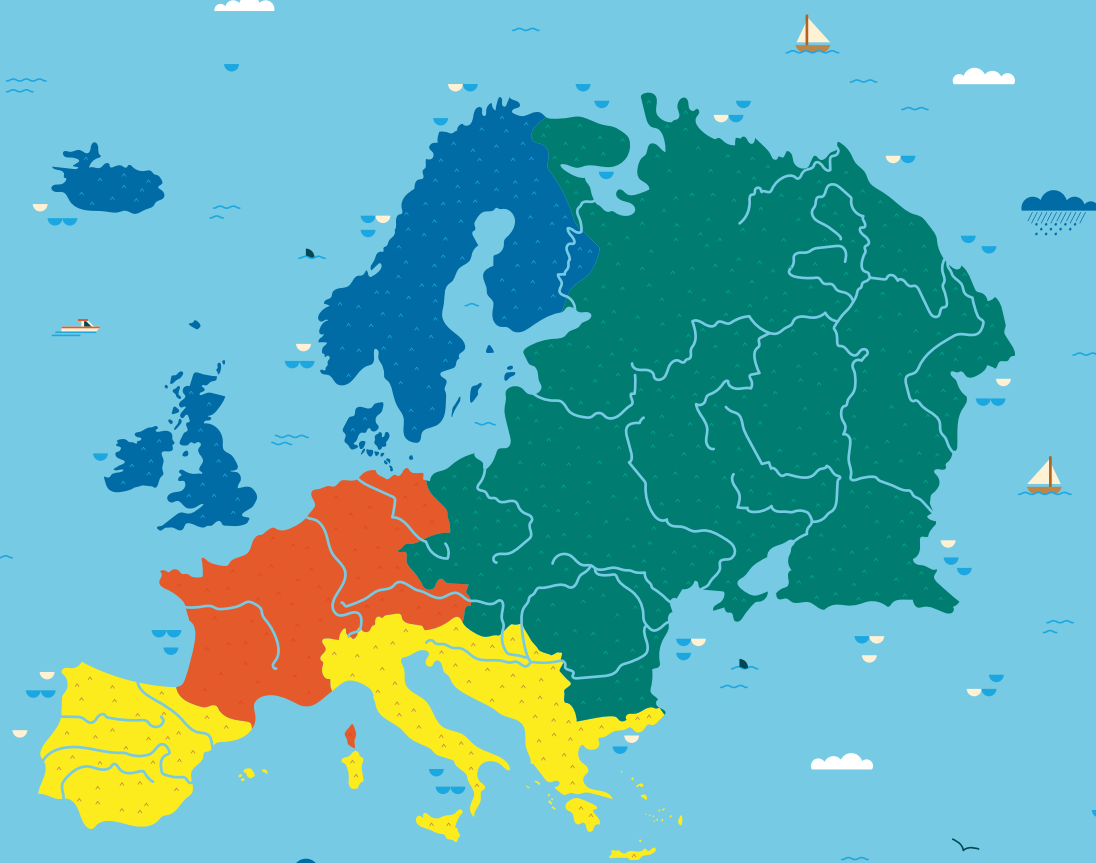


Denise Pouleurs - Anton Glushchenko

# HET GROTE WATERBOEK

## EUROPA



# **HET GROTE WATERBOEK**

**EUROPA**

Denise Pouleurs - Anton Glushchenko

# HET GROTE WATERBOEK

EUROPA

xylem   
watermark.

# Inhoud

6

Introductie

## Kennismaking met water

8

Hoofdstuk 1

## Planeet aarde, planeet water

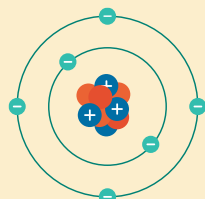


- 8 Lagen van de aarde
- 10 Een vloeibare schat
- 12 De watercyclus
- 16 Ecosystemen en watergebieden

18

Hoofdstuk 2

## Het watermolecule en zijn verbazingwekkende eigenschappen



- 18 Het begint bij het atoom
- 19 Een speciaal molecuul
- 20 Waterstofverbindingen
- 21 Het warmtevermogen van water
- 22 Twee krachten die water verplaatsen
- 24 Een wereld in het water

26

Hoofdstuk 3

## Stedelijke watercyclus

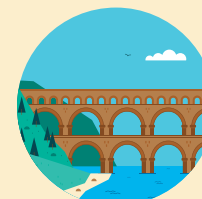


- 26 Drinkbaar water
- 27 Waterbronnen
- 28 Van de waterbron tot jouw huis
- 30 Opslag en distributie
- 32 En na gebruik... waar gaat het water heen?
- 34 Bij de waterzuiveringsinstallatie: een grote filter
- 36 Dit is de stedelijke watercyclus

38

Hoofdstuk 4

## Water in Europa

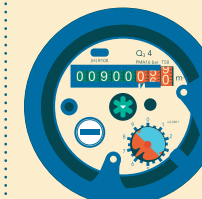


- 40 Heel veel water!
- 42 Waterbronnen in Europa
- 44 Een korte geschiedenis van water
- 46 Hoe werkten oude watervoorzieningsystemen?
- 48 Waterverbruik
- 49 Toekomstige wateruitdagingen

50

Hoofdstuk 5

## Duurzaamheid, de grote uitdaging



- 51 Doelen voor een duurzame wereld
- 54 Kwantiteit en kwaliteit
- 56 Water footprint
- 58 Hoe kan ik helpen als ik nog maar een kind ben?

64

Conclusie

## Laten we water besparen!

# Kennismaking met water

Ik zal die zomer nooit vergeten. Ik had net geleerd te lezen en ik las de zinnen uit advertenties, de woorden op de straatnaambordjes en de verhalen uit mijn sprookjesboek. De vakantie was begonnen!



In het groene busje van mijn oom reden mijn ouders, mijn zus en ik de hele dag tot we in een kleine stad kwamen. Via de hoofdweg kwamen we bij het strand uit.

De middagzon maakte duizenden sterretjes in het rimpelende water. Hier zag ik voor de allereerste keer een meer. Voor de allereerste keer zoveel water op een plek

Jaren later herinner ik me nog wat voor indruk het op me maakte.



Het werd mijn favoriete plek op aarde en ik ga erheen wanneer ik kan. Elke keer leer ik iets nieuws. Bijvoorbeeld hoe belangrijk het meer is voor het bos. Hoe de rivieren in en uit het meer stromen. Hoe alles met elkaar verbonden is.

In de loop der jaren bleef ik het meer bestuderen en de bezoeken aan deze plek inspireerden me om nog meer te leren over water en de manieren om het te behouden. Voor mijzelf maar vooral ook voor de volgende generaties.

Tegenwoordig ben ik ingenieur en help ik de waterkwaliteit te behouden. Samen met een aantal collega's hebben we dit boek gemaakt zodat elke jongen en elk meisje in Europa kan leren over het belang van water en de manier waarop de watercyclus verbonden is met ons grondgebied, het klimaat en de ecosystemen. Kijk waarom het nodig is om de eigenschappen van water te kennen en hoe deze helpen bij het ontstaan van wonderlijke verschijnselen in de natuur. En vooral hoe wij, de mensen, bewust kunnen worden en kunnen helpen bij het beschermen van deze waardevolle bron.

We hopen dat je Het Grote Waterboek net zo leuk vindt als wij en dat je het met plezier leest en ervan leert.

Denise Pouleurs

## Hoofdstuk 1

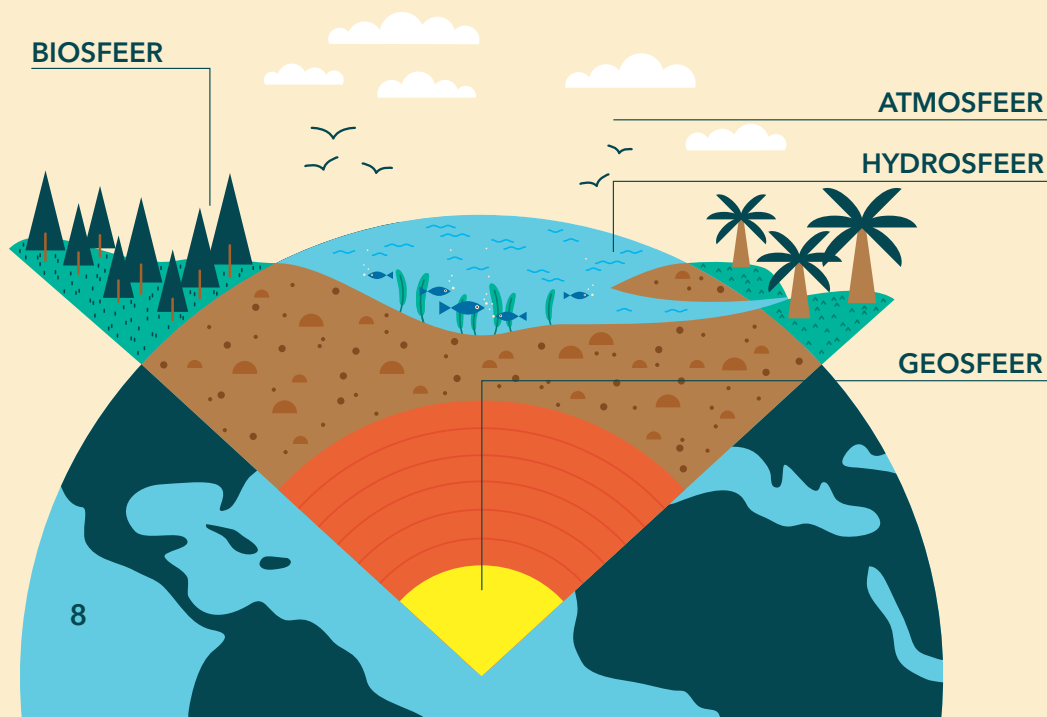
# Planeet aarde, planeet water

We hebben maar één planeet aarde. Alles wat erop gebeurt, is met elkaar verbonden. Alles circuleert, is verbonden en transformeert als onderdeel van een cyclus waarin elk element gerelateerd is aan wat er gebeurt is en wat er zal gebeuren, te beginnen bij de eerste druppel water.

We nodigen je uit om te leren hoe onze planeet is gevormd en waar en hoe je water kunt vinden.

## Lagen van de aarde

De aarde heeft de vorm van een bol of bal en is opgebouwd uit verschillende lagen van verschillende materialen die onderling verbonden zijn en een systeem vormen.



## ATMOSFEER (LUCHT)

Dit is de gaslaag die de aarde omringt. Het beschermt de aarde tegen de ruimte, vooral tegen de schadelijke straling van de zon. Ook houdt het de warmte van het aardoppervlak vast, zodat we op aarde een aangename temperatuur hebben. In deze laag bevindt zich ook de zuurstof die we nodig hebben om te leven.

## GEOSFEER (STENEN EN MINERALEN)

Dit omvat het vaste deel van de aarde (land en rotsen) en dit is de laag die steun aan andere aardlagen geeft. Deze laag strekt zich uit van het oppervlak tot het midden van de planeet en heeft drie niveaus: korst, mantel en kern.

## HYDROSFEER (WATER)

Dit is al het water dat op aarde aanwezig is, in welke vorm, toestand, kleur en smaak dan ook. Dit zijn de oceanen, zeeën, rivieren, meren, grondwaterstromingen, gletsjers en het water in de atmosfeer.

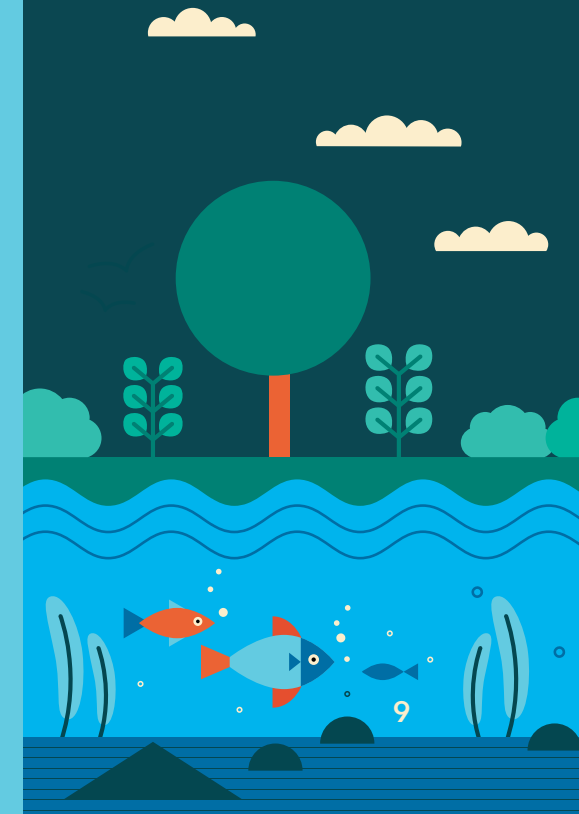
## BIOSFEER (LEVENDE WEZENS)

Deze laag omvat levende wezens en de verschillende ecosystemen waarin ze leven en op elkaar inwerken. Denk bijvoorbeeld aan bossen, regenwouden, woestijnen, savannen en toendra's. De biosfeer omvat ook andere lagen, zoals de dieptes van de oceaan waar onder andere vissen leven en delen van de atmosfeer waar vogels vliegen.

## \*BEGRIJP DE WOORDEN

EEN SYSTEEM IS EEN MENGELING VAN VERSCHILLENDE ELEMENTEN OF COMPONENTEN DIE ONDERLING VERBONDEN ZIJN. ELKE COMPONENT VOERT EEN TAAK UIT DIE DE ANDERE COMPONENTEN VERBINDT EN AANVULT, DUS ZE KUNNEN NIET AFZONDERLIJK WERKEN.

EEN ECOSYSTEEM IS EEN SYSTEEM DAT GEVORMD WORDT IN EEN GEOGRAFISCH GEBIED EN BESTAAT UIT ALLE NATUURLIJKE ELEMENTEN DIE DAAR GEVONDEN WORDEN, INCLUSIEF DE LEVENDE ORGANISMEN EN DE FYSIEKE OMGEVING. DEZE ELEMENTEN ZIJN IN HARMONIE MET ELKAAR VERBONDEN.



## Een vloeibare schat

Het water in de hydrosfeer kan zoet of zout zijn.

