DE VIEZE KANT VAN DE WATERTECHNOLOGIE

LEZING VOOR HET BATAAFSCH GENOOTSCHAP

MERLE DE KREUK
TU DELFT
FEBRUARI 2024

Faculty of Civil Engineering and Geosciences

Water management department: teaching and studying global, regional and urban water cycles

TU Delft

Faculteit CiTG

“Beschikbaarheid van schoon water”
Is een kernthema van de CiTG faculteitsstrategie

Organogram

TU Delft — Delft University of Technology

TU Delft | Global Initiative

Science for the benefit of people. All people. Worldwide.

8 faculties

Civil Engineering and Geosciences (CEG)

TU Delft | Water for Impact

7 departments

Watermanagment Department (WAM)

2 sections

Water Resources Section

Sanitary Engineering Section

- 42 Assistant, Associate and Full Professors
- +/- 90 PhDs and Postdocs
- 11 support staff (secretary, laboratory, education)

TU Delft

Missie en Thema

Our Mission

To advance **fundamental scientific knowledge** and to develop **innovative engineering technologies** and **watermanagement solutions** to address **key sociatal challanges** related to **water systems and their interactions with humans**

Water and Energy in Urbanising Delta's

Water, Health and Disaster preparedness

Water, Food and Climate

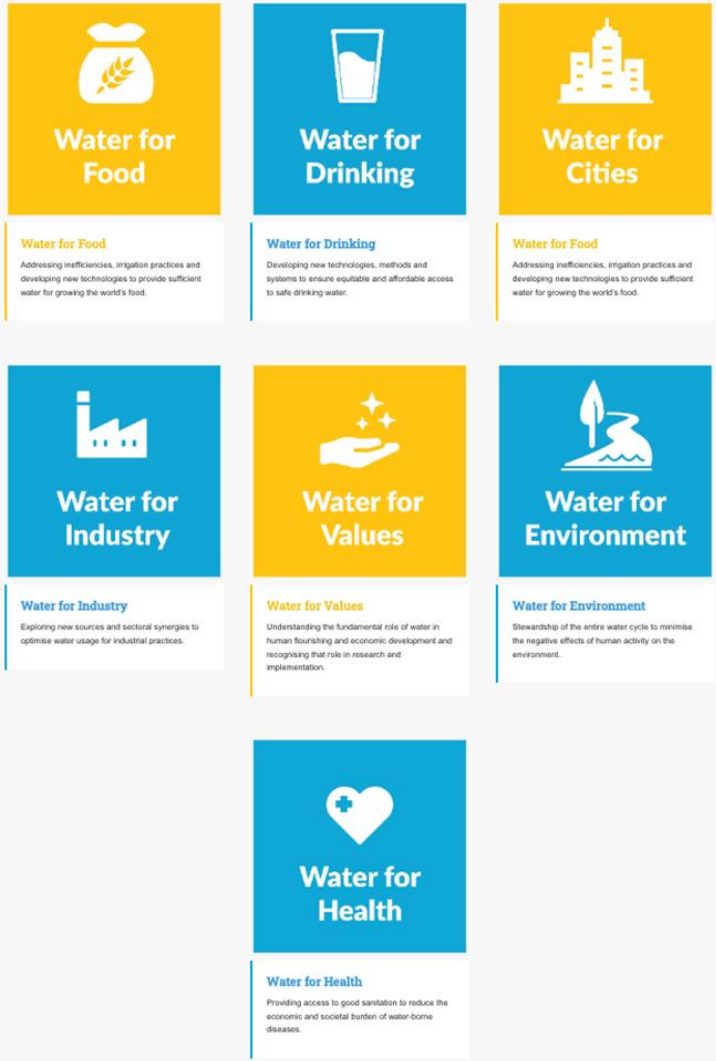
Hydrology

Water Resources management

Urban water infrastructure

Watertechnology (Drinking- and Wastewater)

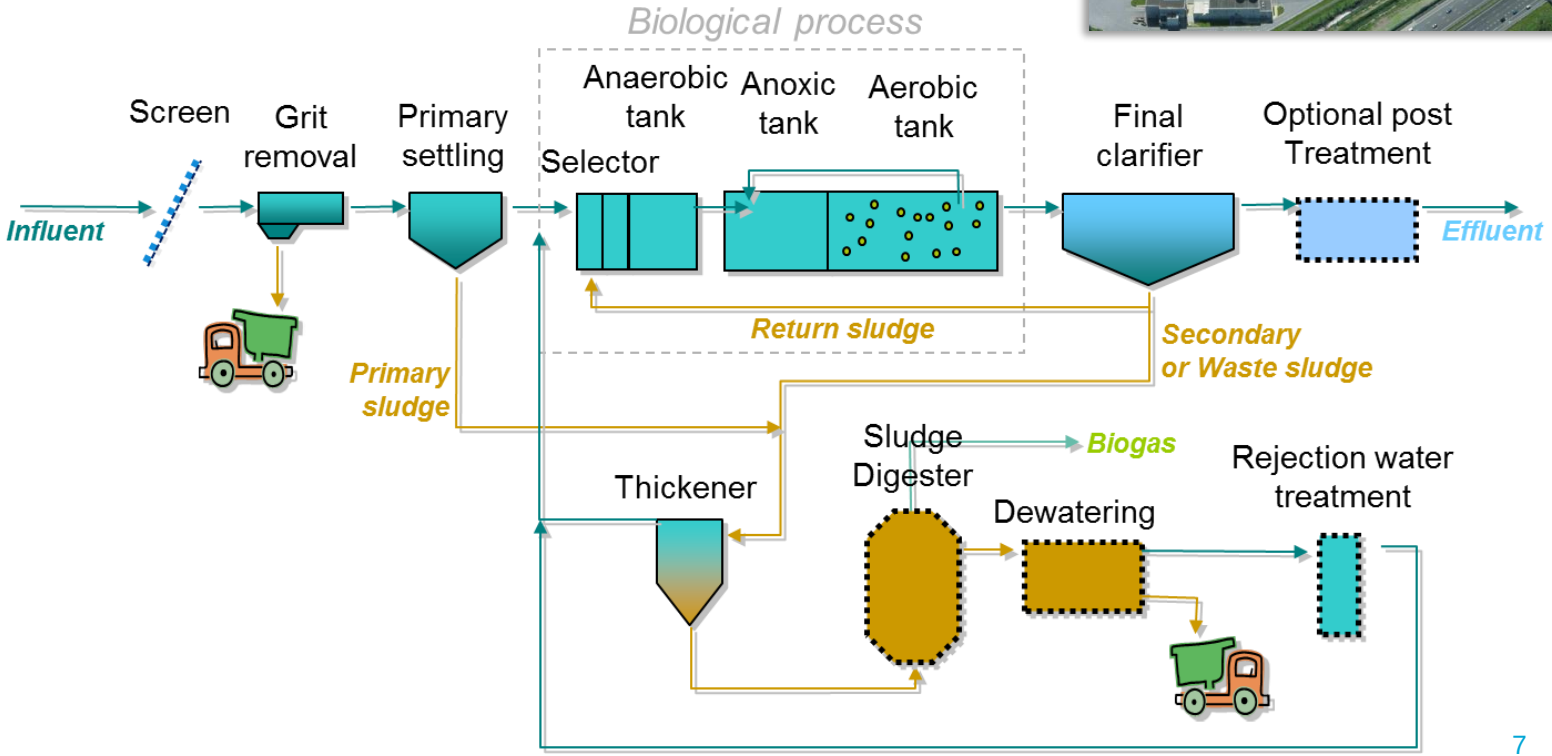
TU Delft



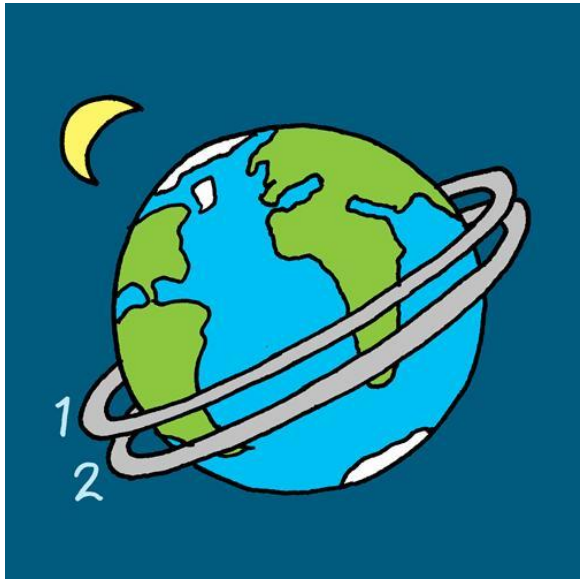
A university-wide program to promote water research that contributes to the United Nations Sustainable Development Goals agenda in and with the Global South

www.tudelft.nl/waterforimpact

Crash course rioolwaterzuivering



Transport in Nederland



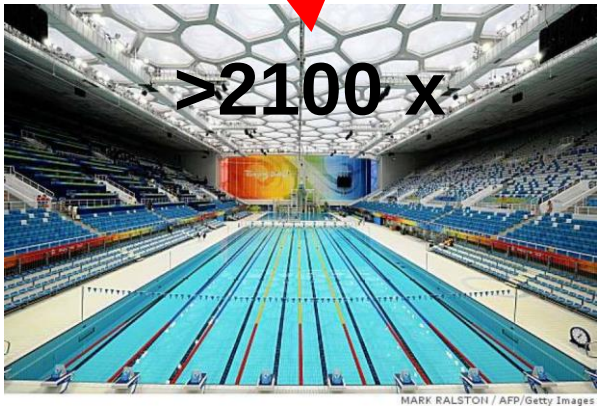
80.000 km rioolbuizen

TU Delft

En heel veel rioolwaterzuiveringsinstallaties

Voor 17 miljoen mensen:

- 99.8% rioolwater behandeld
- 5,3 miljoen **m³**/dag
- 350 RWZIs



MARK RALSTON / AFP/Getty Images

Centraal of decentraal?

TU Delft

Waarom ook alweer?

