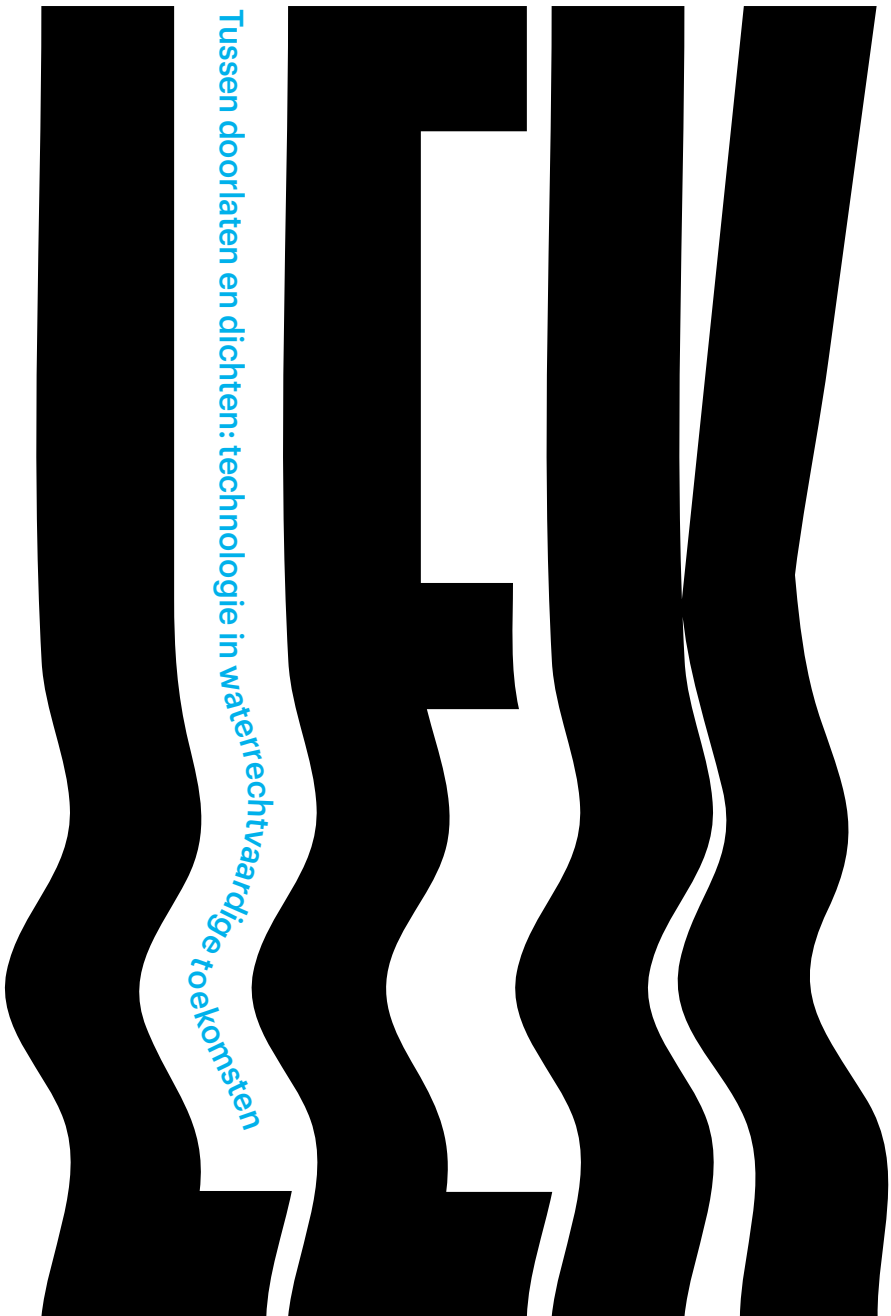
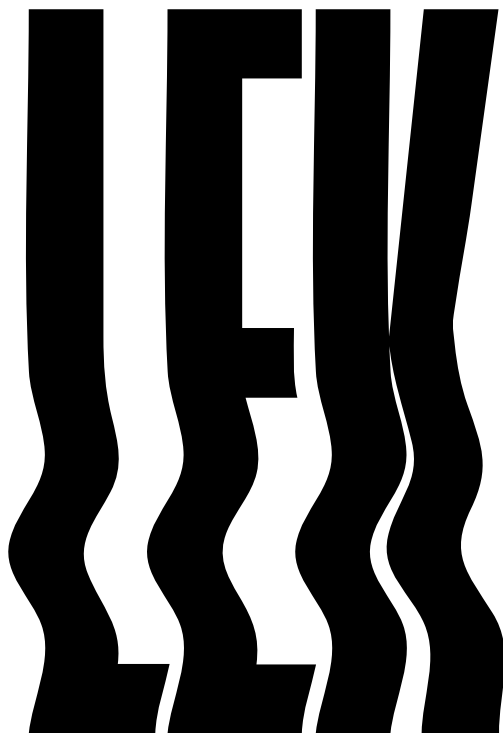


Lisa Mandemaker

Tussen doorlaten en dichten: technologie in waterrechtvaardige toekomsten



Lisa Mandemaker



Tussen doorlaten en dichten:
technologie in waterrechtvaardige toekomsten



**Stichting
Toekomstbeeld
der Techniek**

Colofon

**STT104 - Lek. Tussen doorlaten en dichten:
technologie in waterrechtvaardige toekomsten (2025)**

Onderzoek en projectleiding: Lisa Mandemaker

Redactie: Mieke van Meer

Grafisch ontwerp: YURR Studio (Yurr Rozenberg)

Typografie: Egyptian

Drukwerk: Drukkerij Wilco, Amersfoort

© 2025, Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT), Den Haag

Publicaties van Stichting Toekomstbeeld der Techniek worden auteursrechtelijk beschermd zoals vastgelegd onder de Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel - Gelijk Delen 4.0 Internationaal (CC BY-NC-SA 4.0)

Bezoek voor de volledige licentie:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

Je kan dit werk toeschrijven aan

Stichting Toekomstbeeld der Techniek - Lisa Mandemaker, 2025

NUR 950

ISBN 9789491397325

Stichting Toekomstbeeld der Techniek

Koninginnegracht 19 2514 AB Den Haag

070-302 98 30

info@stt.nl

www.stt.nl

Inhoud

De toekomst van water is dynamisch - Rudy van Belkom

Tussen doorlaten en dichten

Deel 1: Water en verweven technologie

Waternvervuiling: nieuwe entiteiten in ons water

Waternverbruik: virtueel water

Wateroverlast: waterproof wonen

De onzichtbare relaties tussen water en technologie

Een ambassade voor water - Anouk van der Poll

Deel 2: Rechtvaardigheid en waterrechtvaardigheid

Rechtvaardigheid: een complex en gelaagd concept

Waterrechtvaardigheid: water rechtvaardig verdelen,
beheren en beschermen

Rechtvaardige technologie

Rechtvaardigheidsprincipes als ankerpunten

*Un-manifesto: Designing more-than-human resistance
for water justice in AI - Cristina Zaga*

Deel 3: Alternatieve toekomstscenario's

Onttrekken

Overloop

Poreus

Vloeibaar

Ós Moder Maas - Marjolein Pijnappels

Technologie in waterrechtvaardige toekomst

Onderzoeksopzet

Mapping Water Futures

Dankwoord

Over STT

Literatuur

Voorwoord door Rudy van Belkom,
Directeur Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT)

De toekomst van water is dynamisch

Meer dan 70 procent van het aardoppervlak is bedekt met water. Vanuit dat oogpunt zou het eigenlijk logischer zijn om onze planeet Water te noemen, in plaats van Aarde. Water is de levensader van ons bestaan. Het voorziet ons van drinkwater, laat gewassen groeien, ondersteunt de natuur, maakt scheepvaart mogelijk en drijft de industrie. Tegelijkertijd vormt water ook steeds meer een bedreiging voor ons leven. De kans op overstromingen en wateroverlast wordt groter door de stijging van de zeespiegel en extremer weer. Zeker in Nederland speelt water van oudsher een grote rol, kijk maar naar de vele spreekwoorden en gezegdes. Ik zal u echter niet vermoeien met alle voorbeelden, want dat is water naar de zee dragen. Met al dat water om ons heen zou je verwachten dat we dat we het in overvloed kunnen gebruiken. Maar niets is minder waar. Slechts 3 procent van al het water op onze planeet is zoet, en daarvan is slechts een klein deel toegankelijk voor ons. Het grootste gedeelte van ons potentiële drinkwater zit gevangen in

ijskappen en gletsjers of zit diep onder de grond. En deze kostbare reserves verdwijnen steeds sneller. Volgens prognoses van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) zal de helft van de wereldbevolking in de nabije toekomst te maken krijgen met permanente waterschaarste, onder meer door bevolkingsgroei, verontreiniging en klimaatverandering. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) waarschuwde eerder al dat schoon water ook in Nederland niet langer vanzelfsprekend is. Zonder ingrijpen dreigen we in 2030 te maken te krijgen met watertekorten in het hele land.

Wanneer de vraag naar schaarse middelen groter is dan het aanbod, liggen conflicten op de loer. Oorlogen om olie, gas en andere grondstoffen zijn al lang geen uitzondering meer. Maar experts waarschuwen dat water in de toekomst wel eens de grootste bron van mondiale conflicten kan worden. Niet voor niets wordt water ‘het nieuwe olie’ genoemd. Doordat water zo’n schaarse bron is, is het van belang om aandacht te hebben voor rechtvaardigheidsvraagstukken. In 2010 hebben de Verenigde Naties het recht op schoon drinkwater en sanitaire voorzieningen officieel erkend als mensenrecht. Dit betekent dat alle mensen recht hebben op toegang tot voldoende, veilig en betaalbaar water voor hun basisbehoeften, zoals drinken, koken, schoonmaken en persoonlijke hygiëne. Het draait om het recht van alle mensen om te kunnen voorzien in hun basisbehoeften voor water zonder discriminatie of uitsluiting.

Technologie speelt een fundamentele rol in deze vraagstukken. Het is zowel onderdeel van het probleem, als van de oplossing. Technologie biedt krachtige oplossingen voor het bevorderen van waterrechtvaardigheid, door innovatieve waterzuivering, slimme

waterbesparing en voorspellende analyses. Maar dan moeten alle gemeenschappen wel gelijke toegang hebben tot die technologieën. Zonder gelijke toegang kunnen er nieuwe vormen van ongelijkheid ontstaan, waarbij alleen welvarende gemeenschappen profiteren van de nieuwste innovaties. Om waterrechtvaardigheid te bewerkstelligen moeten we onze relatie met water mogelijk rigoureus heroverwegen. In de KNMI'23-klimaatsscenario's wordt het mooi omschreven: 'Hiervoor moeten we terug naar de basis: in plaats van onze 'wil' opleggen aan het water en de bodem, zal het water en de bodem meer leidend moeten zijn in de keuzes die we maken voor Nederland.' Volgens het Nationaal Deltaprogramma moeten we 'opnieuw leren leven met water'. Het programma bracht de wateropgaven voor 2050 en 2100 in beeld door de deltasce­nario's uit 2017 te actualiseren. Een van de oplossingsrichtingen hierin draagt de naam 'Meebewegen', ook wel 'Leven met water' genoemd. Hierin worden overstromingen en zoutindringing meer als een gegeven gezien en ligt de focus op innovatieve oplossingen, zoals zouttolerante landbouw.

Hoewel deze scenario's heel belangrijk zijn bij de ruimtelijke opgave waar Nederland voor staat, wordt waterrechtvaardigheid hierin beperkt meegenomen. Daarom ben ik blij dat Lisa Mandemaker namens Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) een extra laag toevoegt aan de bestaande scenario's. Een aanvullende lens die gericht is op de sociale, technologische en ecologische relaties tussen mens, technologie en water, en de (on)rechtvaardige keuzes die daarin besloten liggen. Ik hoop dat deze verkenning bijdraagt aan een dynamische discussie over de toekomst van water. Een discussie waarin ook de minder voor de hand liggende scenario's serieus genomen worden.

Voordat
breekt,
naar je
Hou je v
de rege

de wolk
zoek ik
e hand.
vast als
en valt.

– Eefje de Visser

Tussen doorlaten en dichten

Een lek is niet meteen een ramp. Het is subtieler, trager. Langzaam sijpelt er iets weg, ongemerkt misschien, maar uiteindelijk met merkbare gevolgen. Een lek stopt niet vanzelf. Het vraagt om aandacht, aanpassingen, of juist om een volledige herziening.

Deze verkenning naar de toekomst van water draagt de titel 'Lek'. Want dat is wat er gebeurt in het web van de verschillende relaties van water. Het lekt tussen water en technologie, tussen mens en ecosysteem en tussen toegang tot en verantwoordelijkheid voor water. Het is niet meteen een ramp, maar er sijpelt langzaam iets weg, met uiteindelijk (en steeds meer) merkbare gevolgen.

Er bestaan al veel toekomstbeelden over water in Nederland. Die zijn gericht op de stijgende zeespiegel, drogere zomers of de indeling van de leefomgeving. Deze verkenning stelt een aanvullende vraag: wat gebeurt er als we rechtvaardigheid als uitgangspunt nemen voor de toekomst van water? Wat zien we dan in hoe we omgaan met technologie, met risico's, en met water zelf? 'Lek' is daarmee een beginpunt. Een uitnodiging om anders naar water te kijken, om te twijfelen

aan wat daarin vanzelfsprekend leek, en om breder te denken over de toekomst van water met sociale en ecologische rechtvaardigheid als ankerpunt.

Rechtvaardigheid als groeiend aandachtspunt

Het grootste deel van het water op Aarde bevindt zich in oceanen en is dus zout water. Deze verkenning richt zich op zoet water. Dat is minder dan 3 procent van al het water op Aarde. En slechts een fractie daarvan, minder dan 1 procent, is direct toegankelijk voor menselijk gebruik als drinkwater, irrigatiewater of bron voor ecosystemen.¹ De ongelijke geografische verdeling van zoetwaterbronnen, de druk van klimaatverandering en technologische keuzes rond waterbeheer maken dit domein bij uitstek urgent voor vragen over toegang, verdeling en rechtvaardigheid.

De aandacht voor rechtvaardigheid in relatie tot water en technologie groeit. Denk aan de belangrijke scenario's over hoe we ruimtelijk of technologisch met water omgaan in de toekomst van Nederland, van de KNMI-klimaatscenario's tot het Deltaprogramma.

Daarnaast zijn er steeds meer rapporten die wijzen op de sociaal-maatschappelijke of sociaalecologische dimensie van water. Zo wijst de Sociaal-Economische Raad (SER) in een recente signalering op de grenzen van ons watersysteem.² De SER benadrukt dat de gevolgen van droogte, vervuiling of overstroming niet alleen technisch, maar ook sociaal en economisch van aard zijn. Rechtvaardige verdeling, zeggenschap en verantwoordelijkheid worden daarbij centrale vraagstukken. Ook de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) pleit in het rapport *Rechtvaardigheid in klimaatbeleid* voor een fundamentele verbreding van het beleidskader.³ Naast doelmatigheid en rechtmatigheid moet ook verdelende rechtvaardigheid leidend zijn. Wie profiteert, wie betaalt, en wie beslist?

De watersector zelf zet dit breder denken voort. Zo onderzoekt het kennisinstituut voor waterbeheer KWR hoe bestaande rechtvaardigheidskaders toegepast kunnen worden op vraagstukken in

de drinkwatersector, en welke spanningsvelden waterprofessionals daarbij ervaren.⁴ De Unie van Waterschappen werkt aan een ethisch bestuursadvies over de inzet van data, algoritmes en AI: hoe zorgen we dat nieuwe technologieën niet leiden tot nieuwe vormen van afhankelijkheid, uitsluiting of gebrek aan transparantie?⁵

Al deze ontwikkelingen wijzen in dezelfde richting. Rechtvaardigheid is geen bijzaak, maar een kerncomponent van een toekomstbestendige relatie met water.

Doel en werkwijze van deze verkenning

Tegen die achtergrond is deze verkenning tot stand gekomen. De verkenning onderzoekt rechtvaardigheid als dynamisch principe in onze relatie met water en technologie. Het is de lens die helpt te zien welke keuzes er gemaakt worden rondom water, wie daarbij wel of niet wordt gehoord, en wat dat betekent voor de verdeling van risico's, middelen en zeggenschap rondom water.

De verwevenheid van water en technologie staat centraal en wordt onderzocht aan de hand van drie urgente thema's: watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast. Daarbij is gekeken naar de rol en impact van technologie door kaders uit klimaatrechtvaardigheid te vertalen naar waterrechtvaardigheid. Zo ontstaat ruimte om te verkennen wat er mogelijk is als rechtvaardigheid niet pas aan het einde van een proces wordt toegevoegd, maar het vertrekpunt vormt.

Voor deze verkenning is een multidisciplinaire denktank samengesteld met experts op het gebied van waterbeheer, rechtvaardigheid, klimaatadaptatie en speculatief ontwerp. In co-creatiesessies, gesprekken en analyses is onderzocht wat er gebeurt als we rechtvaardigheid als uitgangspunt nemen voor water. En welke inzichten dat oplevert voor denken over technologie en de toekomst van water.

Een samenwerking met studenten van de master Industrial Design aan de Koninklijke Academie voor Beeldende Kunst (KABK) vormde daarbij een belangrijke creatieve component. Onder begeleiding van ontwerpstudio Cream on Chrome hebben zij toekomstscenario's en bijbehorende artefacten gemaakt. Door deze objecten zijn abstracte waarden, zoals toegang en wederkerigheid, tastbaar geworden. Daardoor hebben we op nieuwe manieren kunnen reflecteren op wat rechtvaardigheid in de toekomst zou kunnen betekenen.

Opbouw van de publicatie

Deze publicatie bestaat uit drie delen:

Deel 1: Water en verweven technologie onderzoekt de wisselwerking tussen water en technologie aan de hand van drie urgente thema's: watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast. In elk van deze thema's wordt duidelijk hoe technologie zichtbaar aanwezig is, en ook onzichtbaar verweven is met water.

Deel 2: Rechtvaardigheid en waterrechtvaardigheid introduceert het concept rechtvaardigheid in relatie tot water en technologie. Zowel waterrechtvaardigheid als rechtvaardige technologie worden hier verkend. Vanuit die rechtvaardigheidsbril worden vervolgens de onzichtbare structuren binnen de drie urgente waterthema's bekeken. Zo vormt dit deel de brug tussen technologie, water en hoe die twee onzichtbaar verweven zijn.

Deel 3: Alternatieve toekomstscenario's brengt deze inzichten samen in vier alternatieve toekomstbeelden: Onttrekken, Overloop, Poreus en Vloeibaar. Elk scenario vertrekt vanuit een ander rechtvaardigheidsprincipe en laat zien hoe dat leidt tot andere keuzes, andere relaties, en andere vormen van technologie.

Elk deel van de verkenning wordt afgesloten met een gastbijdrage die uitnodigt om anders te kijken naar de verwevenheid van water, technologie en rechtvaardigheid. De bijdragen verkennen perspectieven

waarin water niet alleen een hulpbron is, maar ook een actor met een eigen stem en waarde. Ze verschillen sterk in vorm en stijl, van beleidsbenaderingen tot speculatief ontwerp en verhalende ecologie. Om die diversiteit te duiden, is bij elke gastbijdrage een korte inleiding opgenomen die het perspectief plaatst binnen het bredere kader van deze verkenning.

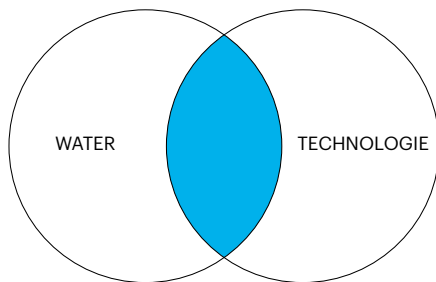
Niets te
is zo za
zwak al
en toch is
goed in sta
sterke din
te ma

er wereld
acht en
s water
s niets zo
at harde en
gen kapot
aken.

– Lao Tse



Deel 1: Water en verweven technologie



In dit eerste deel van de verkenning staan drie urgente water-thema's centraal: watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast. Ze vormen drie perspectieven op hoe technologische keuzes en waterstromen elkaar beïnvloeden.

De gekozen thema's sluiten aan bij recente signaleringen van de Sociaal-Economische Raad (SER), die wijzen op drie urgente uitdagingen in het Nederlandse watersysteem: waterkwaliteit, waterbeschikbaarheid en waterveiligheid.¹ Daarbij benadrukt de SER dat deze thema's niet alleen technologisch of ruimtelijk van aard zijn, maar ook raken aan ecologische en bredere maatschappelijke structuren. Dat maakt het noodzakelijk om ook naar de systemen erachter te kijken.

Bij elk thema wordt eerst ingezoomd op de Nederlandse context, waarbij de zichtbare of tastbare verschijningsvormen van het thema centraal staan. Daarna volgt een uitwerking van de technologische verwevenheid: welke systemen en infrastructuren spelen op de achtergrond mee, en hoe maakt technologie deze waterdynamieken

mogelijk of juist complexer? Met een concreet en invoelbaar voorbeeld wordt tot slot elk thema verbeeld. Dat helpt om de abstracte kwesties tastbaar te maken en de lading van het onderwerp voelbaar. Dit deel opent met het thema watervervuiling, waarin ‘nieuwe entiteiten’ zoals PFAS, microplastics en medicijnresten de hoofdrol spelen. Vervolgens komt waterverbruik aan bod, met virtueel water als ingang om na te denken over mondiale productieketens en consumptie. Tot slot behandelt het wateroverlast, waarin klimaatadaptatie en woningbouw elkaar raken. Betekent dit dat we ons leven moeten aanpassen aan het water, of andersom?

Samen geven deze drie thema's een eerste aanzet om grip te krijgen op de verschillende relaties tussen water en technologie.

1.1 Watervervuiling: nieuwe entiteiten in ons water

Waterkwaliteit gaat achteruit

Nederland scoort bijzonder slecht in Europa als het gaat om de chemische kwaliteit van het oppervlaktewater: slecht 1 procent verdient het predicaat ‘goed’.² Om de Europese waterkwaliteit te verbeteren, is in 2000 de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) ingevoerd. Het doel van deze richtlijn is ambitieus: alle oppervlakte wateren in Europa ecologisch in balans brengen en vrijhouden van schadelijke stoffen. Voordat de KRW werd ingevoerd, reguleerden meerdere losse richtlijnen elk een specifiek aspect van waterkwaliteit. De KRW vervangt deze versnipperde aanpak door een integrale benadering die breder kijkt dan alleen de aanwezigheid van schadelijke stoffen. Naast chemische vervuiling wordt nu ook de ecologische gezondheid van oppervlaktewater (rivieren, sloten, plassen, enz.) en grondwater beoordeeld. Dat levert een completer beeld van de waterkwaliteit op. In 2027 moeten alle Europese lidstaten aan deze normen voldoen.

Nederland drong in 2000 zelf aan op deze richtlijn. Sinds de invoering lijkt de waterkwaliteit alleen maar achteruit te gaan, zo blijkt uit onderzoek van Wageningen University & Research.³ Het oppervlaktewater bevat te veel meststoffen, PFAS, medicijnresten

en microplastics. Een belangrijke oorzaak is de lage ligging van Nederland, waardoor vervuiling uit buurlanden via beken en rivieren binnenstroomt. Denk bijvoorbeeld aan de Westerschelde, waar het Belgische chemiebedrijf 3M jaarlijks grote hoeveelheden PFAS loosde. Tegelijkertijd dragen ook binnenlandse factoren aanzienlijk bij aan het probleem, zoals intensieve landbouw en ontoereikend gezuiverd afvalwater.^{4,5} De oorspronkelijke deadline voor de verbetering van de Nederlandse waterkwaliteit lag in 2015, maar is twee keer uitgesteld, tot 2027. Een derde keer uitstellen kan niet meer. Volgens de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli) is het huidige beleid echter onvoldoende om de doelen op tijd te halen.⁶ Dit kan leiden tot boetes van de Europese Unie, maar ook tot het noodgedwongen stilleggen van allerlei activiteiten in Nederland, zowel in de landbouw als in andere sectoren.

Complexe en onzichtbare watervervuiling

De opkomst van nieuwe entiteiten in ons water, zoals PFAS, microplastics en medicijnresten, legt bloot hoe complex en onzichtbaar de vervuiling is geworden. PFAS, een familie van zogenaamde *forever chemicals*, is inmiddels overal aanwezig: van grond- en oppervlaktewater tot de regen die op ons neerdaalt. Het gebruik van deze stoffen in alledaagse producten zoals regenjassen, antiaanbakpannen en zonnepanelen maakt ze onmisbaar in het moderne leven. Maar door hun niet-afbreekbare aard blijven ze zich ophopen in mens, dier en milieu. Dit probleem wordt versterkt door het zogeheten *lock-in effect*. Bij een verbod op een specifieke stof introduceren bedrijven vaak simpelweg een nieuwe variant, waardoor de productie en vervuiling doorgaan zonder wezenlijke verandering.

Deze nieuwe entiteiten belanden via complexe en diffuse routes in het watersysteem en zijn lastig te reguleren. Voor sommige groepen, zoals medicijnresten, zijn de routes duidelijk aan te wijzen. Daarvan komt 95 procent via urine en ontlasting in het riool. Voor andere stoffen, zoals microplastics, PFAS en biociden, is het onduidelijk

via welke routes ze in het watersysteem komen en hoe ze effectief verwijderd kunnen worden.⁷

Om deze nieuwe entiteiten in ons water aan te kunnen pakken, moeten onze waterzuiveringstechnologieën worden herzien. De meer dan driehonderd rioolwaterzuiveringsinstallaties in Nederland zijn namelijk ontworpen om biologisch afbreekbare stoffen uit afvalwater te verwijderen. Ze hebben vrijwel geen antwoord op chemische stoffen zoals PFAS, medicijnresten, microplastics en drugsafval.⁸ Deze stoffen glippen gemakkelijk door de systemen heen en belanden in rivieren, grachten en meren, waar ze zich ophopen en bijdragen aan de verslechtering van de waterkwaliteit. Drinkwaterbedrijven staan voor een nog grotere uitdaging. Technieken zoals actieve koolzuivering zijn onvoldoende om PFAS effectief te verwijderen, terwijl geavanceerdere methoden zoals membraanzuivering (*reversed osmosis*) extreem duur zijn en slechts op beperkte schaal worden toegepast.

Deze ‘onzichtbare’ vervuiling maakt het onwaarschijnlijk dat Nederland, zelfs met extra maatregelen, de KRW-doelstellingen voor 2027 haalt. Het huidige beleid blijft achter bij de snelheid waarmee nieuwe stoffen in het milieu worden geïntroduceerd. Dat zet niet alleen de waterkwaliteit verder onder druk, maar roept ook een bredere vraag op: hoe gaan we om met de introductie van deze nieuwe entiteiten en hun impact op gezondheid, milieu en rechtvaardigheid?

