



Gezond water

Niet vanzelfsprekend



Susanne Wuijts
Roy Erkens
Ellen van Donk
e.a.

Gezond water

Niet vanzelfsprekend

Redactie:

dr. ir. Susanne Wuijts

dr. Roy Erkens

prof. dr. Ellen van Donk

ir. Astrid Smit (eindredactie)

Joy Kerklaan, MSc (bureaucoördinatie)

Laura Heesbeen, MA (bureaucoördinatie)

Infographics:

Eva Dekker, MSc



Over stichting Biowetenschappen en Maatschappij

Stichting Biowetenschappen en Maatschappij (BWM) is in 1969 op initiatief van prinses Beatrix en prins Claus opgericht om het Nederlandse en Vlaamse publiek te informeren over ontwikkelingen binnen de biowetenschappen (*life sciences*) en de daaraan verbonden maatschappelijke implicaties te bespreken. BWM verspreidt daartoe, zowel online als gedrukt, populairwetenschappelijke informatie over actuele thema's in de gezondheids- en biowetenschappen, geschreven door vooraanstaande wetenschappers. BWM verschaft inzicht in actuele en toekomstige ontwikkelingen en toepassingen van de biowetenschappen en de betekenis en gevolgen daarvan voor mens, natuur en maatschappij. De thema's worden zorgvuldig geselecteerd op maatschappelijke relevantie.

Drie keer per jaar worden boeken uitgebracht die beschikbaar zijn via de boekhandel en via de webshop van BWM. Alle online informatie is kosteloos beschikbaar via de website.

www.biomaatschappij.nl



© 2024 stichting Biowetenschappen en Maatschappij

Omslag en vormgeving: Nico Richter

© Illustraties: zie de afzonderlijke illustraties

ISBN 978 90 8803 138 0 | NUR 10

Alle rechten voorbehouden | All rights reserved

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze en/of door welk ander medium ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

www.uitgeverijlias.nl



INHOUD

Inleiding 9

– Susanne Wuijts, Ellen van Donk, Roy Erkens, Astrid Smit

1 Zoet water op aarde 13

1.1 Zoet water is schaars 13

– Marc Bierkens

Kader Hoe water op aarde kwam 13

– Marc Bierkens

Kader Zoet en zout grondwater 16

– Marc Bierkens

Kader Waarom zijn zeeën zout? 20

– Marc Bierkens

Kader Waterkringloop beïnvloedt andere kringlopen 23

– Marc Bierkens

1.2 Zoet water in de Nederlandse polders 26

– Marc Bierkens

Interview Li An Phoa: 'Ik wil dat het idee in de harten van mensen belandt' 29

– Astrid Smit

2	Gezond water	32
2.1	De waarde van gezond zoet water	32
	– Lisette de Senerpont Domis	
2.2	Burgers meten waterkwaliteit	43
	– Edwin Peeters	
	Interview Diederik van der Molen: ‘Voor mij is het glas halfvol’	46
	– Astrid Smit	
3	Van wet tot handhaving	49
3.1	Hoe overheden werken aan gezond en schoon water	49
	– Marleen van Rijswijk	
	Kader Het recht op gezond water	57
	– Marleen van Rijswijk	
	Interview Johan Vollenbroek: ‘Met die Kaderrichtlijn Water in de hand kunnen we procedures beginnen’	59
	– Astrid Smit	
4	Watergebruik en milieuvreemde stoffen	62
4.1	Gebruik en misbruik van zoet water	62
	– Annemarie van Wezel	
	Kader Basis van rioolwaterzuivering	66
	– Alfons Stams	
	Kader Pfas – niet meer weg te denken	72
	– Astrid Smit	
	Interview Karin Meeuwssen: ‘We hebben nu veel beter in de gaten wat hier gebeurt’	73
	– Astrid Smit	
5	Toekomst	76
5.1	De zorg voor gezond water in de toekomst	76
	– Susanne Wuijts, Marleen van Rijswijk, Annemarie van Wezel	
	Interview John Huiberts: ‘De natuur is best vergevingsgezind’	89
	– Astrid Smit	
	Epiloog	92
	– Roy Erkens	

Watertips – Wat kun jij doen?	96
– Astrid Smit	

Auteurs	101
----------------	-----

Meerweten?	102
-------------------	-----

Register	105
-----------------	-----

INLEIDING

– Susanne Wuijts, Ellen van Donk, Roy Erkens, Astrid Smit

Het is zeven uur 's ochtends, de wekker gaat. Waar begint je dag mee? Even naar de wc, een slokje water uit de kraan en dan onder de douche. De kraan loopt en de wc spoelt door, heel normaal en vanzelfsprekend, we denken er meestal niet bij na. Behalve zo nu en dan als we op reis gaan. Is het kraanwater op mijn vakantieadres in Griekenland wel drinkbaar? Of als er berichten in de media verschijnen over onbekende stoffen zoals pfas of de effecten van klimaatverandering, met beelden van droge beken en dode vissen.

Het water dat we drinken komt uit onze rivieren, onze meren of ons grondwater, nadat het eerst is gezuiverd. Het water dat we wegspoe-len in de wc loopt via een rioolwaterzuivering weer terug naar de kanalen, rivieren, meren en uiteindelijk het grondwater en de zee. Met ons dagelijkse watergebruik maken we deel uit van wat we de waterkringloop noemen. We zijn ervan afhankelijk en we zijn niet de enigen. Ook de natuur in en om het water heeft voldoende en gezond water nodig om te kunnen gedijen. Zonder water is er geen leven. En ook voor onze economie en landbouw is de beschikbaarheid van voldoende schoon water een belangrijke voorwaarde.

Nederland is van oudsher een waterland. Grote delen van ons land hebben we 'gewonnen' op het water. We zijn trots op onze waterinfrastructuur en op de waterschappen, onze oudste democratisch gekozen instellingen die primair bedoeld waren om 'droge voeten' te hou-

den en ons te beschermen tegen overstromingen. Tegelijkertijd is duidelijk dat de zich uitbreidende steden en industrieterreinen en de steeds intensiever wordende landbouw druk leggen op de beschikbaarheid van voldoende schoon water. De vraag naar water neemt toe, en de druk op de waterkwaliteit door uitspoeling van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en andere toxische stoffen, blijft hoog.

Klimaatverandering versterkt deze druk doordat langdurige droogtes afwisselen met periodes van hevige neerslag. Tijdens droogtes worden lozingen op het oppervlaktewater minder verdund en is er niet meer altijd en overal voldoende water beschikbaar, bijvoorbeeld voor de scheepvaart, voor de landbouw om te beregenen of voor energiecentrales om in de zomer (warm) koelwater te lozen. Bij hevige neerslag kan de riolering overbelast raken zodat ongezuiverd rioolwater geloosd wordt op rivieren, kanalen, meren, sloten en beken.

Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen werken via verschillende programma's aan voldoende schoon water voor de natuur en de mens, maar in de praktijk blijkt het nog niet zo makkelijk om dit te realiseren. In veel gebieden moeten meerdere, soms tegenstrijdige behoeften worden gecombineerd, zoals die van landbouw, natuur, infrastructuur en woningbouw.

Ook het watersysteem zelf heeft, naast het ecosysteem dat het in feite is, verschillende functies, bijvoorbeeld als industriewater, zwemwater, vaarwater, irrigatiewater of bron voor drinkwater. Deze functies stellen verschillende eisen aan de inrichting van het watersysteem en aan de waterkwaliteit. De aanpak van problemen met de waterkwaliteit vraagt daarom om samenwerking tussen verschillende sectoren en beleidsterreinen, en ook om het maken van keuzes. Wat kan wel, wat kan niet, wie bepaalt dat en wie maakt de keuze?

Goed waterbeheer is dus meer dan alleen voldoen aan een richtlijn met doelen en normen, water is een erfgoed voor toekomstige generaties en verdient om die reden bijzondere bescherming. Omdat stroomgebieden zich niet aan landsgrenzen houden, ligt de basis van het waterbeleid in de Europese Unie. De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) vormt hiervoor het belangrijkste, overkoepelende wettelijke kader. Deze richtlijn bevat ecologische en chemische doelen voor de waterkwaliteit van grondwater, rivieren, meren, beken en kustwateren en doelen voor de bescherming van grondwater. Dit water is na-



Figuur 1. Kinderen aan de rand van een beek. © Shutterstock

melijk van groot belang voor de natuur en ons drinkwater. Met de komst van de Kaderrichtlijn Water in 2000 kwam er in Nederland veel meer aandacht voor het waterkwaliteitsbeheer. De kennis over maatregelen die nodig zijn om de ecologische en chemische doelen te bereiken is sindsdien sterk toegenomen, maar die doelen zijn na bijna 25 jaar nog niet behaald. Waarom niet?

Juist omdat water altijd beschikbaar lijkt te zijn en het water buiten er op het eerste gezicht niet slecht uitziet, hebben burgers er over het algemeen weinig zorgen over. Toch verschijnen in de media steeds vaker berichten over de beschikbaarheid van voldoende drinkwater, over de aanwezigheid van risicovolle stoffen zoals pfas en over de doelen van de Kaderrichtlijn Water die in 2027 moeten zijn behaald. Is er na de stikstofcrisis, een watercrisis in de maak? Waarom heeft de overheid moeite om deze doelen te halen? Zelfs in Nederland, met onze staat van dienst in het waterbeheer? Hoe zit dat nu eigenlijk? Wat is het belang van schoon water? Waarom zou je daar wat meer over moeten weten? En tenslotte: wat kun je daar zelf aan doen? In dit boek geven we een kijkje in de wereld van het zoete water. Wat is nodig voor een gezond ecosysteem en goede waterkwaliteit, waarom is dat belangrijk en wat kun je er zelf aan bijdragen.

In hoofdstuk 1 gaan we in op de vraag waar zoet water vandaan komt. Elke druppel water op aarde maakt deel uit van de natuurlijke kringloop. Hoe ziet die waterkringloop eruit? Hoe staat grondwater in verbinding met rivieren, beken en meren? Hoofdstuk 2 beschrijft waarom het zo belangrijk is dat het water schoon en gezond is. Niet alleen voor ons en de generaties na ons, maar juist ook voor het ecosysteem waarvan we deel uitmaken. Hoofdstuk 3 belicht hoe het waterbeheer in Nederland geregeld is: welke partijen zijn erbij betrokken, wie doet wat en hoe worden keuzes gemaakt? We maken volop gebruik van de wateren in ons dichtbevolkte land. We gebruiken ze als drink-, zwem- of viswater, we irrigeren er de akkers mee, of we gebruiken de wateren als vaarwegen maar ook als water om op te lozen, zoals het rioolwater dat uit onze huizen komt of emissies van industrie of landbouw. Die gebruiksfuncties zitten elkaar dikwijls in de weg. Tegelijkertijd vormen deze wateren ook een ecosysteem, met de daarbij behorende doelen. Activiteiten op het land beïnvloeden door uit- en afspoeling de kwaliteit van dat ecosysteem. Daarbij kun je denken aan uitspoeling van landbouwgronden of afspoeling van daken en wegen. Hoofdstuk 4 gaat hierop in.

In hoofdstuk 5 tenslotte wordt de balans opgemaakt. Wat zijn de problemen? Hoe zorgen we voor gezond water in de toekomst? Wat is hiervoor nodig? We laten zien dat ons watersysteem verbetering behoeft om gezond te worden, maar ook dat daar volop mogelijkheden voor zijn. Belangrijk daarbij is dat voor het behalen van de waterkwaliteitsdoelen niet alleen de waterbeheerders aan zet zijn. Sterker nog, waterbeheerders kunnen dit alleen als industrie, landbouw én burgers elk hun bijdrage leveren aan gezond water, bijvoorbeeld door bewuster om te gaan met water, het gebruik van chemicaliën en op zoek te gaan naar minder belastende alternatieven.

Dit boek geeft een inkijk in de fascinerende wereld van het waterkwaliteitsbeheer. Na lezing weet je waarom gezond water belangrijk is en waarom dat niet vanzelfsprekend is. Dat mooie water is er voor iedereen, laten we er met elkaar goed voor zorgen! Veel leesplezier.

De redactie

1. Zoet water op aarde

1.1 Zoet water is schaars

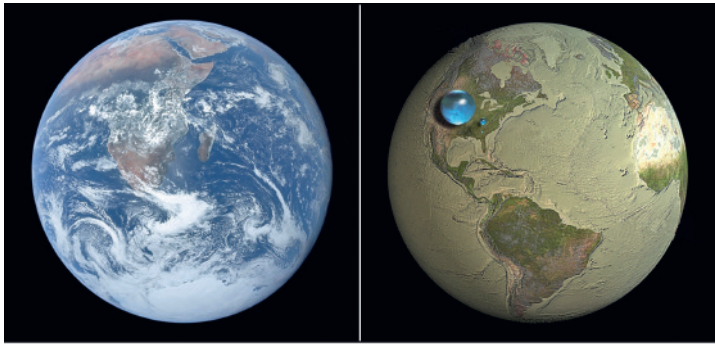
– Marc Bierkens

Van al het water op aarde is slechts 2,5% zoet en daarvan is een heel klein deel beschikbaar voor de mens. Dat was altijd al zo, maar door menselijke activiteiten komt deze beschikbaarheid steeds verder onder druk te staan. Daarnaast brengen klimaatverandering en het watergebruik van de mens de waterkringloop uit balans.

De aarde is een blauwe planeet. Dat weten we sinds de iconische foto's van de aarde die tijdens de Apollomissies zijn genomen (zie figuur 2). Meer dan 70 procent van het aardoppervlak is bedekt met water en we zien water dagelijks om ons heen: in meren, rivieren of vallend uit de lucht als het regent.

De waterverdeling over de aarde

De totale hoeveelheid water op aarde wordt geschat op 1360 miljoen km³ (in liters is dat 1360 plus achttien nullen). Dat lijkt een enorme hoeveelheid en dat is het ook. Maar het is altijd goed om de getallen in perspectief te plaatsen. Kijken we namelijk naar het volume zoet water, dan krijgen we een heel ander beeld. De hoeveelheid water die bruikbaar is voor de mens is maar beperkt (zie figuur 2). Verreweg het



Figuur 2. Links: De foto genomen op 7 december 1972 tijdens de Apollo 17-missie, toont de aarde als een blauwe planeet. Rechts: Als we kijken naar het volume water dan krijgen we een heel ander beeld en lijkt de hoeveelheid water maar beperkt. De grote blauwe knikker is al het water in de wereld, de kleine knikker is al het niet-bevroren zoete water en het hele kleine puntje daaronder het zoete water in rivieren en meren. Foto links: © National Aeronautics and Space Administration (NASA). Foto rechts: © United States Geological Survey (USGS).

grootse volume – 97,5 procent van het totaal – bevindt zich in oceanen en zeeën (zie figuur 3). De resterende 2,5 procent op het land bevindt, zit voor 70 procent vast als ijs in gletsjers, ijskappen en permafrost (bevroren bodems). Van de 30 procent niet-bevroren water op het land is verreweg het meeste – 98,7 procent – als grondwater geborgen in ondergrondse lagen.

Hoe water op aarde kwam

– Marc Bierkens

Dat er water is op aarde lijkt zo gewoon, maar dat is het niet. Over de oorsprong van water op aarde bestaan grofweg twee verschillende theorieën. De eerste is dat water al aanwezig was in het materiaal waaruit onze planeet bij het ontstaan van het zonnestelsel samenklonterde. Een tweede theorie is dat het water is meegebracht door kometen of planetoïden: grote ijs- en

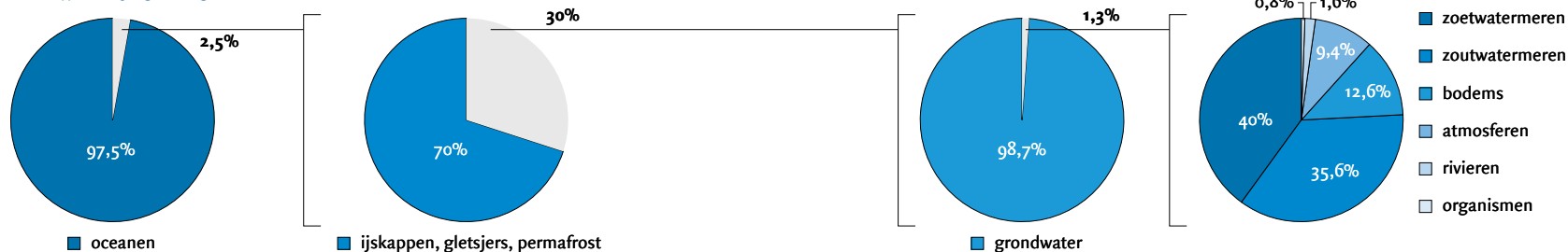
steenklonten uit de buitenste regionen van het zonnestelsel.

Het probleem met de eerste theorie is dat de aarde, net als Venus, Mercurius en Mars, is gevormd in de binnenste regionen van het zonnestelsel dicht bij de zon. Daar was het in het begin te warm om water in vloeibare vorm of in de vorm van ijs te hebben. Dus als er al water was, was dat gasvormig en te vluchtig om meegenomen te worden bij de samenklontering van de planeet. Daar wordt tegenin gebracht dat water niet als molecuul aanwezig hoefde te zijn, maar als waterstof en zuurstof in mineralen van de samengeklonterde gesteenten. De theorie is dan dat deze elementen gedurende de tijd dat de jonge aarde nog heet en vloeibaar was, uit mineralen ontsnapten en water vormden, dat na het afkoelen van de aarde condenseerde en vloeibaar werd. Deze theorie wordt ondersteund door het feit dat in magma in de diepe aarde een grote hoeveelheid waterstof aanwezig is.

Voor de tweede theorie is veel te zeggen omdat planetoïden en kometen uit de koudere buitenste regionen van het zonnestelsel ijs kunnen bevatten. Die brachten water dus in de vorm van ijs mee toen de aarde als planeet bijna gevormd was. Een opmerkelijke uitbreiding van deze theorie is dat een groot deel van het water op aarde hier terecht kwam toen de jonge aarde in botsing kwam met een grote planetoïde, een botsing waaruit ook de maan is ontstaan.

Om deze theorieën te onderbouwen wordt vaak gekeken naar de hoeveelheid zwaar waterstof (zogenaamd deuterium) in het watermolecuul. Een deuterium-atoom heeft in plaats van één, twee neutronen in zijn kern. De verhouding D_2O (zware moleculen) en H_2O (gewone moleculen) in water op aarde wordt dan vergeleken met dat in kometen en planetoïden. Tot voor kort wees deze verhouding vooral op een bron uit de buitenste regionen van het zonnestelsel, zoals verwacht bij de tweede theorie. Maar recent onderzoek laat zien dat ook materiaal uit het binnenste zonnestelsel de juiste verhouding heeft, wat de eerste theorie mogelijk maakt. Beide theorieën kunnen dus opgaan, misschien ook wel gezamenlijk.

AL HET WATER OP DE AARDE



Figuur 3. Percentage aanwezigheid van water op aarde. Elke pijl laat zien hoe het kleinste gedeelte van elke taartpunt verder wordt verdeeld in het volgende taartdiagram. Het meeste water zit in de oceanen (97,5 procent), het meeste zoet water in ijskappen, gletsjers en permafrost (bevroren bodems) en het meeste niet-bevroren zoet water in grondwater. (Naar Shiklomanov 1993.) © Stichting BWM

Van het kleine beetje water dat niet in de grond zit, is het meeste aanwezig in meren en maar een klein deel in rivieren. Daarnaast bevindt zich een klein gedeelte in de atmosfeer, namelijk opgelost als waterdamp of als kleine druppeltjes in wolken. Dit water in de atmosfeer vormt de bron voor regen, hagel en sneeuw. Tenslotte bestaan de cellen van de meeste levende organismen ook grotendeels uit water.

Rivieren en meren, de meest tot de verbeelding sprekende vormen van water op het land, vormen dus een verwaarloosbaar aandeel van de totale watervoorraad op aarde en zelfs op land. Daarbij komt dat niet al het vloeibare water op land zoet is. Bijna de helft van het water in meren is zout. Verder blijkt dat met name het diepere grondwater in veel gebieden zout is, zeker als dat zich dicht bij de kust bevindt. Van het totale volume aan grondwater is minder dan de helft zoet.

Zoet en zout grondwater

– Marc Bierkens

Grondwater is bij veel mensen onbekend omdat het, zoals de naam al zegt, onder de grond zit. Als je in de polders van West- of

Noord-Nederland een kuil graaft, dan loopt die al snel vol met uitstromend grondwater. De grondwaterspiegel vind je dan ook al binnen een meter. Op de hogere zandgronden in Oost- en Zuid-Nederland en op de Veluwe zit die grondwaterspiegel veelal dieper, van twee tot wel veertig meter onder het oppervlak. Boven de grondwaterspiegel zit ook water, maar dat zijn kleine hoeveelheden water die gebonden zijn aan de korrels en poriën in de bodem, zoals het water dat achterblijft in een uitgelekte spons. In de poriën zit dus naast water ook lucht. Het water dat daar geborgen zit, heet bodemwater en is belangrijk voor de groei van planten.

Grondwater kan ook op grotere diepte zitten en onder grote druk geborgen zijn onder afsluitende lagen. Waar een afsluitende laag dun is of barsten vertoont en dicht aan het oppervlak komt, kan dat water door de overdruk naar buiten treden en oppervlakkig afstromen. Dat noemen we een bron.

Het zoute grondwater zit altijd onder het zoete grondwater, omdat het zoete water lichter is en op het zoute water drijft. Vaak is er geen scherpe grens tussen zoet en zout grondwater, maar zit daar een dunne mengzone tussen van brak grondwater dat qua zoutgehalte tussen zoet en zout water in zit. Dicht bij de kust vinden we vaak zout grondwater op geringe diepte, doordat de zee vroeger het land overspoelde. De stijging van de zeespiegel kan ook leiden tot indringing van een zouttong onder het zoete water. Verder van de kust is het heel diepe grondwater ook

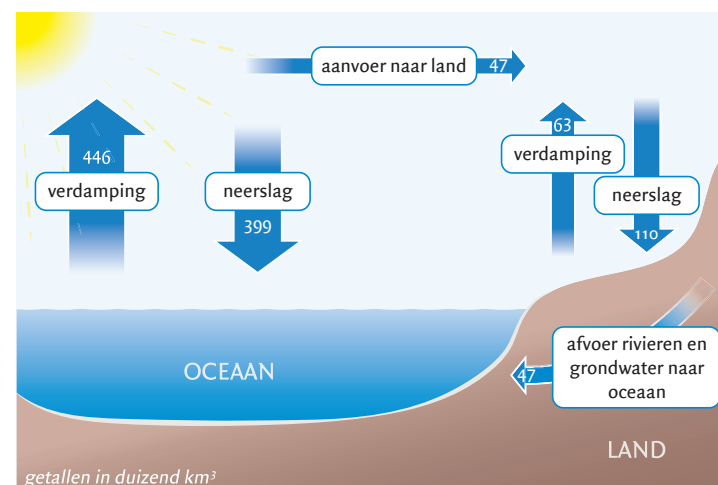
vaak zout. Doordat water gedurende miljoenen jaren in contact kwam met gesteenten en sedimenten (zoals zand en klei) losten er zouten in op.

Een bijzonder geval van zoet grondwater vinden we in de duinen aan de Nederlandse kust. Door neerslag is hier een grote bel zoet water ontstaan, die drijft op het onderliggende zoute grondwater. Die zoetwaterbel is sinds de negentiende eeuw een belangrijke bron voor de drinkwatervoorziening van de steden in Noord- en Zuid-Holland. Drinkwaterbedrijven moeten daarbij waken voor het overmatig onttrekken van zoet grondwater, omdat anders het grensvlak met het brakke grondwater omhoogkomt. Te hoge zoutgehalten in drinkwater zijn schadelijk voor de volksgezondheid. Om dit te voorkomen en toch voldoende te kunnen pompen, wordt er voorgezuiverd rivierwater naar infiltratievijvers in de duinen gepompt. Daarmee vullen de drinkwaterbedrijven de natuurlijke voorraden zoet grondwater aan.

De waterkringloop

Het water op aarde is voortdurend in beweging. Dit geldt vooral voor het vloeibare water en het water in de atmosfeer, die onderdeel zijn van een kringloop: de hydrologische cyclus. Deze waterkringloop ontstaat doordat de zon de aarde opwarmt (zie figuur 4). Het zonlicht zorgt dat het zeewater warm wordt. Met de extra energie verdampht het oceaanwater dat in de atmosfeer boven de oceaan terechtkomt. Een gedeelte van dat water zal boven de oceaan wolken vormen en uitregenen. Maar boven de oceaan is de verdamping gemiddeld groter dan de neerslag. Het verschil is het vocht dat via de atmosferische circulatie (de weerpatronen) boven land terechtkomt.

De aanvoer van vocht zorgt op het land voor een extra vochtige atmosfeer. Onder invloed van stijgende en/of afkoelende lucht zullen daaruit wolken worden gevormd, die boven land regen of sneeuw geven. De zon schijnt natuurlijk ook op het land en ook daar verdampht dus water, maar boven land is de neerslag – regen, hagel en sneeuw samen – gemiddeld groter dan de verdamping. Het verschil wordt via rivieren



Figuur 4. Schematische weergave van de hydrologische cyclus. De volumes water staan weergegeven in km³ (47×10^3 staat gelijk aan 47.000 km³) en in de waterhoogte (in cm) die je zou krijgen als je dat volume gelijkmatig zou verdelen over het oceaanoppervlak of over het aardoppervlak. De gebruikte getallen zijn behoorlijk onzeker en kunnen per onderzoek tot wel 20 procent verschillen. (Naar Shiklomanov 1993.) © Stichting BWM

en grondwater afgevoerd naar de oceanen. Dit maakt de cirkel rond. Overigens zijn er vele wegen waarlangs een regendruppel uiteindelijk in de zee of de oceaan terechtkomt en hoe lang zo'n druppel er over doet, hangt hier sterk van af (zie figuur 5).

