



Disclaimer:

Waternet is the water company for Amsterdam and surrounding area that is the only water organisation in the Netherlands that is dedicated to the entire cycle. Waternet covers all water related activities: drinking water production and distribution, wastewater collection and treatment, surface water management, groundwater management, protection against flooding and management of the canals in Amsterdam.

All content of the presentation may be used for educational purposes with reference to Waternet. Please also cite the original sources given in text boxes and the note panes.

This presentation was made by Ing. Hadi Zamanian and Dr. Onno Kramer
29 September 2023.

Wat is nodig voor de toekomst van ons water?
(geef ajb jouw input)



Symposium “De toekomst van ons water”

HU Science Week



Ontdek de betovering van water:
Jouw uitnodiging voor een buitengewoon seminar

Vrijdag 29 september 2023
Hadi Zamanian & Onno Kramer





Marun rivier in Iran. Foto: Mehdi Gholami 2020

Ons water



Bron: Velocityehs 2023



E VAN DE HU

eld verandert snel, met uitdagingen op het gebied van
heid, technologie, veiligheid, samenleving en klimaat.
gen voor deze vraagstukken vragen om een vernieuwende
Hogeschool Utrecht biedt die aanpak. De HU brengt
de disciplines en invalshoeken samen. Waar die elkaar
ssen kansen voor duurzame vernieuwing – en daarmee
kansen voor de starters en professionals die wij opleiden.

Water zó gewoon? Of toch niet zo vanzelfsprekend?



Proces



Circulair

Toekomst

Symposium "De toekomst van ons water"
Hadi Zamanian & Onno Kramer



Nina Eshuls en **Erin**

gereedschappen. 'Druk bezig met inhaalwerk en de laatste herkansingen', zegt docent mechatronica Willem van der Weijden. 'Maar de meesten zijn gewoon over, dus die vieren al vakantie.'

triumfen. Ze kunnen benoemen op waterverbruik besparen.

Volgens de WHO in 2023:

hebben twee miljard mensen geen toegang tot schoon drinkwater

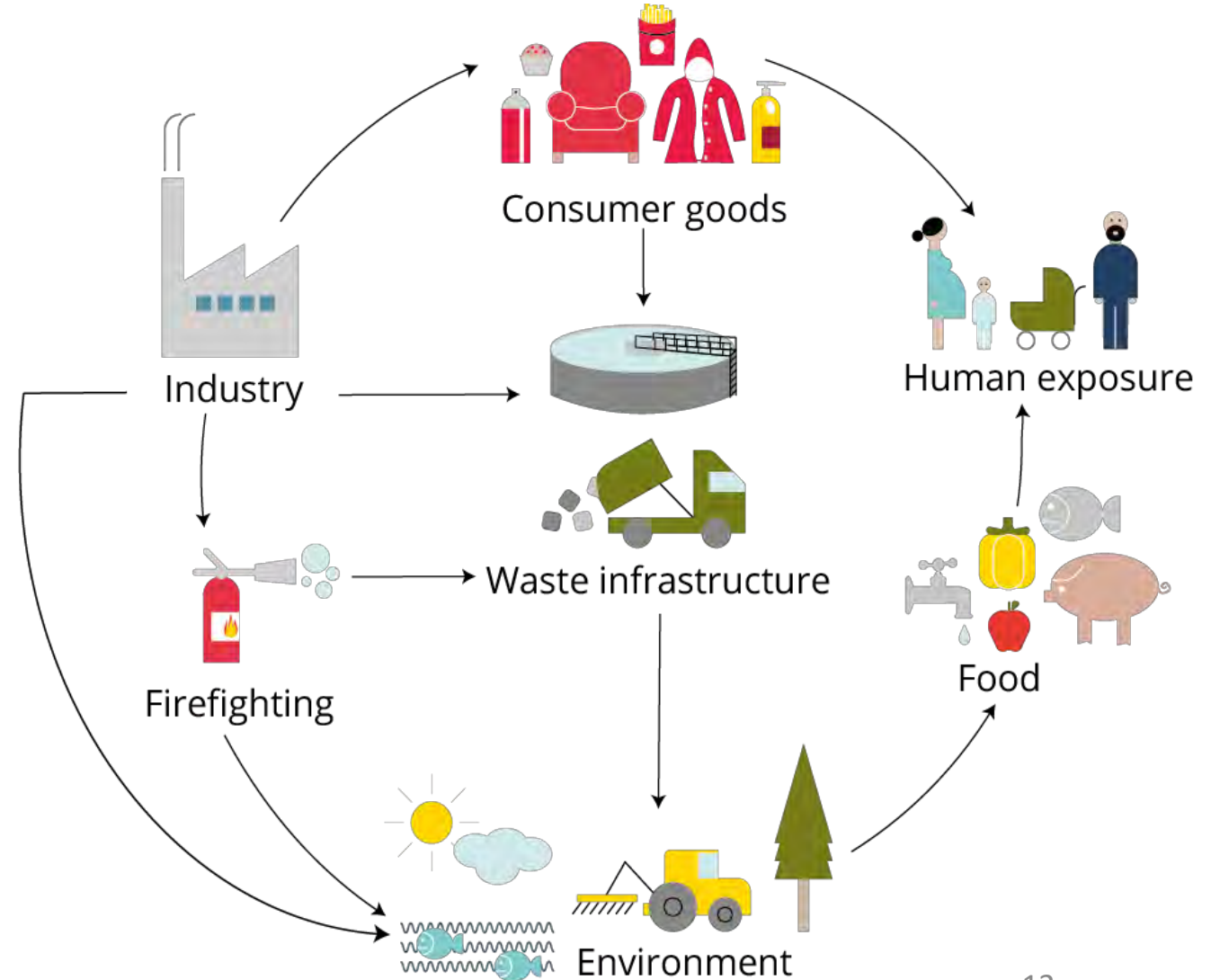
kunnen twee miljard mensen geen gebruik maken van veilige sanitaire voorzieningen

sterven jaarlijks vijf miljoen mensen aan ziektes die verband houden met vervuild water

Schoon water voor iedereen



Forever chemicals



The image shows a wide, dry riverbed in the foreground, characterized by a dense network of polygonal cracks in the light-brown soil. In the background, a calm body of water reflects the sky, with a long, dark barge floating on it. The far bank is lined with green trees under a clear sky.

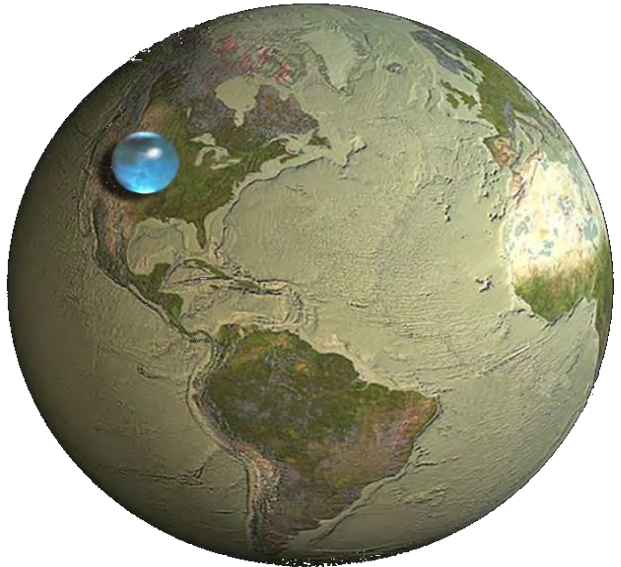
Nederland waterland... of toch niet altijd?