Dark Waters: gezondheidsrisico's door PFAS



Afbeelding 1: Still uit *Dark Waters*, 2019

De speelfilm *Dark Waters* (2019) illustreert indringend de impact van nieuwe entiteiten in het water op gezondheid en milieu. In deze film volg je het waargebeurde verhaal van advocaat Rob Billot die het opneemt tegen het machtige chemiebedrijf Dupont/Chemours, bekend als producent van teflon. Om teflon te maken wordt jarenlang PFOA gebruikt, een stof uit de PFAS-familie die niet alleen giftig blijkt, maar ook terechtkomt in het drinkwater met ernstige gezondheidsrisico's als gevolg. De film is gebaseerd op het artikel *The lawyer who became Dupont's worst nightmare* van *The New York Times* uit 2016.⁹ Eerder kwam er al een documentaire uit over hetzelfde verhaal: *The Devil We Know* (2018).

Billot is een expert in het verdedigen van bedrijven tegen milieu-aanklachten. In de film krijgt hij onverwachts bezoek van boer Wilbur Tennant. Meer dan 190 van zijn koeien zijn in korte tijd gestorven en hij vermoedt dat dit komt door vergiftiging vanuit een nabijgelegen stortplaats van Dupont. Billot besluit af te reizen naar zijn geboorteplaats Parkersburg om te gaan kijken op Tennants boerderij.

Daar ziet hij dode koeien met bizarre afwijkingen, zoals opgeblazen levers, groene galblazen en pikzwarte tanden. Als hij later de zwarte tanden ook opmerkt bij spelende kinderen op straat leidt dit hem tot een schokkende waarheid. De chemische stof PFOA zit niet alleen in de sloot bij Tennants boerderij waar zijn koeien uit drinken, maar ook in het drinkwater van de bewoners van Parkersburg. Tijdens het juridisch onderzoek ontdekt Billot dat DuPont al sinds de jaren '70 wist hoe schadelijk PFOA is. Het molecuul is onverwoestbaar, hoopt zich op in ons lichaam, in dieren en planten, en veroorzaakt hierdoor ernstige gezondheidsproblemen. Het ondermijnt bijvoorbeeld de immuunrespons en is kankerverwekkend. In plaats van actie te ondernemen, koos DuPont ervoor de bevindingen te verdoezelen om hun winstgevende teflonproductie veilig te stellen.

De film laat zien hoe Billot, vrijwel in zijn eentje, een slopende juridische strijd voert tegen een machtig bedrijf dat alles doet om verantwoordelijkheid te ontlopen. Wat de film zo beklemmend maakt, is dat er geen einde komt aan de ellende. Na 16 jaar strijd weet Billot een schikking te treffen van 670 miljoen dollar voor meer dan 3.500 zieke mensen. Maar deze overwinning heeft een bittere nasmaak. DuPont blijft afspraken schenden, probeert verantwoordelijkheden te ontwijken en komt weg met een strafrechtelijke boete van 15 miljoen dollar voor het achterhouden van bewijzen, een schijntje voor DuPont. Het strafrechtelijk onderzoek wordt plotseling gestaakt, en niemand wordt aansprakelijk gesteld.

De film eindigt in het jaar waarin Nederland net begint te beseffen hoe groot de milieu- en gezondheidsschade is rond de teflonfabriek van DuPont in Dordrecht (in 2015 omgedoopt tot Chemours). Hoewel het bedrijf in reactie op de film heeft laten weten dat de situatie in Nederland niet vergelijkbaar is met die in de VS, lijkt hetzelfde patroon van obscure risico's zich te herhalen. Artikelen van onder andere het Algemeen Dagblad en Follow the Money brengen dat voor het eerst aan het licht.^{10,11} Verschillende experts pleiten in deze stukken voor strengere handhaving van chemische uitstoot en specifiek voor

een diepgaand onderzoek naar PFOA. Het leidt tot Kamervragen en een onderzoek door het RIVM naar de verspreiding van PFOA rond Dordrecht. Het blijkt dat Dupont/Chemours decennialang duizenden kilo's PFOA per jaar heeft uitgestoten via lucht en water. Dit kon ongestoord en legaal dankzij een vergunning van de milieudienst.

1.2 Waterverbruik: virtueel water

Productieketens en de mondiale impact van waterverbruik

Alles wat we gebruiken, dragen, kopen, verkopen of eten, kost water om te maken. Vaak veel meer dan we ons realiseren. Daarbij gebruiken we indirect water uit landen waar water vaak al schaars is. We eten bijvoorbeeld avocado's uit Chili of asperges uit Peru. Vanuit een economisch oogpunt is dit misschien efficiënt, want asperges groeien hier maar een korte tijd en avocado's gedijen helemaal niet in ons klimaat. Maar bij de teelt van deze groenten is veel water nodig. Terwijl die landen juist op veel plekken gebrek aan water hebben. Met deze import wontelen wij feitelijk ons watergebruik af op waterschaarse gebieden.¹²

Gemiddeld gebruikt een Nederlander ongeveer 4.000 liter water per dag. Dat is anderhalf keer zoveel als wat nog duurzaam zou zijn voor de planeet.¹³ Slechts een klein deel daarvan komt uit de kraan: 100 tot 130 liter per persoon per dag. Dit is het water dat we gebruiken om te douchen, te wassen, te koken of de wc door te spoelen. Het overgrote deel, zo'n 95 procent, is onzichtbaar waterverbruik, oftewel virtueel water. Dat water zit 'verstopt' in de productie van alles wat we consumeren, van katoenen T-shirts tot vlees en van chocola tot streamingsdiensten. Het maken van deze producten of voedingsmiddelen is waterintensief. Bovendien consumeren we het water dat in deze producten zit: het wordt opgenomen in het product zelf of vervuild tijdens productieprocessen. Daardoor gaat het dus niet terug de watercyclus in, maar raakt het onttrokken aan lokale waterbronnen. Dit verstoort de lokale ecosystemen wanneer dit uit balans raakt en kan de beschikbaarheid verkleinen van schoon, zoet water voor lokale bevolking, landbouw en natuur. Door een product te exporteren

naar het buitenland, of naar een ander deel van het land, exporteren we in wezen ook het water. Zoals de gerenommeerde waterrechtvaardigheidsactivist Maud Barlow beschrijft: ‘het meeste water wordt wereldwijd verplaatst in de vorm van virtueel water, hoewel mensen bij waterexport vaak denken aan het transport van *raw water* via pijpleidingen, aquaducten en kanalen’.¹⁴ Opvallend genoeg voor een waterland als Nederland, importeren wij enorm veel water vanuit het buitenland. De ecologische impact van dit verborgen waterverbruik is groot en wordt wereldwijd steeds urgenter.

Arjen Hoekstra was een van de leidende experts op het gebied van virtueel water. In 2012 publiceerde hij zijn onderzoek *The Water Footprint of Humanity*, waarin hij de overextractie van de wereldwijde waterbronnen linkte aan de vrije handel. Overextractie ontstaat wanneer water sneller wordt onttrokken uit rivieren, meren en grondwater dan de natuurlijke systemen kunnen aanvullen. Hierdoor raken watervoorraden uitgeput en krijgen ecosystemen steeds minder ruimte om te herstellen. Hij gaf, tot zijn overlijden in 2019, les aan de Universiteit Twente en zette het Water Footprint Network op. Op de website van het Water Footprint Network kun je met een interactieve tool van verschillende producten zien hoeveel water het kost om ze te produceren en waar dit water vandaan komt. Een katoenen T-shirt kost bijvoorbeeld gemiddeld 2.500 liter water en een spijkerbroek zo’n 8.000 liter.¹⁵ Deze cijfers zijn een mondiaal gemiddelde, want de impact van het watergebruik verschilt per regio. Katoen uit China heeft ongeveer 6.000 liter water nodig per kilo, katoen uit India maar liefst 22.500 liter water per kilo.¹⁶ De lokale impact van dit waterverbruik is groot.

Het Water Footprint Network deelt virtueel water in drie categorieën in: groen, blauw en grijs water. De groene watervoetafdruk verwijst naar water uit neerslag dat in de bodem wordt opgeslagen, door planten en bomen wordt opgenomen en weer verdampt. Blauw water is het water dat afkomstig is uit oppervlakte- of grondwaterbronnen. Dit wordt gebruikt om drinkwater van te maken en voor dagelijks

gebruik zoals douchen, koken en wassen. Blauw water wordt ook gebruikt voor irrigatie in de landbouw als er een tekort is aan groen water. De grijze voetafdruk is de hoeveelheid zoet water die nodig is om vervuiling te verdunnen tot het voldoet aan specifieke normen voor waterkwaliteit.

Bij de irrigatie van katoenvelden in Centraal-Azië is blauw water uit het Aralmeer gebruikt. Dit water kan dan niet worden gebruikt om lokale gewassen te besproeien of vee te voorzien van drinkwater. Je kunt het water immers maar voor één ding tegelijk gebruiken. Het is een keuze die gevolgen heeft, maar die vaak onzichtbaar blijft omdat ze verder van onze dagelijkse realiteit afstaat. Toch is het wel degelijk de realiteit. We maken deel uit van een systeem dat dit soort keuzes mogelijk maakt. Wat dit systeem extra complex maakt, is de wereldwijde verwevenheid van ketens. Bij veel producten is het dan ook lastig om een goed beeld te krijgen van hoeveel water het daadwerkelijk kost om ze te maken en wat de impact daarvan is. Op de eerder genoemde Water Footprint Network-website staat bijvoorbeeld niet hoeveel water de productie van een smartphone kost. Terwijl grondstoffen winnen voor smartphones en andere elektronica via mijnbouw aanzienlijke watervervuiling veroorzaakt. Maar deze productieketen is vaak zo ondoorzichtig, dat het lastig is hier data over te verzamelen. Bovendien houden belanghebbenden deze ketens obscuur, waardoor het moeilijk blijft om ze in kaart te brengen.

Dorstige datacenters drukken op drinkwatervoorziening

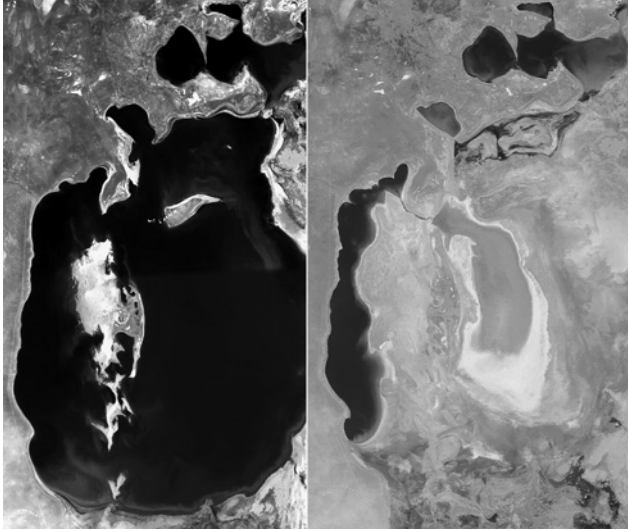
De effecten van de mondiale productieketen en ons consumptiegedrag zijn vaak onzichtbaar voor ons in Nederland. Maar ook ons land is onderdeel van een mondiale productieketen waar wij de effecten zelf van kunnen gaan merken. Digitale technologie doet namelijk nog een extra duit in het zakje van ons virtuele waterverbruik, met de cloud als een van de grootste verbruikers. Het mysterieuze beeld van een onzichtbare wolk waar al onze data moeiteloos in zweven, is in werkelijkheid een gigantisch netwerk van fysieke gebouwen,

servers en kilometerslange kabels. Alles wat we online doen, van katten filmpjes kijken en e-mails versturen tot films streamen op platforms zoals YouTube en Netflix, draait op data die zijn opgeslagen in datacenters. Die datacenters slurpen enorme hoeveelheden energie, nemen ruimte in beslag en verbruiken liters water. Alle elektriciteit om een datacenter dag en nacht draaiende te houden, wordt omgezet in warmte. Om oververhitting tegen te gaan, moeten al die servers worden gekoeld. Dat kan met lucht, maar in de steeds warmer wordende zomers is dat niet voldoende. Daarom zet men koelwater in. In een deel van de gevallen komt dat water uit de drinkwaterleiding. Maar ook als het om 'gewoon' oppervlaktewater gaat, kan dat bijdragen aan watertekorten.¹⁸ Met de opkomst van AI-chatbots zoals ChatGPT is dit waterverbruik nog verder toegenomen. Het vereist een enorme hoeveelheid aan data en rekenkracht van de servers om deze chatbots te trainen. Daardoor hebben bedrijven zoals Google en Microsoft (die veel van de servers voor OpenAI beheert) hun waterverbruik fors zien stijgen. In 2022 alleen al is het waterverbruik van Microsoft met maar liefst 34 procent toegenomen ten opzichte van 2021, tot ruim 6,4 miljard liter.¹⁸

De koeling van datacenters verbruikt grote hoeveelheden water, en dat water gaat niet altijd terug naar het systeem. Veel datacenters gebruiken koeltorens waarin water wordt verneveld om de warmte af te voeren. Maar bij dit proces verdamppt een deel van het water of het raakt vervuild met mineralen en chemicaliën, waardoor het uiteindelijk moet worden afgevoerd. Met de toenemende droogte en de stijgende watervraag door klimaatverandering komen deze koelmethodes steeds meer onder druk te staan. Onderzoeksinstituut Deltares schat dat de Nederlandse datacenters in 2030 onder de minst gunstige zomerse omstandigheden maximaal 302.000 kuub water per etmaal gebruiken. Dat is ongeveer evenveel als 3,5 miljoen watergebruikers.¹⁹ Dit gebeurt precies op momenten waarop ook het drinkwatergebruik door consumenten piekt. Hoewel waterbedrijven benadrukken dat de drinkwatervoorziening prioriteit heeft, waarschuwen waterschappen en andere experts dat de

groeijende watervraag van datacenters in regio's met beperkte waterreserves tot knelpunten kan leiden.

Het tij keren voor het opgedroogde Aralmeer



Afbeelding 2: Aralmeer tussen 1989 en 2008 (NASA)

Ooit was het Aralmeer een uitgestrekt waterparadijs en een van de grootste zoetwatermeren ter wereld. Gelegen in Centraal-Azië besloeg dit meer op zijn hoogtepunt ongeveer 68.000 vierkante kilometer – dat is bijna zo groot als Nederland en België samen.²⁰ Maar vandaag de dag is er van dit enorme meer nog maar weinig over. Op de plek waar vroeger vele vissersboten te zien waren, allerlei verschillende vogels en uiteenlopende planten, ligt nu een dorre zoutwoestijn: de Aralkum.

Het Aralmeer ontstond zo'n tienduizend tot twintigduizend jaar geleden toen de Amoe Darja rivier van koers veranderde. In plaats van uit te monden in de Kaspische Zee, stroomde de rivier naar het lager gelegen Kazachstan en Oezbekistan. Het meer dat zich hier vormde, groeide uit tot een gigantisch wateroppervlak met een levendig

ecosysteem en een belangrijke bron voor de lokale bevolking en economie. De ligging vormde ook de juiste plek voor een tussenstop voor migrerende vogels om aan te sterken of zich voort te planten. Deze bijzondere samenkomst van elementen verdween in de jaren zestig, toen de Sovjet-Unie grootschalige katoenplantages aanlegde in Oezbekistan. Om katoen te verbouwen is veel water nodig, maar de Oezbeekse regio is kurkdroog. Er werd een irrigatieplan gemaakt door de aanvoerende rivieren (de Amoe Darja en de Syr Darja) om te leiden, zodat het water direct naar de plantages stroomde in plaats van naar het Aralmeer. Het meer kreeg steeds minder water aangevoerd, waardoor het waterpeil met maar liefst 23 meter daalde. Het zoutgehalte nam toe en de overvloedig aanwezige zoetwatervissen begonnen uit te sterven. Inmiddels is het meer gereduceerd tot een fractie van de oorspronkelijke omvang.

De gevolgen gaan verder dan alleen het opdrogen van het meer. De wind verspreidt het blootliggende zout en de toxische sedimenten van de opgedroogde bodem over de hele regio, wat leidt tot ademhalingsproblemen en mislukte oogsten. Klimaatverandering maakt deze situatie alleen maar erger. Sinds 1968 zijn de gemiddelde temperaturen in het Aralbekken met ongeveer twee graden Celsius gestegen. Het proces is een vicieuze cirkel. Minder water zorgt voor drogere, warmere lucht wat de verdamping verder versnelt. Het krimpende meer draagt nu zelf bij aan de verdere opdroging.

Toch is er een lichtpuntje in het verhaal. Terwijl het grootste deel van het meer verloren is gegaan, is in Kazachstan een bewuste keuze gemaakt om het noordelijke deel van het meer te herstellen. Met financiële steun van de Wereldbank en grootschalige ingrepen zoals de bouw van de Kokaraldam, is geprobeerd het waterpeil te stabiliseren en de negatieve spiraal te keren. Het effect is groter dan verwacht. Binnen enkele maanden is het waterpeil gestegen, vis teruggekeerd en een deel van de lokale economie hersteld. Politieke keuzes, technologische ingrepen en ecologisch herstel staan niet los van elkaar. Door zorgvuldig gemaakte afwegingen en aandacht

voor de lokale context is er ruimte ontstaan voor herstel, zelfs na een ecologische ramp van deze omvang.

1.3 Wateroverlast: waterproof wonen

Heel Holland zakt: hoe kunnen we nog droog wonen?

De koers van het water bepaalt al eeuwenlang de inrichting van Nederland, maar de druk neemt toe. Klimaatverandering, extreme regenval, stijgende zeespiegels en bodemdaling maken bouwen op traditionele locaties steeds riskanter. Toch blijft het motto ‘bouwen, bouwen, bouwen’. Er zijn plannen om voor 2030 een miljoen woningen bij te bouwen. Van deze woningen staat 85 procent gepland in gebieden die kwetsbaar zijn voor overstromingen of bodemdaling.²¹

Een duidelijke casus is de Zuidplaspolder, een van de diepste polders van Nederland, ruim zes meter onder zeeniveau. Hier werkt de gemeente Zuidplas al twintig jaar aan plannen voor het Vijfde Dorp met 8.000 woningen. Hoewel het de woningnood verlicht, leidt de lage ligging tot zorgen over waterveiligheid en klimaatbestendigheid. Het lokale waterschap (Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard) waarschuwt dat het huidige plan onvoldoende maatregelen treft tegen wateroverlast en verzakkingen. Er zijn extra investeringen nodig in waterberging en peilbeheer, zeker nu door klimaatverandering hevigere regenval en overstromingsrisico's toenemen. Dat gaat niet alleen om droge voeten houden. Het roept ook fundamentele vragen op: hoeveel moeite kost het om die voeten droog te houden? Moet je straks naar zolder klimmen, of blijf je droog op de eerste verdieping of op de begane grond?

De gemeente heeft voorbereidingen getroffen, zoals het verhogen van vloerpeilen en bouwen op stevigere grondlagen. Toch benadrukken experts dat toekomstbestendig bouwen nu vraagt om grotere investeringen, om grote problemen in de toekomst te voorkomen. Het Vijfde Dorp zou daarom niet zomaar een woonproject moeten zijn, maar een toonbeeld van klimaatadaptieve en circulaire ontwikkeling.

Een landelijk voorbeeld van hoe we in de 21e eeuw kunnen bouwen met het water in plaats van ertegen.

Deltacommissaris Peter Glas pleitte in 2021 daarom voor een nieuwe koers: bouwen waar het water het toelaat.²² Niet het water aanpassen aan onze behoeften, maar onze bouwplannen afstemmen op de waterloop. Denk aan ruimte vrijhouden achter dijken, waterbassins aanleggen en bouwen op hogere vloerniveaus of stevigere grondlagen. In sommige gevallen kan het beter zijn om helemaal niet te bouwen in diepe polders, maar te kiezen voor het hogere en drogere oosten van Nederland.

Toch zijn deze keuzes makkelijker gezegd dan gedaan. Bouwen op kwetsbare plekken is een eeuwenoude gewoonte én economisch aantrekkelijk. Gemeenten willen woningnood aanpakken, en technologische oplossingen bieden de illusie dat we het water altijd kunnen blijven temmen. Met voldoende techniek en geld zijn de grenzen van ons waterbeheer nog wel even te verleggen. Denk aan hogere dijken, nieuwe stormvloedkeringen of zelfs nieuwe kustgebieden creëren.

Verweven technologie en nieuwe kwetsbaarheden

De steeds vaker voorkomende wateroverlast in ons land is een gevolg van een opeenstapeling van factoren: hevige piekbuien, verouderde riolering, of een gebrek aan ruimte voor waterberging. Ook technologie speelt hierin een rol. Het brengt risico's in kaart, voorspelt neerslag, houdt grondwaterstanden bij, analyseert rioolcapaciteit en ondersteunt besluitvorming over ruimtelijke inrichting. Daarmee spelen technologische systemen ook indirect een rol in overwegingen wie beschermd wordt, wanneer en met welke middelen.

Net als veel andere publieke organisaties maakt de watersector steeds vaker gebruik van (big) data en AI. Het toevoegen van AI aan traditionele pompsystemen zorgt ervoor dat deze systemen energiezuiniger en effectiever inspelen op veranderende omstandigheden. Op groter schaalniveau speelt data een centrale rol. Denk bijvoorbeeld

aan de landelijke Risicokaart die gemeenten helpt om risico's voor wateroverlast of bodemdaling zichtbaar te maken.²³ Deze systemen bieden kansen, maar zijn ook gestoeld op aannames over waarschijnlijkheid, economische schade en de waarde van een locatie. Wat gebeurt er als die aannames veranderen? Technologie biedt inzicht en grip, maar introduceert ook nieuwe kwetsbaarheden. Systemen vereisen onderhoud, updates en continue bijsturing. En als er iets faalt – stroomuitval, een fout in het algoritme, uitgestelde investeringen – zijn de gevolgen groot. In een rapport over digitale besluitvorming binnen waterschappen waarschuwt The Green Land dat de inzet van algoritmes en AI zonder ethisch kader kan leiden tot nieuwe vormen van uitsluiting of ondoorzichtigheid.²⁴

De paradox is dat de huidige uitdagingen van de inrichting van het Nederlandse landschap mede voortkomt uit het succes in het indammen van water. Dijken en deltawerken bieden veiligheid, maar vormen nu ook de grenzen die flexibiliteit en veerkracht beperken. Technologie wordt vaak gepositioneerd als de route naar oplossingen, zeker in het kader van klimaatadaptatie. Daarbij domineert een hightech benadering, waarin water wordt gezien als iets dat gereguleerd, afgeschermd of gecontroleerd moet worden. Deze manier van denken vergroot de afstand tussen mens en watersysteem. Maar water is geen externe variabele. Het is nauw verweven met technologische keuzes en maatschappelijke structuren. Juist in het kader van klimaatadaptatie is het daarom waardevol om technologie niet uitsluitend als controle-instrument te benaderen, maar ook als mogelijkheid tot verbinding tussen mens en watersysteem. Dat hoeft niet per definitie grootschalig of futuristisch te zijn. Ook lowtech benaderingen, gebaseerd op lokale kennis en samenwerking met natuurlijke processen, bieden waardevolle richtingen. Denk bijvoorbeeld aan een oesterrif om de kust te beschermen, of mangroven of wilgen voor de dijk als golfbrekers. Programma's zoals Building with Nature en Ruimte voor de Rivier laten zien dat klimaatadaptatie vraagt om het heroverwegen van onze relatie met water. Minder beheersen, meer meebewegen.

De robuuste, grijze infrastructuur in Nederland, zoals dijken, dammen of sluizen, zijn zichtbaar en vormen een herkenbaar beeld in ons landschap. Onder deze fysieke laag ligt een netwerk van technologie: slimme pompen, AI-gestuurd peilbeheer, risicokaarten en modellen die bepalen waar wel of juist niet gebouwd kan worden. Deze verwevenheid van water en technologie roept een fundamentele vraag op: wat als we niet alleen investeren in bescherming, maar ook in veerkracht? In technologie die niet alleen controle biedt, maar ook ruimte maakt voor onzekerheid. Ruimte voor lokale kennis, adaptief beleid, en infrastructuur die robuust zijn, en sociaal gedragen en eerlijk verdeeld.

Once there stood a house: het water bepaalt



Afbeelding 3: *Once there stood a house*, Anne Leijdekkers, 2024

Samen met drie andere mensen neem ik plaats aan een tafel in een klein huisje met een geraamte van vurenhouten latten en muren van witte doeken. Door de brievenbus valt een brief van Rijkswaterstaat.

Die is gericht aan de bewoners van het huis, in dit geval dus aan ons. In de brief staat dat het huis binnen bepaalde tijd moet worden afgebroken om ruimte te maken voor het water. Verderop in de brief staat dat de overheid begrijpt dat dit vervelend is, maar dat ze er zijn om te helpen. We kunnen bellen naar een onderstaand nummer als we vragen hebben. Het blijft stil. Er volgen projecties op de witte muren om ons heen. Overstromingen, water dat met grote kracht huizen binnenstroomt, winkels die onder water staan. De projecties stoppen en een voor een vallen de witte doeken die onze muren voorstellen naar beneden. We zitten nu alleen nog in het vurenhouten geraamte van het huis.

Deze installatie is gemaakt door Anne Leijdekkers, zij is beeldend theatermaker en scenograaf. Op multidisciplinaire wijze onderzoekt ze de relatie tussen mensen en hun omgeving. Het observeren van die relatie, vaak ook via de ogen van een ander, zegt veel over de huidige samenleving en hoe deze verandert. In multidisciplinaire samenwerkingen brengt ze verhalen op gang die omgevingen weer actief onderdeel maken van onze denkstructuren en ons bewustzijn. In het hierboven beschreven project *Once there stood a house* verkent Leijdekkers hoe we reageren op de vraag om ruimte te maken voor iets wat zich buitenshuis afspeelt.²⁵ Ze staat hiermee aan het begin van een tweejarig onderzoeksproject waarin ze samenwerkt met verschillende partners (onder andere StrandLab en Het Watersnoodmuseum) en onderzoekt hoe Nederlanders reageren op het voorstel van een afbreekritueel. Zittend rond de tafel in het vurenhouten geraamte van het huisje, wordt ons gevraagd waar we aan denken bij het afbreken van huizen. De speculatieve brief van Rijkswaterstaat in combinatie met de beelden van de overstromingen maken sterk invoelbaar hoe het zou zijn om in zo'n positie terecht te komen. Ik vroeg mij af hoe zo'n beslissing wordt gemaakt. Een van de deelnemers met wie ik aan de tafel zit, merkt op dat zij de brief en uitspraak van Rijkswaterstaat niet accepteert: 'Wie zijn zij om dat te bepalen? Het is mijn huis. Als het water komt en mijn huis gaat daardoor kapot, dat zou ik accepteren. Het water bepaalt.'