Nu is de afvoer vanuit het land naar de oceaan niet elk jaar en voor elke plaats op aarde precies gelijk aan de aanvoer van vocht van de oceaan naar het land. Als de afvoer kleiner is dan de aanvoer neemt de hoeveelheid water op het land toe, door meer waterberging in grondwater, meren, sneeuw, ijs en bodems. Of andersom, als de afvoer groter is dan de aanvoer neemt de watervoorraad op het land af en wordt het land droger. Als we de hydrologische cyclus over vele jaren over de hele aarde uitmiddelen, moet de afvoer van het land via rivieren en grondwater gelijk zijn aan de aanvoer vanaf de oceaan via de atmosfeer. Door klimaatverandering en door het watergebruik van de mens raakt de waterkringloop echter uit balans. Daardoor kunnen zowel de stromingen als de berging op het land veranderen.

Waarom zijn zeeën zout?

– Marc Bierkens

Via erosie van bodems en gesteenten op het land komen opgeloste zouten in het water terecht, met name natrium, chloride, magnesium en sulfaat. De rivieren nemen die mee naar de oceanen. Daar verdampt het water, maar de zouten blijven in de oceanen achter. Daarom zijn regen en sneeuw zoet en oceanen zout. De oceanen en zeeën zijn in de afgelopen miljoenen jaren steeds zouter geworden. Boven een maximaal zoutgehalte slaan zouten echter neer op de oceanenbodem. Dit proces zie je ook in meren waar geen doorstroming is en het water alleen via verdamping het systeem kan verlaten. Voorbeelden van die zoute meren zijn het Aralmeer, de Kaspische Zee en de Dode Zee.

Verstoring van de waterkringloop

Sinds het begin van de twintigste eeuw heeft de mens een steeds grotere invloed op de waterkringloop. Ten eerste zijn er maar weinig rivieren in de wereld die vrij naar zee stromen zonder belemmerd te worden door stuwdammen en stuwmere. Redenen om stuwmere te creëren zijn het vasthouden van water tijdens droogte, het afwenden van overstromingsgevaar en het opwekken van energie. Ook worden in rivieren soms kleine dammen gebouwd om het waterpeil constant te houden voor de scheepvaart.

Naar schatting zijn er wereldwijd meer dan vijftigduizend dammen hoger dan vijftien meter aangelegd; nog maar een kwart van de rivieren bereikt de oceaan zonder een dam tegen te komen. Dammen veranderen het afvoerregime en dat kan nadelige effecten hebben op zoetwatervissen, bijvoorbeeld omdat hun voortplantingsritme is aangepast aan een natuurlijk verloop van hoog en laag water in de rivier. Een dam verstoort dat verloop en dus hun voortplanting.

Een andere grote inbreuk op de waterkringloop is de onttrekking van rivierwater en grondwater. Verreweg het grootste gedeelte daarvan – ongeveer twee derde – wordt gebruikt in de landbouw, de rest door industrie en huishoudens. De hoeveelheid water die de mens

onttrekt is sinds het begin van de twintigste eeuw bijna verviervoudigd en bedraagt nu zo'n 10 procent van de wereldwijde rivierafvoer. Dat lijkt misschien niet veel, maar die onttrekking vindt vooral in drogere gebieden plaats. Dit leidt op sommige plaatsen tot zeer lage rivierafvoeren, zodanig zelfs dat rivieren zoals de Murray-Darling in Australië en Coloradorivier in de Verenigde Staten in droge jaren de oceaan niet halen. In Nederland zien we dit op kleinere schaal gebeuren in droge perioden, met name op de zandgronden. Sommige boeren onttrekken water om hun gewassen van water te voorzien. Sloten en beken kunnen daardoor droogvallen. Daarom verbieden waterschappen die onttrekkingen vaak tijdens droge perioden.

Doordat er steeds vaker een tekort aan rivierwater is door de onttrekkingen, is de mens steeds meer grondwater gaan gebruiken. Dat is in grote volumes aanwezig, zit veilig onder de grond en is daardoor een betrouwbare waterbron. Door klimaatverandering en de langere periodes van droogte is het gebruik van grondwater verder toegenomen. Dat heeft op vele plekken van de wereld, onder andere in Californië, Iran, Noord-India en Pakistan, geleid tot dalende grondwaterpiegels en uitputting van grondwatervoorraden. Bewoners van die landen moeten steeds diepere putten maken om grondwater te kunnen oppompen en moeten steeds hogere kosten maken. Andere nadelige effecten van grondwateruitputting zijn de verzilting van het grondwater, het droogvallen van rivieren, beken en natte natuurgebieden en het optreden van bodemdaling.

In Nederland is nog geen sprake van chronische grondwateruitputting zoals in de genoemde gebieden. Maar gedurende droogteperiodes zoals die in 2018, 2019 en 2022 hadden we wel te maken met tijdelijke maar langdurige lage grondwaterstanden, wat versterkt werd door het oppompen van grondwater door drinkwaterbedrijven en de landbouw. Zo'n tijdelijke daling van de grondwaterstand kan wel leiden tot grote schade aan natuurgebieden en aan de fundamenteën van huizen. Daarbij is Nederland in de loop van de tijd gevoeliger geworden voor droogte. We hebben het land sterk ontwaterd door sloten te graven zodat de boeren in het voorjaar snel het land op kunnen. Dat zorgt er nu voor dat regen in de winter vliegensvlug wordt afgevoerd naar zee en niet ten goede komt aan het grondwater. Daardoor is er minder grondwater beschikbaar in droge tijden.

Klimaatverandering en de waterkringloop

Ook de toename van de temperatuur door klimaatverandering heeft effecten op de waterkringloop. Allereerst kan warmere lucht meer waterdamp opnemen. Als het regent, regent het daardoor harder. Tegelijkertijd zorgt warmere lucht als het niet regent voor meer verdamping. Daardoor worden nattere perioden natter en drogere perioden droger. Dit leidt wereldwijd tot meer overstromingen en intensere droogtes. De intensiteit van de waterkringloop neemt dus toe. Naast deze effecten zien we wereldwijd dat drogere gebieden droger lijken te worden en nattere gebieden natter. Ook zien we verschuivingen in de verdeling van de neerslag over het jaar, met als gevolg meer en intensere buien, en tegelijkertijd langere perioden van droogte. Voor Nederland betekent dit, als de klimaatverandering doorzet, dat hellende gebieden zoals in Limburg vaker te maken zullen krijgen met hevige overstromingen en dat men op hoge zandgronden rekening zal moeten houden met langdurig droogvallende beken, lage grondwaterstanden en schade aan natuur en landbouw. In de laag gelegen delen van Nederland zullen de langdurende droogtes in combinatie met een stijgende zeespiegel kunnen leiden tot grotere problemen met verzilting.

Beperk onbalans

Zoet water van goede kwaliteit is essentieel voor het leven op het land. Ondanks dat de hoeveelheid zoet water gering lijkt ten opzichte van het water in de oceanen, hebben we er veel van. Een simpel reken-sommetje, uitgaande van een jaarlijkse wereldwijde wateronttrekking van 4000 km³, laat zien dat we met de huidige zoetwatervoorraad op aarde meer dan 5000 jaar toe kunnen. Maar het meeste van dat water zit onder de grond en daar kunnen we dus maar beperkt bij. Gelukkig is er de waterkringloop die elk jaar opnieuw zorgt voor aanvullend water. Dat water is helaas niet gelijk verdeeld over de aarde, dus zullen wereldwijd toch veel watertekorten optreden. Daarbij zullen het verder toenemende watergebruik en de klimaatverandering leiden tot een verdere onbalans in de waterkringloop en tot verslechtering van de waterkwaliteit. Het is aan ons om die onbalans te beperken om de wereld voor mens en natuur leefbaar te houden.

Waterkringloop beïnvloedt andere kringlopen

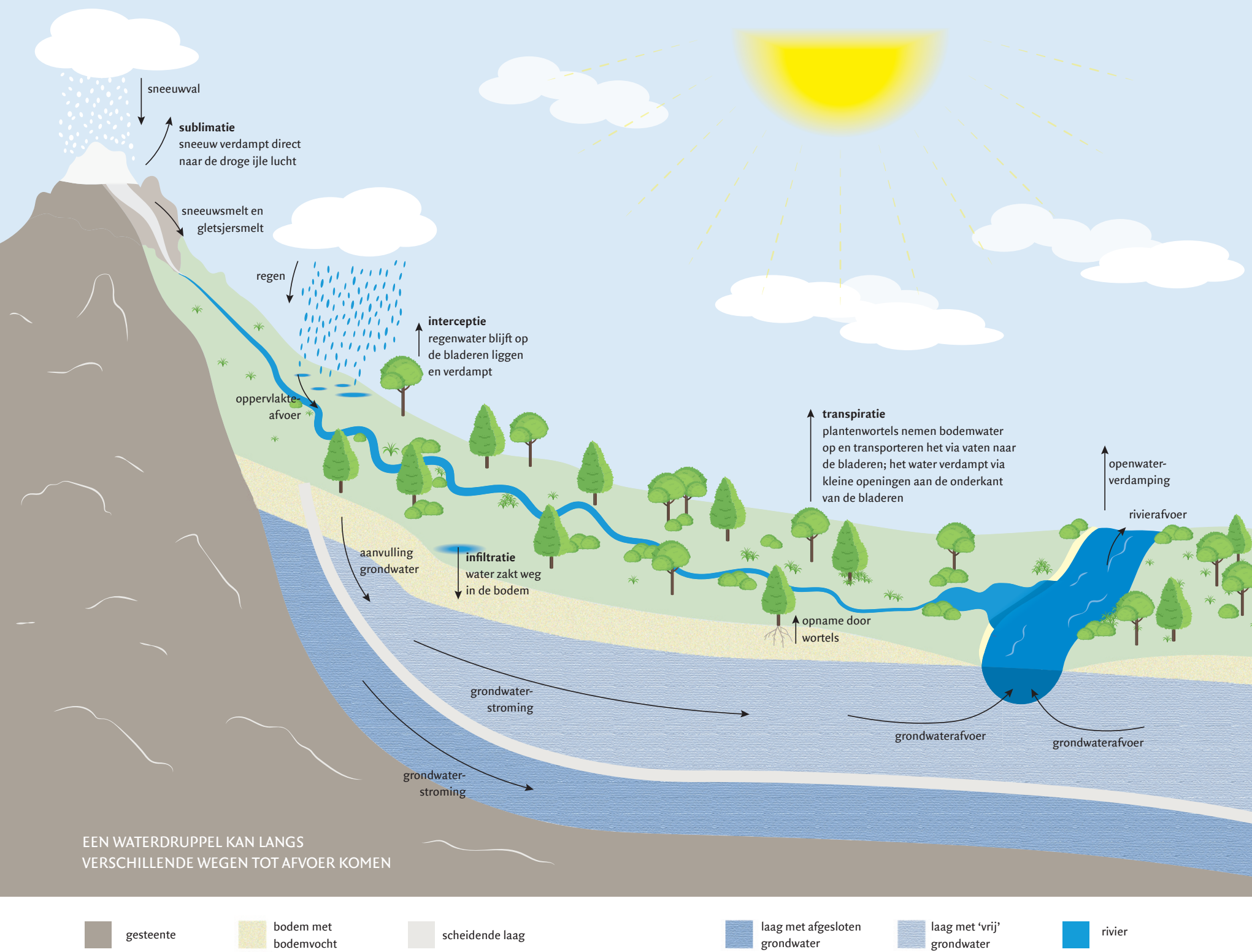
– Marc Bierkens

De waterkringloop is van groot belang voor het aan de gang houden van andere kringlopen op aarde. Zo is de verwerking van rotsen en erosie van bodems sterk afhankelijk van regen. De stroming van water over het oppervlak voert de verweringsproducten zoals sediment (zand en klei) en opgeloste stoffen met zich mee. Aan het sediment zitten vaak allerlei afbraakproducten van planten vast, zoals organische stoffen die hoofdzakelijk uit koolstof bestaan. Sediment en organische stof bevatten nutriënten voor organismen zoals ammonium, nitraat, fosfaat, kalium, natrium, chloride, calcium en magnesium. Het water voert al die stoffen naar oceanen waar het sediment in dikke pakketten wordt afgezet. De koolstof en de nutriënten zijn voedsel voor plankton in de oceanen. Veel van dat plankton wordt nadat het is gestorven begraven in de diepzee.

De opname van koolstofdioxide (CO₂) door planten is afhankelijk van de hoeveelheid water in de bodem. De hoeveelheid bodemvocht bepaalt ook hoe actief bacteriën en schimmels in de bodem zijn en daarmee hoe snel bijvoorbeeld dood hout wordt afgebroken tot CO₂ en hoe snel nutriënten worden omgezet in hun bestanddelen. De waterkringloop speelt dus een essentiële rol in de sedimentkringloop, de nutriëntenkringloop en de koolstofkringloop.

De waterkringloop is ook belangrijk voor de energiekkringloop. De hoeveelheid zonlicht die de aarde bereikt is op de evenaar veel groter dan op de polen. Daardoor ontstaat een temperatuurverschil dat gedeeltelijk wordt opgeheven door transport

[pag. 24-25] *Figuur 5. Overzicht van de waterkringloop op land. In de winter is er veelal meer neerslag dan verdamping, waardoor sneeuw-, grondwater- en bodemvochtvoorraden en rivierafvoeren groot zijn. In de zomer is er meer verdamping dan neerslag en nemen watervoorraden en afvoeren af. In begroeide gebieden levert transpiratie verreweg de grootste bijdrage aan de totale verdamping.* © Stichting BWM



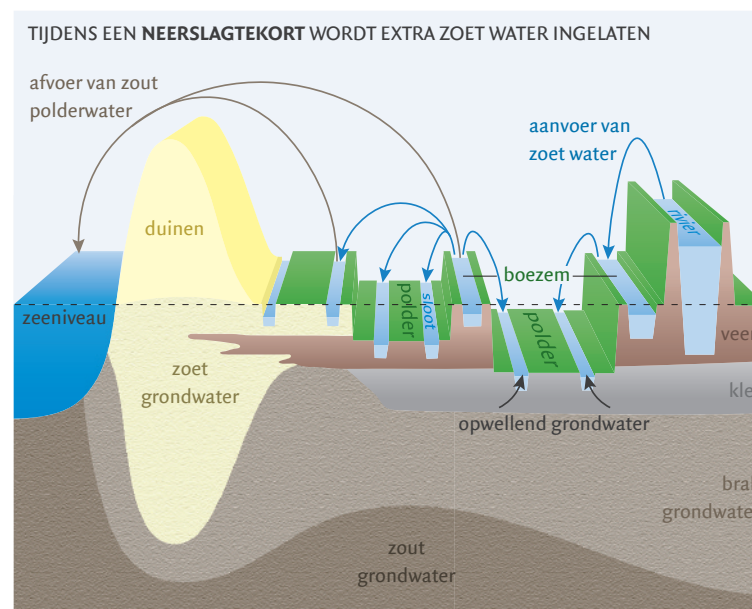
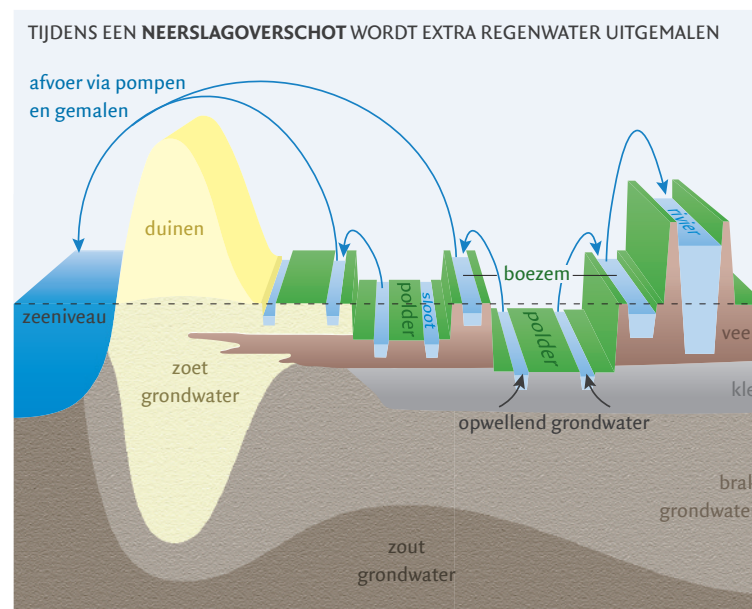
van warme lucht en water van de evenaar naar de polen. Van dat warmtetransport gaat 40 procent via warme lucht, 30 procent via de oceaanstromingen en 30 procent via waterdamp die in de lucht zit. De verplaatsing van waterdamp levert netto energietransport op, omdat het energie kost om water te verdampen. Als die waterdamp vervolgens in de gematigde of poolgebieden condenseert, dat wil zeggen wolken vormt, geeft het die energie weer af aan de omliggende koudere lucht. Dit maakt ook dat de verdamping van water op het aardoppervlak zorgt voor afkoeling van het aardoppervlak en opwarming van de atmosfeer. De waterkringloop en de energiekringloop zijn daarom sterk verweven.

1.2 Zoet water in de Nederlandse polders

– Marc Bierkens

Het is interessant om verder in te zoomen op de aanwezigheid van zoet water in Nederland, omdat het Nederlandse watersysteem behoorlijk uniek is in de wereld. We kunnen Nederland grofweg verdelen in Hoog-Nederland en Laag-Nederland. Laag-Nederland omvat alle kustprovincies en de gebieden langs de grote rivieren. Hoog-Nederland bestaat voor het grootste gedeelte uit zandgronden die goed doorlatend zijn. Er is daar sprake van vrije afwatering, wat zoveel wil zeggen dat er geen pompen en gemalen nodig zijn om het water af te voeren. Uniek aan Laag-Nederland zijn de poldergebieden. Polders zijn gebieden die lager liggen dan de omgeving,

[RECHTS] *Figuur 6. Schematische weergave van het watersysteem van Laag-Nederland. De figuur boven laat de situatie zien bij een neerslagoverschot. Water wordt via pompen en gemalen afgevoerd vanuit de polder naar de boezem en verder naar rivieren en zee. De figuur onder toont de situatie tijdens een neerslagtekort. In dat geval wordt zoet water uit de rivieren en het IJsselmeer ingelaten naar de boezem en via de boezem naar de polder om daar het water op peil te houden en de sloten, die brak worden door zoute kwel, door te spoelen (Bron: NHV, 2006.) © Stichting BWM*



vaak lager dan de zeespiegel. Deze gebieden zijn lager komen te liggen dan de zee om vier redenen. Ten eerste zijn we in de late Middeleeuwen dijken gaan bouwen, waardoor het land niet meer overstroomde. Dit stopte de afzetting van klei en zand waardoor het land niet meer meegroeide met de stijgende zeespiegel. Ten tweede zijn we slootjes gaan graven om het land droog te houden. Door deze ontwatering gingen kleigronden inklinken en werden veengronden door blootstelling aan de lucht afgebroken. Dit leidde tot verdergaande bodemdaling. Ten derde hebben we in de zestiende en zeventiende eeuw grootschalig veen afgegraven voor brandstof (turf). De meren die daardoor ontstonden, zijn later drooggemalen. Dat zijn nu diepe polders of droogmakerijen, zoals de Schermer, Beemster en de Haarlemmermeer. Een vierde reden is dat er ook nog steeds geologische bodemdaling plaatsvindt waardoor West- en Noord-Nederland dalen en Limburg en de Ardennen stijgen. Dit effect is echter klein ten opzichte van de drie eerdergenoemde oorzaken.

In tijden van een neerslagoverschot, dus als er meer neerslag valt dan er water verdampt – dat is met name in het najaar, winter en vroege voorjaar – moet het extra regenwater worden uitgemalen. Dat gebeurde vroeger met molens, later met stoomgemalen en nu met gemalen die draaien op diesel of elektriciteit. Via een ingenieus, getrapt systeem (zie figuur 6) wordt het water vanuit de polders uitgemalen naar hoger liggende oppervlaktewateren – de boezem –, en van daaruit naar de rivier, het IJsselmeer of de zee. De kanalen en grachten in oud-Hollandse steden horen ook tot het boezemwater. Het waterpeil in de polders en boezemwateren wordt daarbij op een vooraf afgesproken peil gehouden dat optimaal is voor het grondgebruik. In de oude steden mag het boezempeil niet te veel zakken om te voorkomen dat de houten heipalen onder gebouwen aan de lucht worden blootgesteld, er paalrot optreedt en gebouwen verzakken. Waterschappen zijn verantwoordelijk voor het handhaven van het peil.

Neerslagtekort

Als sprake is van een neerslagtekort, een situatie waarbij verdamping groter is dan de neerslag, zal het waterpeil in de polders en de boezem zakken. Om het water op peil te houden wordt dan zoet water

ingelaten vanaf de rivier naar het boezemsysteem en van daaruit naar de polders. Vaak wordt in de polders in de zomer een hoger waterpeil gehandhaafd dan in de winter. Op deze manier hoopt men dat het grondwaterpeil ook hoger blijft, zodat het gras en de gewassen in de polder water kunnen opnemen tijdens droge perioden. Het handhaven van een hoger peil in de zomer dan in de winter is nogal onnatuurlijk. Dit mag dan goed zijn voor de landbouw, het heeft negatieve effecten op de natuur, die is ingesteld op een natuurlijk regime. Zoals figuur 6 laat zien, wordt ook tijdens perioden van neerslagtekort water uitgemalen, met name naar de zee. Bij de kust zit ondiep zout grondwater onder overdruk (zie kader 'Zoet en zout grondwater' in hoofdstuk 1.1). Door de lage peilen in de diepe polders wordt dit grondwater naar boven gedrukt en komt het in de sloten naar boven. Dit heet zoutekwel. In de winter is dat geen probleem omdat de vele neerslag het slootwater verdunt. Maar in de zomer, als het droger is, worden de sloten steeds zouter en dat is slecht voor de gewassen. Om dat tegen te gaan wordt er extra zoet water ingelaten en het zoutere polderwater er uitgepompt. Met dit doorspoelen worden de wateren in de polders zoet gehouden.

INTERVIEW Li An Phoa:

'Ik wil dat het idee in de harten van mensen belandt'

– Astrid Smit



Figuur 7. Li An Phoa.

© Bas Losekoot

Tijdens een kanotocht over de Canadese rivier de Rupert ontdekte Li An Phoa dat ze rechtstreeks uit de rivier kon drinken. Drie jaar later kon dat niet meer, omdat de rivier in de tussentijd ernstig was vervuild. Sindsdien zet de systeemecoloog en filosoof zich in voor drinkbare rivieren. Ze maakt wandeltochten langs rivieren en tijdens die tochten inspireert ze mensen om zich in te zetten voor gezonde rivieren. Inmiddels heeft ze 18.500 kilometers afge-

legd en een equivalent aan mensen ontmoet. Momenteel is ze betrokken bij zes rivieren in Nederland en bij de Engelse Theems. Binnenkort loopt ze de monding van de Donau af.

‘Ik kom net van het Provinciehuis in Zwolle. Daar heb ik samen met journalist Wim Eikelboom en landschapsonderzoeker Kirsten van de Meeberg een eindpresentatie gehouden voor de Drinkbare IJssel. We hebben een rondgang gemaakt langs alle IJsselgemeentes, 34 gesprekken gevoerd met bestuurders en gevraagd wat de waarde is van de Drinkbare IJssel, wat de behoeftes zijn en welke successen er zijn behaald. Het gros van de bestuurders had ik twee jaar geleden ontmoet tijdens mijn IJsselwandeling. De vraag was: hoe kan het enthousiasme van toen geborgd worden, hoe kunnen we gezamenlijk verder naar een Drinkbare IJssel?

De gemeente Brummen bijvoorbeeld heeft de Drinkbare IJssel in haar coalitieakkoord gezet en wil nu kijken hoe dit verder opgepakt kan worden. Wij zeggen: maak het persoonlijk, integreer het idee van de Drinkbare IJssel in je beleidsdocumenten, maar deel het ook met je collega’s en alle organisaties waarmee je spreekt. En maak ook een kalender waarin je afspraken vastlegt om bepaalde activiteiten af te bouwen en te stoppen, andere activiteiten juist te stimuleren en om elkaar te ontmoeten en elkaar te inspireren, bijvoorbeeld door weer rivierexpedities te organiseren in plaats van alleen maar vergaderingen op het provinciehuis te houden.

Welke kansen zijn er om samen te werken, welke acties kun je ondernemen? Ik hoorde bijvoorbeeld dat er plannen zijn om alle lozingen in de IJssel in kaart te brengen. Het is eigenlijk verbaazingwekkend dat zo’n kaart niet bestaat. De informatie is er waarschijnlijk wel, maar versnipperd. Zo’n kaart heeft de Schone Maaswaterketen inmiddels gemaakt voor het Nederlandse en Belgische deel van de Maas.

De Drinkbare Rivier is vooral een kompas. Mensen ‘gaan aan’ van het wenkende perspectief, van het tastbare en persoonlijke.