Zout water bevat een overmaat aan opgeloste mineralen waardoor het een zoute smaak heeft. Dat is het water dat je vindt in oceanen en zeeën.

De meeste levende wezens (behalve degenen die in zee leven) drinken geen zout maar zoet water. Dat is het water dat leven geeft aan planten, dieren en mensen.

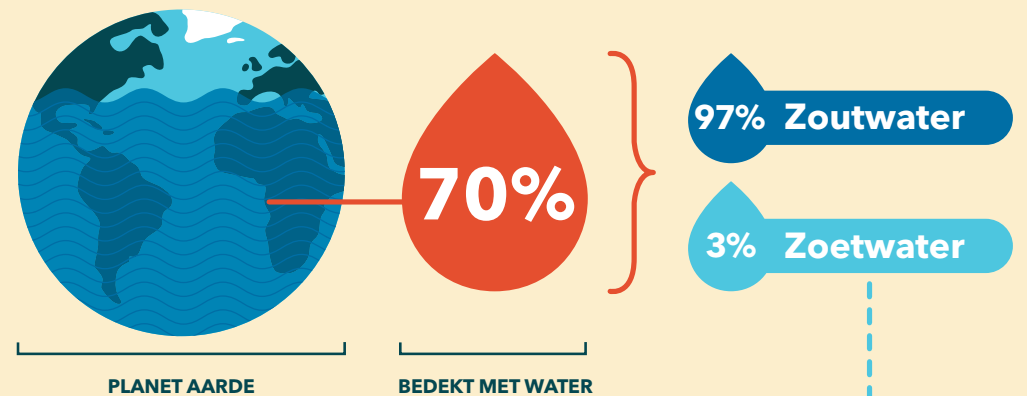
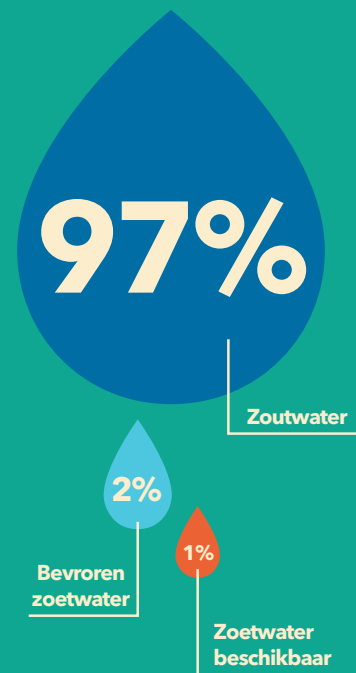
Op de planeet aarde is enorm veel water te vinden. Het probleem is dat het meeste water zout is. Slechts een klein deel is zoet water. Daarnaast is een groot deel van al het zoete water bevroren op de Noord- of Zuidpool of op hoge bergen.

Dit betekent dat het water dat beschikbaar is in de vorm van rivieren, meren, vijvers en grondwater nog minder is. Het bedraagt slechts 1% van het totale water op de aarde! Met andere woorden, van elke honderd druppels water is er maar één beschikbaar in de vorm van zoet water.

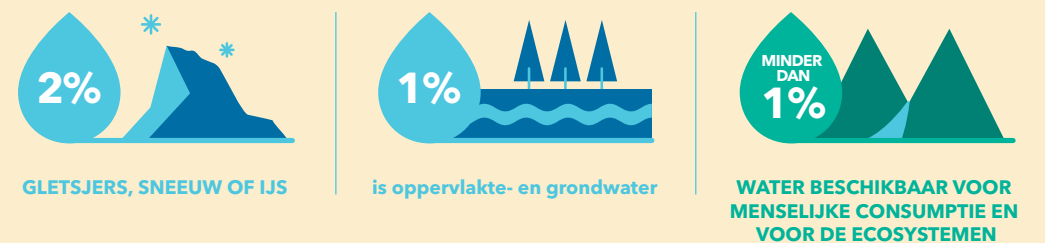
Met deze 1% moeten we alle activiteiten uitvoeren die nodig zijn voor het leven op deze planeet. Dit lijkt te weinig, toch? Nou, dat is het ook. En dat is een van de belangrijkste redenen waarom we deze vloeibare schat moeten beschermen.

### WAAROM IS ZEEWATER ZOUT?

DOOR DE RIVIEREN DIE DE ZEEËN EN OCEANEN INSTROMEN. IN HUN STROMINGEN VOEREN RIVIEREN MINERALEN MEE DIE AFKOMSTIG ZIJN VAN DE EROSIE VAN ROTSEN. DE MEEST VOORKOMENDE VAN DEZE MINERALEN IS NATRIUMCHLORIDE, OOK WEL ZOUT GENOEMD. MILJOENEN JAREN LANG HEBBEN RIVIEREN ZOUT VAN HET AARDOPPERVLAK NAAR DE OCEANEN GEVOERD.



### TOTAAL ZOETWATER IN DE WERELD



### DE EXTRACTIE PER GEBRUIK IS...



Overgenomen van Agua.org.mx, Fonds voor communicatie en watereducatie (<https://agua.org.mx/en-el-planeta/>)

## De watercyclus

Water wordt niet gecreëerd of vernietigd, maar getransformeerd. Het water van vandaag is hetzelfde water waar de dinosaurïers van dronken en het is steeds opnieuw door de aardlagen gereisd. Dit noemen we "de watercyclus".

De zonnestralen verwarmen het water van oceanen, rivieren en meren, waardoor een deel verdampt. Met andere woorden, water gaat van een vloeibare toestand naar een gasvormige

toestand, waar het zich vermengt met de lucht.

Wanneer water verdampt, verandert het in stoom. In deze toestand stijgt het op naar de atmosfeer totdat het koele luchtstromen bereikt. Dan condenseert die stoom en wordt het water weer vloeibaar in de vorm van wolken.

Deze wolken reizen van de ene naar de andere plek, geholpen door luchtstromen en de wind. Wanneer wolken genoeg water hebben verzameld groeien de druppels en worden ze zwaar. De zwaartekracht van de aarde trekt deze druppels aan en zo gaat het regenen. Als het daarboven te koud is, bevriest het water en valt het als sneeuw.

Het water dat op het aardoppervlak valt, vindt zijn weg naar een rivier of sijpelt door de bodem op zoek naar een plek om te blijven. Zo ontstaan ondergrondse rivieren en waterhoudende grondlagen. Op het landoppervlak wordt water gebruikt door planten, bossen en levende wezens.

Uiteindelijk stroomt al dat water de oceaan in, waar het weer verdampt en een nieuwe cyclus begint.



### HOE LANG DUURT DE WATERCYCLUS?

DE DUUR VAN DE WATERCYCLUS HANGT AF VAN DE PLAATS. AFHANKELIJK VAN ONDER ANDERE DE GRONDSOORT, DE LOCATIE OP DE AARDE, DE HOOGTE BOVEN ZEENIVEAU EN HET KLIMAAT KAN EEN CYCLUS LANGER OF KORTER ZIJN. EEN WATERDRUPPEL KAN ZICH BIJVOORBEELD ENKELE DAGEN IN DE ATMOSFEER BEVINDEN, TIENTALLEN JAREN IN EEN MEER EN DUIZENDEN JAREN IN EEN GLETSJER.

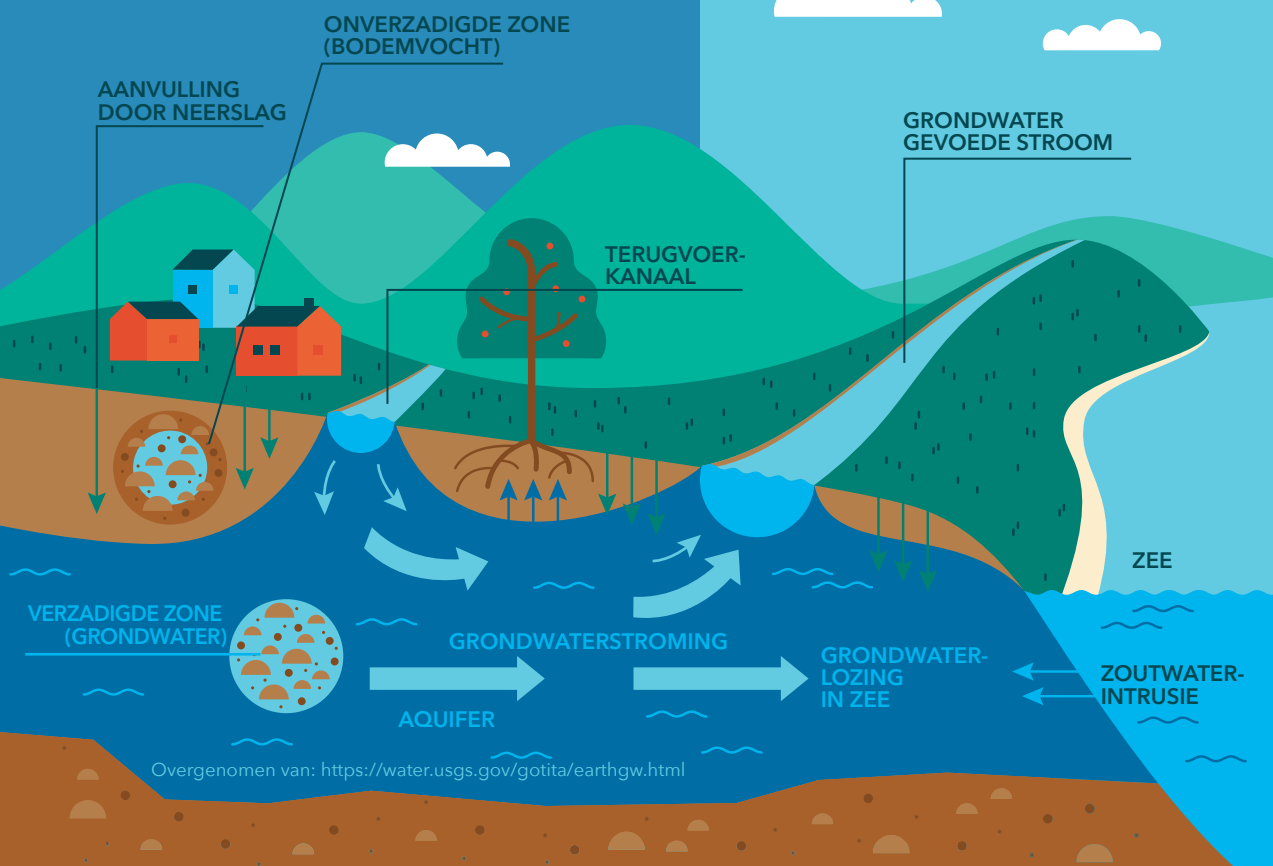
## \* BEGRIP DE WOORDEN

### WAT IS EEN AQUIFER?

DE ZWAARTEKRACHT VAN DE AARDE TREKT DEZE DRUPPELS AAN EN ZO GAAT HET REGENEN.

HET VERMOGEN OM WATER OP TE HOPEN HANGT AF VAN HOE POREUS DE BODEM IS, DAT WIL ZEGGEN VAN DE RUIMTE TUSSEN DE KORRELS WAARUIT DE BODEM IS OPGEBOUWD. WATER STROOMT DOOR DEZE KLEINE RUIMTES EN VULT ZE. ALS DIT GEBEURT, ZEGGEN WE DAT DE BODEM VERZADIGD IS MET WATER.

GRONDWATERLAGEN ZIJN ERG BELANGRIJK OMDAT WE ER WATER UIT KUNNEN HALEN VOOR MENSELIJKE CONSUMPTIE EN VERSCHILLENDE PRODUCTIEVE ACTIVITEITEN KUNNEN UITVOEREN, ZOALS LANDBOUW EN INDUSTRIE.



Overgenomen van: <https://water.usgs.gov/gotita/earthgw.html>

De Europese landen onttrekken ongeveer 38 miljard m<sup>3</sup> grondwater per jaar. Dat is goed voor 65% van de totale waterwinning voor openbare watervoorzieningen. Een voorraad water van hoge kwaliteit en voldoende hoeveelheid is essentieel voor huishoudelijk gebruik zoals drinken, voedselbereiding en hygiëne.



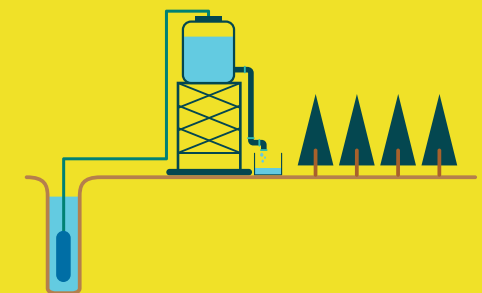
### HOE WORDT WATER UIT AQUIFERS GEHAALD?

HET WATER UIT AQUIFERS KAN WORDEN GEBRUIKT OM GEWASSEN TE IRRIGEREN EN DRINKWATER TE PRODUCEREN. MAAR HOE HALEN WE HET UIT DE ONDERGROND NAAR DE OPPERVLAKTE? MET EEN POMP NATUURLIJK!

EEN POMP IS EEN MACHINE DIE WATER VAN DE ENE PLAATS NAAR DE ANDERE BRENGT. MEESTAL POMPEN WE NAAR BOVEN, OMDAT WATER NIET VANZELF OMHOOG STROOMT, DIT KOMT DOOR DE ZWAARTEKRACHT.

POMPEN HEBBEN EEN ENERGIE NODIG OM TE KUNNEN FUNCTIONEREN, DIE WORDT GELEVERD DOOR EEN MOTOR.

POMPEN HEBBEN VERSCHILLENDE PROPELLERS (WAAIERS GENOEMD) DIE HEEL SNEL RONDDRAAIEN OM ENERGIE IN DE VORM VAN SNELHEID TE LEVEREN AAN HET WATER DAT WE WILLEN VERPOMPEN. HET IS ALSOF DEZE WAAIERS HET WATER VOORTDUWEN ZODAT HET KAN STIJGEN EN HET AARDOPPERVLAK KAN BEREIKEN.

