

**KENNISEVENT NIEUWE SANITATIE****Een samenwerking over de grenzen heen...**

28 November 2019 – Bovendonk, Hoeven (NL)

# TERUGWINNING GRONDSTOFFEN



## TERUGWINNING GRONDSTOFFEN

**WOWproject, winning grondstoffen uit afvalwater**  
Waterhergebruik in recreatiepark en woonwijk  
Enzymatische omzetting cellulose

# **PROJECT WOW! Winning grondstoffen uit rioolwater**

28 November 2019

Rinus van Praag - Pulsed Heat



*Waarom wordt op dit moment  
minder dan 1% grondstoffen  
hergebruikt?!*

- A. Het kan technisch gezien niet
- B. Er is geen markt voor
- C. Het mag juridisch gezien niet
- D. Geen van de antwoorden is waar
- E. Alle antwoorden zijn waar



# Met het **WOW!** project willen wij:

- Laten zien dat terugwinnen van grondstoffen uit rioolwater mogelijk is
- Marktpartijen kennis laten maken met de potentie van grondstoffen uit rioolwater
- Een Europees kader creëren voor te doorlopen stappen van afvalstof naar grondstof

# Deelnemers WOW!



# **WOW Algemeen**

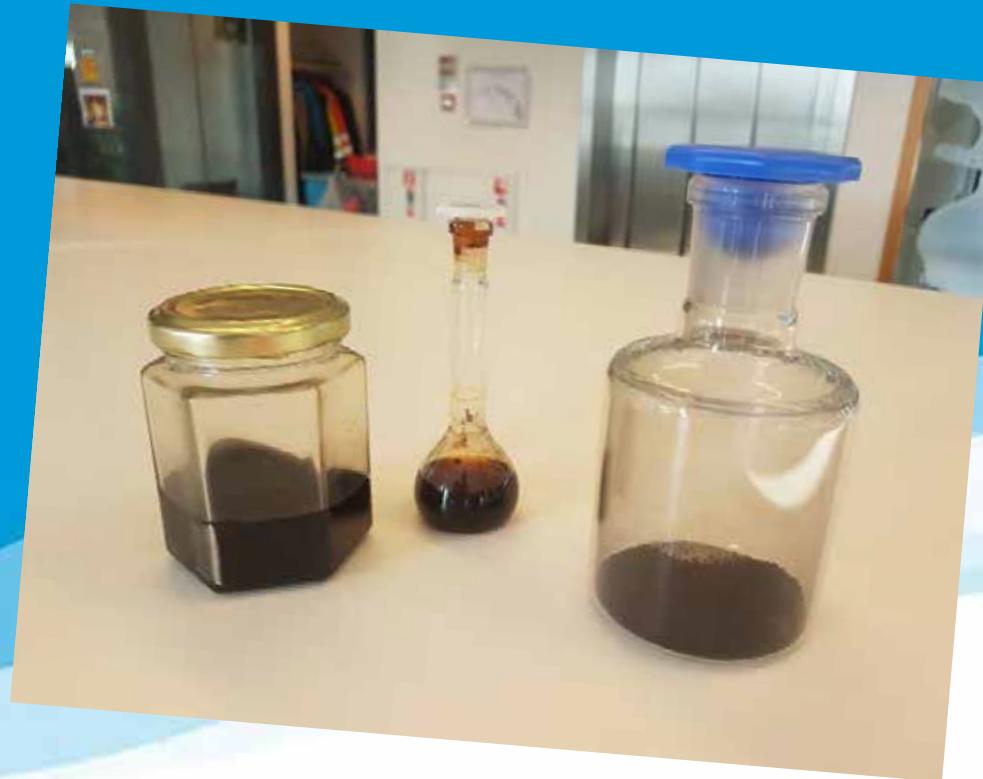
- **WOW! - Wider business Opportunities for raw materials from Wastewater**
- Subsidieproject Interreg NWE: → 6 Miljoen budget
- Zeer international: → 6 landen
- **SAMENWERKEN!!!**

Elementen: 3 technische pilots marketing producten wettelijk kader

Nederlands deel: Cellulose Pilot → RWZI EDE

# WOW! ....

## Cellulose Pilot → ontleden met vuur !



## Partners in cellulose pilot:



- Hardware leverancier
  - Fijnzeven
- Trekker juridische en wettelijke werkgroep



- Hardware leverancier
  - Ontwatering
  - Droger
  - Pyrolyse
  - Kool activatie



- Hardware leverancier
  - Locatie inrichting en aansluitingen
- Locatie: RWZI Ede
- Overall projectmanagement

## Koolstof waardering in cellulose plant

### CONCEPT:

#### Koolstofbron

(=cellulose) uit influent RWZI, nu met “negatieve waarde”, transformeren naar positief gewaardeerde producten.



#### Afvangen grondstof

-> Zeefgoed met 70% cellulose



#### Voorbewerken half fabrikaat

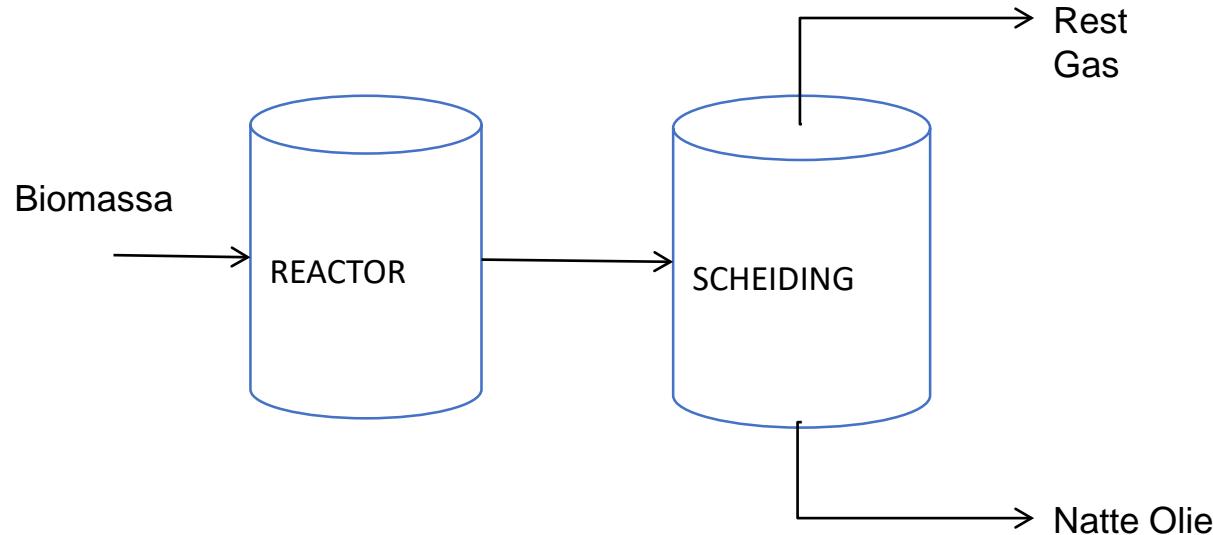
-> gedroogde pellets

#### Opwerken tot product

- > pyrolyse tot 4 producten
  - > pyrolyse gas
  - > azijnzuur
  - > pyrolyse olie
  - > kool/as fractie
  - > na activatie: actief kool