We willen binnen een generatie, dus binnen dertig jaar, de Drinkbare IJssel ook echt realiseren. In die zin is het ook een concreet doel, maar daarop moeten we ons niet blindstaren. Want dan ga je het gauw alleen maar hebben over maatregelen, 10 procent zus en 50 procent zo, waardoor je alles platslaat, de energie eruit gaat en je het hele ‘waarom’ vergeet. Ik wil dat het idee in de harten van mensen belandt en dat ze het blijven voelen. Antoine de Saint-Exupéry schrijft in zijn boek *Citadelle*: “Om naar de andere kant van de zee te gaan, moet je mensen niet oproepen om hout te gaan zoeken. Laat ze vooral verlangen naar de zee.” Als je dat verlangen aanwakkert, gaat gezond water een onderdeel van ons allemaal worden.

Daarbij helpt het om met mensen in gesprek te zijn, en dan op een andere manier dan ze gewend zijn. Ik begin en eindig het gesprek meestal vanuit de gezamenlijkheid. Ik ben begonnen bij de Maas. Vanaf de start ben ik mensen die ik tijdens mijn wandeling tegenkwam – boeren, inwoners bestuurders, ambtenaren – gaan benaderen als ‘Maasfamilie’, het water van de Maas is als het ware hun gemeenschappelijke bloedband. Daardoor is er veel meer verbondenheid en intimiteit. Mensen gaan persoonlijker dingen delen. En dat helpt weer om bijvoorbeeld kritisch na te denken over vergunningverlening of over samenwerkingen. Ik hoorde dat de Stichting IJssellandschap en de gemeente Olst-Wijhe door een dergelijk gesprek een nieuw pachtmodel hebben opgezet waarin boeren gestimuleerd worden om geen gif te gebruiken op het land. Zij realiseren zich opeens hoeveel invloed ze hebben en hoeveel verschil ze kunnen maken.

Geïnspireerd door ons burgeronderzoek (zie hoofdstuk 2.2), heb ik instructiefilms voor rivierwandelingen gemaakt. Want er zijn veel mensen die vergelijkbare rivierwandelingen willen gaan maken. In de films geef ik tips hoe je andere mensen uitnodigt, hoe je ze op de hoogte en aangehaakt houdt. Zo hoop ik dat de drinkbare rivier van hart tot hart gaat, dat mensen werkelijk gaan voelen en handelen: “Wat kan ik zelf doen?”

2. Gezond water

2.1 De waarde van gezond zoet water

– Lisette de Senerpont Domis

Gezonde zoete wateren herbergen een goed functionerend ecosysteem waarin planten en dieren een stabiel voedselweb vormen. In Nederland is dit vaak niet het geval. Europese richtlijnen moeten ervoor zorgen dat het binnen afzienbare tijd wél voor elkaar komt. Of dat water dan ook gezond is voor de mens, is nog maar de vraag. Wel om er in te zwemmen en recreëren, en ook om er van de natuur te genieten, maar ongezuiverd sloot- of rivierwater drinken is voorlopig niet verstandig.

Water is een essentiële voorwaarde voor alle levensvormen op aarde. Niet voor niets speuren we naar sporen van water in onze zoektocht naar leven op andere planeten. De mens bestaat voor ongeveer 60 procent uit water en sommige organismen, zoals kwallen, zelfs voor 90 procent. Water is noodzakelijk voor de chemische reacties die zich afspelen in levende cellen, is essentieel voor het functioneren van ecosystemen en speelt een belangrijke rol in de voedselproductie. Water heeft een intrinsieke waarde als habitat voor flora, fauna en microbiële leven, het levert diensten aan de mens, en heeft daarnaast ook een cultuurhistorische waarde.

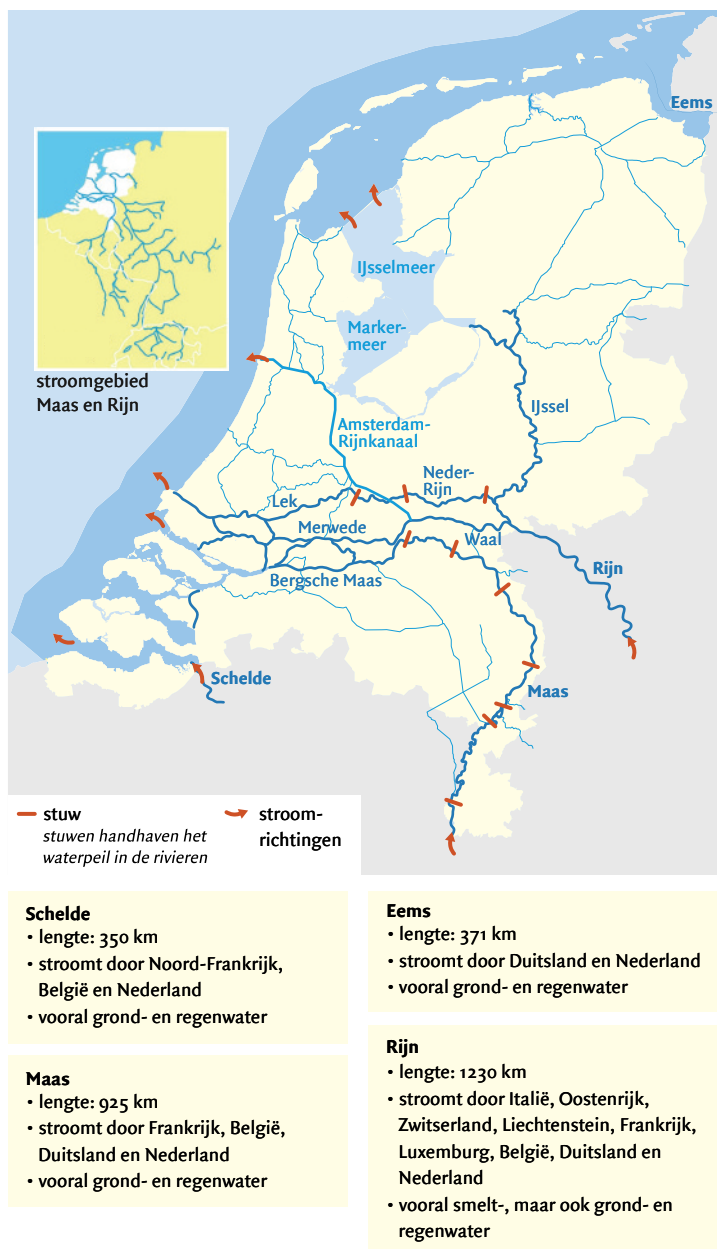
Ongeveer 19 procent van het totale oppervlak van Nederland be-

staat uit water. Van dat oppervlak behoort het grootste deel tot de zoute kustwateren. In dit hoofdstuk richten we ons op de zoete binnenwateren zoals meren, rivieren, beken, sloten en vennen. Die wateren hebben tal van functies voor de mens. We gebruiken ze als vaarwegen, als zwemwater, als viswater en als bron voor drinkwater of water om akkers te irrigeren. Daarbij stellen we eisen naar aanleiding van die functies: voldoende vis voor sportvisserij, weinig waterplanten om de doorgang van boten niet te hinderen, geen blauwalgen of ziekteverwekkers voor zwemwater. Dergelijke eisen maken dat niet alle waterfuncties te combineren zijn en dat leidt soms tot ingewikkelde belangenafwegingen. Wateren met een visfunctie bevatten bijvoorbeeld veel nutriënten zoals stikstof en fosfor. Daardoor zijn ze als zwemwater minder geschikt want nutriënten bevorderen de groei van giftige blauwalgen.

De cultuurhistorische waarde van water

Nederland bestaat voor een groot gedeelte uit een delta van vier grote rivieren: de Rijn, de Maas, de Eem en de Schelde (zie figuur 8). Het gebied dat op een rivier afwatert, wordt ook wel drainagebekken of stroomgebied genoemd. Doordat een aanzienlijk deel van ons land onder zeeniveau ligt, hebben we al sinds de Middeleeuwen leren leven met water. We reguleren het waterpeil via sluizen, stuwen, windmolens en gemalen, we creëren wateroppervlak door turf, zand, grind en klei af te graven en laten water stromen door greppels en sloten aan te leggen. Via droogmakerijen veroverden we land op water. Veel rivieren hebben we gekanaliseerd om het water sneller af te kunnen voeren, het waterpeil op het gewenste peil te houden en om de vaartijd van schepen te bekorten. Veel Nederlandse steden en dorpen zijn ontstaan aan de oevers van rivieren en meren.

Water is daarmee een belangrijk onderdeel van ons cultureel erfgoed en bepalend in ons landschap. Niet voor niets beeldden de Nederlandse schilders van weleer onze wateren veelvuldig af, trekt de Kinderdijk jaarlijks een miljoen bezoekers en is het verhaal over de Haarlemse Hansje Brinker die een ramp voorkomt door zijn vinger in de dijk te steken, aan vele Amerikaanse schoolkinderen verteld. Ook de grachten van Amsterdam (UNESCO-werelderfgoed sinds 2010) zijn een



voorbeeld van ‘water als cultuur’. De harde kades van deze stadsgrachten bieden weinig ruimte voor natuurlijke oevertvegetaties, en de woonboten zorgen voor veel schaduw, wat de waterkwaliteit niet ten goede komt. Tegelijkertijd zijn deze stadswateren niet weg te denken uit de cultuurhistorie van Nederland.

Door klimaatverandering en habitatversnippering staat water als cultureel erfgoed onder druk. Zo zijn schaatstochten op natuurijs (zie figuur 9) zoals de Elfstedentocht – die al sinds 1749 wordt verreden en die in ons collectieve geheugen gegrift staat – een zeldzaam verschijnsel geworden door de warmere winters. Watergerelateerde beroepen zoals rietsnijden verdwijnen omdat de veenmosrietlanden onder druk staan. Hoewel de vorming van culturele waarden rond water vaak een proces van eeuwen is, biedt nieuwe natuur, zoals in onze eeuw de Marker Wadden, ook weer nieuwe kansen voor het ontstaan van nieuw cultureel erfgoed.

De intrinsieke waarde van water

Naast een gebruiksfunctie en een culturele rol hebben oppervlaktewateren ook een intrinsieke waarde. Onder het wateroppervlak en in de oevers huizen tal van planten, dieren, schimmels en bacteriën die bijdragen aan belangrijke ecologische functies, waaronder koolstofopslag, beperken van de CO₂-uitstoot en de nutriëntenkringloop. Voor het ecologisch optimaal functioneren van een waterlichaam – een water zoals een beek, stuk van een rivier of een meer – is de hoeveelheid voedingstoffen in het water van groot belang. Daarnaast moet de waterbodem gezond zijn – er moeten voldoende zuurstof en microben aanwezig zijn – en doet de morfologie van het waterlichaam er toe – zijn de oevers beschoeid of natuurlijk? Ook van belang zijn de aard van het gebruik door de mens en de verbinding met andere ecosystemen.

Wateren zijn niet statisch. Het zijn dynamische systemen, zeker als het stromende wateren zijn, zoals rivieren en beken. Chemische en biologische processen wijzigen de samenstelling van de stoffen en materialen die erin zijn opgelost en die erdoor worden afgevoerd. Zo kun-

[LINKS] Figuur 8. *De grote rivieren van Nederland* (Bron: Rijkswaterstaat.) © Stichting BWM



Figuur 9. Winterpret op de Oosterplas bij Bloemendaal. © Mark van Til.

nen microbiële afbraakprocessen die in moeraszones plaatsvinden een belangrijke rol spelen in de beschikbaarheid van voedsel in het aanpalende water.

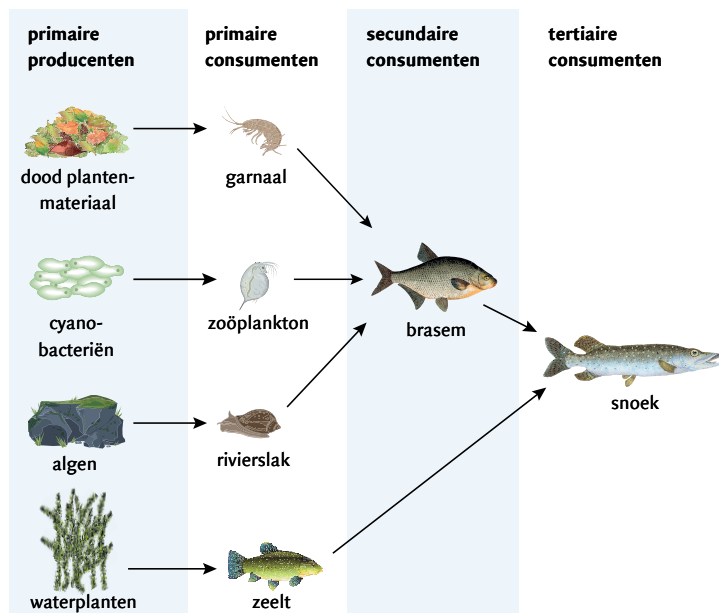
Geologische kenmerken van het landschap zoals de samenstelling van de ondergrond – klei, veen of zand –, het microreliëf van het landschap, de aanwezigheid van rivierduinen of de mate van meandering bepalen de bewegingsrichtingen en vooral de verblijfsduur van het water. De duur van het contact van grond- en oppervlaktewater met zowel de land- als waterbodem en de zich daarin bevindende microbiomen, zoals bacteriën, is van invloed op de hoeveelheid opgeloste zouten en organische producten die dat water transporteert. Ook planten, struiken en bomen in het stroomgebied beïnvloeden de chemische samenstelling van het water – zowel het water dat op hun bladeren valt als het water dat zich in de bodem bevindt –, doordat zij bouwstenen zoals stikstof, koolstof en fosfor selectief opnemen en in hun weefsels opslaan.

In de Nederlandse delta bepalen, naast de gebruikelijke geologi-

sche kenmerken zoals hoogteverschillen in het landschap en de aard van de ondergrond (zand, veen of klei), vooral kanalisering, stuwen en oprukkende verstedelijking, de verblijfsduur van het water. Dijken beperken de overstromingsvlakte van een rivier en het Nederlandse waterbeheer richt zich op het zo snel mogelijk afvoeren van het water, ook het water in de uiterwaarden langs de rivieren – het land buiten de dijken. De natuurlijke processen die plaatsvinden wanneer land bij hoogwater overspoeld wordt, bijvoorbeeld de aanvoer van basische stoffen zoals kalk, blijven daardoor beperkt. Deze natte overstromingsvlaktes zijn ecologisch zeer waardevol omdat ze gradiënten vormen van water naar land. Ze zorgen voor een mozaïek van biotopen dat ten goede komt aan de biodiversiteit op het land en in het water. Overstromingsvlaktes komen in Nederland helaas bijna niet meer voor.

Recent onderzoek laat zien dat een ecologisch goed functionerende overstromingsvlakte langdurig onder water moet staan. Deze tijdelijke wateren, die langere periodes onder water staan, moeten verbonden zijn met permanente wateren – rivieren en plassen in de uiterwaarden – én met de ‘hoogwatervrije’ delen die bijna nooit onder water komen. De tijdelijke wateren moeten voldoende groot zijn en omringd zijn door diverse andere biotopen. Als aan deze condities wordt voldaan, kan zich een complex en divers voedselweb ontwikkelen met veel waterinsecten en vissoorten. Dit grensvlak tussen aquatische en terrestrische systemen wordt de riparische zone genoemd (bij rivieren en beken), of de oeverzone (bij meren). De riparische zone of overzones, met vochtminnende planten- en diersoorten, spelen een belangrijke rol bij het tegengaan van bodemerosie en bij het vasthouden van nutriënten. Zij zijn van groot belang voor soorten die hun leven zowel in aquatische als terrestrische habitats doorbrengen, zoals libellen, die een water- en een landfase hebben. Het zijn overgangszones met een grote diversiteit aan insecten en vogels.

In het deel van het aquatische ecosysteem dat permanent onder water staat, vormen primaire producenten zoals algen, cyanobacteriën en waterplanten de basis van het voedselweb (zie figuur 10). Deze primaire voedselproducenten leggen koolstof vast met behulp van zonlicht. Ze worden gegeten door primaire consumenten: planteneters en alleseters zoals slakken en zoöplankton. Deze worden op



Figuur 10. Eten en gegeten worden binnen een aquatisch voedselweb. © Stichting BWM

hun beurt weer gegeten door secundaire consumenten: vleeseters en alleseters zoals vissen, amfibieën, vogels en zoogdieren. Wanneer de primaire en secundaire consumenten doodgaan, zinken ze naar de bodem. Daar worden ze afgebroken door de bodemfauna, die bestaat uit schimmels en bacteriën. De daarbij vrijkomende minerale stoffen kunnen weer opgenomen worden in het voedselweb. De snelheid van die afbraak hangt onder andere af van de aanwezigheid van zuurstof, de zuurgraad en de temperatuur. Parasitaire organismen, waaronder virussen, schimmels en bacteriën, spelen een belangrijke rol in aquatische voedselsystemen. Ze kunnen plagen onderdrukken doordat ze andere organismen infecteren die ziek worden en sterven, die weer voedsel vormen voor weer andere organismen. Parasieten komen op vrijwel alle aquatische organismen voor.

De relaties binnen een voedselweb kunnen verstoord raken. Bijvoorbeeld doordat er te veel stikstof of fosfor in het water terecht komt en

algen te hard gaan groeien, of doordat een exotische soort zijn intrede doet. De opmars van de Amerikaanse rivierkreeft bijvoorbeeld heeft in menig water geleid tot flinke verstoring. Het dier knipt met zijn scharen waterplanten in stukjes waardoor die minder goed kunnen groeien en de bodem vol komt te liggen met rottende bladeren.

Toxische stoffen, waaronder bestrijdingsmiddelen of resten van medicijnen, belemmeren het functioneren van planten en dieren in het voedselweb. Van het bestrijdingsmiddel glyfosaat bijvoorbeeld is bekend dat het de samenstelling van een aquatisch voedselweb kan veranderen doordat bepaalde soorten er gevoeliger voor zijn dan andere. Ook directe activiteiten van mensen kunnen het voedselweb uit evenwicht brengen. Bijvoorbeeld als mensen de bodem omwoelen tijdens het zwemmen of roeien. Bodemsediment komt dan in de waterkolom terecht, waardoor het zonlicht minder goed de plantenbladeren kan bereiken en hun groei wordt belemmerd.

Wanneer een hele groep soorten in het voedselweb wordt uitgeschakeld, kan zelfs een opeenvolging van effecten ontstaan. Als roofvissen, snoeken bijvoorbeeld, uit een water verdwijnen, eten die niet langer de vissen op die zoöplankton eten. Er blijft dan minder zoöplankton over en daardoor kunnen algen – het voedsel van zoöplankton – opbloeien. In ondiepe meren is dit vaak te zien: er vindt een omslag plaats van helder water met planten en zichtjagers zoals de snoek naar troebel water waarin groene algen en zoöplanktonetende vis zoals brasem domineren.

Wanneer is water gezond?

Door een samenspel van vervuiling, overbesteding, verstedelijking en klimaatverandering staat de biodiversiteit en het ecologisch functioneren van wateren onder druk. In Nederland geldt een aantal Europese richtlijnen die gericht zijn op het bewerkstelligen en behouden van een goed functionerend ecosysteem met hoge natuurwaarden. De Kaderrichtlijn Water (KRW) uit 2000 focust op het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlakte- en grondwater. Daarnaast gelden voor sommige wateren de Habitatrichtlijn uit 1992 en de Vogelrichtlijn uit 1979, die zich concentreren op het waarborgen van natuurlijke habitats en soorten. De beschermde gebieden die onder de laatste twee richtlijnen vallen, vormen het

Natura 2000-netwerk. Het is opvallend dat de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn, die essentieel zijn voor het goed functioneren van een delta en de daarbij behorende ecosystemen (zie figuur 11), niet gelden voor de grote rivieren. Van de vennen daarentegen valt 65 procent onder deze richtlijnen, maar slechts een klein percentage is aangewezen als KRW-waterlichaam. Daarnaast gelden voor sommige wateren ook aanvullende kwaliteitseisen als ze een zwemwaterfunctie hebben (Zwemwaterrichtlijn), als er drinkwater van gemaakt wordt (Drinkwaterrichtlijn) of als ze dienen voor de productie van schelpdieren (KRW-Schelpdierwater).

	Oppervlakte (km ²)	Lengte (km)	Percentage KRW-water- lichaam	Percentage Natura 2000
Zoute wateren	62.000		20	10
Overgangswateren	800		95	0
Grote rivieren	330	650	100	0
Vaarten en kanalen		6500	90	20
Meren (> 50 ha)	2500		100	95
Kleine, stromende wateren		6200	70	10
Sloten		330.000	0,5	0
Vennen	2,4		< 1	65

Figuur 11. Overzicht van typen waterlichamen in Nederland, inclusief de percentages waterlichamen die vallen onder de Kaderrichtlijn Water (KRW) en het Natura 2000-netwerk (Bron: Compendium voor de leefomgeving, 2021.)

Kaderrichtlijn Water

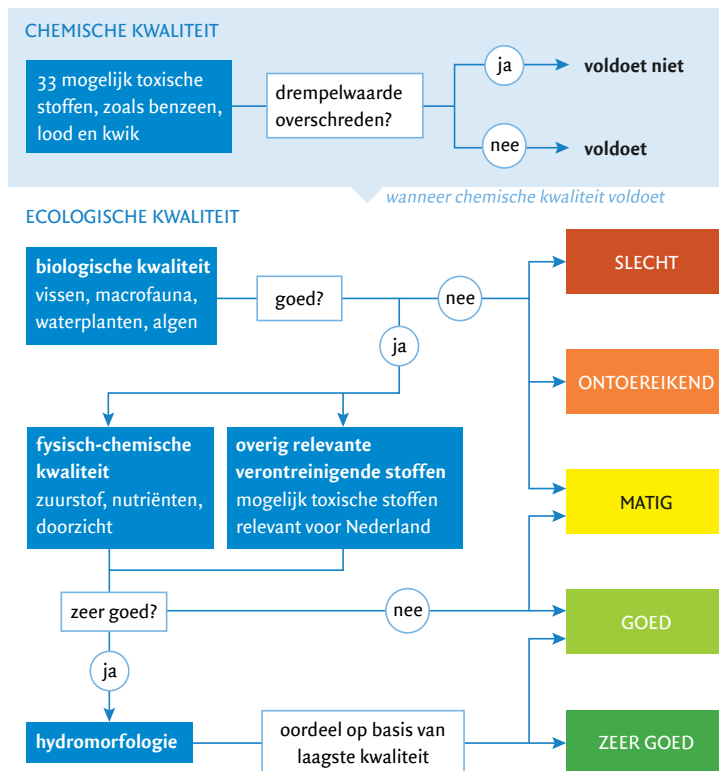
Waterbeheerders onderscheiden diverse typen waterlichamen binnen de KRW op basis van kenmerken zoals de samenstelling van de waterbodem, de mate van stroming en het zoutgehalte. In 2027 moeten alle waterlichamen in Nederland een goede ecologische toestand of een goed ecologisch potentieel bereiken. De chemische kwaliteit en de aanwezigheid van bepaalde soorten algen, vissen, waterplanten en macrofauna moeten dan op orde zijn. Voor ieder watertype is bepaald

wat een goede ecologische toestand of goed ecologisch potentieel is (zie figuur 12).

Waterschappen beheren de kleine regionale wateren zoals kleinere rivieren, meren, plassen, vijvers, sloten, beken en vennen, Rijkswaterstaat beheert de grotere rijkswateren zoals de Waddenzee, de grote rivieren en een aantal kanalen. Deze instellingen zijn verantwoordelijk voor de monitoring en beoordeling van de chemische en ecologische waterkwaliteit. Ondanks een breed scala aan maatregelen wordt in de meeste KRW-waterlichamen de vereiste ecologische toestand op dit moment niet gehaald. Belangrijk knelpunt is de aanwezigheid van toxische stoffen en een overmaat aan nutriënten zoals stikstof en fosfor. Niet-KRW-waterlichamen, dat zijn wateren met een wateroppervlak kleiner dan vijftig hectare of een stroomgebied kleiner dan 10 km², worden niet of nauwelijks gemonitord zodat we de ecologische toestand van die wateren vaak niet kennen. Het gaat om sloten, stedelijke wateren, vennen, wielen, zandwinputten en bovenlopen van beken, in totaal ongeveer een derde van alle oppervlaktewateren van Nederland. Deze kleine wateren bevinden zich veelal dichtbij mensen, zoals de sloot voor het huis of de vijver in het park. Ze bieden vaak ruimte voor natuur, bijvoorbeeld omdat ze niet gebruikt worden voor scheepvaart, maar ook zij worden vervuild doordat meststoffen (nutriënten) en bestrijdingsmiddelen uitspoelen van boerenland of doordat rioolwater erin wordt geloosd bij heftige regenbuien. Als we deze haarvaten goed in de gaten houden, kunnen we voorkómen dat de waterkwaliteit van de grotere wateren verslechtert.

Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn

De Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn zijn gericht op behoud van de biodiversiteit in de Europese lidstaten. De Vogelrichtlijn focust op wilde vogelsoorten, de Habitatrichtlijn op dier- en plantensoorten. Deze richtlijnen stellen eisen aan de kwaliteit en de oppervlakte van bepaalde typen habitat in de Natura 2000-gebieden, zoals meren met bepaalde soorten ondergedoken waterplanten, zoals kranswieren, krabbenscheer en fonteinkruid. Daarnaast kunnen er ook eisen worden gesteld aan de aanwezigheid van bepaalde diersoorten, zoals de grote en de kleine modderkruiper (een vis) of de grote groene



Voor alle aspectbeoordelingen is de parameter met de laagste kwaliteit bepalend

Figuur 12. Beoordeling van de waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water. (Bron: PBL.)
© Stichting BWM

glazenmaker (een libelle). Het rijk, de provincies en de waterbeheerders hanteren een uniforme aanpak voor het monitoren van de natuur en de beoordeling van de natuurkwaliteit. In beheerplannen staat welke stappen worden ondernomen om de natuurdoelen voor een specifiek gebied te realiseren. Rijkswaterstaat en de provincies stellen die beheerplannen op in samenspraak met organisaties zoals Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer of een waterschap.

Sinds 2022 beoordeelt de Ecologische Autoriteit, een door de overheid ingesteld onafhankelijk orgaan, of alle beschikbare ecologische

kennis en informatie gebruikt wordt voor het gezond maken en houden van beschermde natuur in de Natura 2000-gebieden. Uit de rapporten van dit orgaan blijkt dat de waterkwaliteit en de inrichting van het watersysteem in veel natuurgebieden te wensen overlaten.

Wanneer is een water gezond?

Volgens de wettelijke kaders is een water ecologisch gezond als het aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) voldoet en als de hoge natuurwaarden behaald zijn die de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn voorschrijven. De concentraties van bepaalde stoffen zoals nutriënten, pesticiden en zware metalen mogen bepaalde grenswaarden niet overschrijden, er moeten voldoende habitats zijn van voldoende kwaliteit en de gewenste soorten fauna en flora moeten in voldoende mate aanwezig zijn. Ecologisch gezond water betekent dat van nature voorkomende soorten er kunnen gedijen. In gezond water moet je kunnen zwemmen of recreëren. Of je het water ook kunt drinken is nog maar de vraag, want in het water kunnen nog steeds ziekteverwekkers of toxische stoffen aanwezig zijn. Water drinken kun je voorlopig het beste uit de kraan!

2.2 Burgers meten waterkwaliteit

– Edwin Peeters

Citizen science, wetenschap uitgevoerd samen met burgers wordt steeds belangrijker. Meer en meer mensen blijken geïnteresseerd te zijn in de kwaliteit van hun leefomgeving en willen tijd investeren om dat te onderzoeken. De Verenigde Naties benadrukken ook dat burgers onmisbaar zijn bij het meten van hun leefomgeving. De bestaande instituties ontbreekt het namelijk aan geld, tijd en menskracht om de voortgang van het bereiken van de duurzaamheidsdoelen met onderzoek nauwkeurig te volgen.

Water dat gezond is en een goede kwaliteit heeft, is essentieel voor de natuur, de mens en de maatschappij. Wereldwijd, maar vooral in de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk, zijn er initiatieven ontwikkeld om de waterkwaliteit te meten samen met burgers. De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW), die ook

voor Nederland leidend is, wijst eveneens op de noodzaak van betrokken burgers bij het waterbeheer. In Nederland zijn er diverse initiatieven waarbij burgers kunnen meedoen aan onderzoek naar de waterkwaliteit, zoals Waterdiertjes.nl, Water op de Kaart (voorheen Vang de Watermonsters) en Drinkable Rivers. Deze citizen science-projecten draaien inmiddels al enkele jaren en laten zien dat burgerwetenschap aanvullende en relevante informatie oplevert ten opzichte van wat professionele waterbeheerders verzamelen. Bij die initiatieven werken natuurorganisaties, onderzoeksinstanties en waterschappen samen met burgers om meer aandacht te krijgen voor de waterkwaliteitsproblemen waarvoor we als land staan.

Waterdiertjes.nl

Waterdiertjes.nl, opgezet door GLOBE Nederland en Wageningen UR, is vooral gericht op het vergroten van de bewustwording van het leven onder water. Iedereen kan het hele jaar door met een schepnet, een witte bak en een smartphone naar een watertje gaan, waterdiertjes verzamelen en doorgeven welke dat zijn, met een aantal kenmerken van de omgeving. De indiener krijgt dan een waterkwaliteitsscore terug berekend op basis van soorten en aantallen gevangen dieren. Op een kaart van Nederland staan alle waarnemingen met bijbehorende kwaliteitscore. Alle gegevens zijn voor iedereen beschikbaar. Waterdiertjes.nl werkt samen met scholen en heeft lesmateriaal ontwikkeld om klassikaal aan de slag te gaan. Jaarlijks wordt een thema gelanceerd waaraan extra aandacht wordt besteed, zoals tuinvijvers of libellen. Wageningen UR analyseert de verzamelde gegevens en schrijft een rapportage die verschijnt op Nature Today, een landelijke berichtendienst over de natuur. Waterdiertjes.nl vertaalt kennis en inzichten van de wetenschap naar burgers, maar brengt ook de geleerde lessen uit burgeronderzoek naar de wetenschap door er in wetenschappelijke tijdschriften over te publiceren.

Water op de Kaart

Water op de Kaart is opgezet door Natuur & Milieu en het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) en is de opvolger van Vang de Watermonsters dat vijf jaar heeft gedraaid. Zij hebben zich tot doel gesteld de waterkwaliteit in kaart te brengen van de kleine wate-



Figuur 13. Kinderen bekijken hun watermonsters. © Anton Gerritsen, GLOBE Nederland.

ren in Nederland die niet door de professionele waterbeheerders onderzocht worden, om zo de waterproblematiek op de politieke agenda te krijgen. In het project Water Op de Kaart gaan burgerwetenschappers aan de slag rondom een specifiek thema, zoals gezond water in de stad of op het platteland. Zij verzamelen gegevens over onder andere de troebelheid van het water, planten en dieren in het water, en ze nemen watermonsters. Het NIOO analyseert die watermonsters op de aanwezigheid van de nutriënten stikstof en fosfor, maar ook op de aanwezigheid van mogelijke toxische stoffen. Alle verzamelde informatie wordt door het onderzoeksinstituut gecombineerd en geanalyseerd. Naast een uitgebreide jaarlijkse rapportage verschijnen er ook berichten op Nature Today en andere media.

Drinkable Rivers

Ook de stichting Drinkable Rivers van Li An Phoa (zie kader in hoofdstuk 1.2) heeft een citizen science-project opgezet, samen met de TU Delft, University College Roosevelt, Wageningen UR, Stowa, Floron en de Vlinderstichting. Dit burgeronderzoek focust zich vooral

op stromende zoete wateren zoals rivieren, beken en kanalen. Vrijwilligers, verenigd in zogenoemde hubs, brengen met behulp van toolkits en instructievideo's enkele fysieke, chemische en biologische kenmerken in kaart zoals helderheid, zuurgraad en de aanwezigheid van *Escherichia coli*-bacteriën, planten en libellen. Die gegevens komen in een centrale databank [data.drinkablerivers.org]. Ze zijn bedoeld voor educatie én om de kwaliteit van de stromende wateren te monitoren. Sommige hubs gebruiken de metingen ook om effecten van veranderingen in het landschap te volgen of om bewijs te verzamelen tegen bijvoorbeeld een havenuitbreiding. Drinkable Rivers heeft zo'n 65 citizen science-hubs in 22 landen, waarvan ongeveer 15 in Nederland.

INTERVIEW **Diederik van der Molen:**
'Voor mij is het glas halfvol'

– Astrid Smit



Figuur 14. **Diederik van der Molen.** © Dirk-Jan Sloot

Diederik van der Molen is beleidsmedewerker bij het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Vanuit die rol zet hij zich in om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en verbeteren. Hij houdt zich al zo'n vijftien jaar bezig met het behalen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water.

'Ik was als puber vaak te vinden op de Friese meren. Ik ging er zeilen en vissen. Het water was toen helemaal groen, een soort erwtensoep. Als je je

hand erin stak, zag je je vingers niet meer. Die situatie is daar nu eigenlijk niet meer aanwezig, net als in de meeste andere grote wateren in Nederland. Ik heb twee jaar geleden gesnorkeld in het Wolderwijd, één van de Veluwerandmeren, en kon toen meer dan tien tot vijftien meter weggijken. Dat kende ik alleen van vakanties in het buitenland. In die zin is er veel verbeterd.

Maar de laatste drie, vier jaar is er een soort stilstand ont-

staan. Dat is jammer, want we zijn er nog niet. Als we kijken naar de ongeveer honderd chemische stoffen die we per waterlichaam moeten beoordelen, dan voldoen er vaak drie of vier niet aan de norm. Maar dat zijn helaas wel vaak stoffen waar waterbeheerders weinig mogelijkheden hebben om te handelen: de vlamvertragers die bijna overal in de wateren voorkomen, het zink van dakgoten en de polycyclische aromatische koolwaterstoffen van houtkachels. Het is bijvoorbeeld heel moeilijk om de uitstoot van houtkachels te verbeteren. Moeten we mensen gaan verbieden hout te stoken in hun huis?

Maar ook meststoffen zoals stikstof en fosfor vormen nog een probleem, vooral in de kleinere wateren. Daar is landbouw gemiddeld de grootste bron, al zijn er ook andere bronnen. Het rijk heeft geprobeerd een Landbouwakkoord te sluiten en een transitie in het landelijk gebied te bewerkstelligen, maar dat blijkt heel erg lastig. De boeren die deelnemen aan het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer werken enthousiast mee. Dat zijn welwillende boeren, die heel creatief zijn en met nieuwe ideeën komen. Het probleem is dat zij maar een deel van de boeren vormen. De rest staat er neutraal in of heeft er echt geen zin in.

En dan hebben we nog de bestrijdingsmiddelen die in het water terecht komen. Je hoeft als boer geen vergunning aan te vragen om gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken. De regulering gaat via de toelating en via het gebruik, waarbij Europese lidstaten extra eisen kunnen stellen aan het gebruik.

Het is ook de vraag of we kunnen blijven doorgaan om alle gewassen overal te telen. Moet je gewassen waarbij gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen makkelijk kunnen uitspoelen blijven telen op gronden die daar gevoelig voor zijn, zoals zandbodems? Die combinatie maakt het vaak onmogelijk om de kwaliteitsdoelen voor water te halen, zo stelt ook de Commissie Deskundigen Meststoffenwet. Misschien moeten we hier wel nadrukkelijk op gaan sturen.

Over het algemeen is het zo dat we een groot deel van de doelen van de Kaderrichtlijn Water wel hebben gehaald. Dus we zijn

al best een eind. Voor mij is het glas halfvol en is het beeld minder negatief dan vaak in de pers is te lezen. Maar het klopt ook dat in ieder waterlichaam wel een stofje zit dat niet aan de normen voldoet. De Europese Commissie, die ons beoordeelt, zal heel gericht kijken of een lidstaat voldoende inspanningen heeft gedaan. Die is bijvoorbeeld heel blij dat wij in Europa zo actief zijn om een generiek verbod op pfas voor elkaar te krijgen, terwijl ze ook ziet dat wij in heel veel wateren de norm voor deze zeer persistente stof niet halen.

Dat gezegd hebbende is het wel spannend hoe het gaat verlopen in 2027. We moeten dan kunnen aantonen dat we er alles aan gedaan hebben om de doelen te halen. Op sommige punten kunnen we dat goed, op andere punten misschien minder goed. Ik noemde al dat er geen Landbouwakkoord is gesloten en dat de transitie van het landelijk gebied niet lijkt te lukken. Het is de vraag of de commissie vindt dat we hierin maximaal ons best hebben gedaan. Als zij vindt dat het onvoldoende is, kunnen we verplicht worden alsnog inspanningen te doen en kunnen we boetes krijgen.

Bouwend Nederland vreest dat we een stikstofachtige situatie in Nederland krijgen, waarbij Nederland op slot gaat omdat bouwbedrijven vervuild grondwater niet mogen lozen op het oppervlaktewater. Ons ministerie deelt die vrees niet. We sluiten niet uit dat er problemen kunnen ontstaan, maar dan meer specifiek in een bepaald gebied en niet generiek zoals bij stikstof.'

De wetenschappelijke bronnen van dit hoofdstuk zijn online vinden op www.biomaatschappij.nl/online-dossier/water

3 Van wet tot handhaving

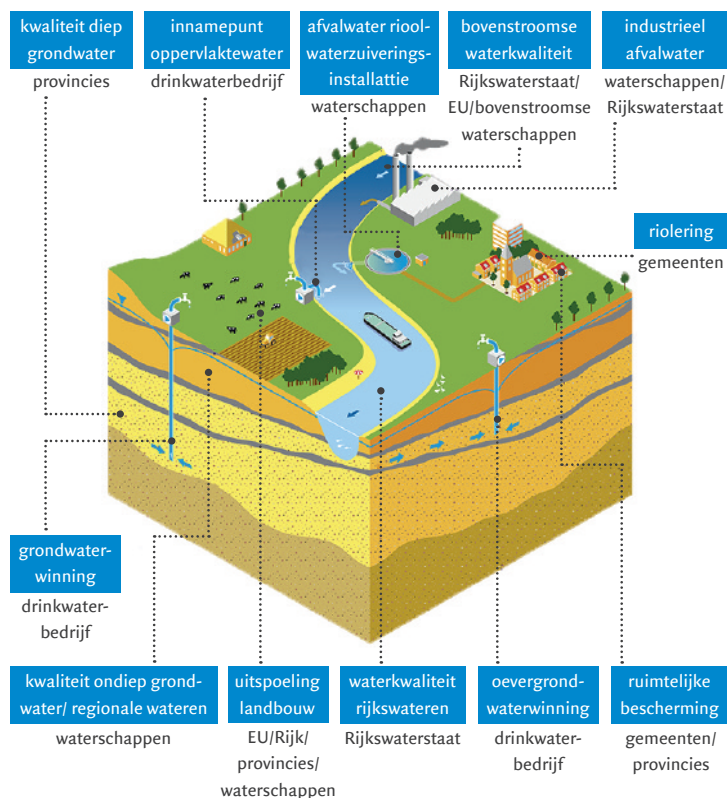
3.1 Hoe overheden werken aan gezond water

– Marleen van Rijswijk

Veel verschillende overheidspartijen zijn betrokken bij de zorg voor chemisch en ecologisch gezond water: waterschappen, Rijkswaterstaat, gemeenten, provincies en ministeries. Samen proberen zij de doelen van de Kaderrichtlijn Water – een Europese wet – te realiseren. Hoe gaat dat in zijn werk?

Een deel van de doelstellingen voor goed waterbeheer vloeit rechtstreeks voort uit de wetgeving van de Europese Unie (EU). Die heeft een groot aantal richtlijnen – een bepaald type bindende wetgeving – gemaakt die belangrijk zijn voor het waterbeheer van de Nederlandse overheden. De Europese Commissie is vaak de initiatiefnemer, maar soms nemen de lidstaten het gezamenlijke initiatief voor Europese wetgeving. Richtlijnen worden vastgesteld door het Europees Parlement en de Europese Raad, de raad van regeringsleiders binnen de EU. De lidstaten van de EU zijn daarmee medewetgever van Europese verplichtingen. Als een richtlijn eenmaal is vastgesteld, moeten de lidstaten de EU-wetgeving implementeren in hun eigen nationale wetgeving.

Een van de belangrijkste richtlijnen voor het waterbeheer is de Kaderrichtlijn Water (KRW). Deze kaderrichtlijn gaat ervan uit dat wa-



Figuur 15. De voor het waterbeheer verantwoordelijke partijen (Bron: RIVM.) © Stichting BWM

ter het beste beheerd kan worden op het niveau van de stroomgebieden van rivieren, omdat er nu eenmaal logische relaties bestaan tussen boven- en benedenstroomse activiteit. Die stroomgebieden – voor Nederland zijn dat de stroomgebieden van Eems, Rijn, Maas en Schelde (zie figuur 8 in hoofdstuk 2.1) trekken zich weinig aan van lands-, provincie- of gemeentegrenzen.

De Kaderrichtlijn Water vereist dat alle wateren in de Europese Unie worden beschermd. Dat betekent dat de kwaliteit van het water in ieder geval niet achteruit mag gaan, maar ook dat de kwaliteit van alle wateren verbetert totdat ze ‘in een goede toestand’ zijn. Welke

toestand dat precies is, heeft de EU nauwkeurig vastgesteld op het terrein van de chemie (zie figuur 12). De ecologische eisen vullen de lidstaten zelf nader in, omdat die sterk afhangen van de specifieke omstandigheden in een land. Een water op een Grieks eiland is nu eenmaal anders dan een Fins meer of een grote rivier zoals de Rijn. Voor kunstmatig aangelegde wateren of wateren die door de eeuwen heen sterk zijn veranderd (bijvoorbeeld rivieren die bevaarbaar zijn gemaakt) gelden iets minder strenge eisen. Drinkwaterbronnen moeten extra goed beschermd worden en zodanig verbeteren dat ze minder gezuiverd hoeven te worden. Het drinkwater zelf moet op grond van een andere richtlijn – de Drinkwaterrichtlijn – aan strenge kwaliteitseisen voldoen. De lozing van gezuiverd huishoudelijk en industrieel afvalwater mag zo min mogelijk schadelijke effecten hebben op het oppervlaktewater.

Veel overheden betrokken

In Nederland is een groot aantal partijen direct of indirect betrokken bij het waterbeheer (zie figuur 15). Allereerst maken regering en parlement de wetten op het gebied van het waterbeheer. Daarnaast kunnen alle overheden – regering, ministers, provincies, gemeenten en waterschappen – zelf nog regels vaststellen voor iedereen in hun beheergebied. Nederland kent twee soorten waterbeheerders: Rijkswaterstaat en de waterschappen. Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor de rijkswateren – de Noordzee en Waddenzee, het IJsselmeer, de grote rivieren en een aantal kanalen – en de waterschappen voor de regionale wateren: kleinere rivieren, meren, plassen, vijvers, sloten, beken en vennen. De minister van Infrastructuur en Waterstaat is verantwoordelijk voor de rijkswateren, maar in de praktijk neemt Rijkswaterstaat die taak op zich. De waterbeheerders moeten zorgen voor de waterkwaliteit én kwantiteit, en zien toe op het halen van de doelen voor goed waterbeheer. Daarnaast zuiveren de waterschappen het afvalwater, bestrijden ze muskus- en beverratten en beheren sommige waterschappen bepaalde wegen in hun gebied.

Ook de provincies en gemeenten hebben taken in het waterbeheer. De provincies zorgen voor de invulling en uitwerking van het provinciaal omgevingsbeleid en voor de afstemming met het beleid van waterschappen en gemeenten. Binnen het waterbeheer hebben ze

de vergunningverlening en handhaving van de grotere grondwater-onttrekkingen en warmte-koude systemen als taak. De gemeenten zijn verantwoordelijk voor de inzameling van hemel- en rioolwater, voor de lozingen van huishoudens en bedrijven op het riool én voor problemen met grondwater in het stedelijk gebied. Ze moeten zorgen voor aanleg, beheer en onderhoud van de riolering. De gemeenten transporteren het hemel- en afvalwater naar de afvalwaterzuiveringsinstallaties van de waterschappen.

Tien drinkwaterbedrijven zorgen voor de Nederlandse drinkwatervoorziening. Ze behoren niet tot de overheid maar zijn private bedrijven. De Drinkwaterwet vereist dat de aandelen van de drinkwaterbedrijven in handen van overheden moeten zijn. Daarom zijn de drinkwaterbedrijven in essentie semipublieke organisaties. Een aparte positie heeft Waternet, dat geen privaat bedrijf is maar een stichting van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en de Gemeente Amsterdam. Waternet zorgt niet alleen voor schoon drinkwater, maar ook voor de zuivering van afvalwater en voor het waterbeheer. Maar onlangs is besloten de stichting te ontbinden en de taken toch weer op te splitsen.

Afstemming

Het mag inmiddels duidelijk zijn dat er veel verschillende partijen betrokken zijn bij de zorg voor gezond water. Het is dan ook belangrijk dat zij hun taken en werkzaamheden goed op elkaar afstemmen. Dat gebeurt in regionale overleggen per stroomgebied (Rijn, Maas, Schelde en Eems). De eindverantwoordelijkheid voor de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water berust bij de minister van Infrastructuur en Waterstaat – de Rijksoverheid is uiteindelijk verantwoordelijk voor het op tijd en volledig voldoen aan de eisen van de richtlijn. Omdat de kwaliteit van het water in Nederland zorgelijk is en het ernaar uitziet dat Nederland niet op tijd aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water kan voldoen, heeft de minister een KRW-impulsprogramma vastgesteld om de uitvoering van maatregelen extra kracht bij te zetten. Ook de waterschappen zijn daarbij betrokken en onderzoeken hoe zij zelf nog meer inspanningen kunnen leveren.

Gezond water is ook sterk afhankelijk van de overheidsinzet op andere beleidsterreinen. Zo moet de minister van Landbouw, Visserij,

Voedselzekerheid en Natuur toezien op verontreinigende stoffen vanuit de landbouw, zoals meststoffen en bestrijdingsmiddelen. De minister van Infrastructuur en Waterstaat reguleert de industriële emissies van deels nog onbekende stoffen die in grote getalen in het water terechtkomen. Deze minister heeft ook tot taak ervoor te zorgen dat we ons voorbereiden op de klimaatverandering die zeer zeker het waterbeheer zal veranderen. Hiervoor is een speciale deltacommissaris aangesteld.

Natuurbescherming valt onder de verantwoordelijkheid van de provincies, in samenspraak met de minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. Daarbij moeten de minister van Binnenlandse Zaken, provincies en vooral ook gemeenten ruimte vinden om de drinkwatervoorziening in de toekomst veilig te stellen binnen de ruimtelijke ordening. Op al deze terreinen zijn dus verschillende ministeries, provincies en gemeenten bevoegd om regels te stellen, plannen te maken en maatregelen uit te voeren. Of dat voldoende is voor Nederland om op tijd te voldoen aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water in 2027 is echter zeer de vraag.

Hoe gaan overheden te werk?

De overheden laten zich bij hun taken leiden door een beleidscyclus. Ze formuleren doelen voor gezond water, stellen vast hoe de huidige situatie is, maken een plan voor de langere termijn, bedenken een programma met concrete maatregelen waarmee in beginsel op tijd aan de doelen wordt voldaan, monitoren resultaten van die maatregelen om te kijken of deze effectief zijn en passen, indien nodig, plan en programma aan. Bij dit alles is participatie van betrokken burgers en bedrijven van groot belang. Burgers en bedrijven worden uitgenodigd om mee te denken over waterbeheerprogramma's waarin de maatregelen zijn opgenomen en over concrete maatregelen, zoals het nemen van peilbesluiten of de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Ook kunnen burgers en bedrijven bij concrete besluiten – zoals het verlenen van een vergunning voor een lozing op het oppervlaktewater – hun zienswijze indienen, een bezwaarschrift indienen of beroep instellen bij de rechter.

De doelen voor het waterbeheer worden in algemene termen beschreven – het water moet een goede chemische en ecologische kwali-

teit hebben – en zijn uitgewerkt in zogenoemde omgevingswaarden. Deze geven een maatstaf voor de staat of kwaliteit van de fysieke leefomgeving, de toelaatbare belasting door activiteiten of de toelaatbare concentratie of depositie van stoffen. Zo mag er bijvoorbeeld in grondwater niet meer dan vijftig milligram nitraat per liter voorkomen.

Voor het daadwerkelijk realiseren van gezond water moet een onderscheid gemaakt worden tussen actief en passief beheer. Actief beheer betreft die maatregelen die de waterbeheerder zelf neemt, zoals het zuiveren van afvalwater, het opnieuw laten meanderen van waterlopen, het aanleggen van vistrappen of het aanleggen van natuurvriendelijke oevers. Passief beheer gaat over het reguleren van activiteiten van anderen die van invloed kunnen zijn op de gezondheid van het water. Denk daarbij aan algemene regels die worden vastgelegd door het Rijk en aan geboden en verboden door waterschappen, provincies of gemeenten. Bepaalde activiteiten kunnen helemaal worden verboden of onder voorwaarden worden toegestaan. Zo worden lozingen van verontreinigende stoffen op oppervlaktewater voor een deel geregeld op rijksniveau, maar ook waterschappen kunnen schadelijke lozingen verbieden of er voorwaarden aan verbinden via de lozingsvergunning. Bedrijven met een grote impact op het milieu moeten een vergunning hebben om te lozen op oppervlaktewater. Die vergunning schrijft voor hoeveel ze van een bepaalde stof mogen lozen, hoe ze de lozingen moeten monitoren en rapporteren, of ze bepaalde voorzieningen moeten treffen en of ze zuiveringen moeten uitvoeren. Mestverwerkingsinstallaties hebben bijvoorbeeld een lozingsvergunning nodig, net als grote bedrijven als Tata Steel. De meeste bedrijven vallen echter onder algemene regels die zijn opgenomen in het Besluit algemene regels leefomgeving. In dit besluit staan de voorwaarden waaronder een bedrijf mag lozen. Meestal moet het bedrijf dan bij de waterbeheerder of de gemeente een melding doen dat het een milieu-belastende activiteit wil gaan uitvoeren. Bijna alle landbouwactiviteiten (veeteelt, akkerbouw, bloembollen, glastuinbouw) vallen onder dit systeem van algemene regels. In bijzondere gevallen kunnen aan een bedrijf dat een activiteit wil ontplooiën in een bepaald gebied aanvullende eisen worden gesteld, omdat dat gebied bijvoorbeeld extra kwetsbaar is of omdat nog niet aan de vereiste waterkwaliteit wordt voldaan.