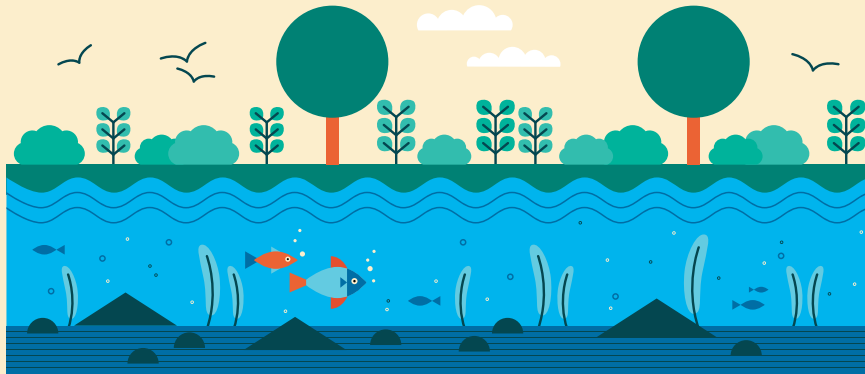


Als water zich op grote diepte onder het aardoppervlak bevindt, moet je een bronpomp gebruiken. Met bronpompen kunnen we water van meer dan 200 meter diep onder het aardoppervlak oppompen.

## Ecosystemen en watergebieden

Wij mensen wonen in huizen in een woonwijk. Vissen en ander levende wezens wonen dan wel niet in een huis, maar leven wel in hun eigen ecosysteem en watergebieden.

- ◆ Een ecosysteem is een groep levende wezens die dezelfde habitat delen. Deze wezens communiceren met elkaar en met hun omgeving (bodem, water, licht, lucht). Die omgeving maakt ook deel uitmaakt van het ecosysteem.



- ◆ Een watergebied is als een woonwijk. Het is een gebied of regio waar al het regenwater dat valt, infiltreert (omdat de bodem het absorbeert) of van het landoppervlak afstroomt en kleine rivieren vormt. Al dit water voedt een hoofdrivier of rivijn. De bertoppen verdelen het water, afhankelijk van de kant waar het water afstroomt. Aan beide zijden ontstaat dan een rivier.



Een watergebied kan je zien als een opslagplaats van zoetwater. Er zijn verschillende natuurlijke ecosystemen in te vinden, net als in steden.

Het is erg belangrijk om het evenwicht in een watergebied, en dus in de ecosystemen daarin, te behouden.

Menselijke invloed zoals landbouw, industrie en de groei van steden zijn elementen die dit natuurlijk evenwicht kunnen verstoren. Daarom moeten deze activiteiten met zorg worden uitgevoerd.

## STOF TOT NADENKEN

### HOE VERLOOPT DE WATERCYCLUS WAAR JIJ WOONT?

Het regent niet overal evenveel. Bekijk hieronder hoeveel het regent in de volgende Europese hoofdsteden:

Ljubljana, Slovenië	1368 mm/jaar
Zurich, Zwitserland	1048 mm/jaar
Amsterdam, Nederland	838 mm/jaar
Parijs, Frankrijk	637 mm/jaar
London, Verenigd Koninkrijk	557 mm/jaar
Madrid, Spanje	436 mm/jaar
Athene, Griekenland	365 mm/jaar

← **NEERSLAG WORDT GEMETEN IN MILLIMETERS (MM).**

1 MM WATER STAAT GELIJK AAN 1 LITER REGEN OP EEN VIERKANTE METER. MET ANDERE WOORDEN, ALS JE 1 LITER WATER OP 1 VIERKANTE METER GIET, IS DE WATERHOOGTE OP DIE VIERKANTE METER 1 MM.

Overgenomen van: Currentresults.com  
(<https://www.currentresults.com>)

- ◆ Weet jij hoeveel het regent in jouw woonplaats?
- ◆ Wat zijn de droogste maanden?
- ◆ Regent het elk jaar evenveel?

### HOE ZIET HET ECOSYSTEEM WAAR JIJ WOONT ERUIT?

- ◆ Weet je de naam van de dichtstbijzijnde rivier in jouw stad?
- ◆ Wat zijn de belangrijkste kenmerken van jouw ecosysteem? Denk aan het type vegetatie, het klimaat, het type fauna en andere elementen van de natuur die er deel van uitmaken.

# De watermolecule en zijn bijzondere eigenschappen

Alle dingen en levende wezens, ook wij mensen, zijn gemaakt van miljoenen atomen. Dat zijn deeltjes die niet kunnen worden opgedeeld, het is het kleinste onderdeel van een element.

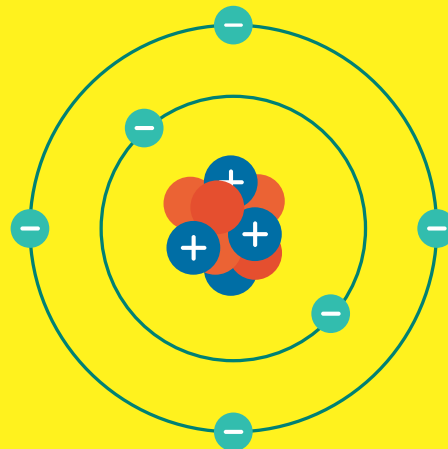
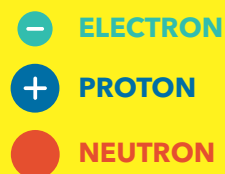
De atomen van verschillende elementen vormen samen moleculen, waarmee nieuwe stoffen of materialen worden gecreeërd. Zoals bijvoorbeeld water! Wanneer moleculen samenkomen, creëren ze complexere structuren, zoals een rots, een roos, een kat of een mens.

## Laten we beginnen met het atoom

Zie een atoom als een miniatuur zonnestelsel, bestaande uit een kern van gegroepeerde protonen en neutronen, met elektronen die eromheen draaien, net als de planeten om de zon.

- Protonen hebben een positieve lading (+).
- Elektronen hebben een negatieve lading (-).
- Neutronen hebben geen lading.

Een atoom is in balans als het hetzelfde aantal protonen en elektronen heeft, zodat de lading wordt gecompenseerd.



## Een heel bijzonder molecuul

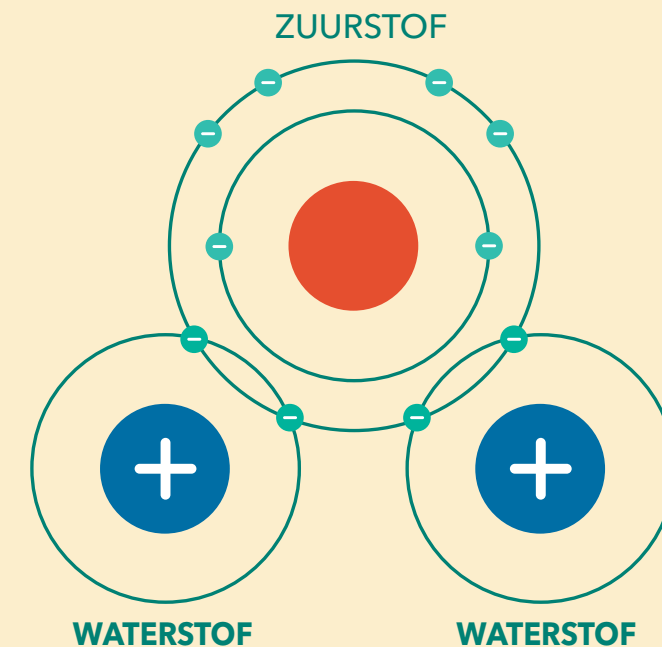
Een watermolecuul wordt gevormd door een zuurstofatoom en twee waterstofatomen.

Wanneer een molecuul wordt gevormd, delen de atomen een aantal elektronen. In het geval van water heeft de molecuul het zuurstofatoom in het midden en twee waterstofatomen aan de zijkant, elk met een baan van elektronen eromheen.

Zuurstof heeft 8 elektronen waarvan het er één deelt met elke waterstof. Op zijn beurt deelt elk waterstof één elektron met zuurstof. Het gevolg hiervan is:

- Het zuurstofatoom behoudt 6 elektronen die hij niet deelt. Zo vormt hij een gebied met negatieve lading om zich heen.
- Doordat de **waterstofatomen** hun elektronen achterlaten aan de kant van zuurstof, krijgen ze een **positieve lading**.

Om die reden zeggen we dat water een polair molecuul is. Aan de zuurstofkant heeft het een negatieve lading en aan de waterstofkant heeft het een positieve lading.

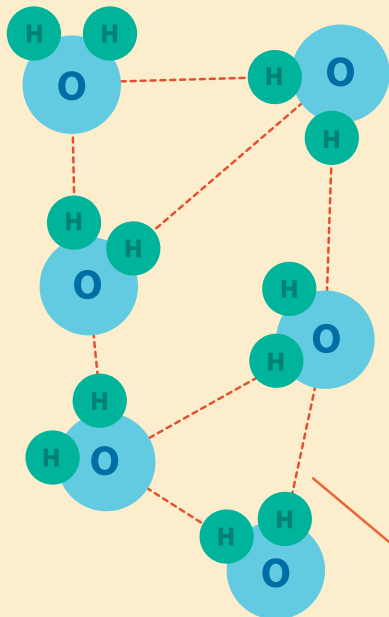


## Waterstofverbindingen

Hoe verbindt een watermolecuul zich met een andere? Door aantrekkingskracht! Een zuurstofatoom (negatief) trekt een waterstofatoom (positief) van een ander molecuul aan en werkt zo als een magneet. Zo wordt er een waterstofbrug gevormd.

Op deze manier is elke watermolecuul met de anderen verbonden door middel van waterstofbruggen.

Deze verbindingen maken water zo speciaal. Ze hebben ongekende eigenschappen die veel natuurverschijnselen mogelijk maken. Het menselijk lichaam en industriële processen zijn wat voorbeelden.



Zoals je misschien al hebt gezien, komt water in drie vormen voor: vloeibaar, gas en vast.

- Als vloeibare vorm in rivieren, meren en zeeën.
- Als gas vorm in stoom, wolken en luchtvochtigheid.
- Als vaste vorm in ijs en sneeuw.

Wanneer water van de ene vorm naar een andere overgaat, is dat omdat er waterstofbruggen worden gevormd of verbroken.

Waterstofverbindingen

### WAAROM DRIJFT IJS OP WATER?

OOK AL MAKEN WATER EN IJS DEEL UIT VAN DEZELFDE MASSA, ALS JE IJS TOEVOEGT AAN EEN GLAS WATER ZUL JE ZIEN DAT HET BLIJFT DRIJVEN. DIT GEBEURT OMDAT IJS MINDER DICHT IS, DE AFSTAND TUSSEN DE MOLECULEN IS GROTER DAN DE AFSTAND TUSSEN WATERMOLECULEN IN VLOEIBARE TOESTAND.

OMDAT IJS MINDER DICHT IS, IS HET OOK MINDER ZWAAR, DAAROM DRIJFT HET!

## Warmte capaciteit van water

Waterstofverbindingen zijn zo sterk dat het veel kracht kost om de moleculen van elkaar te scheiden. Daarom kan water een grote hoeveelheid energie opslaan in de vorm van warmte. Dat betekent dat het een hoge **warmtecapaciteit** heeft.

Als je wel eens naar het strand bent geweest, is het je vast opgevallen dat het zand erg warm is en dat het water 's middags een stuk koeler is dan het zand. In de nacht is het net andersom: het zand is kouder en het water warmer. Dit komt omdat water een grotere warmtecapaciteit heeft dan zand en er daarom langer over doet om af te koelen. In de nacht houdt het water de warmte vast die het overdag heeft verzameld.

Door zijn warmtecapaciteit is water een **uitstekende temperatuurregelaar**, zowel in ons lichaam als in de natuur.

Als we bijvoorbeeld koorts hebben, zweten we omdat ons lichaam de temperatuur verlaagt door zweet af te voeren, en dat maakt ons dorstig. Door meer

water te drinken, helpen we ons lichaam zijn temperatuur te regelen.

Hoe zit het dan met de natuur? Daar gebeurt iets soortgelijks. In droge klimaten, zoals woestijnen, is het temperatuurverschil tussen dag en nacht veel groter dan in klimaten met water.

Aan de andere kant zijn bossen altijd koeler dan open velden door de verdamping van bomen. Het water dat ze verdampen koelt de lucht, waardoor hoge temperaturen afnemen en bossen koel blijven.

### HOE BEDOEL JE, BOMEN VERDAMPEN?

BOMEN EN PLANTEN NEMEN WATER OP VIA HUN WORTELS EN VOEREN HET VERVOLGENS AF VIA HUN BLADEREN. DIT WORDT VERDAMPING GENOEMD.

DIT WATER, DAT HELPT OM DE TEMPERatuur VAN DE BOSSEN TE REGULEREN, NEEMT OOK DEEL AAN DE WATERCYCLUS, WANNEER HET VERDAMPT, GAAT HET TERUG NAAR DE ATMOSFEER EN VERANDERT HET IN WOLKEN.

## Twee krachten die water in beweging brengen

Naast de watermolecuul en waterstofverbindingen die verschillende moleculen binden, hebben wetenschappers nog andere interessante eigenschappen van water ontdekt:

- ♦ **Oppervlaktespanning:** omdat waterstofverbindingen zo sterk zijn, heeft water een hoge cohesiesterkte, wat leidt tot oppervlaktespanning. Het vormt bolvormige druppels in het water die niet makkelijk kappot gaan. Daarom kunnen kleine insecten op het water lopen.

- ♦ **Capillariteit:** het vermogen van water om tegen de zwaartekracht in op te stijgen. Dit gebeurt wanneer water zich verbindt met een ander type molecuul dat wordt aangetrokken door zijn positieve of negatieve lading. Als de kleefkracht groter is dan de cohesiekracht, kan water opstijgen door zeer dunne glazen buisjes (capillairen). Als we met een grote loep in het capillaire buisje kijken, zien we dat het wateroppervlak niet vlak maar hol is; het lijkt alsof het water aan het klimmen is.

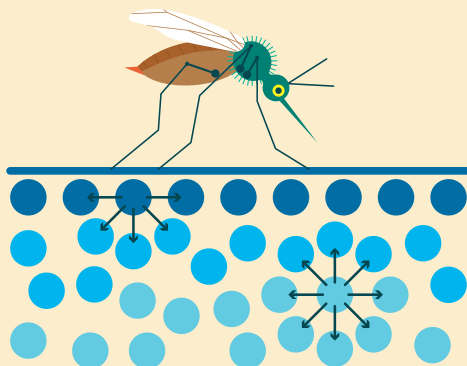
### HOE KOMT WATER BIJ DE BOOMTOPPEN?