Wat Leijdekkers in haar installatie tastbaar maakt, is geen verre toekomstvisie, maar een scenario dat steeds realistischer wordt. Het water bepaalt in toenemende mate waar we kunnen wonen, en hoe veilig en betaalbaar dat wonen is. Als samenleving staan we voor de vraag: wat doen we als het water echt ruimte opeist? Hoe beschermen we onze huizen, en wat betekent dat voor waar en hoe we bouwen in de toekomst? Het raakt hiermee aan het groot tekort aan (geschikte) woningen in Nederland. Als welvarend land kunnen we ons nog tegen het water verdedigen met het ophogen van dijken. Tegelijkertijd is het nodig om ons een toekomst voor te stellen waarin vertrekken door terugkerende wateroverlast een scenario is. In 2022 peilde Propublic in opdracht van Rijkswaterstaat hoe Nederlanders denken over waterveiligheid. Van de 1.364 Nederlanders die meededen aan het onderzoek overwoog 11 procent om te verhuizen naar een plek die niet kan overstromen.²⁶ Over het algemeen vinden Nederlanders het watermanagement een vanzelfsprekendheid. We zijn ons niet dagelijks bewust van de risico's in ons land. En ook niet van wat er moet gebeuren om ons land tegen overstromingen te (blijven) beschermen. De kunstinstallatie van Anne Leijdekkers maakt invoelbaar wat vaak onzichtbaar blijft: de dreiging van water dat vroeg of laat kan komen en de vraag wat we doen als dat de realiteit wordt. Het water bepaalt. Niet alleen waar we kunnen wonen, maar ook hoe veilig, betaalbaar en rechtvaardig die woonomgeving is. De overstromingen en funderingsproblemen die we nu als incidenten zien, zijn signalen van het huidige bouw- en waterbeheer dat in de knel komt.

Leijdekkers' onderzoek naar rituelen voor het afbreken van huizen raakt aan deze keuzes: wat als we daadwerkelijk ruimte moeten maken voor het water? Een ritueel geeft vorm aan afscheid, maar ook aan acceptatie en transitie. Het maakt zichtbaar wat vaak verborgen blijft, zoals de pijn en het verlies. Maar ook de mogelijkheid om opnieuw te beginnen, op een manier die rekening houdt met de natuur en het water. Misschien is dat precies wat we nu nodig hebben. Niet alleen ruimte om afscheid te nemen van wat verloren gaat, maar ook de moed om onze relatie met water te herzien.

1.4 De onzichtbare relaties tussen water en technologie

De bovenstaande voorbeelden verkennen verschillende relaties tussen water en technologie. Of het nu gaat om de productie en lozing van chemische stoffen in oppervlaktewater, de digitale infrastructuur die onze watervoetafdruk vergroten, of om technologische ingrepen die onze leefomgeving beschermen tegen water. Technologie is verweven met water. Deze verwevenheid kent vele gezichten: nieuwe materialen, digitale technologieën of slimme watersystemen.

Wat deze voorbeelden verbindt is dat er telkens iets onzichtbaars of indirects meespeelt. Zo wordt de impact van PFAS in het water pas zichtbaar wanneer de schade al is aangericht. En onttrekt onze spijkerbroek, avocado of smartphone water op plekken waar we zelf misschien nooit zullen komen. Ook moeten we nadenken over maatregelen voor water dat er nu nog niet is, maar misschien ooit komt. Het zijn ongrijpbare kwesties waarvan de gevolgen vaak pas op lange termijn duidelijk worden. Dat maakt het lastig om te zien wie of wat geraakt wordt en wie profiteert of bijdraagt aan het probleem. Het maakt ook moeilijk zichtbaar aan welke bredere systemen deze kwesties zijn verbonden. Technologie draagt hierin niet alleen bij aan problemen en aan oplossingen, maar ook aan wat we wel en niet kunnen zien.

Onder deze onzichtbaarheid liggen fundamentele vragen over verantwoordelijkheid, macht en ongelijkheid. In elk van de voorbeelden worden, impliciet en expliciet, afwegingen gemaakt over wat waardevol is, wie risico's draagt en wie toegang heeft tot middelen en bescherming. Zulke afwegingen gaan over rechtvaardigheid. In het volgende deel staat deze ogenschijnlijk onzichtbare onderstroom centraal en verkennen we het concept rechtvaardigheid. Hoe kunnen we, met dat concept als lens, opnieuw kijken naar de relaties tussen water, technologie en de mens?

Interview met Anouk van der Poll, initiator & curator van de Waterambassade (voorheen Embassy of Water)

Een ambassade voor water

Wat verandert er als we de systemen die water en technologie met elkaar verweven als relaties benaderen? En wat als water niet alleen wordt gemeten en beheerd, maar ook vertegenwoordigd? Anouk van der Poll onderzoekt hoe water een plek aan de beleids-tafel kan krijgen. Door het water zelf als gesprekspartner te benaderen, maakt ze ruimte voor nieuwe vormen van verantwoordelijkheid en besluitvorming. In dit interview vertelt ze over de aanleiding van haar werk, hoe zo'n gesprek met water wordt vormgegeven, en welke overwegingen onderweg naar boven komen drijven.

Hoe is de Embassy of Water ontstaan? Daarvoor moeten we een stapje terug. Tijdens mijn afstudeerjaar aan de Design Academy Eindhoven raakte ik geïnspireerd door Viktor Schauburger (1885 - 1958) een Oostenrijkse boswachter en uitvinder. Hij had zo'n andere kijk op water dan het gangbare 'water is H₂O'. In zijn ogen is water een levend element dat zichzelf vitaal. Dat idee liet me niet meer los.

Wat sprak je zo aan in zijn visie? Volgens Schauburger is water een levend element, dat zichzelf, door middel van wervelingen en draaikolken gezond en vitaal kan houden. Hij voorspelde dat door ontbossing en technische ingrepen, de watercyclus volledig uit balans zou raken, met als gevolg droogte, heftige buien en overstromingen, bosbranden en verwoestijning.

Hoe werd deze visie een ambassade voor water? Wat is het doel van zo'n Embassy? Na mijn afstuderen bleef de wens 'iets met water' te doen steeds aanwezig. Toen Dutch Design Foundation in 2017 begon met de World Design Embassies, wist ik meteen: hier wil ik een Embassy of Water aan toevoegen. Het idee is om ontwerpers en partijen samen te brengen rond grote maatschappelijke thema's, zoals gezondheid, voedsel, mobiliteit en water. In de Embassy of Water kwamen alle lokale waterketenpartners samen. We kozen een gezamenlijk water-vraagstuk, koppelden daar ontwerpers aan en presenteerden de resultaten tijdens Dutch Design Week (DDW). Die week gebruikten we ook om in gesprek te gaan met bestuurders, waterprofessionals en ondernemers.

Hoe ontwikkelde het programma zich in die eerste jaren? In 2018 zijn we begonnen met een eerste verkenning. Welke problemen zijn er eigenlijk precies? Ik kwam in een wereld terecht waar de 'watertransitie' net in gang was gezet. Nederland, kampioen afvoeren, moest water gaan vasthouden. Want ja, er was wel eens flinke wateroverlast, maar droogte bleek een veel groter probleem. Ik vond het mooi en hoopgevend om te zien dat er voor oplossingen naar de natuur werd gekeken. Nature Based Solutions, Building with Nature projecten, Ruimte voor de Rivier en de Flowform vispassage van het waterschap liet ik zien in de eerste Embassy of Water expositie tijdens Dutch Design Week van 2018.

Toch merkte ik dat we water vooral vanuit een mensgerichte blik benaderden, met snelle technische oplossingen. Ik had het gevoel dat we iets fundamenteel anders nodig hadden. Daarom stelde ik voor om water zelf aan tafel te zetten.

Hoe doe je dat, water een stem geven? We nodigden een externe expert uit die als ‘Stem van Water’ meedeed aan het designtraject. Zo praatten we niet langer óver water, maar mét water. Dat was eerst onwennig, ook voor de eerste Stem van Water, Cees Kamp. Hij stelde de vraag: ‘Hoe verklank ik water?’ Zijn reflectie op onze taal maakte veel los. Wij benoemen water als object, terwijl er ook talen zijn waarin water als ‘oeverend’ wordt beschreven. Als een beweging, geen ding.

Wat deed dat inzicht met jullie? Het besef dat we water behandelen als een product, was een eyeopener. Dat wilden we helemaal niet. Onze tweede Stem van Water, natuurfilosoof Matthijs Schouten, nam ons mee terug in de geschiedenis. Het ging volgens hem in de klassieke oudheid al mis: ‘Filosofen bedachten dat alles in deze wereld er was om de mens, het enige wezen met verstand, volgens hen, te dienen.’ Dat denken zit nog steeds diep.

Wat wil je daar tegenover zetten? Een wederkerige relatie. In 2021 sprak Matthijs, als Water, de DDW-bezoekers toe en zei: ‘De enige manier waarop we een duurzame toekomst kunnen creëren, is door onze relatie met de natuur volledig te herzien.’ Dat zette ontwerpers aan het denken. Axel Coumans en Fides Lapidaire maakten bijvoorbeeld de Mensput/Wensput: een installatie waarin bezoekers namens water een wens doen. Wat zou water wensen? Het gaat ook om de woorden die we gebruiken, om taalgebruik. Zo bevroegen we of we in plaats van ‘nemen’, water kunnen ‘lenen’ uit de kringloop. En in plaats van ‘lozen’, water ‘schoon teruggeven’. Alsof je een boek leent, dat respectvol behandelt en ook dankjewel zegt als je het teruggeeft. Als we dit soort woorden in beleidsstukken kunnen opnemen, maken we al een heel verschil.

Waar komt dit denken concreet samen? In nieuwbouw kunnen we voor water al veel verbeteren door alleen al geen drinkwater meer te gebruiken voor toiletspoeling. Dat was de aanleiding om de focus te leggen op bouwprocessen. We vroegen ons af: ‘Hoe kunnen we zorgen dat de miljoen woningen die erbij komen in Nederland een positieve bijdrage leveren aan het watersysteem?’ Samen met ontwerpster Chiara Treglia (tini studio) ontwikkelden we speciaal voor bouwbedrijven en woningcorporaties de Stem van Water Toolkit. Met die Toolkit kunnen zij water als stakeholder betrekken en rekening houden met de wensen en het welzijn van water bij nieuwe woningen ontwikkelen en bouwen.

Wat doet de Toolkit precies? De Toolkit helpt niet alleen om water aan tafel te zetten, maar zorgt ook dat alle waterketenpartners vooraan in het proces met elkaar aan tafel zitten. Zodat ze, met water op de eerste plaats, een gezamenlijke visie kunnen ontwikkelen die de basis is voor de nieuwe wijk. Er ontstaat een ander gesprek. Dit zogenoemde regeneratief ontwerpen is niet een methode, er zijn geen hokjes die je kunt afvinken. Het gaat erom dat er anders wordt gekeken naar water. Dat er wordt geluisterd naar water. Hier wordt water echt sturend.

Wat is de huidige status van de Embassy of Water en wat zijn jullie toekomstplannen? Het World Design Embassies programma van Dutch Design Foundation krijgt na ruim zeven jaar een andere vorm, waarbij vraaggestuurd werken in Co/Labs centraal gaat staan. Daarom gaan we vanuit de Embassy of Water met de vaste kernpartners nu zelfstandig verder als Waterambassade. Waterschap De Dommel, gemeente Eindhoven en provincie Noord-Brabant vormen de basis. Projectpartners Rijkswaterstaat

en Brabant Water haken aan bij specifieke vraagstukken, waarbij we tevens samenwerken met bouwbedrijven en waterbedrijven. In samenwerking met Dutch Design Foundation starten we een Co/Lab, een nieuw ontwerp-traject waarbij we een vraag centraal stellen, namelijk ‘What if... feeling connected to water changed the way we build our cities?’

Ergens wéten we wel dat we onderdeel zijn van de natuur, maar er zit een flinke kloof tussen weten (in het hoofd) en ervaren (in het hart). Vanuit dit Co/Lab gaan we op zoek naar een werkwijze of een ontwerp, dat mensen in staat stelt die verbondenheid met water, met natuur, te ervaren. Zo kunnen we uiteindelijk regeneratieve steden creëren vanuit een diep gevoel van verbondenheid met water.

Wat hoop je dat dit teweegbrengt? Als we eenmaal weer doorvoelen wat het is om onderdeel te zijn van natuur, dan kunnen we op een hele nieuwe manier gaan ontwerpen. We gaan ‘ontwerpen als natuur’. Het gaat erom dat we water zijn natuurlijke vorm teruggeven of laten behouden. Spiraalvormige bewegingen, meanderen. Maak het zichtbaar, laat water zien in de woning, in zijn natuurlijke vorm. In plaats van vierkante dozen met techniek, verborgen in de kelder, zoeken wij naar natuurlijke vormen, waarin water vrij kan bewegen, kan ademen, zichzelf kan zijn. Vorm, temperatuur, beweging, materiaalkeuzes, alles is van invloed. We kunnen op zo’n manier ontwerpen dat water ook in een huis, in een gebouw, in een stad, kan bewegen volgens zijn natuurlijke staat.

En wat brengt het jou persoonlijk? Wat ik ook heb gemerkt, deze afgelopen zeven jaar, is dat samenwerken met water, co-creatie met water, je veel over jezelf leert. Water is als een spiegel. Het leert me wie ik ben. Wie ik wil zijn. Ik heb geleerd om water vragen te stellen. De antwoorden komen vanuit mijn diepste zelf. Het is dankbaar werk, om je bezig te mogen houden met water.

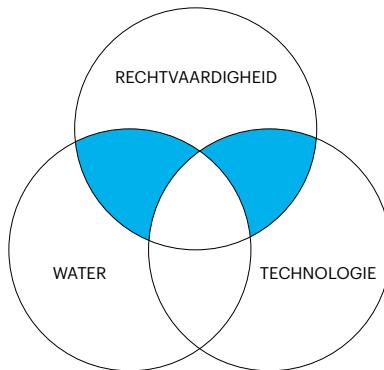
It matters
stories
work
what v
make s

ers what
s make
lds,
worlds
stories.

– Donna J. Haraway



Deel 2: Rechtvaardigheid en waterrechtvaardigheid



Water beweegt zich door allerlei lagen in de onze samenleving: van huishoudens en landbouwgronden tot industrie en digitale infrastructuren. Het is daardoor onderdeel van economische, politieke, sociale en technologische systemen. Water is overal om ons heen, tegelijkertijd blijft het vaak onzichtbaar. We draaien de kraan open zonder na te denken over de lange reis die het water heeft afgelegd. We vertrouwen op dijken en dammen zonder stil te staan bij de keuzes die bepalen wie beschermd wordt en wie niet. We zien meren en rivieren opdrogen zonder de verborgen structuren te zien die dat veroorzaken. Achter deze onzichtbaarheid en de onderlinge relaties van de verschillende systemen, schuilen grote vragen over rechtvaardigheid. Wie bepaalt hoe water wordt verdeeld? Wie draagt de lasten van vervuiling, overstroming of verdroging? En wiens stem wordt gehoord in de besluitvorming?

In dit deel staat het concept rechtvaardigheid centraal, met aandacht voor de complexiteit die daarin besloten ligt. Vervolgens wordt verkend hoe dit concept vormgeeft aan waterrechtvaardigheid, en bekijken door die bril de onzichtbare structuren binnen de

drie thema's uit het vorige deel: watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast. Ook de rol van technologie komt daarbij in beeld. Technologische oplossingen en innovaties worden ontworpen vanuit bepaalde waarden en beïnvloeden wie zeggenschap heeft, wie profiteert en wie buitenspel blijft. Door rechtvaardigheid als uitgangspunt te nemen, wordt zichtbaar hoe technologische keuzes samenhangen met bredere machtsstructuren en hoe ze relaties tussen mensen, water en ecosystemen vormgeven.

2.1 Rechtvaardigheid: een complex en gelaagd concept

Rechtvaardigheid lijkt op het eerste gezicht een vanzelfsprekend uitgangspunt: eerlijkheid, gelijke kansen en bescherming voor iedereen. Maar dit begrip is niet zo simpel als het lijkt. Erachter schuilt een complexe en gelaagde werkelijkheid. Wat als rechtvaardig wordt gezien verschilt namelijk per situatie, context en perspectief.

Er bestaan veel verschillende principes voor rechtvaardigheid en ze overlappen soms ook. Drie rechtvaardigheidsprincipes worden breed geaccepteerd in het academische veld, en zijn ook overgenomen in beleid en bestuur: verdelende rechtvaardigheid, procedurele rechtvaardigheid en erkennende rechtvaardigheid. Verdelende rechtvaardigheid gaat over de vraag hoe baten en lasten eerlijk worden verdeeld. Procedurele rechtvaardigheid richt zich op eerlijke besluitvorming en wie daarin wel of niet betrokken zijn. Erkennende rechtvaardigheid draait om het serieus nemen van verschillende perspectieven, leefwijzen en vormen van kennis, en om het erkennen van wie vaak buiten beeld blijft. Aanvullende principes zijn onder meer intergenerationele rechtvaardigheid en corrigerende/herstellende rechtvaardigheid. Maar hoe je deze principes ziet, hangt bijvoorbeeld af van je politieke perspectief.

Gaat rechtvaardigheid over plichten of over uitkomsten?

In de politieke filosofie bestaan verschillende ideeën over wat rechtvaardigheid precies betekent. Die ideeën zijn grotendeels terug te voeren op twee belangrijke denkrichtingen: deontologie en consequentialisme. Deontologie gaat over plichten, over wat mensen wel of niet zouden moeten doen, ongeacht het resultaat. Consequentialisme kijkt juist naar de uitkomsten van keuzes: wat levert uiteindelijk het meeste welzijn op?

Deze denkrichtingen hebben geleid tot drie politieke perspectieven op bijvoorbeeld verdelende rechtvaardigheid: libertarisme, liberaal-egalitarisme (deze vallen onder deontologie) en utilitarisme (consequentialisme). De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) publiceerde de Working Paper *Verdelende rechtvaardigheid in klimaatbeleid* waarin die politieke perspectieven worden uitgelegd.¹ Libertarisme stelt dat mensen vooral anderen niet mogen schaden. Vanuit dit perspectief heeft de overheid vooral de taak om die plichten te beschermen, bijvoorbeeld via eigendomsrechten. Anderen actief helpen wordt in het libertarisme niet als overheidstaak gezien. Deze stroming kent ook twee opvattingen over hoe natuurlijke hulpbronnen, zoals water, verdeeld moeten worden. Rechts-libertariërs vinden dat deze hulpbronnen kunnen worden toegeëigend door wie ze als eerste gebruikt ('wie het eerst komt, wie het eerst maalt'). Links-libertariërs daarentegen pleiten voor een gelijke verdeling van hulpbronnen. Bij het liberaal-egalitarisme staat ook het principe centraal dat je anderen niet mag schaden, maar is het daarnaast belangrijk dat je de verantwoordelijkheid draagt om kwetsbare groepen te ondersteunen. In het utilitarisme draait alles om het vergroten van het totale welzijn of geluk. Deze stroming hecht geen betekenis aan negatieve of positieve plichten naar elkaar toe. Vanuit utilitaristisch perspectief is herverdeling van rijk naar arm rechtvaardig, omdat het totale welzijn daardoor toeneemt. Extra middelen leveren meer op voor wie weinig heeft dan voor wie al veel bezit.

Elk van deze denkrichtingen legt andere accenten. De één benadrukt rechten en plichten, de ander focust op draagvlak of op verdelings-effecten meten. Dat maakt rechtvaardigheid niet alleen veelzijdig, maar ook ingewikkeld. Verschillende belangen en perspectieven kunnen zowel naast elkaar als tegenover elkaar komen te staan. Beide belangen kunnen rechtvaardig zijn voor verschillende uitkomsten, maar kunnen ook onrechtvaardig voelen.

Expliciete keuzes nodig bij toepassen rechtvaardigheid

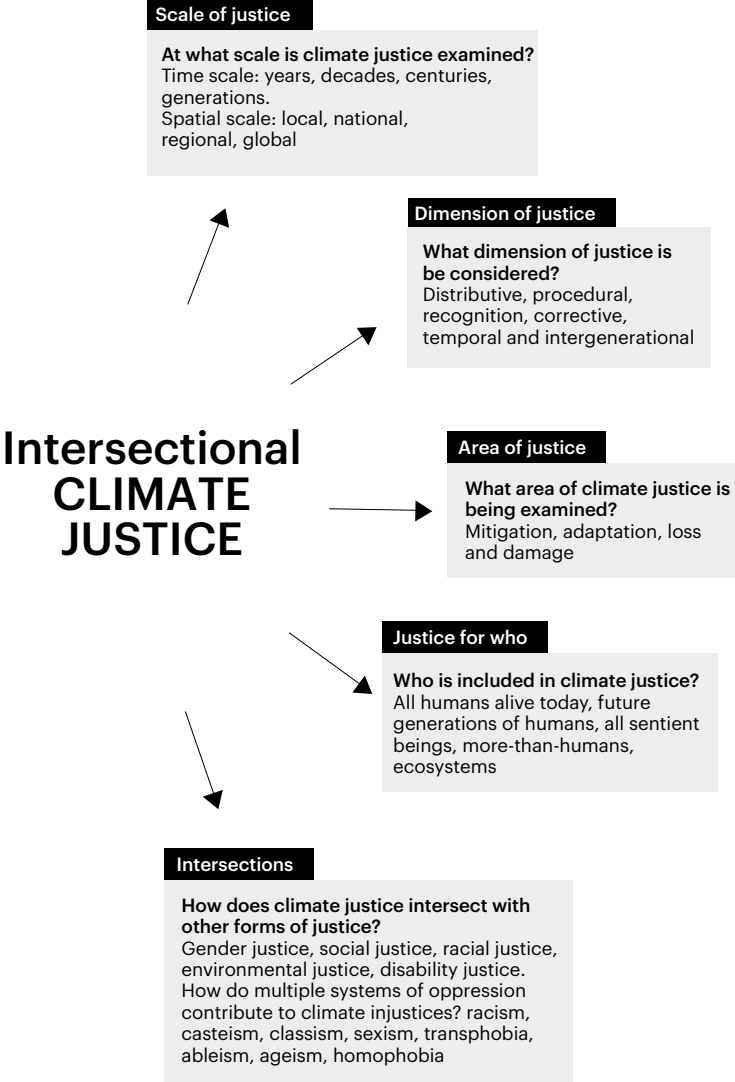
In haar promotieonderzoek naar het integreren van rechtvaardigheid in klimaatadaptatie en watermanagement voor de lange termijn noemt Lieke Brackel ook dat rechtvaardigheid een concept is dat vele facetten kent. En hoewel ze allemaal relevant zijn om (on)rechtvaardigheid te beschrijven, bestaat het risico dat termen als ‘verdelende rechtvaardigheid’, ‘procedurele rechtvaardigheid’, en ‘erkennende rechtvaardigheid’ lege termen worden. Het is belangrijk om keuzes te maken en expliciet te zijn over wat er precies verdeeld moet worden. Gaat het bijvoorbeeld om kosten, specifieke middelen, verantwoordelijkheden of risico’s die verdeeld worden?² Dit wordt ook wel de *currency of justice* genoemd.³ Oftewel, waar passen we die rechtvaardigheidsprincipes op toe? Twee benaderingen spelen hierbij een rol: de *primary goods approach* en de *capability approach*.

De *primary goods approach* richt zich op een gelijke verdeling van basisgoederen zoals rechten, vrijheden, inkomen en welvaart. Deze benadering gaat ervan uit dat iedereen baat heeft bij dezelfde middelen. De *capability approach* stelt dat die benadering onvolgende is, omdat mensen verschillend zijn in hun mogelijkheden om deze middelen daadwerkelijk te benutten. Volgens de *capability approach* gaat rechtvaardigheid niet alleen over wat mensen krijgen, maar over wat ze ermee kunnen doen. Dit hangt af van persoonlijke factoren, zoals vaardigheden en gezondheid, en externe omstandigheden, zoals wetten, sociale normen en infrastructuur. In de context van water en klimaatrisico’s betekent dat bijvoorbeeld waarschuwingssystemen voor overstromingen niet alleen beschikbaar moeten

zijn, maar ook effectief bruikbaar moeten zijn voor diverse bevolkingsgroepen, rekening houdend met taal, toegankelijkheid en sociale omstandigheden.⁴ Het systeem zou dus zowel visuele, als geluidswaarschuwingen moeten geven en in verschillende talen en op verschillende kanalen te ontvangen zijn.

Houvast: vijf aspecten van klimaatrechtvaardigheid

Rechtvaardigheid is een complex concept dat per situatie en context ook anders is. Dat er verschillende richtingen te bewandelen zijn, betekent ook dat er verschillende keuzes te maken zijn. Rechtvaardigheid is geen neutraal gegeven. Er is niet een tool of meting te verzinnen waar altijd een rechtvaardig antwoord uitrolt. Welke keuzes worden gemaakt, hangt af van het perspectief dat wordt gehanteerd en maakt deel uit van een voortdurend proces van bijstellen. Om houvast te bieden in deze complexiteit, wordt in dit deel uitgegaan van het conceptuele kader van Parsons et al. (2024).⁵ Deze onderzoeksgroep bracht in kaart welke aspecten van klimaatrechtvaardigheid zijn besproken in (wetenschappelijke) publicaties en literatuur tussen 1997 en 2021. Daaruit komen vijf belangrijke aspecten van klimaatrechtvaardigheid. Samen bieden die een holistisch overzicht om de relaties tussen mens, water en technologie te duiden.



Afbeelding 4: Intersectional Climate Justice Conceptual Framework
(Parsons et al., 2024)

Schaal / Scale of justice

Het eerste aspect is de schaal van rechtvaardigheid, die zowel in tijd (van weken tot generaties) als ruimtelijk (van lokaal tot wereldwijd) wordt uitgesplitst.

Principes / Dimension of justice

Het tweede aspect omvat de verschillende principes van rechtvaardigheid: verdelende rechtvaardigheid, procedurele rechtvaardigheid, erkennende rechtvaardigheid, intergenerationele rechtvaardigheid en corrigerende rechtvaardigheid.

Verdelende rechtvaardigheid verwijst naar de eerlijke verdeling van goederen in de samenleving. Hierbij gaat het om goederen in de breedste zin, dus niet alleen concrete materiële goederen, maar ook bijvoorbeeld risico's of kansen.⁶ Dit principe speelt niet alleen een rol in klimaatbeleid, maar ook in domeinen zoals sociale zekerheid, zorg en inkomenspolitiek.⁷ Bij klimaatrechtvaardigheid richt verdelende rechtvaardigheid zich specifiek op de verdeling van milieubaten en -lasten, met extra aandacht voor gemarginaliseerde en kwetsbare groepen die onevenredig worden getroffen door klimaatverandering en milieuproblemen.⁸ Er zijn verschillende perspectieven op welk type verdeling het beste is.⁹

Procedurele rechtvaardigheid gaat over eerlijke en inclusieve besluitvormingsprocessen en speelt een belangrijke rol in de democratie, het recht en het openbaar bestuur.¹⁰ Het verwijst naar gelijke kansen voor alle belanghebbenden om invloed uit te oefenen op het besluitvormingsproces. En naar een zorgvuldige afweging van alle belangen in de uiteindelijke uitkomst.^{11, 12} Dat vraagt om eerlijke inspraak, transparante besluitvormingsprocessen en rechtspraak, en de toegang tot middelen en mogelijkheden om besluiten aan te vechten. In de context van bijvoorbeeld klimaatbeleid of waterbeheer betekent dit dat alle belanghebbenden een stem krijgen in processen die hen raken. Erkennende rechtvaardigheid gaat over verschillende identiteiten, waarden en belangen binnen een samenleving erkennen en

respecteren, met speciale aandacht voor minderheidsgroepen en gemarginaliseerde gemeenschappen. Dat gaat om de representatie in beleid en besluitvorming én om de erkenning van historische onrechtvaardigheden en structurele machtsverhoudingen. Volgens Parsons et al. betekent het ook dat diverse kennisvormen, zoals Inheemse en lokale kennis, serieus worden genomen en dat de rechten van niet-menselijke entiteiten worden erkend.¹³ Daarnaast vraagt erkennende rechtvaardigheid om aandacht voor onzichtbaar en onbetaald werk, zoals zorgarbeid, en benadrukt het de noodzaak dat onderzoek en beleid de diversiteit van sociale groepen weerspiegelen. Dit perspectief onderstreept dat rechtvaardigheid niet alleen gaat over verdeling of compensatie, maar ook over hoe groepen en hun leefwijzen worden gewaardeerd en betrokken in maatschappelijke transitie.