TU Delft

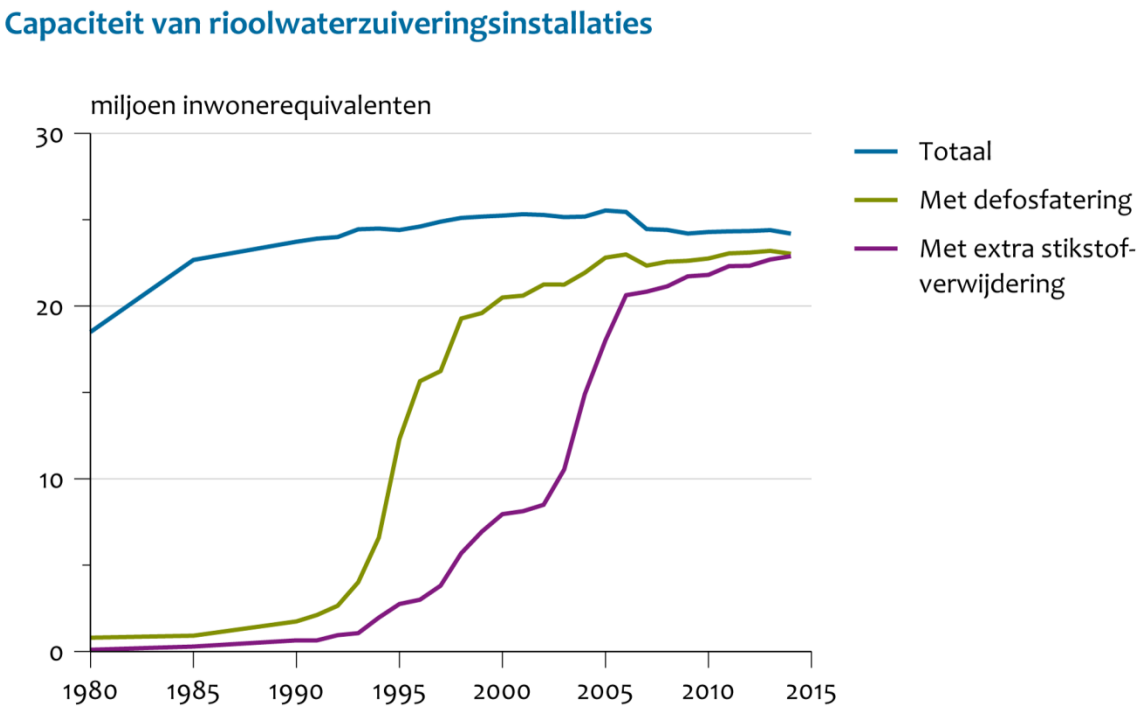
Veranderende focus door de jaren heen

Ruimtegebrek leidde niet tot succesvolle (blijvende) innovatie

Interne motivatie waterschappen
Waarom?
Noodzaak tot of behoefte aan innovatie, kosteneffectiviteit, trends volgen, rentmeesterschap?

Verandering door: Effluent gebruik, Energie, Grondstoffen

>100 jaar actief slib: Zijn we klaar met ontwikkelen?



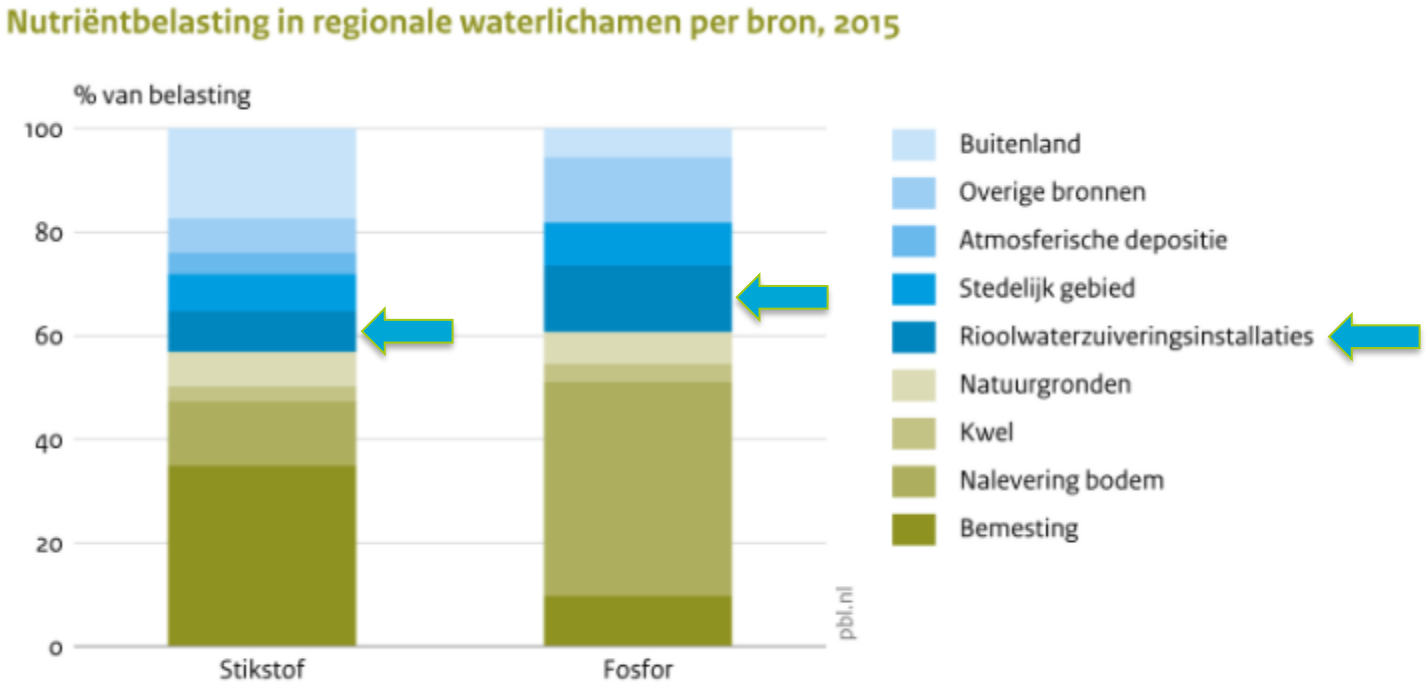
Bron: CBS.

CBS/apr16
www.clo.nl/nl004417

Klaar? Nog niet…

Wat is nieuw: verbetering effluent

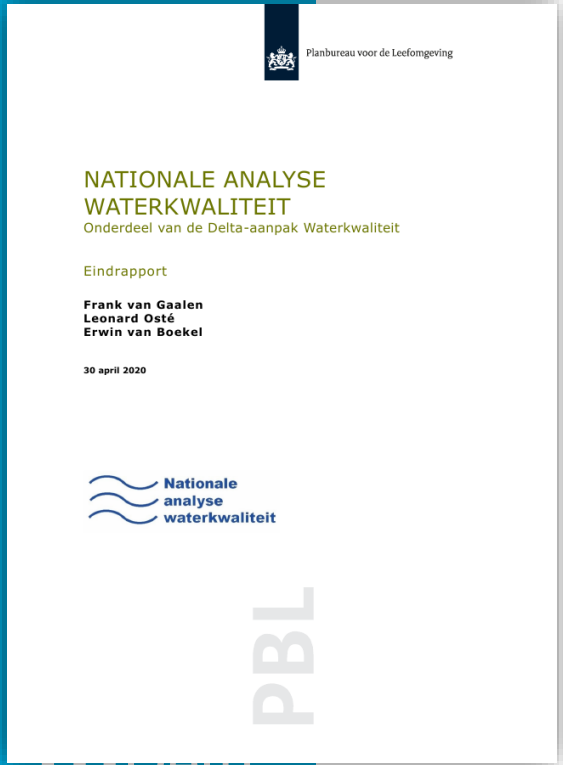
Richtlijnen KRW: N&P



Bron: Waterbeheerders, Wageningen Environmental Research, Deltares; bewerking PBL

Slide:
Roorda Advies
Jelle Roorda

Fysisch chemische waterkwaliteit lang niet overal goed….



Planbureau voor de Leefomgeving

NATIONALE ANALYSE WATERKWALITEIT

Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit

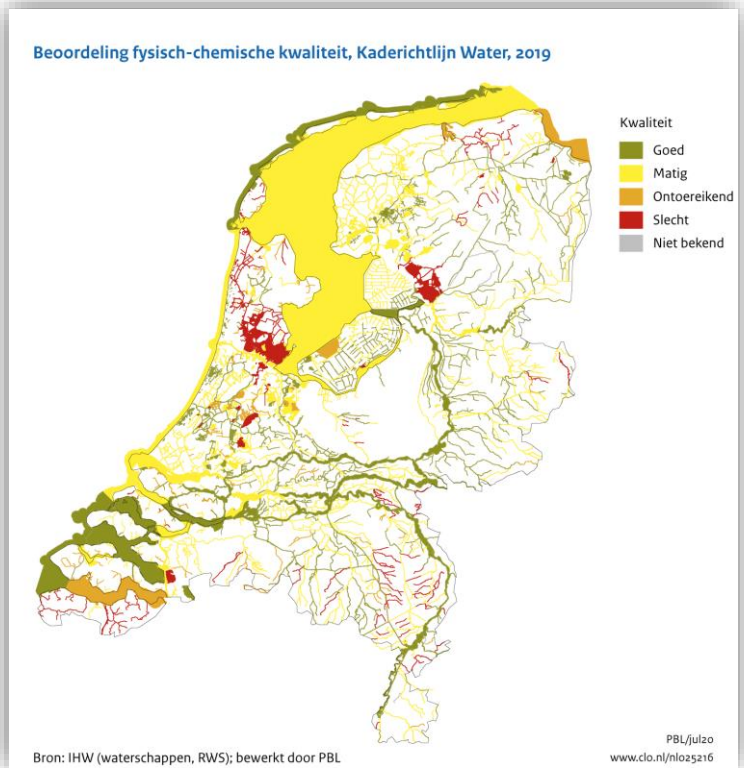
Eindrapport

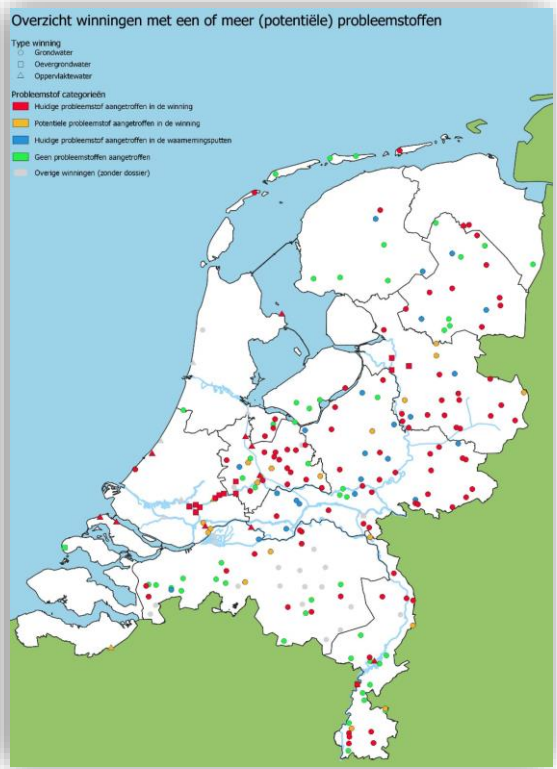
Frank van Gaalen
Leonard Osté
Erwin van Boekel

30 april 2020

Nationale analyse waterkwaliteit

PBL





Prioritaire stoffen

Veel aandacht de laatste jaren:

- PFAS
- Antibiotic resistance genes/bacteria
- Pharmacauticals
- Microplastics

Nageschakelde zuiveringstechnieken

- Actief kool: regeneratie, footprint, afval
- Ozonatie: afbraakproducten, bromaat vorming, energie, invloed van NOM
- Membraan filtratie: nanofiltratie nodig voor organische PS, duur, fouling
- Zandfiltratie voor microplastics is niet voldoende
- Desinfectie voor ARG: chlorering, UV, electrocoagulatie (=nieuw)