STAMMEN EN STENGELS BESTAAN UIT HONDERDEN KLEINE CAPILLAIRE BUISJES, DIE XYLEM WORDEN GENOEMD. HIERDOOR KAN WATER OPSTIJGEN. DANKZIJ EEN DRUKVERSCHIL KAN WATER ZICH VAN DE WORTELS NAAR HET LAATSTE BLAD OP DE BOOMTOP VERPLAATSEN.

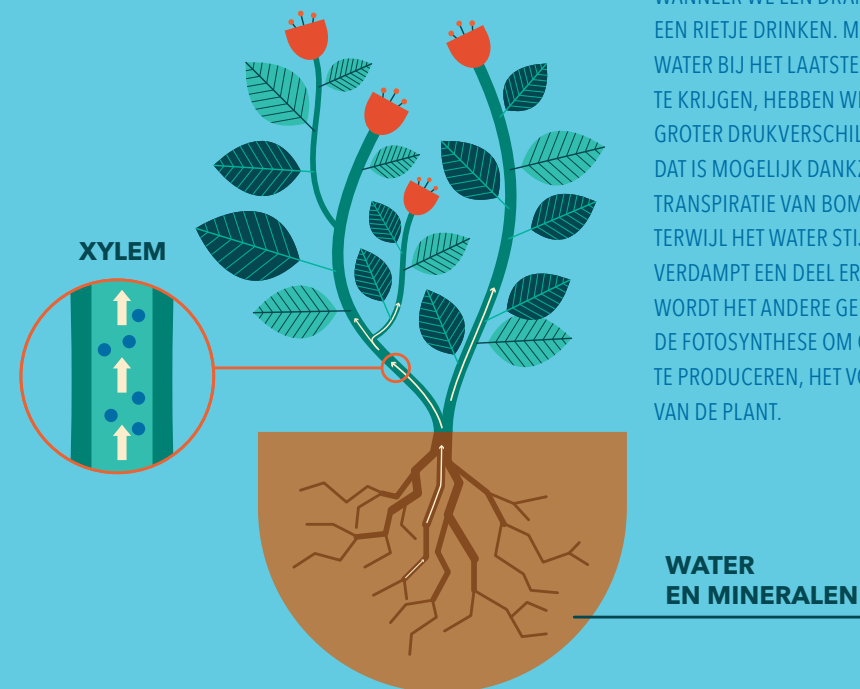
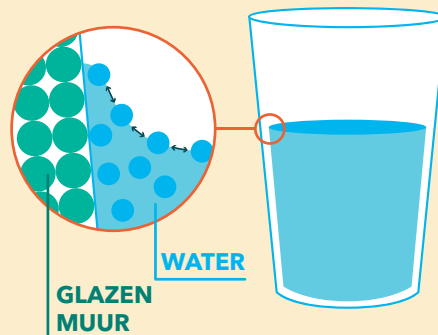
OMDAT ER MEER WATER IN DE GROND ZIT DAN IN DE PLANT, ONTSTAAT ER EEN DRUKVERSCHIL. HET WATER GAAT DOOR DE WANDEN VAN DE WORTELS EN BEGINT DAN TE STIJGEN DOOR CAPILLARITEIT, NET ALS WANNEER WE EEN DRANKJE UIT EEN RIETJE DRINKEN. MAAR OM WATER BIJ HET LAATSTE BLAD TE KRIJGEN, HEBBEN WE EEN GROTER DRUKVERSCHIL NODIG. DAT IS MOGELIJK DANKZIJ DE TRANSPIRATIE VAN BOMEN. TERWIJL HET WATER STIJGT, VERDAMPT EEN DEEL ERVAN EN WORDT HET ANDERE GEBRUIKT IN DE FOTOSYNTHESE OM GLUCOSE TE PRODUCEREN, HET VOEDSEL VAN DE PLANT.

### \* BEGRIJP DE WOORDEN

COHESIEKRACHT IS DE AANTREKKINGSKRACHT TUSSEN DEELTJES DIE ZICH NAAST ELKAAR IN HETZELFDE LICHAAM BEVINDEN. MET ANDERE WOORDEN, HET IS DE KRACHT DIE DEELTJES SAMENBINDT.



KLEEFKRACHT IS DE AANTREKKINGSKRACHT TUSSEN TWEE VERSCHILLENDE MOLECULEN. HET IS BIJVOORBEELD DE KRACHT DIE WATER AANTREKT AAN HET OPPERVLAKE VAN EEN VAT.



## Een wereld in water

Een andere geweldige eigenschap van water is dat het een grote hoeveelheid andere opgeloste stoffen kan bevatten. Het is als een groot voertuig dat veel dingen vervoert: voedingsstoffen, minerale zouten, voedsel, micro-organismen. Omdat het deze stoffen vervoert, kan het ook gevaarlijke stoffen voor het menselijk lichaam of de natuur bevatten: verontreinigende stoffen, giftige stoffen of ziekten.

Dit komt doordat het een polaire molecule is, die andere moleculen aantrekt en met veel stoffen reageert om andere te vormen of te ontbinden.

Je zult het misschien niet

geloven, maar water bevat opgeloste gassen, zoals zuurstof. We hebben het dan over hetzelfde zuurstof dat we nodig hebben om te ademen. Door het zuurstof in water is onderwaterleven zoals vissen, weekdieren, algen en micro-organismen mogelijk.

Nu begrijp je dus waarom water eigenschappen heeft dat veel verschillende processen, reacties en fenomenen in zowel ons lichaam als de natuur mogelijk maakt.

## STOF TOT NADENKEN

### HOEVEEL VARIEERT DE TEMPERATUUR IN JOUW STAD?

Italië is een van de warmste landen van Europa. In de stad Syracuse op het eiland Sicilië is de hoogste temperatuur ooit in Europa gemeten: 48,8 °C.

Reykjavik, IJsland is officieel de koudste stad in Europa. De gemiddelde temperatuur in deze stad ligt gedurende het hele jaar rond de 7 °C. Zelfs in de zomer komen de temperaturen zelden boven de 16 °C uit. Reykjavik ligt niet ver van de poolcirkel en is ook de noordelijkste hoofdstad van Europa.

- ♦ Wat is het temperatuurverschil tussen dag en nacht in jouw woonplaats?
- ♦ Wat is de hoogste temperatuur die er ooit gemeten is? In welk seizoen?
- ♦ Wat is de laagste temperatuur?

## Hoofdstuk 3

# Stedelijke watercyclus

Heb je je ooit afgevraagd waar het water dat je consumeert vandaan komt? En waar het gebruikte en geloosde water naartoe gaat? Denk aan water voor sanitaire voorzieningen.

Water legt een route af. Vanaf het moment dat we het uit de natuur halen tot op het moment dat we het gezuiverd teruggeven.

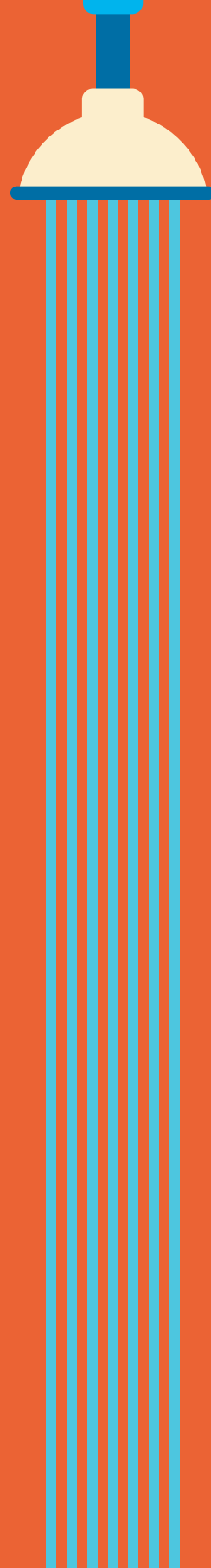
Leer meer over de stedelijke watercyclus en ontdek de kennis en werkzaamheden die dit mogelijk maken.

## Drinkbaar water

Drinkbaar water is water dat we kunnen drinken omdat het schoon en gezond is.

Dit type water heeft geen geur, smaak of kleur. Bovendien moet het vrij zijn van stoffen die onze gezondheid kunnen schaden, zoals sommige mineralen, chemische verbindingen en ziekteverwekkende micro-organismen zoals bacteriën en virussen.

Thuis bereikt het water je via een netwerk van ondergrondse leidingen en komt het uit een kraan. Nu kan je koken, de was doen, douchen en naar het toilet gaan. Maar daarvoor heeft het een lange weg afgelegd.



## Waterbronnen

De oorsprong van het water dat we consumeren ligt in de natuur. Het kan afkomstig zijn van:

- Gletsjers op hoge bergtoppen.
- Meren en vijvers.
- Aquifers (grondwater).
- Rivieren en ravijnen.

Dit zijn allemaal waterbronnen. Het opgepompte water ondergaat een zuiveringsproces waardoor het geschikt is voor consumptie.

In Europa wordt het meeste water onttrokken uit oppervlaktewater. Ongeveer 75% van de totale wateronttrekking is afkomstig uit rivieren en 25% uit grondwater.

### **BERLIJN, DUITSLAND**

Al het water dat Berlijners gebruiken voor het wassen, drinken en voor de industrie wordt geleverd door bronsystemen die rechtstreeks uit aquifers onder de stad komen.

### **MADRID, SPANJE**

Drinkwaterbedrijf Canal de Isabel II levert water aan het stad Madrid. Zij halen water uit de Sierra del Guadarrama, de bergen rondom Madrid.

### **ROME, ITALIË**

Het meer van Bracciano is een belangrijke drinkwater bron voor Rome.

### **WARSAW, POLEN**

Warsaw wordt voornamelijk voorzien door oppervlaktewater uit de rivier de Wisla en het Zegrze Reservoir. Het overige deel is afkomstig uit grondwaterbronnen.



## KUN JE DRINKWATER UIT DE ZEE HALEN?

JA, DAT KAN! ZOUT WATER KAN OOK EEN BRON VAN DRINKWATER ZIJN. VOORAL OP SOMMIGE PLAATSEN WAAR GEEN DRINKWATER BESCHIKBAAR IS VOOR DE BEVOLKING, IS HET NODIG OM WATER UIT DE OCEANEN TE GEBRUIKEN.

WE GEBRUIKEN EEN SPECIALE BEHANDELING DIE **OMGEKEERDE OSMOSE** HEET, WAARMEE ZOUT WORDT VERWIJDERD EN HET ZEEWATER DRINKBAAR WORDT.

## Van de waterbron tot jouw huis

De weg die water aflegt van de natuur tot aan het moment dat je het drinkt is lang en complex. De professionals en beheerders die dit mogelijk maken hebben veel kennis en toewijding. Daarnaast zijn er wetten en gezondheidsnormen waaraan drinkwater moet voldoen. Leer meer over de stappen:

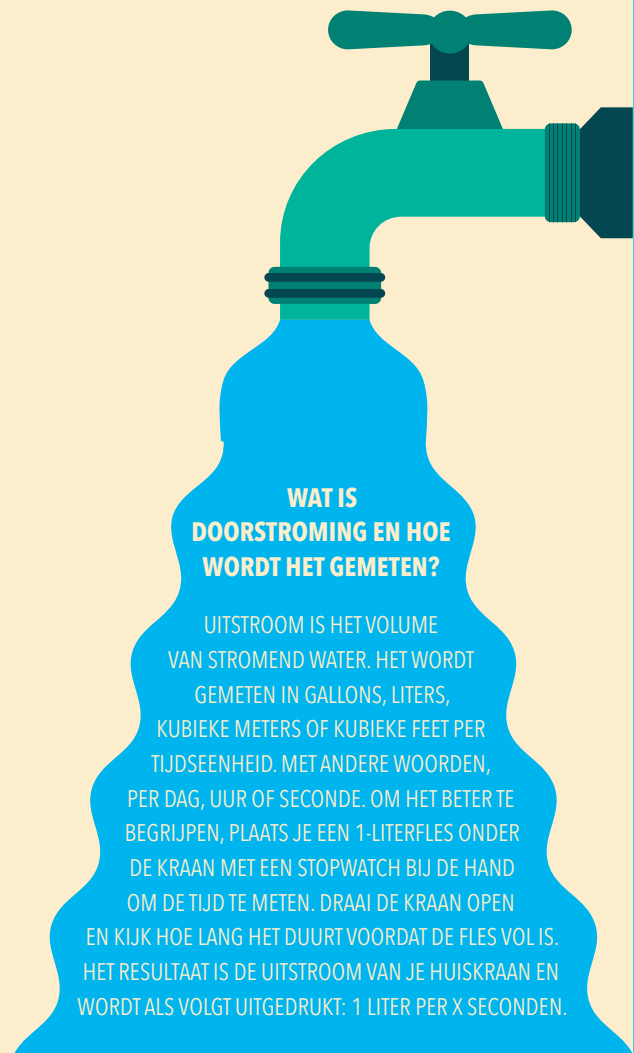
### INNAME RUW WATER

Het is de eerste stap van de stedelijke watercyclus: water uit de natuur naar een drinkwaterzuiveringsinstallatie brengen.

Om water te verplaatsen, hebben we pompen nodig.

Bij het uitvoeren van dit proces moeten er monitoringstations zijn om de waterkwaliteit en aspecten zoals troebelheid, geleidbaarheid, temperatuur en pH te evalueren. Met deze informatie weten we of en hoe het water behandeld moet worden om er drinkwater van te maken.

Het is ook belangrijk om de afvoer van water uit de natuur te controleren.



### WAT IS DOORSTROMING EN HOE WORDT HET GEMETEN?

UITSTROOM IS HET VOLUME VAN STROMEND WATER. HET WORDT GEMETEN IN GALLONS, LITERS, KUBIEKE METERS OF KUBIEKE FEET PER TIJDSEENHEID. MET ANDERE WOORDEN, PER DAG, UUR OF SECONDE. OM HET BETER TE BEGRIJPEN, PLAATS JE EEN 1-LITERFLES ONDER DE KRAAN MET EEN STOPWATCH BIJ DE HAND OM DE TIJD TE METEN. DRAAI DE KRAAN OPEN EN KIJK HOE LANG HET DUURT VOORDAT DE FLES VOL IS. HET RESULTAAT IS DE UITSTROOM VAN JE HUISKRAAN EN WORDT ALS VOLGT UITGEDRUKT: 1 LITER PER X SECONDEN.