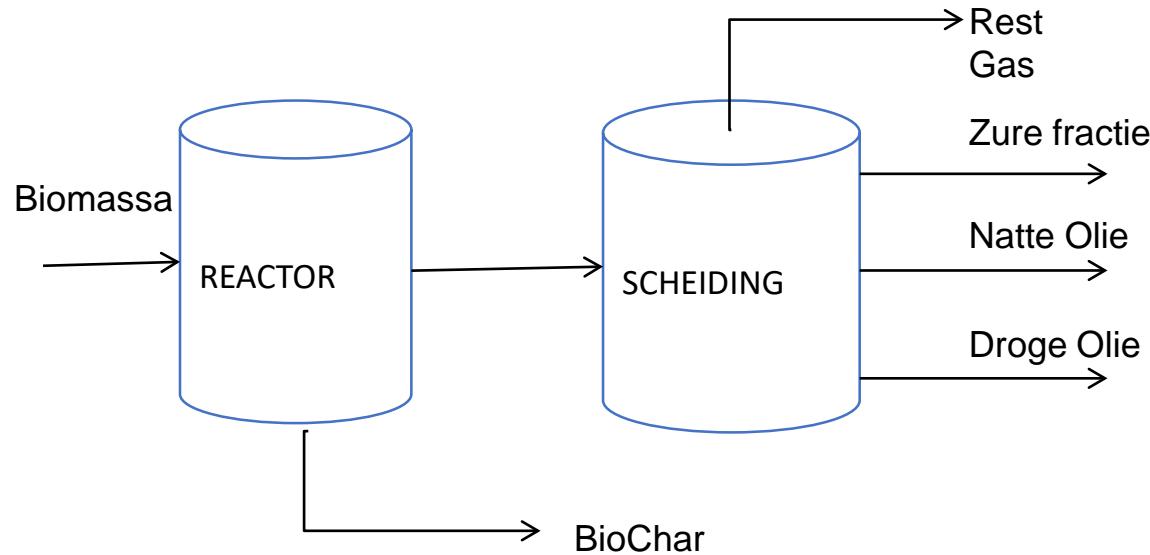


## Existing Fast Pyrolysis process



## PyroFlash Pyrolyse

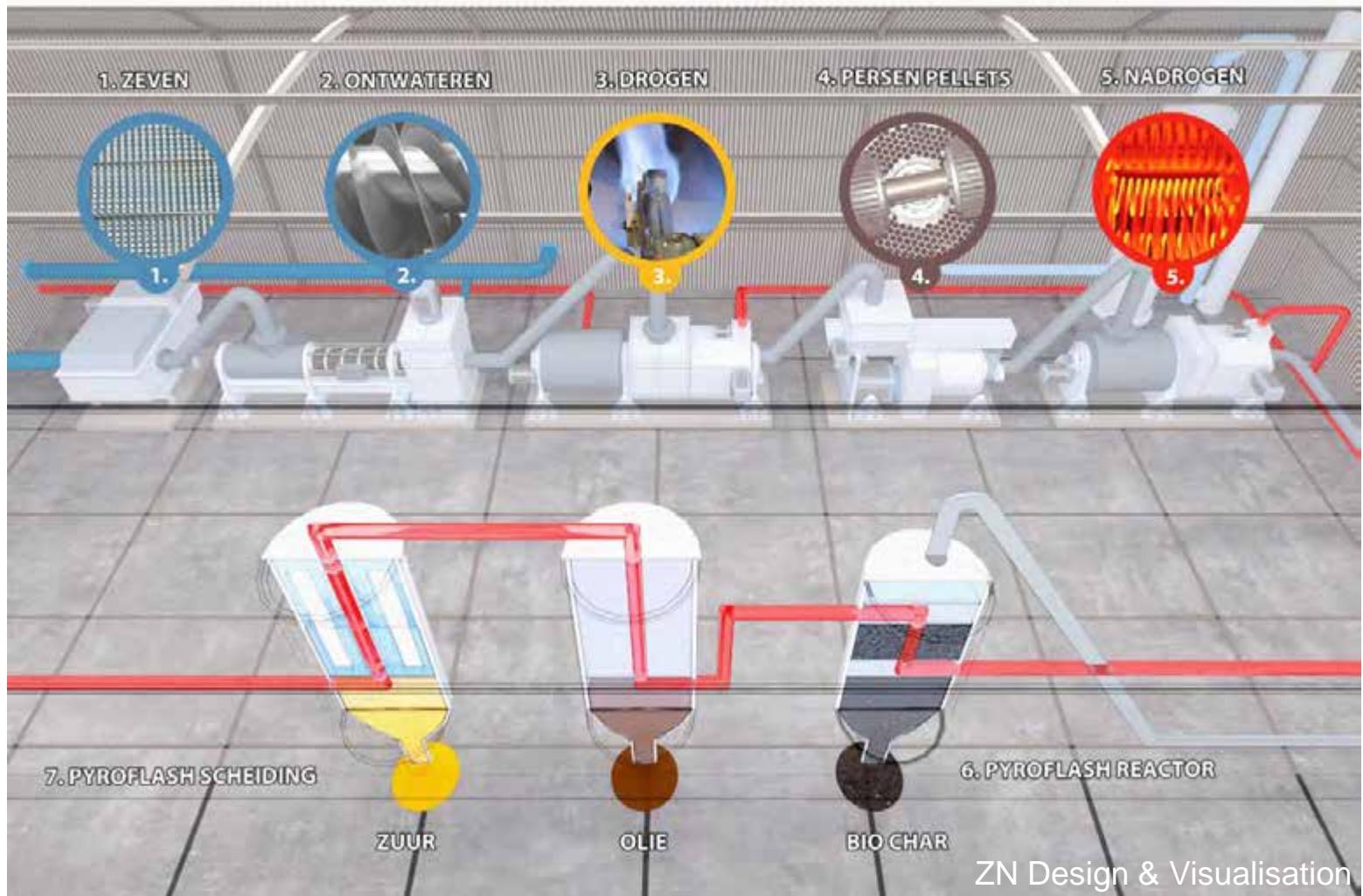
### PyroFlash Fast Pyrolysis process



# Fast Pyrolyse:



## Cellulose Pilot



ZN Design & Visualisation

## DOELSTELLING CELLULOSE PILOT RWZI EDE

- Pyrolyse gas                                    800 kg/dag
- Zure fractie                                    180 kg/dag
- Pyrolyse olie                                    300 kg/dag
- As-/ koolfractie                                180 kg/dag



## SUBDOELSTELLING: ACTIVEREN

- Toepassen actief gemaakt kool geen onderwerp uit WOW!**
- Geactiveerde kool wel onderzocht en adsorptieve eigenschappen bepaald.**

Onderzoek naar het potentieel van biochar als adsorbens voor de verwijdering van organische polluenten bij end-of-pipe waterzuivering

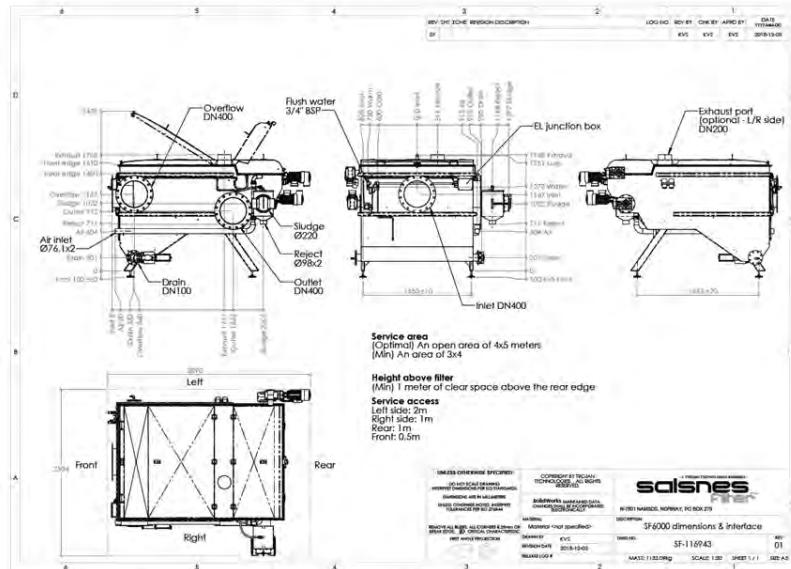
gids parameters	begin	eind	adsorptie	begin	eind	adsorptie	begin	eind	adsorptie
	conc. (ug/l)	conc.(ug/l)	actievekool P'drecht	conc. (ug/l)	act. kool	zeefgoed	conc. (ug/l)	conc. (ug/l)	zeefgoed
amidotriozinezuur	0.290	0.29	0%	0.290	0.290	0%	0.290	0.290	0%
benzotriazole	4.210	0.55	87%	0.696	0.661	83%	3.831	0.840	9%
diclofenac	0.840	0.10	88%	0.661	0.661	21%	0.840	0.840	0%
gabapentine	4.900	4.90	0%	4.900	4.900	0%	4.900	4.900	0%
jomepril	50.600	50.60	0%	50.600	50.600	0%	50.600	50.600	0%
iopamidol	4.900	3.14	36%	4.696	4.696	4%	4.900	4.900	0%
irbesartan	1.890	0.42	78%	0.953	0.953	50%	1.890	1.890	0%
lidocaine	0.380	0.08	79%	0.291	0.291	24%	0.380	0.380	0%
metformine	3.260	3.26	0%	3.260	3.260	0%	3.260	3.260	0%
naproxen	1.490	0.15	90%	1.164	1.164	22%	1.490	1.490	0%
oxazepam	1.180	0.09	92%	0.874	0.874	26%	1.180	1.180	0%
sotalol	1.330	0.17	87%	0.716	0.716	46%	1.330	1.330	0%
deet	0.170	0.03	84%	0.122	0.122	28%	0.167	0.167	2%



Rick Segers  
 Promotor : Dr. ir. Kristel Sniegowski  
 Begeleider : Ina Jansen-Snarsen

## Apparatuur cellulose Pilot

- **Toiletpapier is verantwoordelijk voor 30% van de zwevende stof uit influent**
- **Zeefgoed is voor ca 70% cellulose**
- **Op de RWZI wordt cellulose alleen in de gisting enigszins afgebroken/ omgezet.**



## Apparatuur cellulose Pilot

Cellulose screens (Cirtec)