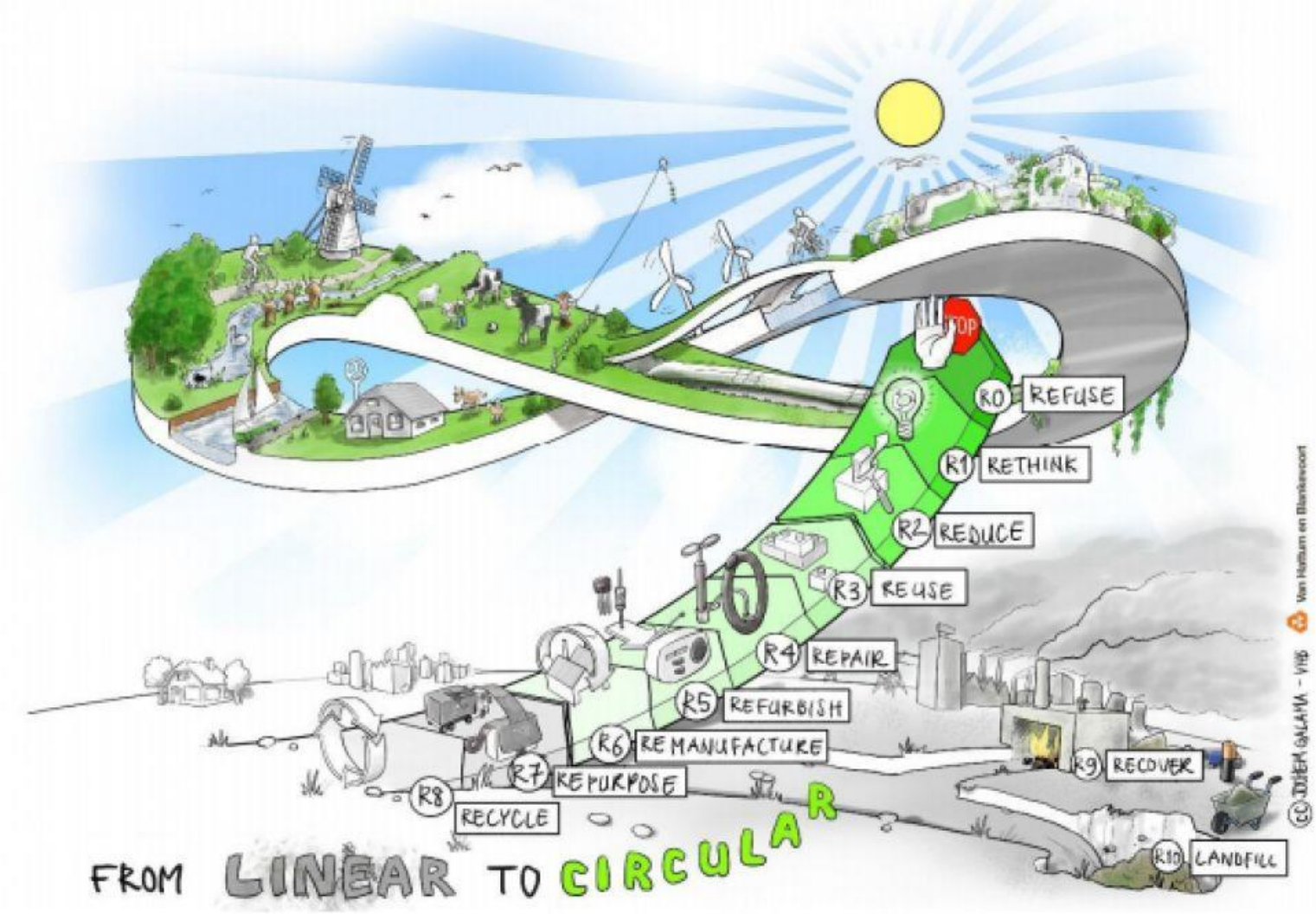
Afbraak of verplaatsen van probleem?

TU Delft

Wat dan wel?

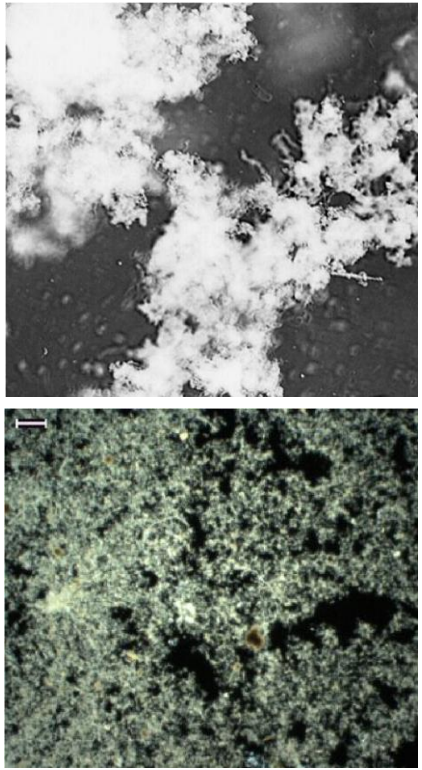
- Bronaanpak
- Nieuwe technologieën
- Aandacht voor meten en monitoring

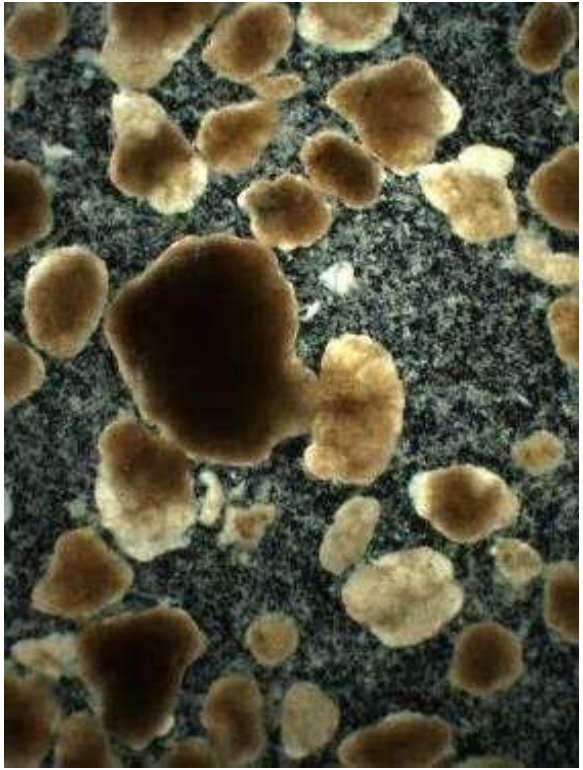
Grondstoffen terugwinning


STOP
R0 REFUSE
R1 RETHINK
R2 REDUCE
R3 REUSE
R4 REPAIR
R5 REFURBISH
R6 REMANUFACTURE
R7 REPURPOSE
R8 RECYCLE
R9 RECOVER
R10 LANDFILL
FROM LINEAR TO CIRCULAR
Van Hunsum en Blankevoort

TU Delft

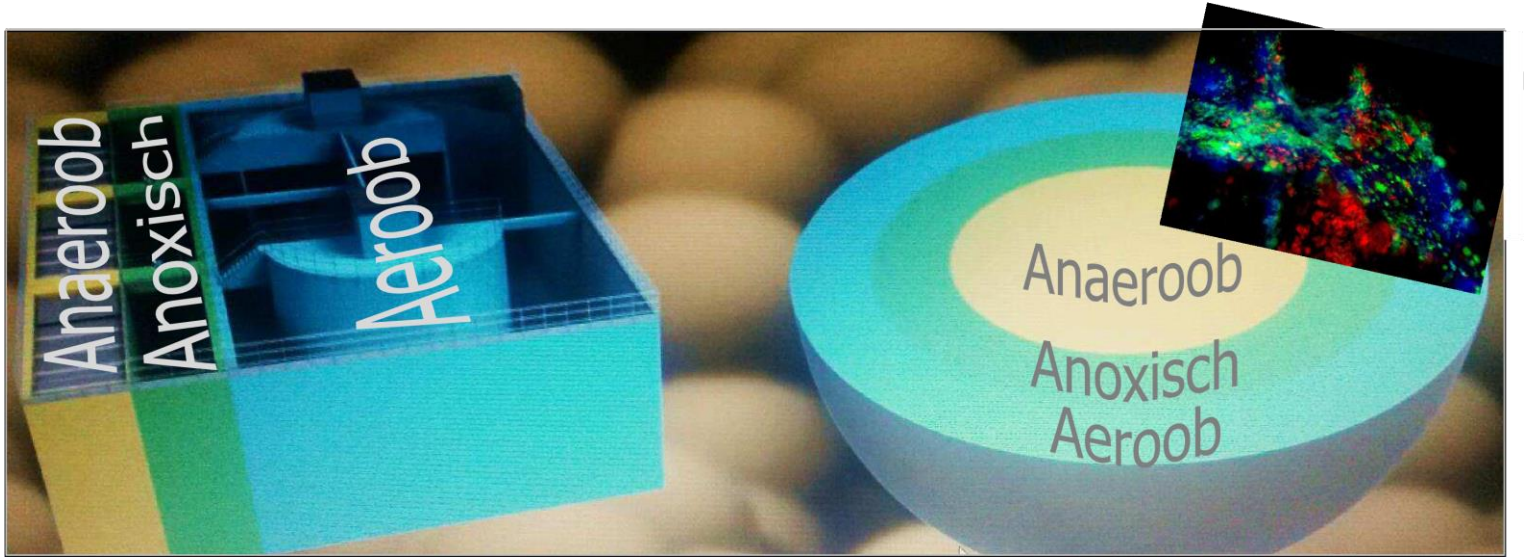
Minder grondstoffen gebruiken: Compacte zuivering – Aeroob korrelslib





Unieke gelaagde structuur in bacteriekorrels

- Biomassa makkelijk in de reactor te houden, minder hulpstoffen (ijzer, flocculanten);
- Compact ontwerp, minder bouwmateriaal;
- Lage investeringen;
- Laag elektriciteit verbruik;
- Alle biologische processen (COD, P, N) in 1 tank.



