergemeenschap waarbinnen onderzoeksresultaten worden gedeeld.

Zonder de pretentie te hebben volledig te zijn, wordt in tabel 4 een kort overzicht gegeven van de Kritische Succes Factoren van het lectoraat SWS waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen interne en externe factoren.

Tabel 4 Kritische Succes Factoren Lectoraat SWS

Intern	Extern
Extern georiënteerde en resultaatgerichte werkomgeving	Strategische allianties sluiten met collega hbo-instellingen, hoge gunfactor
Van mij naar wij naar ons gevoel lectoraat binnen VHL	Voldoende externe middelen beschikbaar voor wetenschappelijk praktijkonderzoek op terrein SWS
Voldoende tijd/geduld om te zaaien en dan te oogsten	Snel een succes boeken
Voldoende ruimte voor docent-onderzoekers om te participeren	Deelname aan internationale subsidietrajecten van overheden die leadpartner zijn
Voorfinancieren van bijvoorbeeld RAAKsubsidie-aanvragen en revolverende afspraken maken	Voldoende externe kennisvragen werkveld
Cultuur om de onderzoekstraditie van VHL verder op - en uit te bouwen	DDA, CoE Deltatechnologie en CEW met elkaar verbinden
Complementaire collega's met een open houding en ervaring in onderzoek	Professionele exposure, corporate communicatie
Voldoende flexibiliteit voor onvoorziene en/of maatschappelijke actualiteiten	Nationale leergemeenschap watersysteem lectoren
Voldoende excellente studenten die participeren in lectoraat	Tevreden maatschappelijke partners
Optimale verbinding onderwijs, deelname studenten opnemen in curricula	Goedkeuring RAAK-aanvraag
Grote bereidheid tot co-creatief samenwerken tussen Leeuwarden en Velp	
Ruimte om onderzoeksthema Watersystemen bij CEW te verbreden	
Kwetsbaar op mogen stellen; learning by doing	
Successen vieren	



Nawoord

Allereerst een woord van dank en waardering voor de Hogeschool Van Hall Larenstein om dit lectoraat mogelijk te maken! Ik zie uit naar een vruchtbare samenwerking met collega's binnen en buiten de Applied Research Group Food & Dairy. Ik heb in de maanden september, oktober en november van 2014 veel mensen gesproken, te veel om op te noemen. Dank voor de input en het verkrijgen van scherptediepte in de maatschappelijke opgave van het lectoraat.

Een paar mensen noem ik hier apart. Allereerst Wendy Zuidema, dank voor het vertrouwen. Verder Jeroen Huisman, Leo Bentvelzen, Marije Strikwold en Peter Groenhuijzen. Dank voor jullie deelname aan de interne kenniskring en de reflecties. Ik zie uit naar het vervolg! Peter Groenhuijzen dank voor de aanvullingen op de tekst van dit lectoraatsboekje. Natuurlijk ook dank aan Tanja Klip-Martin, Anke van Hal en Andy van den Dobbelssteen voor de bijdragen aan het Watersymposium op 12 februari 2015.

In het bijzonder wil ik graag Sybrand Tjallingii danken voor zijn constructieve commentaar en reflecties! Water als bron voor inspiratie en als bron voor reflectie.

In de reflectie van de Mathildebron zijn de silhouetten zichtbaar van Nicolette, Stijn en Thijs. Mijn bronnen van geluk. Dank voor jullie geduld en vertrouwen!

2003 was door de Verenigde Naties uitgeroepen tot internationaal jaar van het zoet water. In dat jaar ben ik gepromoveerd op een onderzoek naar de verduurzaming van watersystemen in de stedelijke vernieuwing van Nederland. De titel van mijn proefschrift is Vernieuwen mét Water; een participatieve strategie voor gebouwde omgeving. Nu, ruim tien jaar verder, zijn duurzame ontwikkeling, water en participatie maatschappelijk actuele onderwerpen.