Onze blauwe planeet

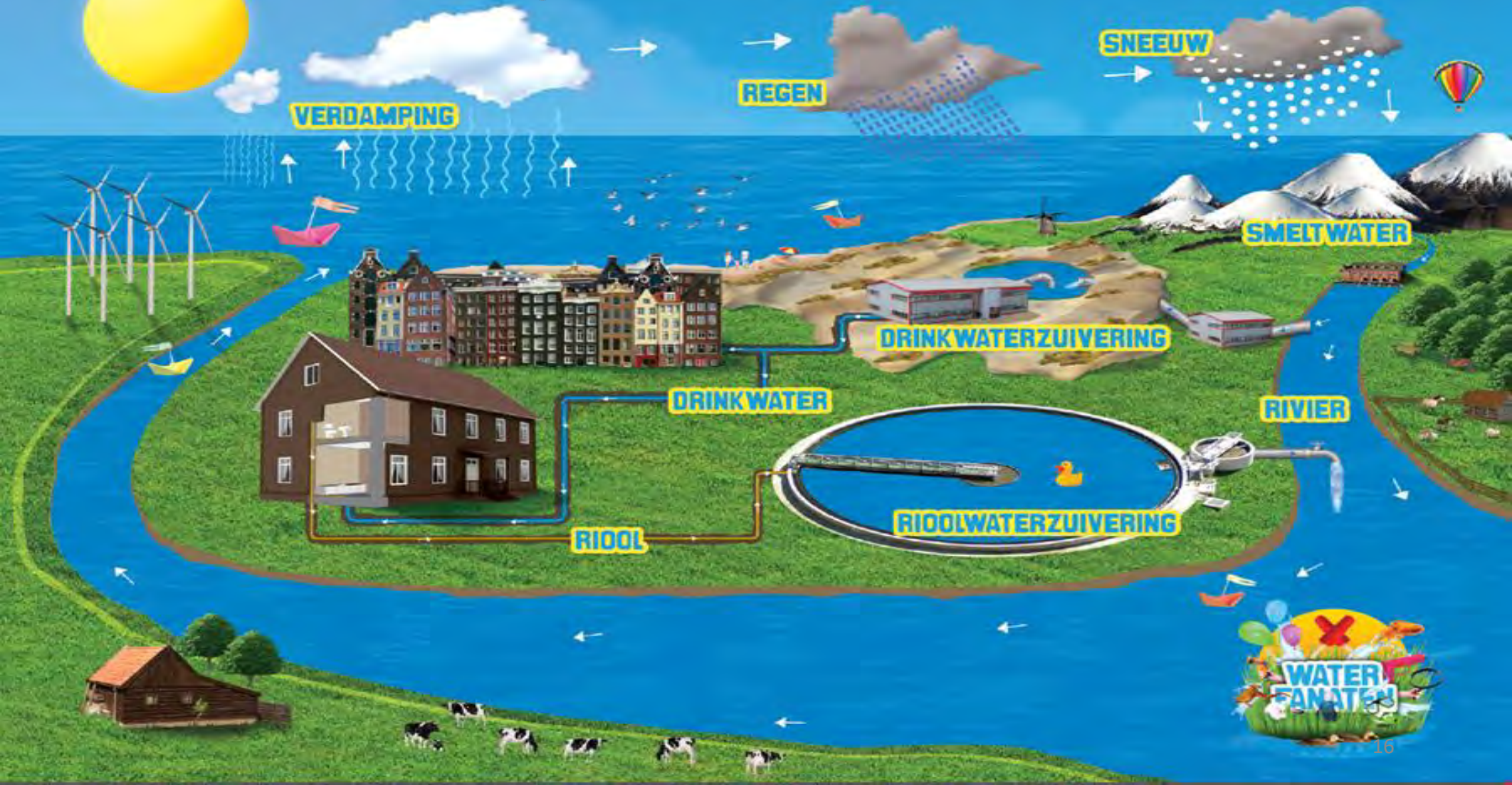


1,386 million km³ water



Volume water 0.1%

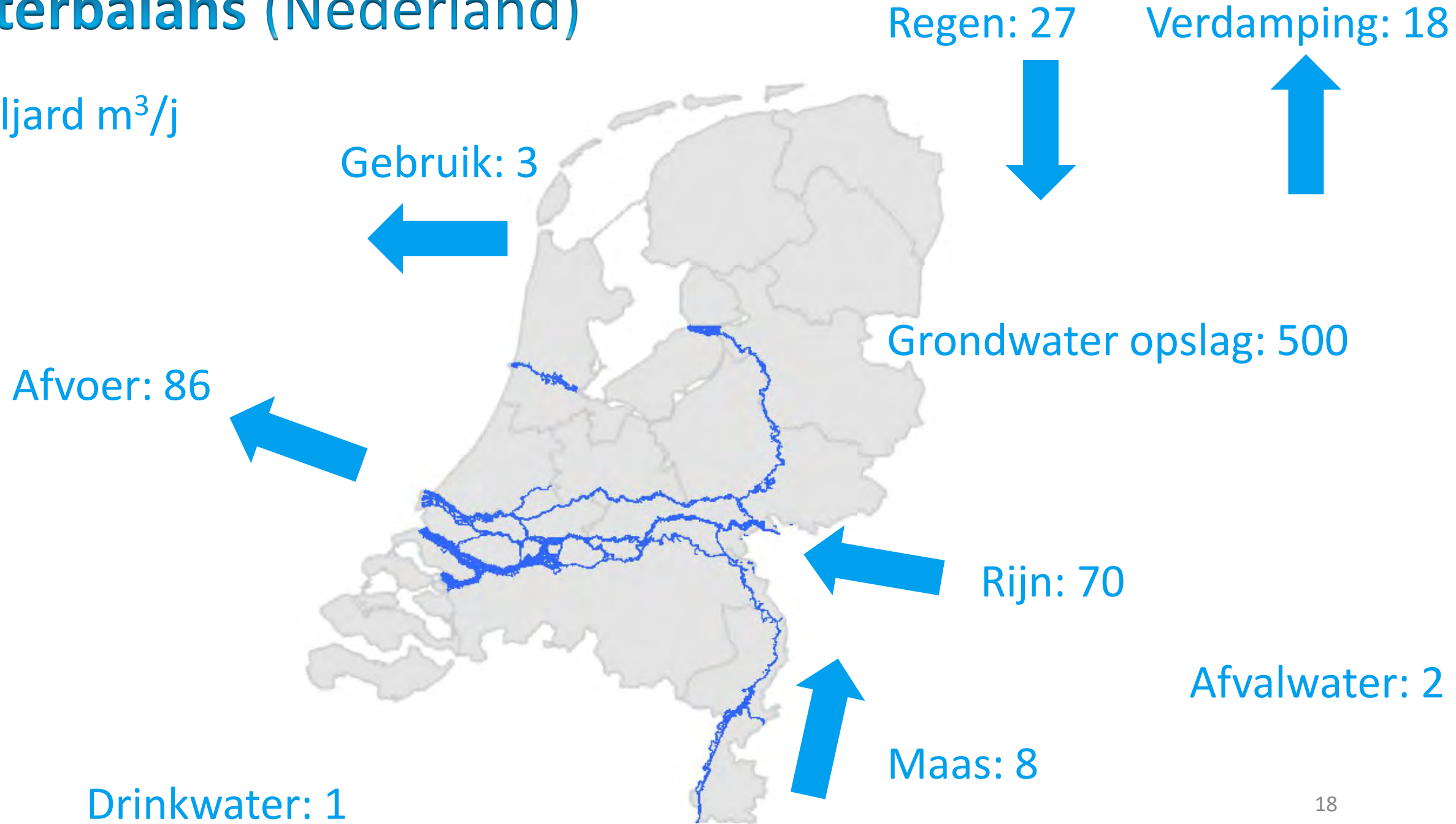
De water cyclus





Waterbalans (Nederland)

x miljard m³/j



Waternet (Drinkwater, Afvalwater, Watersystemen)