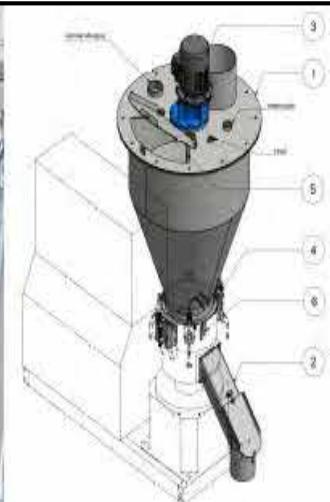
Dewatering unit



Falling curtain dryer

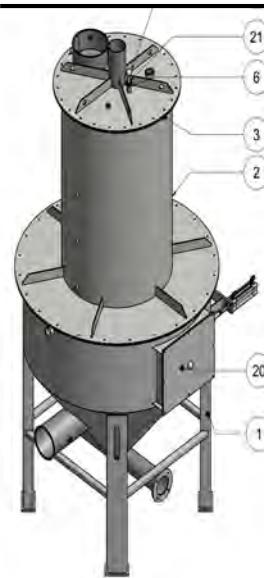


Pellet press



## Apparatuur cellulose Pilot

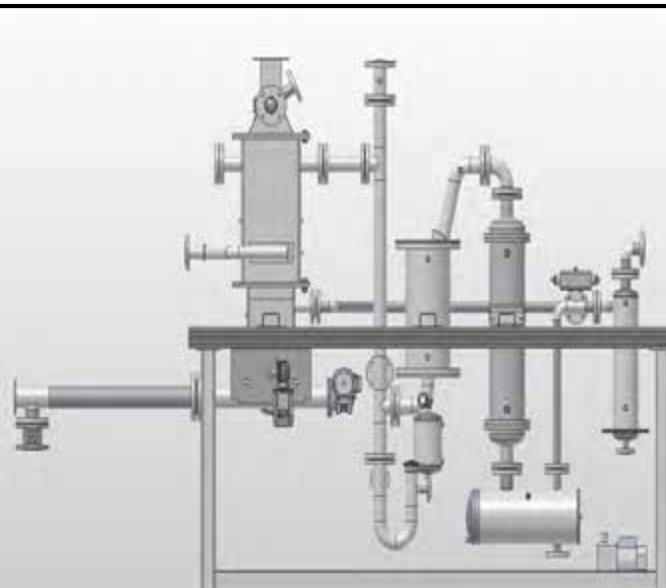
Deep Dryer



Pyrolysis burner



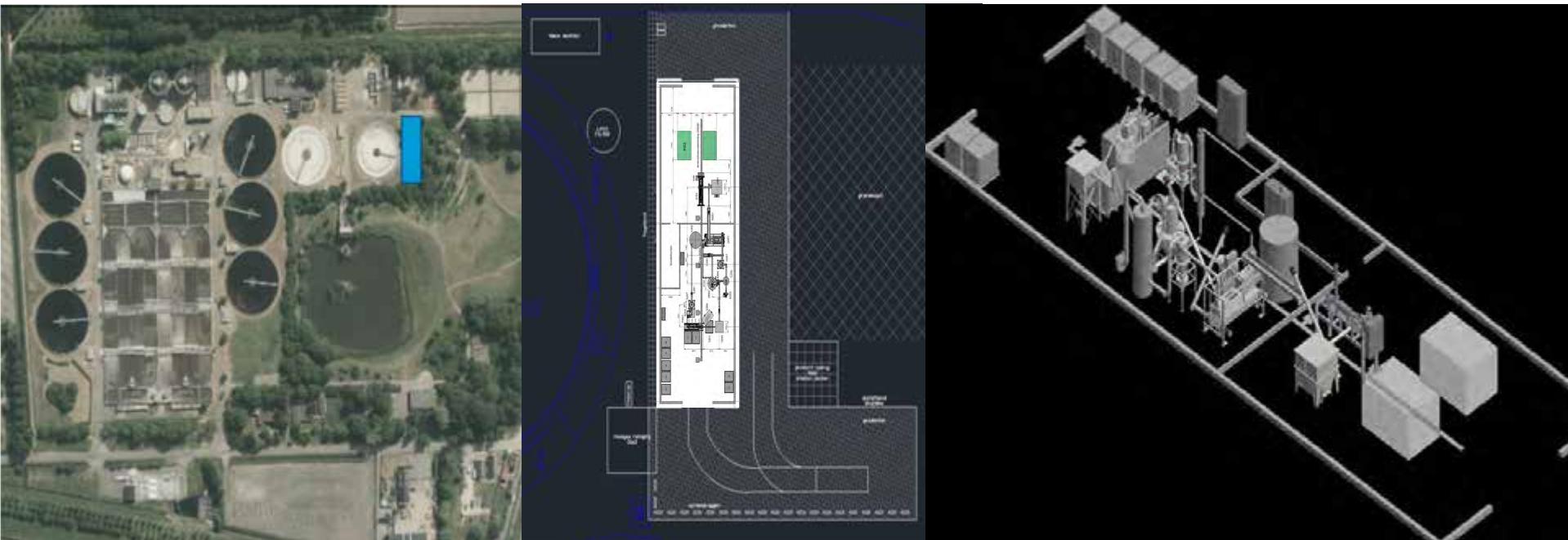
Pyrolysis installation



Pyrogas co-combustor



## Stand van zaken Bouw Cellulose Pilot



## Stand van zaken Afzet Producten

- |                   |   |
|-------------------|---|
| 1) Pyrolyse gas   | Eigen gebruik, brandstof voor droger  |
| 2) Zure fractie   | Nu als C-bron in Actief Slib reactor. Onderzoek naar mogelijkheden bij andere WOW! Pilots.                              |
| 3) Pyrolyse olie  | Stookolie, samen met gebruiker wordt onderzocht of olie inzetbaar is voor toepassing in stoomketel, serieuze interesse! |
| 4) As/koolfractie | Vooralsnog voornemen zelf toe te passen op RWZI, wordt onderzocht   |



## TERUGWINNING GRONDSTOFFEN

WOWproject, winning grondstoffen uit afvalwater  
**Waterhergebruik in recreatiepark en woonwijk**  
**Enzymatische omzetting cellulose**

## Water reuse : Theme and leisure park

Michel Danau  
Veolia Water



# Outline



- ❖ *Why water reuse*
- ❖ *Water reuse – market perspectives*
- ❖ *Barriers and opportunities*
- ❖ *Veolia key technologies*
- ❖ *Case studies*



# Why are we talking about water reuse?

Freshwater is a finite resource

- *Balancing supply and demand:*
  - Complicated and sensitive urban water cycle.
  - Climate change, shortages.
  - Water needs overlap and conflict.
- *Quality & quantity: regulations are changing:*
  - Past issues: quality and wastewater treatment.
  - Today issues: water scarcity.
  - Practical, social and economic implications.
- *Environmentally sound water management:*
  - Complexity of man's influence on the water cycle.
  - Deterioration of the local ecology.

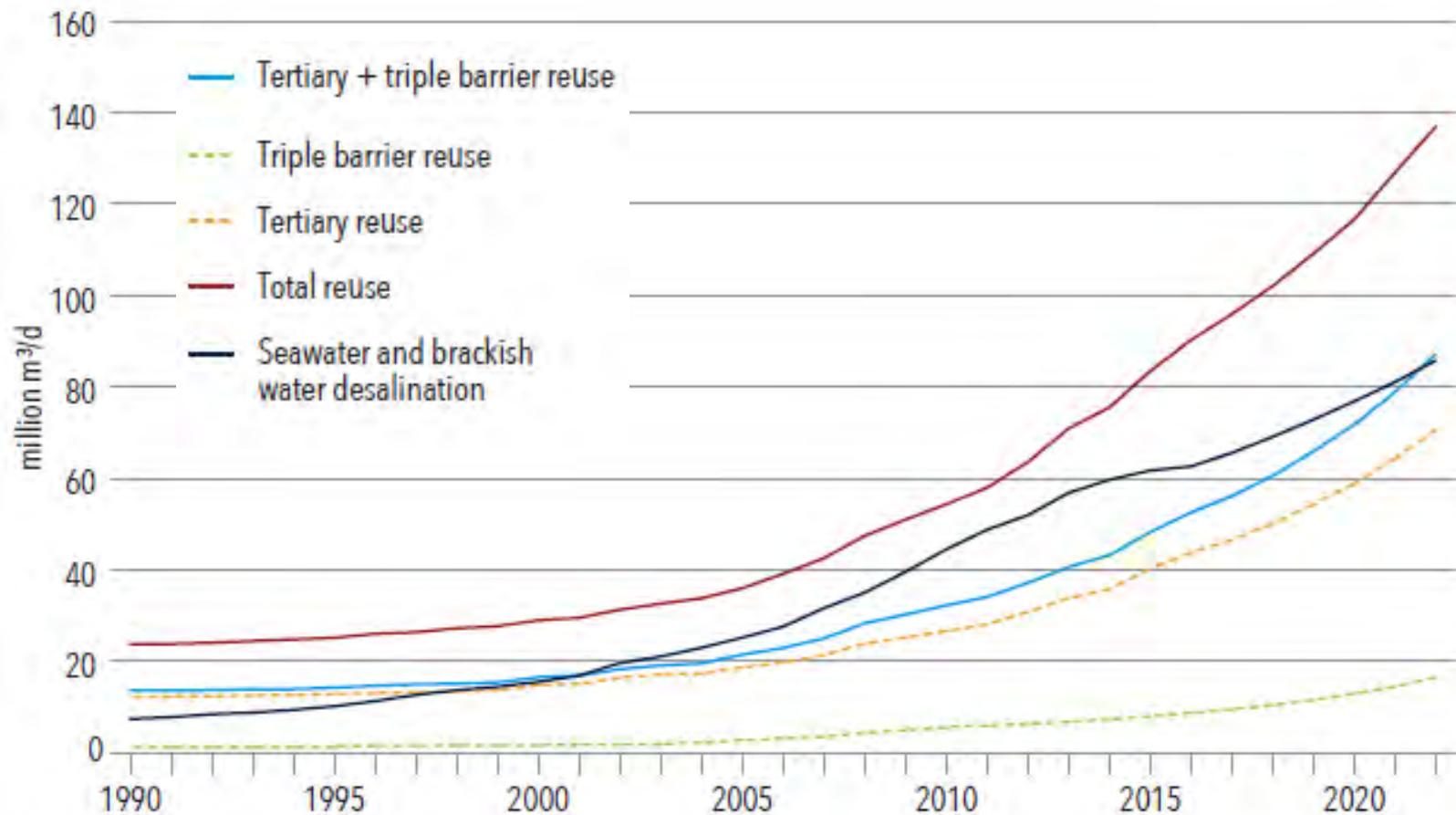


# What water?



- 2 types of water sources may be used for water reuse:
  - *Municipal reclaimed water*
  - *Industrial reclaimed water*