Handhaving

Een overheid kan nog zo veel regels stellen, burgers en bedrijven moeten ze ook naleven. De milieuwetgeving en dus ook de waterwetgeving is bedoeld om de gezondheid van mens en milieu te beschermen en burgers moeten erop kunnen rekenen dat de overheid hen beschermt. Daarvoor is het belangrijk dat degenen tot wie de regels zijn gericht ook vinden dat de regels terecht worden opgelegd, noodzakelijk en rechtvaardig zijn. Daarom zijn draagvlak en participatie belangrijk. Vaak biedt het echter financieel voordeel om milieuregels niet na te leven, denk aan het illegaal uitrijden van mest, het dumpen van drugsafval of het lozen van pfas (zie ook kader ‘Pfas’ in hoofdstuk 4.1).

Waterwetgeving wordt gehandhaafd via het bestuursrecht, door de overheid die de regels stelt en via het strafrecht als het gaat om ernstige overtredingen of misdrijven. In sommige gevallen dagen burgers of milieuorganisaties een bedrijf of overheid voor de civiele rechter, als zij van oordeel zijn dat er onrechtmatig wordt gehandeld. Dit gebeurde bijvoorbeeld bij de pfas-lozingen door het bedrijf Chemours in Dordrecht.

Gebruikelijk is dat de overheid die de regels stelt ook toezicht houdt op de naleving van die regels en bij overtredingen handhavend optreedt. Eerst door te waarschuwen en als de situatie niet verbetert door een last onder dwangsom op te leggen voor iedere keer of dag dat de overtreding voortduurt of door bestuursdwang opleggen. Dat betekent dat de overtreder de overtreding moet beëindigen en vaak ook de illegale situatie en de daardoor ontstane schade ongedaan moet maken. Doet de overtreder dat niet zelf, dan kan de overheid dat op diens kosten doen. Burgers, milieuorganisaties of bedrijven kunnen de overheid ook verzoeken om handhavend op te treden. Helaas zijn toezicht en handhaving zwakke schakels in de bescherming van gezond water. Dat heeft verschillende redenen: te weinig capaciteit, een gebrek aan prioriteit of soms doordat de regels zo zijn geformuleerd dat ze lastig te handhaven zijn.

Als de Nederlandse overheid zelf tekortschiet

Ook de overheid zelf kan tekortschieten in de uitoefening van haar taken. Zo kan de Europese Commissie Nederland voor het Europese Hof van Justitie dagen als Nederland niet voldoet aan de eisen van bij-



Figuur 16. Protest van Extinction Rebellion tegen grondwatergebruik door Parengo op Wereldwaterdag. Volgens de actiegroep onttrekt de papierfabriek 170 liter drinkwater per seconde. © XR Arnhem

voorbeeld de Kaderrichtlijn Water. Het Hof van Justitie kan Nederland dan veroordelen en dwangsommen en boetes opleggen.

Het Nederlandse waterbeheer is sterk decentraal ingericht, veel bevoegdheden zijn neergelegd bij provincies, gemeenten en waterschappen, die ook veel beleidsvrijheid hebben hoe ze hun taken willen uitoefenen. Als provinciaal of rijksbeleid dat eisen, kunnen provincies en Rijk sturings- en toezichtsinstrumenten inzetten om te zorgen dat op alle overheidsniveaus de juiste maatregelen worden genomen. Het moet worden gezegd dat van deze bevoegdheden nauwelijks gebruik wordt gemaakt.

Met name de landbouw is een belangrijke bron van waterverontreiniging. Hier heeft de minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur de bevoegdheid om regels te stellen met als doel emissies uit mest (nutriënten) terug te dringen, en uit- en afspoeling van bestrijdingsmiddelen te voorkomen. Die regels zijn er ook, maar ze

zijn bij lange na niet streng genoeg om aan de doelen voor gezond water te voldoen en worden bovendien onvoldoende gehandhaafd.

Het steentje van de burgers

Er zijn veel overheden betrokken bij goed waterbeheer, maar ook burgers hebben een eigen verantwoordelijkheid om hun steentje bij te dragen. Gezond water is immers van belang voor ons allemaal. Burgers kunnen op verschillende manieren bij het waterbeheer worden betrokken. In de eerste plaats hebben ze passief en actief stemrecht, op landelijk (Tweede Kamer) en lokaal niveau (provincie, gemeente en de waterschappen). Stemmen is een belangrijke manier om invloed uit te oefenen op overheidsbeleid. Daarnaast zijn er nog vele andere manieren om te participeren in de besluitvorming. Ook als je als burger geen verstand van zaken hebt, is het zinvol om bijvoorbeeld participatiebijeenkomsten te bezoeken, want meestal wordt daar uitgelegd wat de plannen zijn voor bijvoorbeeld beekherstelprojecten of welke lozingsvergunning een overheid van plan is te verlenen en welke consequenties die kunnen hebben. Als burger kun je daar ook belangrijke informatie over de lokale situatie inbrengen.

Indien burgers, bedrijven, belangenorganisaties of milieuorganisaties het niet eens zijn met bepaalde besluiten van de overheid kunnen ze ook zienswijzen indienen, bezwaar maken of in beroep gaan bij de rechter. Nu is procederen niet de eerste keus om maatschappelijke betrokkenheid te tonen, maar in bepaalde gevallen, bijvoorbeeld wanneer de gezondheid van mensen, de natuur of de waterkwaliteit bedreigd worden, is het soms een goede en soms zelfs de laatste mogelijke weg om te bewandelen.

Het recht op gezond water

– Marleen van Rijswijk

Ieder mens heeft water nodig om te leven, maar het recht op water is nog niet zolang een mensenrecht. Pas in 2010 erkende de Algemene Vergadering van de Verenigde Naties (VN) het recht op veilig en schoon drinkwater en sanitaire voorzieningen als

een mensenrecht dat essentieel is voor het volledige genot van het leven en alle mensenrechten, hoewel dat gebeurde in een juridisch niet-bindend document – een resolutie. Het recht op toegang tot water bevat drie elementen: beschikbaarheid, kwaliteit en toegankelijkheid.

Binnen de Europese Unie is water als mensenrecht vastgelegd in de EU-Drinkwaterrichtlijn van 2020. Via het Europees burgerinitiatief Right2Water schenkt de Drinkwaterrichtlijn expliciet aandacht aan het recht op water. De EU vraagt de lidstaten ‘de nodige maatregelen te nemen om de toegang tot drinkwater voor iedereen, met name voor kwetsbare en gemarginaliseerde groepen (...) te verbeteren of te handhaven’.

Of de bescherming van het water zelf ook een mensenrecht is, is een ander aspect. Het gaat dan eigenlijk om het recht op een gezond leefmilieu, inclusief de bescherming van de watervoorraden. De Mensenrechtenraad van de VN nam pas in 2021 een resolutie aan die het recht op een schoon, gezond en duurzaam leefmilieu als mensenrecht erkent. Ook in Europa kreeg het recht op een schoon leefmilieu pas laat aandacht. In 2021 nam de Raad van Europa een resolutie aan die de lidstaten aanbeveelt een juridisch kader te ontwikkelen om het recht op een veilig, schoon, gezond en duurzaam milieu te verankeren.

De Nederlandse Grondwet legt de Nederlandse overheid een aantal plichten op om te zorgen voor gezond water. Dat doet ze in diverse wetgeving en door bevoegdheden toe te kennen aan de wetgever, de regering, ministers, provincies, gemeenten, waterschappen en drinkwaterbedrijven. Op 19 maart 2024 deed het gerechtshof in Den Haag uitspraak in een zaak die was aangespannen door Defence voor Children en het Nederlands Juristen Comité voor de Mensenrechten, waarin het hof oordeelde dat het recht van kinderen op toegang tot water moet worden erkend door de Staat en de drinkwaterbedrijven. Als ouders de waterrekening niet kunnen betalen, mogen kinderen daar niet de dupe van worden doordat het gezin wordt afgesloten van water.

INTERVIEW Johan Vollenbroek: ‘Met die Kaderrichtlijn Water in de hand kunnen we procedures beginnen’

– Astrid Smit



Figuur 17. Johan Vollenbroek.
© Anne Vollenbroek

Johan Vollenbroek is oprichter en voorzitter van Mobilisation for the Environment (MOB). Deze milieuorganisatie is bekend geworden om zijn juridische procedures tegen het Programma Aanpak Stikstof van de overheid. MOB richt nu ook haar pijlen op de waterkwaliteit.

‘Onze insteek is: de natuur mag niet verder achteruitgaan. Sterker nog: die moet weer helemaal in de benen worden geholpen. Als je de rapporten van de Ecologische Autoriteit leest, dan weet je dat niet alleen stikstof het probleem is in Natura 2000-gebieden maar ook de grondwaterstand en de waterkwaliteit. Wat dat laatste betreft, gaat het over de hoeveelheden nutriënten (stikstof en fosfor) én bestrijdingsmiddelen. Via de Kaderrichtlijn Water kunnen we daar iets aan doen. Dat is ons machtsmiddel inderdaad. Wat kunnen we anders? Ik bedoel: er staat een enorme boerenlobby tegenover ons, die hun vazallen in de Eerste en Tweede Kamer hebben zitten. Dus het enige dat ons rest is om ervoor te zorgen dat de wetgeving die er is, verdorie, eens wordt uitgevoerd.’

Iedereen roept wel dat we in 2027 aan normen van de Kaderrichtlijn Water moeten voldoen, maar we moeten dat nu ook al. Er is al sinds 2009 een verbod op verslechtering en sinds 2015 is er een verbeteringseis van kracht. Wij zeggen dan ook: stop met het faciliteren van gangbare boeren die massaal de gifspuit hanteren. Daar moet een einde aan komen. Het is niet te geloven maar de boeren die pootaardappelen telen, spuiten tot wel dertig keer per jaar. Dat is zo’n beetje een keer per week in het teelt-

seizoen. Dergelijke stoffen komen ook in natuurgebieden terecht.

Door openbare databases als de bestrijdingsmiddelenatlas te doorzoeken, ontdekten we dat daar op dit moment zelfs verboden pesticiden worden aangetroffen. De cases waar wij ons de afgelopen tijd mee bezig hebben gehouden, zijn dinoterb en fenchloorvos. Dit zijn bestrijdingsmiddelen die niet meer gebruikt mogen worden, maar toch in hoge concentraties worden gevonden in het Zwanenwater, een Noord-Hollands duingebied. Hoe kan dit? Wie zit er nou te slapen? Is dat het waterschap of de provincie Noord-Holland? Waarom hebben ze hier – toen ze erachter kwamen – niet gelijk alarm geslagen en de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit aan het werk gezet? Die hadden onmiddellijk moeten gaan handhaven en bij boeren moeten checken wat ze in de schuur hebben staan. In plaats daarvan is er 8,5 ton uitgetrokken om koffie te gaan drinken om de boeren te vertellen, dat ze toch een beetje voorzichtig moeten zijn met bestrijdingsmiddelen.

We zijn daarnaast bezig met de Waddenzee, ook een Natura 2000-gebied. Die kleurt helemaal rood in de beoordelingen van de Kaderrichtlijn Water en voldoet voor zo'n dertig parameters niet aan de norm. Rijkswaterstaat geeft een stuk of vijftig vergunningen aan bedrijven uit die rechtstreeks op de Waddenzee lozen. Volgens mij zit er eentje bij die bijvoorbeeld grote hoeveelheden ethyleendiamine – een bijzonder giftige stof voor het aquatisch milieu – mag lozen. Ongezuiverd! Dat is maar één voorbeeld. Maar wel massa's beleidsdocumenten publiceren, meters hoog, vol goede bedoelingen. Je houdt je ogen niet droog.

Met die Kaderrichtlijn Water in de hand kunnen we dus procedures beginnen als er geen verbetering optreedt. In Drenthe waren er vorig jaar plannen voor het bouwen van een fabriek voor Griekse yoghurt. Die zou tweeënhal miljoen liter drinkwater per dag gaan gebruiken en het afvalwater lozen op een klein kanaaltje in de buurt. Daartegen hebben we dus een bezwaar-

schrift getekend, omdat de lozing in strijd is met het verslechteringsverbod. Nou, dat project lijkt nu gesneuveld. De provincie Drenthe vond het heel jammer want de fabriek zou ongeveer tweehonderd mensen een baan bieden.

Andere bouwprojecten gaan ook last krijgen van de Kaderrichtlijn Water. Bouwend Nederland waarschuwde al dat slechte waterkwaliteit de bouwsector 17,5 miljard euro omzet kan gaan kosten. Voor het drooghouden van een bouwput bijvoorbeeld pompen ze grondwater weg. Meestal lozen ze dat op het oppervlaktewater, maar dat grondwater is dikwijls vervuild met nutriënten en bestrijdingsmiddelen. Het verkrijgen van een lozingsvergunning wordt door de Kaderrichtlijn Water steeds moeilijker. In die zin kunnen we in eenzelfde soort situatie terecht komen als met stikstof.'

4. Watergebruik en milieuvreemde stoffen

4.1 Gebruik en misbruik van zoet water

– Annemarie van Wezel

Nederland heeft veel water en gebruikt ook veel water: voor de landbouw, in fabrieken en gewoon thuis om te drinken, douchen, de wc door te spoelen of schoon te maken. Daardoor belanden er ook vele vervuilende, milieuvreemde stoffen in het water. Direct door afspoeling van landbouwpercelen, wegen en daken, en indirect via rioolwaterzuiveringsinstallaties want die halen lang niet alles uit ons rioolwater. De kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater – rivieren, meren, beken en sloten – is daardoor onvoldoende.

Nederland Waterland, toch? We zwemmen in het water en we worden er – als we niet uitkijken – door overspoeld. Onze voorouders hebben er alles aan gedaan om ons droge voeten te laten houden, en ook vandaag nog investeren we fors om onze dijken bestand te houden tegen alle dreigingen die op ons af komen. Toch kennen we ook in Nederland waterschaarste. Er kan te veel water zijn, maar zeker ook te weinig of te vies. Met al die drie problemen hebben we te maken, reden waarom we onze kinderen leren dat elke druppel telt en dat water ook voor later is.

De afgelopen zeer droge zomers moesten we kiezen: hebben we nog voldoende reserves om de komende periode gezond en voldoen-

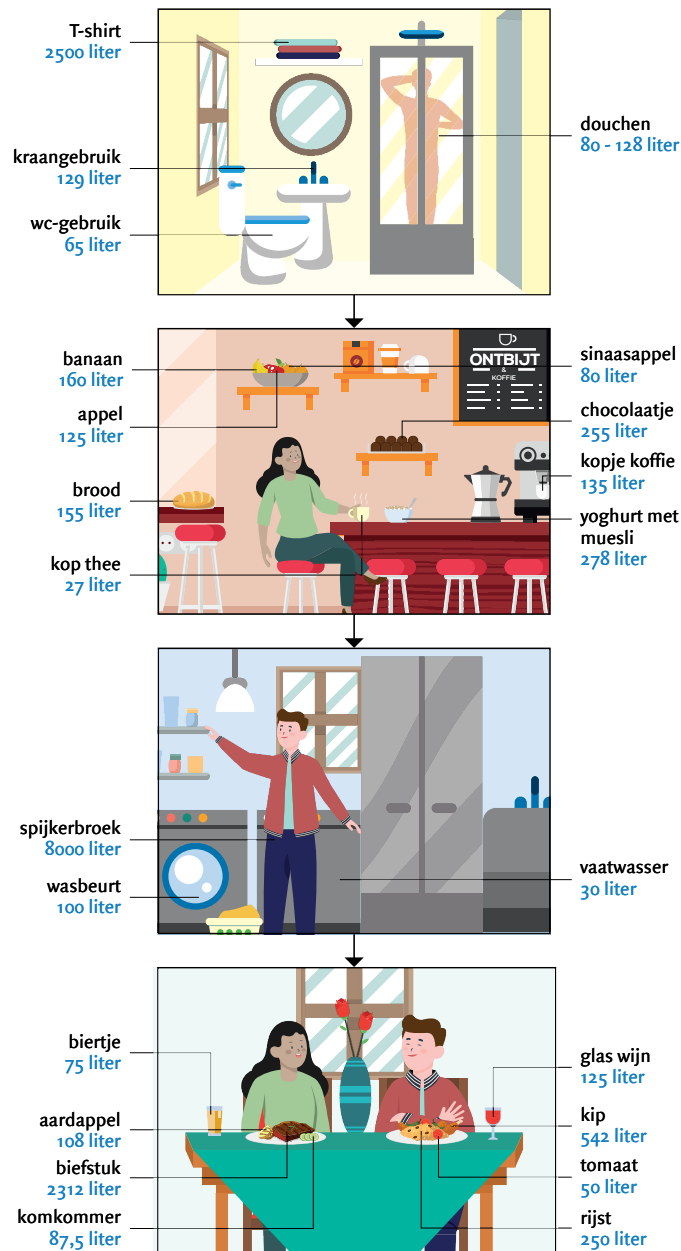
de drinkwater te maken, kunnen we nog wel voldoende diepgang houden in onze rivieren om boten te laten varen, kunnen we de akkers blijven besproeien en kunnen onze waterafhankelijke industrieën en energiecentrales – die koelwater nodig hebben – blijven draaien? Niet altijd kon alles tijdens die droge zomers, en de drinkwaterreservoirs stonden soms akelig leeg.

Op dit moment is ons watersysteem onvoldoende voorbereid op periodes van langdurige droogte, terwijl we weten dat deze droogtes steeds vaker gaan voorkomen. We moeten het waterbeheer in Nederland daarom gaan vernieuwen. Het waterbeheer zal zich niet meer louter richten op het afvoeren van te veel water, maar ook op het vasthouden van water voor drogere perioden. Het waterbeheer heeft ook als taak om het water voldoende schoon te maken en om zich nog meer te richten op hergebruik van water. In analogie met de energietransitie die in Nederland gaande is, spreken we daarom ook wel van een watertransitie.

Waterfootprint

Denk maar eens na over je watergebruik als burger. Per persoon is dat echt veel! Vewin, de vereniging van drinkwaterbedrijven in Nederland, houdt het voor je bij. De gemiddelde Nederlander tapt dagelijks zo'n 129 liter uit de kraan. Daarvan is maar een heel klein deel – ongeveer 2,5 liter – om te drinken. Het gros gebruik je om te douchen, naar het toilet te gaan of de was te doen. Voor het doorspoelen van het toilet heb je natuurlijk niet zulk schoon drinkwater nodig. In sommige delen van Nederland, zoals in Utrecht, doen we dat zelfs met precies hetzelfde water dat je voor veel meer geld in flessen in de supermarkt aantreft! Maar in tegenstelling tot de landen om ons heen zijn we in Nederland, ook door slechte ervaringen in het verleden (waterbesparende nieuwbouwwijken met verkeerde aansluitingen, waardoor bewoners ziek werden), terughoudend om bijvoorbeeld douchewater te gebruiken om het toilet door te spoelen. En dat terwijl de hoeveelheid en de kwaliteit van onze drinkwaterbronnen onder druk staan en drinkwaterbedrijven vaker 'nee' zullen moeten zeggen tegen verzoeken voor nieuwe aansluitingen van bedrijven en huizen.

Maar je gebruikt niet alleen water direct uit de kraan, je gebruikt ook indirect water door groente, fruit en vlees te consumeren, door



kleren te dragen en door energie te gebruiken, want voor de productie daarvan is ook water nodig. Dit indirecte watergebruik maakt het overgrote deel uit van wat we wel de 'waterfootprint' noemen (zie figuur 18). Onze waterfootprint ligt véél hoger dan die 129 liter uit de kraan: ze bedraagt maar liefst ruim 6000 liter water per dag voor de gemiddelde Nederlander. Het overgrote deel van dit indirecte watergebruik vindt plaats buiten Nederland, vaak in gebieden waar heel veel waterschaarste is.

Verontreinigd oppervlaktewater

Het water dat huishoudens, industrieën, zorgcentra, boeren en tuinders gebruiken, komt allemaal terecht in het oppervlaktewater: de rivieren, meren, beken en sloten. Direct door bijvoorbeeld afspoeling van een akker, weg of dak, maar vaak ook indirect. In het laatste geval wordt rioolwater dan eerst naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie geleid (zie kader 'Basis van rioolwaterzuivering'). Daar worden de grootste verontreinigingen verwijderd: afvalresten, nutriënten zoals stikstof en fosfor, en zware metalen. De synthetische chemicaliën in dat water, zoals geneesmiddelen, bestrijdingsmiddelen of ingrediënten van schoonmaakmiddelen, worden maar gedeeltelijk verwijderd. Het gezuiverde water wordt vervolgens geloosd op het oppervlaktewater. Dat is dus een verzameling van regen-, smelt- en afvalwater uit al die verschillende bronnen, inclusief alle resterende synthetische chemicaliën die nog in dat afvalwater zitten. In droge periodes is de stand van de rivieren en beken lager dan in natte tijden en blijft er dezelfde hoeveelheid afvalwater instromen. Dan bestaat het oppervlaktewater op sommige plekken zelfs voornamelijk uit gezuiverd afvalwater en is dus behoorlijk verontreinigd.

In ons lage Nederland is het oppervlaktewater nauw verbonden met het grondwater (zie hoofdstuk 1). Wat in het oppervlaktewater komt, bereikt daarom op een gegeven moment vaak het grondwater en ook andersom. We noemen dit inzijging en kwel. Ook vanaf het land komen allerlei ongewenste stoffen het grondwater in, zeker op plekken

Figuur 18. Voorbeelden van een waterfootprint. De verschillende situaties laten zien hoeveel water het kost om voedsel en materialen te produceren. © Stichting BWM

waar de bodems goed doorlaatbaar zijn, zoals zand. Tegelijk hebben we op sommige plekken in Nederland gelukkig nog steeds heel schoon grondwater, dat eeuwenoud is en nog niet beïnvloed door wat we tegenwoordig allemaal aan chemie gebruiken, omdat het goed beschermd wordt door bijvoorbeeld dichte kleilagen. Dit is water waar we zuinig op zijn en dat we goed proberen te beschermen, bijvoorbeeld via grondwaterbeschermingsgebieden. Maar we gebruiken het ook voor drinkwater of om bijvoorbeeld bier van te brouwen.

Basis van rioolwaterzuivering

– Alfons Stams

Een rioolwaterzuiveringsinstallatie zuivert al het afvalwater dat via het riool wordt aangevoerd. Dat kan afkomstig zijn van huishoudens, bedrijven en vaak ook van wegen. Het zuiveringsproces verloopt via een aantal processtappen.

Voorzuivering

De eerste zuiveringsstap verwijdert het grove vuil, de bezinkbare delen en de zwevende delen uit het afvalwater, zoals blikjes, plastic, tampons, wc-doeekjes, vet en zand. Grote delen worden met roosters eruit gefilterd en bezinkbare fijnere delen en vet worden met een flotatiebak uit het water verwijderd. De opgeloste stoffen gaan naar de volgende stap.

Biologische zuivering

In de volgende zuiveringsstap wordt het zelfreinigend vermogen van de natuur nagebootst. Door een hoge concentratie bacteriën in het water (actief slib) en aanvoer van voldoende zuurstof (aerobe zuivering) wordt dit natuurlijke proces versneld en worden opgeloste organische verbindingen, stikstofverbindingen en fosforverbindingen verwijderd. Hierbij komt slib vrij. Het actiefslibproces is de meest toegepaste methode voor biologische waterzuivering. Het actiefslib bestaat uit verschillende organismen, eencellige en meercellige. Deze organismen leven

van de verbindingen in het afvalwater en van de organismen in het slib.

Nazuivering en lozing

Deze laatste stap verwijdert de zwevende stoffen die zijn achtergebleven na de voorzuivering en biologische zuivering. Daarna wordt het gezuiverde water – ook wel effluent genoemd – geloosd op het oppervlaktewater.

Dit licht bewerkte kader komt uit het biocahier Afvalwater: Hoe maken we de cirkel weer rond? (2018). Dit cahier is te downloaden via de site van stichting Biowetenschappen en Maatschappij [www.biomaatschappij.nl].

Verslaafd aan chemie

Het afvalwater dat de rivieren en beken instroomt, ondergaat wel een behandeling, maar die is er niet op ingericht om alle synthetische chemicaliën te verwijderen. De rioolwaterzuiveringsinstallaties kunnen het water weer helder maken en minder rijk aan nutriënten zoals stikstof en fosfor, maar veel chemicaliën die zijn gebruikt door burgers, boeren, tuinders, industrieën of zorgcentra zijn ook na de afvalwaterbehandeling nog aanwezig en komen in steeds grotere aantallen en hoeveelheden in het milieu. De chemicaliën waar het om gaat zijn heel divers: resten van geneesmiddelen voor dieren en mensen, bestrijdingsmiddelen, afvalstoffen van de industrie en vele andere synthetische chemicaliën. We gebruiken deze chemicaliën in steeds grotere aantallen en ook in steeds grotere volumes, we zijn er als het ware steeds meer aan verslaafd geraakt sinds de jaren vijftig van de twintigste eeuw. Als je gewoon je dagelijkse boodschappen doet, koop je al veel van deze chemicaliën zonder dat je je daarvan echt bewust bent. Omdat we er zoveel van gebruiken, komen deze synthetische chemicaliën ook met grote hoeveelheden tegelijk in het water terecht. Als gevolg ervan is het water niet meer schoon, maar bevat het een cocktail van allerlei stoffen.