Waterleidingbedrijven
- Drinkwater (10)

Gemeenten (345)
- Riolering
- Grondwater

Waterschappen (21)
- Afvalwaterzuivering
- Oppervlaktewater
- Waterpeil
- Dijken



Drinkwaterleveranciers



Drinkwaterproductie

Totaal volume 1.200.000.000 m³/jaar in Nederland

≡ ruim 50 olympisch zwembaden per uur

≡ bijna 15 Galgenwaard stadions per dag



Proces



Circulair

Toekomst

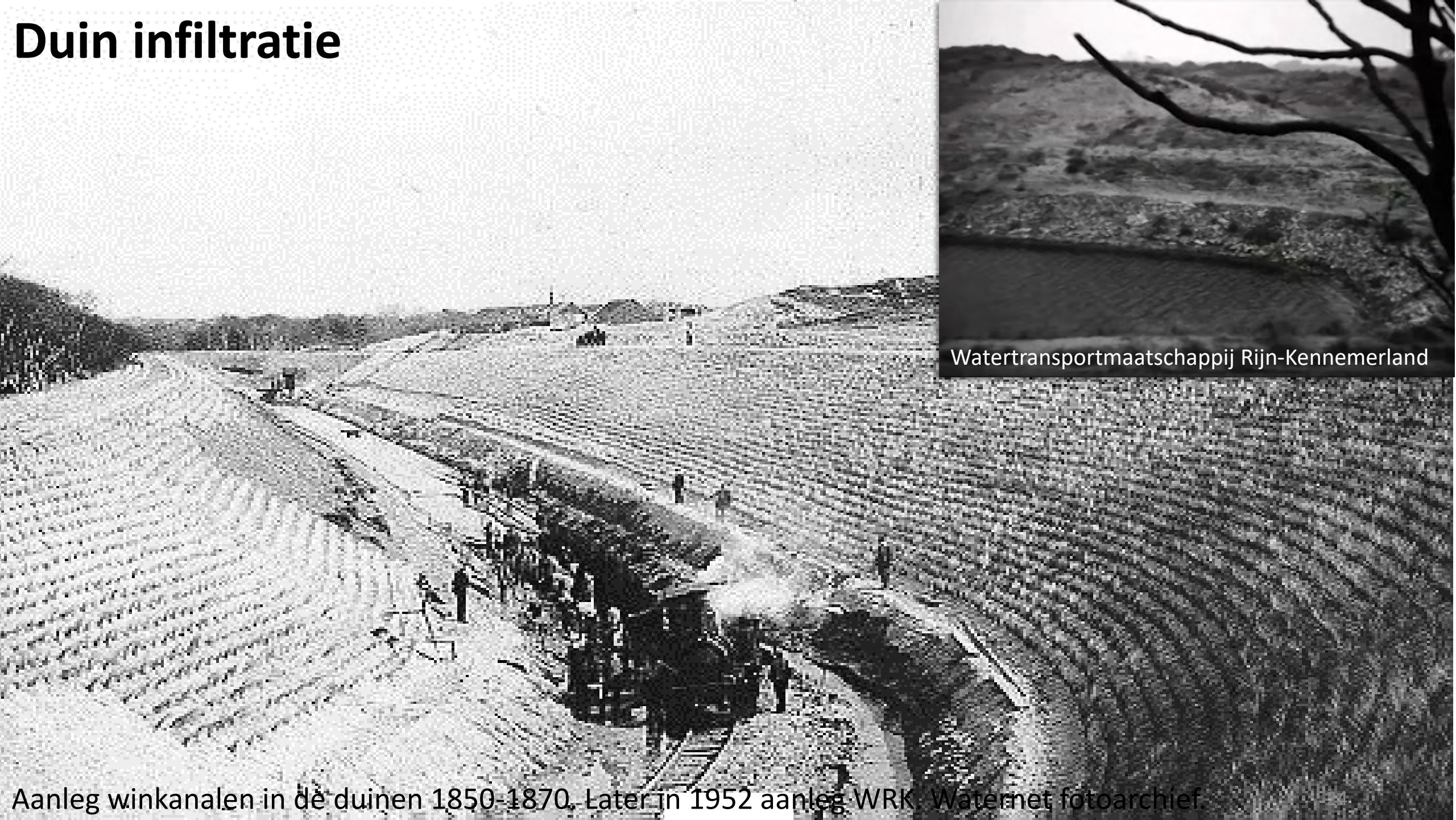
Symposium "De toekomst van ons water"
Hadi Zamanian & Onno Kramer

Duinwaterleidingen 1853



Het eerste waterleidingbedrijf van Nederland. Pompstation Leiduyn te Vogelenzang. Waternet fotoarchief.

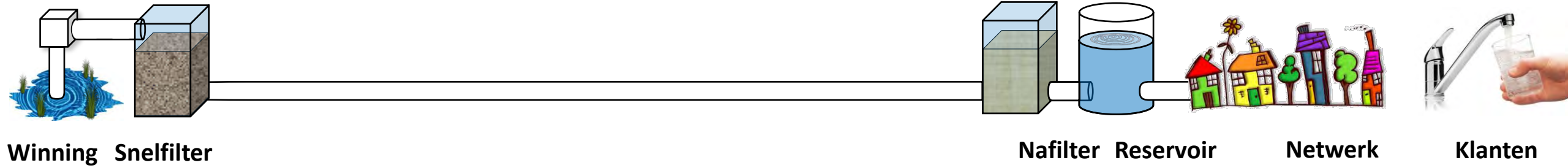
Duin infiltratie



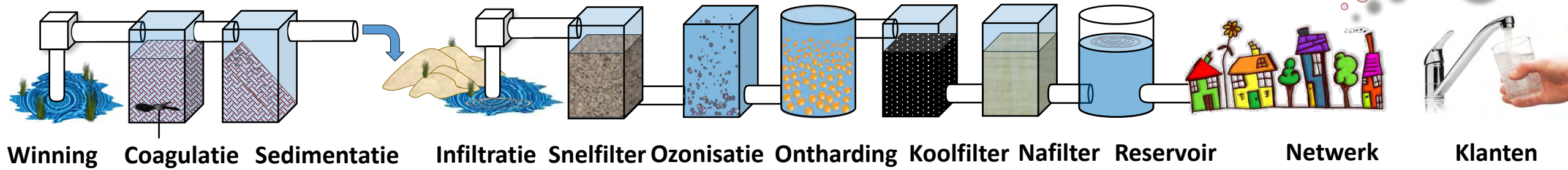
Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland

Aanleg winkanalen in de duinen 1850-1870. Later in 1952 aanleg WRK. Watermet fotoarchief.