### \* BEGRIJP DE WOORDEN

TROEBELHEID HEEFT TE MAKEN MET DE DOORZICHTIGHEID VAN WATER. ALS ER DEELTJES IN ZWEVEN DIE GEEN LICHT DOORLATEN, ZEGGEN WE DAT HET TROEBEL IS.

GELEIDBAARHEID IS HET VERMOGEN VAN WATER OM ELEKTRICITEIT TE GELEIDEN, WAT EEN INDICATIE IS VAN HET SOORT STOFFEN DAT ERIN IS OPGELOST.

PH IS EEN MAAT DIE BEPAALT OF WATER TE ZUUR IS (ZOALS CITROENSAP).

## WATERZUIVERINGSINSTALLATIE

Wanneer het water de zuiveringsinstallatie bereikt, ondergaat het verschillende processen om het te reinigen en te zuiveren.

### Voorbehandeling



Grote vaste stoffen, zoals stokken, stenen en zand, worden verwijderd. Eerst gaat het water door zeven waarin deze materialen vast komen te zitten. Vervolgens laten we het water heel even met rust, waardoor het zand (wat zwaarder is dan water) naar de bodem kan zakken.

### Coagulatie



In dit proces worden kleinere vaste stoffen verwijderd. Hiervoor worden chemische verbindingen (coagulanten) toegevoegd die ervoor zorgen dat de vaste stoffen aan elkaar hechten, hierdoor worden ze groter en zwaarder waardoor ze naar beneden zinken.

### Sedimentatie



Het water zit voor een bepaalde tijd in een tank, zodat de samenklontering van vaste deeltjes naar de bodem kan zakken.

### Filtratie



Het water gaat door zand- en antracietfilters die helpen bij het verwijderen van de kleinste vaste deeltjes die tijdens de vorige stap niet zijn verwijderd.

### Desinfectie

Chemische middelen, zoals chloor, ozon, of ultraviolet licht worden gebruikt om pathogene micro-organismen te elimineren die ziekten kunnen veroorzaken bij mensen.

Tijdens dit proces wordt er gezorgd dat de waterkwaliteit voldoet aan wet- en regelgeving. Sensoren worden gebruikt om onder andere de pH en de temperatuur te meten.

## Opslag en distributie

Als het water gezuiverd is, wordt het drinkwater opgeslagen in grote tanks. Er wordt nog wat chloor toegevoegd om ervoor te zorgen dat micro-organismen niet teruggroeien in de distributieleidingen.

Het distributienetwerk bestaat uit kilometerslange leidingen die onder steden, straten, gebouwen en huizen lopen en functioneren als slagaders die water naar elke uithoek van een land transporteren.

Deze netwerken, onzichtbaar voor ons, zijn erg belangrijk en moeten worden beschermd tegen schade en filtratie zodat de waterkwaliteit en -distributie niet wordt aangetast. Hoe ouder de stad, hoe ouder het distributienetwerk; sommige zijn meer dan 100 jaar oud!

Gemiddeld verliezen steden 30% van het water in productie-installaties door gebreken in het netwerk. Om dit te voorkomen moeten bedrijven die drinkbaar water produceren en leveren voortdurend de toestand van de

leidingen in de gaten houden met elektrische sensoren die drukverschillen detecteren. Met deze instrumenten kunnen ze beoordelen of het water aan kracht heeft ingeboet of dat er sprake is van vervuiling.

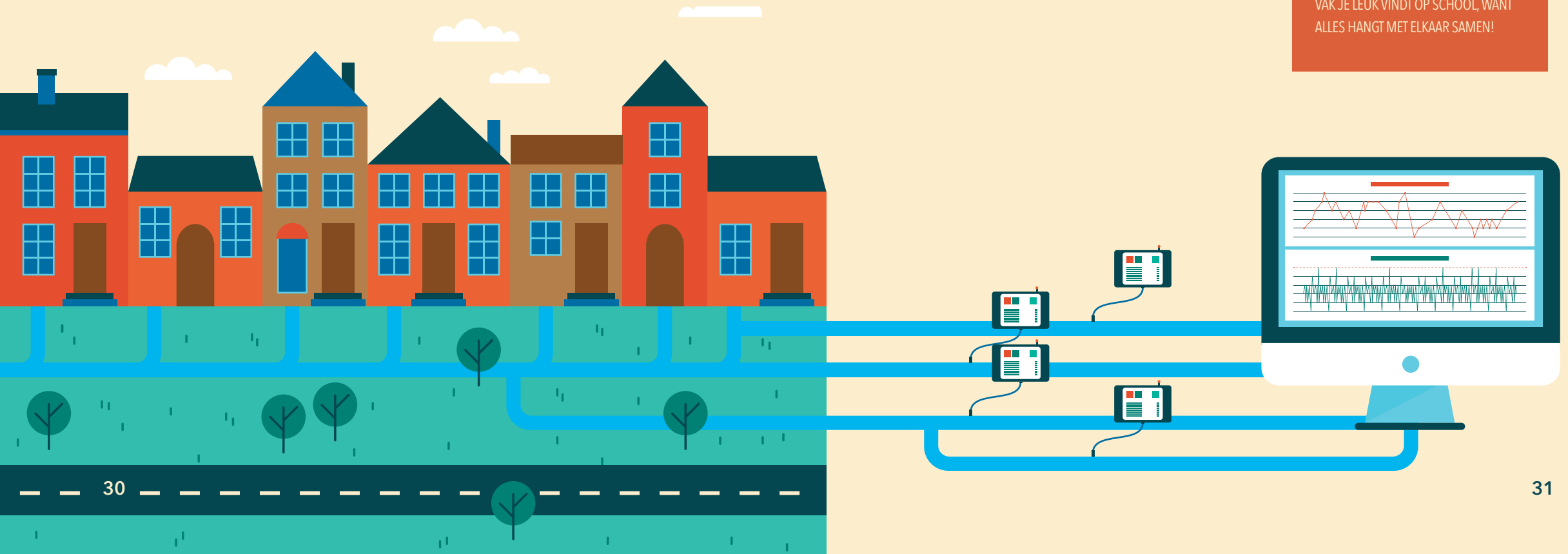
Zo komt er schoon drinkbaar water in je huis.

### WIE WERKT ER IN DE WATERZUIVERING?

OM WATER TE PRODUCEREN EN DE KWALITEIT ERVAN TE GARANDEREN, HEBBEN WE EEN GROOT TEAM VAN TECHNICI EN MECHANISCHE, ELEKTRISCHE EN CHEMISCHE INGENIEURS NODIG.

ELKE TECHNICUS HEEFT EEN SPECIFIEKE ROL: DE WATERKWALITEIT GARANDEREN, MECHANISCHE APPARATUUR BEDIENEN, MOTOREN CONTROLEREN EN DE VERBINDINGEN CONTROLEREN. ZE WERKEN ALLEMAAL ALS EEN TEAM.

JE KUNT OOK EEN WATERPROFESSIONAL WORDEN. HET MAAKT NIET UIT WELK VAK JE LEUK VINDT OP SCHOOL, WANT ALLES HANGT MET ELKAAR SAMEN!



## En na gebruik... waar gaat het water heen?

Afvalwater is wat overblijft na basisactiviteiten van mensen, zoals persoonlijke hygiëne, koken en toiletten.

Over het algemeen bevat afvalwater voornamelijk organische vervuiling, zoals voedselresten, zeep, uitwerpselen, huishoudelijke schoonmaakmiddelen en andere stoffen. Soms wordt het echter gemengd met vloeibaar afval van industrieën.

Als afvalwater in rivieren, meren en zeeën wordt geloosd, kan dit ernstige problemen veroorzaken in de natuur. De vervuiling neemt alle zuurstof uit het water op, waardoor vissen en algen geen lucht meer krijgen en overlijden.

### \* BEGRIJP DE WOORDEN

EEN INDUSTRIE IS EEN PLEK WAAR DINGEN ALS SCHOENEN, VOEDSEL, TELEVISIES EN SPEELGOED WORDEN GEMAAKT. VOOR ALLES WAT GEMAAKT WORDT, IS WATER NODIG EN ALS WATER WORDT GEBRUIKT, WORDT HET VERVUILD.

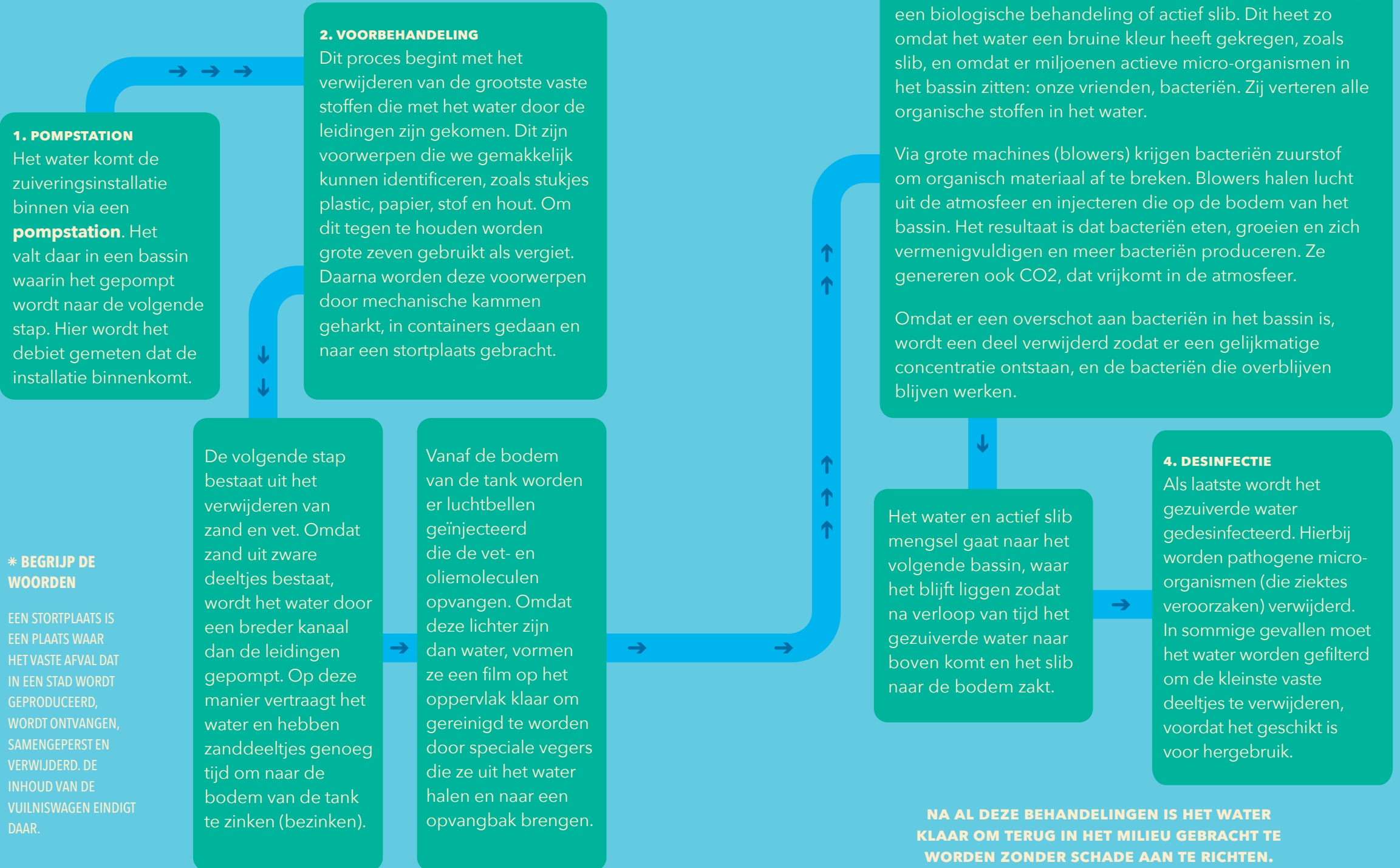
In elk huis, appartement, winkelcentrum, restaurant, casino, enzovoort, wordt vuil water afgevoerd via het toilet, de gootsteen of de vaatwasser. In de meeste steden voert een netwerk van ondergrondse leidingen dit water af naar een zuiveringsinstallatie.

Afhankelijk van de grootte van de stad kan dit netwerk meerdere kilometers afleggen van de wijken naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie.

### WAT GEBEURT ER MET INDUSTRIEEL AFVALWATER?

DE ACTIVITEIT VAN INDUSTRIEËN KAN LEIDEN TOT VLOEIBAAR AFVAL MET VERSCHILLENDE VERONTREINIGINGSNIVEAUS. ALS DE SAMENSTELLING VERGELIJKBAAR IS MET HUISHOUELIJK AFVALWATER, KUNNEN DE INDUSTRIEËN HET AFVALWATER AFVOEREN NAAR HET STADSNETWERK. ALS HET VERVUILD IS MET ELEMENTEN DIE MOEILIJKER TE BEHANDELEN ZIJN, MOETEN ZE HUN EIGEN BEHANDELINGSSYSTEEM GEBRUIKEN.

## Afvalwaterzuiveringsinstallatie: een grote filter



### \* BEGRIJP DE WOORDEN

EEN STORTPLAATS IS EEN PLAATS WAAR HET VASTE AFVAL DAT IN EEN STAD WORDT GEPRODUCEERD, WORDT ONTVANGEN, SAMENGEPERST EN VERWIJDERD. DE INHOUD VAN DE VUILNISWAGEN EINDIGT DAAR.

## Dit is de stedelijke watercyclus

Tot nu toe hebben we naar de stedelijke watercyclus gekeken, of wanneer mensen water uit de natuur halen, het gebruiken en het dan veilig en verantwoord terugbrengen.



### KUNNEN WE GEZUIVERD WATER HERGEBRUIKEN?

NATUURLIJK KAN DAT. AFHANKELIJK VAN DE KWALITEIT VAN HET WATER AAN HET EINDE VAN DE BEHANDELING, KAN HET WORDEN HERGEBRUIKT OM BEPAALDE GEWASSEN TE IRRIGEREN, DE WAS TE DOEN, SCHOON TE MAKEN, NAAST ANDERE ACTIVITEITEN. HERGEBRUIK VAN WATER HELPT ONS HET VERBRUIK VAN WATER UIT DE NATUUR TE VERMINDEREN.