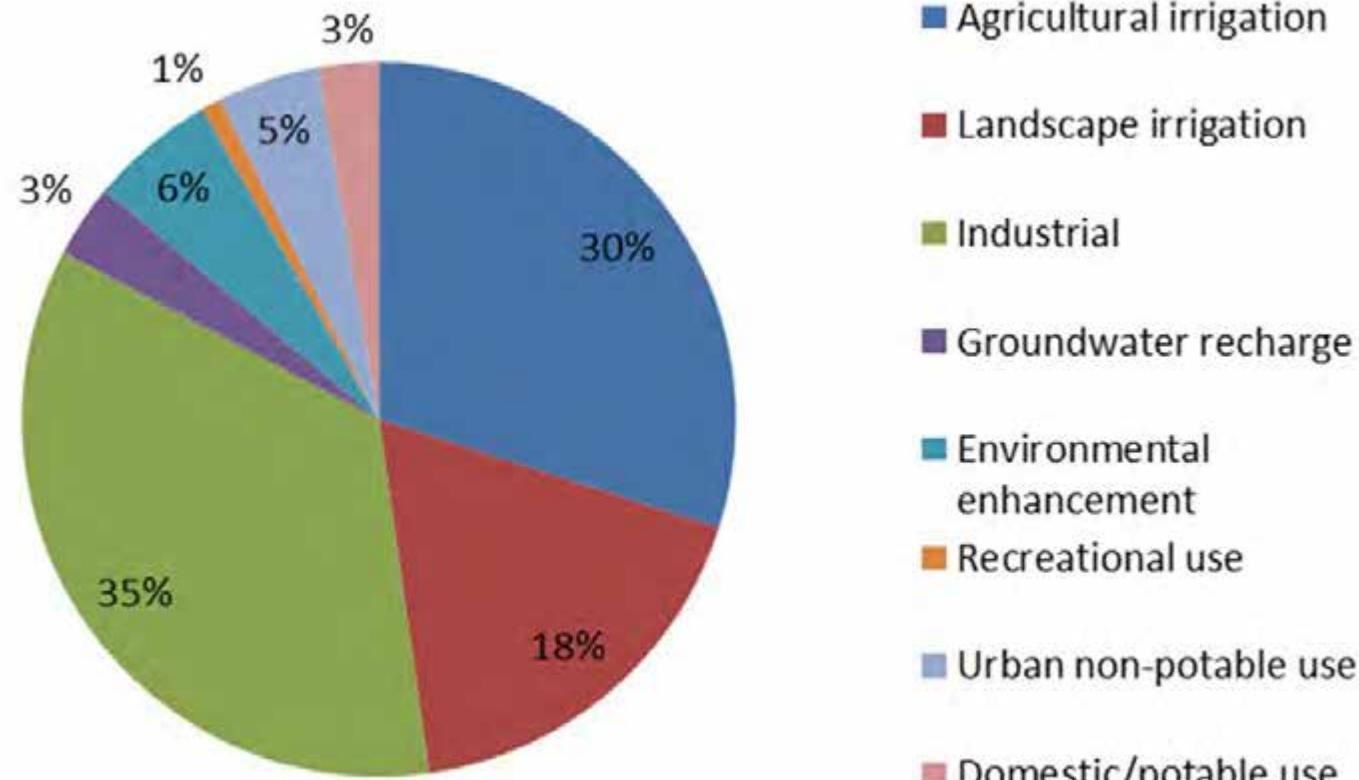
# Growing needs worldwide



Source: GWI

Reuse ~X 2 every 7 years

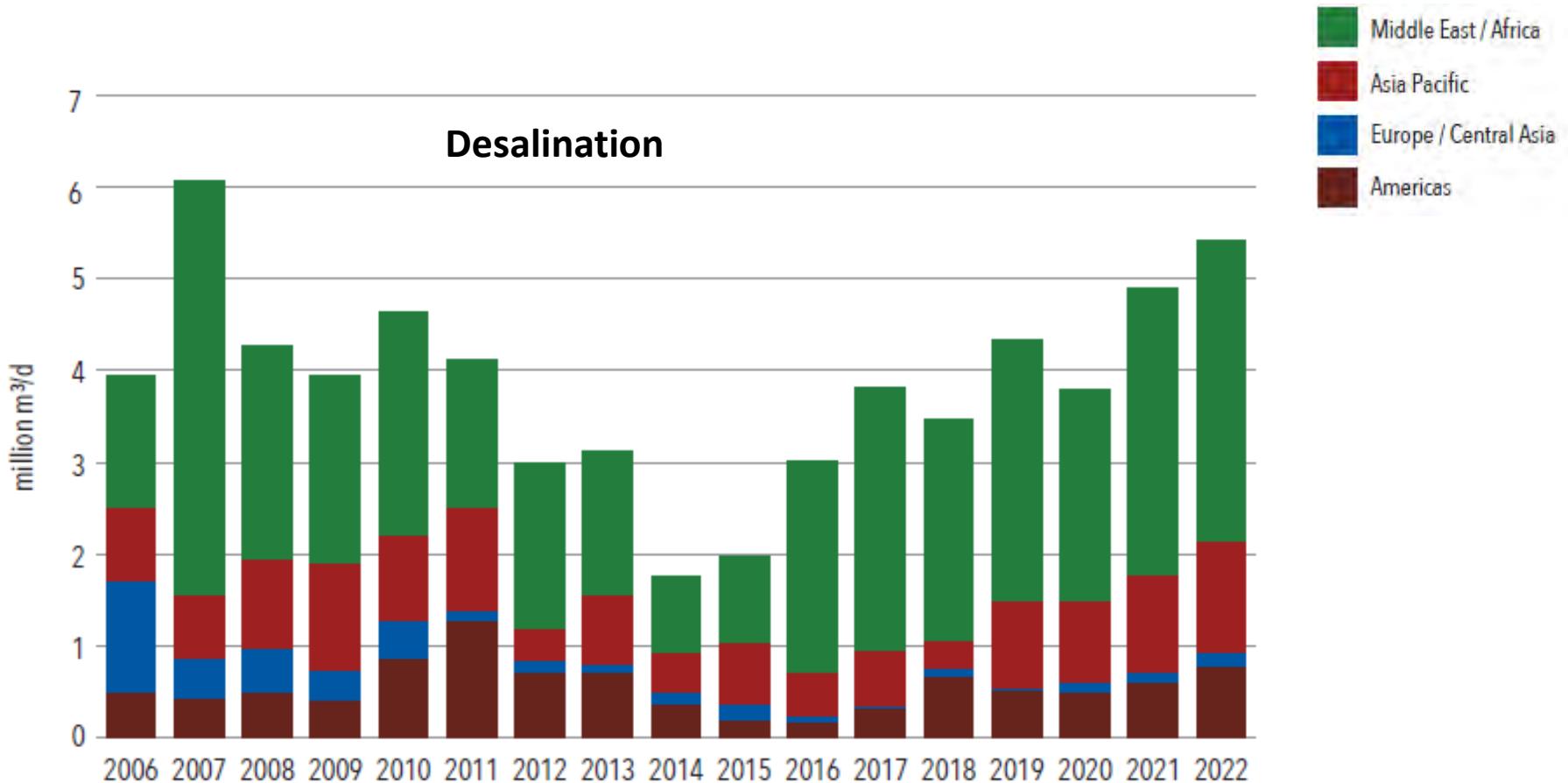
# Water reuse for what application?



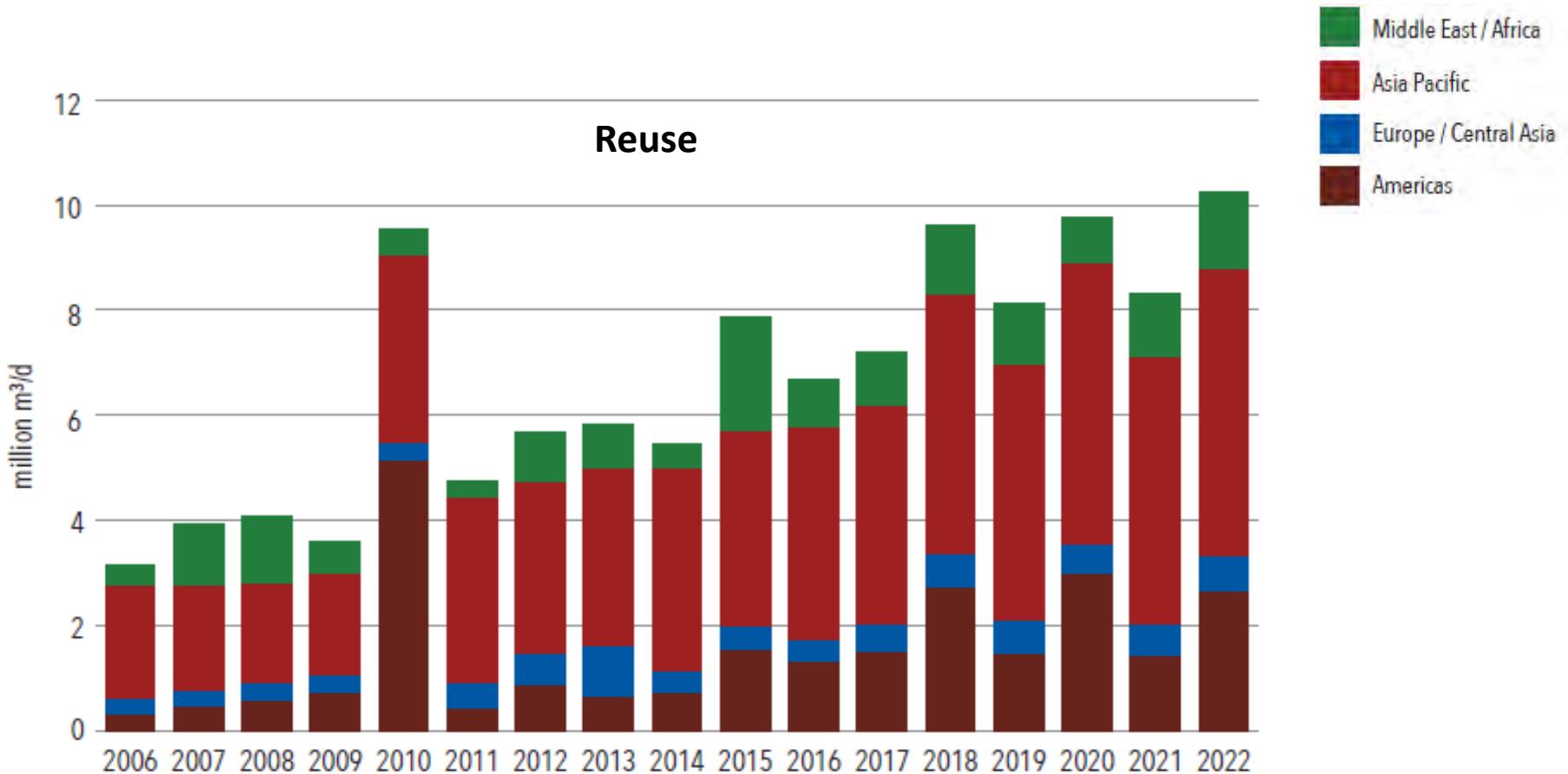
2018 data

~50 % for irrigation  
35% for industrial users (from 28% in 2010)

# Geographical overview



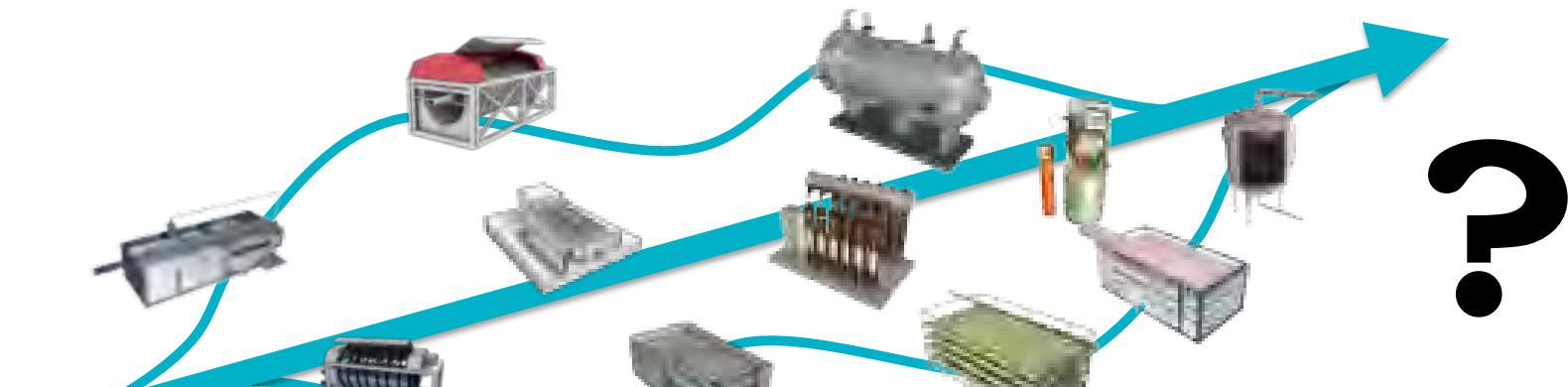
# Geographical overview



# Veolia key technologies



# What process line?



Always a case by case story according to:

INCOMING WATER QUALITY

REUSE PURPOSES

SITE CONFIGURATION

LOCAL REGULATION

# Municipal case studies



## Municipal water reuse:

- *For recreation purpose : Theme park, France*
- *For urban purpose : Darling Quarter, Australia*

# Theme park Paris (France)

## Context & needs

**Reduce park's drinking water consumption**  
in a department where several droughts occur.

### Treat wastewater from

- 2 theme parks
- Hotel park

### Water 'Reuse' needs

- Irrigation green parks
- Technical installations (cooling, heating,...)
- Maintaining lake water level & quality