De waterzuiveringstrein



De waterzuiveringstrein



Zuiveringstechnieken (chemisch fysisch biologisch)

Precipitatie

Coagulatie, sedimentatie, filtratie, ionenwisseling, microzeven

Oxidatie

Chloor, Ozon, UV, Waterstofperoxide, Fotochemisch

Adsorptie

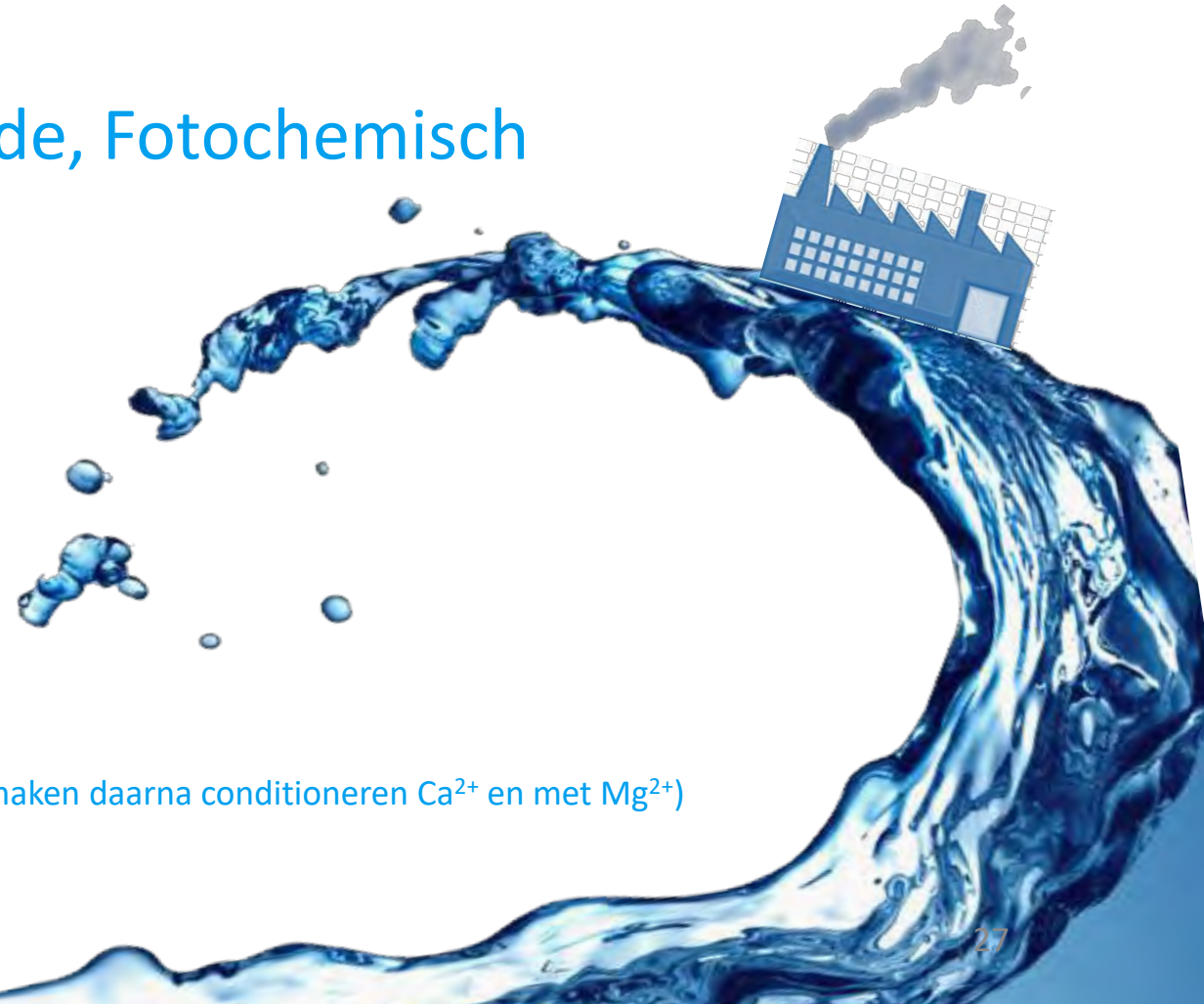
Actief Kool granulair of poeder

Conditionering

Ontharding, pH correctie

Membranen

Micro-, Ultra-, Nano-, RO (ook ... puur H₂O maken daarna conditioneren Ca²⁺ en met Mg²⁺)



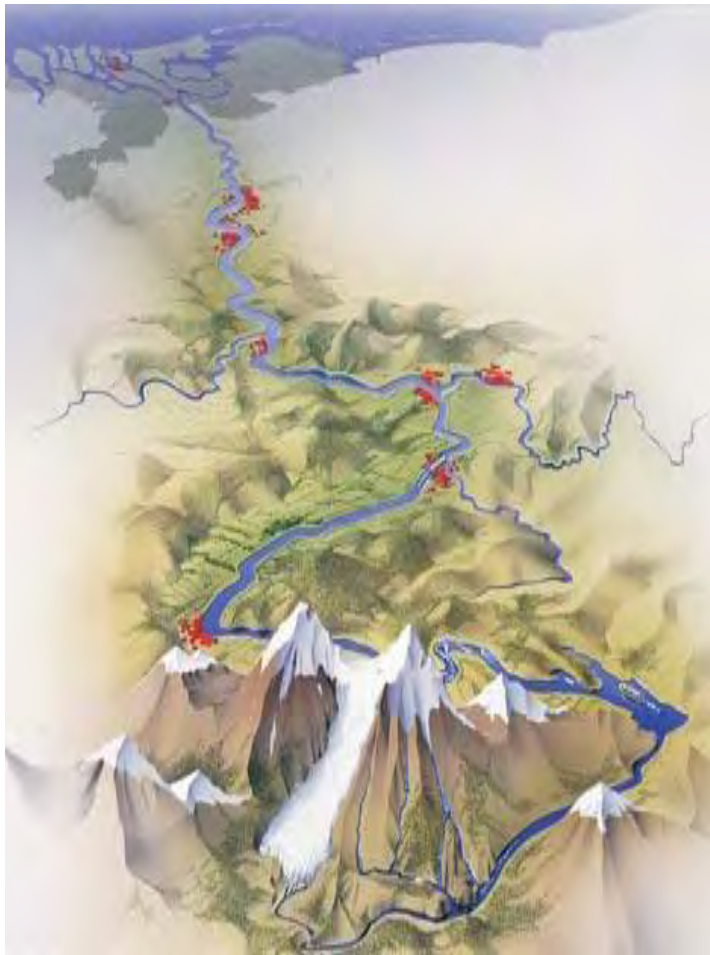


Andersom kan ook...