Intergenerationele rechtvaardigheid richt zich op de gezondheid en het welzijn van zowel huidige als toekomstige generaties waarborgen. Dit concept erkent daarbij ook dat verschillende culturen anders omgaan met tijd. Waar tijd in westerse contexten vaak lineair wordt benaderd, zien veel Inheemse gemeenschappen tijd juist als cyclisch of spiraalvormig.¹⁴ Intergenerationele rechtvaardigheid omvat bijvoorbeeld de afweging van de volgorde en intensiteit van klimaatmaatregelen om op lange termijn eerlijke en duurzame uitkomsten te bereiken. Dit principe benadrukt dat er geen eindpunt is, maar een voortdurend proces waarin afwegingen worden gemaakt.

Corrigerende rechtvaardigheid richt zich op historische onrechtvaardigheden herstellen met excuses, herstelbetalingen en financiële compensatie, met een sterke nadruk op historische verantwoordelijkheid. Dit principe overlapt deels met het principe verdelende rechtvaardigheid. Daarnaast vraagt het om een kritische blik op bestaande ongelijkheden binnen landen, waarbij specifiek aandacht wordt besteed aan hoe historische onrechtvaardigheden nog steeds leiden tot een onevenredige impact op bepaalde groepen of gemeenschappen.

Domeinen / Area of justice

Als derde aspect wordt het toepassingsgebied van rechtvaardigheid behandeld. Binnen klimaatrechtvaardigheid zijn er drie kern-domeinen: klimaatmitigatie, klimaatadaptatie en klimaatschade. Hoewel deze termen in beleidscontexten vaak afzonderlijk worden benoemd, vallen ze op veel plekken onder de bredere noemer ‘klimaatbeleid’. Toch is het belangrijk om te onderscheiden onder welk domein een bepaalde kwestie valt, omdat er verschillende afwegingen per domein te maken zijn. Dit helpt om de totale omvang en samenhang van bijvoorbeeld klimaatgerelateerde kosten en bestuur- of beleidsinstrumenten beter te overzien, in plaats van slechts één component te beschouwen.

De WRR benadrukt deze uitsplitsing in het rapport ‘Rechtvaardigheid in klimaatbeleid’ en stelt dat die steeds relevanter wordt naarmate de gevolgen van klimaatverandering zichtbaarder worden en de kosten van klimaatschade oplopen.¹⁵ In het rapport worden de verschillende termen als volgt uitgelegd. Mitigatie richt zich op klimaatverandering beperken, bijvoorbeeld door de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen te verminderen via duurzame energiebronnen of woning-isolatie. Adaptatie draait om het aanpassen aan de gevolgen van klimaatverandering, zoals dijken verhogen of stedelijke gebieden hittebestendig maken. Klimaatschade betreft het herstellen en compenseren van schade door bijvoorbeeld overstromingen, zoals de infrastructuur repareren, mislukte oogsten vergoeden of particuliere schade aan woningen herstellen.

Voor wie / Justice for who

Het vierde aspect stelt de vraag: rechtvaardigheid voor wie? Rechtvaardigheidsvraagstukken richten zich vaak op mensen en minder op ecosystemen. In de context van waterbeheer zouden we bijvoorbeeld kunnen overwegen wat een rivier ‘zelf zou willen’. Initiatieven zoals De Ambassade van de Noordzee pleiten voor het erkennen van de stem van water. Sommige rivieren hebben elders al juridische persoonsrechten gekregen. Een bekend voorbeeld is de

Te Awa Tupua-rivier (ook bekend als de Whanganui-rivier) in Nieuw-Zeeland. In 2017 werd deze rivier als eerste rivier ter wereld aangemerkt als rechtspersoon na een decennialange strijd van de Maori-stam. Sindsdien kunnen voogden van de rivier andere partijen voor de rechter dagen, mochten deze het welzijn van de rivier schaden.¹⁶ De Maori hebben een speciale uitdrukking voor hun band met de rivier: *‘Ko au te awa, ko te awa ko au’*. Het betekent ‘ik ben de rivier, de rivier ben ik’.¹⁷ Er is geen onderscheid tussen, maar juist een sterke culturele, sociale en spirituele verbinding. Sinds de toekenning wordt er anders met de rivier omgegaan en is de rivier nog nooit zo schoon geweest. Deze juridische constructie is minder ongebruikelijk dan het lijkt: bedrijven kunnen ook rechtspersonen zijn, met rechten en plichten. Dat is hetzelfde principe. Na de Te Awa Tupua-rivier kregen andere wateren en ecosystemen ook juridische rechten. In Europa is de Spaanse lagune Mar Menor het bekendste voorbeeld. Dit ecosysteem kreeg in 2022 een rechtspersoonlijkheid. In Nederland zijn er groepen die pleiten om het Waddengebied of de Veluwe als rechtspersoon aan te duiden.

Samenhang / Intersections

Als vijfde aspect benadrukt dit kader de samenhang tussen klimaat-rechtvaardigheid en andere vormen van rechtvaardigheid, zoals genderrechtvaardigheid. Genderaspecten worden volgens Neelke Doorn vaak over het hoofd gezien in (globaal) waterbeheer.¹⁸ Vrouwen en meisjes worden wereldwijd onevenredig getroffen door watertekorten en gebrekkige sanitaire voorzieningen. Zij dragen vaak de verantwoordelijkheid voor water halen, wat hun onderwijs- en arbeidskansen belemmert. Daarnaast lopen ze door slechte sanitaire voorzieningen een verhoogd risico op gezondheidsproblemen en gendergerelateerd geweld. Ook bij natuurrampen, zoals overstromingen, blijken sociale beperkingen hen extra kwetsbaar te maken. Hygiëne en gezondheid zijn dus direct gelinkt aan onze watersystemen en bronnen.

Rechtvaardigheid is een voortdurend dynamisch proces

De verschillende aspecten en principes van rechtvaardigheid laten de veelzijdigheid en gelaagdheid zien van dat concept. Het laat zich moeilijk vangen in één enkele definitie. Zoals Brackel stelt, is het niet alleen belangrijk om rechtvaardigheid na te streven, maar ook om zichtbaar te maken waar het over gaat: wat wordt er precies verdeeld, wie krijgt een stem in de besluitvorming, en wiens perspectieven en kennis worden erkend? Op deze manier kunnen de verschillende principes van rechtvaardigheid als lenzen fungeren om bredere vraagstukken rondom macht, verantwoordelijkheid en ongelijkheid te bekijken.

Rechtvaardigheid is vaak gericht op het nu of de nabije toekomst, maar het concept is ook verbonden aan erfenissen uit het verleden en aan de lange termijn, zoals de principes intergenerationele en corrigerende rechtvaardigheid laten zien. Bovendien kunnen rechtvaardigheidsprincipes sterk verschillen per context. Wat een rechtvaardig klimaatbeleid is, kan er anders uitzien in sociaal beleid of in ruimtelijke of ecologische context. Rechtvaardigheid is dus geen vaststaand gegeven, maar een voortdurend dynamisch proces van afwegen en aanpassen, waarbij transparantie en inclusiviteit centraal staan.

2.2 Waterrechtvaardigheid: water rechtvaardig verdelen, beheren en beschermen

Deze paragraaf gaat over hoe de principes van rechtvaardigheid doorwerken in de context van waterrechtvaardigheid. Wat betekent dit voor de manier waarop we water verdelen, beheren en beschermen.

Waterrechtvaardigheid gaat verder dan enkel toegang tot schoon drinkwater of bescherming tegen overstromingen. Het vraagt om een bredere maatschappelijke en structurele blik: hoe worden de lasten van klimaatschade verdeeld? Wie bepaalt hoe water wordt ingezet? Welke stemmen en perspectieven worden meegenomen in de besluitvorming? En hoe wordt de culturele en spirituele betekenis

van water erkend? Deze vragen worden steeds belangrijker in een toekomst waarin schoon kraanwater niet altijd zo vanzelfsprekend meer is, conflicten over watergebruik en toegang tot water toenemen en zowel overstromingen als uitdrogingen steeds vaker voorkomen. Waterbeheer raakt niet alleen menselijke gemeenschappen, maar ook ecosystemen, toekomstige generaties en de bredere systemen waar water een rol in speelt. Aan de hand van de drie thema's watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast, worden de gevolgen verkend van maatschappelijke keuzes en hoe die samenhangen met bredere rechtvaardigheidsvraagstukken.

Watervervuiling: de eenzijdige focus van technologie

De onzichtbare impact van technologie in onze wateren illustreert hoe chemische vervuiling vaak pas wordt opgemerkt wanneer de schade al is aangericht. 'Je zag niks van de PFAS, je rook niks, je proefde niks. Dus men dacht: het zal wel meevallen', luidt een treffende observatie van Joop Keesmaat en Kees van der Hel. Zij zijn de oprichters van actiegroep Gezondheid Vóór Alles in reactie op de vervuiling rondom de fabriek in Dordrecht.¹⁹ Deze onzichtbaarheid maakt het lastig om de langetermijngevolgen van nieuwe entiteiten te overzien, terwijl deze stoffen ondertussen ongestoord het milieu, onze wateren en onze lichamen binnendringen.

De kern van het probleem ligt in de indirecte werking van technologie. Chemische stoffen zoals PFAS worden ontwikkeld om ons leven makkelijker te maken, denk aan de vetafstotende pannen en waterafstotende kleding. Maar er wordt onvoldoende stilgestaan bij de langetermijngevolgen. Wanneer een verbinding zoals PFOA verboden wordt vanwege schadelijke effecten, wordt simpelweg een nieuwe chemische variant ontwikkeld. Al deze nieuwe stoffen op veiligheid testen is voor wetenschappers nauwelijks bij te houden. Hierdoor blijft de productie doorgaan volgens het principe *innocent until proven guilty*, in plaats van *guilty until proven innocent*.²⁰ Dit stelt ecosystemen en toekomstige generaties bloot aan een stroom van potentiële risico's.

De gevolgen van deze aanpak worden wel steeds zichtbaarder. In de Westerschelde krijgen vissen huidkanker of veranderen van geslacht, omdat chemische stoffen in hun lichamen als hormonen fungeren.²¹ Dit roept een belangrijke vraag op. Hoe bepalen we wat rechtvaardig is als het gaat om de impact van chemische stoffen? Regelgeving zoals de normen van het RIVM of uit de KRW voor de waardes van chemische stoffen in drinkwater of oppervlaktewater, richt zich vooral op het minimaliseren van risico's voor mensen. Maar wat betekent dit voor de biodiversiteit? Is het rechtvaardig dat vissen van geslacht veranderen of ziek worden door dezelfde stoffen die wij als veilig voor menselijke consumptie beschouwen? Deze blinde vlek in onze benadering wordt ook duidelijk in de discussie rond medicijnresten in afvalwater. Aanvankelijk lag de focus op de impact hiervan op drinkwaterbronnen, terwijl de effecten op aquatische ecosystemen grotendeels werden genegeerd.²² Dit gebrek aan aandacht voor het bredere ecologische plaatje benadrukt de eenzijdige focus van technologie. Die dient vooral menselijke behoeften, zonder de gevolgen voor andere levende systemen voldoende mee te nemen.

Een andere dimensie van dit probleem ligt in de machtsstructuren die technologische ontwikkeling vormgeven. Chemiebedrijven zoals Chemours, die verantwoordelijk zijn voor een groot deel van de PFAS-vervuiling, investeren nu in geavanceerde waterzuiveringstechnologieën zoals membraanzuivering.²³ Deze technologieën zijn effectief, maar extreem kostbaar. De rekening schuift vaak door naar degene die het water gebruikt: de consument. Terwijl de vervuiler financieel profiteert van het oplossen van een probleem dat zij zelf hebben gecreëerd, worden de lasten onevenredig verdeeld.

Waternvervuiling raakt meerdere dimensies van rechtvaardigheid. Verdelende rechtvaardigheid speelt een rol in de vraag wie de lasten draagt van chemische vervuiling en wie profiteert van de opbrengsten. Procedurele rechtvaardigheid is in het geding wanneer besluitvorming over chemische stoffen onvoldoende transparant of inclusief is, waardoor stemmen van omwonenden, gemeenschappen

en ecosystemen nauwelijks worden gehoord. Intergenerationele rechtvaardigheid dringt zich op waar schadelijke stoffen zich opstapelen in de bodem, het water en het lichaam, met effecten die pas na jaren of generaties zichtbaar worden. Ook de schaal en samenhang zijn wezenlijk: vervuiling begint vaak lokaal, zoals rond een fabriek, maar verspreidt zich via rivieren en ecosystemen en raakt gezondheid, leefomgeving en biodiversiteit op bredere schaal.

Een rechtvaardige benadering zou niet alleen moeten gaan over schade beheersen, maar ook over vervuiling voorkomen en herzien hoe we technologie en chemie reguleren. In plaats van een systeem waarin nieuwe stoffen pas als schadelijk worden erkend na decennia van onderzoek en juridische strijd, is een proactieve benadering nodig waarin voorzorg en ecologische impact centraal staan.

Waterverbruik: diffuse verantwoordelijkheden

Virtueel water maakt de impact van onze keuzes zichtbaar op plaatsen die vaak buiten ons blikveld liggen. Of het nu gaat om meren die opdrogen, zoals het Aralmeer door katoenteelt, of de steeds groter wordende waterbehoefte van datacenters door een groeiende afhankelijkheid van digitale toepassingen zoals AI. Het heeft indirecte, verborgen gevolgen voor mensen en ecosystemen. De onzichtbaarheid van watergebruik maakt het lastig om de volledige effecten van onze consumptie, productieketens en technologie te doorgronden. Toch ligt in deze onzichtbaarheid juist de kern van een belangrijke vraag over waterrechtvaardigheid: wie draagt de verantwoordelijkheid om het beschikbare water te beheren en verdelen? Virtueel waterverbruik maakt de verantwoordelijkheid gedistribueerd en diffuus. Consumenten, bedrijven en beleidsmakers dragen allemaal een deel van die verantwoordelijkheid.

We bevinden ons in een systeem waarin water vaak wordt gereduceerd tot een economische rekensom. Daardoor worden landen en gemeenschappen met schaarse waterbronnen disproportioneel zwaar belast, terwijl andere landen de voordelen plukken van

hun natuurlijke hulpbronnen. De manier waarop we water gebruiken is vaak gebaseerd op kortetermijnwinsten in plaats van langetermijnrechtvaardigheid. We zouden dus anders naar onze verantwoordelijkheden moeten gaan kijken. Ook de indirecte implicaties van technologie benadrukken de noodzaak om water anders te bekijken. Datacenters, essentieel voor ons digitale leven, laten zien hoe technologie onze watervoetafdruk vergroot op momenten dat de vraag naar drinkwater al piekt door droogte en klimaatverandering. De uitdaging is om niet alleen deze groeiende druk te beheersen, maar ook water eerlijk te verdelen. Kunnen we technologie vormgeven die minder beslag legt op natuurlijke hulpbronnen? En hoe verdelen we waterbronnen eerlijk, zowel regionaal als wereldwijd? Kunnen we erkennen dat water ons niet alleen verbindt, maar ook onze gedeelde verantwoordelijkheid vormt?

De rechtvaardigheidsvraag rondom virtueel water ligt dus in de manier waarop verantwoordelijkheid wordt verdeeld. Naast virtueel waterverbruik is er ook sprake van waterroof (*water grabbing*), waarbij bedrijven of staten actief lokale waterbronnen opeisen en de rechten van gemeenschappen schenden. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij de privatisering van watervoorraden, waarbij multinationals grond en waterbronnen overnemen voor commerciële landbouw of industriële productie. In tegenstelling tot virtueel water, waarbij de impact vooral via ketens verspreid is, is waterroof een directe ontneming van rechten. Dit maakt de machtsverhoudingen explicieter: wie het kapitaal heeft, bepaalt wie toegang tot water krijgt.

Virtueel waterverbruik en waterroof raken fundamentele vragen van verdelende rechtvaardigheid: wie draagt de lasten van watergebruik, wie profiteert ervan, wie is verantwoordelijk en hoe eerlijk worden waterbronnen verdeeld, zowel lokaal als wereldwijd? Procedurele rechtvaardigheid speelt een rol wanneer gemeenschappen nauwelijks invloed hebben op besluiten die hun toegang tot water bepalen. Daarnaast laat virtueel waterverbruik zien hoe structurele machtsverhoudingen in stand blijven. Grote bedrijven putten

lokale waterbronnen uit voor producten die elders worden geconsumeerd, terwijl de gevolgen lokaal blijven. Dit onderstreept het belang van erkennende rechtvaardigheid: het serieus nemen van verschillende perspectieven, belangen en kwetsbaarheden. Perspectieven die naast een economisch uitgangspunt bestaan. De uitdaging ligt dus in het herdefiniëren van water als meer dan een economisch goed. Water heeft niet alleen een functionele waarde, maar ook een sociale, culturele en spirituele betekenis. Rechtvaardig waterbeheer betekent dat we niet alleen de vraag moeten stellen wie water gebruikt, maar ook welke rechten en plichten we naar water en elkaar hebben.

Wateroverlast: wie draagt de kosten van klimaatadaptatie en klimaatschade?

Stijgende kosten van woonverzekeringen vormen een eerste symptoom dat klimaatrisico's zoals overstromingen onze woonomgeving, bouwplannen, financiële stabiliteit en dus ons welzijn direct beïnvloeden. De premies voor woonverzekeringen zijn de afgelopen jaren flink gestegen: sinds 2019 met 25 procent. In 2022 keerden verzekeraars in Nederland bijna 887 miljoen euro aan schade uit door extreem weer. Het hoogste bedrag sinds 2007, aldus het Verbond van Verzekeraars.²⁴ Voor woningeigenaren kunnen de stijgende premies grote gevolgen hebben, vooral in kwetsbare gebieden. Zonder verzekering kunnen woningen onverkoopbaar en onbewoonbaar worden. Een deel van de klimaatrisico's is zelfs niet verzekeraar. Zo zijn overstromingen door extreme regenval vaak niet gedekt in standaardpolissen. Daarnaast zijn minder risicovolle gebieden voor overstroming niet immuun. In Nederland vormt funderingsschade door droogte grote financiële onzekerheden. Ondanks deze duidelijke risico's blijven gemeentes bouwen in gebieden die kwetsbaar zijn voor klimaatverandering. Volgens experts is de groei van de jaarlijkse schade vooral te wijten aan bevolkingsgroei in risicogebieden, meer dan aan klimaatverandering zelf. Zo worden er bijvoorbeeld nog steeds vergunningen verleend voor de bouw van honderden huizen in uiterwaarden, zoals bij Arnhem.²⁵

Een belangrijk vraagstuk rondom klimaatbestendig, of waterproof, wonen is de rechtvaardige verdeling van kosten tussen huidige en toekomstige woningeigenaren. Klimaatrisico's, zoals overstromingen of funderingsschade door droogte, nemen in de toekomst eerder toe dan af.²⁶ Misschien zou het eerlijker zijn als de huidige eigenaren nu al meebetalen voor herstel en aanpassingen, in plaats van deze last volledig door te schuiven naar de toekomstige bewoners. In een rapport van ABN AMRO wordt deze stapeling van klimaatrisico's en financiële draagkracht beschreven en in kaart gebracht.²⁷ Volgens dit rapport kunnen de kosten voor bijvoorbeeld funderingsherstel oplopen tot €100.000 per woning. Een bedrag dat voor veel huishoudens niet zomaar te betalen is. Dit benadrukt de urgentie om bewustzijn te vergroten bij alle betrokken partijen en andere vormen van samenwerkingen te zoeken. Van woningeigenaren en hypotheekverstrekkers tot makelaars, zodat mogelijke klimaatschade vroegtijdig wordt aangepakt en de financiële lasten kunnen worden verdeeld. Daarnaast dreigt klimaatongelijkheid. Financieel kwetsbare huishoudens komen noodgedwongen terecht in risicovolle wijken, omdat woningen daar goedkoper zijn door ingecalculeerde klimaatrisico's. Zonder financiële draagkracht om schade te herstellen, kunnen zij bij de volgende overstroming of funderingsproblemen de gevolgen niet dragen. Een mogelijke oplossing is om de betaalbaarheid van herstel onderdeel te maken van hypotheek- en aankoopgesprekken. Het ABN AMRO-rapport stelt dat een breed inzetbaar fonds voor duurzaam herstel uitkomst kan bieden voor wijken waar de draagkracht van bewoners nu al ontoereikend is. Dit fonds kan niet alleen funderingsproblemen oplossen, maar ook verduurzaming bevorderen, bijvoorbeeld door herstelwerk direct te combineren met aanpassingen in energie-installaties.

Om te voorkomen dat verzekeraars bewoners uitsluiten op basis van postcode, zou een risico-vereveningsinstituut zoals bij zorgverzekeringen, een rechtvaardige oplossing kunnen zijn. Dit zorgt ervoor dat het verzekeren van woningen in kwetsbare gebieden betaalbaar blijft en dat het risico eerlijk wordt verdeeld. Door gezamenlijke

inspanningen van woningeigenaren, de financiële sector, verzekeraars en overheden kunnen we voorkomen dat kwetsbare huishoudens onevenredig hard geraakt worden door de gevolgen van overstromingen en droogte.

Binnen het thema wateroverlast raken rechtvaardigheidsvragen aan zowel klimaatadaptatie als klimaatschade. Voor beide domeinen gelden verschillende, maar samenhangende afwegingen. Bij klimaatadaptatie gaat het om wie nu investeert in maatregelen die toekomstige schade moeten beperken. Bij klimaatschade om wie de kosten draagt wanneer schade zich daadwerkelijk voordoet. Verdelende rechtvaardigheid speelt daarbij een centrale rol: hoe worden risico's, kosten en bescherming eerlijk verdeeld? Intergenerationele rechtvaardigheid stelt daarbij de vraag hoe we afwegen tussen de belangen van huidige bewoners en die van toekomstige generaties. Op lokaal niveau raken deze vraagstukken direct aan sociaaleconomische ongelijkheid: kwetsbare huishoudens belanden vaker in risicogebieden en dragen een onevenredig zware last. Ook procedurele rechtvaardigheid komt onder druk te staan wanneer besluitvorming over woningbouw en klimaatrisico's onvoldoende transparant is of weinig ruimte laat voor inspraak. De schaal van deze kwesties – van de straat tot de regio, van vandaag tot de komende generaties – vraagt om structurele keuzes waarin klimaatrisico's, financiële draagkracht en sociale rechtvaardigheid onlosmakelijk met elkaar worden verbonden. Het waarborgen van een waterrechtvaardige toekomst vraagt om keuzes maken voor de lange termijn. Bouwen waar het water het toelaat, ruimte vrijlaten voor wateropvang, en investeren in aanpassingen die nu misschien pijn doen, maar op de lange termijn onmisbaar zijn. Het is daarbij van belang dat de kosten van deze risico's eerlijk worden verdeeld, zodat niet alleen financieel sterke huishoudens zich een veilige woonplek kunnen veroorloven.

De dubbelzinnige rol van technologie bij waterrechtvaardigheid

Waterrechtvaardigheid gaat dus over meer dan technologische oplossingen of economische afwegingen. Het raakt aan fundamentele vragen over hoe we omgaan met water, wie daar zeggenschap over heeft, en wie de gevolgen draagt van keuzes die vandaag worden gemaakt. De voorbeelden van watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast laten zien dat rechtvaardigheid zowel gaat over het verdelen van toegang tot water, als over de erkenning van ecologische grenzen, over de zichtbaarheid van onzichtbare afhankelijkheden en over de machtsstructuren die bepalen wie profiteert en wie de lasten draagt.

De vijf aspecten van klimaatrechtvaardigheid – schaal, principes, toepassingsgebied, doelgroep en de verwevenheid met andere vormen van rechtvaardigheid – zijn ook hier van toepassing. Vooral het schaal- en tijdsaspect blijkt in het geval van water complex: waterkwaliteit heeft zowel een lokaal als een internationaal karakter. In de denktanksessies tijdens dit onderzoek kwam dit scherp naar voren. Dat Nederland lokaal kampt met slechte waterkwaliteit, hangt samen met de positie als benedenstrooms land en de manier waarop we wereldwijd water en hulpbronnen gebruiken.

Waterrechtvaardigheid vraagt om een brede, intergenerationele blik die zowel menselijke als niet-menselijke belangen erkent. Het is geen vaststaand gegeven, maar een dynamisch proces van voortdurende afwegingen die transparant zouden moeten zijn: wat is rechtvaardig, voor wie, en op welk moment? Daarbij speelt technologie een dubbelzinnige rol. Aan de ene kant biedt technologie kansen. Het kan helpen om ongelijkheden zichtbaar te maken, waterverbruik en -vervuiling nog inzichtelijker te monitoren, toegang tot water efficiënter en eerlijker te organiseren, en om ecosystemen actief te herstellen. Aan de andere kant kan technologie bestaande machtsstructuren versterken, afwegingen in een black-box stoppen en diffuus maken en ecologische schade verbergen achter dashboards en data. Technologie is nooit neutraal, en bepaalt in belangrijke mate of het bijdraagt of juist afbreuk doet aan waterrechtvaardigheid.

2.3 Rechtvaardige technologie

In de drie thema's (watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast) komt naar voren dat de indirecte implicaties van technologie een belangrijke rol spelen in de relatie tussen water en rechtvaardigheid. Maar wat is precies de relatie tussen technologie en rechtvaardigheid? En in hoeverre heeft dit invloed op de relatie met water?