TU Delft

TU Delft

Flexibele zuivering Verdygo

WWTP Simpelveld NL

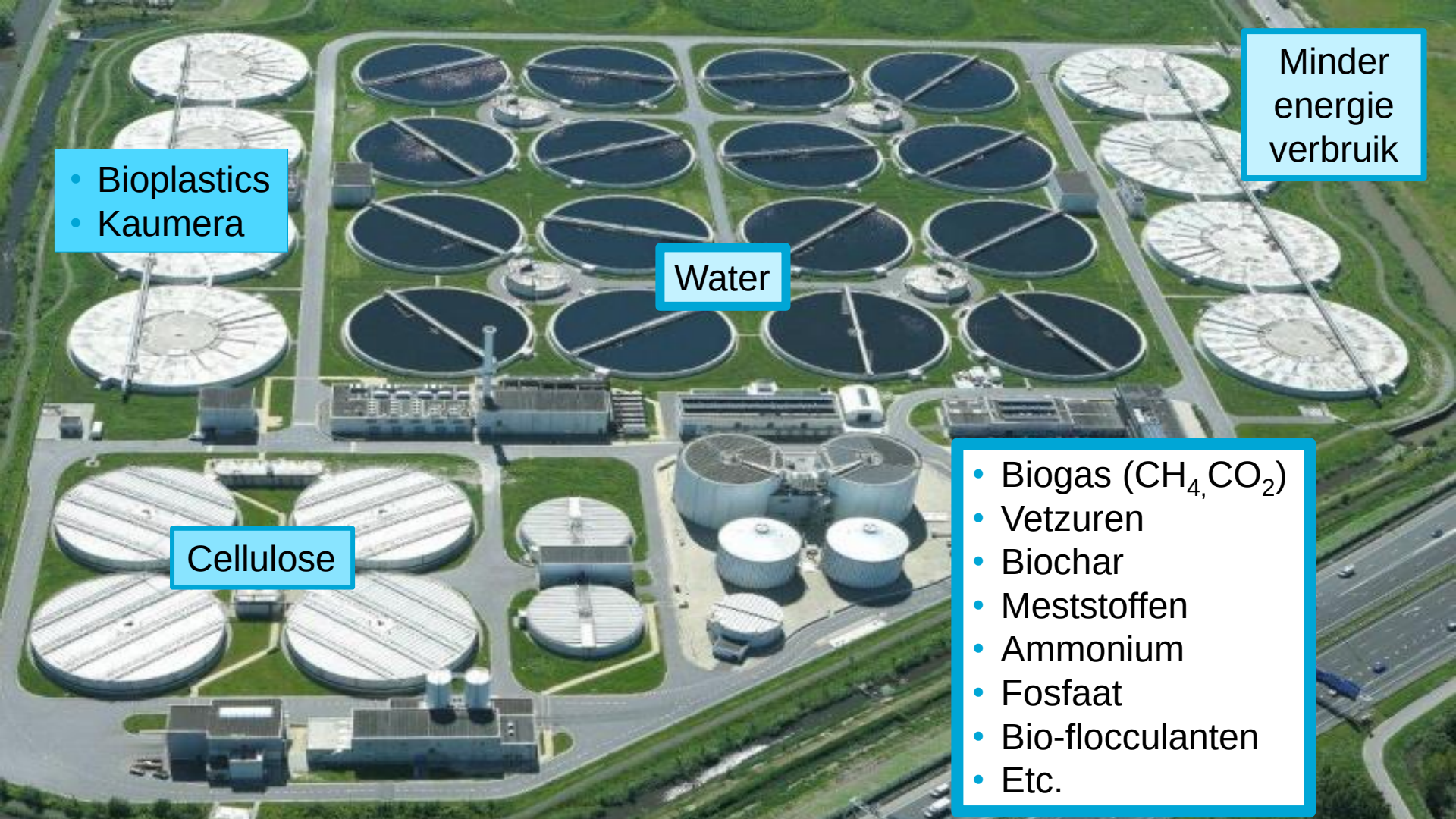
TU Delft

Speciale grondstof uit korrelslib

kaumera (www.Kaumera.com)

- geëxtraheerde EPS uit korrelslib;
- Waterafstotend, waterbindend, en vlamvertragend na verschillende behandelingen;
- Kan gebruikt worden als: bindmiddel en water afstotende laat in textiel of verpakkingindustrie, bio-stimulant of bemestende coating in de landbouw, of uithardingsmiddel voor cement
- Volle schaal extractie installaties op 2 locaties

TU Delft


Minder energie verbruik
Bioplastics
Kaumera
Water
Cellulose
Biogas (CH_4, CO_2)
Vetzuren
Biochar
Meststoffen
Ammonium
Fosfaat
Bio-flocculanten
Etc.

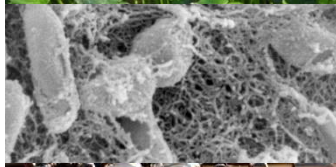
Focus van de waterschappen

- fosfaat
- cellulose
- bioplastics en vetzuren
- energie
- biomassa
- Kaumera
- CO_2

Geen noodzaak voor nieuwe zuiveringstechnologiën, alleen naschakelingen

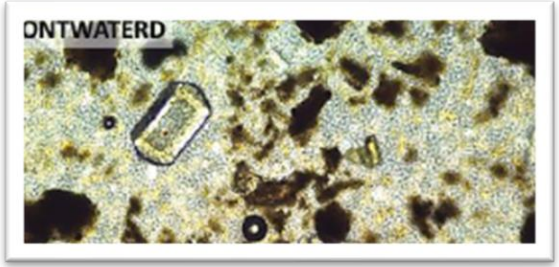





Waarom grondstoffenterugwinning?

Waarom grondstoffenterugwinning?



Waarom grondstoffenterugwinning?

Waarom grondstoffenterugwinning?

Slibverbranding: einde levensduur installaties en slibcrisis

Nieuwe manieren van slibverwerking:

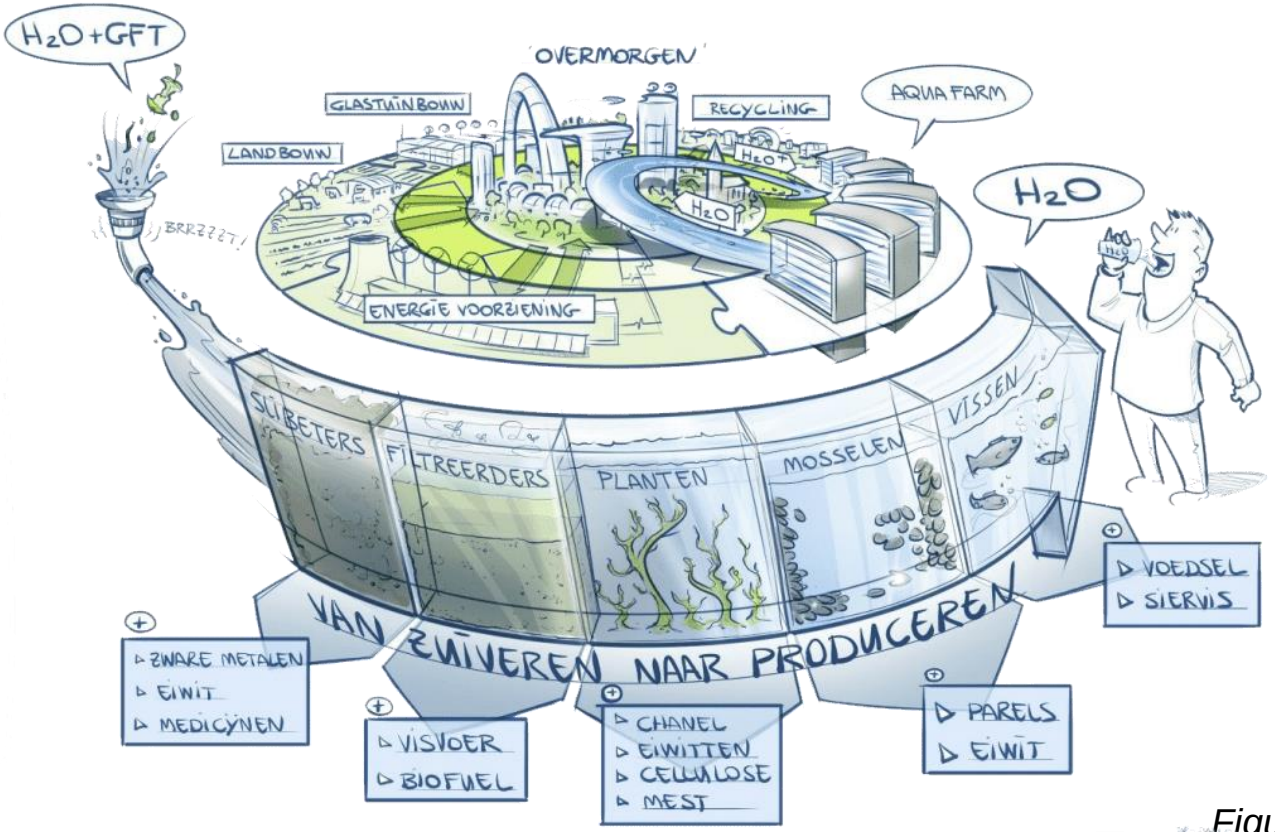
- Betere slibafbraak (ontwerp slibgisting en voorbehandeling)
- Vergaande slibafbraak (pyrolyse, superkritisch vergassen)
- Grondstof uit slib
- Geen slib door fysisch-chemisch zuiveren **(??)**

Biogas productie van slib ↑ ⇔ Slib afbraak ↑

Conversie ↑ ⇔ Ontwaterbaarheid ↑ ⇔ transport kosten ↓

TU Delft

Gebruik van ecologie ….

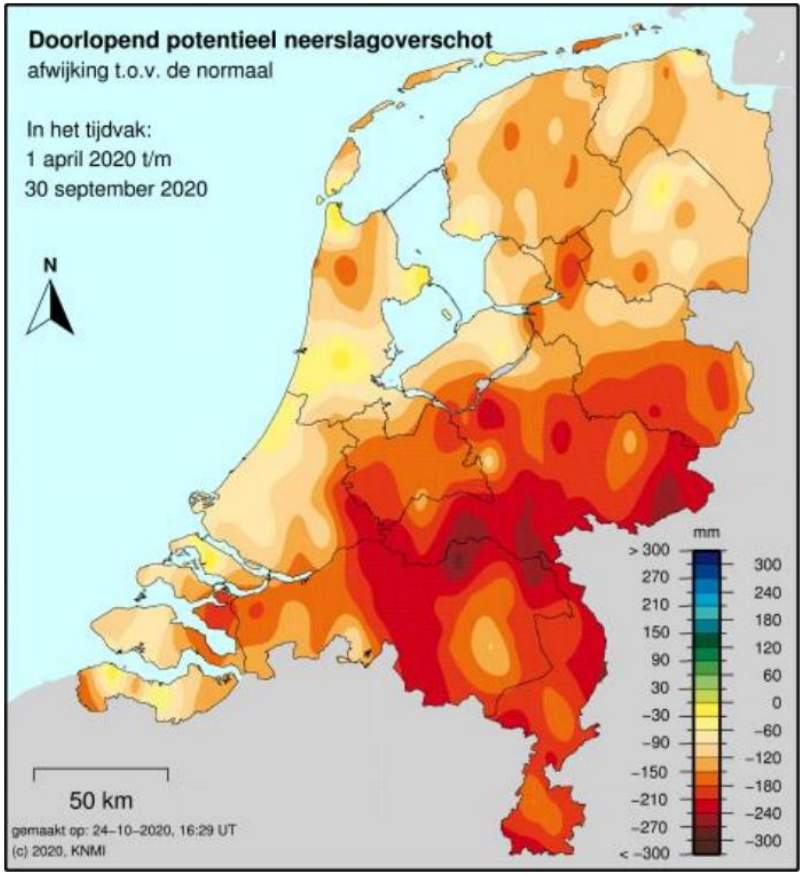


Figuur: Aquafarm.nl

….of technologie

Speciale grondstof onder de aandacht:

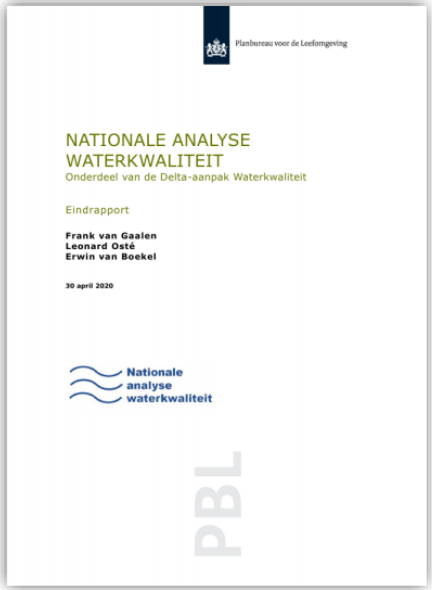
Water overschot of tekort?