- Biosep *MBR*
- Hydrotech for tertiary P polishing
- UV
- Chlorination

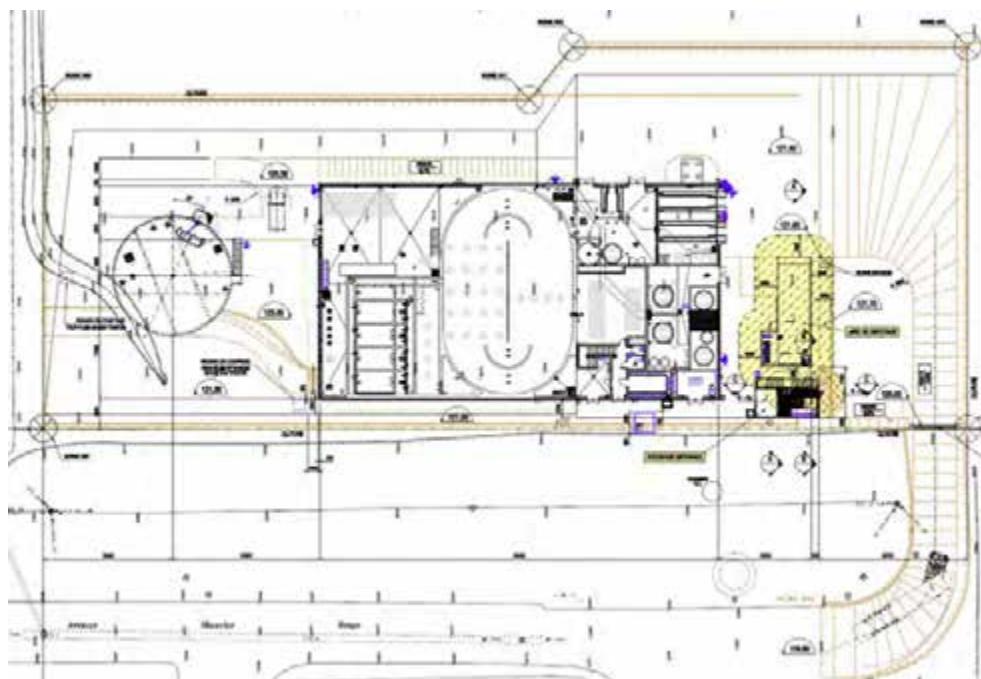
commissioning  
**2014**

WWTP capacity  
**3 600 m<sup>3</sup>/day**

reuse capacity: **25%**  
**904 m<sup>3</sup>/day**

# Description WWTP & reuse

- Start-up : April 2013
- 1 buffer bassin
- 1 coarse sieve (6 mm)
- 2 fine sieves (1 mm)
- 1 Aerobic bassin « Azenit » for biological N & P removal
- 3 membrane trains (Biosep)
  - ZeeWeed 500
  - 2 cassettes/ train
- 2 centrifuges (1+1)
- 1 UV desinfection + chlorination
- 1 storage & distribution system



# Hydraulic & organic loads

	DRY WETHER
Equivalent habitants (base 150 L/EH)	<b>17 500 Eh</b>
Flow/day	3 500 m <sup>3</sup> /j
Average flow/h	150 m <sup>3</sup> /h
Max flow/h	315 m <sup>3</sup> /h

	Influent		Effluent	
	Contract (kg/d)	Reality (kg/d)	Contract (mg/l)	Reality (mg/l)
BOD5	1050	431	6	2
COD	2625	1050	30	14
SS	1525	543	5	2
NTK	330	166	2	1,1
NH4	-		0,5	0,3
Pt	65	18	0,5	0,3

# Reuse parameters

Parameter	Niveau de qualité	
	Garantee	Reality
Total coliforms / 100 ml	10	<1
Fecal coliforms/ 100 ml	10	<1
Escherichia Coli / 100 ml	10	<1
Intestinal enterococci/ 100 ml	30	0
Salmonella / 100 ml	0	<6,7*
Legionella Pneumophila/ 100 ml	10	<5
Helminth eggs/ 10L	1	0

**Objectif :** 100 % recycling treated water for irrigation, power station, park basins and roads

\* : the method does not allow to give 0

# Darling Quarter - Sydney (Australia)

## Context & needs

Follow the **development of a new urban area**  
consists of shops, offices  
and leisure areas.

Expand the supply of important initiatives  
for **sustainable development**, including a  
**reduction in potable water use by 90%**  
by the **treatment of rainwater and recycling of**  
**treated water** on site.

- Recreational field Irrigation
- Landscape Irrigation
- Toilet flushing
- Cooling Tower Make-Up Tower Facilities



- AnoxKaldnes MBBR
- Biosep - *MBR*
- RO
- UV
- Chlorination

commissioning  
**2011**

WWTP capacity  
**245 m<sup>3</sup>/day**

reuse capacity: **68%**  
**166 m<sup>3</sup>/day**

# Darling Quarter Development – A success story

- WICA Regulation ( NSW ) promotes and encourages privately operated reuse schemes
- Forward thinking developers – see the real benefits of Eco Design for commercial buildings and urban developments
- Utilities – driving reuse targets and reduce costs
- Private industry providing innovative technologies and service offerings to the market



# Darling Quarter Recycled Water Plant (245 m<sup>3</sup>/d)

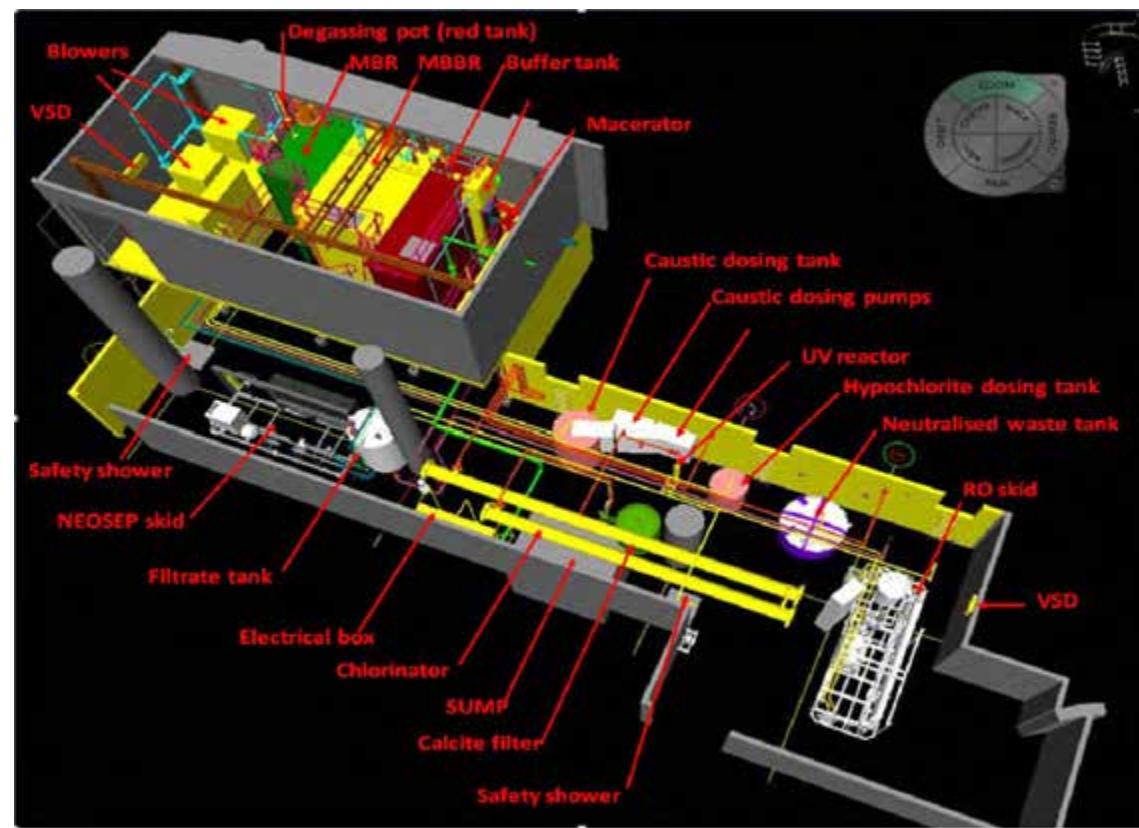
- The process treats 245 m<sup>3</sup>/day of sewage through sewer mining to produce 166 m<sup>3</sup>/day of high quality recycled water for reuse for:
  - Toilet flushing and irrigation (50m<sup>3</sup>/day)
  - Cooling tower make up water (116m<sup>3</sup>/day)
- 60 000 m<sup>3</sup> (60 million litres) of water saved per year
- The recycled water plant combines innovative technologies:
  - Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR™)
  - Biosep® Membrane Bioreactor
  - Reverse Osmosis
  - UV + Chlorination



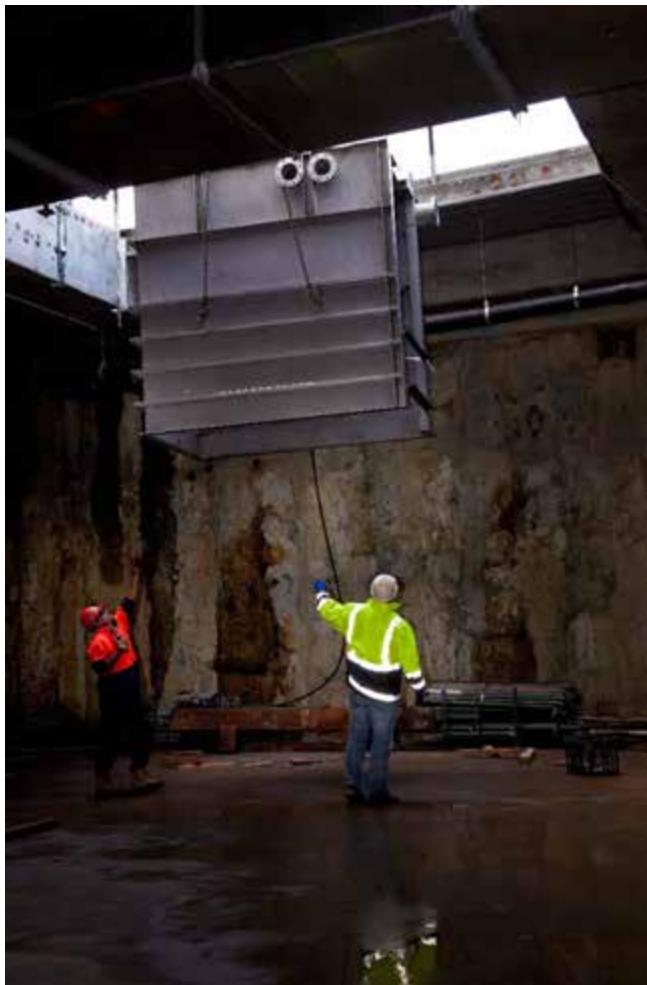
WWTP view

# Darling Quarter Recycled Water Plant

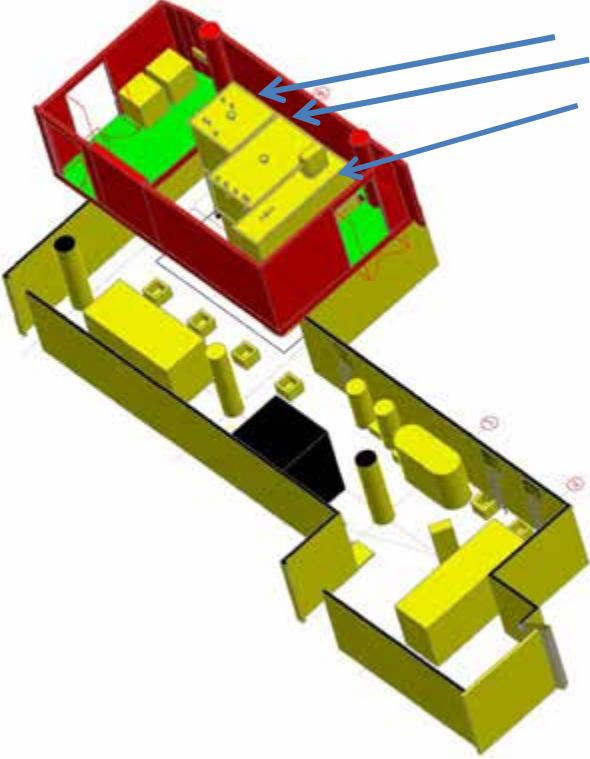
- It needs to fit in an area of 150m<sup>2</sup>
- It's two floors below ground