Hoe we in de westerse wereld naar technologie en innovatie kijken, is gevormd door historische denkbeelden en is dus niet neutraal. Veel van het westerse denken over technologie vindt zijn oorsprong in de achttiende eeuw. Sinds die tijd wordt technologie gezien als een middel om de natuur (en water) te beheersen, te temmen en te exploiteren. Dit denken heeft geleid tot een beeld van technologie waarin vooruitgang, industrialisatie en grootschalige infrastructuur centraal staat. We koppelen daar vaak de term *high technology* (of hightech) aan. Deze term beschrijft technologie als iets nieuws en geavanceerd, en daardoor wordt het automatisch als beter bestempeld. Maar de complexiteit van deze vorm van technologie wordt de laatste jaren bekritiseerd vanwege het problematische, inefficiënte, en vaak dure karakter. Het volgt bovendien vaak een one-size-fits-all principe, waarbij uniformiteit wordt gepromoot in het zoeken naar oplossingen voor complexe vraagstukken. Dit staat haaks op het heterogene en dynamische karakter van ecosystemen en watersystemen. Duurzame transities worden in dit dominante discours vaak voorgesteld als een kwestie van technologische innovatie en individuele gedragsverandering. Onderzoekers en schrijvers als Shivant Jhagroe, Mounir Samuel, en Jaap Tielbeke bekritisieren dat duurzaamheidsverhaal en stellen dat structurele machtsverhoudingen en historische contexten daarbij te vaak buiten beeld blijven.^{28,29,30}

Tegenover *high technology* staat de term *low technology* (of lowtech). Hiermee bedoelen we technologie die vaak eenvoudig en ongecompliceerd van aard lijkt en van voor de industriële revolutie stamt. Het gaat om technologische oplossingen die niet afhankelijk zijn

van complexe machines en voortkomen uit ambacht, lokale kennis en vakmanschap. Het is een vorm van technologie die dichter bij de menselijke maat en natuurlijke systemen blijft. Deze technologie heeft een minder grote plek in ons moderne beeld van technologie. Waar hightech meestal wordt gepresenteerd als vooruitgang en moderniteit, lijkt lowtech achterhaald. Daarmee gaat een waardevolle bron van kennis verloren die ons denken zou kunnen verrijken. Gemeenschappen over de hele wereld hebben al duizenden jaren innovaties ontwikkeld die niet gebaseerd zijn op overheersing of extractie van de natuur, maar juist op samenwerking met de natuur. Deze vormen van technologie laten zien dat innovatie niet altijd grootschalig of ingrijpend hoeft te zijn, maar kan ontstaan uit wederkerigheid en lokale verbinding. Denk aan de drijvende riet-eilanden van de Ma'dan in de zuidelijke wetlands van Irak, een watermanagementsysteem dat al meer dan zesduizend jaar functioneert. Deze levende technologieën krijgen volgens landbouwarchitect en auteur Julia Watson veel minder erkenning.³¹

In haar boek *Lo-TEK: Design by Radical Indigenism* benadrukt Watson dat wanneer Inheemse technologieën worden geïntegreerd en opgeschaald, ze een nieuwe weg kunnen bieden en een alternatief perspectief op innovatie. Lo-TEK is een beweging en ontwerpbenadering die de relatie tussen design en *radical indigenism* onderzoekt en herdefinieert technologie op basis van diepgewortelde Inheemse kennis en ecologische veerkracht. TEK is een afkorting voor Traditionele Ecologische Kennis en is een dynamisch systeem dat over generaties is opgebouwd en doorgegeven via verhalen, rituelen en dagelijkse praktijken. Het begrip *radical indigenism* is geïntroduceerd door professor en Cherokee Nation-burger Eva Marie Garoutte. Zij stelt dat Inheemse kennis niet alleen moet worden erkend, maar actief moet worden herbouwd en geïntegreerd in hedendaags ontwerp en innovatie.³²

In Nederland worden dit soort technologieën geïmplementeerd en opgeschaald via het *Building with Nature*-programma van EcoShape. Dit consortium, bestaande uit aannemers, ingenieursbureaus,

onderzoeksinstituten, ngo's en overheidsinstanties, verkent innovatieve oplossingen op het snijvlak van natuur, technologie en samenleving. Sinds 2008 heeft EcoShape talloze proefprojecten uitgevoerd om de Building with Nature-aanpak op schaal te testen en analyseren.³³ In tegenstelling tot traditionele, grijze infrastructuur zoals dijken en dammen, breidt Building with Nature deze aanpak uit met dynamische, multifunctionele en context-specifieke oplossingen die gebruikmaken van natuurlijke processen. Denk bijvoorbeeld aan het aanleggen van mangrovebossen als natuurlijke golfbrekers tegen overstromingen. Door natuur en technologie actief te verweven, ontstaan innovatieve vormen van waterveiligheid die meebewegen met veranderingen in het klimaat en ecosysteem. Technologie hoeft dus niet altijd vervreemdend en extractief te zijn en kan ook relationeel en regeneratief worden ingezet. Dat betekent niet dat moderne technologie per definitie moet worden afgewezen, maar wel dat er een bredere blik nodig is. Het erkennen van verschillende kennis- en innovatiesystemen helpt om voorbij de westerse standaard van vooruitgang te kijken. Zo kunnen we op zoek gaan naar oplossingen die niet alleen technologisch effectief zijn, maar ook sociaal en ecologisch rechtvaardig.

2.4 Rechtvaardigheidsprincipes als ankerpunten

In dit deel komt naar voren dat vragen over watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast niet los te zien zijn van vragen over rechtvaardigheid. Ook is duidelijk geworden dat rechtvaardigheid geen vaststaand gegeven is, maar een procesmatige lens waarmee we anders kunnen kijken naar de manier waarop we onze relatie met water en technologie vormgeven. Het helpt om bepaalde dynamieken zichtbaar te maken die anders onzichtbaar blijven. Als we dit koppelen aan hoe we naar technologie kijken, komt naar voren dat technologie ongelijkheid zowel kan versterken als herstellen. Dat roept de vraag op wat voor technologie er past bij een rechtvaardige omgang met water.

In deze verkenning gebruiken we rechtvaardigheid daarom als ankerpunt. We kijken naar de uiteenlopende manieren waarop water en technologie met elkaar verweven zijn. En daar voegen we rechtvaardigheid als extra dimensie aan toe. Het dwingt ons om stil te staan bij keuzes die we nu vaak impliciet maken. En om bestaande technologische systemen, machtsstructuren en besluitvormingsprocessen ter discussie te stellen.

De verschillende aspecten en principes van rechtvaardigheid die in dit deel zijn besproken, kunnen we gebruiken als lens om naar de relatie en de rol van technologie te kijken. In de toekomstscenario's in het volgende deel staan steeds één of meerdere rechtvaardigheidsprincipes centraal. Vanuit zo'n ankerpunt kijken we vervolgens hoe dit leidt tot andere vormen van de relatie tussen water, technologie en rechtvaardigheid. Dat helpt om vervolgens scherp te krijgen hoe verschillende toekomstbeelden leiden tot andere keuzes, andere relaties en andere rollen.

Door een bepaald rechtvaardigheidsprincipe als ankerpunt te nemen, worden bestaande aannames over wat rechtvaardig, haalbaar of (on)wenselijk is zichtbaar. Het maakt duidelijk dat technologische oplossingen niet neutraal zijn, maar gestuurd worden door waarden en belangen. Elk ankerpunt maakt andere handelingsperspectieven denkbaar, maar laat ook spanningen ontstaan. Tussen efficiëntie en inclusiviteit, tussen economische belangen en ecologische grenzen, tussen korte en lange termijn.

In het volgende deel worden vier alternatieve toekomstscenario's geschetst. Elk scenario vertrekt vanuit een ander ankerpunt van rechtvaardigheid en maakt daarmee zichtbaar hoe dit onze verhouding tot water en technologie beïnvloedt. Zo vormen deze scenario's niet alleen vergezichten, maar ook uitnodigingen om te reflecteren: welke waarden vinden we belangrijk? Welke technologieën zetten we in, en ten dienste van wie of wat? En wat vraagt dat van ons in hoe we nu omgaan met water?

dr. ir. Cristina Zaga, Assistant Professor University of Twente

Un-manifesto: Designing more-than-human resistance for water justice in AI

Rechtvaardigheid als dynamisch proces, als iets dat voortdurend in beweging is, staat centraal in het werk van Cristina Zaga. In dit essay laat zij zien hoe ontwerp kan bijdragen aan rechtvaardigheid, juist door frictie niet te vermijden maar op te zoeken. Met haar *Un-manifesto* pleit ze voor een andere benadering van technologie, en in het bijzonder kunstmatige intelligentie, die niet alleen werkt voor mensen, maar ook in relatie tot het meer-dan-menselijke.

What is Water Justice in AI?

Water is the most essential element for life on Earth. Water is also a necessary element for producing and maintaining (digital) technology. The significant rise in water usage due to the global race to develop digital technology sparks concerns amid global water scarcity and climate change challenges. The environmental risk is entangled with matters of justice too, both social justice and environmental justice.

Water is crucial in developing, maintaining, and functioning of artificial intelligence (AI). Consider data centers where, for instance, data for training

AI models is stored, or lithium, a material key to the fabrication of batteries for our smart devices. Both require vast amounts of water to operate or to be extracted. The rising global demand for AI is projected to necessitate between 4.2 and 6.6 billion cubic meters of water by 2027—an amount that surpasses the total annual water consumption of Denmark by four to six times and equals nearly half of the United Kingdom’s usage. If the United States continue to host 50% of the world’s AI workloads, the water required for AI operations could represent about 0.5 to 0.7% of total water withdrawal. Training a large language model like GPT-3 remarkably consumes millions of liters of precious freshwater. Even more concerning, processing just 10 to 50 queries with GPT-3 can use up to 500 milliliters of water, depending on the hosting conditions. With GPT-4, the advanced model currently utilized by ChatGPT, being even larger, it’s likely that its water consumption exceeds that of GPT-3.

Several critical issues are currently affecting the complex relationships between society, artificial intelligence (AI), and water.

First, the AI industry increasingly treats natural resources, particularly water, as commodities that must be exploited for economic gain. This trend represents a broader pattern of commodification of nature, which overlooks the intrinsic values of these resources for both human and non-human life. Water is essential not only for human survival but also for maintaining healthy ecosystems. The substantial demands placed on water resources by the AI industry—due to the energy needs of data centers, cooling systems, and other AI-related processes—have severe implications. As the AI sector expands, it exacerbates stress on already limited water

supplies, threatening soil health, animal habitats, plant life, and overall biodiversity.

Second, how water resources are accessed and utilized can intensify conflicts in various regions, particularly those facing resource scarcity. These conflicts often arise between industrial and agricultural extractive practices and Indigenous communities. Many Indigenous groups have long-standing traditions of sustainable resource management, emphasizing a non-extractive relationship with their environments. The encroachment of extractive industries disrupts these practices and threatens their rights, leading to tensions and disputes over land and water use.

Lastly, there is a concerning trend of outsourcing environmental damage to peripheral and semi-peripheral areas, especially from a Western perspective. This means that the harmful environmental impacts of resource extraction and industrial processes are often shifted to (so-called, by the West) less developed regions, where regulations may be weaker and enforcement less stringent. As a result, the environmental burdens are disproportionately borne by vulnerable communities, raising ethical questions about inequity and justice in global resource management. These issues underscore an urgent need for more equitable approaches to environmental stewardship and resource management.

We must prioritize sustainable practices that recognize the intrinsic value of natural resources, respect Indigenous rights, and address the disparities in how environmental harms are distributed across different communities and regions to achieve water justice in AI. What is water justice in AI?

Water justice, as articulated in policy definitions, highlights the necessity for equitable distribution of water resources, ensuring that all communities have equal access to this vital commodity. It emphasizes the collective right of local communities to manage and control their water supplies, allowing them to participate actively in decision-making processes that affect their resources. Additionally, water justice encompasses broader social and political issues, including questions of sovereignty—how communities assert their rights over natural resources—and the intersections of race, democracy, and citizenship. By addressing these interconnected issues, water justice aims to create a more inclusive and sustainable framework for water management that supports the rights and needs of all individuals, particularly marginalized groups.

Water justice in AI emphasizes the need to create a comprehensive and sustainable framework for water use throughout the development and operation of AI technologies. This concept recognizes that water-related issues are not only environmental concerns but also deeply entwined with political and social dynamics. Achieving water justice requires a holistic approach that includes the fair distribution of water resources, equitable access for all communities, and the active participation of stakeholders in decision-making processes. It is essential to understand how the usage of water in AI operations can impact local ecosystems, marginalized communities, and broader social structures. By prioritizing principles of fairness, equity, participation, and justice, we can work towards an AI landscape that respects and protects water resources while promoting sustainable development for all.

More-than-Human Resistance

Over the past few decades, various resistance and justice movements across the globe have brought to the forefront the critical importance of water and the urgent need to reevaluate our relationship with this precious resource. These movements have effectively illuminated the multifaceted nature of water-related issues, showcasing the local crises experienced by communities and the global interconnections underpinning these challenges.

Activists have tirelessly campaigned to recognize water as a fundamental human right, emphasizing the essential need for access to clean water and proper sanitation. They have highlighted the harsh realities of dispossession, exclusion, and systemic inequity faced by marginalized populations. Local struggles for water access often reflect broader societal injustices, making it crucial for these movements to advocate for policy changes that address immediate needs and long-term solutions.

The combined efforts of diverse stakeholders—including activists, scholars, practitioners, and community members—have played a vital role in transforming international policies regarding water rights. This collective action has led to significant victories, ensuring that water is recognized as a universal right and reinforcing the need for accountability among governments and corporations. The success of these movements is a testament to the power of solidarity and the importance of sustained advocacy in effecting meaningful change.

In civil society, socio-environmental movements, and branches of academia, there has been a growing interest

in learning from these experiences and creating novel frameworks to guide theory, method, and actions in developing AI and achieving water justice.

Here, I would like to highlight a perspective that supports water justice efforts: the more-than-human resistance.

The **more-than-human** perspective recognizes the inherent interconnection between humans and non-human entities. A key tenet of this approach is that we cannot separate human needs from those of the countless organisms that share our environment. The more-than-human viewpoint actively resists post-humanist and intersectional feminist theories, which acknowledge the entanglement of humans and non-human entities. It recognizes and honors this interdependence, working towards mutual thriving. This perspective blurs the boundaries between nature and culture, self and environment, digital and physical domains, mind and body, human and technology, and human and non-human. By doing so, it reveals the intricate connections between these elements and encourages us to see how they interact and influence one another.

Furthermore, it highlights the sentience, intelligence, and agency found in various organisms, reminding us that their experiences and needs deserve our thoughtful consideration. Adopting a more-than-human perspective also provides a political, ecosystemic, and plural view on water justice in AI. It focuses on the relationships among a diverse community of humans and non-humans, including artificial agents and nature. This approach stresses the need to consider the politics of 'othering', a set of dynamics, processes, and structures that create marginality and persistent inequalities across the full

range of human and non-human differences based on group identities. A thorough examination of the resources consumed and the environmental costs associated with various AI technologies is essential as we strive to balance their potential benefits against their ecological and social justice impacts. By recognizing and valuing this diversity, more-than-human approaches can foster more inclusive and responsive methodologies that address the needs of a broader spectrum of life. Ultimately, the goal is to expand the scope of possible actions by developing innovative methods for observing, understanding, and engaging with the intricate world around us.

Resistance can take many forms, including activism and refusal in social contexts, opposition to political parties in politics, and challenges within academia. In this context, I define resistance as a relationship of solidarity that embraces and celebrates the differences between human and non-human agents. It contests the status quo while engaging in a radical imagination of alternatives. This relationship requires cultivating openness to diversity while ensuring that critique is aligned with the exploration of other options.

Un-Manifesto

What does it mean to engage in more-than-human resistance for water justice in AI? I am actively persuaded that more-than-human resistance could be a productive perspective and framework to reevaluate our relationship with water and AI and contest the status quo together and imagine alternative scenarios by design.

To help us, academics and non-academics, moving forward, I propose an Un-Manifesto for designing more-than-human resistance to pursue water justice

within the realm of AI. An Un-Manifesto is a collection of diverse, open-ended perspectives and questions. I chose this format to convey the provocative yet flexible and non-impositional nature of the following six open-ended questions and statements.

- We don't need bigger AI as it may negatively impact our water reserve and quality. Shall we reconsider big data and big models? Should more-than-human resistance support alternative scenarios of water usage for the development of AI?
- Every form of life –plants, animals, fungi, micro-organisms, rivers, water reserves, oceans—plays a critical role in the ecosystem, creating a complex web of relationships in which all beings are mutually dependent. Yet, some of us are at the center, and some are not in the center. Some of us have power, and some don't. How may we collaborate with humans and non-humans to rethink water consumption in AI while we cannot make a difference? How to bring interdependence and awareness of power asymmetries in the center both in the design of policy and design?
- More-than-human resistance must actively support regenerative practices that leverage the inherent vitality and capacity of ecosystems for renewal and self-restoration. It is crucial to position humans as integral participants within these ecosystems rather than as domineering masters trying to control nature by actively changing the narratives behind the exploitation of resources like water for AI and economic growth.

- Incorporating contestability into technology design and adoption is essential for ensuring that we account for the environmental and social impacts of our innovations. This approach invites diverse perspectives, fosters accountability, and ultimately leads to more responsible and sustainable technology solutions.
- More-than-human resistance should not be confused with a solution-oriented approach that places the burden of “fixing” the water issues solely on humans. Instead, the emphasis should be on understanding how humans and AI are integrated within socioeconomical ecosystems, and how they can coexist in ways that support all forms of life rather than exploit the environment and marginalized communities.
- If water is a universal right, we need to promote it actively in the design of AI. We must contest current extractivist practices and the imperative of acceleration of AI development and imagine alternatives. Shall we move our attention to Indigenous frameworks more?

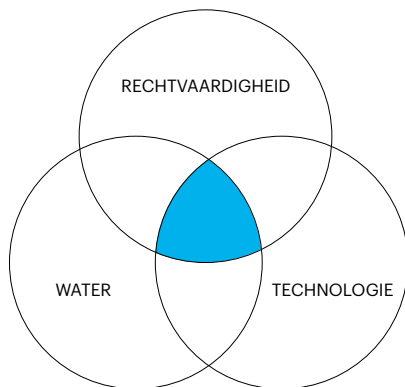
A gro
caterpi
nymphs r
see fligh
future,
inevit

up of
llars or
might not
t in their
but it's
table.

– adrienne marie brown



Deel 3: Alternatieve toekomstscenario's



Hoe ziet een rechtvaardige omgang met water eruit in de toekomst? En wat als die toekomst radicaal anders is dan we nu voor mogelijk houden? In dit deel worden vier mogelijke toekomstscenario's beschreven: Onttrekken, Overloop, Poreus en Vloeibaar. Deze scenario's zijn bedoeld om mogelijke toekomst te verkennen en het gesprek te openen over wat mogelijk is, wenselijk is, en wat we misschien willen voorkomen. Eerst volgt een uitleg over hoe de vier scenario's tot stand zijn gekomen.

Methode: scenario-archetypes

In deze verkenning is gekozen voor een toekomstonderzoeksmethode die ruimte laat voor verschillende, elkaar bevragende, toekomst: de scenario-archetypes. Jim Dator heeft deze benadering oorspronkelijk ontwikkeld en onder andere het Copenhagen Institute for Futures Studies (CIFS) past de methode toe.^{1,2} Het is een manier om beelden van alternatieve toekomst te schetsen. In vergelijking met het bekende assenkruis helpen de archetypes vooral om uiteenlopende toekomstbeelden te verkennen en het denken daarover te verruimen. Ze zijn daardoor minder gericht op strategische

besluitvorming, maar meer op hoe bepaalde rollen en perspectieven kunnen verschuiven. Daarnaast zijn deze archetypes generiek. Ze zijn niet per definitie positief of negatief. Elk heeft eigen logica, dynamiek en dilemma's. Ze vormen zo een startpunt om in gesprekken, workshops of groepsessies uit te kunnen werken hoe de rol van specifieke stakeholders eruit ziet. En hoe die rol verandert ten opzichte van de actuele rol wat betreft spanningen, keuzes en rechtvaardigheidsvragen die daarbij horen.

De vier archetypes, zoals CIFS ze toepast, zijn: voortzetting, neergang, beheersing en transformatie.³

Voortzetting: staat voor voortzetten van de bestaande dynamiek, waarbij wordt uitgegaan van de huidige trends en inzichten. Dit wordt vaak gezien als het 'officiële' toekomstbeeld.

Neergang: verbeeldt een toekomst waarin crises ontstaan die leiden tot het verval of de instorting van een bestaand systeem, milieu of manier van leven (zonder dat dit per se een rampscenario hoeft te zijn).

Beheersing: gaat uit van een toekomst waarin gecontroleerde en beheersbare verandering centraal staat. Maatschappelijk gedrag wordt aangepast aan interne of ecologische grenzen, wat leidt tot een herijking of nieuw evenwicht, weg van een ongewenste of onhoudbare situatie.

Transformatie: schetst een toekomst waarin fundamentele veranderingen optreden door bijvoorbeeld nieuwe technologieën of sociale verschuivingen (zonder de valkuil om dit als een technologische utopie neer te zetten).

Bepaalde principes van rechtvaardigheid centraal

De archetypes vormen dus een gedefinieerde verhaallijn waarin op verschillende manieren aannames zijn uitgewerkt over hoe de

toekomst zich kan ontwikkelen. De relatie tussen water, technologie en rechtvaardigheid vormt het startpunt van die verhaallijnen. Deze zijn vervolgens aangevuld met andere drijvende krachten en kenmerken die een rol spelen, zoals de bestuursvorm of de economische overtuiging. In elk scenario is nagedacht over hoe technologie, water en rechtvaardigheid met elkaar zijn verweven. Daarbij is bewust gekozen voor een afbakening door per scenario specifieke principes van rechtvaardigheid centraal te stellen. In deel 2 is verkend hoe rechtvaardigheid geen eenduidig begrip is, maar bestaat uit verschillende, elkaar aanvullende principes zoals verdelende, procedurele, erkennende, intergenerationele en corrigerende rechtvaardigheid. Ook is benadrukt dat rechtvaardigheid sterk afhankelijk is van context, schaal en tijd, en dat het altijd om een proces van keuzes en afwegingen gaat. Door in elk scenario één of twee specifieke rechtvaardigheidsprincipes centraal te stellen, wordt deze complexiteit hanteerbaar gemaakt en ontstaat ruimte om te laten zien hoe verschillende principes in de praktijk leiden tot andere relaties tot water en technologie. Deze keuze maakt het mogelijk om uiteen te zetten hoe specifieke invullingen van rechtvaardigheid richting geven aan verschillende toekomsten, zonder de onderliggende verwevenheid en gelaagdheid uit het oog te verliezen. De keuze om een of twee principes per scenario uit te lichten, betekent niet dat andere principes van rechtvaardigheid ontbreken in dat toekomstbeeld. Het is eerder het vertrekpunt van welk aspect van rechtvaardigheid centraal staat in het scenario.

Mensgerichte scenario's

Deze benadering komt terug in de titels van de scenario's. Die verwijzen naar een bepaalde dynamiek of relatie met water: werkwoorden en bijvoeglijke naamwoorden die menselijke handelingen, keuzes en machtsverhoudingen weerspiegelen. De titels zijn bedoeld om al in één woord de kern van de scenario's voelbaar te maken. Hoewel sommige scenario's lijken te vertrekken vanuit een perspectief waarin water zelf een rol of stem krijgt, blijven ze in essentie mensgericht. Het zijn immers menselijke waarden, belangen en

afwegingen die bepalen hoe de relatie met water vorm krijgt. Scenario's als Onttrekken en Poreus tonen expliciet hoe menselijke systemen leidend zijn, terwijl Overloop en Vloeibaar verkennen wat er gebeurt als mensen hun positie ten opzichte van water herzien. Maar ook daar blijft de vraag naar rechtvaardigheid, technologie en inrichting een menselijke aangelegenheid: hoe wij kiezen om met water samen te leven en welke waarden daarin centraal staan.

Gericht op klimaatadaptie

Een andere belangrijke afbakening in deze verkenning is de keuze om de scenario's te richten op klimaatadaptatie. Klimaatverandering vormt in alle scenario's een realiteit waar we ons toe moeten verhouden, in plaats van een toekomstig risico of onzekerheid. Het gaat in de scenario's dus om hoe de aanpassing vorm krijgt en wat dat betekent voor kwesties van rechtvaardigheid. In het vorige deel is toegelicht dat klimaatbeleid drie domeinen kent die belangrijk zijn voor rechtvaardigheid: mitigatie, adaptatie en schade. Ieder gebied kent specifieke vraagstukken en die grijpen op verschillende manieren in op hoe we samenleven in het hier en nu en in de toekomst. Adaptatie is niet altijd gemakkelijk voor te stellen. Vandaar dat het belangrijk is daar pogingen toe te doen en na te denken over andere manieren van samenleven, van onze leefomgeving vormgeven en van omgaan met water, technologie en rechtvaardigheid. Het vraagt om afwegingen: wie past zich aan, voor wie, met welke middelen en met welke gevolgen? Adaptatie is daarmee niet neutraal en bij uitstek een terrein waar rechtvaardigheidsvraagstukken tastbaar en zichtbaar worden. Klimaatadaptatie is daarom het uitgangspunt bij het nadenken over de verwevenheid van water, technologie en rechtvaardigheid in mogelijke toekomst.

Analytisch overzicht

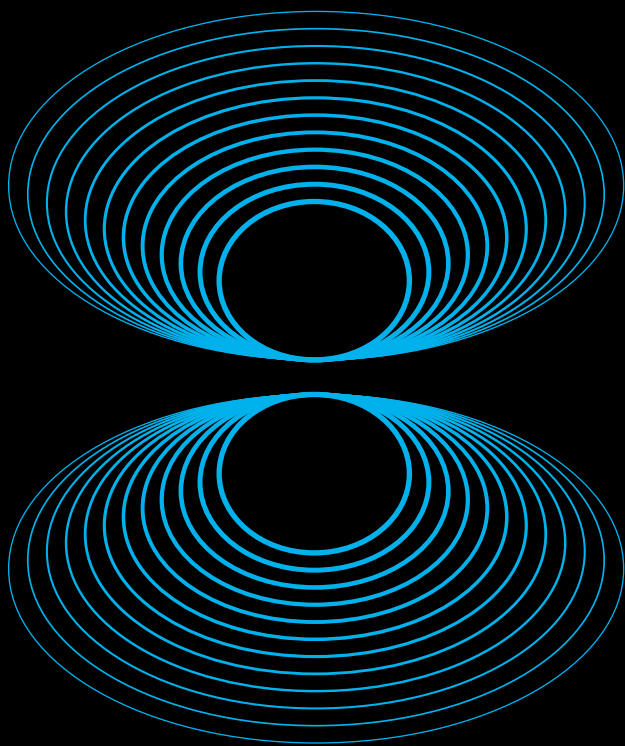
Als houvast om de scenario's te vergelijken, is op de volgende pagina een tabel met een analytisch overzicht opgenomen. Hierin zijn per scenario vijf belangrijke drijvende krachten of uitgangspunten benoemd: welk principe van rechtvaardigheid centraal staat, hoe water wordt benaderd, het technologische perspectief, het dominante bestuursmodel en het economische uitgangspunt. Deze elementen helpen om de scenario's naast elkaar te leggen en te reflecteren op de impliciete keuzes die daarin worden gemaakt.