Slide:
Roorda Advies
Jelle Roorda

Alternatieve bronnen voor waterproductie

- bronnen voor drinkwater staan sterk onder druk
- in droge perioden neemt verbruik sterk toe
- bevolking groeit, meer drinkwater nodig
- oppervlaktewaterkwaliteit sterk beïnvloed door effluentlozingen
- meer verontreinigingen in grond- en oppervlaktewater
- huidige infrastructuur winning vraagt een groot ruimtebeslag (vanwege bronbescherming)
- *aanvullende, nieuwe bronnen nodig*


Planbureau voor de Leefomgeving

NATIONALE ANALYSE WATERKWALITEIT
Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit

Eindrapport

Frank van Gaalen
Leonard Osté
Erwin van Boekel

30 april 2020

Nationale analyse waterkwaliteit

PBL

de ultieme waterfabriek

bron: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/04/30/nationale-analyse-waterkwaliteit

TU Delft

Speciale grondstof = water

Water terugwinning voor:

- Irrigatie
- Grondwater suppletie
- Natuur
- Recreatie
- Proces water
- Drinkwater
- ….

Veel aandacht voor drinkwater uit afvalwater: waar is dit?

https://www.veolia.com/en/newsroom/news/drinking-water-recycling-wastewater-windhoek-namibia

Slide:
Roorda Advies
Jelle Roorda

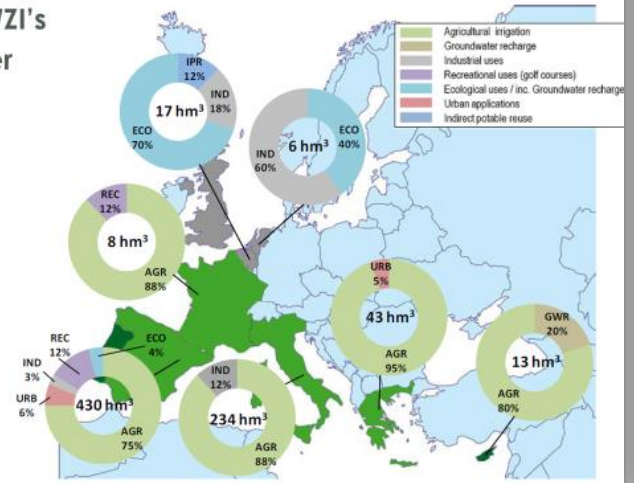
Water terugwinning

> 10 cases en vele onderzoeken

WATERFABRIEK DE NIEUWE BRON

- Wilp
- Haaksbergen
- Oijen
- Helmond
- Groote Lucht
- Wervershoof
- Terneuzen
- Epe
- Garmerwolde
- Bath
- .....

- WiCe Waterfabriek (KWR/STOWA)
- AquaConnect
- Capillaire Nanofiltratie
- EffluentFit4Food
- End-of-Waste effluent RWZI's
- Vervolg Ge(o)zond Water
- .....



TU Delft

Slide:
Roorda Advies
Jelle Roorda

Van Rioolwater naar drinkwater

Uitdagingen:

- Technologie: robuuste productie
- Monitoring: kwaliteitsgarantie
- Impact watersysteem
- Acceptatie en gedrag
- Samenwerking, institutioneel

de ultieme waterfabriek

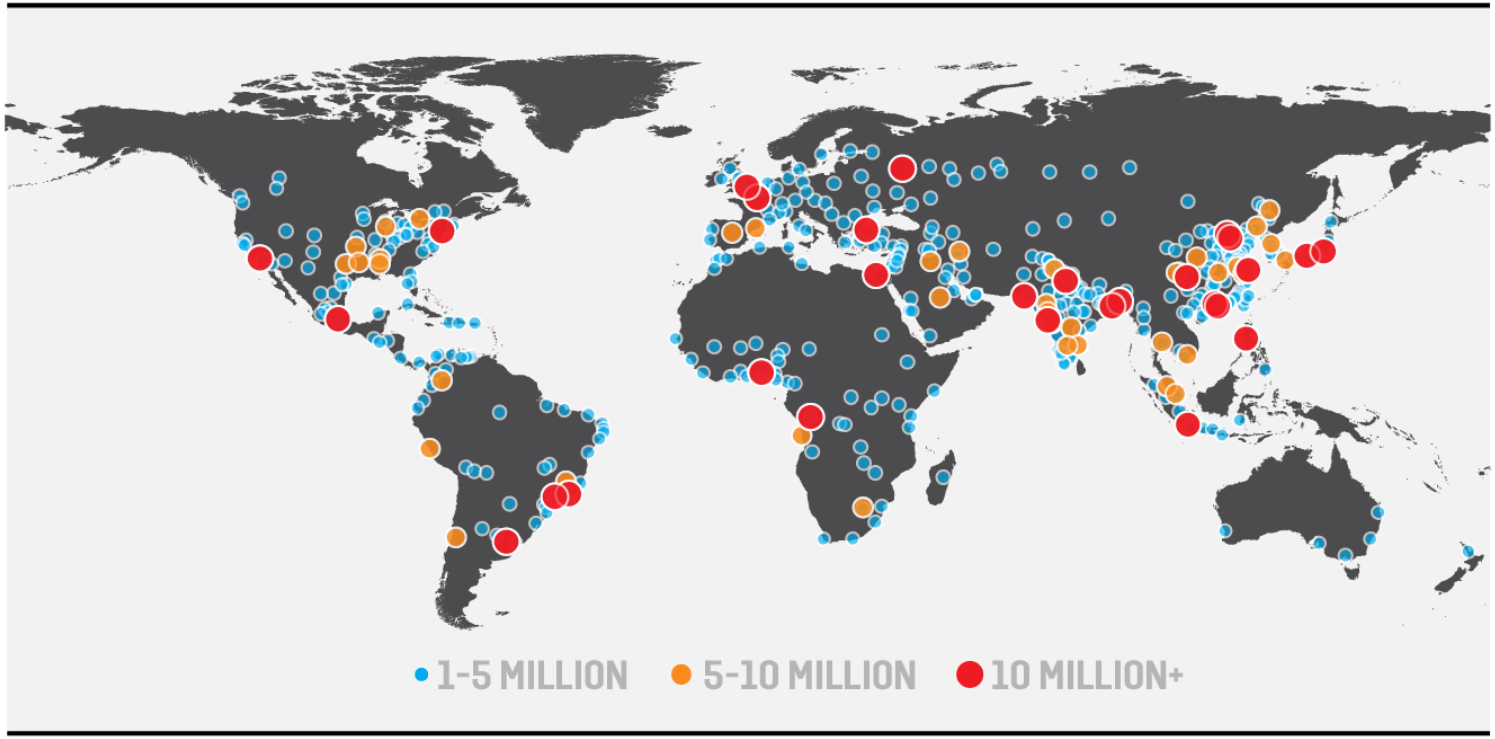
Nieuwe analytische methoden en monitoring

Nieuwe ontwikkelingen

- Artificial intelligence in RWZI voor:
  - Sturing effluent kwaliteit
  - Vermindering emissie broeikasgassen
  - Digital twins voor beter begrip procesaanpassingen
- Monitoring rioolwater en effluent voor het in kaart brengen van gezondheid (COVID)
- Goedkope en snelle analytische technieken voor monitoring pathogenen, ARB, microplastics, medicijnresten, etc.

Rioolwater in megasteden wereldwijd

FP Distribution of Cities 2014

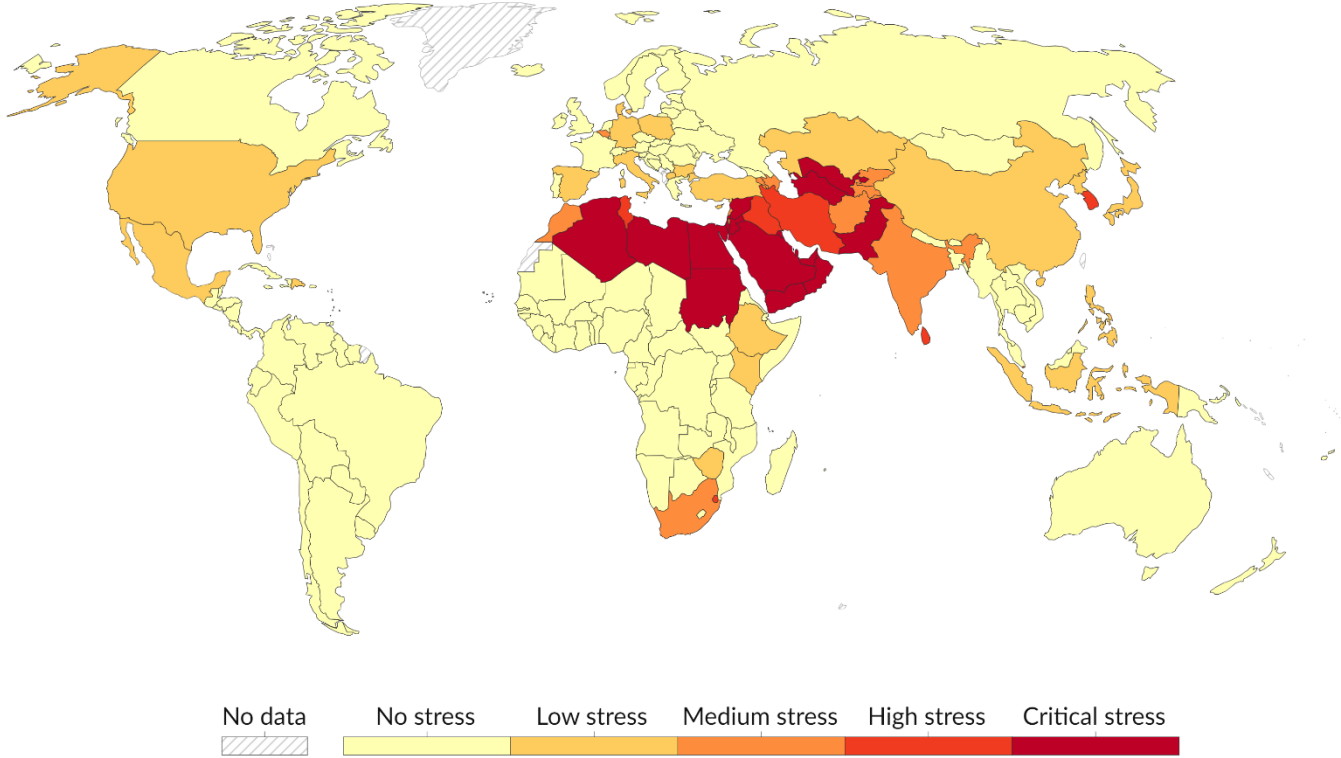


FOREIGN POLICY / DATA VIA THE UNITED NATIONS

Freshwater withdrawals as a share of internal resources, 2020

Our World in Data

Freshwater withdrawals refer to total water withdrawals from agriculture, industry and municipal/domestic uses. Withdrawals can exceed 100% of total renewable resources where extraction from non-renewable aquifers or desalination plants is considerable.