Voordat deze chemicaliën in het water terecht kwamen, en nog voordat ze op de Europese markt kwamen, hebben autoriteiten ze al-

lemaal beoordeeld op hun veiligheid voor de mens en meestal ook voor het milieu. Hoewel in de geest gelijk, zitten er in de uitwerking behoorlijke verschillen tussen beoordelingen van stoffen in de diverse sectoren. Dit leidt ertoe dat chemicaliën die in het ene geval met veel moeite van de markt zijn gehaald, in het andere geval toch nog gewoon verkrijgbaar zijn. Een stof kan bijvoorbeeld verboden zijn als pesticide – om planten te beschermen tegen ziekteverwekkers – maar nog in gebruik zijn als biocide – om bijvoorbeeld materialen te desinfecteren. De verschillende kaders waarin deze stoffen getoetst worden, leiden soms tot aanzienlijke verschillen in de beoordeling van eenzelfde stof, bijvoorbeeld doordat de beoordeling in een ander jaar is opgesteld en daardoor uitgang van andere beschikbare gegevens, maar ook door een andere toepassing van het voorzorgsbeginsel. Daarnaast wordt weinig rekening gehouden met het gegeven dat de toegelaten stof in een milieu terechtkomt dat al behoorlijk is vervuild. Omdat het ontvangende water al zoveel vervuiling bevat, kan de extra vervuiling de druppel zijn die de emmer doet overlopen en ervoor zorgen dat het totale mengsel van toxische stoffen ongewenste effecten veroorzaakt.

Slechte waterkwaliteit

In Nederland hebben we veel mensen, veel industrie en veel landbouw. We gebruiken ons land en ons water heel intensief. Dit resulteert in een slechte waterkwaliteit; zeker in vergelijking met andere Europese lidstaten. Nederland is een delta waarin grote grensoverschrijdende rivieren, zoals de Schelde, Eems, Maas en Rijn uitmonden (zie figuur 8 in hoofdstuk 2.1). Met de rivieren krijgen we dus vanzelf de watervervuiling van onze burens meegeleverd. Maar de slechte waterkwaliteit hebben we toch primair aan onszelf te danken, door ons eigen intensieve gebruik van synthetische chemicaliën. Een heel groot deel van de vracht aan verontreinigende stoffen komt uit Nederland zelf.

Dat ons water vies is, zie je ook terug in de ecologie van onze wateren. Planten en dieren kunnen er minder goed in leven en daardoor zijn er minder soorten dan in gezond water het geval zou zijn. Kwetsbare soorten die vroeger veel voorkwamen zijn er niet meer. De Nederlandse wateren hebben een lagere ecologische status, een maat voor

de natuurkwaliteit, dan andere Europese landen. Dit terwijl de kwaliteit van de ecologie de basis is van allerlei ‘functies’ van de natuur die voor ons als mens heel belangrijk zijn, zoals drinkwater, verkoeling, reiniging en opslag van water. We doen onszelf en de natuur dus tekort als we het water zo vies laten.

Verbeterde meetmethoden

Doordat de methoden om synthetische chemicaliën te kunnen meten sterk zijn verbeterd de laatste decennia, weten we ook veel beter wat er in ons water zit. De maatschappij heeft steeds meer verschillende synthetische chemicaliën in gebruik, het zijn er momenteel zo’n driehonderdvijftigduizend. Een deel daarvan komen we bij metingen vroeg of laat tegen in het water. Dat zijn dus héél veel stoffen, met dikwijls ingewikkelde chemische namen. Sommige zijn inmiddels wat algemener bekend, zoals pfas, pcb’s en neonicotinoïden. Andere zijn veel minder bekend, zoals het geneesmiddel buspiron of het bestrijdingsmiddel clomazon. Als we meten, vinden we niet alleen de stoffen die ooit bewust in producten zijn gestopt, maar ook hun omzettingsproducten. Die maken we zelf, als we de stoffen in ons lijf hebben gehad, maar ze kunnen ook in het milieu ontstaan doordat ze omgezet worden door micro-organismen of zonlicht. De omzettingsreacties kunnen ervoor zorgen dat een stof uiteindelijk verdwijnt uit het milieu, maar niet alle synthetische chemicaliën worden even gemakkelijk omgezet. Die niet of heel moeilijk afbreekbare stoffen – pfas en pcb’s zijn daarvan voorbeelden – zullen steeds hogere concentraties in het water krijgen zolang we ze blijven gebruiken.

Waar we vroeger tot op drie cijfers achter de komma konden meten, doen we dat nu tot op negen cijfers achter de komma: van milligrammen van een bepaalde stof per liter naar nanogrammen per liter. We meten dus veel nauwkeuriger dan zo’n twintig tot vijftig jaar geleden. Er wordt nu vaak gemeten met zogeheten ‘accurate massaspectrometrie’ gekoppeld aan vloeistofchromatografie. De chromatografie dient om alle chemicaliën die in een watermonster zitten van elkaar te scheiden, de massaspectrometrie om de individuele stoffen te identificeren en de hoeveelheid ervan te bepalen. Waar we vroeger vaak een beperkte lijst van enkele tientallen chemicaliën maten, meten we nu vaak een



Figuur 19. *Aquatisch onderzoeker Milo de Baat van de Universiteit van Amsterdam checkt algencultures die zijn blootgesteld aan toxische stoffen.* © Stowa

niet vooraf bepaalde lijst. We gooien het vangnet dus veel wijder uit waardoor we tot wel honderden stoffen in een watermonster kunnen identificeren.

Mengseltoxiciteit

Als je gaat meten met deze moderne technieken weet je vooraf vrijwel zeker dat je ook veel chemicaliën zult vinden, omdat we er zoveel van gebruiken én omdat we zo gevoelig en zoveel stoffen tegelijk kunnen meten. We meten die stoffen in oppervlaktewater, grondwater en regenwater. We meten ze in ons drukke Nederland, maar ook bijvoorbeeld op de toppen van de Himalaya of op de stille Noordpool. Maar dat we chemicaliën vinden, betekent niet per se dat er ook risico's zijn voor de mens of het ecosysteem. Lang geleden zei

Paracelsus: de dosis maakt het gif. Als de aangetroffen concentraties veel lager zijn dan de niveaus waarop ongewenste effecten zijn te verwachten, hoeft er niet zoveel aan de hand te zijn. Tegelijkertijd is het zo dat de chemicaliën voorkomen in complexe mengsels waarin alle kleine beetjes kunnen bijdragen. Dit is de reeds genoemde 'mengsel-toxiciteit'. Met de beschreven meetmethoden kunnen we veel, maar zeker niet alle, stoffen meten. We zien het topje van de ijsberg van het mengsel, maar voor de effecten moeten we kijken naar het hele mengsel. Daarom zijn onze metingen steeds meer gericht op de effecten van het hele mengsel en testen we de toxiciteit daarvan op cellen, organismen of mini-ecosystemen. Op die manieren kunnen we een betere indruk krijgen van de effecten van alle stoffen samen in het mengsel.

Vaak willen we ook per stof een inschatting kunnen maken van de giftigheid. Daarvoor zijn gegevens nodig over de toxiciteit van stoffen. Hoe meer we een stof onderzoeken, des te vaker komen we erachter hoe giftig de stof is, bijvoorbeeld doordat er bij meer onderzoek ook naar andere effecten wordt gekeken dan standaard is voorgeschreven. Dit leidt dan tot strengere normen – als er überhaupt al normen voor die stoffen waren.

Voor veruit de meeste synthetische chemicaliën bestaan echter nog helemaal geen normen voor de bescherming van de gezondheid van mens en milieu. Van veel stoffen die we dagelijks gebruiken is ook onvoldoende bekend over hun giftigheid voor het milieu. Van de geneesmiddelen die we gebruiken bij psychische klachten is maar voor een klein deel iets zinvol te zeggen over de risico's voor het milieu. We missen simpelweg gegevens over hun giftigheid voor organismen in het milieu en ook missen we gegevens over de mate waarin ze vóórkomen in dat milieu. Ook van veel pfas weten we bijvoorbeeld onvoldoende over de giftigheid (zie kader Pfas). In openbare literatuur en openbare databases is maar voor minder dan 1 procent van alle pfasverbindingen goede informatie over de milieueffecten te vinden, en slechts enkele pfasverbindingen zijn uitgebreid bestudeerd op hun giftigheid voor het milieu. Tegelijkertijd vinden we pfas, als we gaan meten, vrijwel overal, ook in het grondwater. Daarin treffen we vooral de meer mobiele en moeilijker afbreekbare varianten aan, dat zijn ook de stoffen die het lastigst uit het water zijn te zuiveren.

Nederland is een waterland. We hebben veel water; we hebben ook veel kennis over water en veel watertechnologie. Daarmee zouden we, ondanks het intensieve gebruik in ons land, ook kunnen excelleren in een goede kwaliteit van ons oppervlakte- en grondwater. Dus op naar een beter gebruik en hergebruik van water in Nederland!

Pfas – niet meer weg te denken

– Astrid Smit

Per- en polyfluoralkylstoffen (pfas) vormen een groep van duizenden chemische, door de mens gemaakte stoffen met bijzondere handige eigenschappen. Ze zijn bijvoorbeeld water-, vet- en vuilafstotend. Daarom zijn ze de laatste decennia verwerkt in allerlei producten zoals regenkleding, cosmetica, antiaanbakpannen, verpakkingsmiddelen en blusschuim. Die handige eigenschappen kunnen echter ook een groot probleem vormen wanneer ze in het milieu terechtkomen. Van een aantal zoals perfluorooctaansulfonaat (pfos), perfluorooctaanzuur (pfoa) en GenX is bekend dat ze niet of nauwelijks afbreken, zich snel verspreiden, zich ophopen in planten en dieren en toxisch zijn. De chemicaliën blijken het immuunsysteem te kunnen verzwakken waardoor vaccins bij de mens minder goed werken, ze hebben effect op de lever en op cholesterol in het bloed, en ze kunnen nier- en teelbalkanker veroorzaken. Ook kunnen ze de voorplanting en de ontwikkeling van het ongeboren kind hinderen. Helaas hebben de stoffen zich reeds overal in het milieu verspreid, via de lucht en het afvalwater van fabrieken zoals Chemours in Dordrecht, via het gebruik van blusschuim en via het gebruik in consumentenproducten.

Pfas zitten in het oppervlakte- en drinkwater en in ons voedsel. Mensen in Nederland krijgen te veel pfas binnen, zo constateerde het Rijksinstituut voor Milieu en Volksgezondheid in 2023. De hoeveelheid is hoger dan de grenswaarde waarbij geen schadelijke effecten zijn te verwachten. In voedsel zit gemiddeld drie keer zoveel pfas als in drinkwater. (Bron: RIVM.)

INTERVIEW Karin Meeuwsen:

‘We hebben nu veel beter in de gaten wat hier gebeurt’

– Astrid Smit



Figuur 20. Karin Meeuwsen.

© Marcel van Hoorn

Karin Meeuwsen is manager vergunningen bij Circle Infra Partners. Dit bedrijf transporteert het afvalwater van zestig chemische fabrieken op het Limburgse industrieterrein Chemelot naar de eigen biologische afvalwaterzuivering en loost het gezuiverde water daarna in de Maas. Een stukje verderop wordt uit diezelfde Maas water gehaald om er drinkwater van te maken. Na een incident in 2015 zijn alle 630 stoffen in beeld gebracht die in het afvalwater van de Chemelotfabrieken zouden kunnen voorkomen. Vooralsnog uniek in Nederland.

‘Voor 2015 hadden we een lozingsvergunning zoals alle andere afvalwaterzuiveringsinstallaties in Nederland. Daarin staat hoeveel stikstof, fosfaat en koolstof er in je effluent – het gezuiverde water – mag zitten. Blijf je binnen de norm dan zit je goed. Naar specifieke stoffen werd maar beperkt gekeken. Maar toen kwam er dus per ongeluk pyrazool in het effluent terecht. Een van de fabrieken had tijdelijk stilgestaan en de bacteriën in de afvalwaterzuivering die normaliter pyrazool afbreken, waren daardoor minder effectief. De pyrazoolconcentratie in het Maaswater was daardoor soms hoger dan toegestaan voor het maken van drinkwater.

Wij hebben uiteindelijk veel geleerd van deze verstoring. Duidelijk werd dat er specifiekere normen en metingen nodig waren. Samen met Waterschap Limburg, drinkwaterbedrijf WML, de provincie Limburg en Rijkswaterstaat hebben we gewerkt aan een passende nieuwe watervergunning. We hebben alle stoffen

in beeld gebracht die de fabrieken op Chemelot kunnen lozen, van grondstoffen, hulpstoffen tot bij- en eindproducten. Het bleken er in totaal circa 630. Die zijn getoetst en waar nodig en mogelijk is er een norm voor afgeleid. Die staan allemaal in de vergunning. Iedereen kan zien wat er hier omgaat.

Het drinkwaterbedrijf zegt: als alle bedrijven langs de Maas zoveel inzicht zouden geven, zou het werk voor ons een stuk eenvoudiger zijn. Maar deze transparantie leidt ook tot heel veel vragen. Van politieke partijen, gemeenten, natuur- en milieuorganisaties en actiegroepen. Ze maken zich zorgen: loost Chemelot zoveel stoffen, en wat doen die stoffen allemaal in het milieu? Dat krijg je als opeens alles zwart op wit staat.

Nee, die stoffen komen niet allemaal in de Maas terecht. Van de 630 worden er zo'n 480 bijna volledig afgebroken in de afvalwaterzuivering, tot onder de detectiegrens. De resterende 150 stoffen blijven qua concentratie onder de norm. Wij hebben nu dus veel beter in de gaten wat hier gebeurt en controleren continu de kwaliteit van het effluent. Vroeger mochten we volgens de vergunning als het ware vijf vuilniszakken aan de straat zetten en hoefden we niet te kijken wat er precies in zat. Nu kijken we met een vergrootglas en benoemen en toetsen we alle stukken afval apart, hoe klein ook. Dan rapporteer je dus meer en lijkt het of je meer loost. Maar eigenlijk weet je vooral meer.

Wij meten iedere dag wat er naar de afvalwaterzuivering gaat, via meetpunten tussen de fabrieken en de zuiveringsinstallatie, en welke stoffen er worden geloosd in de Maas. Op basis van die analyses geven we een seintje aan het drinkwaterbedrijf als bepaalde concentraties in de lozing boven een norm komen. De afgelopen jaren hebben we ons met succes ingespannen om het aantal keer dat dat gebeurt terug te brengen. In 2021 was dit tien keer het geval, in 2022 acht keer en in 2023 nog maar drie keer.

Het in kaart brengen van al die stoffen met hun eigenschappen was overigens *a hell of a job*. Het moest in korte tijd en leveranciers van hulpstoffen wilden de samenstelling van hun producten liever niet delen. Ze zijn bang dat concurrenten dan we-

ten hoe ze bepaalde producten maken. Wij hebben dus geheimhoudingscontracten ondertekend waarin we verklaren die bedrijfsinformatie met niemand te delen. Nu zetten we alle stoffen bij elkaar en is niet te herleiden in welke grond- of hulpstof of proces een component voorkomt.

In de toekomst willen we naar een nullozing in de Maas. Dat is zeer ambitieus inderdaad, maar niet onmogelijk. Het betekent dat het water dat je nu terugstuurt naar de Maas weer hergebruikt zal worden. Wij halen per jaar 43 miljoen kuub water uit de Maas, en lozen er uiteindelijk weer 25 in, de rest verdampft in de koeltorens van de fabrieken. Die 25 miljoen kuub zouden we weer prima kunnen hergebruiken. Maar dit is geen eenvoudige route. Momenteel loopt er een studie die de mogelijkheden van hergebruik onderzoekt. Onze ambitie is dat er uiteindelijk geen water meer van ons terrein in de Maas terechtkomt.'

5. Toekomst

5.1 De zorg voor gezond water in de toekomst

– Susanne Wuijts, Marleen van Rijswijk, Annemarie van Wezel

De zoete wateren in Nederland staan onder druk. Ze worden belast met meststoffen en giftige stoffen. Bovendien hebben stuwen, sluizen en dammen hun natuurlijk functioneren de afgelopen decennia stevig ingeperkt. Dat heeft grote consequenties voor het leven in die wateren en voor de mens. Toch is de situatie niet hopeloos. De oplossingen zijn er, de wil vaak ook.

Elke druppel water op aarde maakt deel uit van de natuurlijke kringloop. Het water komt dus steeds in een andere hoedanigheid weer terug, waardoor vervuilingen kunnen ophopen. Dit maakt het belangrijk dat ons water schoon en gezond is ook voor de generaties na ons. Niet alleen voor de mens, maar juist ook voor het ecosysteem waarvan we deel uitmaken. Voor een goed functionerend ecosysteem mogen de concentraties van nutriënten zoals stikstof en fosfor niet te hoog zijn, moet de belasting met giftige stoffen zo laag mogelijk worden gehouden en moet de hydromorfologie – de fysieke inrichting van het watersysteem én de waterafvoer – op orde zijn. Wordt aan die voorwaarden voldaan, dan is het water gezond.

Het is lastig om aan deze voorwaarden te voldoen in een dichtbevolkt land als Nederland. We maken namelijk volop gebruik van het

aanwezige water. We benutten het als drink- en zwemwater, als koelwater, als irrigatiewater en als grondstof voor de industrie, maar ook als water om op te lozen. Daarnaast komen er stoffen in het water terecht door afspoeling van het land: meststoffen en bestrijdingsmiddelen van landbouwpercelen, plastic, rubber, olieresten en zware metalen van straten, wegen en daken. Tegelijkertijd vormt datzelfde water een ecosysteem waarin en waarop planten en dieren leven, organismen dus die van dat water afhankelijk zijn zoals oever- en waterplanten, algen, amfibieën, insecten, vissen en zoogdieren. En niet te vergeten de zoetwatervogels die van heinde en ver naar Nederland komen om hier op te vetten, te broeden of te overwinteren.

We hebben een uitgebreid wettelijk kader tot onze beschikking waarin de zorg voor de waterkwaliteit en de waterecosystemen is vastgelegd. Vele overheden – ministeries, provincies, waterschappen, gemeenten, drinkwaterbedrijven – ontfermen zich over gezond water. Toch blijkt het lastig om tot verbetering te komen. In Europese ranglijsten die de waterkwaliteit beoordelen, bungelen we zelfs onderaan. Hoe is dit mogelijk in Nederland? We staan toch bekend om onze rijke traditie in waterbeheer en onze hoogwaardige watertechnologie? Waar zitten de problemen voor gezond water dan precies, waar schort het aan? Welke oplossingen zijn er mogelijk? Welke partijen – overheden, bedrijven – zouden wat moeten doen, en wat kunnen wij als burgers er ook zelf aan doen? Kortom, hoe kunnen we met elkaar zorgen voor schoon en gezond water in de toekomst?

De problemen

Uit landelijke rapportages over de waterkwaliteit blijkt dat voor alle voorwaarden – hydromorfologie, nutriënten en toxische stoffen – verbetering nodig is om een gezond watersysteem te realiseren. Dat betekent niet dat er tot nu toe niets is gedaan, maar wel dat er nog verdere maatregelen nodig zijn. Die verschillen per watertype. Een beek heeft weer andere fysieke en chemische omstandigheden nodig dan een sloot, een rivier weer andere dan een meer. Ook kunnen de lozingen en afspoeling verschillen, afhankelijk van het ruimtegebruik in het gebied dat er op afwatert. Maar er is natuurlijk wel een algemeen beeld te geven.

De inrichting van ons watersysteem

In grote delen van Nederland zijn er in de afgelopen eeuw groot-schalige aanpassingen gedaan aan het watersysteem. Er zijn dijken om de wateren gebouwd om wateroverlast en overstromingen te minimaliseren, er zijn sluizen en stuwen in aangebracht om het waterpeil te kunnen beheersen, beken zijn rechtgetrokken en gekanaliseerd voor een snelle waterafvoer, de oevers van kanalen en grachten zijn beschoeid met hout, staal of steen. De wateren werden daardoor beter bevaarbaar en beheersbaar. Boeren konden eerder met hun tractoren op de akkers omdat het water in het voorjaar werd afgevoerd, opbrengsten verbeterden omdat de gewassen geen natte voeten hadden. Schepen konden zich sneller verplaatsen over de rechtgetrokken en uitgebaggerde rivieren. Onze welvaart is daar mede aan te danken.

Deze ingrepen hebben ook een keerzijde. Een natuurlijke inrichting en waterstroming vormen de basisvoorwaarden voor een ecologisch gezond watersysteem. Goed functionerende beken en rivieren hebben bijvoorbeeld stroming nodig, ze moeten kunnen meanderen en af en toe overstromen. Hierdoor is er ook een natuurlijke uitwisseling met het grondwater rondom de beek of rivier. Dit is belangrijk voor het evenwicht van de watertemperatuur en de mate van algenbloei. Vooral in de zomer heeft grondwater dat als kwel omhoogkomt in de beek een verkoelend effect. In de winter is dat juist andersom.

Stuwen, sluizen, dammen en dijken staan deze natuurlijke situatie in de weg. Ze belemmeren dat waterdieren van de ene naar de andere plek kunnen bewegen. Denk aan vissen zoals winde, sneep en rivierprik die binnen de Nederlandse wateren migreren, aan de volwassen zalm die vanuit de zee komt en vele honderden kilometers de rivier optrekt om eitjes te kunnen leggen op zijn geboorteplaats of de paling die juist de andere kant op gaat om in het Caribische gebied te paaien. Voor de verspreiding van een aantal plantensoorten is dat eveneens van belang. Bij de barrières in de rivieren en beken hoopt zich ook organisch materiaal op, zoals afgestorven plantenresten, en vormt zich slib op de waterbodem. Dit verstoort de natuurlijke habitat van de planten en dieren in het water.

De barrières die de mens in en om de wateren heeft aangebracht, hebben er ook toe geleid dat er minder bufferzones of overloopgebieden zijn, plekken waar land en water in elkaar overgaan en waar het



Figuur 21. De ondergelopen uiterwaarden van de rivier de Waal bij de Millingerwaard.
© Jelger Herder

water bijna niet stroomt (zie figuur 21). Deze gebieden zijn bijzonder belangrijk als paai- en broedplekken voor amfibieën, vissen en vogels. Planten in en rond het water bieden daarbij een schuilplek en beschutting.

Te veel nutriënten

Stikstof en fosfor vormen voedingsstoffen (nutriënten) voor algen en waterplanten. Maar te veel ervan leidt tot eutrofiëring (het water wordt voedselrijk) en overmatige groei van algen. Door de algengroei wordt zonlicht tegengehouden, sterven waterplanten af en daarmee neemt ook de zuurstofconcentratie af, met vissterfte tot gevolg. Nutriënten komen in het water door af- en uitspoeling uit landbouwgebieden en door lozing van gezuiverd rioolwater of, bij hevige regen, door overstort van ongezuiverd rioolwater. Een klein deel van de stikstof is direct afkomstig vanuit de lucht. In veengebieden kan fosfor uitspoelen als gevolg van veranderingen in de grondwaterstand. Bij een

lage grondwaterstand komt fosfor vrij door veenafbraak en bemesting. Bij een hoge grondwaterstand kan fosfor oplossen in het water en uitspoelen.

Concentraties nutriënten in water vormen in Nederland al decenia een probleem voor de ecologie. Daarnaast vormt stikstof in de vorm van nitraat een probleem voor de drinkwatervoorziening. Consumptie van nitraat in te hoge concentraties via voedsel of drinkwater kan leiden tot de omzetting van nitraat in nitriet. Nitriet draagt bij aan het ontstaan van cyanose – ook wel blauwzucht genoemd –, vooral baby's zijn hier kwetsbaar voor ('blue babies'). De aanpak van de nutriënten is complex en verloopt moeizaam. Omdat de uitspoeling van nutriënten niet alleen in Nederland een probleem vormt is in 1991 de Europese Nitraatrichtlijn vastgesteld. Deze richtlijn heeft tot doel de verontreiniging van water door landbouw te voorkomen. De Nitraatrichtlijn richt zich op de bescherming van drinkwater en het voorkomen van eutrofiëring van oppervlaktewater. De Europese Richtlijn Stedelijk Afvalwater uit 1991 richt zich op de inzameling en zuivering van afvalwater. Deze richtlijn stelt eisen aan de verwijdering van nutriënten in rioolwaterzuiveringsinstallaties.

Te hoge chemische druk

Naast nutriënten belasten ook chemicaliën het aquatische ecosysteem. De giftigheid van een stof in combinatie met de concentratie bepaalt of die stof daadwerkelijk een risico vormt. Sommige soorten organismen zijn gevoeliger dan andere, ook als je ze vergelijkt met de mens. De normen voor de ecologie zijn daarom soms strenger, maar soms ook minder streng dan die voor drinkwater en menselijke consumptie. De combinatie van stoffen in het water kan ook tot risico's leiden. We noemen dat effect mengseltoxiciteit. De effecten hiervan zijn beperkt onderzocht en wetgeving is er nog niet op ingericht.