Dit overzicht nodigt ook uit om de scenario's in samenhang te bekijken. Wat betekenen de verschillen tussen een technocratisch of planetair bestuur? Welke implicaties heeft het als water een hulpbron blijft versus wanneer water een actor of gids wordt? En hoe verschuift onze kijk op rechtvaardigheid afhankelijk van hoe we deze relaties organiseren?

De termen die zijn gebruikt, worden uitgebreider toegelicht in de uitwerking van de scenario's.

Archetype	Scenario	Rechtvaardig- heid
Voortzetting	Onttrekken	Verdelende rechtvaardigheid
Instorting	Overloop	Herstellende en verdelende rechtvaardigheid
Beheersing	Poreus	Herstellende en procedurele rechtvaardigheid
Transformatie	Vloeibaar	Procedurele en intergenerationele rechtvaardigheid

Water	Techno- logie	Politiek/ bestuur	Economie
Water als hulpbron	Hightech	Technocratisch	Economische groei
Water als actor	Lowtech + hightech	Decentraal / fragmentarisch	Heropbouw
Water als gemeenschap- pelijk goed	Lowtech	Democratisch	Post-groei
Water als medebeslisser en gids	Hightech	Planetair	Relationeel wereldbeeld



Scenario 1:

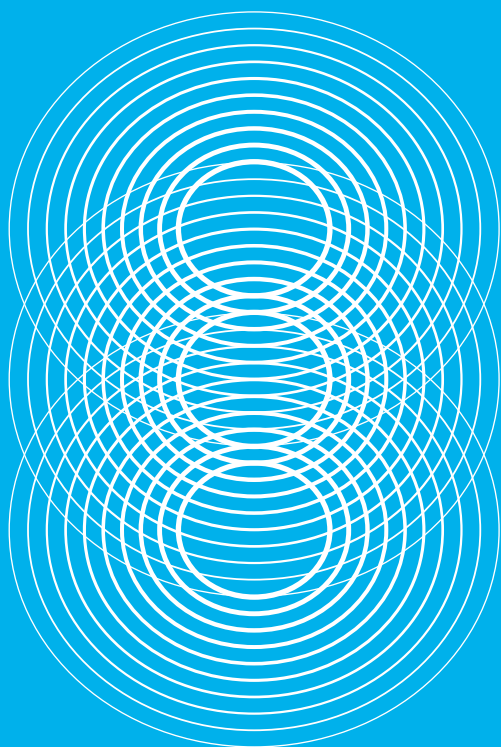
Onttrekken

In deze toekomst staat onttrekken centraal. Onttrekken aan water, aan bodem, aan lucht, aan sociale structuren. Het is een voortzetting van de status quo binnen een veranderend klimaat. De mens en de systemen passen zich aan door te optimaliseren. Economische groei vormt het fundament onder water- en technologiebeleid. Toegang tot schoon (drink)water is schaars, technologie fungeert als katalysator voor efficiëntie en verdeling, en de interpretatie van rechtvaardigheid is economisch en utilitair. Water is een schaars product dat eerlijk en efficiënt verdeeld moet worden. De uitdaging is om te definiëren wat eerlijk is en wie dat bepaalt. De relatie tussen water, technologie en rechtvaardigheid is instrumenteel: ze zijn op elkaar afgestemd, maar niet werkelijk verbonden.

Water is een hulpbron die efficiënt verdeeld en gezuiverd wordt. De keuzes die industrie, landbouw en huishoudens maken (van productie tot consumptie) worden gestuurd door hoeveel water beschikbaar is op een bepaald moment en in een bepaalde regio. Water geldt als mensenrecht, maar het gebruik en beheer ervan zijn georganiseerd volgens marktlogica. Menselijke behoeften en efficiëntie sturen de toewijzing, prijsstelling en het gebruik van water. Het landschap is sterk gereguleerd met hoge en sterke dijken, reservoirs die water opvangen, hightech zuiveringsinstallaties, kanalen die omleiden en steden vol buffers, sensoren en responsieve netwerken. In steden berekent men waar extreme neerslag kan worden opgevangen met behulp van datageïnformeerde realtime modificatie van slimme wateropvang- en distributiesystemen. Iedere beslissing volgt een herleidbaar, verantwoord en efficiënt model.

Technologie speelt in dit scenario een centrale rol, met een focus op optimalisatie. Data en algoritmes sturen besluitvorming en voorspellen waar schaarste of overstroming dreigt. Ook onderbouwen ze de keuzes of water naar industrie, huishoudens, landbouw of datacenters gaat. Er worden systemen ontwikkeld die deze keuzes voortdurend aanpassen en optimaliseren, om zo eerlijk mogelijk te verdelen en de mogelijkheden te maximaliseren. Programmeurs leggen deze afwegingen niet vooraf vast in het ontwerp van algoritmes. In plaats daarvan worden systemen gebouwd die mensen bij het gebruik van hun apparaten actief betrekken bij de vraag wat zij eerlijk vinden. Deze voorkeuren worden continu bijgewerkt, omdat ze in de loop van de tijd kunnen veranderen. Innovaties richten zich op uitbreiden van wat beschikbaar lijkt. Denk aan nieuwe vormen van waterwinning en geo-engineeringmethoden, zoals cloud-seeding om regen op te wekken in droge gebieden of efficiëntere grootschalige ontziltingsprocessen om drinkwater te maken van zeewater. Daarnaast wordt sterk ingezet op optimalisatie. Bijvoorbeeld datacenters worden zuiniger en algoritmes verfijnder, zodat AI minder rekenkracht vereist. En zeldzame metalen worden binnen Europa gewonnen met minimale watervervuiling.

Rechtvaardigheid wordt in deze wereld gemeten en krijgt vorm door de rol van evenwichtsberekenaar: wie krijgt wanneer, hoeveel en waarom? Beslissingen worden genomen op basis van data en dashboards, met algoritmes die complexe afwegingen herleiden tot berekenbare uitkomsten. Voor overheden, drinkwaterbedrijven en waterschappen biedt dit systeem houvast. Zo kunnen ze schaarste of overvloed efficiënt beheren, risico's voorspelbaar maken en keuzes verantwoorden. Maar in die technologische beheersbaarheid schuilt ook een kwetsbaarheid. Rechtvaardigheid wordt een optimalisatievraagstuk, waarin sociale, politieke en ecologische keuzes worden uitbesteed aan systemen die niet alles kunnen vangen wat ertoe doet. Burgers, natuur en niet-gehoorde groepen riskeren buitensluiting wanneer hun belangen niet in modellen passen.



Scenario 2:

Overloop

Het kapitalistisch groeimodel slaat door en lekt. Kleine scheuren in ecosystemen, in het vertrouwen in instituten en in de onderlinge maatschappelijke verbondenheid groeien uit tot breuklijnen. Klimaatverandering blijkt grilliger en sneller dan voorspeld. Overstromingen volgen elkaar in hoog tempo op, droogtes houden langer aan, oogsten mislukken en pandemieën nemen toe. Geopolitieke spanningen lopen op, handelsketens breken en staten verliezen controle. Na decennia van crises volgt een kantelpunt - de Overloop - het moment waarop bestaande structuren niet langer houdbaar zijn en oude zekerheden wegspoelen. De verhoudingen tussen water, technologie en rechtvaardigheid zijn niet langer vastomlijnd. Ze worden losser, maar ook meer open. Water eist een nieuwe plek op, technologie ontstaat van onderop en rechtvaardigheid krijgt een dynamischer vorm. Hun verwevenheid is grillig, onrustig en soms pijnlijk maar ook vol mogelijkheden.

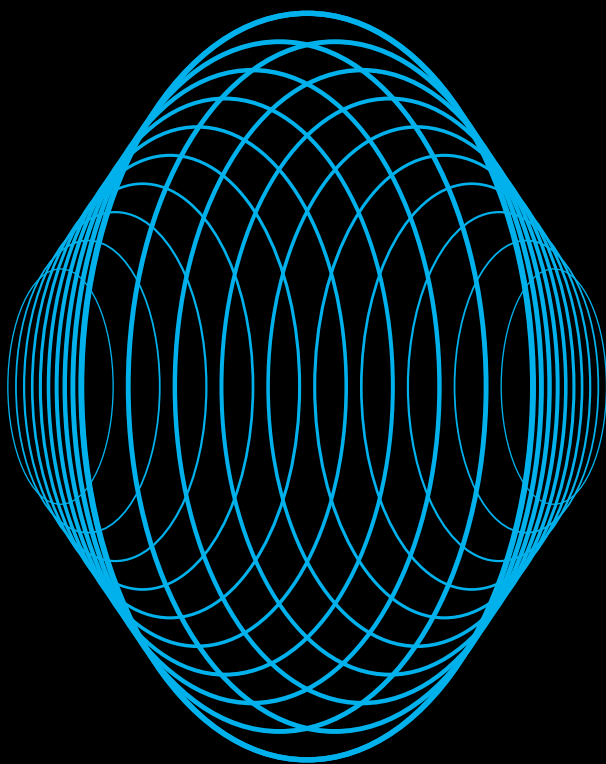
Water neemt de rol als actor op zich. Toegang tot water betekent toegang tot overleving - een fundamentele existentiële en politieke kwestie. Hydropolitiek bepaalt de machtsverhoudingen op internationale schaal. Lokaal waterbeheer verschuift van centraal naar coöperatief. Systemen die aan de bovenkant zijn ingestort, bouwen burgers van onderaf om naar nieuwe structuren. Gemeenschappen organiseren zich in commons en watercoöperaties. Niet altijd vlekkeloos, maar met veerkracht en toewijding. Het verlies aan biodiversiteit, leegte in rivieren, moerassen en zeeën door vervuiling en uitputting van ecosystemen leidt tot nieuwe rituelen, herdenkingen en vormen van collectief geheugen. Vanuit wat er resteert wordt opnieuw opgebouwd.

Technologie inspireert zich noodgedwongen op de nieuwe situatie. De focus ligt op hergebruik, reparatie, vindingrijkheid en opensourcesamenwerkingen. Oude delta-infrastructuren worden gerepareerd met beperkte middelen en lokale kennis. Technologische, culturele en traditionele ecologische kennis worden gecombineerd en opgeschaald. Traditionele systemen zoals de Brewarrina Fisheries keren terug in aangepaste vorm.⁴ Ze zijn schaalbaar en passend bij het landschap. Dijken worden doorlaatbaar, rivieren nemen hun ruimte in. Wonen verschuift van vast naar verplaatsbaar en van eigendom naar tijdelijk gebruik. Digitale, decentrale platforms verbinden lokale waternetwerken met kleinschalige zuiveringssystemen in stedelijke en agrarische gebieden.

Rechtvaardigheid verschuift van verdelen naar herstellen en krijgt een sociaalecologische vorm. Het draait niet langer om de vraag hoe water wordt verdeeld tussen industrie, landbouw en huishoudens. Centraal staat de vraag wie wat verloren heeft en hoe dat verlies wordt erkend. De existentiële uitdagingen (of de Overloop) maakt eerdere ongelijkheden zichtbaar en onhoudbaar. Niet per se vanuit idealen, maar vanuit noodzaak vindt historisch herstel plaats en herverdeling van eigenaarschap en van verantwoordelijkheid. Systemen haperen, maar mensen organiseren zich met, rond en door water.

Het Overloop-scenario opent ruimte om radicaal te vernieuwen hoe we samenleven met water. Deze ruimte ontstaat uit noodzaak en verlies. Voor maatschappelijke organisaties, lokale overheden en gemeenschappen biedt dit scenario de kans om nieuwe vormen van bestuur en samenwerking op te bouwen, geworteld in commons, coöperaties en gedeeld eigenaarschap over water en land. Technologiebedrijven en kennisinstellingen vinden hun rol in het herstel door opensource-oplossingen te ondersteunen van lokale kennis en ecologische veerkracht, gebaseerd op hergebruik. De kwetsbaarheid schuilt in de grilligheid en ongelijkheid van dit nieuwe landschap. Zonder centrale systemen en met beperkte middelen ontstaat het risico dat sommige gemeenschappen buiten de boot

vallen. Niet elke regio beschikt over de kennis, organisatiekracht of middelen om zich opnieuw te positioneren.



Scenario 3:

Poreus

Deze toekomst beweegt langzaam voorbij groei vanuit het besef dat onbegrensde groei onhoudbaar is. Na decennia van signalen over de aftakeling van ecosystemen, de uitputting van waterbronnen en toenemende ongelijkheid, ontstaat ruimte voor een culturele en sociale verschuiving. De samenleving erkent dat er grenzen zijn, zowel planetaire grenzen als sociale en relationele grenzen. Er wordt afscheid genomen van het idee dat schade acceptabel is, zolang die binnen meetbare normen blijft. In plaats daarvan groeit het bewustzijn dat ieder gebruik van water, iedere vorm van technologische ingreep, verantwoordelijkheid met zich meebrengt. Wie neemt, moet ook zorgen. Wie vervuult, moet herstellen. Wie gebruikt, moet verantwoorden. De relatie tussen water, technologie en rechtvaardigheid werkt als een celwand: doorlaatbaar en selectief voor wat nodig is.

Water krijgt meer ruimte, ook als dat betekent dat economische functies moeten wijken of afschalen. Water wordt gezien als een gemeenschappelijk goed, geen bezit, maar een gedeelde verantwoordelijkheid. In deze toekomst verschuift de inrichting van het landschap langzaam van gemeenten en provincies richting bioregio's en stroomgebieden. Daarin zijn natuurlijke waterlopen, ecosystemen en lokale gemeenschappen leidend voor bestuur en beleid. Rivieren krijgen hun meanderende vormen terug en bieden ruimte voor biodiversiteit, regeneratie van ecosystemen en lokale voedselvoorziening. Chemische industrieën mogen niet langer lozen wat elders schade veroorzaakt. Landbouw verschuift naar regeneratieve methoden, ingebed in lokale ecologie.

Virtueel watergebruik, het onzichtbare waterverbruik dat schuilt in productieketens, export en digitale infrastructuren, wordt niet langer genegeerd. Transparante ketens maken zichtbaar

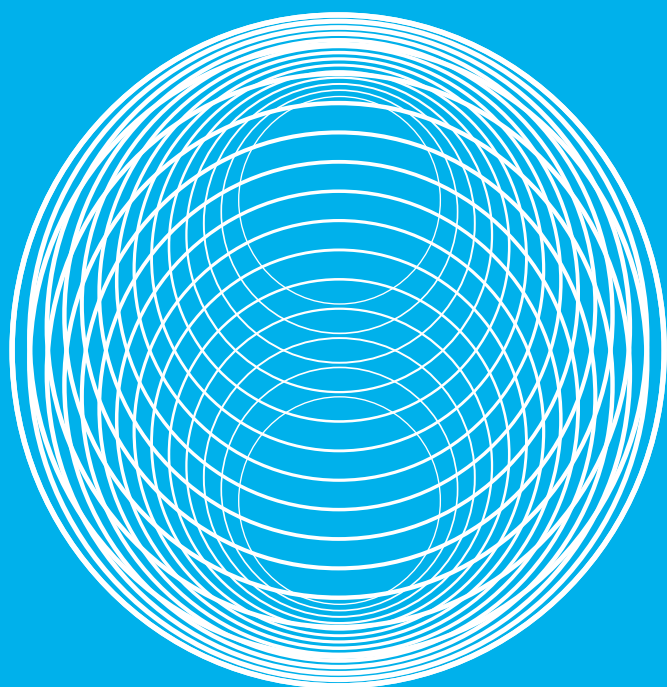
hoeveel water elders ter wereld wordt onttrokken om onze producten, diensten en digitale infrastructuren mogelijk te maken. Die zichtbaarheid leidt tot maatschappelijke en politieke druk om deze verborgen stromen terug te dringen. Internationale handelsketens worden herzien, productie verschuift naar bioregionale schaal waar mogelijk, en bedrijven worden verplicht hun watervoetafdruk inzichtelijk te maken en daar lokaal voor te compenseren.

Technologie evolueert in deze toekomst naar kleinere, lokale en lowtechoplossingen, aangevuld met hightech waar nodig. Het neemt een faciliterende rol aan van beheersing en disciplineren en heeft een transparant, toegankelijk en bottom-up karakter. Als mens werken we samen met technologie. Innovatie richt zich op kringlopen sluiten, ecosystemen regenereren en hergebruik faciliteren. Mangrovebossen, rietlanden en lokale plantensoorten vervangen beton en staal als natuurlijke waterbuffers. Digitale technologieën zijn decentraal en faciliteren besluitvorming over gedeelde bronnen, maar zonder het eigenaarschap over die bronnen te claimen.

Rechtvaardigheid krijgt in dit scenario een herstellend karakter. Daarbij ligt de nadruk op bestaande ongelijkheden verkleinen en verstoorde relaties tussen mens, water en ecosysteem herstellen. Dit betekent waterrechten herverdelen, prioriteit geven aan basisbehoeften boven economische belangen, en lokale gemeenschappen en toekomstige generaties structureel betrekken bij besluitvorming. Procedurele rechtvaardigheid is hierin essentieel. Gemeenschappen bepalen samen hoe water wordt verdeeld, onderhouden en beschermd. Tegelijkertijd vraagt dit om moeilijke afwegingen. Rechtvaardigheid is in deze context zelden zwart-wit. Het gaat vaak om afwegingen tussen twee rechtvaardige uitkomsten die elk andere gevolgen hebben. Deze grijze gebieden maken procedurele rechtvaardigheid complexer, maar ook noodzakelijker.

In dit scenario ontstaat ruimte voor nieuwe vormen van collectieve zorg voor water en ecosystemen. Waterschappen, maatschappelijke

organisaties en lokale coöperaties spelen hierin een centrale rol, net als technologiebedrijven die hun kennis inzetten voor kleinschalige, regeneratieve innovaties. Water wordt niet langer gezien als product of grondstof, maar als essentiële partner in samenwerking met de mens. De verschuiving van extractie naar samenwerking creëert kansen voor meer lokaal eigenaarschap, herstel van ecosystemen en sociale gelijkheid. Tegelijkertijd schuilt de kwetsbaarheid in de kleinschaligheid en de afhankelijkheid van gedeelde verantwoordelijkheid. Het systeem vraagt om langdurige samenwerking, sterke sociale netwerken en wederzijds vertrouwen. Zonder deze fundamenteën dreigt fragmentatie en kan ongelijkheid juist toenemen. Ook de afschaling van industrie en landbouw kan frictie veroorzaken, zeker als keuzes top-down worden opgelegd zonder ruimte voor participatie. Procedurele rechtvaardigheid - het samen, transparant en inclusief bepalen hoe water wordt gebruikt en beschermd - vormt daarom de spil om dit poreuze systeem duurzaam te houden.



Scenario 4:

Vloeibaar

In deze toekomst stroomt alles. Door jaren van kleine verschuivingen in denken, voelen en organiseren is langzaam een omkering van waarden ontstaan. Er is een groeiend ongemak ontstaan bij het idee dat alles maakbaar is. Dat leidt tot het fundamentele besef dat de natuur naar onze hand zetten niet langer houdbaar is. Marginale experimenten met alternatieve kennis, andere manieren van luisteren, pogingen tot samenwerken met ecosystemen en de zachte kracht van collectieve verbeelding sijpelen langzaam door in beleid en bestuur. Technologie, rechtvaardigheid en water vormen samen een vloeibaar ethisch-ecologisch mengsel waarin radicaal relationeel denken centraal staat. Technologie is een bondgenoot van water en ecosystemen. Rechtvaardigheid gaat voorbij menselijke belangen en water is een medebeslisser en een gids. Transformatie staat hier centraal: een fundamentele herziening van hoe we samenleven, technologie ontwerpen en beslissingen nemen.

Water bepaalt de indeling van de leefomgeving, de ritmes van beleid en de structuren van de samenleving. Water heeft rechten, een stem en een eigen taal. Dit uit zich in nieuwe organisatie-modellen: rivieren met persoonsrechten, zoöoperaties die niet-menselijke levens en toekomstige generaties meewegen, en een her-ontworpen soevereine staat. De verschuiving van een sociaal contract (maatschappelijke afspraken tussen overheid en burgers) naar een planetair contract (afspraken over de verhoudingen tussen huidige en toekomstige menselijke en niet-menselijke levens) is hier een voorbeeld van.⁵ Dit planetair contract krijgt concrete vorm door instituties die recht doen aan meer-dan-menselijke belangen. Zo is er een Watergerechtshof opgericht waar rivieren, wetlands en oceanen als rechtssubject kunnen procederen via menselijke en technologische vertegenwoordigers. Op wereldschaal is er een

VN Planetary Council ingesteld, waarin naast staten, ook ecosystemen, Inheemse gemeenschappen en toekomstige generaties vertegenwoordigd zijn. Daarnaast ontstaan er nieuwe supranationale netwerken van waterschappen en stroomgebiedcoöperaties die over landsgrenzen heen werken. Het bestuur daarvan vertrekt niet langer vanuit economische belangen, maar vanuit de ecologische grenzen van watersystemen.

Technologie is alomtegenwoordig en diep verweven met natuurlijke systemen. Technologie vormt een onderdeel van een relationeel netwerk dat bijdraagt aan herstel, verbinding en wederzijdse afhankelijkheid. Dit krijgt de vorm van grote netwerken van sensoren die realtime de gezondheid van ecosystemen monitoren en in kaart brengen. Digitale platforms verbinden lokale kennis met planetaire datastromen, waardoor besluiten worden genomen op basis van het collectief van meer-dan-mens en mens. Innovatie richt zich op het uitbreiden van zintuigen, het verdiepen van begrip voor niet-menselijke entiteiten en het versterken van relaties tussen mensen en niet-mensen. Een voorbeeld hiervan is Ecological AI (EIA).⁶ Deze vorm van kunstmatige intelligentie biedt ruimte aan meerdere perspectieven in plaats van één autoritair of objectief antwoord. Een EAI verbindt inzichten, herkent waar kennis mist en wijst aan wie er nog betrokken moet worden bij besluitvorming. In plaats van alleen te informeren, nodigt EIA uit tot anders voelen, denken en luisteren met aandacht voor de context, de omgeving en de wijsheid van water en andere levensvormen. Het erkent de stem van gemeenschappen die vaak niet worden gehoord, inclusief de niet-menselijke entiteiten zoals ecosystemen, dieren of rivieren. Door diepere kennis te verzamelen over rivieren, waterlichamen en de levens die eraan verbonden zijn, ontstaan nieuwe manieren om hun bewegingen te begrijpen en daarop te anticiperen.

Rechtvaardigheid is in dit scenario niet langer gericht op mensen alleen. De focus is verschoven naar een vorm van rechtvaardigheid waarin het welzijn van rivieren, dieren, ecosystemen en toe-

komstige levens centraal staat. Rechtvaardigheid betekent hier dat water zelf recht heeft op leven, ruimte, tijd en regeneratie. Procedurele en intergenerationele rechtvaardigheid vormen de leidende principes om meerstemmige, ecologische belangen recht te doen. De besluitvorming is daardoor traag. Het vereist voortdurende onderhandeling. Niet alleen tussen mensen, maar ook tussen soorten, landschappen en toekomstige generaties. Rechtvaardigheid betekent ook dat conflicten niet worden glad-gestreeken, maar onderdeel zijn van het proces: als een rivier ruimte nodig heeft, betekent dat misschien dat een stad moet wijken.

Ondanks de ogenschijnlijke harmonie in deze vloeibare toekomst zijn er ook kwetsbaarheden te noemen. De vertraging die ontstaat door het zorgvuldig betrekken van meersoortige stemmen kan botsen met de urgentie van crisissituaties. De focus op lokaliteit kan ongelijkheid met zich meebrengen. Sommige regio's kunnen floreren dankzij sterke lokale gemeenschappen en technologische veerkracht, terwijl andere regio's kunnen achterblijven. Daarnaast roept de afhankelijkheid van systemen als EAI vragen op over toegang en eigenaarschap. Wat als deze infrastructuur wegvallen of worden gemonopoliseerd? Als laatste schuilt in deze toekomst het risico van romantisering van de natuur en langzaam leven. Natuur kent namelijk ook conflict, parasitisme en verlies. Het erkennen van de stem van een rivier betekent ook ruimte maken voor overstroming en verval.

Marjolein Pijnappels, toekomstecoloog

Ós Moder Maas

In haar speculatief verhaal onderzoekt Marjolein Pijnappels hoe technologie, natuur en het waterleven samen kunnen komen in een nieuwe vorm van verbondenheid. Ze vraagt zich af hoe technologie ingezet kan worden om natuurlijke processen te ondersteunen, en hoe we de stem van niet-mensen daarin een plek kunnen geven. In een toekomst waarin de Maas verschijnt als levend wezen, als moeder, volgen we Sahar: programmeur van een decentraal eco-intelligentienetwerk en rivierwachter in Limburg. In haar reis verkent Sahar wat het betekent om te leven met de grilligheid van water, en hoe regeneratie, verlies en technologische sturing zich tot elkaar verhouden.

Zijn wereld in het grinderige zand onderaan de geleidepaal is klein en nat, overspoeld door schaduwen en smaken. Met zijn sifonen, die traag wuiven over de met algen begroeide schelpenrand, proeft de mossel een subtiele verandering in het water.

Hier, halverwege de Maasbekken-bioregio, is de Zandmaas breed en traag. De jaarlijkse winteroverstromingen zijn achter de rug en het water rolt door een meanderend vlechtwerk van moerassen, zijarmen, half verdronken ooibossen en onder het drijvende dorp door. Een zwerm luidruchtige spreeuwen kolkt op de wind door de vlammeende avondlucht. Een vrouw met verwaaide zwarte krullen staat roerloos op de oude winterdijk, een relik uit de oude tijd toen land en water strikt gescheiden leefden.

Er is hoogwater op komst en de vrouw tuurt fronsend stroomopwaarts naar voortekenen. “Nog minder dan 8 uur”, mompelt ze tegen de kille lentewind en niemand in het bijzonder.

De vrouw steekt haar benen in het waadpak en kruipt de dijk af het water in. Aan de rand van het dorp start ze haar inspectie.

“Geleidepalen, check. Biosensoren, check”, vinkt ze haar lijstje af. Tenslotte verzamelt ze met een grijparm enkele Bataafse stroommosselen aan de voet van de palen.⁷ Drie exemplaren neemt ze mee naar het drijvende lab om hun zachte weefsel te onderzoeken op gifstoffen. Medelijden heeft Sahar niet met ze, wel respect. Deze dieren zijn gewaardeerde inwoners van hun gemeenschap. Meer dan honderd jaar geleden waren ze uitgestorven, maar na de Grote Overstromingen in de jaren 2060⁸ hadden ze zich vanuit het noorden weer in de Zandmaas gevestigd. Ze filteren het water, bieden een haven voor kleine dieren in de snelstromende rivier en trekken vissen aan. Uiterst gevoelig voor vervuiling en omgevingsveranderingen helpen ze bij de monitoring en het beheer van het water. In hun jeugd zijn het bloeddorstige vampieren. De larven parasiteren op de kieuwen van driedoornige stekelbaarsjes en ruisvoornen, zuigen hun bloed tot ze groot genoeg zijn om hun leven als bodemvoeder te starten. Eten en gegeten worden zijn, net als leven en doodgaan, deel van het leven in deze ecogemeenschap.

