

EffluentFit4Food

.....
Bart Letterie

DE PERSOONLIJKE HOGESCHOOL



UNIVERSITY
.....
OF APPLIED SCIENCES

EffluentFit4Food

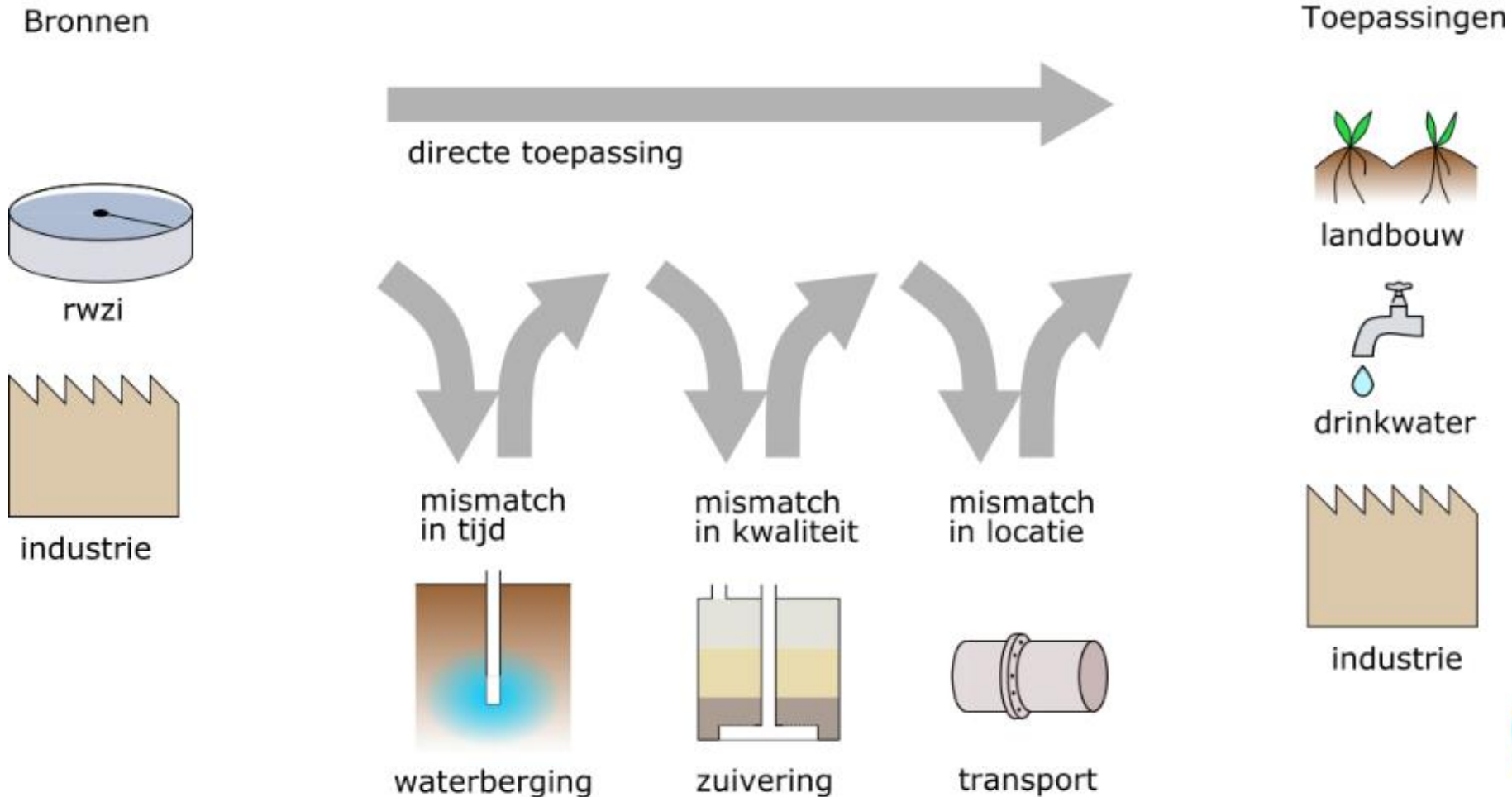
- Wat is er nodig om effluent van een rioolwaterzuivering in te zetten in de landbouw?