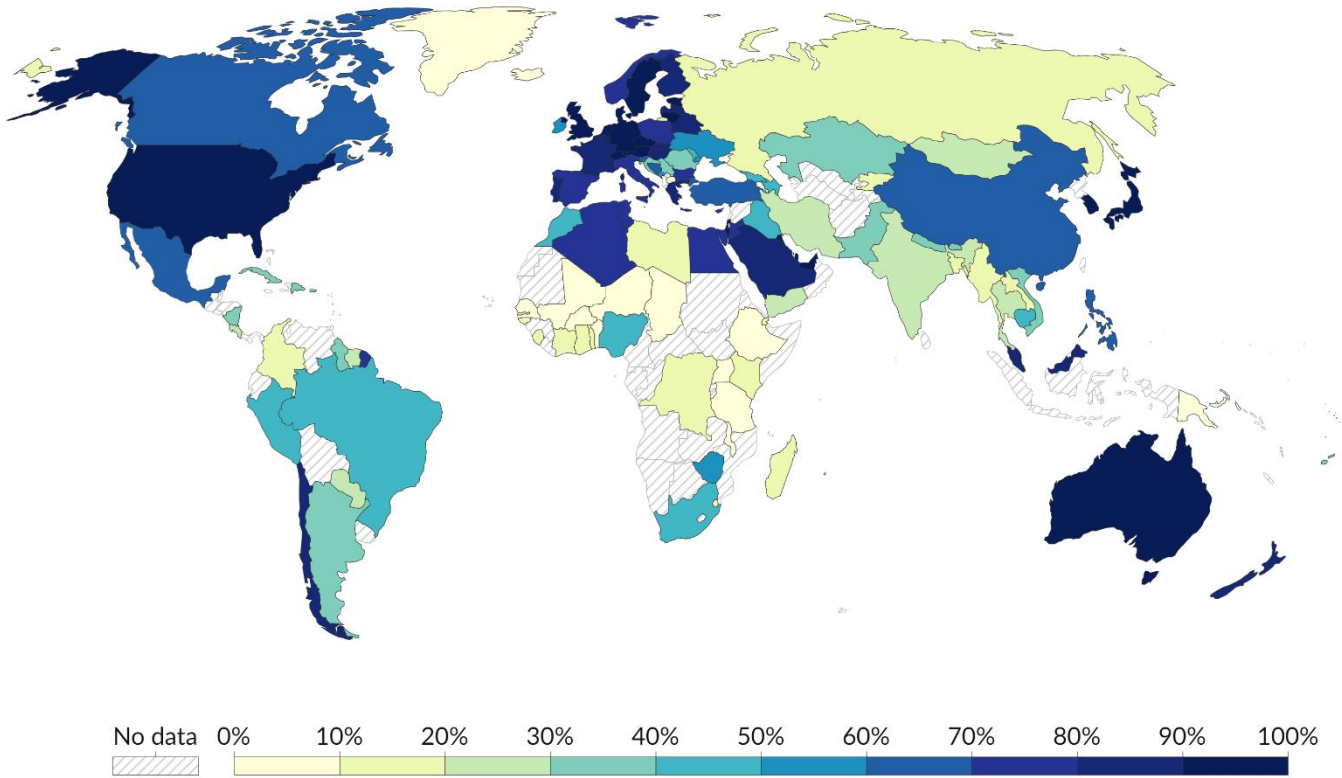


Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations

TU Delft

Share of domestic wastewater that is safely treated, 2022

The proportion of wastewater from households and the service industry that is safely treated at the source or through centralized wastewater treatment plants before being discharged into the environment.

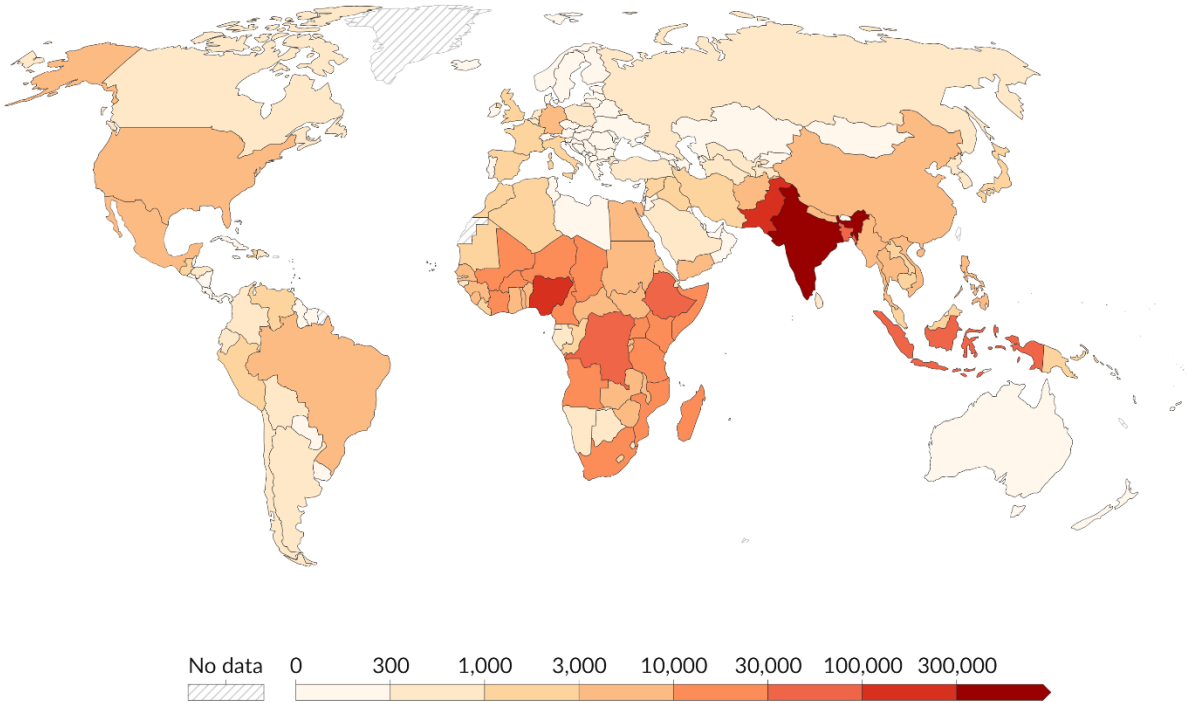


Data source: World Health Organization

OurWorldInData.org/water-use-stress | CC BY

Diarrheal disease deaths, 2019

Estimated annual number of deaths from diarrheal diseases[1].



Data source: WHO, Global Health Estimates (2020)

OurWorldInData.org/diarrheal-diseases | CC BY

1. Diarrheal diseases: Diarrheal diseases are a group of illnesses that are usually caused by viral, bacterial, or protist infections. They tend to be spread through contaminated food or drinking water, or between people through the fecal-oral route or direct contact. There are many public health measures that can prevent diarrheal disease, including sanitation, clean drinking water, pasteurization, food safety, and hand washing with soap.