Met een verrijkt repertoire en met nog meer passie ga ik aan de slag als lector! In tegenstelling tot het water buiten ons lichaam zorgen wij overwegend goed voor de vochtuithouding in ons lichaam. Immers, mensen bestaan voor ruim twee derde uit water. Water is een oerprincipe en zet alles in beweging. Zou het mogelijk zijn dat door meer schoon water vast te houden wij automatisch ook elkaar weer wat meer leren vast te houden in deze turbulente verandering van tijdperk?

Ik heb gezegd.

Foto links: Reflectie in de Mathildebron van de abdij van Orval

Literatuur

- Bohemen, H. van, redactie (2012). *Eco-engineering. Een symbiose van harde en zachte systemen*. VSSD, Delft.
- Bos, R. ten (2014). *Water. Een geofilosofische geschiedenis*. BOOM, Amsterdam.
- Bruijn, H. de, E. ten Heuvelhof, M. Kuit (1999). *Watermanagement: van projectaanpak naar procesgerichte benadering*. In: Tijdschrift voor Wetenschap, Technologie en Samenleving. Vol. 7, nr. 1, pp.10-14.
- Bueren, E. van, H. van Bohemen, L. Itard, H. Visscher, redactie (2012). *Sustainable Urban Environments. An Ecosystem Approach*. Springer, Dordrecht.
- Carayannis, E.G., D.F.J. Campbell (2009). "Mode 3" and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. In: International Journal of Technology Management, Volume 46, Number 3-4. Inderscience Publishers.
- Checkland, P.B. (1999). *Systems Thinking, Systems Practice. Soft Systems Methodology: a 30-year retrospective*. John Wiley Chichester.
- Cox, R.H.J. (2011). *Revolutie met recht*. Stichting Planet Prosperity Foundation
- Dam, H. van, G. Arts, R. Bijkerk, H. Boonstra, J. Belgers (2013). *Natuurkwaliteit Drentse vennen opnieuw gemeten. Bijna een eeuw ecologische veranderingen*. Alterra, Wageningen.
- Deltaprogramma|Nieuwbouw en Herstructurering (2014). *Synthesedocument Ruimtelijke Adaptatie*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Deltaprogramma|Zoetwater (2014). *Advies Deltaprogramma Zoetwater*. Ministerie van Infrastructuur, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Dijk, J.A.G.M van et al. (1991). *Onderzoeken en veranderen. Methoden van praktijkonderzoek*. Stenfert Kroese uitgevers, Leiden.
- Duijvestein, C.A.J. (2000). *Hoe duurzaam/durable is duurzaam/sustainable?* In: C.H.F. Hendriks, M. Kaiser, red. *De Ecologische Stad, van illusie naar realiteit*. Aeneas/DIOC-DGO, Best/Delft.
- Duijvestein, C.A.J. (2002). *Het Nieuwe Ecologisch Bouwen*. Technische Universiteit Delft, Faculteit Bouwkunde, Delft.
- Eijk, P.J. van (2003). *Vernieuwen mét Water*. Dissertatie, Eburon, Delft.
- Eijk, P.J. van, S.P. Tjallingii (2011). *Klimaatmantelzorg in de ruimtelijk-economische ontwikkeling van Drenthe*. In: K.J. Noorman en G. de Roo (eindredactie). *3^e generatie energielandschappen*, Rijksuniversiteit Groningen
- Geldof, G.D. (2001). *Omgaan met complexiteit bij integraal waterbeheer*. Tauw, Deventer.
- Gleick, P.H. (2012). *The World's Water 2011-2012. The Biennial Report on Freshwater Resources*. Island Press, USA.
- Groenhuijzen, P. (2014). *Water als ordenend principe*. In: W. Simons, D. van Dorp (redactie). *Praktijkgericht onderzoek in de ruimtelijke planvorming*. Landwerk uitgeverij, Wageningen.