EffluentFit4Food

- Wat is er nodig om effluent van een rioolwaterzuivering in te zetten in de landbouw?
 - Wetgeving -> wat moet je meten?
 - Analyses -> Hoe kan je dit meten?
 - Zuiveringstechnieken -> Hoe kan je het water zuiveren?
 - Irrigeren van gewassen -> Komen de verontreinigingen in het gewas terecht?
 - Analyse van de resultaten -> Wat weten we, en wat nog niet?
 - Vervolgonderzoek -> Wat moet er verder nog onderzocht worden?

Overzicht mogelijkheid tot hergebruik van effluent



Wetgeving:

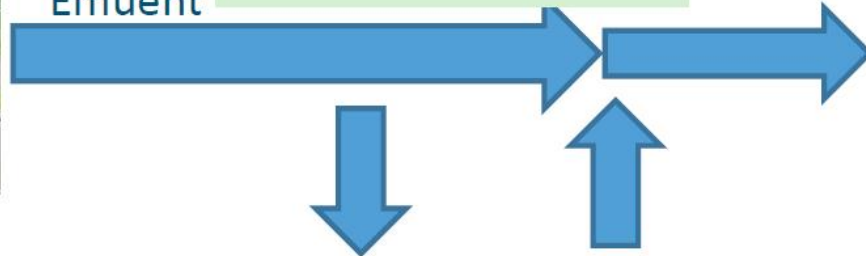
Project Scope: water reuse system for safe foods

EU Directive 91/271/EEC on
Urban Waste Water
Treatment

Microbial hazards for water reuse
Chemical risks and hazards

[EU Water Reuse Regulation](#)
[Water Reuse - Environment -](#)
[European Commission \(europa.eu\)](#)

Effluent



Soil passage?



pears



onion



potato



Infiltratiebesluit bodembescherming
[wetten.nl - Regeling - Infiltratiebesluit bodembescherming -](#)
[BWBR0005957 \(overheid.nl\)](#)

Wetgeving:

- De EU Verordening ([2020/741](#)) is van toepassing op het hergebruik van gezuiverd stedelijk afvalwater voor landbouwirrigatie. Deze verordening is sinds 26 juni 2023 van kracht.
- In de verordening staan minimale kwaliteitseisen voor teruggewonnen water voor landbouwirrigatie:

Tabel 1 — Kwaliteitsklassen van teruggewonnen water, toegestaan agrarisch gebruik en toegestane irrigatiemethoden

Minimale kwaliteitsklasse teruggewonnen water	Gewascategorie ⁽¹⁾	Irrigatiemethode
A	Alle rauw geconsumeerde voedingsgewassen waarvan het eetbare gedeelte rechtstreeks in aanraking komt met teruggewonnen water, en rauw geconsumeerde wortel- en knolgewassen	Alle irrigatiemethoden
B	Rauw geconsumeerde voedingsgewassen waarvan het eetbare gedeelte bovengronds wordt geproduceerd en niet rechtstreeks in aanraking komt met teruggewonnen water, verwerkte voedingsgewassen en “non-food”-gewassen, met inbegrip van gewassen die worden gebruikt voor het voeren van melk- of vleesproducerend vee	Alle irrigatiemethoden
C	Rauw geconsumeerde voedingsgewassen waarvan het eetbare gedeelte bovengronds wordt geproduceerd en niet rechtstreeks in aanraking komt met teruggewonnen water, verwerkte voedingsgewassen en “non-food”-gewassen, met inbegrip van gewassen die worden gebruikt voor het voeren van melk- of vleesproducerend vee	Druppelirrigatie ⁽²⁾ of andere irrigatiemethode die rechtstreeks contact met het eetbare gedeelte van het gewas voorkomt
D	Industriële gewassen, energiegewassen en zaadgewassen	Alle irrigatiemethoden ⁽³⁾