Geavanceerde drinkwater productie (chloorvrij)

Water bron bescherming

River Rijn alarm-systeem



Geavanceerde behandeling

Ozon gas dispersie-systeem



Distributie netwerk beheer

Asset management toepassing



Uitdagingen drinkwatervoorziening in de toekomst

- ✓ **Kwaliteit:** waterkwaliteit, verontreinigingen en gezondheid
- ✓ **Kwantiteit:** Watertekort en beschikbaarheid
- ✓ **Kosten:** Financiën en economische aspecten
- ✓ **Veiligheid:** Bedrijfszekerheid en robuustheid
- ✓ **Milieu:** Duurzaamheid, waterstress, klimaat en rampen
- ✓ **Imago:** Publieke opinie, nepnieuws, polarisatie en anonimiteit
- ✓ **Schaarste:** Beschikbaarheid van hulpstoffen
- ✓ **Complexiteit:** Technologie, ontwerp, instabiliteit en onzekerheid
- ✓ **Educatie:** Vaardigheden van medewerkers
- ✓ **Context:** Demografie, politiek, solidariteit, wetten, beleid en bestuur



Proces



Circulair



Toekomst

Symposium "De toekomst van ons water"
Hadi Zamanian & Onno Kramer

Verduurzaming van onze leefomgeving



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



2023



Energie

Gebruik fossiele brandstoffen



Grondstoffen

Winning uit mijnen



Water

Water stress

Transitie



Energie

Koolstof-vrij, Hernieuwbare bronnen

Efficiency gebruik

Opslag technologie

Grondstoffen

Recycling en hergebruik, circulaire economie

Eco-ontwerp en substitutie van materialen

Duurzame winning, efficiency, eerlijke verdeling

Water

Zuinig met water en duurzaam waterbeheer

Meer halen uit de watercyclus

Toekomstgericht zuivering

Circulair handelen van oudsher



Rioleringsmedewerker met de Boldoot 'eau de cologne'-car, 1920 in de Amsterdamse Jordaan.
Een stronttonnetjesschepper met twee emmers vol uitwerpselen. Stadsarchief Amsterdam.



Hard water?

De ontharding van lineair naar circulair



Granaatzand



Gemalen calciet



Energie and grondstoffen hergebruik (uit de watercyclus)

- ✓ Calciet hergebruik voor drinkwater ontharding
 - Calcite
- ✓ Thermische hergebruik
 - Sanqu
- ✓ Struviet uit afvalwater
 - Fosfor $(\text{H}_4)\text{PO}_4 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$
- ✓ Eiwit uit afvalwater
 - Micro
- ✓ Bio-plastiek
 - Ge
- ✓ Bio-concreet
 - Cellulose
- ✓ Groen gas uit biogas
 - Transport brandstof voor 120 Waternet auto's
- ✓ Vorming van "waterijzer" defosfatering, ontzwaveling, bouwstof
 - Neerslag ijzer(hydr)oxide uit water
- ✓ Aardmaterialen = kansen voor verandering
 - Se, Co, Bo, Ni, Zn, ...



Proces

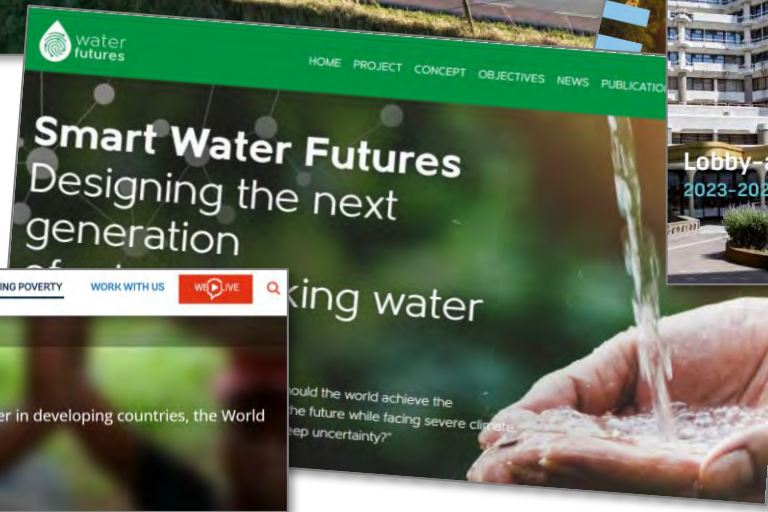
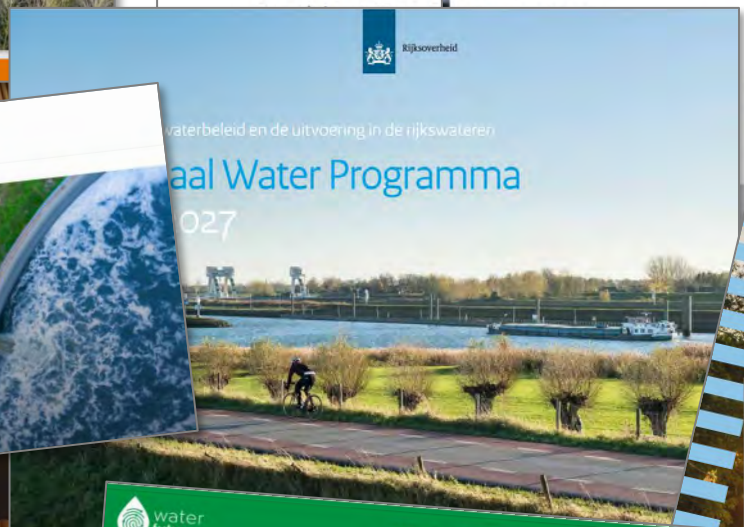
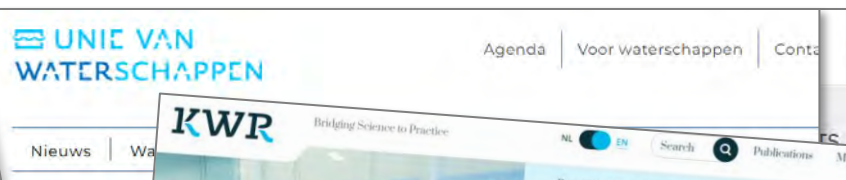
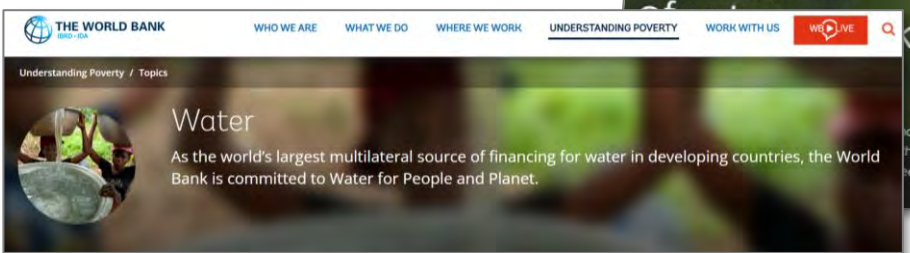


Circulair



Toekomst

Symposium “De toekomst van ons water”
Hadi Zamanian & Onno Kramer



Toekomstverkenning algemeen

- ✓ Doelbepaling
- ✓ Trendanalyse
- ✓ Scenario-ontwikkeling
- ✓ Gegevensverzameling
- ✓ Stakeholders-betrokkenheid
- ✓ Technologische prognoses
- ✓ Demografische en sociaal-culturele trends
- ✓ Economische analyses
- ✓ Politieke en beleidsanalyse
- ✓ Milieu-impact en duurzaamheid
- ✓ Risicoanalyses en kansen
- ✓ Modelleren en simulaties
- ✓ Communicatie en rapportages
- ✓ Strategische planning
- ✓ Monitoring, voorspelling en bijstelling