In een watergebied vind je evenveel watercycli als er steden in voorkomen. Het belangrijkste is om de natuurlijke cyclus te beschermen en overmatige onttrekking aan het watergebied te voorkomen, omdat dit gevolgen heeft voor steden, ecosystemen, flora en fauna.

## STOF TOT NADENKEN

### WAT IS AFVALWATER? HOE ZIET HET ERUIT?

Voer dit experiment uit om te begrijpen wat afvalwater is:

#### MATERIALEN

- ♦ 1 plastic fles van een liter of meer
- ♦ 2 lepels olie
- ♦ 1 lepel shampoo
- ♦ 1 stuk zeep
- ♦ 3 lepels azijn
- ♦ Stukjes brood
- ♦ 1 handvol zand
- ♦ Wat aardappelschillen en andere groenten in kleine stukjes.

#### STAPPEN

1. Neem de waterfles en vul hem tot de helft.
2. Doe de olie, shampoo, zeep en azijn in de fles. Doe de dop erop en schud een beetje, zodat het gemengd wordt.
3. Voeg de stukjes brood en schillen van aardappels of andere groenten die je hebt verzameld toe.
4. Voeg het zand toe, dek het af en schud opnieuw.
5. Bekijk de fles en beschrijf: welke kleur heeft het water nu?
6. Laat het een paar dagen staan en kijk of er verandering is.

Wat je hebt gemaakt is een monster van afvalwater.

Kun je een manier bedenken om de verontreinigingen van het water te scheiden en te verwijderen, zodat het weer transparant wordt? Stel een manier voor om dit te doen door toe te passen wat je in dit hoofdstuk hebt geleerd.

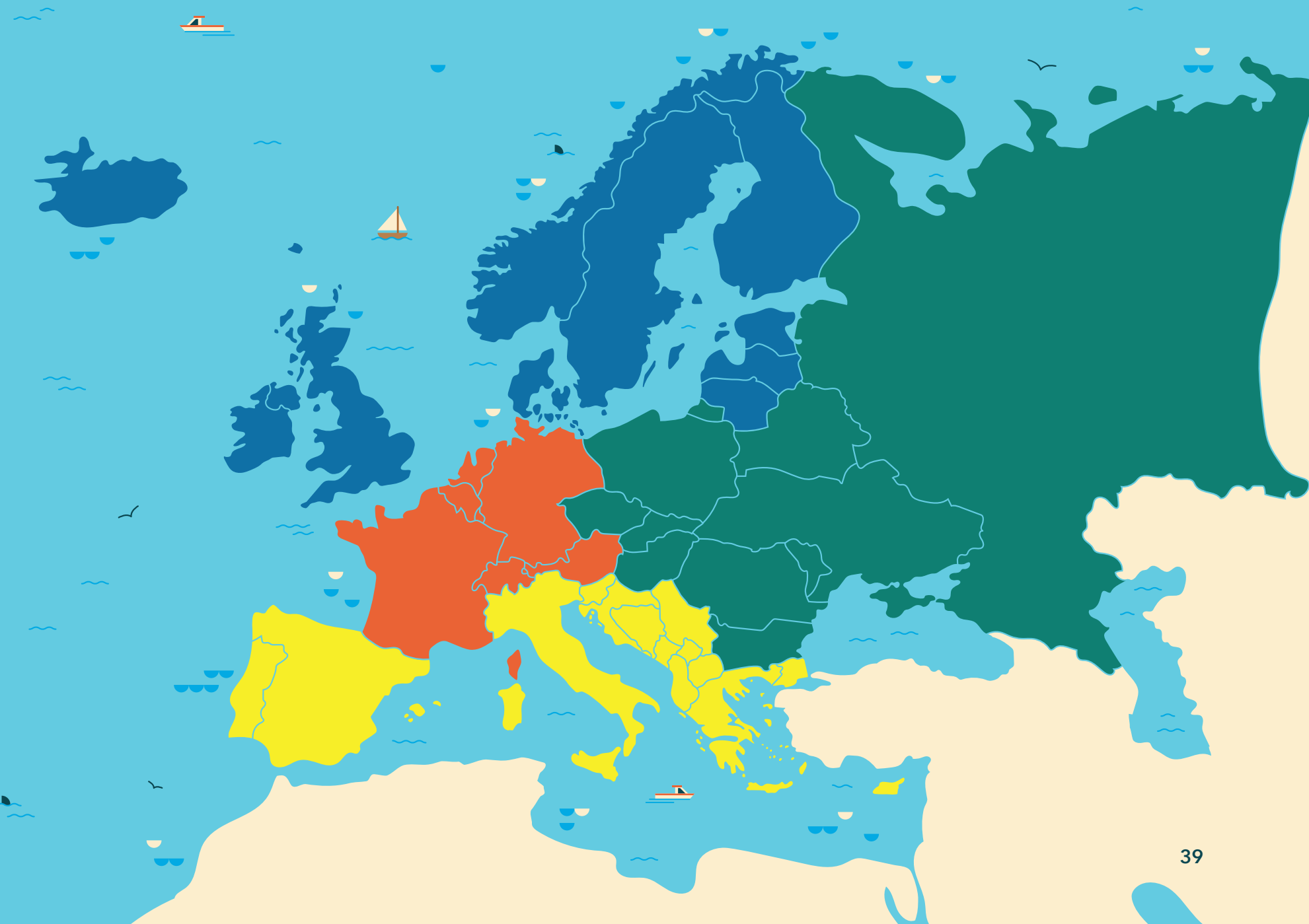
## Hoofdstuk 4

# Water in Europa

Europa is in omvang het kleinste continent van de wereld maar het op twee na grootste qua bevolking. Ongeveer 10% van de wereldbevolking woont in Europa. Het oppervlak van het Europese continent beslaat 50 landen en er worden 200 verschillende talen gesproken. De meest gesproken taal in Europa is Engels, 38% van de Europese bevolking beheerst deze taal dan ook. Europa grenst in het noorden aan de Noordelijke IJszee, in het westen aan de Atlantische Oceaan en in het zuiden aan de Middellandse Zee.

In Europa wonen 748 miljoen mensen, waarvan 70% in de steden en 30% op het platteland. Waar halen zij water vandaan? Welk waarde hechten ze eraan?

- OOST EUROPA
- NOORD EUROPA
- ZUID EUROPA
- WEST EUROPA



## Heel veel water!

Europa beslaat 2% van het aardoppervlak en is daarmee het op één na kleinste continent, maar staat op de 3e plaats qua wereldbevolking.

15,5% van al het zoetwater van onze aarde bevindt zich in Europa. Dit zijn meren, rivieren, waterhoudende- en afvoerende aardlagen en ijs.

De totale lengte van Europa's drinkwaternetwerk bedraagt 4,3 miljoen km aan leidingen. Dit komt overeen met 11 keer de afstand van de aarde tot de maan.

Een gemiddelde Europeaan verbruikt gemiddeld 100 liter water per dag. Dit komt neer op een totaalverbruik van meer dan 33,2 miljard m<sup>3</sup>/jaar.  
**Dat is heel veel WATER!!**

Europa heeft veel schoonwaterbronnen. In de meeste Europese landen kunnen mensen kraanwater drinken. Toch heeft ongeveer 30% van de Europese bevolking last van waterstress. Dit zal naar verwachting niet beter worden, omdat klimaatveranderingen de frequentie, omvang en impact van droogtes doet toenemen.

Europa zal de veerkracht van zijn ecosystemen moeten versterken en water efficiënter gebruiken om de gevolgen van waterstress voor mens en milieu te beperken.



### \* BEGRIJP DE WOORDEN

WATERSTRESS IS EEN SITUATIE WAARIN ER NIET GENOEG WATER VAN VOLDOENDE KWALITEIT IS OM AAN DE VRAAG VAN MENS EN MILIEU TE VOLDOEN. DROOGTES EN WATERSCHAARSTE ZIJN NIET LANGER ZELDZAME OF EXTREME GEBEURTENISSEN IN EUROPA. ONGEVEER 20% VAN HET EUROPESE GRONDGEBIED EN 30% VAN DE EUROPEANEN HEBBEN IN EEN GEMIDDELD JAAR TE MAKEN MET WATERSTRESS.

KLIMAATVERANDERING IS DE VOORTDURENDE STIJGING VAN DE GEMIDDELTE TEMPERATUUR OP AARDE. DE GEVOLGEN HIERVAN ZIJN VOORAL ZORGWEKKEND VOOR ZUID- EN ZUIDWEST-EUROPA, WAAR DE RIVIERSTROMEN IN DE ZOMER MET WEL 40% KUNNEN AFNEMEN BIJ EEN TEMPERATUURSTIJGING VAN 3°C.

## Waterbronnen in Europa

Ongeveer 75% van al het water dat jaarlijks in Europa wordt gewonnen - en 40% van al het drinkwater - is afkomstig van oppervlaktewater.

Per land verschilt welke vorm van oppervlaktewater er wordt gewonnen, denk aan water uit rivieren, meren en stuwmeren.

Sommige landen, zoals Oostenrijk en Denemarken, zijn voor hun drinkwater volledig afhankelijk van grondwater. Griekenland, Ierland en het Verenigd Koninkrijk zijn juist voor het grootste deel van hun drinkwater aangewezen op oppervlaktewater.

Europa telt 115.000 rivieren, met een totale lengte van ongeveer 1,2 miljoen kilometer. Er zijn 26.000 meren.

Slechts 70 Europese rivieren hebben een stroomgebied dat groter is dan 10.000 vierkante kilometer. De 31 grootste rivieren van Europa hebben een stroomgebied van meer dan 50.000 vierkante kilometer en draineren ongeveer tweederde van het continent. De Donau strekt zich uit over 16 landen in Centraal-Europa en de Balkan. Andere grote rivieren monden uit in de Noordzee, de Atlantische Oceaan en de Middellandse Zee.

Bijna overal in Europa zijn kleinere rivieren aanwezig, maar vooral in het Verenigd Koninkrijk, Italië en de Scandinavische landen. Het Verenigd Koninkrijk heeft bijvoorbeeld bijna 1.500 rivieren met meer dan 200.000 kilometer aan waterstromen.



Deze rivieren zijn kenmerkend kort, ondiep en beïnvloed door de mens. Daarom zijn Britse rivieren bijzonder gevoelig voor veranderingen als gevolg van klimaatveranderingen.

Historisch gezien zijn veel Europese steden gebouwd rond rivieren en meren. Deze watermassa's vormden niet alleen een bron van zoet water, maar werden ook gebruikt om mensen en goederen te transporteren.

## Een beknopte geschiedenis van water

Water is leven - en het leven op aarde is verbonden met water. Ons bestaan is op vele manieren afhankelijk van water, of het gebrek eraan. Je zou kunnen zeggen dat onze hele beschaving is gebouwd op het gebruik van water.

De eerste steden in Europa ontstonden tussen 500 v. Chr. - 500 n. Chr. rond het Middellandse zeegebied. De meest stedelijke gebieden waren het oostelijke Middellandse zeegebied, het Apennijnse schiereiland (het huidige Italië) en het zuidelijke deel van het Iberisch schiereiland, waarvan de meeste gebieden een vrij bescheiden regenval kenden.

De kwaliteit van het water werd onderzocht aan de hand van zintuigen: smaak, geur, uiterlijk en temperatuur. Er werd ook gekeken naar de gezondheid van mensen en dieren die de betreffende waterbron gebruikten. In de oudheid werd smaakloos, reukloos, kleurloos en koel water als het beste beschouwd. Stilstaand of moerassig water werd vermeden. De oude Grieken en Romeinen waren zich ook bewust van de gevaren van water dat afkomstig was van heuvels en bergen waar mijnbouw werd bedreven.

### HOE VERBETERDE MENSEN VROEGER DE KWALITEIT VAN HET WATER?

BEZINKBAKKEN, ZEVEN, FILTEREN EN HET KOKEN VAN WATER WAREN METHODEN DIE IN DE OUDHEID WERDEN GEBRUIKT ALS WATER NIET AAN DE KWALITEITSEISEN VOLDEED. HET KOKEN VAN WATER WERD ALGEMEEN AANBEVOLEN DOOR DE MEDISCHE DESKUNDIGEN. DAT ZOU BIOLOGISCHE RISICO'S VAN KWALITATIEF SLECHT WATER HEBBEN VERMINDERD. HET WAS ECOLOGISCH EN ECONOMISCH NIET HAALBAAR DIT UITGEBREID TOE TE PASSEN, AANGEZIEN ROND DE MIDDELLANDSE ZEE BRANDHOUT EN ANDERE BRANDBARE STOFFEN VROEG OF LAAT SCHAARS ZOU DEN WORDEN



## Hoe werd water vroeger vervoerd?

\*Het Romeinse aquaduct was een manier om vers water naar bewoonde gebieden te vervoeren. Aquaducten waren een verbazingwekkend staaltje ingenieurswerk voor die tijd. Hoewel eerdere beschavingen in Egypte en India ook aquaducten bouwden, verbeterden de Romeinen de structuur en bouwden een uitgebreid en complex netwerk over hun hele grondgebied. Er staan nog aquaducten in delen van Frankrijk, Spanje, Griekenland, Italië en Turkije.

Aquaducten vereisten veel planningswerk. Ze bestonden uit een reeks buizen, tunnels, kanalen en bruggen. Dankzij de zwaartekracht en de natuurlijke helling van het land konden aquaducten water van een zoetwaterbron, zoals een meer, naar een stad transporteren. Eenmaal in de stad werd het water gebruikt om te drinken, voor irrigatie en om honderden openbare fontein en baden van water te voorzien.

Romeinse aquaducten werden gebouwd over een periode van ongeveer 500 jaar, van 312 voor Christus tot 226 na Christus. Zowel publieken als private geldschieters betaalden voor de bouw ervan. Aquaducten werden vaak gebouwd door hooggeplaatste machthebbers, waaronder de Romeinse keizers Augustus, Caligula en Trajanus.

Misschien zijn de ronde bogen van het Romeinse aquaduct wel het meest herkenbaar. Een aantal hiervan is nog terug te vinden in Europese valleien.