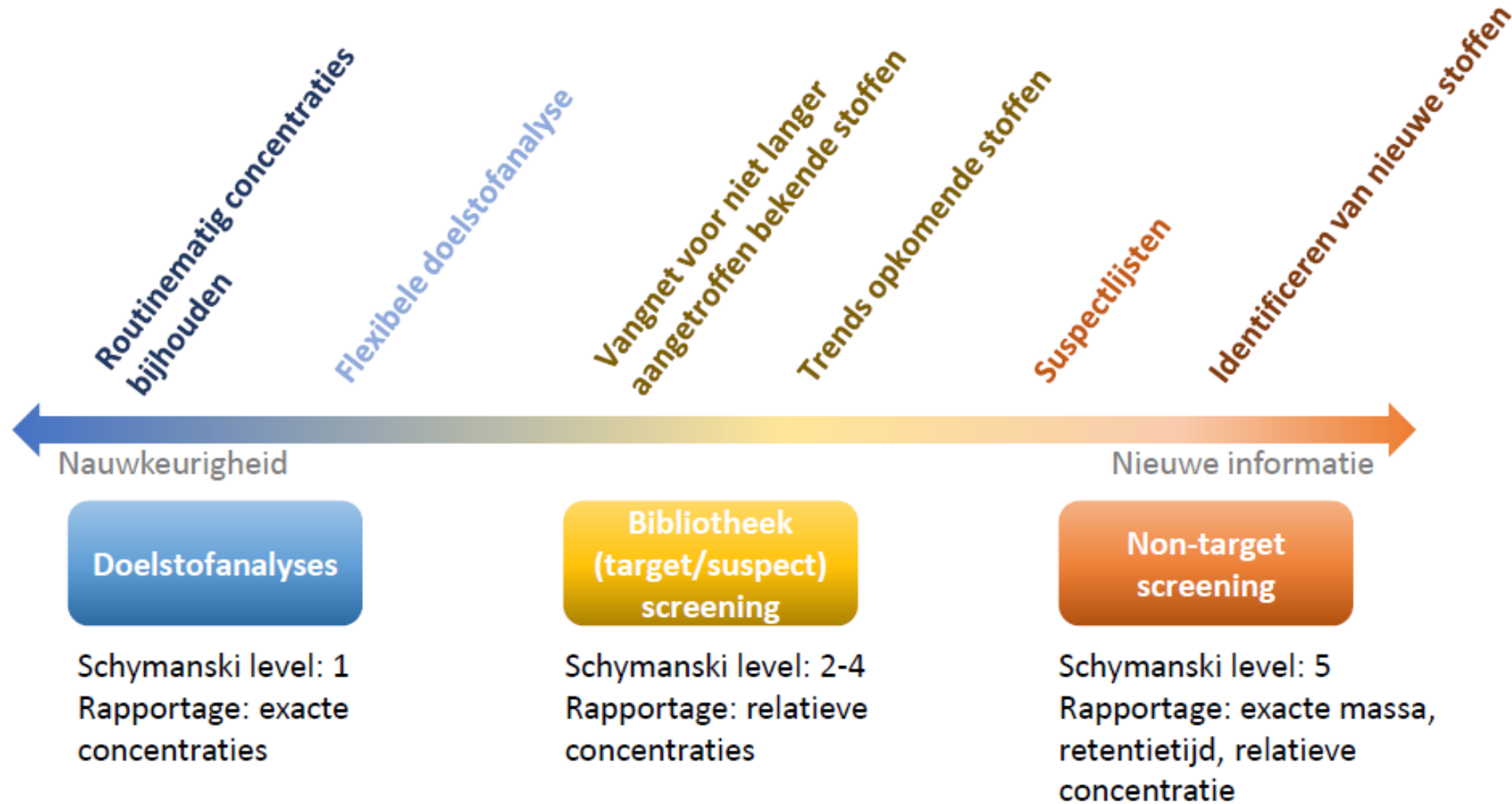
Tabel 2 — Kwaliteitseisen van teruggewonnen water voor landbouwirrigatie