- Hajer, M., T. Dassen, redactie (2014). *Slimme steden, de opgave voor de 21ste eeuwse stedenbouw in beeld*. Naio10 Uitgevers, PBL-uitgevers, Rotterdam.
- Hal, A.van (2009). *Fusie van belangen*. Center for Sustainability, Nyenrode Business University, Breukelen.
- Kasteren, J. van (2001). *Transities in de praktijk*. Enroprint/Meinema, Rijswijk.
- Leewis, M., H.A. Zanting (2011). *Klimaat voor Waterlanders*. Eburon, Delft.
- Leussen, W. van (2002). *Leven met water, vermaatschappelijking van het waterbeheer*. Technische Universiteit Twente, Enschede.
- Marcovich, A., T. Shinn (2011). *From the Triple Helix to a Quadruple Helix? The Case of Dip-Pen Nanolithography*. In: Minerva, Volume 49, Issue 2, pp. 175-190. Springer publishers.
- Nederlof, M. (2013). *Visie Watertechnology Fryslân 2020*. Centre of Expertise Watertechnology/VHL, Leeuwarden.
- Odum, E.P. (1975). *Fundamentals of Ecology*. Holt, Rinehart and Winston, London.
- Oost, A. van, redactie, (2013). Noorderzine: ruimtelijke-economische visie Noord-Nederland 2040. Gezamenlijke Provincies Groningen, Drenthe en Friesland.
- Pauli, G., (2014). *Blauwe Economie*. Nieuw Amsterdam Uitgevers, Amsterdam.
- Pötz, H.; P. Bluezé (2012). Groenblauwe netwerken. Voor duurzame en dynamische steden. Coop for life, Delft.
- Tjallingii, S., R. Berendsen (2007). *Een Rijke Bron*. Techne Press, Amsterdam.
- Tjallingii, S., J. Jonkhof (2011). *Synergie in Stroombeheer*. Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering. Amsterdam/Delft.
- Tjallingii, S. (1996). *Ecological Conditions*. Dissertatie, IBN-DLO /TU Delft; Wageningen/Delft.
- Vellinga, P. (2011). Hoezo klimaatverandering; feiten, fabels en open vragen. Uitgeverij Balans, Amsterdam.
- Ven, F. van de, S. Tjallingii, P. Baan, P. van Eijk, M. Rijsberman (2005). *Water in drievoud*. Eburon, Delft.
- Verbaan, W. (2012). *Nieuw krachtenveld; nieuwe paradigma's*. Blauwdruk uitgeverij, Amsterdam.
- Vonk, M., et al (2010). *Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur*. Planbureau voor de leefomgeving. Den Haag/Bilthoven.
- WWAP, United Nations World Water Assessment Programme (2014). *The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy*. UNESCO, Paris.
- WRR, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (2013). *Naar een lerende economie*. Amsterdam University Press, Amsterdam

Websites

- www.sabeerhassan.wordpress.com/2013/01/20/quadruple-helix-dna-seen-in-human-cells/
- www.nature.com/nchem/journal/v5/n3/full/nchem.1548.html
- www.cliqproject.eu/en/products/research/quadruple_helix_research/?id=127
- www.awti.nl/upload/documents/tinymce/Verslag-AWT-symposium-Quadruple-Helix-en-Innovatiebeleid.pdf
- www.ruimtelijkeadaptatie.nl
- www.janrotmans.nl/presentaties/schoon-water-project-vanuit-transitieperspectief.html
- <https://www.indiegogo.com/projects/the-blue-economy-learning-web>
- www.delta-programmazoetwater.nl

Foto's

Paul van Eijk



Hogeschool
VHL
University of Applied Sciences

Leeuwarden

Agora 1

Telefoon (058) 284 61 00

Velp

Larensteinselaan 26a

Telefoon (026) 369 56 95

Wageningen

Droevendaalsesteeg 2

Telefoon (026) 369 56 95

info@hogeschoolvhl.nl