Toekomstverkenning drinkwatervoorziening

- ✓ **Bronnen:** Duurzame en diversificatie van voorraden
- ✓ **Vervuiling:** Beheersing opkomende stoffen en voorkomen
- ✓ **Klimaat:** Adaptatie en weerbaarheid
- ✓ **Distributie:** Infrastructuur en leidingnetwerken
- ✓ **Crisismanagement:** Risicoanalyse en noodplanning
- ✓ **Bestuur:** Flexibel beleidsvorming doeltreffende wet- en regelgeving
- ✓ **Maatschappelijk:** Bewustwording belanghebbenden en burgerparticipatie
- ✓ **Circulair:** Water-, reststoffen- en energiehergebruik in de watercyclus
- ✓ **Natuur:** Behoud en ecologische balans
- ✓ **Onderzoek:** Inzetbaarheid geavanceerde technologieën en innovaties
- ✓ **Samenwerking:** Vernieuwde educatie, werkvormen en co-creatie
- ✓ ...

Oplossingen drinkwatervoorziening in de toekomst

- ✓ **Watercyclus:** Hergebruik gezuiverd afvalwater en inzet regenwater
- ✓ **Circulaire economie:** Minimaliseren van afval en maximaliseren van het hergebruik energie
- ✓ **Technologie:** Geavanceerde zuiveringsmethoden: duurzame omgekeerde osmose
- ✓ **Valorisatie:** Opwaarderen waardevolle stoffen (bio/chemie/technologie)
- ✓ **Data:** Slimme meters, big-data, modellen en kunstmatige intelligentie
- ✓ **Beleid:** Adaptieve beleidsvorming: flexibel reageren op veranderende omstandigheden
- ✓ **Verbinding:** Samenwerkende aanpak, grenzen vervagen, internationaal
- ✓ **Bewustzijn:** Van het water narratief: bron van het leven
- ✓ **Educatie:** toekomstgericht onderwijs, 21^e-eeuwse vaardigheden (T-shaped), perspectief
- ✓ **Systeem verandering:** (semi)decentrale watervoorziening, transitie, nu keuze maken
- ✓ ...

Technische innovaties

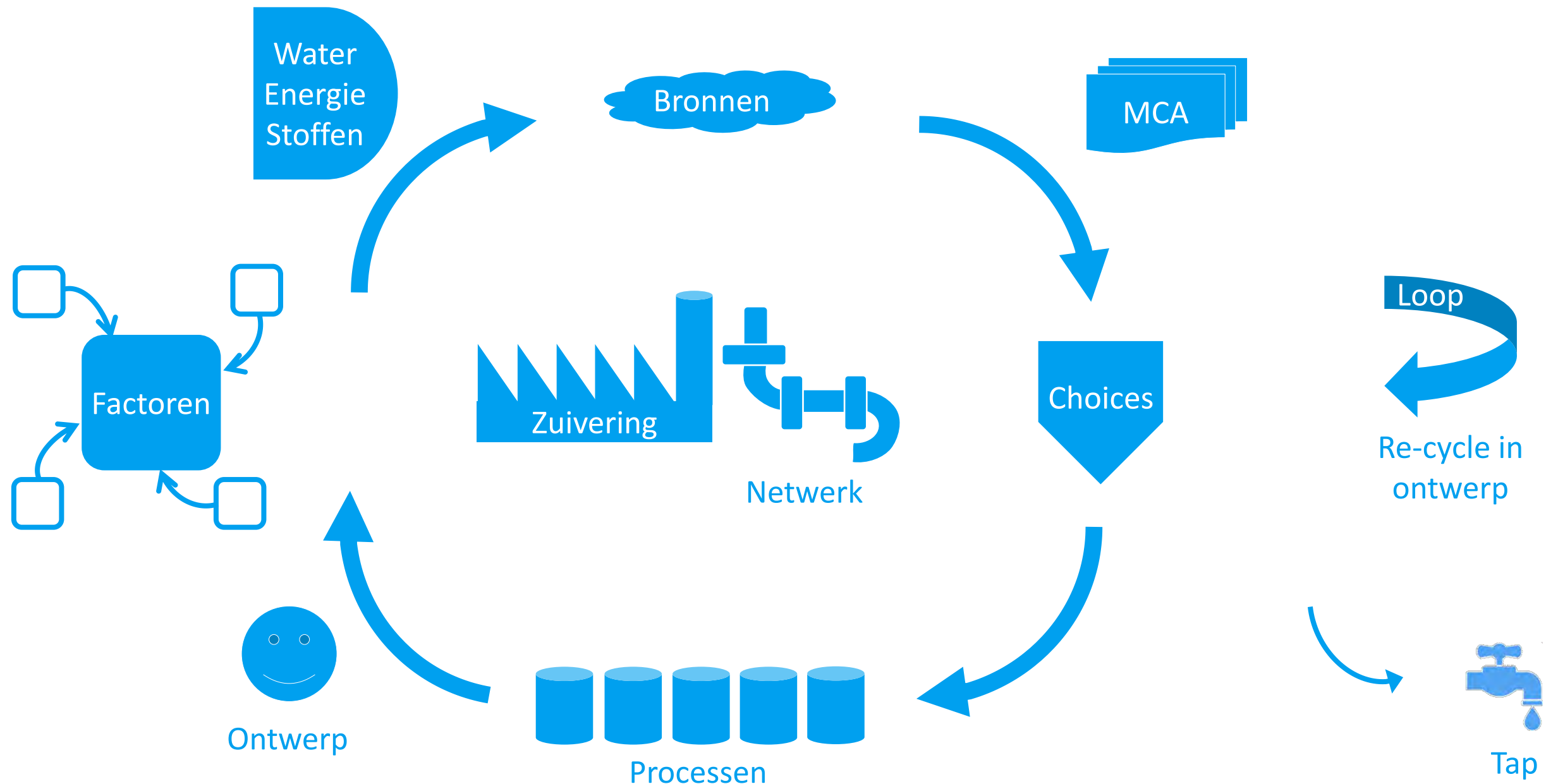
- ✓ Geavanceerde oxidatie, UV, ozon, fotokatalytisch
- ✓ Nieuwe filtratieprocessen, omgekeerde osmose
- ✓ Grafenoxide-, aquaporine-, biomimetische- membraanfiltratie
- ✓ Geavanceerde sensoren en netwerken
- ✓ Intelligente en integrale modellen, data driven, AI, digital twin
- ✓ Natuurlijke zuivering, inzet duurzame materialen, biodegradatie
- ✓ Meerfase stromingsprocessen en CFD
- ✓ Aerobe granulaire slibtechnologie
- ✓ Ion exchange, nano technologie
- ✓ Elektrocoagulatie
- ✓ Afvalvrije processen
- ✓ Aquifer-opslag, fog harvesting
- ✓ Geavanceerde chemie, waterstof
- ✓ Zelfreinigende filters, leidingen
- ✓ 3D printen, akoestisch, plasma
- ✓ ...



Hoe ziet de toekomstige watervoorziening eruit?