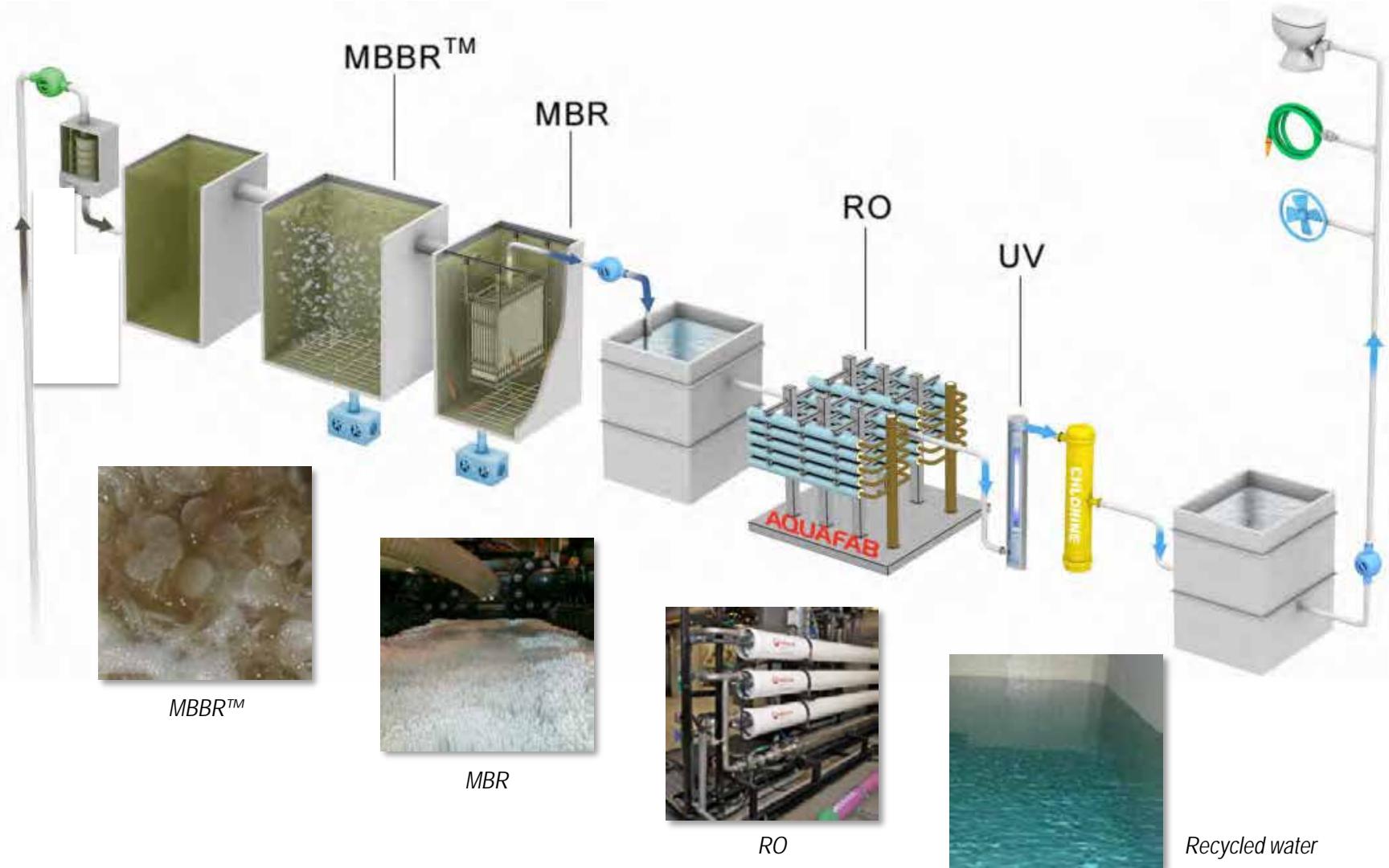
# Design challenges... A very small plant room



# Odour Treatment Solution

- Belt and braces approach to odour treatment for Dar
    - Buffer tank and Biological tank and pre-treatment Steps are sealed, mechanically vented to an activated carbon filter, then vented to atmosphere at roof level
    - 15 room changes per hour are extracted, treated and vented to atmosphere at roof level
- 

# Darling Quarter – The process



# Influent water quality

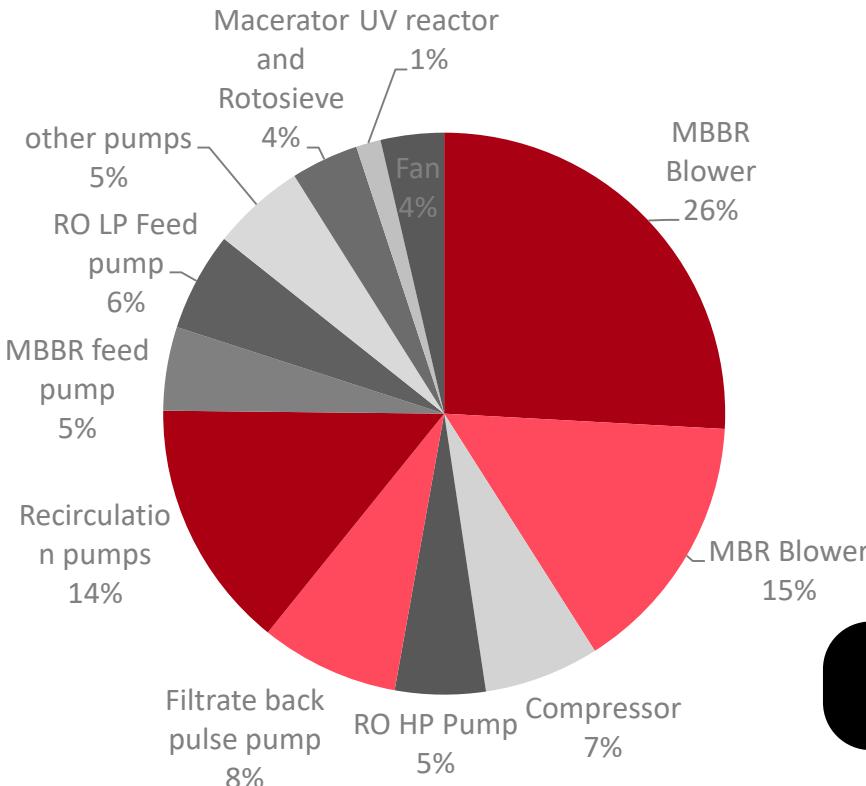
Parameter	Raw sewage
Oil & Grease (mg/L)	50
Ammonia (mg/L)	45
BOD5 (mg/L)	230
pH	6-9
TDS (mg/L)	550
TSS (mg/L)	370
TN (mg/L)	50
TP (mg/L)	10

# Effluent water parameters

Parameters	Darling Quarter – Concentration (mg/L)
Total Suspended Solids (mg/L)	<5
Biochemical Oxygen Demand (mg/L)	<5
pH (pH units)	6-9
Turbidity (NTU)	<0.2 after MBR
E. Coli (CFU/100mL)	<1/100mL
Cl residual (mg/L)	0.2 – 2
Coliphages (pfu/100mL)	<1/100mL
Clostridia (CFU/100mL)	<1/100mL
Total Dissolved Solids (mg/L)	<100* after RO
Validated Virus reduction	6.5 log reduction
Validated Bacteria reduction	5 log reduction
Validated Protozoa reduction	5 log reduction

# Energy Optimisation after Start Up

- Identification of the most energy consuming equipment in the process
- Optimization of the process
- Focus on reducing the energy of the 3 highest demand areas



Date	Power consumption [kW /m <sup>3</sup> produced water]
8/12/2012	3.6
31/01/2012	3.4
1/02/2012	3.5
2/02/2012	3.7

*Target: 3.5 kW per m<sup>3</sup> produced water*



Thank you!