Synthetische chemicaliën in water zijn onder andere afkomstig van lozingen van gezuiverd rioolwater en van industrieel afvalwater. We noemen dit puntlozingen. Voor puntlozingen die een grote impact hebben op de waterkwaliteit moet veelal een vergunning worden aangevraagd. Met de komst van de Omgevingswet in 2024 vallen veel meer activiteiten onder algemene regels. Deze regels zouden voldoende moeten zijn om aan de waterkwaliteitsdoelen te voldoen. Op veel

plekken blijkt dat echter nog niet het geval en daarom is een aanvullende regionale aanpak met veel maatwerk nodig op het gebied van voorschriften en regels. Ook voor bestaande vergunningen is verbetering nodig. Vergunningen zijn vaak voor onbepaalde tijd verleend. De plicht om een vergunning regelmatig te actualiseren ontbreekt vaak of wordt nauwelijks nageleefd. Bovendien is vaak onvoldoende bekend over de productieprocessen waarmee de vergunningplichtige activiteit gepaard gaat en welke stoffen daarbij precies worden gebruikt en geloosd. Tenslotte worden door verschillende partijen vergunningen verleend die van invloed kunnen zijn op de waterkwaliteit in een gebied, zoals waterbeheerders, gemeenten en provincies. De onderlinge afstemming is zeer beperkt en daardoor is de totale belasting van het water onvoldoende in beeld. Verleende vergunningen en algemene regels worden niet altijd goed nageleefd en er is onvoldoende capaciteit voor toezicht en handhaving, waarmee dat zou kunnen worden verbeterd.

Diffuse lozingen vormen een andere bron van chemicaliën in het water. Ze komen, zoals de naam al zegt, ruimtelijk verspreid in het water terecht. Ze zijn vaak minder gemakkelijk aan één veroorzaker toe te wijzen. Een stof die in het water wordt gemeten, draagt geen bericht van de afzender met zich mee. Voorbeelden van diffuse lozingen zijn bestrijdingsmiddelen (pesticiden en biociden) en diergeneesmiddelen in landbouwgebieden, maar ook middelen gebruikt bij de chemische onkruidbestrijding in privétuinen en op bedrijfsterreinen. Deze middelen komen via afspoeling in het water terecht. De regulering van deze diffuse bronnen vindt plaats via het toelatingsbeleid van stoffen, via de algemene regels die gelden voor het gebruik van die stoffen en via lokaal ruimtelijk beleid. Dat betekent dus dat als een bestrijdingsmiddel is toegelaten en er geen aanvullende regels zijn vanuit het ruimtelijk beleid, boeren dit middel mogen gebruiken volgens de daarvoor geldende algemene regels en gebruiksvoorschriften.

Ook voor de diffuse bronnen geldt het uitgangspunt dat het toelatingsbeleid en de algemene regels samen voldoende zouden moeten zijn om aan de waterkwaliteitsdoelen te voldoen. In de praktijk blijkt dit vaak niet het geval. De verklaring hiervoor is ook weer een combinatie van factoren. Zo sluiten de normen voor toelating van bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen, die voortvloeien uit de Europese

Pesticidenrichtlijn, vaak niet goed aan op de waterkwaliteitsnormen voor het oppervlaktewater, die voortvloeien uit de waterregelgeving. De wetgeving is dus niet op elkaar afgestemd op dit punt. Ook omdat veel activiteiten onder algemene regels vallen, is het lastig voor de overheid om specifiek bij te sturen wanneer er niet aan de waterkwaliteitsdoelen wordt voldaan.

Oplossingen

Een natuurlijkere inrichting

Rijkswaterstaat en de waterschappen hebben sinds de invoering van de Kaderrichtlijn Water (KRW) veel gedaan aan de hydromorfologie (zie hoofdstuk 2), zoals het aanleggen van vispassages, het graven van nevengeulen of overloopgebieden, het weer laten meanderen van beken en het aanleggen van natuurvriendelijke oevers met begroeiing voor schaduw en schuilplekken. In de stroomgebiedbeheerplannen, die elke zes jaar worden gemaakt voor de Kaderrichtlijn Water, is te lezen wat de waterbeheerders tot nu toe hebben verricht en de komende jaren van plan zijn te gaan doen. Voor de maatregelen die nu nog nodig zijn, is vaak samenwerking nodig met andere partijen. Voor het creëren van overloopgebieden moeten afspraken worden gemaakt met landeigenaren of moet de grond worden aangekocht. Dit zijn vaak lastige trajecten die veel tijd kosten. Er moeten voldoende eigenaren van percelen langs het water bereid zijn om hieraan mee te werken. Dit raakt direct aan de economische belangen van bijvoorbeeld de landbouw.

Wat tot nu toe ontbreekt in deze discussie is de stem van de natuur zelf. Door de natuur een volwaardige stem te geven kan het belang van de gezondheid van mens en natuur beter worden meegewogen in de besluitvorming, denkt een aantal politieke partijen en maatschappelijke organisaties in Nederland. Er zijn landen waar het water zo'n stem heeft gekregen, een voorbeeld is de rivier de Whanganui in

[RECHTS] Figuur 22. *Benodigde maatregelen voor gezond water in de stad en het buitengebied.* © Stichting BWM



Nieuw Zeeland. Eind 2023 heeft de gemeente Eijsden-Margraten als eerste gemeente in Nederland besloten om de natuur een stem te geven. Via een aan te stellen voogd krijgt de natuur een stem bij te nemen raadsbesluiten. Als burger kun je ook zelf je stem laten horen in het democratische proces of als je in aanraking komt met dit soort initiatieven, bijvoorbeeld omdat je aan het water woont, omdat je er dikwijls geniet van de natuur of omdat je er wilt zwemmen.

Minder emissies van nutriënten

Met de komst van de Europese KRW in 2000, kwam er ook extra aandacht voor de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten. Dat heeft vooral veel effect gehad op de hoeveelheid nutriënten die rioolwaterzuiveringsinstallaties lozen. Waterschappen hebben hun rioolwaterzuiveringsinstallaties sindsdien enorm verbeterd waardoor zij de lozing van de hoeveelheid stikstof de afgelopen vijftien jaar met de helft wisten te reduceren. De lozing van fosfor door rioolwaterzuiveringsinstallaties is in de afgelopen dertig jaar met ruim 80 procent gedaald door de invoering van fosfaatvrije wasmiddelen in de periode 1985-1990 en door verbeterde rioolwaterzuivering.

De uitspoeling van nutriënten uit de landbouw is sinds 2012 niet afgenomen. Daardoor is de relatieve invloed van de landbouw op de waterkwaliteit ten opzichte van de emissies van andere nutriënten groter geworden. Na de sterke daling in de eerste jaren na de introductie van de Europese Nitraatrichtlijn is de nitraatconcentratie van het water dat afspoelt van de landbouwpercelen sinds 2012 gestabiliseerd. De daling in het begin was het directe gevolg van de aanscherping van de hoeveelheid mest die op het land mag worden gebruikt. De uitspoeling van fosfor reageert trager op mestmaatregelen. Door jarenlange bemesting zit er nog veel fosfor in landbouwbodems. Uitspoeling van fosfor vormt met name voor oppervlaktewater een probleem, doordat het kan leiden tot algengroei.

Verminderen van de belasting door chemicaliën

Net als voor nutriënten kan de hoeveelheid chemicaliën in water alleen verminderen als zowel de overheid als bedrijven en burgers zich hiervoor inzetten. Het Rijk zou de algemene regels kunnen aanscherpen, zodat overal aan de waterkwaliteitsdoelen kan worden voldaan.

Dit geldt onder andere voor het gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen, en voor het melden van activiteiten die van invloed zijn op de waterkwaliteit. Dit laatste kan ook gaan om het lozen op het riool door bijvoorbeeld bedrijven. De optimalisatie van rioolwaterzuiveringsinstallaties was vooral gericht op het verbeteren van de verwijdering van nutriënten. In veel mindere mate geldt dit voor andere stoffen. Hiervoor zijn andere, aanvullende zuiveringsstappen nodig. Tenslotte kunnen ook verbeteringen voor de waterkwaliteit worden bereikt via vergunningverlening, toezicht en handhaving.

Wat is er nodig?

Ecologische doelen en mestbeleid

Het mestbeleid wordt in Nederland vooral op landelijk niveau vormgegeven. Waterschappen en provincies hebben de mogelijkheid om in hun beheergebied aanvullende eisen te stellen voor specifieke gebieden, zoals bemestings- en spuitvrije zones langs het water. Deze mogelijkheid wordt nu maar beperkt benut. De reden hiervoor is vaak dat de problematiek van nutriënten voor grote gebieden speelt en daarom beter op landelijk niveau kan worden aangepakt.

Om de doelen volledig te kunnen halen zijn de landelijke, algemene regels voor het gebruik van mest niet voldoende. Deels komt dat ook doordat deze vooral uitgaan van de nitraatnorm van 50 mg per liter in grondwater. Deze norm is gericht op de drinkwaterfunctie. Voor stikstof in oppervlaktewater ligt deze een factor drie tot vier lager, afhankelijk van het type waterlichaam. Deze doelen worden echter op provinciaal niveau vastgesteld en in het landelijke mestbeleid worden deze provinciale doelen niet voldoende expliciet meegenomen.

Deze situatie heeft in Nederland geleid tot een veelheid aan projecten en initiatieven waaraan boeren op vrijwillige basis kunnen deelnemen. Het gaat daarbij om subsidies en om landbouwkundig advies. De laatste jaren heeft het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer hierin een belangrijke rol, maar ook individuele provincies, waterschappen en drinkwaterbedrijven zijn soms al decennialang actief op dit gebied.

Sommige van deze initiatieven zijn heel succesvol en deelnemende boeren kunnen goede resultaten behalen. De keerzijde is dat de maat-



Figuur 23. Een poldersloot in Gelderland met helder water waardoor ondergedoken waterplanten goed kunnen groeien. © Jelger Helder

regelen voortdurende aandacht vragen van de deelnemende boer naast de reguliere bedrijfsvoering. Verder is financiering vaak alleen tijdens het project beschikbaar, waardoor het lastig is om de maatregelen daarna nog voort te zetten. Tenslotte is het nodig dat er voldoende boeren deelnemen om daadwerkelijke verbetering van de waterkwaliteit te bereiken. Over het algemeen doen er te weinig boeren mee met dit soort initiatieven om de gewenste waterkwaliteit voor elkaar te krijgen. Dat is jammer, juist omdat het goed is als boeren zoveel mogelijk zelf kunnen bepalen welke combinatie van maatregelen het beste werkt voor hun bedrijf.

De invoering van regels leidt in het algemeen vaak tot discussie met de partijen die erdoor worden geraakt. Dat kan leiden tot aanpassing van de regels of vertraging. Maar voor de Kaderrichtlijn Water komt de uiterste datum voor het voldoen aan de doelen (december 2027) al snel dichterbij, dus veel tijd is er niet. Het Landbouwakkoord leek een mooi voorbeeld te worden van een manier om met dit dilemma om te gaan. Eerst partijen voor een afgesproken periode de ruimte geven om zelf maatregelen te nemen. En als dat onvoldoende werkt, dan de re-

gels aanscherpen. Het Landbouwakkoord is er uiteindelijk niet gekomen. In Denemarken is een soortgelijk initiatief wel gestart. Inspirend daarbij is dat bijna alle Deense politieke partijen dit initiatief hebben gesteund vanuit het besef dat maatregelen hard nodig zijn. Net als voor klimaat vraagt de zorg voor gezond water om inzet voor de korte en lange termijn.

Betere vergunningverlening, toezicht en handhaving

Er is een verbeterslag nodig in de vergunningverlening, het toezicht en de handhaving om te zorgen dat er meer zicht komt op de stoffen en processen door het bedrijf dat een vergunning aanvraagt. De uitvoering van deze verbeterslag ligt vooral bij de waterbeheerders – Rijkswaterstaat en de waterschappen. Om bij een nieuwe vergunningsaanvraag beter te kunnen beoordelen wat nog wel kan en wat niet, zou het helpen als er een overzicht van vergunningen was dat ook andere partijen kunnen inzien. In Vlaanderen bestaat zo'n overzicht al. Toezicht en handhaving door verschillende overheden kunnen dan beter worden afgestemd en gerichte monitoring van de waterkwaliteit kan dit proces ondersteunen.

Inzet van watertechnologie

Bij de aanpak van puntlozingen is ook een grotere inzet van watertechnologie mogelijk. Nederland is koploper in de ontwikkeling van waterzuiveringssystemen. Daarbij kan het gaan om oxidatietechnieken (zoals UV of ozon) waarbij stoffen worden omgezet of scheidingstechnieken (met membranen) en sorptietechnieken (bijvoorbeeld met actieve kool) waarbij stoffen worden 'afgevangen'. We passen deze geavanceerde technologie in Nederland vooral toe bij drinkwaterbereiding en nauwelijks bij allerlei vormen van afvalwaterzuivering. Dit kan wel, en veel landen om ons heen doen dat ook. Zij zetten bijvoorbeeld koolfilters of ozonisatie in bij de behandeling van afvalwater. Deze zuiveringsstappen kunnen de emissies naar het water aanzienlijk terugdringen.

Aanpak bij de bron

Vergunningen en technologie zijn echter *end-of-pipe*-oplossingen. Het liefst wil je lozingen van milieuverontreinigende stoffen in het wa-

tersysteem zoveel mogelijk terugdringen op de plek waar ze ontstaan. Dit vraagt om een veel bewustere omgang met stoffen door bedrijven en door onszelf. Dit kan onder andere door 'slimme stoffen' te gebruiken, die vanuit hun ontwerp al veilig, duurzaam en functioneel zijn, bijvoorbeeld omdat ze minder giftige of beter afbreekbare stoffen bevatten. Stoffen die beter afbreekbaar zijn, leiden immers minder gemakkelijk tot milieuproblemen, simpelweg omdat de concentraties bij blijvend gebruik niet oneindig kunnen opstapelen. Als burger kun je ook bewuster keuzes maken in de producten die je gebruikt in en rondom huis. Het is niet altijd makkelijk om te weten te komen welke chemicaliën er allemaal zitten in een product dat je koopt, maar er komen wel steeds meer speciale apps en websites beschikbaar die je dat kunnen vertellen. Heel vaak zijn er prima niet-chemische alternatieven voorhanden. En mocht je toch chemicaliën willen gebruiken, volg dan vooral de gebruiksaanwijzing en gebruik niet meer dan is aangegeven. Overdosering is niet alleen slecht voor het milieu en voor je gezondheid, maar ook voor je portemonnee.

Vervuiling voorkomen is goedkoper

Al de hier genoemde zaken kosten, naast bewustzijn, inzet en capaciteit, natuurlijk ook geld. Monitoren, handhaven, aanvullende technologie, is al die inzet voor gezond water de moeite wel waard? De ervaringen met bodemvervuiling en waterbodemvervuiling hebben ons geleerd, dat saneren vele malen duurder is dan het voorkómen van vervuiling. De kosten van milieuvervuiling worden bovendien vaak uit de algemene lasten betaald, met belastinggeld van burgers en bedrijven, en niet door de vervuiler. Het principe van 'de vervuiler betaalt' blijkt in de praktijk vaak lastig toe te passen, omdat het een diffuse bron is of een verontreiniging uit het verleden.

Gezond water

Tot slot is het goed om te benoemen dat een gezonde leefomgeving ook belangrijk is voor onze eigen gezondheid. Een gezonde leefomgeving nodigt uit tot meer bewegen en ontmoetingen met andere mensen. Onderzocht is dat de aanwezigheid van water daarbij een positieve invloed heeft, onder andere voor de vermindering van stress. En dat draagt weer bij aan het beheersbaar houden van zorgkosten.

INTERVIEW John Huiberts: 'De natuur is best vergevingsgezind'

– Astrid Smit



Figuur 24. John Huiberts.
© Johanna Huiberts

Na dertig jaar gooiden bollentelers John en Johanna Huiberts het roer om. Ze stopten met bestrijdingsmiddelen en kunstmest en gingen verder als biologische bol-lenboeren. John Huiberts: 'Het is wel kei-hard werken, maar het kan. Ons bedrijf is nu net zo winstgevend als voorheen.'

'Voor de omschakeling hadden we regelmatig last van de tulpensten-gelaal, een quarantaineziekte. Als de keuringsdienst een bol vond met dit aaltje, mocht je geen enkel plantje meer verkopen, stond je onder verscherpte controle en moest je al je bollen weggooien. We hadden alles geprobeerd in de chemie, het land onder water gezet, maar we kwamen maar niet van het beestje af. Zelfs niet toen onze schuur in 2008 afbrandde. Er werd gezegd dat het aaltje kon overleven in het stof in de schuur. Nou, er was geen schuurstof meer over na die brand, maar toen we het jaar erop weer tulpen plantten, was het aaltje er weer. Hier klopte iets niet.

Toen ben ik een cursus bodembioogie gaan doen en ontdek-te ik hoe belangrijk de positieve schimmels en bacteriën zijn in de bodem, enkele van hen zijn natuurlijke vijanden van het ziek-makende aaltje en vreten ze op. Ik liet onze bodem testen en er bleken nauwelijks schimmels in te zitten. De enige manier om ze terug te krijgen was: geen bestrijdingsmiddelen, geen kunstmest, niet meer ploegen, je bodem altijd bedekt houden en het land eens in de vier jaar laten rusten. Dat zijn we gaan doen. Door al die maatregelen verdwenen de ziekteverwekkende aaltjes inderdaad. Wat dat betreft is de natuur best vergevingsge-zind.

Natuurlijk was het bodemleven niet meteen op orde, dat gaat geleidelijk. Die eerste jaren waren moeilijk. Er is geen boekje waarin staat hoe het moet, want dit leer je niet op school of van de landbouwadviseurs. Die laatste zeggen al snel dat je moet spuiten of kunstmest gebruiken. We moesten alles zelf uitzoeken en uitvinden, om het beste te doen voor de bodem en de plant. Zo hebben we bijvoorbeeld een machine ontwikkeld die een gemaaide mat met klavers, bonen, granen – de akker in ruste - optilt, er dan de bollen plant en vervolgens de mat er weer overheen legt. Op die manier zorgen we ervoor dat het bodemleven zo weinig mogelijk wordt verstoord.

Ook hebben we stap voor stap het organisch stofgehalte van de bodem verdubbeld met dierlijke mest, het toedienen van compost, gemaakt van onze eigen reststromen uit de bollenteelt, en door op de akkers in ruste andere gewassen zoals groenbemesters te telen. Dat organisch stofgehalte is overigens niet alleen goed voor het bodemleven, maar ook voor het vasthouden van water. Met die ene procent verhoging die we hebben gerealiseerd – we gingen van 1,2 naar 2,5 procent - kun je zeven-tigduizend liter water per hectare extra vasthouden. Daardoor hoef je in tijden van droogte ook niet te beregenen. En sowieso is het water dat van ons land afkomt vrij van bestrijdingsmiddelen en arm aan stikstof en fosfor.

Het heeft even geduurd, zo'n vijf jaar, maar we kunnen nu duidelijk van de bollenteelt leven. Ons rendement is net zo hoog als voor 2013. Dat was ook absoluut mijn streven. Ik wilde niet op mijn vijftigste het roer omgooien en dan arm sterven. Wij hebben nu aangetoond dat je met biobollen op minder hectares – vroeger teelde ik de bollen op zeventig hectare, nu op veertig – een goede boterham kunt verdienen want de markt voor biobollen is goed. Wij leveren aan particulieren die bestellen via de webshop en aan overheden zoals gemeenten. Maar je moet best wel eigenwijs en standvastig zijn, deze route kost heel veel inspanning en doorzettingsvermogen. Dat is de reden dat nog niet veel bollentelers ons voorbeeld volgen, denk ik. Wij zijn onbe-

doeld het grootste bedrijf dat volledig van biobollen leeft. Ik ben nu 62 jaar en wilde op tijd een opvolger vinden zodat dit bedrijf en de biologische bollenteelt blijft voortbestaan. Die opvolger hebben we al gevonden. Een jonge bollenboer van 27 jaar gaat ons bedrijf volgend jaar overnemen. Daar zijn we natuurlijk heel blij mee.'

Epiloog

– Roy Erkens

Toen ik mijn kinderen vroeg waarom water belangrijk is, antwoordden ze: ‘Omdat wij en alle planten en dieren grotendeels uit water bestaan. Zonder water gaat al het leven dood, water is een belangrijke voedingsbron.’ Op de vraag waarom mensen water dan zouden vervuilen, zeiden ze: ‘Omdat ze dat niet doorhebben. Omdat ze niet merken dat die vervuiling problemen geeft.’ De antwoorden van mijn tienermeiden sluiten heel goed aan bij de kern van dit boek. Gezond water is belangrijk en minder vanzelfsprekend dan het lijkt.

Uit de voorgaande hoofdstukken is hopelijk duidelijk geworden dat water cruciaal is voor de natuur, inclusief de mens. Niet alleen voor ons lichaam, maar ook voor onze manier van leven, het voedsel dat we consumeren, de kleding die we dragen, onze hygiëne. Het is hopelijk ook duidelijk dat wanneer wij ons gedrag niet veranderen, de kwaliteit en de hoeveelheid beschikbaar water in het gedrang komen. Als dit allemaal zo duidelijk is, waarom passen wij ons gedrag dan niet aan?

We weten allemaal dat gedragsverandering niet zo gemakkelijk is. Hoe moeilijk het is om af te vallen of te stoppen met roken, om maar wat te noemen. Het populaire *nudging* – een subtiele stimulans om je op een bepaalde manier te gedragen – blijkt maar een klein effect te hebben op ons gedrag. Zo experimenteerde de Universiteit Twente met de Button Nudger, waarbij werd geprobeerd mensen te verleiden

om de kleine doorspoeling van een toilet te gebruiken (de kleine knop voor minder watergebruik). Hoewel een gemiddelde waterbesparing van circa 6 procent werd bereikt, varieerde de effectiviteit voor verschillende toiletten en was de besparing nooit groter dan 11 procent. Daarnaast is het maar de vraag of de Button Nudger een permanente gedragsverandering heeft teweeggebracht, die standhoudt wanneer de nudge afwezig is.

Affectieve beïnvloeding, waarbij je inspeelt op gevoelens als bezorgdheid, angst of blijdschap, werkt maar een klein beetje beter. Ik herinner mij een aflevering van de Keuringsdienst van Waarde die liet zien dat zelfs ecologische schoonmaakmiddelen impact hebben op het milieu. Lichtelijk aangedaan ging ik de dagen erna op zoek naar alternatieven voor mijn toch niet zo ecologische afwasblokjes voor de vaatwasser. Toen ik na een week nog geen goed alternatief had gevonden, ging ik toch weer mijn oude merk gebruiken. Het gevoel van urgentie was snel weggezaakt.

Uit onderzoek van Romain Cadario en Pierre Chandon blijkt dat het aanpassen van de directe omgeving waar mensen zich in bevinden, de beste gedragsverandering bewerkstelligt. Maak het gewenste gedrag makkelijker en het ongewenste gedrag moeilijker (in het voorbeeld van de Button Nudger: maak de knop voor de kleine doorspoeling groot en daarmee het spoelen met veel water minder makkelijk). Zorg daarbij voor een positieve bekrachtiging (een compliment, geld, tijd, alles wat iemand als positief ervaart) als iemand in de richting van het gewenste gedrag beweegt. Het hoeft niet meteen het goede gedrag te zijn. Zo wennen mensen aan dit nieuwe gedrag. Een sterke motivator is sociale bekrachtiging. Dus: laat niet net als je burens je eigen zwembad in de tuin vollopen, maar nodig je burens uit om samen naar het buitenbad verderop te gaan. Onderzoek van Lindsay McGregor en Neel Doshi laat zien dat het invoeren van meer regels niet werkt om iedereen in de pas te laten lopen. Om mensen gemotiveerd te krijgen voor een verandering moeten ze uitgedaagd worden om een nieuwe aanpak te proberen.

De gedragsbiologie laat zien dat mensen (en andere dieren) in de gewenste richting bewegen als gedragingen een directe, zekere en posi-



Figuur 25. Vrijwilligers van de Maas Cleanup verzamelen afval. © Jonathan Vos

tieve uitkomst hebben. Het drinken van water om te rehydreren na een flinke fysieke inspanning geeft sporters bijvoorbeeld meteen een minder vermoeid gevoel. Bij een volgende sportsessie doen ze dat dan graag weer. Mensen vermijden bepaalde gedragingen als die een directe, zekere en negatieve uitkomst hebben. Als de pakkans bij het lozen van giftige stoffen op het oppervlaktewater bijna 100 procent is en meteen een boete volgt, zullen vervuilers snel stoppen met dit gedrag. Het probleem met deze laatste manier om gedrag te veranderen is dat het alternatieve gedrag heel verschillend kan zijn. Als je de pakkans voor het lozen of dumpen van giftige stoffen verhoogt, betekent dat niet automatisch dat de vervuilers vervolgens overstappen op een goede afvalverwerking. Ze kunnen ook andere manieren zoeken om illegaal van hun giftige stoffen af te komen. Straffen is effectief om ongewenst gedrag te voorkomen, maar niet om gewenst gedrag te stimuleren.

Veel van de waterproblemen die wij kennen, zijn niet gelijk zichtbaar. Ook de impact van ons gedrag is niet altijd duidelijk. Als ik mij nu

ga inzetten voor schoner water, dan is dat positief voor de toekomst, maar blijft onduidelijk op welke manier ik daar als individu van ga profiteren. Ik betaal nu meer voor milieuvriendelijke afwasmachineblokken, die mijn vrouw na beter zoeken toch heeft gevonden, maar moet afwachten wat dat mij in de toekomst zal opleveren. Als consumenten, landbouwers en bedrijven het oppervlaktewater blijven vervuilen, heeft dat nog meer gevolgen voor ons water dan het nu al heeft. Deze negatieve consequentie is zeker, maar ligt nog ver in de toekomst en beïnvloedt ons gedrag daarom bijna nooit.