Kwaliteitsklasse teruggewonnen water	Indicatieve technologie-doelstelling	Kwaliteitseisen				
		<i>E. coli</i> (aantal/100 ml)	BZV ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)	Troebelingsgraad (NTU)	Overig
A	Secundaire behandeling, filtratie en desinfectie	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	<i>Legionella</i> spp.: < 1000 kve/l waar er een verstuivingsrisico bestaat Rondwormen (wormeieren): ≤ 1 ei/l voor irrigatie van weidegewassen of diervoedergewassen
B	Secundaire behandeling en desinfectie	≤ 100	In overeenstemming met Richtlijn 91/271/EEG (bijlage I, tabel 1)	In overeenstemming met Richtlijn 91/271/EEG (bijlage I, tabel 1)	—	
C	Secundaire behandeling en desinfectie	≤ 1 000			—	
D	Secundaire behandeling en desinfectie	≤ 10 000			—	

Wetgeving:

- De EU Verordening ([2020/741](#)) is van toepassing op het hergebruik van gezuiverd stedelijk afvalwater voor landbouwirrigatie. Deze verordening is sinds 26 juni 2023 van kracht.
- In de verordening staat minimale kwaliteitseisen voor teruggewonnen water voor landbouwirrigatie.
- Voor de productie en levering van teruggewonnen water is een vergunning nodig. Onderdeel van de vergunning is een **risicobeheerplan** dat de terugwinningsinstallatie en andere verantwoordelijke partijen en gebruikers moeten opstellen. Hierbij moet onder andere worden beschreven wat de **risico's** zijn voor het **milieu** en de **volksgezondheid**...
- **Maar, wat zit er eigenlijk allemaal in het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie?**