*michel.danau@veolia.com*

**WATER TECHNOLOGIES**

## TERUGWINNING GRONDSTOFFEN

WOWproject, winning grondstoffen uit afvalwater  
Waterhergebruik in recreatiepark en woonwijk  
**Enzymatische omzetting cellulose**

# Cellulose uit rioolwater

## Overzicht

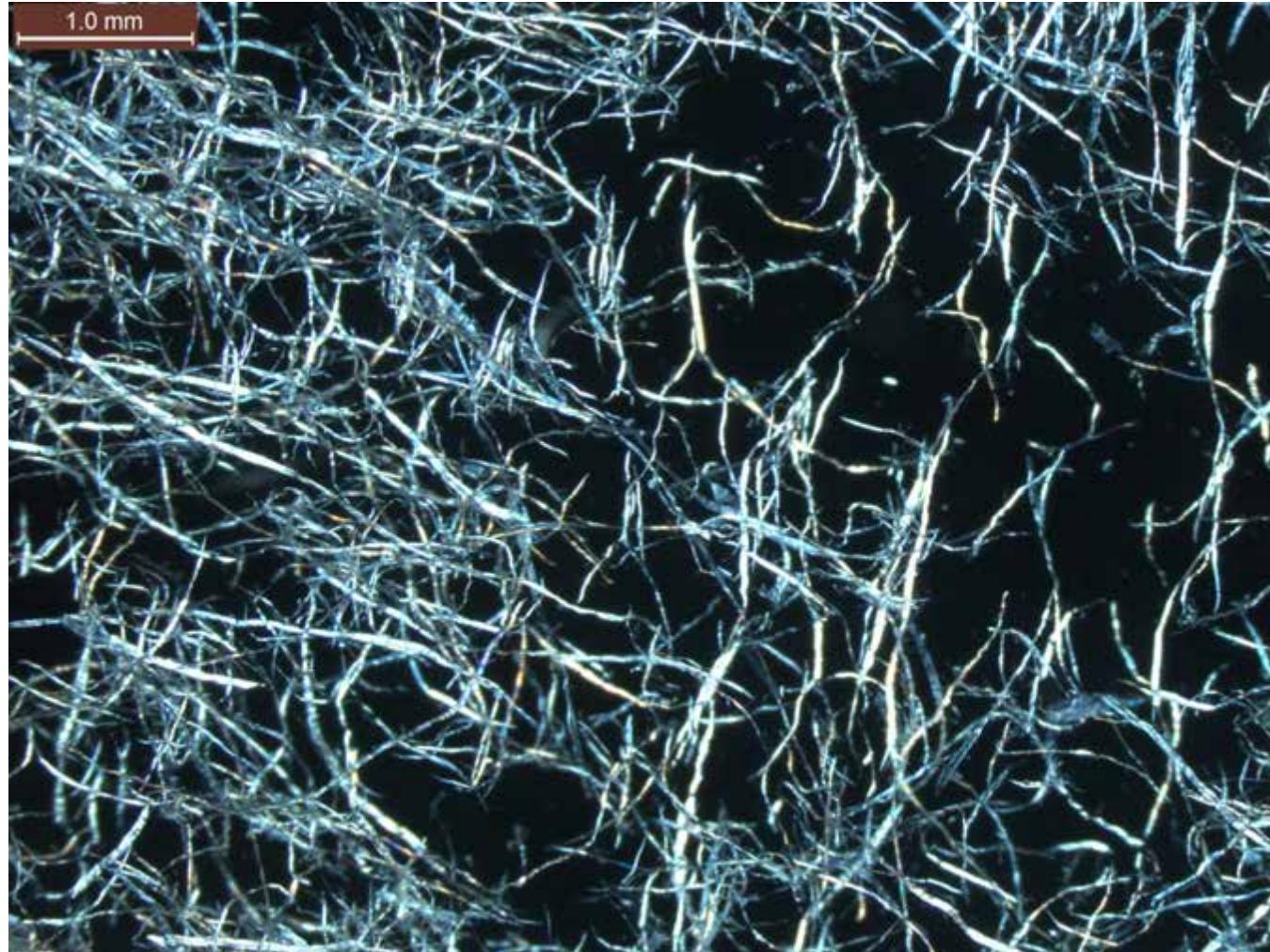
Chris Reijken



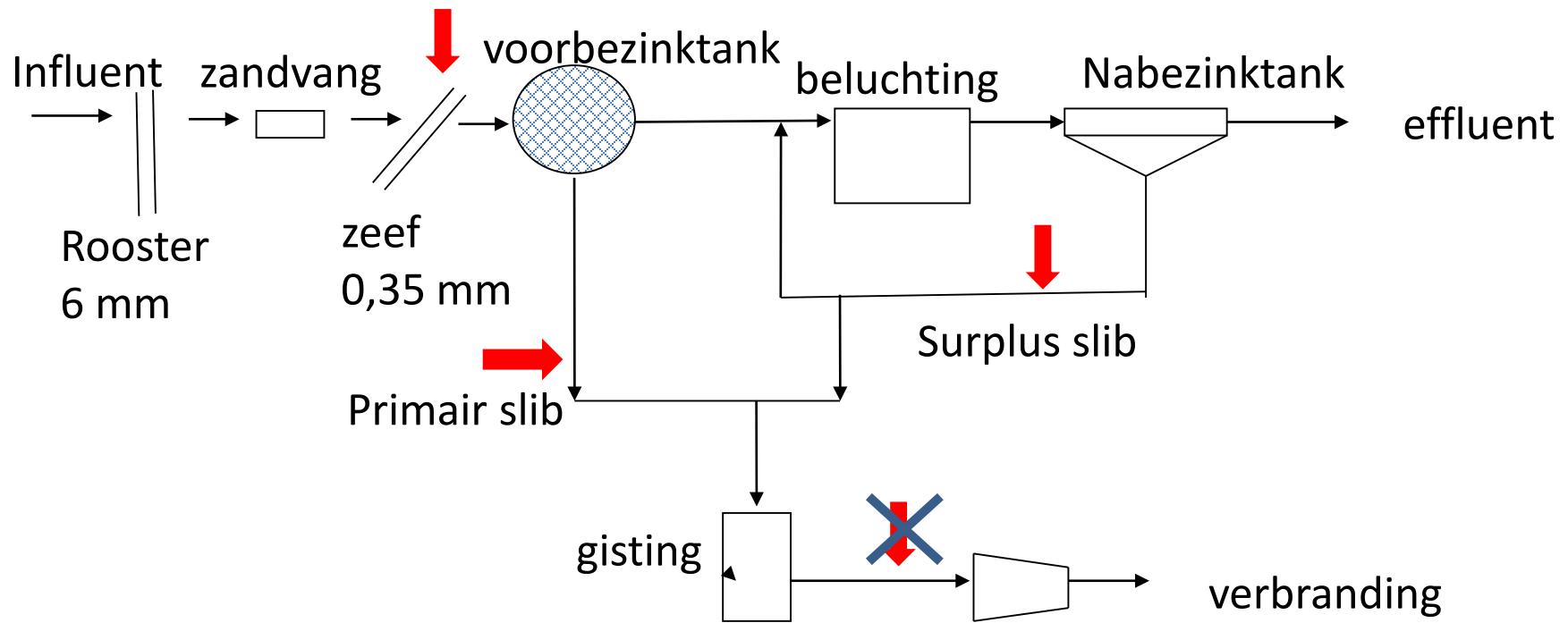
EEN INITIATIEF VAN  
DE NEDERLANDSE  
WATERSCHAPPEN

Werkgroep cellulose

# WC papier Edet Soft 4 laags



# Opties winnen cellulose



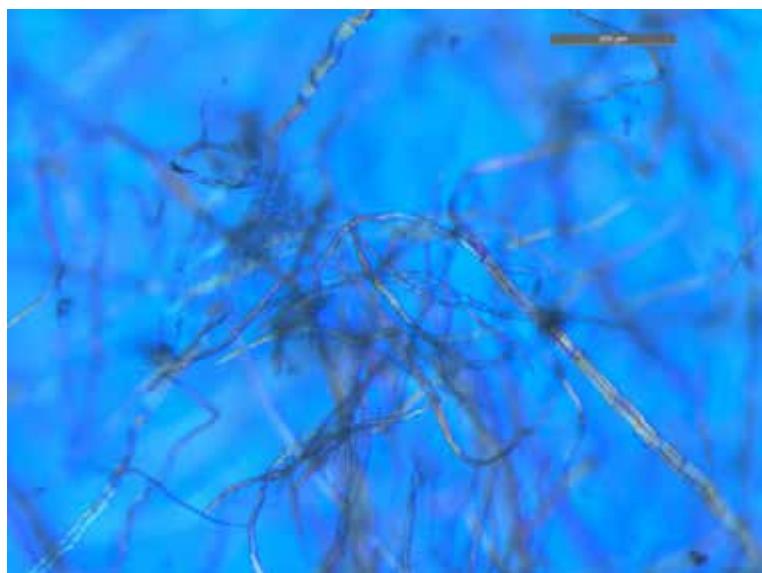
Nederland ca. 100.000 ton/jaar cellulose.

1. Influent 50% cellulose, veel kleinere rwzi's, behandeling van zeefgoed
2. voorbezinktanks 50% cellulose, grotere rwzi's, behandeling van primair slib

# Zeefgoed uit influent, 70 %(ods)



# Cellulose uit Primair slib, ca 40 %(ods) van PS



# Cellulose in actief slib



# Items

1. Interactie cellulose, rwzi waterlijn en slibgisting
2. Hoeveel cellulose is winbaar
3. Kosten winnen cellulose; techniek en schaalgrootte
4. Kosten opschonen zeefgoed of primair slib
5. Kwaliteit vezel, restverontreiniging, afnemers
6. Business case
7. Juridische vraagstukken

**Werkgroep cellulose**

# Geschiedenis; Proefinstallatie MBR, Huber 2002 – 2005 “gewapend” Papier-maché



# Proefinstallaties RWZI Blaricum 2008 - 2009



# RWZI Blaricum 2011 - 2014



# RWZI Hilversum 2014



# ACT proefinstallatie Aarle Rixtel 2014



# RWZI Beemster





# RWZI Aarle Rixtel





JOUW WC-PAPIER UIT  
RIDDLWATER IS OP WEG  
NAAR EEN NIEUWE BESTEMMING  
[WINNENWATVANWAARDEIS.NL](http://WINNENWATVANWAARDEIS.NL)

JOUW WC-PAPIER UIT  
RIDDLWATER IS OP WEG  
NAAR EEN NIEUWE BESTEMMING  
[WINNENWATVANWAARDEIS.NL](http://WINNENWATVANWAARDEIS.NL)

JOUW WC-PAPIER UIT  
RIDDLWATER IS OP WEG  
NAAR EEN NIEUWE BESTEMMING  
[WINNENWATVANWAARDEIS.NL](http://WINNENWATVANWAARDEIS.NL)