Hoe kunnen we anders omgaan met ons water en ons water gezond maken en houden zonder aan kwaliteit van leven in te boeten? Dat is een complexe vraag, maar duidelijk is dat we op zoek moeten naar directe, zekere en positieve beïnvloedingsfactoren. De oplossing kan niet enkel liggen in meer regels en handhaving, of in wijzende vingers. Wij zullen allemaal moeten bewegen in de richting van een oplossing en iets moeten veranderen aan onze manier van leven. Dat we de vruchten van ons gedrag niet enkel in de toekomst plukken maar nu meteen, is de enige manier om een wezenlijke, duurzame verandering in ons watergebruik te bewerkstelligen. Beleidsmakers zullen creatief aan de slag moeten om directe, zekere en positieve beïnvloedingsfactoren te vinden.

Burgers kunnen dit trouwens ook zelf doen. Er zijn genoeg mogelijkheden, zie bijvoorbeeld de Watertips waarmee we je willen inspireren zelf ook bewuster om te gaan met water. Sociale bekrachtiging is in ieder geval een sterkere beïnvloeder van gedrag, dus complimenteer elkaar eens wat vaker met bijvoorbeeld het gebruik van kraanwater in een eigen fles, in plaats van het gebruik van een plastic flesje water uit de winkel. Ook in het buitenland zijn mooie voorbeelden te vinden van burgers die samen aan de slag gaan om vervuiling tegen te gaan. Zo heb je in Engeland de Surfers for Sewage en in Zweden het initiatief Plogging (*picking up litter and jogging*). Ook in Nederland zijn er verschillende initiatieven, zoals de Maas Cleanup om vervuiling door plastic tegen te gaan (zie figuur 25), of de Schone Maaswaterketen om de rivier drinkbaar te maken. Verandering van ons eigen gedrag, in samenspel met meer doordachte positieve stimulansen vanuit bijvoorbeeld de overheid en andere betrokken partijen, moet voldoende mogelijkheden creëren voor een spetterende toekomst!

Wat kun jij doen?

– Astrid Smit

Probeer op een partij te stemmen die waterkwaliteit en waterbeheer hoog op de agenda heeft staan. Dat kan op alle niveaus: bij verkiezingen voor waterschappen, gemeenteraden, provincies, de Tweede Kamer en het Europees Parlement. Wil je nog meer inspraak? Laat dan van je horen tijdens de openbare vergaderingen van landelijke, provinciale en lokale besturen.

In wasmiddelen, schoonmaakmiddelen en verzorgingsmiddelen zitten vaak stoffen die niet goed voor het waterleven zijn. **Lees de kleine lettertjes achter op de verpakking van je shampoo, waspoeder, allesreiniger, afwasmiddel en wc-blokjes.** Soms – ook bij heel bekende middelen – staat er zelfs expliciet op dat het middel langdurig effecten heeft op waterdieren. Gebruik sowieso zo min mogelijk chloor. Ook ecologische schoonmaakmiddelen hoeven niet altijd goed te zijn voor het milieu. De term ‘ecologisch’ of ‘eco’ is niet beschermd dus iedere fabrikant kan dit op zijn producten zetten. Kijk ook op waarzitwatin.nl om te achterhalen wat die chemische namen precies betekenen.

Spoel geen vet, olie, verfresten, wc-doekjes, tampons, condooms, of medicijnen door de wc. De rioolzuiveringsinstallaties raken erdoor ontregeld of breken ze niet voldoende af, zodat resten ervan in het oppervlaktewater terecht komen. Daar kunnen ze negatieve effecten hebben op het ecosysteem.

Beperk het watergebruik in en om huis. Heb je een waterbesparende douchekop of wc-knop? Hoe lang sta je onder de douche? Als de planten in je tuin of op je balkon toch extra water nodig hebben, geef ze dan 's avonds of 's ochtends water, dan verdamt er zo min mogelijk water. En kijk of je plek hebt voor een regenton. Je kunt je persoonlijke watergebruik berekenen op de site waterfootprint.org.

De meeste flessen mineraalwater in de supermarkt zijn gevuld met precies hetzelfde drinkwater dat overal in Nederland uit de kraan komt. **Als je thuis of op het werk een flesje water vult, bespaar je een hoop geld en plastic.**

De productie van kleding kost heel veel water. Voor een spijkerbroek van 800 gram is 8.000 liter water nodig, voor een shirt van 250 gram 2500 liter. De productie vindt vaak ook plaats in landen waar water schaars is. **Wil je hier iets aan doen, geniet dan langer van je kleding en kijk ook eens rond in winkels met tweedehands kleren.** Probeer ook te kiezen voor kleding die is gemaakt van natuurlijke materialen zoals katoen – bij voorkeur biologisch – en wol. Synthetische kleding zorgt voor microplastics in het milieu. [Bron: www.waterfootprint.org.]

In de bloementeelt worden veel bestrijdingsmiddelen en meststoffen gebruikt die, als het tegenzit, in het oppervlaktewater terecht komen. Hier kun je iets aan doen door minder bloemen te kopen of bloemen die zonder bestrijdingsmiddelen zijn geteeld. **Of vervang die bos bloemen door een vaste bloeiende plant.**

Vervang de tegels en stenen in je tuin zo veel mogelijk door groen (graszoden, plantenperken, bomen, struiken), want dan kan er meer regenwater worden vastgehouden en in de bodem zakken, waardoor het grondwater wordt aangevuld. Gemeenten stimuleren dit via het NK Tegelwippen onder het motto 'Heel Holland wipt'. Hiermee help je ook de natuur in je omgeving. De afgelopen jaren zijn er al 9,5 miljoen tegels verwijderd.

Verken het onderwaterleven van een sloot, plas of meer bij je in de buurt. Als je een schepnet en een emmertje meeneemt, valt er al heel wat te ontdekken. Websites zoals www.waterdiertjes.nl helpen je op weg bij het in kaart brengen van de dieren die er leven. Of neem een duik in de meren en plassen die de afgelopen decennia helder zijn geworden, zoals de Veluwerandmeren. Met duikbril en snorkel kun je daar een snoek of een ruisvoorn voor je neus zien verschijnen.

Luister naar de podcast **Rivierverhalen** van journalist Wim Eikelboom [www.rivierverhalen.nl]. Hij brengt het leven rondom de twee rivieren IJssel en Vecht in kaart, en spreekt mensen die vertellen wat het stromende water voor hen betekent. In de wat oudere podcast **Over Water & Klimaat** (2020) van het Nationaal Delta-programma [www.deltaprogramma.nl] laat verhalenverteller Hajo Magré waterbeheerders aan het woord over de waterproblematiek in Nederland. Hoe houden we droge voeten? Hoe bereiden we ons voor op klimaatverandering? Hoe maak je een beek weer natuurlijk?

AUTEURS

Prof. dr. ir. Marc F.C. Bierkens is hoogleraar Hydrologie aan de Universiteit Utrecht en onderzoeker bij Deltares, een onafhankelijk kennisinstituut op het gebied van water en ondergrond.

Prof. dr. Ellen van Donk is emeritus hoogleraar Aquatische ecologie aan de Universiteit Utrecht en gastmedewerker bij het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW).

Dr. Roy Erkens is universitair hoofddocent Evolutionaire diversiteit bij de departementen Maastricht Science Programme en System Earth Science van de Universiteit Maastricht.

Dr. ir. Edwin T.H.M. Peeters is universitair hoofddocent Aquatische ecologie en waterkwaliteitsbeheer bij Wageningen UR.

Prof. mr. dr. Marleen van Rijswijk, hoogleraar Europees en nationaal waterrecht bij de Universiteit Utrecht.

Prof. dr. Lisette N. de Senerpont Domis is hoogleraar Slimme ecologische monitoring bij de Universiteit Twente en hoofd van de groep Translationele wetenschap van het Aquatic Knowledge Centre Wageningen (AKWA) bij het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW).

Ir. Astrid Smit is wetenschapsjournalist *Life sciences* en eindredacteur bij de Stichting Biowetenschappen en Maatschappij en *De Levende Natuur*, een tijdschrift voor natuurbehoud en natuurbeheer.

Prof. dr. ir. Alfons Stams was persoonlijk hoogleraar microbiologie aan Wageningen UR.

Prof. dr. Annemarie van Wezel is hoogleraar Milieu-ecologie bij het Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteemdynamica van de Universiteit van Amsterdam.

Dr. ir. Susanne Wuijts is projectmanager en senior onderzoeker Waterkwaliteit en governance bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en gastmedewerker bij de Universiteit Utrecht, faculteit Recht, Economie, Bestuur en Organisatie.

MEER WETEN?

Boeken

H₂O A Biography of Water. Auteur: Philip Bal (1999). Uitgeverij Weidenfeld & Nicolson, Groot Brittannië.

Water in the Netherlands. Managing Checks and Balances. Nederlandse Hydrologische Vereniging, Special 6 (2006). Gratis te downloaden via www.nhv.nu.

Afvalwater. Hoe maken we de cirkel weer rond? Stichting Biowetenschappen (2018). Gratis te downloaden via www.biomaatschappij.nl.

Laten we 't eens over water hebben. De waterkringloop op aarde en in de atmosfeer. Auteur: Reinout Lageman (2022). Uitgeverij BoekScout, Soest.

Het waterboek. Auteur: Alok Jha (2016). Uitgeverij Maven, Amsterdam. Vertaald uit het Engels.

'Drinkbare rivieren', een reis, een droom, een levenswerk. Auteurs: Li An Phoa en Maarten van der Schaaf (2021). Uitgeverij Atlas.

Nederland droogteland, van waterschaarste en bodemdaling tot regentuinen en hoogwaterboederijen. Auteur: René Didde (2021). Uitgeverij Lias.

Oud water in de nieuwe tijd. Auteurs: Piet Schipper, Jan Bakker, Henk Everts, Niels Grootjans, Ineke Noordhoff en Ab Grootjans (2024). Uitgeverij Noordboek.

Water, gewoon bijzonder. Marieke Coebergh van den Braak, Marijke Domis-Hoos, Clasien Lever-de Vries (2024). Uitgever: Nederlandse Vereniging voor het onderwijs in de natuurwetenschappen. Bevat lesmateriaal voor het voortgezet onderwijs, universiteiten en leeraropleidingen.

Films

Brave blue world: Racing to solve our water crisis (2020). Brave Blue World Foundation. Te zien op Netflix.

De drinkbare Maas (2020). Documentaire waarin Li An Phoa van Stichting Drinkable Rivers wordt gevolgd.

Our Blue world: A water odyssey (2024). Brave Blue World Foundation.

Langs de Rijn (2020), *Langs de Maas* (2021), *Langs de IJssel* (2023). Acteur Huub Stapel volgt verschillende rivieren. Te zien op NPO Start.

Waterman (2021). BNN-Vara-presentator Menno Bentveld volgt de loop van het water in Nederland. Vierdelige serie, te zien op NPO Start.

Wildernis onder water (2024). Vijfdelige serie over het onderwaterleven in Nederland, te zien op NPO Start.

Nederland onder water: Duik in onze ongekende natuur (2022). Filmmaker Arthur de Bruin brengt de onderwaterwereld in Nederland in beeld.

'I am the river, the river is me' (2024). Documentaire van Petr Lom en Corinne van Egeraat over de Whanganui in Nieuw Zeeland, de eerste rivier in de wereld die rechten kreeg.

Ecologische schoonmaakmiddelen bakken je een poets. Keuringsdienst van Waarde (KRO-NCRV), 20 maart 2023. Hoe milieuvriendelijk zijn ecologische zeppen en wasmiddelen? Te zien op NPO Start en op YouTube.

Zuiver Water. Wat houdt ons tegen? (HUMAN), 26 juni 2024. Wat houdt ons tegen om de kwaliteit van ons oppervlaktewater weer op peil te brengen? Te zien op NPO Start.

Websites

Via www.waarzitwatin.nl krijg je informatie over alle chemicaliën om je heen.

Veel praktische tips voor duurzaam omgaan met water vind je op www.milieucentraal.nl.

Op www.waterfootprint.org kun je berekenen wat je persoonlijke watergebruik is en hoeveel water het kost om voedsel en materialen te produceren.

Een uitgebreide infographic van de hydrologische kringloop met aandacht voor menselijke beïnvloeding en grondwater staat op: www.usgs.gov/media/images/water-cycle-png

In het compendium voor de leefomgeving - www.clo.nl - zijn veel feiten en cijfers te vinden over de leefomgeving van Nederland, water komt ruimschoots aan bod.

De BlueHealth factsheet van het RIVM geeft de resultaten weer van onderzoek naar de gezondheidseffecten van een 'blauwe' ruimte, een buitenomgeving waarin water aanwezig is.

In de Nationale Analyse Waterkwaliteit geeft het Planbureau voor de Leefomgeving de voortgang en resultaten weer van het waterkwaliteitsbeleid in 2020, uitgaand van de doelen van de Kaderrichtlijn Water.

Het Informatiepunt Leefomgeving geeft veel informatie over de doelen van de Kaderrichtlijn Water en de bijbehorende stroomgebied-beheerplannen.

Op www.waterdiertjes.nl kun je het hele jaar door aangeven welke waterdiertjes je hebt gevonden in een water.

In het project Water op de Kaart (via www.nioo.knaw.nl) verzamelen burgers gegevens over onder andere planten en dieren in wateren die niet door professionele waterbeheerders onderzocht worden.

Op www.drinkableriviers.org zijn de activiteiten van de Stichting Drinkable Rivers te zien zoals lezingen, wandelingen langs rivieren en het gelijknamige citizen science project dat zich focust op stromende zoete wateren zoals rivieren, beken en kanalen.

REGISTER

accurate massaspectrometrie, 69	binnenwateren, 33
actief en passief beheer, 54	biociden, 68
actiefslib, 66	biodiversiteit, 37, 41
aerobe zuivering, 66	biologische bollenteelt, 89
affectieve beïnvloeding, 93	biotopen, 37
afspoeling, 12, 56, 62, 65, 77, 79, 81	blauwalg, 33
afvalwater, 54, 60, 61, 80	blikjes, 66
algemene regels, 54	bloementeelt, 97
algen, 33, 39, 79	blusschuim, 72
algenbloei, 78	bodemdaling, 28
Amerikaanse rivierkreeft, 38, 39	boeren, 59, 81, 85, 86
aquatische systemen, 37	boezem, 28
bacteriële zuivering, 66	Bouwend Nederland, 48, 61
bedrijven, 53	Brummen, 30
beheergebied, 51	bufferzones, 78, 79
beïnvloedingsfactoren, 95	burger
beken, 78	– initiatieven, 58, 95, 97
beleidscyclus, 53	– participatie, 57, 84, 96
Besluit algemene regels leefomgeving, 54	– wetenschap, 44
bestrijdingsmiddelen, 10, 39, 47, 59, 65, 68, 81, 82, 97	buspiron, 69
– atlas, 60	Chemelot, 73, 74
bestuursrecht, 55	chemicaliën, 47, 65, 67, 68, 69, 72, 80, 84, 88
betegelde tuinen, 97	Chemours, 55, 72
beverratten, 51	chloor, 96
bewuste keuzes maken, 88	Circle Infra Partners, 73
bezinking, 66	citizen science, 44, 45, 46
bezwaarschrift, 53, 57	clomazon, 69
	cultuurhistorische waarde, 33, 35
	dammen, 78

- delta, 33
- deltacommissaris, 53
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer, 47, 85
- deuterium, 15
- diergeneesmiddelen, 81
- diersoorten, 41
- diffuse lozingen, 81
- dijken, 37, 78
- dinoterb, 60
- douchewater, 63, 96
- draagvlak, 55
- drainagebekken, 33
- Drenthe, 26, 60, 61
- Drinkable Rivers, 45, 46
- Drinkbare IJssel, 30
- Drinkbare Rivier, 30, 31
- drinkwater, 33
 - bedrijven, 52, 85
 - bronnen, 51, 63
- Drinkwaterrichtlijn, 40, 51, 58
- droogmakerijen, 28
- drugsafval, 55
- ecologisch functioneren, 35
- Ecologische Autoriteit, 43, 59
- ecologische schoonmaakmiddelen, 96
- ecologische status, 68, 69
- ecosysteem, 32, 76
- Eem, 33
- effectmetingen, 71
- effluent, 67, 73, 74
- Eijsden-Margraten, 84
- Elfstedentocht, 35
- energiekringloop, 26
- ethyleendiamine, 60
- Europees burgerinitiatief, 58
- Europees Parlement, 49
- Europese Commissie, 48, 49
- Europese markt, 67, 68
- Europese Raad, 49
- Europese richtlijn, 11, 32, 39, 44, 49, 58, 80, 81, 82, 84
- eutrofiëring, 79
- Extinction Rebellion, 56
- fenchloorvos, 60
- flessenwater, 97
- fosfaat, 23, 45, 47, 79
- fosfaatvrije wasmiddelen, 84
- fosfor, 38, 39, 79, 80, 84
- Friese meren, 46
- functies van water, 33
- gedragsverandering, 93
- gemeenten, 51, 52, 56, 81
- geneesmiddelen, 65, 71, 81
- GenX, 72
- geologische kenmerken, 36
- gewasbeschermingsmiddelen, 47, Zie bestrijdingsmiddelen
- gezond watersysteem, 77
- glazenmaker, 42
- glyfosaat, 39
- grachtengordel, 33, 35
- grondwater, 14, 16, 17, 18, 29, 70, 78
 - stand, 59, 79, 80
- grote rivieren, 34, 40
- habitat, 32
- Habitatrichtlijn, 39, 40, 41
- handhaving, 87
- Hof van Justitie, 55, 56
- Hoog-Nederland, 26
- houtkachels, 47
- hydrologische cyclus, 18, 19
- hydromorfologie, 76, 77, 82, 83
- IJssel, 30, 98
- indirect watergebruik, 64, 65
- inzijging, 65
- irrigeren, 33
- Kaderrichtlijn Water, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 59, 82, 83, 86, 87
 - impulsprogramma, 52
 - waterlichamen, 41
- Kinderdijk, 33
- kinderrechten, 58
- kledingproductie, 97
- kleigronden, 28
- kleine wateren, 41
- koolfilters, 87
- koolstofkringloop, 23, 24, 25, 26
- kringlopen op aarde, 23
- kwel, 65, 78
 - zoute, 29
- Laag-Nederland, 26
- landbouw, 54, 56, 81, 84
- Landbouwakkoord, 47, 86, 87
- landelijke norm, 85
- landschap, 36
- libelle, 42
- Limburg, 26, 73
- lozingen, 52, 54, 80, 81, 87
- lozingsvergunning, 73
- Maas, 30, 31, 33, 73, 74
- Maas Cleanup, 95
- Marker Wadden, 35
- massaspectrometrie, 69
- meanderen, 54, 82, 83
- medicijnresten, 39, 96
- meetmethoden, 69
- mengseltoxiciteit, 70, 71, 80
- mensenrecht, water als –, 57, 58
- mestbeleid, 55, 84, 85, 86
- meststoffen, 41, 47, 53, 77, 85, 97
- Meststoffenwet, 47
- microben, 35
- microbioom, 36
- milieuorganisatie, 55, 59
- milieuwetgeving, 55
- mineraalwater, 97
- ministerie
 - Binnenlandse Zaken, 53
 - Infrastructuur en Waterstaat, 51, 52
 - Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, 53
- Mobilisation for the Environment, 59
- modderkruiper, 41
- muskusratten, 51
- Natura 2000-gebieden, 39, 40, 41, 59
- natuur een stem geven, 82, 84
- Natuurmonumenten, 42
- Nederland waterland, 33
- neerslagoverschot, 28
- neerslagtekort, 28
- neonicotinoïden, 69
- nevengeulen, 82, 83
- nitraat, 23, 54, 79
 - norm, 85
 - richtlijn, 80, 84
- Noord-Holland, 18, 60
- normen, 71, 80
- nudging, 92
- nutriënten, 10, 20, 23, 33, 41, 45, 47, 53, 59, 65, 76, 77, 79, 84, 85

- nutriëntenkringloop, 23, 24, 25, 26, 35
- oeverzone, 37, 78, 79, 82, 83
- olie, 77, 96
- Olst-Wijhe, 31
- omgevingswaarden, 54
- Omgevingswet, 80
- omzettingsproducten, 69
- onbalans in de waterkringloop, 22
- onderwaterleven, 98
- onttrekking van water, 20, 21
- oorsprong van water, 14
- oppervlaktewater, 54, 62, 65, 70
- overheden, 51
- overloopgebieden, 78, 79
- overstort, 79
- overstromingsvlaktes, 37
- ozonisatie, 87
- papierfabriek, 56
- Parenco, 56
- participatie, 55, 57, 96
- pcb's, 69
- peilbesluiten, 53
- per- en polyfluoralkylstoffen (pfas), 48, 55, 69, 71, 72
- perfluorooctaansulfonaat (pfos), 72
- perfluorooctaanzuur (pfoa), 72
- permafrost, 14
- pesticiden, 68
- Pesticidenrichtlijn, 81, 82
- plantensoorten, 41
- plastic, 66, 77, 97
- polders, 26, 27, 28
- polycyclische aromatische koolwaterstoffen, 47
- primaire voedselproducenten, 37
- procederen, 57
- provincie, 51, 52, 53, 56, 73, 74, 81, 85
- puntlozingen, 80, 87
- pyrazool, 73
- Raad van Europa, 58
- regenwater, 70
- regionale overleggen, 52
- Richtlijn Stedelijk Afvalwater, 80
- rietsnijden, 35
- Right2Water, 58
- Rijksbeleid, 85
- Rijkswaterstaat, 41, 51, 73, 74, 82, 83, 87
- Rijn, 33
- riolering, 52
- rioolwater, 54
- riparische zone, 37, 78, 79
- rivieren, 78
- rivierkreeft, 38, 39
- rivierprik, 78
- rivierwandelingen, 31
- roofvissen, 39
- rubber, 77
- ruimtelijk beleid, 81
- ruimtelijke ordening, 53
- saneren, 88
- Schelde, 33
- Schelpdierwaterrichtlijn, 40
- Schone Maaswaterketen, 30
- schoonmaakmiddelen, 65, 96
- sedimentkringloop, 23, 24, 25, 26
- sierteelt, 97
- slimme stoffen, 88
- sluizen, 78
- sneep, 78
- sociale bekrachtiging, 93
- Staatsbosbeheer, 42
- stadsgrachten, 35
- stem van de natuur, 82, 84
- stemrecht, 57, 96
- stikstof, 38, 39, 45, 47, 79, 80
- strafrecht, 55
- stroming, 78
- stroomgebied, 33
 - beheerplan, 82, 83
- stuwdammen, 20
- stuwen, 78
- synthetische chemicaliën, 80, Zie chemicaliën
- tampons, 66, 96
- tegelpippen, 97
- terrestrische systemen, 37
- tijdelijke wateren, 37
- toelating, 67, 68, 81
- toezicht, 87
- toiletwater, 63, 96
- toxiciteit, 70, 71, 77, 80
- tuinen, 96, 97
- uitspoeling, 10, 12, 79, 80, 84
- vaarwegen, 33
- Vang de Watermonsters, 45
- Vecht, 98
- veengebieden, 28, 79, 80
- veenmosrietlanden, 35
- verdamping, 26
- verfresten, 96
- vergunningen, 31, 47, 51, 52, 53, 54, 60, 73, 74, 80, 81, 87
- vervuiling, 88
- verwering, 23
- verzilting, 21
- verzorgingsmiddelen, 96
- vet, 66, 96
- Vewin, 63
- vispassages, 54, 82, 83
- vissen, 78
- viswater, 33
- vlamvertragers, 47
- vloeistofchromatografie, 69
- voedselweb, 38, 39
- voetafdruk, 63
- Vogelrichtlijn, 39, 40, 41
- vogels, 41, 77
- volume water op aarde, 14, 16
- voorzorgsbeginsel, 68
- Waddenzee, 60
- wasmiddelen, 96
- Water op de Kaart, 44, 45
- waterbalans, 22
- waterbeheer, 37, 51, 53, 54, 56, 63, 77, 81
- waterbodem, 35
- waterdieren, 78
- Waterdierjes.nl, 44
- waterfootprint, 63, 64, 65
- watergebruik, 20, 21
 - in en om huis, 96
- waterkringloop, 18, 19, 20, 76
- waterkwaliteit, 68
 - doelen, 84
- waterlichamen in Nederland, 40, 41
- Waternet, 52
- waterpeil, 78
- waterschaarste, 62, 64, 65
- waterschappen, 41, 42, 51, 56, 82, 83, 85, 87

- Waterschap Limburg, 73, 74
- waterstof, 15
- watersysteem, 78
- watertechnologie, 77, 87
- watertemperatuur, 78
- watertransitie, 63
- watervoorraad, 16, 22
- waterwetgeving, 55
- waterzuivering, 51, 52, 65, 66, 67, 73, 80, 84, 87, 96
- wc-doekjes, 66, 96
- winde, 78
- WML, 73, 74
- Wolderwijd, 46
- woonboten, 35
- zalm, 78
- zand, 47, 66
- zienswijze, 53, 57
- zink van dakgoten, 47
- zoete binnenwateren, 33
- zoetwatervogels, 77
- zoöplankton, 39
- zoute kwel, 29
- zoutgehalte, 20
- Zuid-Holland, 18
- zuiveringsproces, 66
- zuurstofconcentratie, 79
- Zwanenwater, 60
- zwemwater, 33
- Zwemwaterrichtlijn, 40