Overzicht van analysemethoden

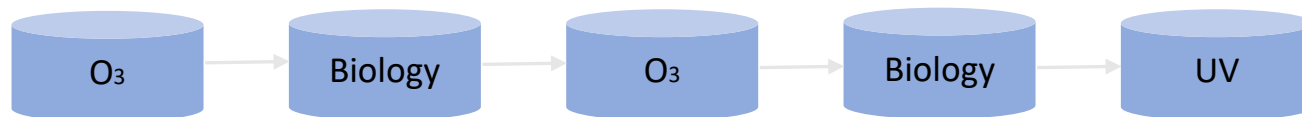


De bibliotheekscreening bevat meer dan 2000 microverontreinigingen

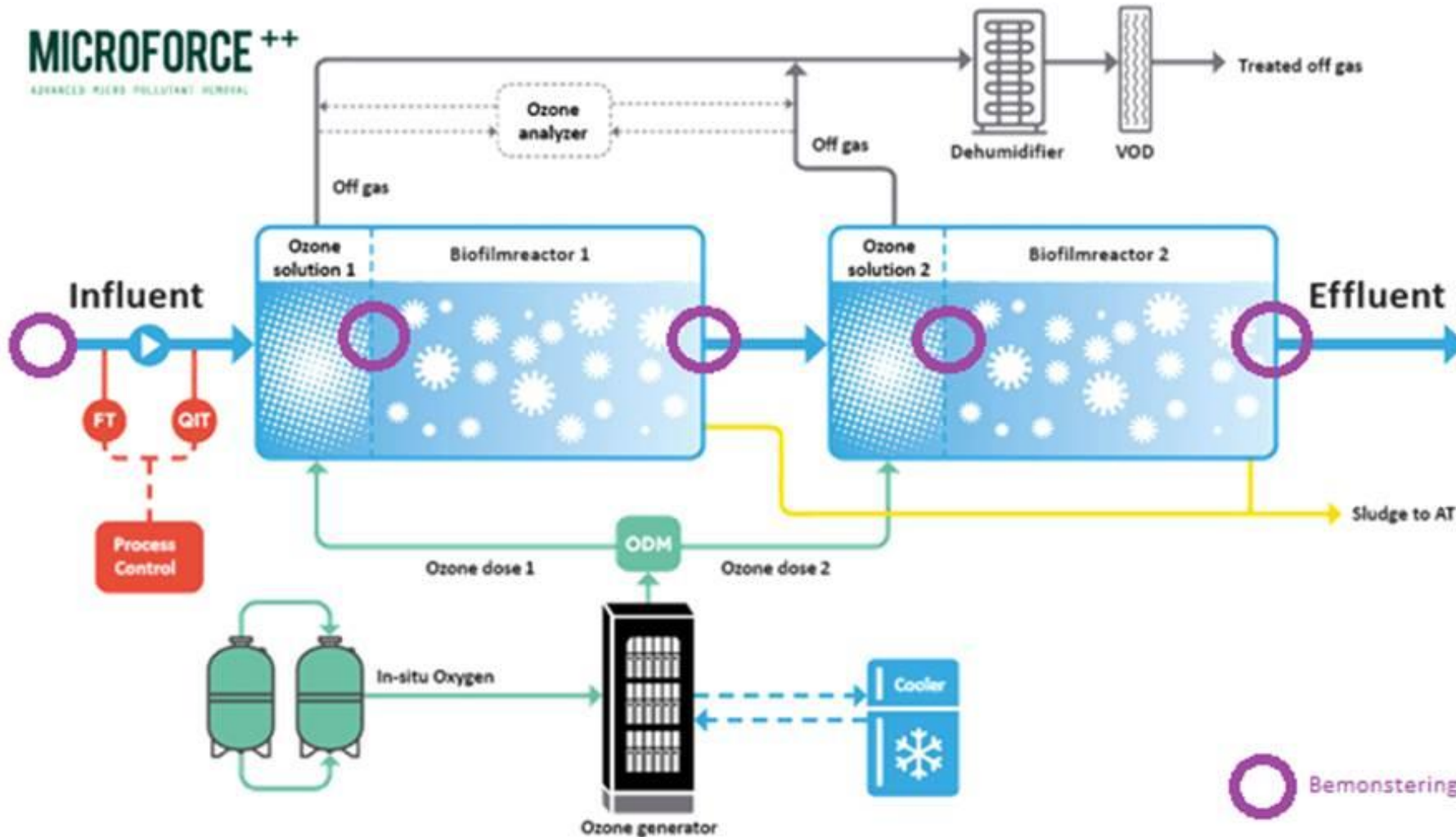
Microforce ++

Hoe werkt het?

- Microverontreiniging kan geoxideerd worden met ozon (O_3)
- Echter, als er bromide in het water zit kan broomaatvorming optreden
 - Bromaat is carcinogeen
- Voor de productie van ozon is energie nodig
- De Microforce gebruikt een combinatie van ozon en biologisch zuiveren
 - Ozon concentratie is lager, dus een lager energieverbruik
 - Bromaatvorming is minimaal
 - Complexe organische molecule worden eerst in stukjes “geknipt”
 - De biologie kan de minder complexe moleculen vervolgens afbreken