Deze bruggen vormden echter maar een klein deel van de honderden kilometers aan waterleidingstelsels in het hele rijk. De hoofdstad Rome alleen al had zo'n 11 aquaducten die zoet water aanvoerden uit bronnen die soms wel 92 kilometer verderop lagen. Ondanks hun leeftijd functioneren sommige aquaducten nog steeds en leveren ze water aan het moderne Rome. De Aqua Virgo, een aquaduct gebouwd door Agrippa in 19 voor Christus tijdens het bewind van Augustus, levert nog steeds water aan de beroemde Trevifontein in het hart van de stad.

### \* BEGRIJP DE WOORDEN

HET ROMEINSE AQUADUCT levert vers, schoon water voor baden, fontein en drinkwater voor burgers.

## Watergebruik

Water dat in grote hoeveelheden wordt gebruikt, is altijd beschouwd als een essentieel onderdeel van de geciviliseerde leefwijze in verschillende tijden. Romeinse baden hadden veel water nodig, net als in ons huidige leven met toiletten en douches. Waterverbruik stijgt vooral wanneer het niet op de juiste manier in rekening wordt gebracht. Het is aangetoond dat zodra water en afvalwater in rekening worden gebracht op basis van de werkelijke kosten, de verspilling significant afneemt. Hoewel op wereldschaal het grootste deel van water wordt gebruikt voor

irrigatie, is de hoogste prioriteit de bevolking te voorzien van schoon drinkwater.

Door de geschiedenis heen zijn er verschillende oplossingen geweest om een ruime hoeveelheid water te garanderen voor mensen en hun nederzettingen. Inheemse volkeren zijn zeer ingenieus geweest in het winnen van hun water. Ze beschouwden water als een cruciaal en vaak heilig element. Uiteindelijk is de beschikbaarheid van voldoende water één van de belangrijkste factoren geweest voor de ontwikkeling van een samenleving.

## Toekomstige wateruitdagingen

Vandaag de dag is er een wereldwijd tekort aan drinkwater. Bij het maken van essentiële beslissingen op het gebied van watervoorziening en riolering moet men ook bereid zijn om grote investeringen te doen. Waterdiensten die zich nu op een hoog operationeel niveau bevinden, zijn niet eenvoudig of zonder enorme inzet en investeringen gerealiseerd.

Hoe goed de watervoorziening en riolering in een samenleving is, hangt af van een goed beleid en het vermogen van waterbedrijven om verantwoordelijkheid te nemen. Er zijn situaties waarin de watervoorzieningen vroeger beter waren dan nu. Er zijn beslissingen genomen over water- en sanitaire systemen, zoals het toilet als culturele noodzakelijkheid, die door padafhankelijkheid beperkte

toekomstige opties hebben beperkt. Er zijn ook situaties geweest waarin de keuze voor een technologie als problematisch werd beschouwd, maar toch gekozen werd. Loden pijpen werden bijvoorbeeld in de oudheid als gevaarlijk voor de gezondheid beschouwd, maar werden desondanks tot voor kort nog steeds in huizen gebruikt.

Systemen voor watervoorziening en sanitatie hebben voortdurend onderhoud nodig. Dit was al duidelijk bij het Romeinse aquaduct: kalkaanslag die zich in de leidingen vormde, moest toen al worden verwijderd omdat anders de watertoevoer zou stoppen. Hetzelfde geldt voor moderne systemen: ze moeten onderhouden worden om goed te functioneren.

### STOF TOT NADENKEN

#### HEEFT IEDEREEN TOEGANG TOT WATER IN JOUW STAD?

Hoewel de meeste mensen in de EU goede toegang hebben tot drinkwater van goede kwaliteit, zal de waterschaarste naar verwachting toenemen naarmate ons klimaat veranderd. Regio's in heel Europa hebben nu al te maken met de ernstige gevolgen van langere perioden van droogte en veranderingen in weerpatronen. Denk bijvoorbeeld aan de intensiteit van regenval en stormen, als direct gevolg van de klimaatverandering.

- ♦ Weet jij of iedereen in jouw stad toegang heeft tot water?
- ♦ Welke oplossingen kan jij bedenken zodat iedereen toegang heeft tot schoon drinkwater?
- ♦ Hoe kunnen we waterschaarste helpen oplossen? Bedenk iets wat jij zou kunnen doen en iets wat de overheid zou moeten doen.

# Duurzaamheid, de grote uitdaging

Duurzaamheid moet een collectieve zorg zijn. Het betekent verantwoord omgaan met grondstoffen zonder ze uit te putten of hun vernieuwingscapaciteit te overschrijden zodat toekomstige generaties erop kunnen blijven rekenen.

Denk jij dat dit mogelijk is? Wat kunnen we doen om het te bereiken?



## Doelen voor een duurzame wereld

Veel mensen in deze wereld maken zich zorgen over duurzaamheid en de toekomst van de aarde. Een van de belangrijkste organisaties die momenteel bestaat en zich inzet voor het welzijn van alle landen zijn de Verenigde Naties (VN). Deze organisatie heeft 17 doelen voor duurzame ontwikkeling opgesteld. Bekijk ze op de volgende pagina en let op wat ze beogen.

Deze doelen zijn een verbintenis en streven naar een ontwikkeling waar iedereen de mogelijkheden heeft om gezond te leven en met hun werk een bijdrage te leveren. Tegelijkertijd moet het milieu worden beschermd.

Landen, bedrijven en mensen moeten zich verbinden en samenwerken om van deze wereld een betere te maken. Dit doen we voor de gehele bevolking. Met andere woorden, we doen het voor onszelf.

### \*BEGRIJP DE WOORDEN

DUURZAAMHEID EN DUURZAAM ZIJN SYNONIEMEN. BEIDE WOORDEN VERWIJZEN NAAR HET IDEE OM IETS IN STAND TE HOUDEN, TE BEWAREN. DAAROM ZUL JE ZIEN DAT WE OP SOMMIGE PLAATSEN DE TERM DUURZAAMHEID GEBRUIKEN EN OP ANDERE PLAATSEN DUURZAAM. BEIDE UITDRUKKINGEN WORDEN GEBRUIKT OM TE VERWIJZEN NAAR DE NOODZAAK OM NATUURLIJKE BRONNEN VOOR EEN LANGE TIJD TE BEHOUDEN, ZONDER ZE UIT TE PUTTEN OF HET MILIEU TE SCHADEN.

## Doelen voor duurzame ontwikkeling



### HEB JE DOELSTELLING NUMMER 6 GEZIEN?



Schoon water en sanitatie. Dit betekent het garanderen van de beschikbaarheid van het water, het duurzame beheer daarvan en sanitaire voorzieningen voor iedereen.

- ◆ Duurzaam gebruik van water is de juiste hoeveelheid gebruiken zonder verspilling en het teruggeven aan de natuur zonder dat het vervuild is.
- ◆ Waterzuivering betekent dat mensen toegang hebben tot veilig drinkwater en dat afvalwater wordt behandeld voordat het weer in de natuur wordt geloosd of opnieuw wordt gebruikt.

We weten nu dat we elke dag water nodig hebben voor alle activiteiten die wij doen.

Zonder water kunnen we niet leven. De grootste uitdaging is om te zorgen dat water altijd beschikbaar is en altijd van uitstekende kwaliteit is voor iedereen. Niet alleen nu maar ook in de toekomst

## Kwaliteit en kwantiteit

**Twee actuele problemen met water zijn schaarste en vervuiling. Dat betekent dat er niet altijd voldoende water beschikbaar is om in onze behoeften te voorzien. Of als er wel voldoende water beschikbaar is, dan is het niet veilig. Hoe komt dit eigenlijk?**

Hoe komt het dat er niet genoeg water is in gebieden waar dat vroeger wel was?

- ♦ **Klimaatverandering.** Dit uit zich op dit moment in twee vormen. Afnamen van neerslag (wat droogte veroorzaakt) of juist het omgekeerde, een toename van neerslag (wat overstromingen veroorzaakt).
- ♦ **Het niet optimaal inzetten van beschikbaar water.** Denk bijvoorbeeld aan water dat tijdens een droge periode wordt gebruikt voor irrigatie. Dat water kan niet meer worden gebruikt als drinkwater.
- ♦ **Ontbossing van gebieden rondom rivieren en meren.** De wortels van inheemse bomen en struiken houden de grond rondom water bijelkaar. Als deze gekapt worden en het regent, kunnen de wortels die daar voorheen zaten, de bodem niet meer bijelkaar houden. De bodem spoelt dan als het ware met de regen mee de rivieren in.

### \* BEGRIJP DE WOORDEN

INHEEMSE BOMEN EN PLANTEN ZIJN BOMEN EN PLANTEN DIE GROEIEN IN HUN GEBIED VAN HERKOMST. ZE ZIJN DUS INHEEMS IN HET ECOSYSTEEM VAN DAT GEBIED. EEN UITHEEMSE BOOM DAARENTEGEN IS AFKOMSTIG UIT EEN ANDER GEBIED, WAT BETEKENT DAT IEMAND DE TEELT ERVAN IN DIE REGIO HEEFT GEÏNTRODUCERD. VOORBEELD: CACAO IS INHEEMS UIT TROPISCHE GEBIEDEN IN LATIJNS-AMERIKA. SINAASAPPELBOMEN WERDEN INGEVOERD DOOR SPANSE VEROVERAARS, DIE DEZE BOMEN HADDEN MEEGENOMEN UIT INDIA, WAAR SINAASAPPELBOMEN INHEEMS ZIJN.



### WAAROM IS DE WATERKWALITEIT NIET ALTIJD VEILIG?

- ♦ Vaak ontstaat dit door natuurlijke oorzaak. Bijvoorbeeld bij een vulkaanuitbarsting komen as en mineralen in het water waardoor het water vervuild raakt. Ook bij zware regenval stroomt modderige en vaak ook vervuilde aarde de rivieren in. Daarnaast kan hooggeminaliseerd grondwater ook een gezondheidsrisico opleveren.
- ♦ De waterkwaliteit wordt ook beïnvloed door menselijk toedoen. Dit komt vooral door huishoudelijke, landbouw en industriële activiteiten die onder andere voedselafval, uitwerpselen en urine, ziekteverwekkende micro-organismen, chemische stoffen, landbouwemeststoffen en pesticiden achterlaten.

Wanneer dit soort dingen gebeuren, veranderen de eigenschappen van water en is gebruik gevaarlijk. Dan is het niet langer veilig om het te drinken, gewassen te irrigeren of om wateractiviteiten uit te oefenen op die plek.

### WIE HEEFT ER LAST VAN WATERVERONTREINIGING?

WATERVERONTREINIGING HEEFT NIET ALLEEN GEVOLGEN VOOR MENSEN. OOK FLORA EN FAUNA KUNNEN ER SCHADE VAN ONDERVINDEN. ALS DE VERVUILING BIJVOORBEELD RIVIEREN EN MEREN BEREIKT, VERMINDERT DE ZUURSTOF IN HET WATER WAARDOOR NATUURLIJKE VEGETATIE VERDWIJNT EN VISSSEN STERVEN. ALS EEN OLJETANKER OLIE IN DE OCEAAN MORST, HECHT DEZE VLOEISTOF ZICH AAN DE VEREN VAN VOGELS, DE VACHT VAN ZOOGDIEREN EN DE SCHUBBEN VAN VISSSEN, WAARDOOR DE KANS GROOT IS DAT ZE DIT NIET OVERLEVEN.

### WAT KAN JIJ DOEN OM WATERVERVUILING TEGEN TE GAAN?

Verantwoord consumeren, kiezen voor minder vervuilende producten, minder afval produceren en recyclen.

1. Houdt de riolering in goede staat, gooi geen voorwerpen of afval in het toilet.

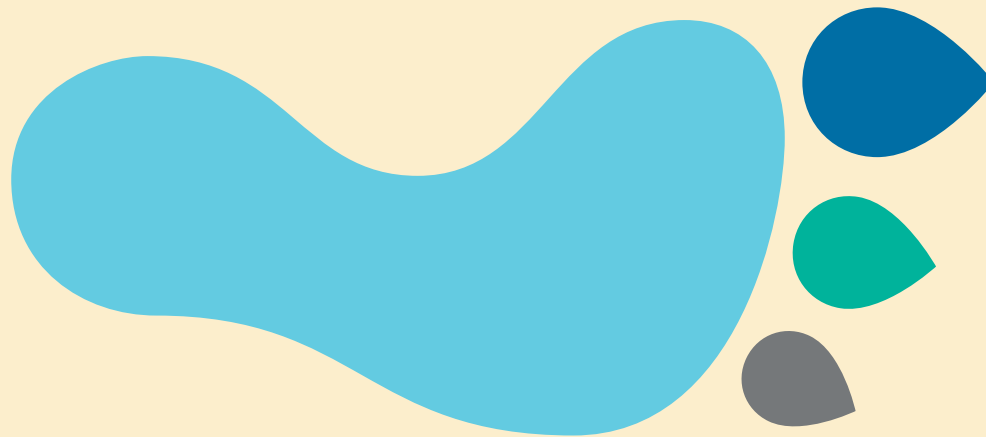
2. In de land- en tuinbouw, kunnen we ons best doen om het gebruik van pesticiden en andere chemische producten te verminderen. Die kunnen door de grond sijpelen en het grondwater verontreinigen.

**Kan je nog andere maatregelen verzinnen om de kwaliteit van ons water te verbeteren?**

## Water footprint

Heb je je ooit afgevraagd hoeveel water jij per dag gebruikt? Bijvoorbeeld bij het douchen, tandenpoetsen, toilet doorspoelen, de planten water geven en binnen de voedselbereiding?

Ook de dingen die we elke dag gebruiken en eten, hebben veel water nodig om geproduceerd te worden. Een glas melk, een notitieboekje, je kleren, alles, echt alles, heeft water nodig in de productieketen.



Dit noemen we de water footprint, en dat is de totale hoeveelheid water die wordt gebruikt vanaf de productie tot aan de consumptie van een product. Dit is naast het water dat nodig is om de vervuilende stoffen die het heeft geproduceerd te zuiveren. De water footprint bestaat uit drie waterbronnen:

Blauw water → is afkomstig van natuurlijke bronnen zoals rivieren, meren en oppervlaktewater.

Groen water → is afkomstig van regen die tijdelijk op aarde is.