Het zijn de signalen van de mossel die, eerder nog dan de hoogwatersensoren uitsloegen, hen vroegtijdig alarmeerden op de mogelijkheid van extreem hoogwater.

De rivier stroomt in cirkels

“Heb je de waardes gezien, Juul?” Sahar’s pupillen krimpen terwijl ze haar rechteroog fixeert op de inkomende data op haar lens. Ze tikt op het koptelefoontje in haar oor en brengt de datastroom tot stilstand. Haar oog vliegt heen en weer tussen het donkerblauw kleurende water en haar lens.

“We monitoren de waterhoogte, de neerslagwaardes stroomopwaarts en de biosensoren continu, dat weet je, Sahar. Je hebt het systeem zelf geprogrammeerd”, stelt haar vriendin haar gerust.

“Dankzij jou zijn we tiptop voorbereid”, klinkt Juul’s stem in haar oor. “De huizen drijven al,⁹ de energievoorziening is op peil, we hebben vorige week nog de evacuaties geoefend met de school. Er is genoeg voedsel voor de hele lente dankzij Kees’ obsessie voor inmaken.”

Sahar grinnikt. Ze hoeven deze lente geen honger te lijden, zoals mensen hier 150 jaar geleden deden en ze zoetwatermossels moesten eten tijdens de oorlog.

Terwijl de getallen op haar lens dreigender worden tikt Sahar ze weg en klimt terug de dijk op. Bij het enorme, zwarte Maasmoederbeeld staat ze even stil. Het beeld staat symbool voor wat de mensen hier *Ós Moder Maas* noemen, onze moeder. Al eeuwenlang beschouwen de Limburgers de rivier als een levensader.

Ondanks de dreiging heeft Sahar geen haast. De data uit het decentrale Eco-intelligentie Netwerk,¹⁰ een zelflerend systeem in gezamenlijk bezit van de veertien dorpen aan de Zandmaas, voorspellen dat de hoogwatergolf het dorp pas over zeven uur en negentien minuten zal bereiken.

De koude onbeweeglijkheid van het moederbeeld troost Sahar. Ze voelt zich tegelijkertijd gegrond en licht. Zoals ze als kind dreef in de warme zee van haar geboorteland, met haar moeder's hand stevig onder haar rug. Ze mist haar moeder nog elke dag. "Oh, *immi*.." fluistert ze en legt een hand op de steen.

Dan rochelt ze met intentie alsof ze grind ophaalt en spuugt in het water dat onder het beeld door stroomt. Ze ziet niet of de klodder het water raakt en de Maas stroomt onder haar door zonder haar wateroffer te erkennen.

Riviernachtwacht

Juul houdt die nacht, zoals altijd, de eerste wacht met haar. Invasieve grijze strepen hebben het hoofd van haar meest dierbare vriendin gekoloniseerd en als ze lacht, wat ze vaak doet, worden haar luchtblauwe ogen overstroomd door rimpels. Sahar schenkt sterke, zwarte koffie in twee koppen en schuift er een naar Juul toe.

Sahar en haar moeder waren een van de eerste vluchtelingen in Limburg toen de Grote Overstromingen half Nederland onder water zetten. Haar vader en zus waren in Rotterdam verdronken in de kolkende massa van de doorgebroken Noordzee. Haar moeder, haar lieve, ooit zo uitbundige, vrolijke moeder, had het nooit verwerkt en zich toen Sahar tien jaar was tijdens hoogwater in de woeste Maas geworpen.

Zo leerde ze al jong het water geeft, en het water neemt. Als ze haar moeder mist, gaat ze, soms zelfs midden in de winter, tot aan haar kuit in het water staan in een van de traag stromende nevengeulen. Terwijl ijskoud water aan haar benen en vingers likt, is ze dichterbij haar moeder. Haar hart. Ook haar zusje en vader voelen dan dichterbij. Het water verbindt alles met elkaar. Van de

rivier tot de zee. Een mens bestaat tenslotte voor zestig procent uit water en zo worden we allemaal deel van de grote waterkringloop.

Sahar heeft de Randstad nooit echt gemist, heimwee heeft ze nog steeds naar haar geboorteland. Ze herinnert zich weinig, alleen geuren. Stof, olijfbomen, de zoete rijst van oma. Elke korrel werd gekoesterd. In Nederland had ze moeten wennen aan de wegwerpcultuur. In de kantine van de middelbare school zag ze met tranen hoeveel eten werd weggegooid, hoeveel water verspild.

Hoe anders is het nu hier, in haar huidige thuis, dit drijvende dorp op een grillige rivier. In het bioluminescente nachtlucht kijkt ze haar vriendin schuin aan. Na de eerste turbulente jaren had de gemeenschap hier de vluchtelingen opgenomen in hun gemeenschap. Alle hens aan dek. Er moest samengewerkt worden om in de haperende economie waar overheidshulp afbrokkelde een leefbare gemeenschap te bouwen. Met kennis en kunde van alle inwoners waren ze erin geslaagd langs de Zandmaas een keten van bloeiende, drijvende dorpen op te bouwen.

Meerstemmig advies

Plotseling lichten de monitoren rood op, een waarschuwingssignaal komt binnen.

...Inkomende data... lezen Sahar en Juul op het scherm.

Het Eco-intelligentie Netwerk verwerkt voortdurend informatie en er is blijkbaar iets nieuws binnengekomen.

...Op basis van neerslagdata en waterhoogte is het overstromingsrisico afgenomen met 53 procent. Overstromingsrisico gemiddeld. Code geel

...Biosensoren detecteren afwijkingen. Overstromingsrisico hoog. Code zwart

...Inconsistente datapatronen

...Onzekerheidsmarge zeer hoog. Advies gevraagd

“Verdomme”, vloekt Juul hartgrondig. De biosensoren verbonden met het aquatische planten en dierenleven geven andere prognoses dan de neerslagdata. Code zwart betekent evacueren en onherstelbare schade aan het dorp, omdat niemand aanwezig is om maatregelen te nemen, zelfs bij matig hoog water. Code geel betekent blijven en alles drijvend houden. Bij code zwart blijven is levensgevaarlijk.

“De prognose is onbetrouwbaar”, concludeert Sahar. “We moeten de dorpen mobiliseren.”

Zodra Sahar de opdracht geeft om via GAAN, het Gemeenschaps Aquatisch Alarm Netwerk de inwoners te wekken en te mobiliseren, komen vergelijkbare alarmsignalen binnen van de buurdorpen.

Bioluminescente lampbakken worden ontstoken en het dorp golft van bedrijvigheid. Ieder gezinsslid, groot of klein, heeft een taak en voert die gefocust uit bij het groenblauwe licht.

Kees, de inmaak-expert, is verantwoordelijk voor het naar de winterdijk drijven van de kudde schapen samen met Lou, zijn border collie. De zevenjarige Annelou controleert met een vriendin of de ramen en deuren van de huizen waterdicht gesloten zijn. Sahar en Juul werken met hulp van de andere dorpen en het Eco-intelligentie Netwerk dat toegang heeft tot een *digital twin*¹¹ van de Maas razendsnel drie scenario's uit en formuleren een plan van aanpak.

Om exact 4:02 in de ochtend trekt een hoogwatergolf over de Zandmaas, trekt aan de huizen, overspoelt de verlaten rijstvelden en verandert het rivierlandschap onherroepelijk.

Een jaar later

De zeelt schuift doelgericht over de bodem van het verdronken rijstveld. Haar wereld bestaat uit golven en trillingen die ze waarneemt met het zijlijnorgaan én haar innerlijke oor. Straks, als de rijstvelden weer beplant zijn¹², zal ze kunnen smullen van de muggenlarven, maar aan het eind van de winter is het voedsel schaars.

Het is een jaar na de verwoestende hoogwatergolf die de gemeenschap opschudde. Vijf huizen werden beschadigd, een oude man kwam in het water terecht en overleed later aan onderkoeling. De zoetwatermosselpopulatie had het wonderwel gered en beschut tussen de geleide palen van de huizen filteren ze onverstoorbaar liters rivierwater per dag.

Sahar staat weer op de winterdijk en kijkt uit over de nieuw aangelegde rijstvelden. De jonge kiemplanten staan al klaar in de met zonne-energie verwarmde kassen. Moeder Maas neemt, maar ze geeft ook terug. Vruchtbaar slib en nieuwe soorten. Ze ziet een zeelt tussen de waterplanten glijden op zoek naar voedsel. Straks zal zij helpen de rijstvelden muggenvrij te houden. Sahar ziet dorpsbewoners nieuwe bomen planten om de stormschade aan het oobos te herstellen.

Het is een illusie dat het water in een rivier altijd maar een richting op stroomt. Het water stroomt namelijk in cirkels. Ze stroomt in spiraalstromen langs de oevers voortdurend in zichzelf terug. Ze zakt in de bodem, wordt

opgedronken door plantenwortels en ontsnapt als damp uit wijd opengesperde huidmondjes om weer neer te slaan als regen. Ze wordt zeelt, mossel, mens en rijstplant voordat ze zich soms eeuwen later weer als water bij de rivier voegt.

Sahar trekt haar waadpak uit en loopt het ijzige Maaswater in tot aan haar kuit. Waterlichaam in water. Ze ademt de vertrouwd metalige rivierwatergeur in, snuift het aroma van vroege lentebloemen op en voelt zich met elke waterige cel in haar lichaam verbonden met de rivier, haar dorpsgenoten en al het zwemmende, filterende, vliegende, kruipende, wortelende leven om haar heen.

Be w
my fr

water,
friend.

– Bruce Lee

Technologie in waterrechtvaardige toekomst

Deze verkenning begon met de vraag: wat gebeurt er wanneer we rechtvaardigheid als ankerpunt gebruiken in onze relatie met water en technologie? In drie delen is onderzocht:

- Hoe technologie op allerlei manieren met water is verweven,
- Hoe onder die verwevenheid vaak onzichtbare en indirecte rechtvaardigheidsvragen liggen, en
- Hoe verschillende toekomstbeelden kunnen ontstaan wanneer we bepaalde rechtvaardigheidsprincipes als uitgangspunt nemen.

Wat zichtbaar wordt is dat technologie niet neutraal is, maar gevormd wordt door relaties, waarden, aannames, en keuzes. Door die keuzes expliciet te maken, wordt ook zichtbaar wat er anders kan.

Waterrechtvaardigheid vormt een uitnodiging om vanzelfsprekendheden over onze omgang met water te heroverwegen. Bijvoorbeeld over wie er zeggenschap over heeft, wie de risico's ervoor draagt, wie er toegang tot heeft, en wie er meebeslist in de besluitvorming over water. In het huidige denken over technologische ontwikkelingen

en klimaatadaptatie blijven zulke vragen vaak impliciet. Deze verkenning toont dat technologie pas als rechtvaardig kan worden gezien als het is ingebed in een bewust en inclusief proces. Een proces waarin niet alleen functionele doelen centraal staan, maar ook sociale, ecologische en ethische overwegingen.

Tegelijkertijd is er niet één vast recept voor wat een waterrechtvaardige toekomst inhoudt. Rechtvaardigheid is een dynamisch en contextgebonden proces. Dat vraagt om continue alertheid, herijking en verbeeldingskracht. Toekomstdenken biedt ruimte om verschillende mogelijkheden naast elkaar te zetten, en de waarden en aannames die daaraan ten grondslag liggen zichtbaar te maken.

Wat betekent dit voor het ontwerpen van technologie voor waterrechtvaardige toekomst? Op basis van deze verkenning komen vijf belangrijke inzichten naar voren:

Benader technologie als relationeel

Technologie is ingebed in een web van relaties. Het staat dus niet los van water, mens of ecosysteem. In toekomstscenario's waarin technologie alleen de relatie met de mens bedient, blijft water een hulpbron. In scenario's waarin water als actor wordt gezien, ontstaat ruimte voor meer-dan-menselijke rechtvaardigheid. Dat vraagt om technologie die deze relaties expliciet maakt, bevraagt en eventueel herontwerpt. De ontwerp vraag voor zulke technologie verschuift dan van: 'wat kan deze technologie oplossen?', naar: 'welke relaties versterkt of verzwakt deze technologie, voor wie, en met welke gevolgen?'

Maak het onzichtbare zichtbaar, het ontastbare tastbaar

Onzichtbare elementen in de relatie tussen water en technologie vormen centrale voorbeelden in deze verkenning: chemische stoffen in het water, virtueel waterverbruik, of mogelijke overstromingen. Veel technologische systemen zijn *black boxes*. Ze verbergen risico's, impact en verantwoordelijkheden. Maar technologie kan ook helpen om verborgen elementen zichtbaar en bespreekbaar te maken. Denk

aan datavisualisatie, *narrative interfaces*, of tastbare prototypes die scenario's invoelbaar maken. Verbeeldingskracht en storytelling vormen hierin belangrijke componenten voor waterrechtvaardigheid.

Neem rechtvaardigheid als ankerpunt

Deze verkenning neemt rechtvaardigheid als ankerpunt en vertrekpunt voor de toekomst van water. Dat vraagt om technologieën waarin waarden als toegang, zeggenschap en transparantie expliciet worden meegenomen in het ontwerp en waarin er ruimte blijft om deze waarden bij te stellen naarmate de context verandert. Ontwerpers, beleidsmakers en ontwikkelaars spelen hierin een sleutelrol. Zij maken zichtbaar welke keuzes worden gemaakt, wie daarin wordt meegenomen en wie niet. Methodes zoals *value-sensitive design* en participatief ontwerp bieden handvatten om rechtvaardigheid vanaf het begin mee te nemen en technologie voortdurend te blijven herijken.

Ontwikkel technologie voor verschillende perspectieven

Rechtvaardigheid is een dynamisch proces van afweging en heroverweging. Het kent geen vastomlijnd eindpunt of toets achteraf. Spanningen tussen efficiëntie en inclusiviteit of tussen korte en lange termijn zijn onvermijdelijk. Technologische ontwikkelingen kunnen deze spanningen expliciet maken en ruimte bieden voor meerdere perspectieven. Veel technologie is ontworpen vanuit een dominant mensbeeld: rationeel, autonoom, westers. Rechtvaardigheid vraagt om erkenning van diverse perspectieven van gemarginaliseerde gemeenschappen tot meer-dan-menselijke entiteiten zoals rivieren of grondwater. Ontwerpen voor waterrechtvaardigheid betekent ruimte maken voor andere kennisvormen, zintuiglijke ervaringen, en rituelen.

Investeer in infrastructuren van zorg en wederkerigheid

Toekomstbestendige technologie vraagt naast innovatie ook om zorg. Zorg voor ecosystemen, gemeenschappen en degenen die dagelijks verantwoordelijkheid dragen. Dat betekent investeren in technologie

die robuust, onderhoudbaar en toegankelijk is en die ingebed kan worden in duurzame relaties. Denk aan apps waarmee bewoners lokale waterstanden monitoren, gemeenschappelijke sensornetwerken in de wijk, of laagdrempelige tools voor regenwateropvang en hergebruik. Of aan manieren waarop data gedeeld worden in begrijpelijke taal, en aan systemen die ontworpen zijn om samen te werken met lokale kennis. Technologie wordt dan geen black box, maar een verbindende schakel in netwerken van zorg, samenwerking en wederkerigheid.

Maatschappelijke impact

Deze verkenning draagt bij aan het publieke debat over water, technologie en rechtvaardigheid. Daarmee sluit de verkenning aan op de vier impactdoelen die STT hanteert voor de verkenningen: informeren, inspireren, adviseren en activeren.

In deze publicatie zijn actuele technologische en maatschappelijke ontwikkelingen verbonden aan theoretische kaders rondom waterrechtvaardigheid. Daarmee wordt zichtbaar dat technologie niet alleen een functioneel hulpmiddel is, maar ook een drager van waarden en belangen. Door bestaande klimaatrechtvaardigheidskaders te vertalen naar het waterdomein ontstaat er meer bewustwording van de vaak onzichtbare ongelijkheden die besloten liggen in onze omgang met water.

De ontwikkelde archetype-scenario's helpen om alternatieve toekomsten voor te stellen waarin de relaties tussen water, technologie en rechtvaardigheid op andere manieren zijn georganiseerd. Daarmee bieden de scenario's inspiratie voor nieuwe denkrichtingen en handelingsmogelijkheden. Ze vormen ook een startpunt om na te denken over de veranderende rollen en verantwoordelijkheden van verschillende partijen die in deze toekomsten een rol spelen.

Naast reflectie biedt deze verkenning concrete handvatten. De vijf handelingsperspectieven in dit slothoofdstuk zijn bedoeld als

uitnodiging tot actie. Ze kunnen dienen als richtinggevend kader voor beleidsmakers, ontwerpers, onderzoekers en andere betrokkenen die technologie willen ontwikkelen of toepassen met rechtvaardigheid als uitgangspunt.

Tot slot is deze publicatie niet alleen een resultaat, maar ook een proces van samenwerking en collectieve verkenning. In co-creatie met een denktank, ontwerpers en experts uit verschillende vakgebieden zijn inzichten verzameld, scenario's ontwikkeld en spanningen onderzocht. Daarmee nodigt deze publicatie uit tot lezen én tot verder denken en doen in organisaties, beleid, ontwerppraktijken of onderwijs. Het vormt een startpunt voor verdere gesprekken en vervolgstappen.

Een lek betekent dus verlies, maar ook een opening. Het laat zien dat systemen openstaan voor nieuwe vragen, nieuwe stemmen en nieuwe mogelijkheden om ze anders te vormen.

Onderzoeksopzet

De verkenning naar de toekomst van water is, net als andere STT-toekomstverkenningen, participatief van aard. Voor deze publicatie zijn informatie, inzichten en perspectieven verzameld door deskresearch, gesprekken met experts en betrokkenen, een Miro-bord, en discussies en co-creatiesessies met de denktank gekoppeld aan deze verkenning. Op basis hiervan zijn toekomstscenario's geschetst.

Denktank

Deze publicatie is gevoed door een diverse groep experts en betrokkenen. Zij vertegenwoordigen verschillende soorten expertise, kennis, ervaringen, ideeën en benaderingen. Evenals uiteenlopende professionele omgevingen, zoals kennisinstellingen, overheden, bedrijfsleven en de ontwerpwereld. Door hun expertise en perspectieven te delen en deel te nemen aan workshops en discussies hebben zij in belangrijke mate bijgedragen aan deze publicatie. Bovendien was het erg inspirerend om met hen van gedachten te wisselen.

Deze personen hebben als denktanklid bijgedragen aan de verkenning:

Rosa van den Berg - Community manager, Klimaatonderzoek
Initiatief Nederland (KIN)

Jelle Burger - Programma ontwikkelaar en beleidsadviseur bij
Resilient Delta, TU Delft

Maaïke Hoekstra - Innovatietechnoloog afvalwater,
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en denktank
Waterwegen

Lisette Klok - Onderzoeker en adviseur klimaatadaptatie, Climate
Adaptation Services (CAS)

Nikki Kluskens - PhD-onderzoeker energierechtvaardigheid,
participatie en acceptatie, TU Eindhoven

Arjen Kolkman - Toekomstdenker, denktank Waterwegen en
Waterschap Hunze & Aa's

Carlijn Naber - Kenniscoördinator, Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT)

Saskia van Otterloo - Beleidsmedewerker Klimaatadaptatie, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Erna Ovaa - Programmaleider Strategische Verkenningen, Rijkswaterstaat

Marjolein Pijnappels - Toekomstecoloog

Josef Stuefer - Domein Exacte en Natuurwetenschappen (ENW), NWO

Marije Stronks - Strategie & digitale transformatie, het Waterschapshuis

Rona Vink - Manager technologie & bronnen, Evides Waterbedrijf

Tom Weijtmans - Innovatietechnoloog, Waterschap Aa en Maas

Veel dank voor jullie waardevolle betrokkenheid, interessante ideeën en behulpzame suggesties! Naast de denktankleden hebben ook de volgende personen hun expertise gedeeld in verdiepende gesprekken, die bijdroegen aan het bredere perspectief van deze verkenning:

Lizanne Schepers - Strategy Lead Global Transitions, NWO-KIN

Neelke Doorn - Professor Ethics of Water Engineering, TU Delft

Anna Hiemstra - Climate Justice Officer, NWO-KIN

Jonathan Subendran - PhD-onderzoeker Urban Design, TU Delft

Björk Johannes - Program Producer, NWO-KIN

Hendrik Jan Ijsinga - Manager Strategie, Evides Waterbedrijf

Thomas Hendrikx - Directeur Bestuursondersteuning, Evides Waterbedrijf

Veel dank voor het meedenken en het delen van waardevolle inzichten!

Toekomstscenario's

Voor de ontwikkeling van de toekomstscenario's is gebruikge maakt van vier scenario-archetypes. Deze zijn oorspronkelijk geformuleerd door Jim Dator en verder uitgewerkt in de Applied Strategic Foresight Toolkit van het Copenhagen Institute for

Futures Studies (CIFS).^{1,2} De archetypes (Voortgang, Neergang, Beheersing en Transformatie) bieden vier fundamenteel verschillende richtingen voor hoe de toekomst zich zou kunnen ontploegen. Elk scenario vertrekt vanuit een ander wereldbeeld, met eigen aannames over hoe verandering plaatsvindt en wat daarin richtinggevend is.

De keuze voor deze vier scenario-archetypes is voortgekomen uit het onderzoeksproces zelf. Door de thematische overlap tussen water, technologie en rechtvaardigheid ontstond al vroeg in het traject het besef dat er verschillende richtingen te kiezen zijn in hoe die relaties zich tot elkaar verhouden. Intuïtief koppelden die richtingen zich aan waterdynamieken. De archetypes van Dator sloten goed aan bij deze denkrichting. Ze boden een herkenbare structuur en tegelijkertijd voldoende ruimte om eigen accenten te leggen. Daarmee vormden ze een passend vertrekpunt om uiteenlopende toekomstbeelden te verkennen en vorm te geven, waarin nieuwe relaties tussen water, technologie en rechtvaardigheid centraal staan.

Tijdshorizon

De tijdshorizon van de toekomstscenario's ligt in 2055. Dit precieze jaar is tamelijk arbitrair gekozen; het gaat niet specifiek om dit jaar. Het is ver genoeg om een aanzienlijke mate van onzekerheid over de toekomst met zich mee te brengen. Dat maakt toekomstscenario's ontwikkelen de moeite waard. Door de horizon relatief ver weg te leggen, creëren we bovendien psychologische afstand tot die toekomst, en daarmee ruimte om de toekomst op verrassende manieren te verbeelden. Hoe korter de tijdsspanne van een verkenning, hoe meer we geneigd zijn om vast te zitten in onze bestaande denkkaders, verwachtingen en overtuigingen over wat haalbaar en realistisch is. Met 2055 als horizon rekken we onze denkkaders op en zijn we beter in staat gebaande redeneerpaden te verlaten. Zo kunnen we met meer openheid en creativiteit nadenken over mogelijke toekomst. Tegelijkertijd is 2055 wel zo dichtbij dat er een cognitieve en affectieve nabijheid is; we kunnen ons er iets bij voorstellen en voelen ons er bij betrokken.

Mapping Water Futures

Hoe kunnen we alternatieve toekomsten verkennen waarin niet de oplossing, maar de vraag centraal staat? Dit deel laat een impressie zien van mogelijke toekomsten van water via speculatief ontwerp. Deze ontwerpbenaadering zoekt niet naar pasklare antwoorden, maar maakt ruimte voor twijfel, verbeelding en kritische reflectie.

De projecten in dit hoofdstuk zijn ontstaan uit een samenwerking met studenten van de master Industrial Design aan de Koninklijke Academie van Beeldende Kunsten (KABK), onder begeleiding van ontwerpstudio Cream on Chrome. In groepjes onderzochten zij een specifieke geografische plek waar water een cruciale, soms kwetsbare rol speelt. Vanuit dat vertrekpunt ontwikkelden zij toekomstscenario's, speculatieve artefacten en verhalende video's, gebundeld in een aparte publicatie *Mapping Water Futures*.¹

De reis die hier wordt gepresenteerd begint bij de bron van de Ganges in India, stroomt langs de delta van Nederland, verdampt in de zoutpannen van Zuid-Europa, stijgt op als stoom in IJsland, en condenseert uiteindelijk op een mistnet in de Namibwoestijn. Elk project opent een nieuw venster op de vraag hoe we met water willen samenleven. Wat als water niet alleen een hulpbron is, maar ook een drager van waarden, relaties en toekomstbeelden?

Ganga Goddess Retirement

Hoe kan technologie bijdragen aan een gezondere balans tussen menselijke rituelen, natuur en industrie?

Ontwerpers: Hun Lee, Lida Andritsou and Zizi Mitrou

Dit project bevraagt de uitputtende relatie tussen mens en natuur, en herinterpreteert deze via rituelen. Het verbeeldt een toekomst waarin de mens op zoek gaat naar een nieuwe, respectvolle verbinding met Moeder Natuur. In “Ganga Goddess Retirement” gaat de riviergodin van de Ganges in 2075 met pensioen. Eeuwenlang reinigde zij zowel zielen als watervervuiling. Ondanks haar toekenning van persoonsrecht in 2017, bleef de vervuiling doorgaan. Het project stelt de vraag: wat als de godin na jarenlange dienst haar werk neerlegt? Via speculatief ontwerp roept dit artefact op tot nieuwe rituelen die de relatie tussen mens en natuur herstellen. Het benadrukt de noodzaak van een culturele omslag, waarin duurzaamheid en eerbied voor ecosystemen centraal staan.



Afbeelding 5: Een urn met de laatste resten van de Ganges

Farming in a future dominated by water

Hoe verandert het denken over landgebruik als we water toelaten in plaats van tegenhouden?

Ontwerpers: Linnis van Kampen, Mila Tešić and Ziqi Mao

Dit project verkent hoe landbouw er over honderd jaar uit zou kunnen zien in een Nederland dat water niet langer tegenhoudt, maar toelaat. Gebaseerd op onderzoek van Wageningen Universiteit, is een toekomst verbeeld waarin de verhouding tussen land en water lijkt op die van vóór 1900. Hier leeft de boer op een terp en daalt af naar zijn land wanneer het eb is. Het centrale artefact is een getijdenklok, speciaal ontworpen om het dagelijks ritme van de boer te verbinden met het ritme van het water. Het project toont hoe traditionele praktijken en objecten kunnen samengaan met een nieuwe waterlogica en benadrukt de noodzaak om ons denken aan te passen aan een veranderend klimaat.



Afbeelding 6: Getijdenklok met traditionele tegeltjes

Out of the box: Salt Narratives

Hoe kunnen we relaties begrijpen tussen lokale rituelen en wereldwijde systemen?