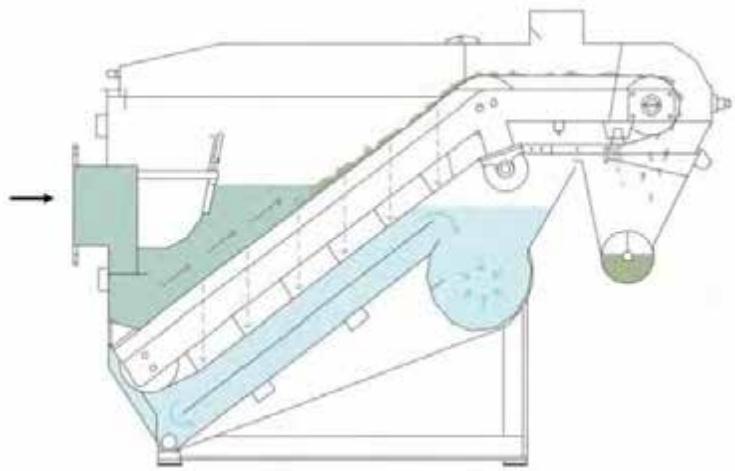
Hoppo

Uden

# RWZI Ommen



# AWZI Schiphol



# Pilot rwzi Leeuwarden



# Fietspaden en wegen



# Mycelium



# Draad en plaatmateriaal

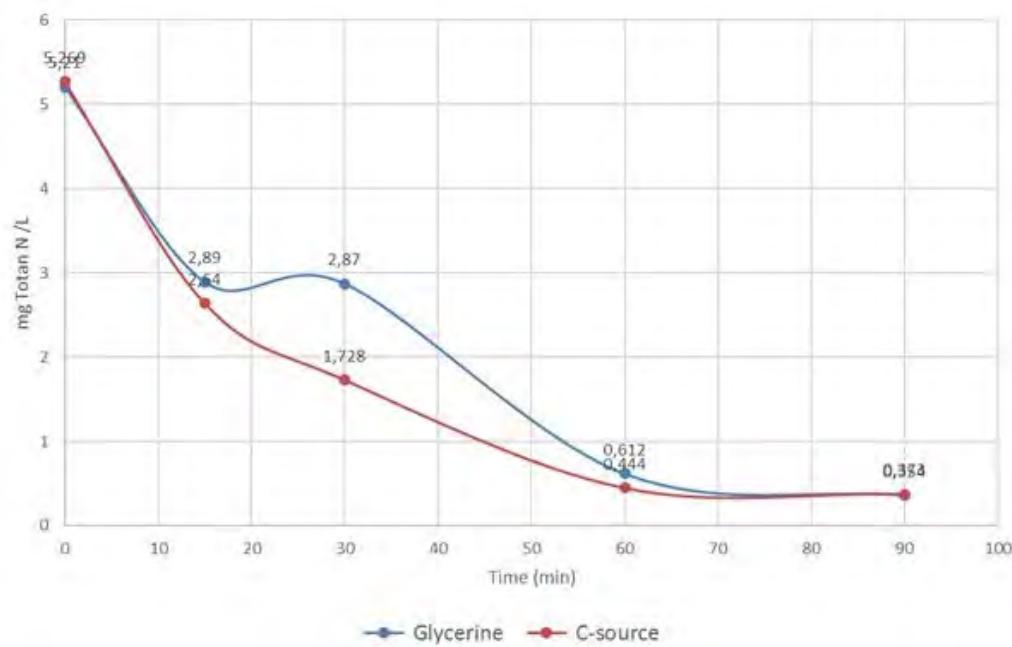
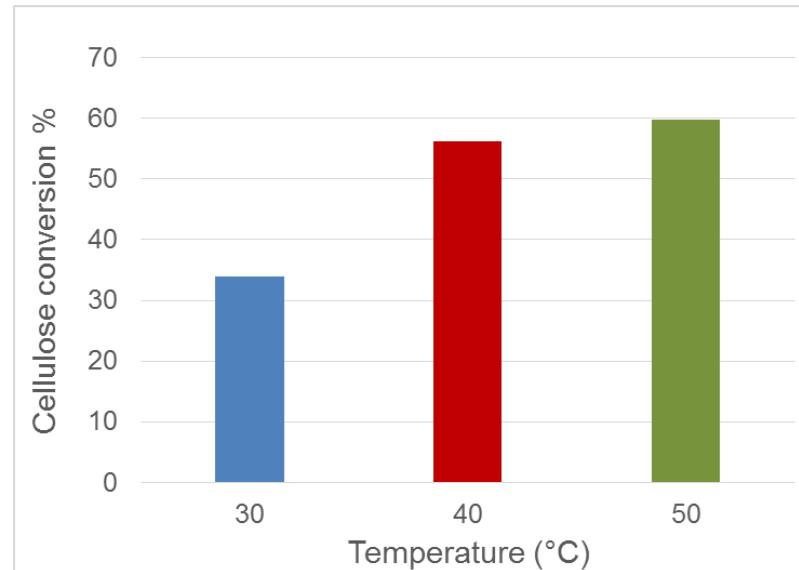


# Enzymatische omzetting

enzymatisch

Invloed temperatuur

*Temperature fixed at 50 °C for further tests*



Interreg  
2 Seas Mers Zeeën  
NEREUS  
Cooperatieve Onderzoeken

Does it work? Yes it does!

Denitrification test –  
comparison purchased  
and produced C-source

# Roadmap Cellulose

In 2030 zijn alle waterschappen volledig ingericht op hun kerntaak:

het zelfstandig en kostenneutraal terugwinnen van grondstoffen uit afvalwater, waaronder cellulose.

De technologie voor het winnen en opschonen van cellulose is volledig geoptimaliseerd. Er is een actieve marktvaag naar teruggewonnen cellulose voor economisch aantrekkelijke en duurzame toepassingen.

Dan de waterschappen en partners in de waterketen gebruiken het eigen teruggewonnen materiaal.

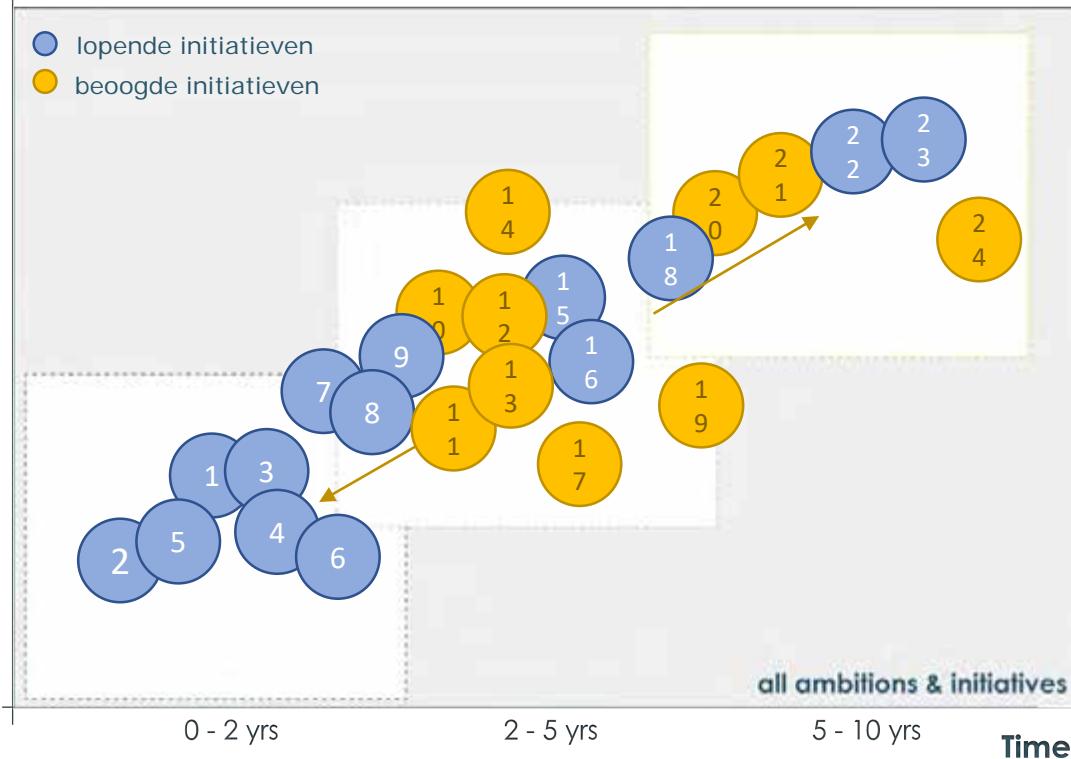
Het hergebruik van cellulose uit afvalwater is net zo ingeburgerd als het recyclen van glas.



DREAM

## Value

- lopende initiatieven
- beoogde initiatieven

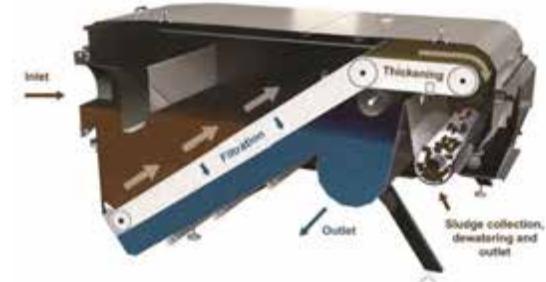
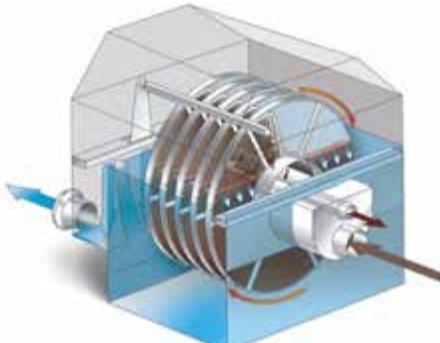


1. Fijnzeven op diverse RWZI's in bedrijf (en optimaliseren)
2. Ontwikkelen afzetketens voor huidig zeefgoed
3. Materiaal ontwikkelen voor toepassing in waterwerk
4. Ecor
5. Lokale vergisting
6. ECN/TNO onderzoek rol cellulose bij ontwikkeling Torwash technologie
7. Cellvation
8. Winning uit primair slib
9. Onderzoek Meri Voigt zeef (betere vezel)
10. Bredere verkenning nieuwe technieken gerichte cellulose winning
11. Samenwerking papier industrie
12. Product verbetering uniform, schoon/vies
13. Meer zeefgoed oogsten om opwerkingsinstallatie te realiseren
14. Lobby imago cellulose uit afvalwater
15. CaDos (indikken/ontwateren slib)
16. Winning uit secundair slib
17. (primair slib) opgerekend uit papier/karton
18. Pyrolyse: zeefgoed naar bio-char (actief koop), bio-oil
19. Colubris
20. Mycelium compostiet
21. Vetzuren zeefgoed
22. Cellu2PLA
23. Waste to Aromatics
24. Papierloos toiletgebruik stimuleren (technologie, gedrag)

# Factsheet Fijnzeven voor terugwinnen cellulosevezels in influent

## 1. Type fijnzeven:

2. Roterende bandzeven
3. Horizontaal opgestelde trommelfilters
4. Verticaal opgestelde trommelfilters



# Installaties NL

RWZI Blaricum  
RWZI Beemster  
RWZI Aarle-Rixtel  
RWZI Uithuizermeeden  
AWZI Schiphol (vanaf juni 2019)  
RWZI Ommen  
RWZI Geestmerambacht Cirtec  
RWZI Leidsche Rijn (maart 2020)

RWZI Harderwijk?  
RWZI Zeewolde?  
RWZI ??

W2A, Wascom, Saxion, enzymatisch  
Pilot Beemster, hergebruik vezel voor papier en plaatmateriaal  
Pilot Ede, actief kool  
Verzuren zeefgoed, vetzuren



Veel publicaties en rapporten beschikbaar