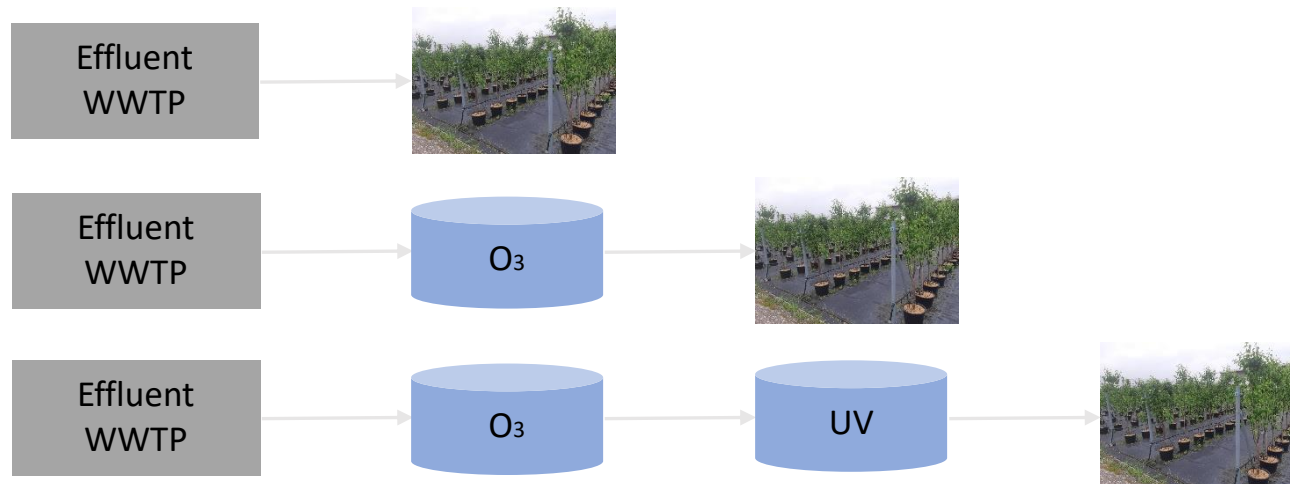


Microforce ++



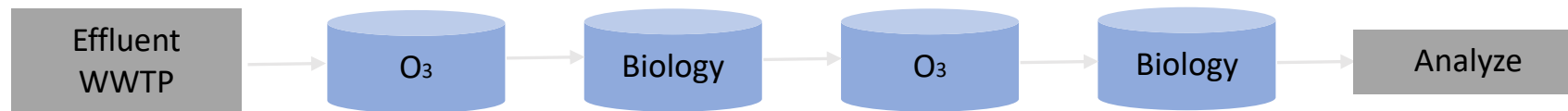
Wat is er al gedaan:

- De Microforce kon niet op tijd opgeleverd worden voor de behandeling van het water voor de gewassen, daarom is er enkel ozon gebruikt (ozondosis van 0,9 gO₃/gDOC)
- Tussen april en august 2022 zijn de gewassen geïrrigeerd met verschillende waterkwaliteiten
- Om de week is het water met de pilotinstallatie behandeld
- Transport naar Randwijk in IBCs voor de irrigatie gedurende 2 weken



Wat is er al gedaan:

- De Microforce is later alsnog in bedrijf genomen
- Verschillende instellingen zijn gebruikt om te kijken welke optimaal zijn (om micropolluenten te verwijderen, energieverbruik laag te houden en bromaatvorming te voorkomen)
- De resultaten worden verzameld voor een ander project voor de STOWA, maar worden wel met EffluentFit4Food gedeeld
- Er zijn dus geen gewassen opgekweekt met het water behandeld door de MicroForce



Pilot facility



Impressie Randwijk



Pears transferred to pots: April 6
Planting potatoes and onions: April 19



Impressie Randwijk and Ritthem

IBC preparation Zeeland



Weekly/biweekly effluent transfer: April 12 – July 13
Protection from light and heat

IBC's installed in Randwijk/WPR



Oogsten van de gewassen



Harvest: August 22+23



Resultaten van de Pilot (alleen O₃)

- Resultaten bibliotheek screening:
 - 84 stoffen aangetroffen in het effluent van de RWZI
 - 56 stoffen zijn 100% verwijderd met ozon
 - 40 stoffen zijn aangetroffen in het water behandeld met ozon
 - Soms vinden we een stof in het behandelde water, terwijl wij het niet hebben kunnen vinden in het onbehandelde effluent

Resultaten van de Pilot (alleen O₃)