Ontwerpers: Eva Rodinis and Léonie Hanen

Geïnspireerd op de zoutproductie in Frankrijk en Kroatië, verkent dit project hoe klimaatverandering kleine gewoontes en gebruiken beïnvloedt. Door verdamping, toenemende zoutconcentratie en verlies van zoet water is de *saltern* (zoutwinningsgebied) een landschap waarin klimaatverandering tastbaar wordt – zelfs tot in de lunchbox van de zoutwerker. Het speculatieve artefact is een lunchbox met aangepaste recepten voor een hypersaliene leefomgeving. De maaltijd bevat extra suiker en bètacaroteen voor klimaatbescherming en wordt genuttigd met speciaal ontworpen bestek dat ook dient om zoutplanten (halofyten) te oogsten en zoet water te verzamelen. Via eten wordt het scenario persoonlijk, en toont hoe kleine rituelen kunnen bijdragen aan veerkracht in een veranderend klimaat.



Afbeelding 7: Bestek van een zoutwerker

The Symphony Alarm

Waar registreer je waarschuwingen van de natuur, en luister je ernaar?

Ontwerpers: Benedetta Faccani, Fatima Kane and Lot Dik

The Symphony Alarm is een robotisch systeem dat ontworpen is voor de Hengill-regio in IJsland. Het waarschuwt mensen en dieren voor aardbevingen door geluiden te genereren met geothermische stoom. Door uitputting van warmwaterbronnen veroorzaakten energiecentrales toenemende seismische activiteit. Dit leidde tot scheuren in het landschap waaruit stoom en gassen ontsnappen. Het artefact – een holle, rotsvormige robot met openingen – produceert een fluittoon wanneer stoom ontsnapt. Als dit stopt, zoeken de robots nieuwe scheuren via thermische camera's en GPS. Het project verkent hoe technologie zich kan richten op samenwerking met natuurlijke processen en waarschuwingssignalen van de aarde kan vertalen naar een nieuw soort alarm – subtiel, maar dringend.



Afbeelding 8: Symphony alarm

Namib Desert 2124

Wat leren we van de dagelijkse zoektocht naar water in extreme droogte?

Ontwerpers: Mike Sullivan and Riekje Paruschke

In een toekomst waarin water in de Namib-woestijn bijna onbereikbaar is geworden, volgt dit project een nomade die dagelijks op zoek gaat naar drinkbaar water. Geïnspireerd door de Namib-woestijnkever – die water uit mist verzamelt met zijn schild – ontwikkelde de nomade twee hulpmiddelen: een mistnet en een verzamelfles van klei. Het mistnet vangt condens uit de oceaanwind, die via een kanaal in de fles stroomt. Deze draagbare technologie past mistopvang toe op kleine schaal, passend bij een samenleving waarin extreme zelfredzaamheid noodzakelijk is geworden door conflicten over schaarse bronnen. Het project toont een alternatieve toekomst waarin mensen opnieuw leren overleven door te observeren, leren van natuurlijke processen en met minimale middelen leren omgaan met extreme omstandigheden.



Afbeelding 9: Water verzamelen met behulp van een mistnet

Dankwoord

STT-toekomstverkenningen zijn altijd samenwerkingen: met mensen uit allerlei vakgebieden, sectoren en achtergronden. Ook deze verkenning is het resultaat van veel gedeelde inzichten, betrokkenheid en denkkraft. Ik wil alle mensen die hebben meegedacht, meegedaan en hun expertise hebben gedeeld, hartelijk danken. De gesprekken, workshops en discussies waren niet alleen waardevol, maar ook bijzonder inspirerend. Dank voor jullie scherpe observaties, openheid en enthousiasme.

Een speciaal woord van dank aan mijn collega's bij STT - Rudy van Belkom, Carlijn Naber, Nathalie van Rijn-Haak, Lilian de Jong, Emiel Rijshouwer en Wieteke Alvarez - voor het meepuzzelen in deze verkenning, het doorhakken van knopen, het laten opborrelen van ideeën en het maken van memes van lastige beslissingen. Dank voor jullie betrokkenheid, scherpheid en de fijne sfeer op kantoor.

Mijn dank gaat ook uit naar de studenten van de master Industrial Design aan de KABK voor hun inzet, creativiteit en lef om met speculatief ontwerp een duik te nemen in mogelijke waterwerelden. Dank aan Maaïke Roozenboom voor de samenwerking en aan Cream on Chrome voor de inspirerende begeleiding van het ontwerpproces. Jullie werk vormde een katalysator in mijn onderzoeksproces.

Met veel waardering noem ik ook de leden van de denktank: Rosa van den Berg, Jelle Burger, Maaïke Hoekstra, Lisette Klok, Nikki Kluskens, Arjen Kolkman, Carlijn Naber, Saskia van Otterloo, Erna Ovaas, Marjolein Pijnappels, Josef Stuefer, Marije Stronks, Rona Vink en Tom Weijtmans. Dank voor jullie kritische reflecties, betrokkenheid en het meedenken in de workshops en gesprekken.

Ook veel dank aan Rudy van Belkom, Anouk van der Poll, Cristina Zaga en Marjolein Pijnappels voor jullie gastbijdragen. Jullie perspectieven verruimen het denken over water en technologie, en geven richting aan mogelijke, rechtvaardige toekomsten. Ook voorbij het menselijke.

Tot slot een grote dank aan Yurr Rozenberg voor het ontwerpen van deze publicatie en voor wederom een inspirerende samenwerking!

Lisa Mandemaker

Namens Stichting Toekomstbeeld der Techniek verdiepte Lisa Mandemaker zich in de toekomst van water. Op basis van desk-research, gesprekken met experts en co-creatiesessies met een multidisciplinaire denktank verkende ze mogelijke toekomst-archetypen om de verbeelding te prikkelen en inzicht te bieden in de relaties tussen water, technologie en rechtvaardigheid. Als speculatief ontwerper maakt Lisa toekomstige scenario's tastbaar en invoelbaar, zodat we er collectief op kunnen reflecteren. Haar aanpak onderstreept het potentieel van speculatief ontwerp als instrument om nieuwe perspectieven te verkennen, dominante aannames uit te dagen en maatschappelijke dialoog te stimuleren.



Over STT

Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) is een onafhankelijke stichting, in 1968 opgericht door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI). STT voert al meer dan 50 jaar brede toekomstverkenningen uit (domein-overstijgend en interdisciplinair) op het snijvlak van technologie en samenleving.

Publicaties van STT:

STT103 Een toekomst die werkt,
Anna-Carolina Zuiderduin, 2024

STT102 Voor niets gaat de zon op,
Lisa Mandemaker & Daphne Roodhuyzen, 2024

STT101 Technologiemonitor 2022 Digital Twins in an Urban Environment,
Roland Ortt en Lassi Tiihonen, 2023

STT100 De toekomst van globalisering,
Anna-Carolina Zuiderduin, 2023

STT99 De toekomst van het lichaam,
Robin Bergman, 2023

Literatuur

Inleiding

1. National Geographic Society (2024). Freshwater Resources. *National Geographic*. Geraadpleegd op 6 augustus 2024, van <https://education.nationalgeographic.org/resource/freshwater-resources/>
2. SER (2025). *Naar een toekomstbestendige omgang met water*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad
3. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (2023). *Rechtvaardigheid in klimaatbeleid. Over de verdeling van klimaatkosten*, WRR-Rapport 106, Den Haag: WRR
4. KWR (z.d.). *Rechtvaardigheid als pijler voor de watersector*. Geraadpleegd op 1 april 2025, van <https://www.kwrwater.nl/projecten/rechtvaardigheid-als-pijler-voor-de-watersector/>
5. The Green Land (z.d.) *Droge voeten, schone handen*. Geraadpleegd op 1 april 2025, van <https://thegreenland.eu/2025/03/droge-voeten-schone-handen/>

Deel 1: Water en verweven technologie

1. SER (2025). *Naar een toekomstbestendige omgang met water*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad
2. Didde, R. (2023, 2 januari). *Een dikke onvoldoende voor waterkwaliteit*. Geraadpleegd op 7 november 2024, van <https://www.wur.nl/nl/show-longread/een-dikke-onvoldoende-voor-waterkwaliteit.htm>
3. Didde, R. (2023, 2 januari). *Een dikke onvoldoende voor waterkwaliteit*. Geraadpleegd op 7 november 2024, van <https://www.wur.nl/nl/show-longread/een-dikke-onvoldoende-voor-waterkwaliteit.htm>
4. Doorn, N. (z.d.). *Waardering van water: Naar een duurzaam watersysteem*. Geraadpleegd op 8 november 2024, van https://www.rli.nl/sites/default/files/essay_neelke_doorn_-_waardering_van_water_-_naar_een_duurzaam_watersysteem_0.pdf
5. Sys, M. (2024, 3 april). Pep, plastic en pfas glippen gemakkelijk door de waterzuivering. *Follow the money*. Geraadpleegd 8 november 2024, van <https://www.ftm.nl/artikelen/rioolwaterzuivering-houdt-medicijnresten-en-pfas-niet-tegen>
6. Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2023). *Goed water goed geregeld*. Geraadpleegd op 7 november 2024, van <https://www.rli.nl/publicaties/2023/advies/goed-water-goed-geregeld>
7. Doorn, N. (z.d.). *Waardering van water: Naar een duurzaam watersysteem*. Geraadpleegd op 8 november 2024, van https://www.rli.nl/sites/default/files/essay_neelke_doorn_-_waardering_van_water_-_naar_een_duurzaam_watersysteem_0.pdf
8. Sys, M. (2024, 3 april). Pep, plastic en pfas glippen gemakkelijk door de waterzuivering. *Follow the money*. Geraadpleegd 8 november 2024, van <https://www.ftm.nl/artikelen/rioolwaterzuivering-houdt-medicijnresten-en-pfas-niet-tegen>
9. Rich, N. (2016, 6 januari). The Lawyer Who Became DuPont's Worst Nightmare. *The New York Times Magazine*. Geraadpleegd 3 december 2024, van <https://www.nytimes>

- com/2016/01/10/magazine/the-lawyer-who-became-duponts-worst-nightmare.html
10. Groenendijk, P. & De Groot, I. (2016, 6 juli). Chemisch drama in zeven delen. *Algemeen Dagblad*. Geraadpleegd 3 december 2024, van <https://www.ad.nl/nieuws/chemisch-drama-in-zeven-delen-af1d1392/>
 11. Van der Wal, A. (2015, 10 september). Hoe DuPont met teflon een ongekende milieuramp veroorzaakte. Ook in Nederland? *Follow the money*. Geraadpleegd 3 december 2024, van <https://www.ftm.nl/artikelen/hoe-dupont-met-teflon-een-ongekende-milieuramp-veroorzaakte>
 12. Meelker, E.L. (2020, 23 maart). Water is een machtsmiddel. *One World*. Geraadpleegd op 14 januari 2025, van <https://www.oneworld.nl/mensenrechten/water-is-een-machtsmiddel/>
 13. Hosselet, L. (2016, 22 juni). Je watervoetafdruk is behoorlijk ruk. *One World*. Geraadpleegd op 14 januari 2025, van <https://www.oneworld.nl/klimaat/waterbewust-winkelen/>
 14. Barlow, M. (2019). *Who's water is it, anyway?: Taking water protection into public hands*. Canada: Ecw Press
 15. Water footprint network (z.d.). *Product Gallery*. Geraadpleegd op 14 januari 2025, van <https://www.waterfootprint.org/resources/interactive-tools/product-gallery/>
 16. Water footprint network (z.d.). *Product Gallery*. Geraadpleegd op 14 januari 2025, van <https://www.waterfootprint.org/resources/interactive-tools/product-gallery/>
 17. Van Kessel, D. (2021, 1 april). De cloud laat ons water verdampen. Wie zorgt dat er straks nog genoeg is? *Follow the money*. Geraadpleegd op 14 januari 2025, van <https://www.ftm.nl/artikelen/big-tech-datacenters-watervoorziening>
 18. Verhagen, L., Frijters, S. & Sabel, P. (2024, januari). Hoeveel water en energie gebruikt uw favoriete chatbot? Geraadpleegd op 20 januari 2025, van <https://www.volkskrant.nl/kijkverder/v/2023/hoeveel-water-en-energie-gebruikt-uw-favoriete-chatbot-v974828/>
 19. Van Kessel, D. (2021, 1 april). De cloud laat ons water verdampen. Wie zorgt dat er straks nog genoeg is? *Follow the money*. Geraadpleegd op 14 januari 2025, van <https://www.ftm.nl/artikelen/big-tech-datacenters-watervoorziening>
 20. Kruzman, D. (2024, 8 mei). Hoe het Aralmeer in slechts enkele decennia bijna helemaal opdroogde. *National Geographic*. Geraadpleegd op 14 januari 2025, van <https://www.nationalgeographic.nl/natuur-leefomgeving/a60716784/verdwijnen-aralmeer>
 21. Van Bockxmeer, J. (2022, 7 juli). Zo worden de huizen van de toekomst waterproof. *De Correspondent*. Geraadpleegd op 28 januari 2025, van <https://decorrespondent.nl/13514/zo-worden-de-huizen-van-de-toekomst-waterproof/c5e878bf-51e8-06cc-123c-4c1f5787964c>
 22. Van Bockxmeer, J. (2022, 7 juli). Zo worden de huizen van de toekomst waterproof. *De Correspondent*. Geraadpleegd op 28 januari 2025, van <https://decorrespondent.nl/13514/zo-worden-de-huizen-van-de-toekomst-waterproof/c5e878bf-51e8-06cc-123c-4c1f5787964c>
 23. Risicokaart.nl (z.d.). *Risicokaart.nl geeft inzicht in veiligheid*. Geraadpleegd op 1 april 2025, van <https://www.risicokaart.nl/>
 24. The Green Land (z.d.). *Droge voeten, schone handen*. Geraadpleegd op 1 april 2025, van <https://thegreenland.eu/2025/03/droge-voeten-schone-handen/>

25. Leijdekkers, A. (z.d.). Once there stood a house. Geraadpleegd op 26 november 2024, van <https://www.anneleijdekkers.nl/once-there-stood-a-house>
26. Hoogwaterbeschermingsprogramma (2022, maart). *Onderzoeksresultaten bewustzijn waterveiligheid*. Geraadpleegd op 26 november 2024, van <https://www.hwbp.nl/documenten/infographics/2022/03/22/onderzoeksresultaten-bewustzijn-overstromingsrisicos-waterveiligheid>

Deel 2: Rechtvaardigheid en waterrechtvaardigheid

1. Davidson, M. (2021). *Verdelende rechtvaardigheid in klimaatbeleid*, WRR Working Paper, Den Haag: WRR
2. Brackel, A. K. C. (2024). *Brackish Waters: Integrating Justice in Climate Adaptation and Long-Term Water Management*. (Proefschrift) TU Delft, Delft.
3. Doorn, N. (2019). *Water ethics: An introduction*. Londen: Rowman & Littlefield International Ltd.
4. Doorn, N. (2019). *Water ethics: An introduction*. Londen: Rowman & Littlefield International Ltd.
5. Parsons et al. (2024). A bibliometric and topic analysis of climate justice: Mapping trends, voices, and the way forward. *Climate Risk Management, Volume 44*. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100593>
6. Doorn, N. (2019). *Water ethics: An introduction*. Londen: Rowman & Littlefield International Ltd.
7. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (2023). *Rechtvaardigheid in klimaatbeleid. Over de verdeling van klimaatkosten*, WRR-Rapport 106, Den Haag: WRR
8. Parsons et al. (2024). A bibliometric and topic analysis of climate justice: Mapping trends, voices, and the way forward. *Climate Risk Management, Volume 44*. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100593>
9. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (2023). *Rechtvaardigheid in klimaatbeleid. Over de verdeling van klimaatkosten*, WRR-Rapport 106, Den Haag: WRR
10. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (2023). *Rechtvaardigheid in klimaatbeleid. Over de verdeling van klimaatkosten*, WRR-Rapport 106, Den Haag: WRR
11. Cornelius, M., Adger, W., N., Paavola, J., Huq, S., Mace, M. J. (2006). Fairness in Adaptation to Climate Change. *Climatic Change* 96, 259-267. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9590-6>
12. Doorn, N. (2019). *Water ethics: An introduction*. Londen: Rowman & Littlefield International Ltd.
13. Parsons et al. (2024). A bibliometric and topic analysis of climate justice: Mapping trends, voices, and the way forward. *Climate Risk Management, Volume 44*. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100593>
14. Parsons et al. (2024). A bibliometric and topic analysis of climate justice: Mapping trends, voices, and the way forward. *Climate Risk Management, Volume 44*. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100593>
15. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (2023). *Rechtvaardigheid in klimaatbeleid. Over de verdeling van klimaatkosten*, WRR-Rapport 106, Den Haag: WRR
16. Universiteit Utrecht (2021, 27 september). *Rivier de Maas: een rechtspersoon die haar eigen*

- gezondheid, welzijn en belangen kan verdedigen?* Geraadpleegd op 1 april 2025, van <https://www.uu.nl/nieuws/rivier-de-maas-een-rechtspersoon-die-haar-eigen-gezondheid-welzijn-en-belangen-kan-verdedigen>
17. Wijers, M. (2025, 28 april). Nieuw-Zeelandse rivier met rechten inspiratie voor wereldwijde beweging. *NOS*. Geraadpleegd op 29 april 2025, van <https://nos.nl/artikel/2565263-nieuw-zeelandse-rivier-met-rechten-inspiratie-voor-wereldwijde-beweging>
 18. Doorn, N. (2019). *Water ethics: An introduction*. Londen: Rowman & Littlefield International Ltd.
 19. Van Veelen, A. (2024, 21 februari). Deze milieu-activisten zijn niet tegen de chemische industrie. Maar wie troep maakt, moet dat wel zelf opruimen. *De Correspondent*. Geraadpleegd 17 december 2024, van <https://decorrespondent.nl/14997/deze-milieu-activisten-zijn-niet-tegen-de-chemische-industrie-maar-wie-troep-maakt-moet-dat-wel-zelf-opruimen/6d1fc1dd-7884-09b8-106d-19946c4f8706>
 20. Stelling, T. (2022, 21 januari). Slecht nieuws: er is te veel chemie onder de mensen. *De Correspondent*. Geraadpleegd 17 december 2024, van <https://decorrespondent.nl/13071/slecht-nieuws-er-is-te-veel-chemie-onder-de-mensen/78d6ecf7-c677-094e-3d72-168b0c1c521c>
 21. Brus, R. (2021, 4 oktober). Jaarlijks duizenden kilo's PFAS in Westerschelde: We zijn ons eigen milieu aan het vernietigen. *NPO Radio 1*. Geraadpleegd 17 december 2024, van <https://www.nporadio1.nl/nieuws/binnenland/94c1f2b2-3ecd-4a24-9f41-29b16ed419f7/jaarlijks-duizenden-kilos-pfas-in-westerschelde-dit-jaar-pas-wordt-iedereen-een-beetje-wakker>
 22. Doorn, N. (2019). *Water ethics: An introduction*. Londen: Rowman & Littlefield International Ltd.
 23. Sys, M. (2020, 1 februari). Glasje teflon tappen: PFAS duiken op in onze drinkwaterbronnen. *Follow the money*. Geraadpleegd op 17 december 2024, van <https://www.ftm.nl/artikelen/pfas-drinkwater-bronnen>
 24. Van der Ham, L. (2024, 26 februari). *The weather is changing*. Geraadpleegd op 27 februari 2025, van <https://www.freedomlab.com/posts/the-weather-is-changing>
 25. NOS Nieuws (2023, 29 maart). Groen licht voor bouw 400 huizen in uiterwaarden Arnhem. *NOS*. Geraadpleegd op 27 februari 2025, van <https://nos.nl/artikel/2469333-groen-licht-voor-bouw-400-huizen-in-uitwaerden-arnhem>
 26. KNMI (2023). *KNMI'23-klimaatsscenario's voor Nederland*, De Bilt: KNMI
 27. Philippen, A., Schreuder, C. & Vendel, B. (2023). *Stapelings klimaatrisico's en financiële draagkracht op de woningmarkt: klimaatkwetsbare wijken in kaart gebracht*. Geraadpleegd op 27 februari 2025, van https://assets.ctfassets.net/1u811bvgvthc/5xd904LemKf4Lryn-5clgEN/05316d09a6b7bd5bd45a13d453d03ace/Stapelings_klimaatrisico-s_en_financiele_draagkracht_op_de_woningmarkt-v5.pdf
 28. Jhagroe, S. (2024). *Voorbij Duurzaamheid*. Zutphen: Mazirel Pers
 29. Samuel, M. (2022). *Jona zonder walvis*. Amsterdam: Nieuw Amsterdam
 30. Tielbeke, J. (2020). *Een beter milieu begint niet bij jezelf*. Amsterdam: Das Mag
 31. Watson, J. (2019). *Lo-TEK: Design by Radical Indigenism*. Keulen: Taschen
 32. Watson, J. (2019). *Lo-TEK: Design by Radical Indigenism*. Keulen: Taschen

33. Bouw, M., Van Eekelen, E. (2020). *Building with Nature: Creating, implementing and upscaling Nature-based Solutions*. Rotterdam: Nai010

Deel 3: Alternatieve toekomstscenario's

1. Dator, J. (2009). Alternative Futures at the Manoa School. *Journal of Future Studies*, 14(2), 1-18. Geraadpleegd op 11 maart 2025, van https://www.researchgate.net/publication/228380947_Alternative_futures_at_the_Manoa_School
2. Copenhagen Institute for Futures Studies (2025, januari). *CIFS Toolkit for Applied Strategic Foresight*. Geraadpleegd op 11 maart 2025, van <https://www.cifs.dk/read-listen/reports-knowledge/toolkit-for-applied-strategic-foresight>
3. Copenhagen Institute for Futures Studies (2025, januari). *CIFS Toolkit for Applied Strategic Foresight*. Geraadpleegd op 11 maart 2025, van <https://www.cifs.dk/read-listen/reports-knowledge/toolkit-for-applied-strategic-foresight>
4. Bell, G. (2020, oktober). *6 ethical questions about the future of AI* [Video]. TED Conferences. Geraadpleegd op 11 maart 2025, van https://www.ted.com/talks/genevieve_bell_6_big_ethical_questions_about_the_future_of_ai
5. Jhagroe, S. (2024). *Voorbij Duurzaamheid*. Zutphen: Mazirel Pers
6. Superflux (2023). *The ecological intelligence agency*. Geraadpleegd op 11 maart 2025, van <https://superflux.in/index.php/work/the-ecological-intelligence-agency/>
7. ARK Rewilding Nederland (2024, 30 december). *Werk aan terugkeer Bataafse stroom-mossel van start*. Geraadpleegd 25 maart 2025, van <https://arkrewilding.nl/nieuws/2024/werk-aan-terugkeer-bataafse-stroommossel-van-start>
8. Diermanse, F. (2022, 20 juni). Wat is de kans dat West-Nederland onder water komt te staan en waar kan ik dan naartoe verhuizen? *Klimaat Helpdesk*. Geraadpleegd op 25 maart 2025, van <https://www.klimaathelpdesk.org/answers/wat-is-de-kans-dat-west-nederland-onder-water-komt-te-staan-en-waar-kan-ik-dan-naartoe-verhuizen/>
9. PosadMaxwan (z.d.). *Drijvende steden*. Geraadpleegd op 25 maart 2025, van <https://posadmaxwan.nl/projects/drijvende-stad>
10. Superflux (2023). *The ecological intelligence agency*. Geraadpleegd op 25 maart 2025, van <https://superflux.in/index.php/work/the-ecological-intelligence-agency/>
11. Wang et al. (2025). How a vast digital twin of the Yangtze River could prevent flooding in China. *Nature*, 639, 303-305. <https://doi.org/10.1038/d41586-025-00720-0>
12. Rodriguez, R. (Documentairemaker). (2024, 4 oktober). *Sawa's in de polder - DOCS* [Podcast] NTR & VPRO. Geraadpleegd op 25 maart 2025, van <https://www.nporadio1.nl/nieuws/cultuur-media/3fb86646-a61f-4ffc-9611-1b1f049aa5a9/sawas-in-de-polder-verbouwen-we-straks-rijst-in-nederland>

Onderzoeksopzet

1. Dator, J. (2009). Alternative Futures at the Manoa School. *Journal of Future Studies*, 14(2), 1-18. Geraadpleegd op 11 maart 2025, van https://www.researchgate.net/publication/228380947_Alternative_futures_at_the_Manoa_School
2. Copenhagen Institute for Futures Studies (2025, januari). *CIFS Toolkit for Applied Strategic Foresight*. Geraadpleegd op 11 maart 2025, van <https://www.cifs.dk/read-listen/reports-knowledge/toolkit-for-applied-strategic-foresight>

Mapping Water Futures

1. KABK (2025). *Mapping Water Futures*. Geraadpleegd op 22 april 2025, van <https://stt.nl/media/pages/over-stt/nieuws/project-farming-in-a-future-dominated-by-water/7b16eca119-1743428644/publication-project-a-for-publication.pdf>

Afbeeldingen

1. Cybulski, M. (z.d.) *Dark waters* [film still]. Focus Features. Geraadpleegd op 22 april 2025, van <https://www.nytimes.com/2019/11/21/movies/dark-waters-review.html>
2. NASA (2008, 5 oktober). *Aral Sea 1989-2008* [afbeelding]. Geraadpleegd op 22 april 2025, van <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5957380> Aral Sea 1989-2008 - Aralmeer - Wikipedia
3. Anne Leijdekkers (z.d.). *Once there stood a house* [afbeelding]. Geraadpleegd op 26 november 2024, van <https://www.anneleijdekkers.nl/once-there-stood-a-house>
4. Parsons et al. (2024). A bibliometric and topic analysis of climate justice: Mapping trends, voices, and the way forward. *Climate Risk Management, Volume 44*. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100593>
5. Hun Lee, Lida Andritsou and Zizi Mitrou (2025). *Ganga Goddess Retirement* [foto]
6. Linnis van Kampen, Mila Tešić and Ziqi Mao (2025). *Farming in a future dominated by water* [foto]
7. Eva Rodinis and Léonie Hanen (2025). *Out of the box: Salt Narratives* [foto]
8. Benedetta Faccani, Fatima Kane and Lot Dik (2025). *The Symphony Alarm* [foto]
9. Mike Sullivan and Riekje Paruschke (2025). *Namib Desert 2124* [foto]

Een lek markeert een begin. Een verschuiving die zich langzaam voltrekt. Iets dat vraagt om aandacht, nieuwe verbindingen en een andere manier van kijken.

Deze verkenning richt zich op de toekomst van water. Op de manier waarop water, technologie en rechtvaardigheid met elkaar verweven zijn. En op wat daarin verschuift wanneer rechtvaardigheid het vertrekpunt is. In drie delen wordt onderzocht hoe watervervuiling, waterverbruik en wateroverlast niet alleen technologische of ecologische kwesties zijn, maar ook fundamentele vragen oproepen over hoe we water verdelen, wie er toegang tot heeft en wie er verantwoordelijk voor is.

Door bestaande klimaatrechtvaardigheidskaders te vertalen naar het waterdomein, ontstaat een nieuwe blik op wat een eerlijke omgang met water en technologie betekent. Vier toekomstscenario's, elk gebaseerd op een ander rechtvaardigheidsprincipe, maken de weg vrij voor alternatieve verbeeldingen: als uitnodiging tot reflectie, als aanzet tot dialoog en als beginpunt van een dynamisch proces.



**Stichting
Toekomstbeeld
der Techniek**