Flexibele zuivering

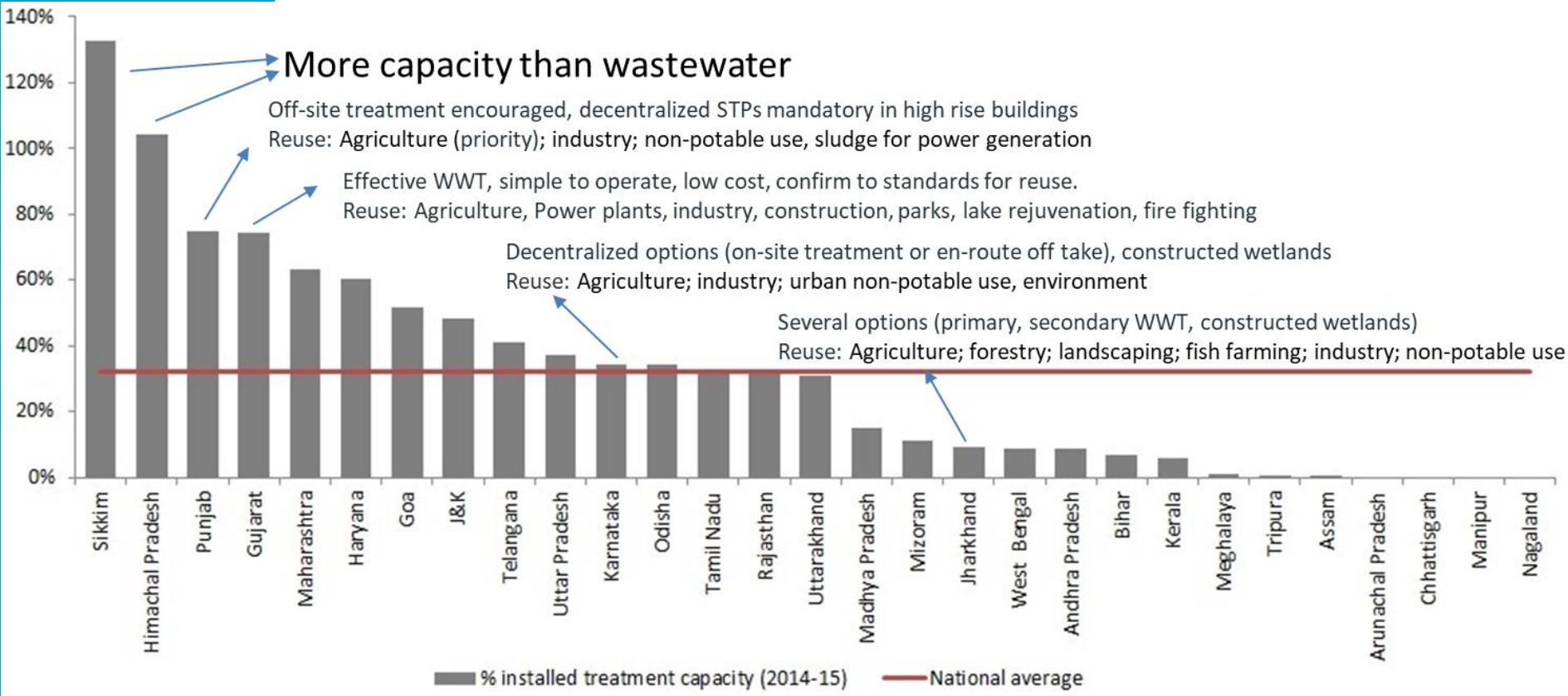
Decentraal & terugwinning

New Dehli India

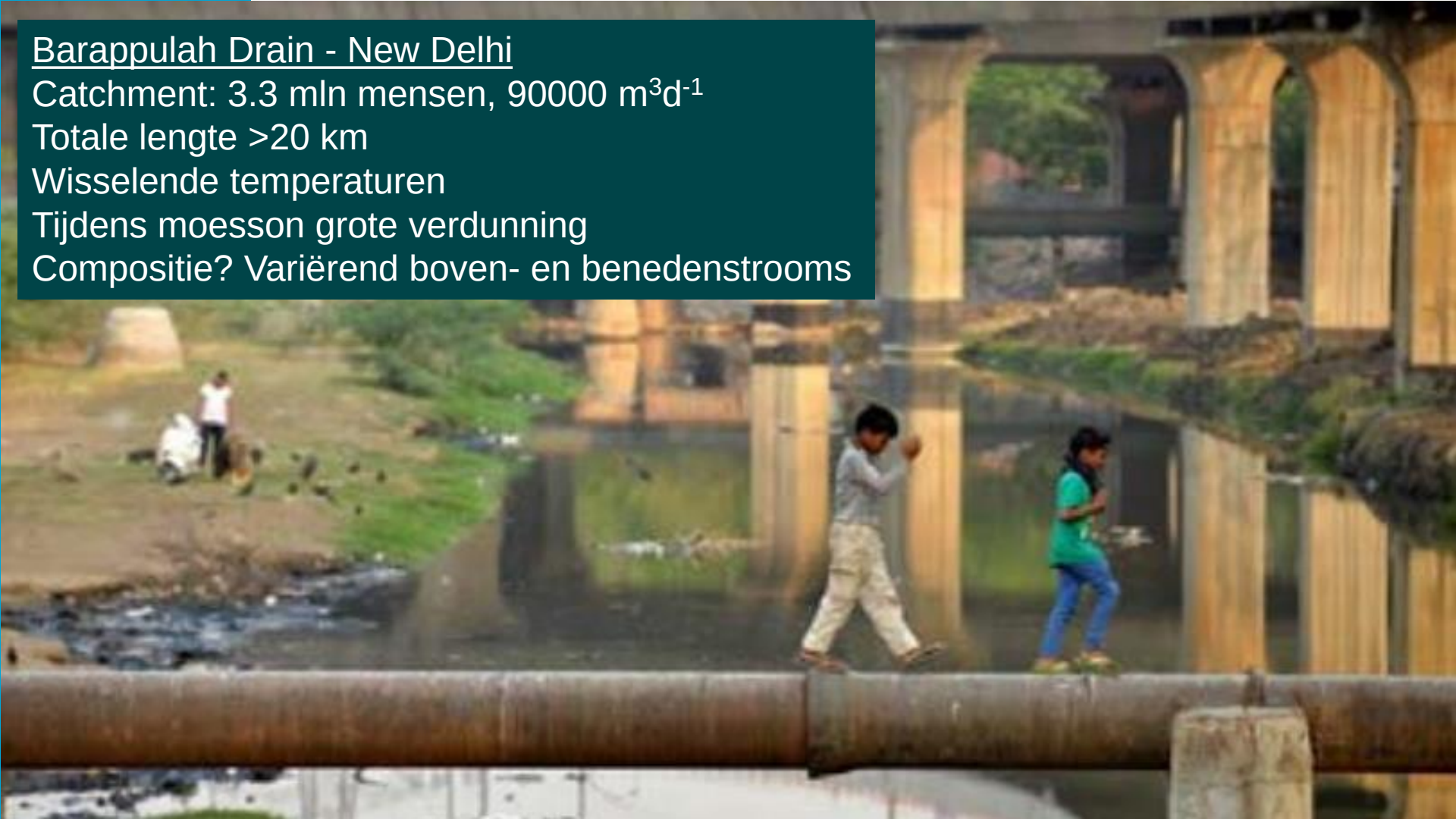
Projecten in India op gebied van decentrale rioolwaterzuivering….

TU Delft

Afvalwaterzuivering in India



Source: Ms. Joyita Ghose, www.teriin.org/blog/need-cross-learning-states-act-improve-wastewater-management



Barappulah Drain - New Delhi

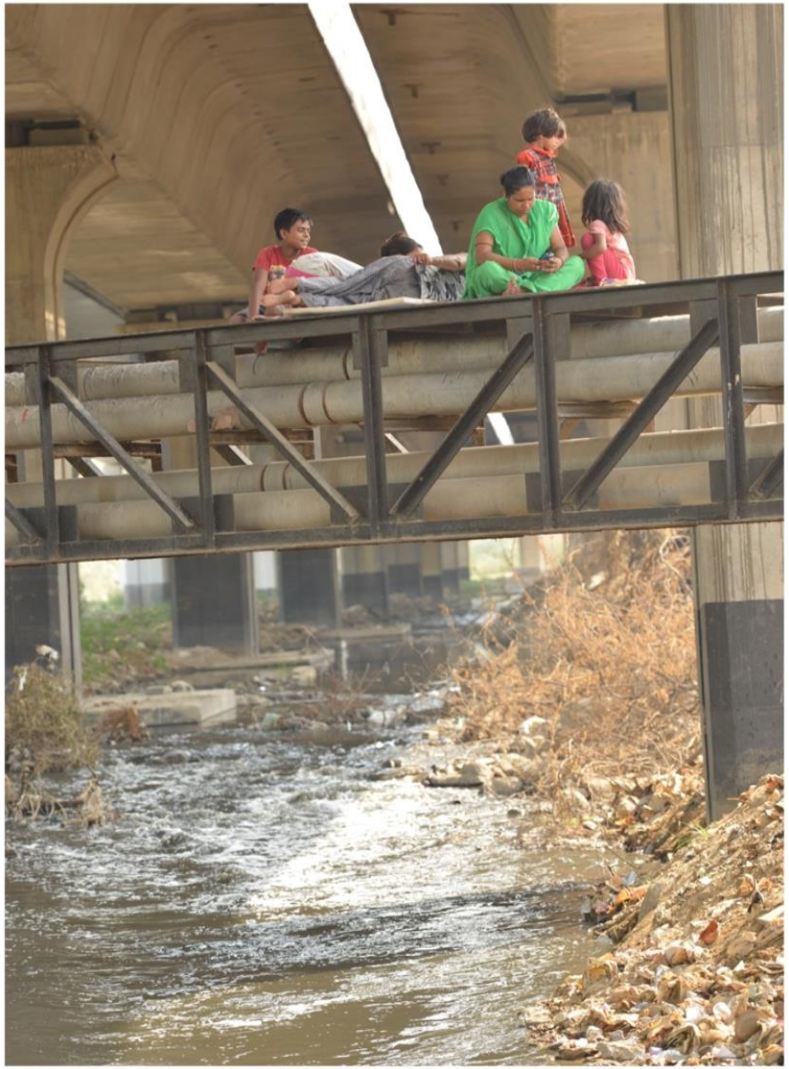
Catchment: 3.3 mln mensen, 90000 m^3d^{-1}

Totale lengte >20 km

Wisselende temperaturen

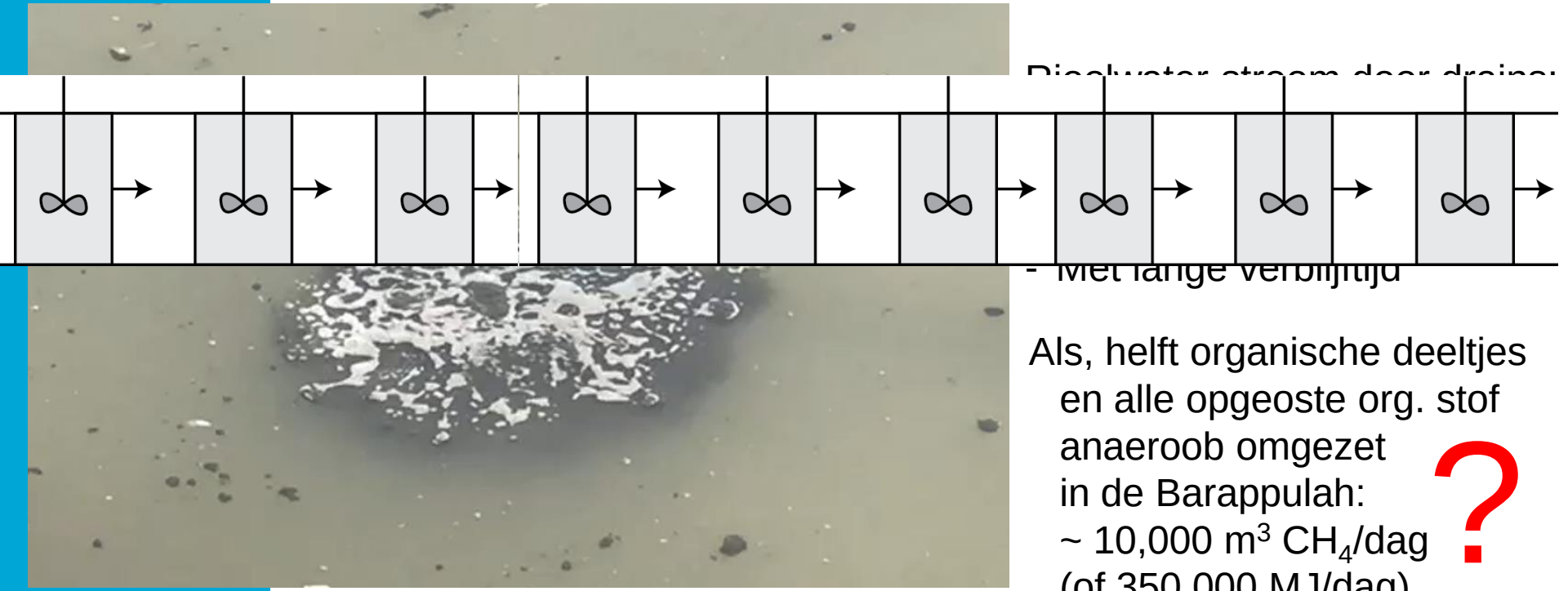
Tijdens moesson grote verdunning

Compositie? Variërend boven- en benedenstrooms



BAS LOSEKOOT PHOTOGRAPHY

Broeikasgas emissie



Rioolwater stroom door drains

- Met lange verblijftijd

Als, helft organische deeltjes en alle opgeoste org. stof anaeroob omgezet in de Barappulah:
~ 10,000 m^3 CH_4/dag
(of 350,000 MJ/dag)

?

En overstroming, geur, gezondheidsrisico's, etc.….