- Stoffen met een laag verwijderingsrendement:
 - Melamine: harsen, coatings en plastics
 - DEET: anti muggen middel (insecticide)
 - Adenine: Bouwsteen van DNA
 - Cafeïne: Koffie
 - Cotinine: Metaboliet van nicotine
 - Fluconazole: Anti-schimmel middel
 - Lamotrigine: Medicijn voor epilepsie en bipolaire stoornis
 - Metformin: Medicijn voor diabetes
 - Retalinic acid (Ritalin): Behandeling van ADHD

Resultaten van de Pilot (alleen O₃)

Gidsstoffen

Gidsstof:	Removal Efficiency:
4- en/of 5-Methyl-1H-benzotriazole	100%
Carbamazepine	100%
Diclofenac	100%
Gabapentin	57%
Hydrochlorothiazide	100%
Irbesartan	69%
Metoprolol	85%
Sotalol	100%
Trimethoprim	100%
Venlafaxine	88%
1,2,3-benzotriazole	83%

STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer):

- 11 gidsstoffen zijn door de overheid aangewezen om de efficiëntie van verschillende technieken met elkaar te kunnen vergelijken
- Als >70 procent voor de zeven best verwijderbare van de elf geselecteerde gidsstoffen verwijderd is, dan kan worden geconcludeerd dat de techniek goed werkt
- LET OP: dit geldt voor de RWZI + de na geschakelde techniek!
- Uit ons onderzoek blijkt dat we de eis van 70% ruim halen

Resultaten van de Pilot (alleen O₃)

Gidsstoffen

Gidsstof:	Removal Efficiency:
4- en/of 5-Methyl-1H-benzotriazole	100%
Carbamazepine	100%
Diclofenac	100%
Gabapentin	57%
Hydrochlorothiazide	100%
Irbesartan	69%
Metoprolol	85%
Sotalol	100%
Trimethoprim	100%
Venlafaxine	88%
1,2,3-benzotriazole	83%

Gabapentin: Wordt gebruikt voor de behandeling van epilepsie en zenuwpijn

Irbesartan: angiotensine-II-blokker. Wordt gebruikt voor de behandeling van hoge bloeddruk en nierziekten

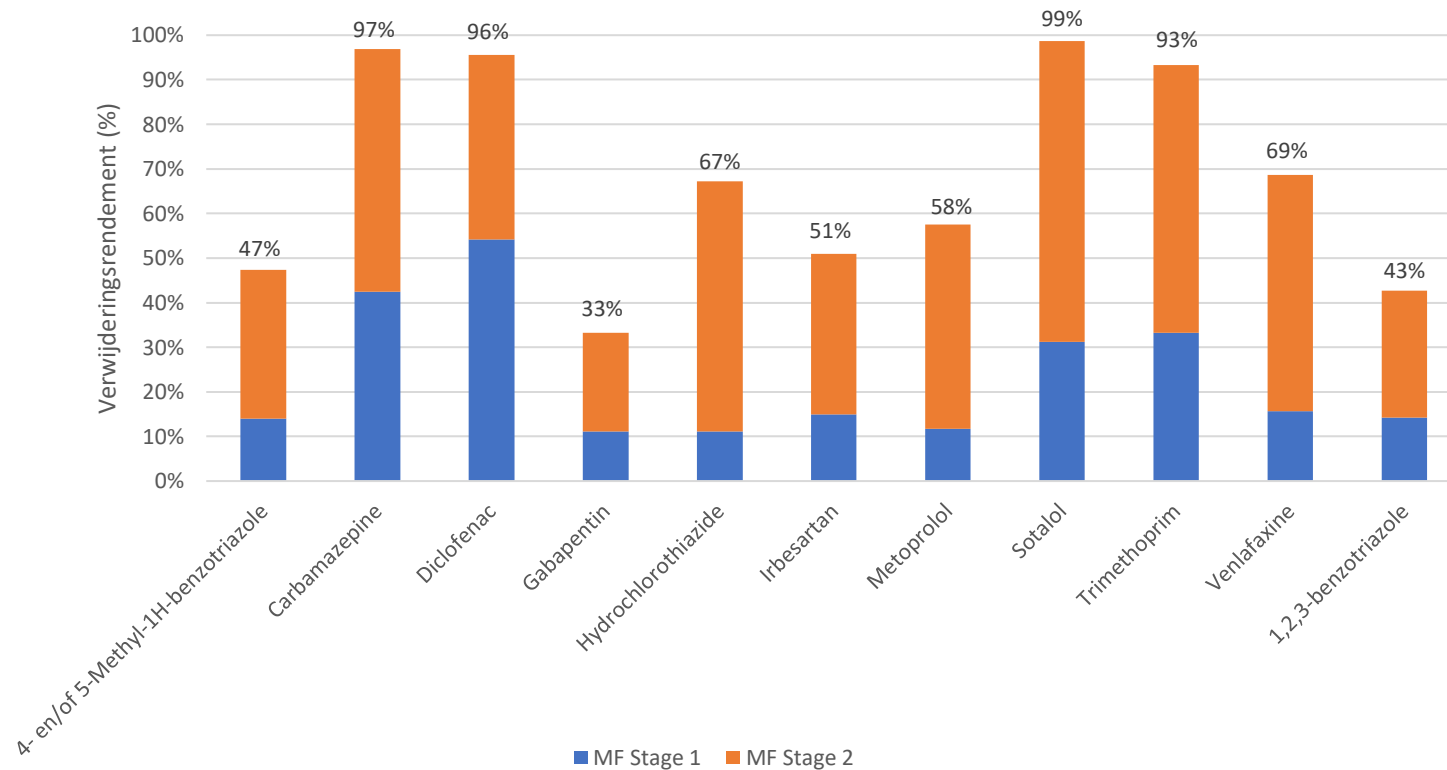
Metoprolol: bètablokker. Wordt gebruikt voor de behandeling van hoge bloeddruk en hartziekten