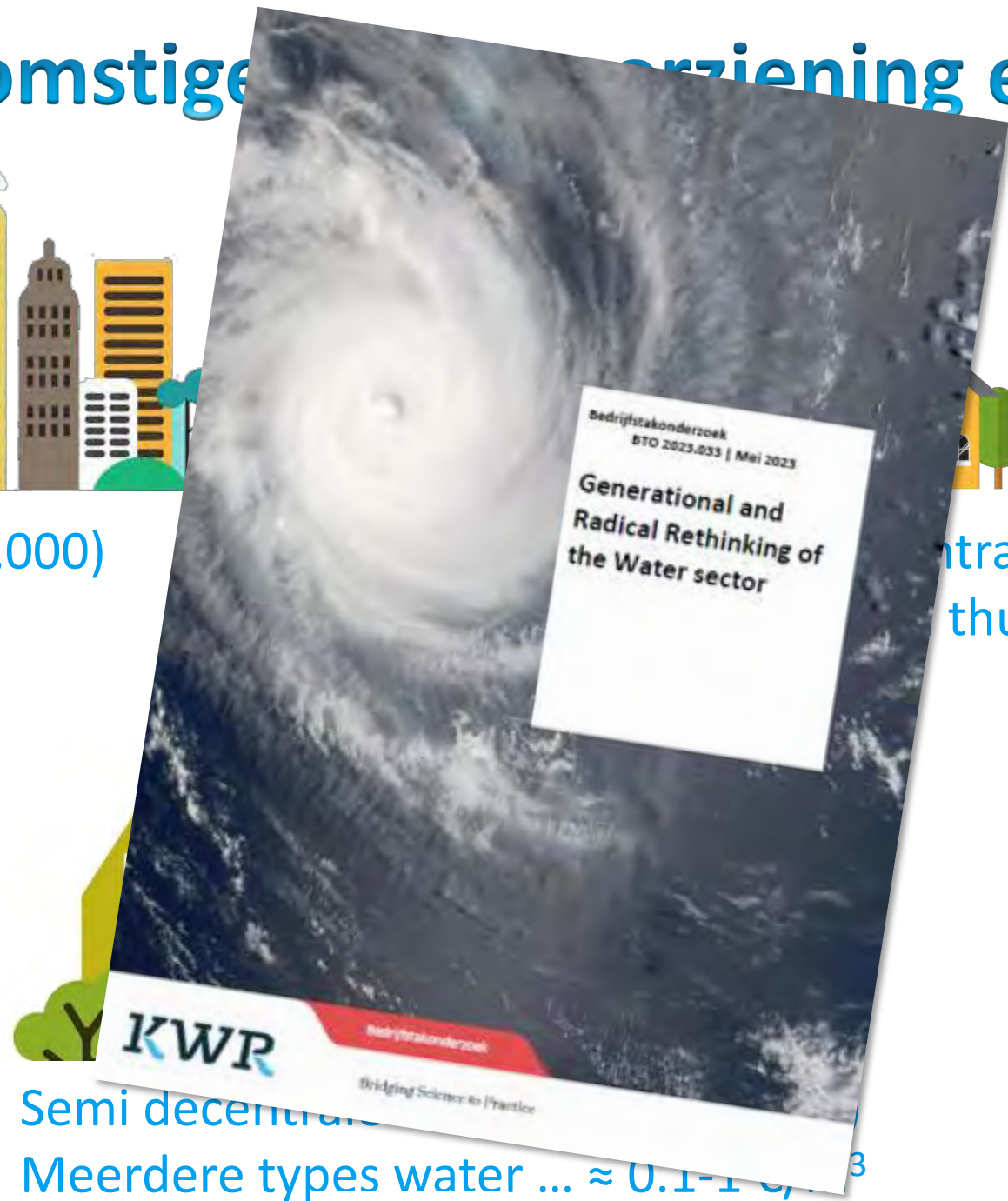
Drinkwaterfabriek van de toekomst: ontwerp



Hoe ziet de toekomstige waterverziening eruit?



Centrale zuivering (N = 1,000,000)
1 type kraanwater $\approx 1 \text{ €/m}^3$



Semi decentrale
Meerdere types water ... $\approx 0.1-1 \text{ €/m}^3$

Centrale zuivering (N = 1)
thuisfilter $\approx 10 \text{ €/m}^3$

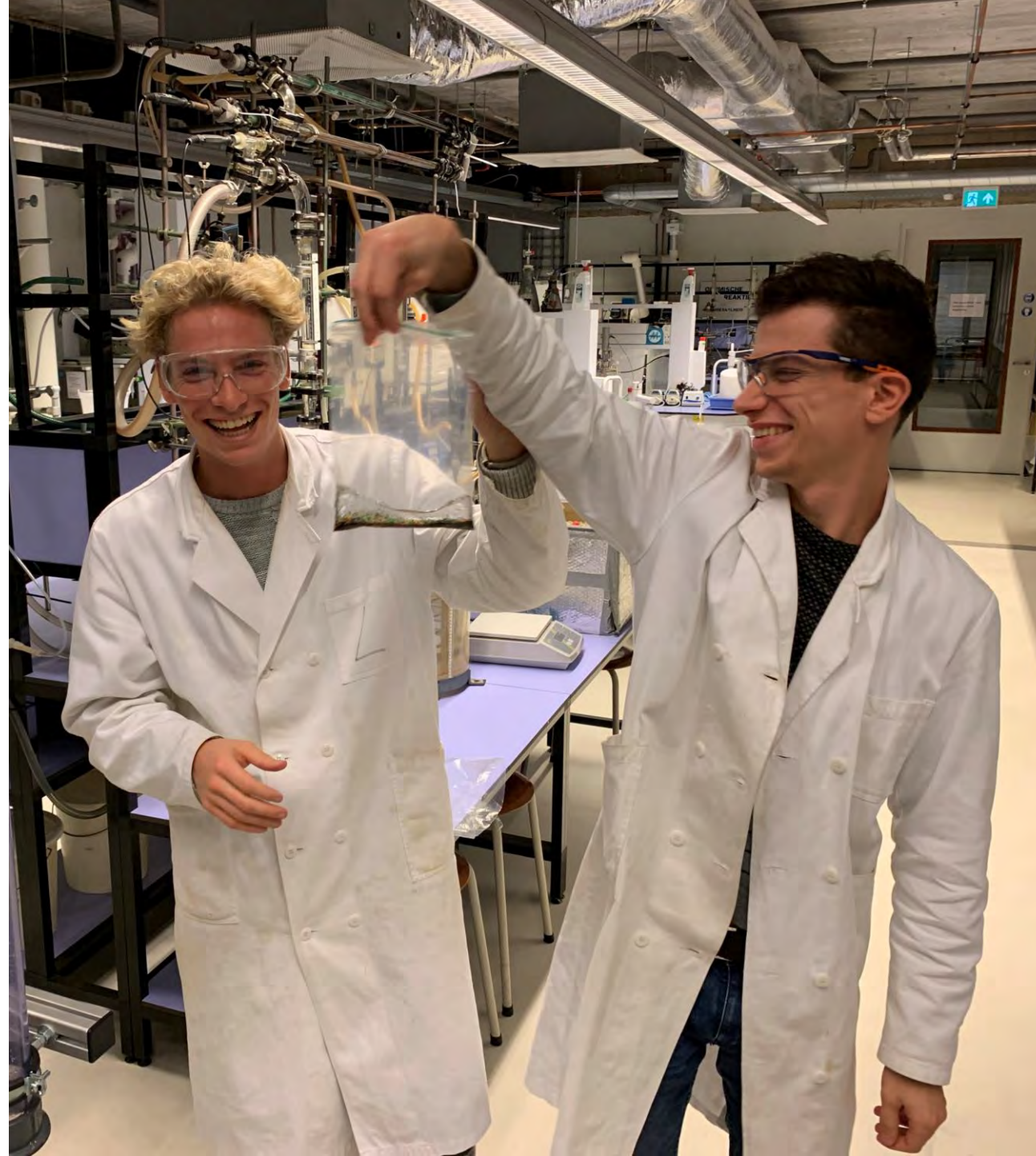
Educatie

Onderzoek



Onderwijs

Praktijk



Studenten 2002-2023

Water voor nu en later

✓ Water is bijzonder:

Geniet ervan: ga er zuinig mee om, nu en later

Zuivering is mogelijk: voorkomen is beter dan genezen

✓ Circulaire samenleving:

Verduurzamen kan (lineair naar circulair)

Transitie onvermijdelijk (handelen, organisatie, innovatie, educatie)

✓ Wat vragen we aan jullie?

Bewustwording

Enthousiasme voor het vak

Ideeën over de waterzuivering van de toekomst

Onze aarde goed nalaten

SAMENwerken in de toekomst



Bedankt voor jullie aandacht



Water voor nu en later



20 jaar Waternet-HU: wat heeft dit opgeleverd

De intensieve samenwerking: preferred partnership HU-ILC en Waternet heeft geleid tot:

- ✓ BvC, CvT, onderwijs innovaties, interne externe audits
- ✓ 60+ HU studenten bij Waternet (bij Onno): stage/afstuderen/praktijkopdracht/duaal (excl. Minor) ▲
- ✓ Waarvan: 1/3 direct en 1/2 indirect thans werkzaam in de watersector
- ✓ Met 6 afstudeerscriptieprijsen bij de KNW en KNCV ▲

Gezamenlijk onderzoek opgepakt: Verbeteringen in de praktijk:

- ✓ Bijv.: circulair: transitie granaat naar hergebruikt calcië bij drinkwater-ontharding ▲
- ✓ Bijv.: waterkwaliteitsverstoringmodel ter ondersteuning van crisis team ▲
- ✓ Bijv.: optimalisatie: terugspoelen filters ▲ Evides en Brabant Water besparen 500,000 m³/j

Verbinding: praktijk-onderzoek-onderwijs-maatschappij:

- ✓ Invoering minor watertechnologie: ontwerp drinkwaterfabriek ▲
- ✓ Ontwikkeling van een technologische innovaties: expansiekolom, Hydrometer sensor ▲
- ✓ Publicaties: 9 wetenschappelijke ▲ 3 nationale, 10 conference papers, 8 congressen maar ook >50 populair wetenschappelijke nieuwsbrieven/websites
- ✓ Samenwerking met andere instituten bijv. Queen Mary University of London, HHS, TUDelft ...
- ✓ Masterclasses en lectures: Water Treatment, Sustainable Water, Grenzen aan de Chemie ...
- ✓ Afgerond promotieonderzoek 2021 ▲







Educatie



Educatie

2017 Sam Rutten (9)

2017 Anthony van As (9)

2014 Mark Jobse (9) 1^e

2017 Awad Elarbab (9)

2016 Liselotte van den Hout (9½) 2^e

2015 Mohamed el Mokaddam (9) 2^e

2014 Marc Schetters (9) 2^e

2015 Allyshah Maduro



A large, stylized Swastika symbol, a common religious icon in Indian religions, is rendered in blue and white. In the center of the symbol is a square QR code, which is a digital link to the content. The QR code is black on a white background, and the Swastika symbol is blue on a white background.

H₂O

Hogeschool Utrecht leidt watertechnoloog van de toekomst op

Hoe ontwerp je een drinkwaterfabriek die voldoet aan de eisen van deze tijd?

Onna Kramer (Waternet, Hogeschool Utrecht), Tim van Dijk (Robont Water), Fenna Philipse (Waternet), Leon Kuis (Waternet), Michiel van der Sijdt (Hogeschool Utrecht)

Nederland staat voor een grote uitdaging. Klimaatverandering staat hoog op de maatschappelijke agenda. De procesindustrie maar ook de watersector moeten in toenemende mate investeren in verduurzaming. Oplossingen kunnen worden gezocht in een transitie van lineaire naar circulaire handelen. Om deze transitie te realiseren zijn goed geschoolde technologiën nodig. Het aantal niet ingevulde vacatures aan de Hogeschool Utrecht voor de watersector neemt de laatste jaren steeds meer toe. Om een bijdrage te leveren, heeft de Hogeschool Utrecht een minor watertechnologie geïnitieerd met als doel om jongeren te interesseren in het vakwater.

Achtergrond

In de cursus Watertechnologie¹⁾ aan de Hogeschool Utrecht²⁾ (HvU) ontwerpen studenten hun eigen drinkwaterfabriek. Dit klimkt als een leuke uitdaging, maar hoe gaat dat precies? Om te beginnen worden studenten ingedeeld in kleine groepjes. Elke groepje bestaat uit deelnemers met verschillende (technische) studierichtingen. Elke groep krijgt een locatie ergens op de wereld toegedeeld met een specifieke waterbron. Om vanuit deze bronnen schoon en betrouwbaar drinkwater te maken is een uitdaging. Veel van deze bronnen zijn namelijk verontreinigd met ziekteverwekkers, microplastics, medicijnresten, zware metalen en bestrijdingsmiddelen. Daarnaast komt ook PFAS³⁾ (ook wel forever chemicals genoemd) in toenemende mate voor.

Alles bij elkaar een enorm hoofdpijnossier zou je zeggen. Want hoe verwijder je al deze ongewenste stoffen uit het water? Immers moet het drinkwater voldoen aan allerlei waterkwaliteitseisen⁴⁾. Ook de leveringszekerheid (tijdig water uit de kraan), kosten (2 cent voor een emmer⁵⁾), veiligheid (crisismanagement) en publieke imago (invloed van social media) spelen een belangrijke rol. Daarnaast worden de studenten uitgedaagd om de met de bouw van deze fictieve waterzuivering die van het milieu zo min mogelijk te maken; hierbij denkend aan bouwen van niet-fossiele energievoorziening, minder chemicaliën, energieuwige processen, lage CO₂-uitstoot, circulair gebruik van reststromen etc. Zuiveringsprocessen moeten een verandering ondergaan van lineair (van grondstof tot product met veel afval) tot meer circulair ontwerp (cradle to cradle⁶⁾). Alles bijeen genomen veel criteria waar de studenten over na moeten denken. Op deze manier worden studenten uitgedaagd om met een multidisciplinaire aanpak een fabriek ontwerpen die de lokale problematiek op een moderne manier aanpakt. En om het geheel nog completer te maken, moeten ze aanvullend daarnaast ook rekening houden met lokale omstandigheden zoals cultuur, sociaal, koopkracht, stakeholders etc.

De inhoud van de cursus watertechnologie

De cursus begint met het belang van water in ons leven en het principe van de watercyclus (van afvalwater, oppervlakte, en grondwater, tot drinkwater). Er wordt geïllustreerd hoe historisch gezien

h2o-online 12 april 2022

1