99% gerioleerd land, met lage temperatuur en lage retentie tijd in het riool

Geen waterhergebruik of acquifier recharge: effluent naar oppervlaktewater
Perfecte effluent kwaliteit, nog steeds broeikasgasemissies uit riool en zuivering

TU Delft

Oplossing aan het eind van de drain?

Hoge kosten in 1 keer, nog steeds drain gerelateerde problemen, O&M haalbaar?

Decentrale zuivering van afvalwater

- Dichter bij de mensen (als er nog geen riolering is)
- Stadsverfraaiïng
- Bronscheiding
- Direct hergebruik grondstoffen mogelijk

- Economy of scale
- Monitoring
- Robuust: betrouwbaarheid en aandacht




Quantitative Microbial and Chemical Risk Assessment
- **1** TUD/IHE/VU/NEERI/TERI/MU

(An-)aerobic Pretreatment & energy recovery - **2**
TUD/IHE/TERI/IITD

Post-treatment & Nutrient recovery

Wetlands - 3a
WUR/IITD

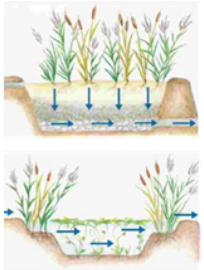
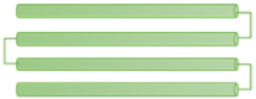


Photo-bioreactor – 3b
WUR/NIOO/IITD



Sludge Reuse

Biogas & SOFC

Flowers

Weeds

Micro-algae Fertilizer

Reducing health risks of water reuse - **1**
TUD/VU/NEERI/IHE/TERI

Removal

Safe use

Healthy Reuse

Potable water

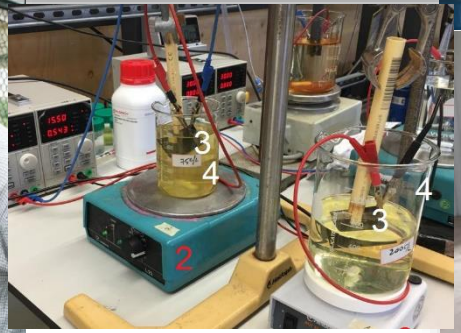
Industrial water

Irrigation water

TU Delft

LOTUS HR
Local Treatment of Urban Sewage Streams for Healthy Reuse


Photobiorea


3
4
4
3
2


Students
in DU and INI
Indian, Dutch scientists to
revive Barapullah drain

The Indian EXPRESS

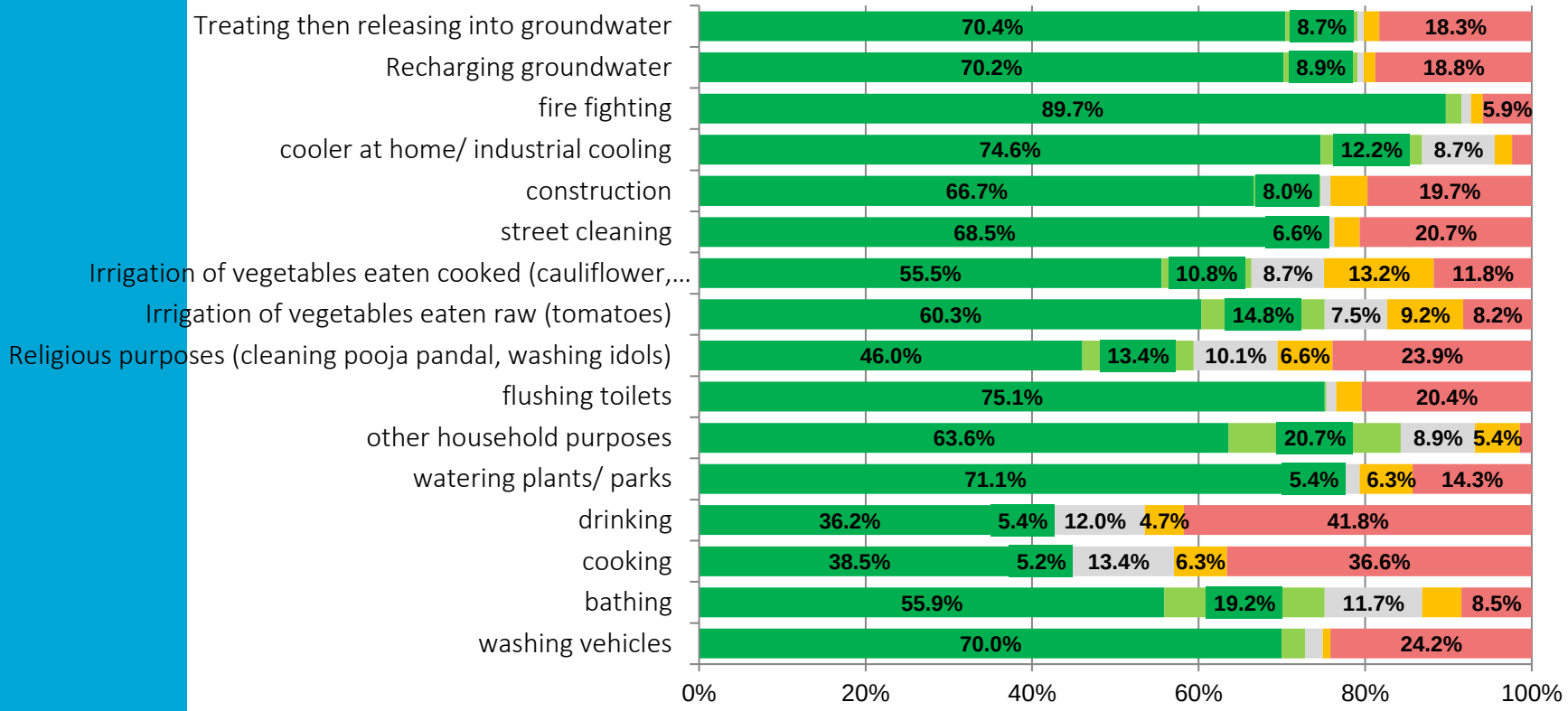
Acceptance For cooking, bathing higher: In Barapullah, many open to using treated water, but not for drinking

Over 420 households from high, middle and low income groups, living near the Barapullah drain, were interviewed for the perception survey — part of a five-year joint initiative named LOTUSHR between Indian and Dutch research institutes on developing a holistic wastewater management approach.

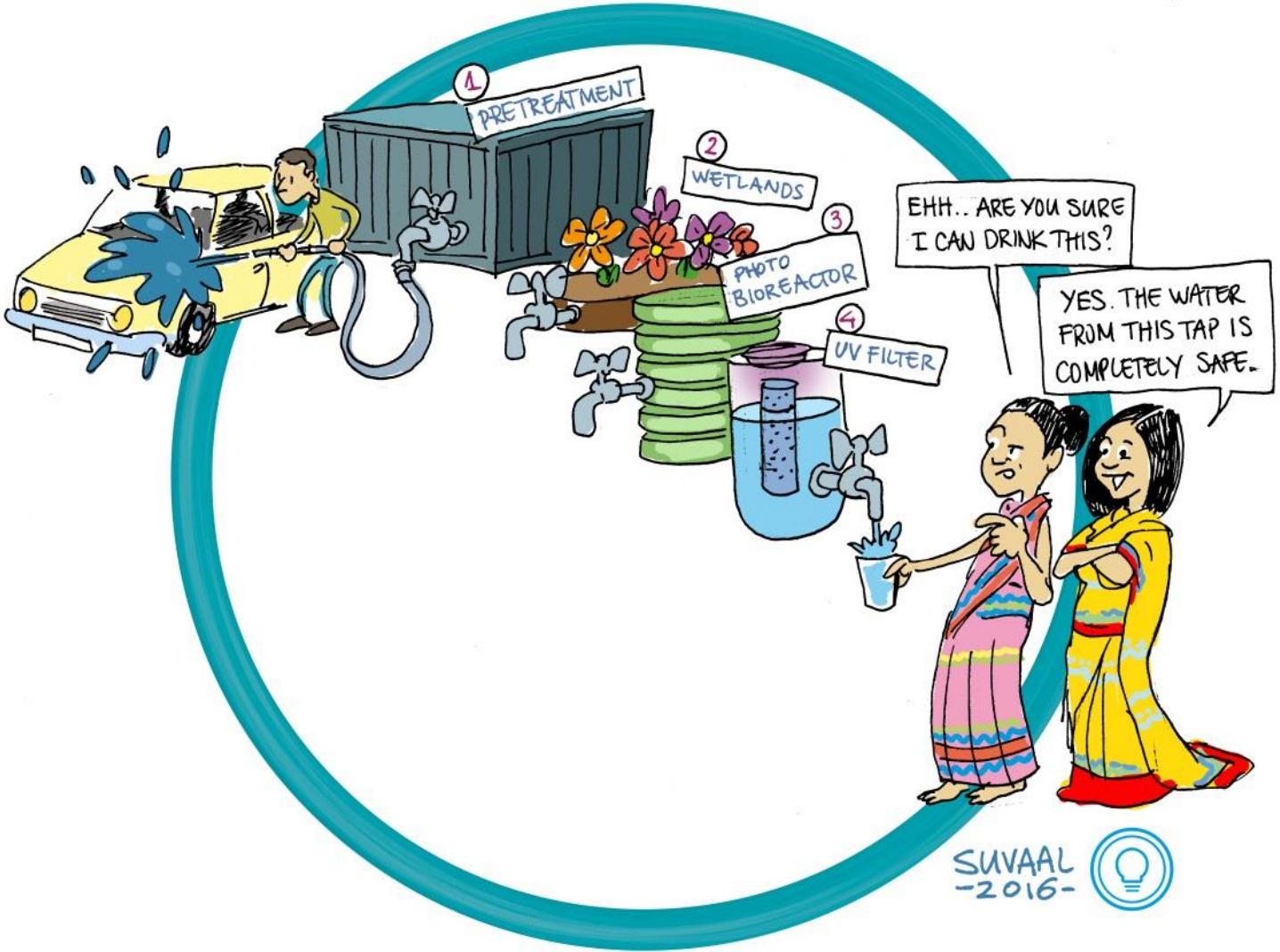
Written by **Shivam Patel** | New Delhi |
June 25, 2019 1:32:26 am

TERI Blogs: Published on 18 Apr 2019
https://www.teriin.org/blog/addressing-socio-cultural-barriers-are-key-ensuring-reuse-treated-waste-water
Published on 29 May 2019
https://www.teriin.org/blog/build-confidence-among-users-towards-safety-treated-waste-water

data, fig. and pictures by Yoyita Ghose and Mehar Kaur, TERI, 2018
in the scope of the LOTUS-HR programme



Majority is aware of water shortage in Delhi or experienced it themselves
Majority have the “yuck factor” but would accept reuse if people around them do so.


1
PRETREATMENT
2
WETLANDS
3
PHOTO BIOREACTOR
4
UV FILTER
EHH.. ARE YOU SURE I CAN DRINK THIS?
YES. THE WATER FROM THIS TAP IS COMPLETELY SAFE.
SUVAAL
-2016-