Grijs water → is nodig om het vervuilde water schoon te maken.

## ETEN EN DRINKEN



1 APPEL  
70 LITER

VS



1 GLAS  
APPELSAP  
190 LITER



1 AARDAPPEL  
900 LITER

VS



1 ZAKJE CHIPS  
185 LITER



1 ZAK  
TARWE  
1.300 LITER



1 BOTERHAM  
40 LITER



1 MAISKOLF  
900 LITER



1 LITER  
MELK  
1.000 LITER



1 STUK KAAS  
5.000 LITER



1 EI  
200 LITER



1 KIP  
3.900 LITER



1 BIEFSTUK  
15.500 LITER



1 HAMBURGER  
2.400 LITER



1 KILO  
VARKENSVLEES  
4.800 LITER



1 KILO  
RIJST  
3.400 LITER



1 KILO  
SUIKER  
1.500 LITER



1 KILO  
KOKOSNOTEN  
2.500 LITER



1 KOPJE  
KOFFIE  
140 LITER



1 KOPJE  
THEE  
35 LITER

## KLEREN EN OVERIG



1 T-SHIRT  
2.700 LITER



1 KILO LEER  
16.600 LITER



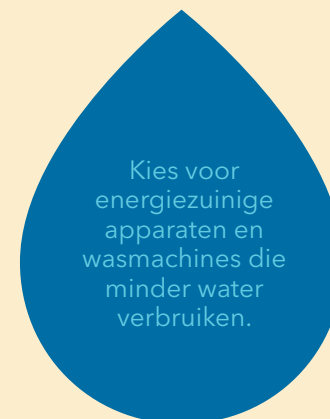
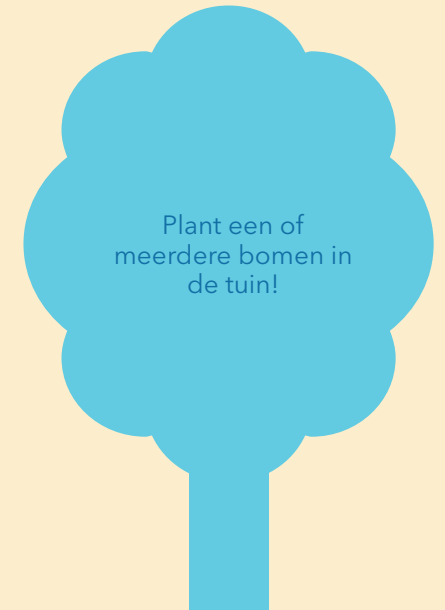
1 A4 PAPIER  
10 LITER

Overgenomen van: Soy responsable, soy mejor, student handbook from SISS, Superintendency of Sanitary Systems ([http://www.siss.gob.cl/586/articles-16787\\_recurso\\_1.pdf](http://www.siss.gob.cl/586/articles-16787_recurso_1.pdf))

## Hoe kan ik helpen als ik nog maar een kind ben?

We kunnen allemaal helpen om water te besparen. Leer jezelf de gewoonte aan om geen water te verspillen en alleen spullen te gebruiken die je echt nodig hebt. Doe de kraan uit al je je tanden poetst, douche maar 5 minuten en verspil geen eten.

Lees de suggesties en bedenk welke je zelf kan uitvoeren en welke je kan bespreken met de volwassenen waar je mee woont.



Overgenomen van: Virtual Center of Information about Water, 2017 (<https://agua.org.mx/sustentabilidad/#huella-hidrica>)

## WATER BESPAREN: STOF OM OVER NA TE DENKEN

### WEET JIJ HOEVEEL WATER JE IN HUIS GEBRUIKT?

Vanaf het moment dat we 's ochtends opstaan tot we naar bed gaan, gebruiken we water. Maar weet jij hoeveel dat ongeveer is?

Activiteit	Geschatte liters
Handen wassen	2 á 18 liter
Tandenpoetsen	2 á 12 liter
In bad gaan	200 á 300 liter
Douchen	80 á 120 liter
De wasmachine gebruiken	60 á 90 liter
De vaatwasser gebruiken	18 á 30 liter
De afwas doen	15 á 30 liter
Het toilet doortrekken (nieuw model)	5 á 7 liter
Het toilet doortrekken (oud model)	13 á 22 liter
Koken en drinken	10 liter per dag
De vloer dweilen	10 liter per dag
De auto wassen	400 liter
Besproeien van 100 m <sup>2</sup> tuin	1000 liter

Overgenomen van: Soy responsable, soy mejor, student handbook from SISS, Superintendency of Sanitary Systems ([http://www.siss.gob.cl/586/articles-16787\\_recurso\\_1.pdf](http://www.siss.gob.cl/586/articles-16787_recurso_1.pdf))

We kunnen als we niet opletten nog veel meer water verspillen. Enkele voorbeelden:

Een stromende kraan  
verspilt 5 tot 10 liter  
per minuut.

Een lekkende kraan  
verspilt 30 liter per  
dag.

Een kraan die  
constant druppelt  
verspilt 700 liter per  
dag.

Hoeveel water verbruik je en bespaar je in huis? Om dit te berekenen, moet je de watermeter leren lezen en de gegevens noteren. Volg deze stappen:

1. Zoek de watermeter en lees deze een week lang elke dag op hetzelfde tijdstip af.
2. Noteer de informatie voor zeven dagen in een tabel zoals hieronder.

Dag	Meterstand		Verbruik in m <sup>3</sup>
	VANDAAG	GISTER	
0	101000		
1	101600	101000	600
2	102390	101600	790
3	102990	102390	600
4	103780	102990	790
5	104566	103780	786
6	105003	104566	437
7	105495	105003	492

**Week totaal**

**4495**

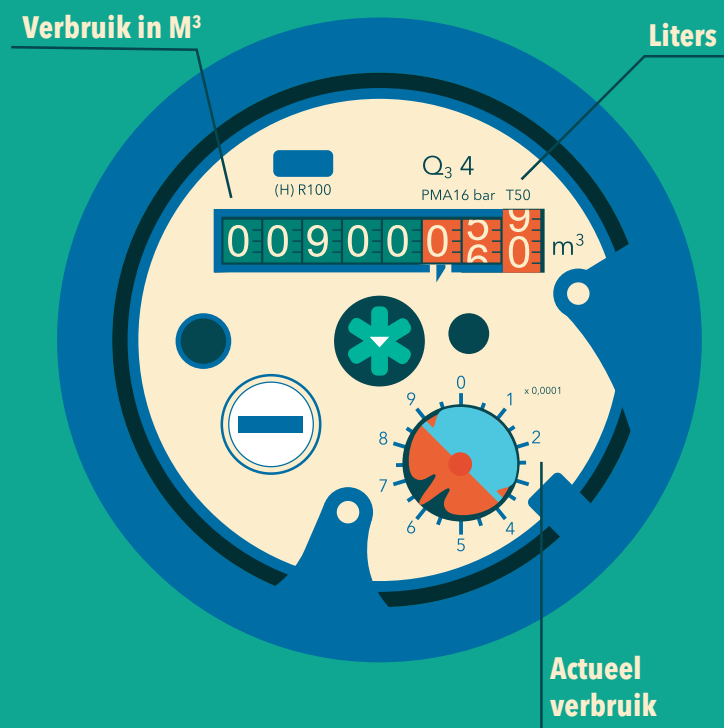
← JE MOET DE WAARDE VAN GISTEREN AFTREKKEN VAN DE WAARDE VAN VANDAAG OM HET VERBRUIK VAN DE AFGELOPEN 24 UUR TE KRIJGEN.

HERHAAL DEZE STAP ELKE DAG GEDURENDE EEN WEEK.

JE MOET DE METING ELKE DAG OP HETZELFDE TIJDSTIP DOEN OM ER ZEKER VAN TE ZIJN DAT HET OVEREENKOMT MET EEN HELE DAG!

- Deel het weektotaal door het aantal dagen om het gemiddelde waterverbruik in je huis te krijgen. Schrijf het resultaat op in je notitieblok.
- Kijk hoeveel mensen er in je huis wonen en deel het gemiddelde door dat aantal mensen. Dat is het gemiddelde dagelijkse verbruik per persoon.

- Hoeveel liter water wordt er, volgens de resultaten, dagelijks in jouw huis verbruikt?
- Wat kan jij doen om het waterverbruik te verminderen? Bespreek dit met elkaar.
- Nu iedereen de nieuwe afspraken weet, begin een nieuwe week met metingen en kijk of het werkt.



### WAT IS MIJN WATER FOOTPRINT?

- Schrijf op wat je gewoonlijk eet gedurende de dag, zoek de water footprint van elk voedingsmiddel en tel de resultaten op.

Maaltijd	Wat heb je gegeten?	Water footprint
Ontbijt	1 glas melk en 1 boterham met roerei.	40 + 200 + 200 liter
Lunch	Broodje gezond	
Middag snack	1 appel	
Diner	stampot andijvie	

### TOTAAL

- Wat kan jij doen om je water footprint te verkleinen?



# Laten we water besparen!

Dit is het einde van het boek, maar het begin van een nieuw verhaal, dat je aan iedereen kan vertellen.

Maar dit kan alleen als je je blijft inzetten om water te besparen. Laten we samen ons steentje bijdragen.

Bedankt voor het lezen van dit boek, we wensen jullie het beste...

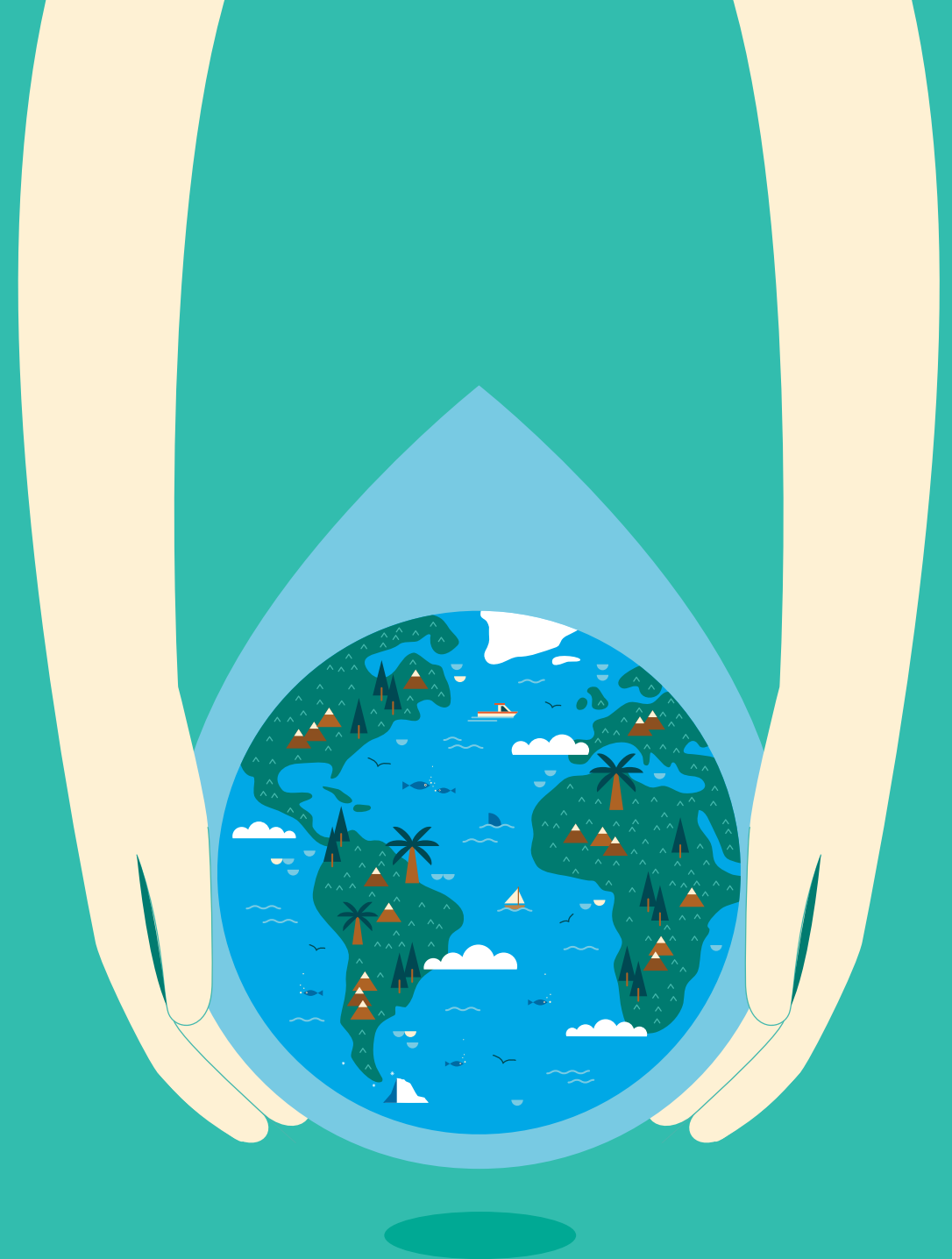
... dat duurzaamheid een rol gaat spelen in je dagelijks leven.

... dat je je inzet voor kleine maatregelen die grote positieve veranderingen op onze planeet te weeg kunnen brengen.

... dat mensen in de toekomst gletsjers, het Amazonewoud en de Andes gebergte kunnen bewonderen.

... dat iedereen, vandaag en morgen, een glas kristalhelder zoet water kan drinken.

**De toekomst van water en onze planeet gaat iedereen aan.**



## HET GROTE WATERBOEK EUROPA

Denise Pouleurs - Anton Glushchenko

© Xylem Inc, 2023  
© Denise Pouleurs, 2023  
© Festina Lente Ediciones, 2023

Vertaald door Elizah Hillebrand,  
Noah van der Burg en Thanneke van de Wiel

Bewerkt door Carla Morales Ebner  
en Claudia Dueñas Santander

Illustraties door Valentina Palma García

Design door ebooks Patagonia

Layout door ebooks Patagonia  
[www.ebookspatagonia.com](http://www.ebookspatagonia.com)  
[info@ebookspatagonia.com](mailto:info@ebookspatagonia.com)

**Boek gefinancierd door Xylem Inc. via het  
Watermark-programma.**

Xylem Inc. zet zich via het Watermark-programma in  
voor het behoud van water, want elke druppel telt!