Venlafaxine: Reguleert de serotoninespiegel, wordt gebruikt als antidepressivum

1,2,3-benzotriazole: Corrosie inhibitor, antivriesmiddel en komt voor in afwasmiddel. Wordt ook aangetroffen in geneesmiddelen

Resultaten Microforce ++

Verwijderingsrendement van gidsstoffen door de MicroForce



Instellingen:

- Ozondosis: 0,43 gO₃/gDOC
- 33% O₃ op reactor 1
- 66% O₃ op reactor 2
- HRT in biologie van 15 minuten

Ozon pilot VS MicroForce

Gidsstof:	Verwijderingsrendement:	
	Ozon:	MicroForce:
4- en/of 5-Methyl-1H-benzotriazole	100%	47%
Carbamazepine	100%	97%
Diclofenac	100%	96%
Gabapentin	57%	33%
Hydrochlorothiazide	100%	67%
Irbesartan	69%	51%
Metoprolol	85%	58%
Sotalol	100%	99%
Trimethoprim	100%	93%
Venlafaxine	88%	69%
1,2,3-benzotriazole	83%	43%

	Ozon:	MicroForce:
Ozondosis (gO ₃ /gDOC):	0,9	0,43

	Ozon:	MicroForce:
Bromaatvorming (µg/l):	25	0,1

Verwijderingsrendement:	Ozon:	MicroForce:
7/11 gidsstoffen (best verwijderbaar)	98%	83%
11/11 gidsstoffen	89%	68%

Wat moet er nog gebeuren?

- Analyse van de gewassen
- Welke stoffen zijn zorgelijk, en bij welke concentraties?
- Doelstofanalyses van de zorgelijke stoffen in de gewassen, zijn de concentraties te hoog voor consumptie?
- Testen van een techniek met enzymen van de Zweedse firma Pharem op een selectie van stoffen welke moeilijk te verwijderen zijn met ozon

Bedankt voor uw aandacht!

Vragen?

DE PERSOONLIJKE HOGESCHOOL



UNIVERSITY
.....
OF APPLIED SCIENCES