



30-11-2023, BodemBreed symposium

~

Biologische afbraak van CECs in drinkwaterzuivering

Marcelle van der Waals

Peer Timmers

Aleida Hommes

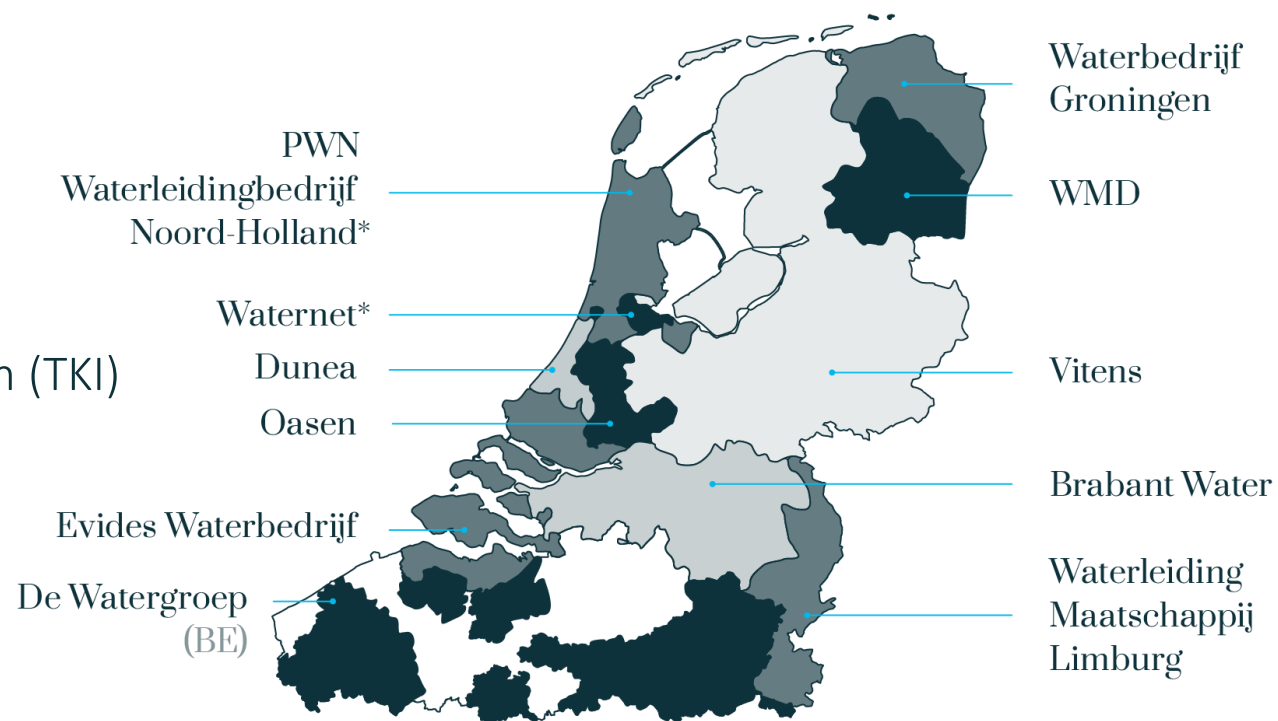
Paul van der Wielen

KWR

Bridging Science to Practice

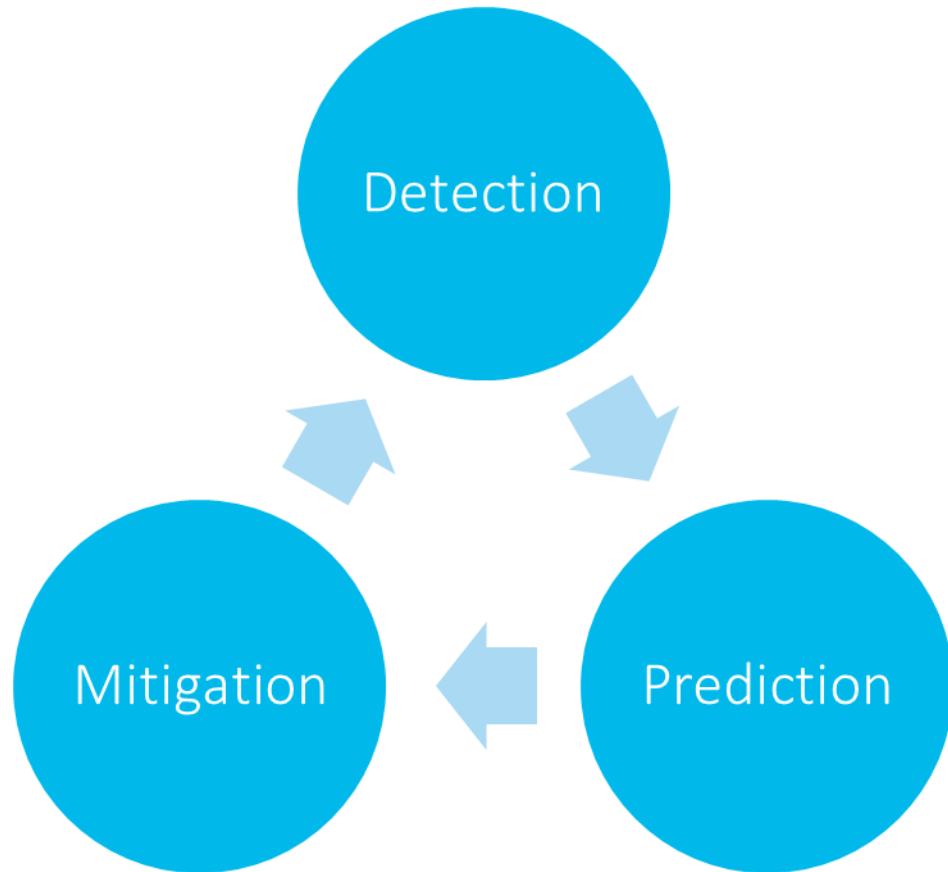
KWR water research

- Komt voort uit KIWA Research
- Aandeelhouders: 11 drinkwaterbedrijven
- EU-projecten, NWO/NWA, universiteiten, Topsectoren (TKI)
- Multidisciplinair (van bron tot tap)
 - Waterbeschikbaarheid (Eco- en geohydrologie)
 - Distributie en Infrastructuur
 - Watertechnologie
 - Waterkwaliteit (chemisch en microbiologisch)



* Participant in shareholder
Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK)

KWR onderzoek aan Opkomende stoffen/ZSS



1. **Detectie**: kwalitatief (identificeren), kwantitatief, transformatieproducten, onbekenden (non-target screening)
2. **Voorspelling**: voorspellen van verwijdering, gezondheidseffecten, en risico-analyse
3. **Mitigatie**: (Bio)technologische processen en natuurlijke systemen
4. **Consequenties voor de consument** (klant/communicatie)

KWR faciliteiten en methoden

Microbiologisch lab

- Microbiologische activiteit (ATP, BPP)
- Moleculaire methoden (qPCR, NGS)
- Groei en biofouling potentiaal tests
- Biofilm monitors



Chemisch lab

- LC-MS, GC-MS
- Target en non-target screening (LC-LTQ FT Orbitrap MS, LC-ESI-HRMS)
- Microplastics (LD-IR)

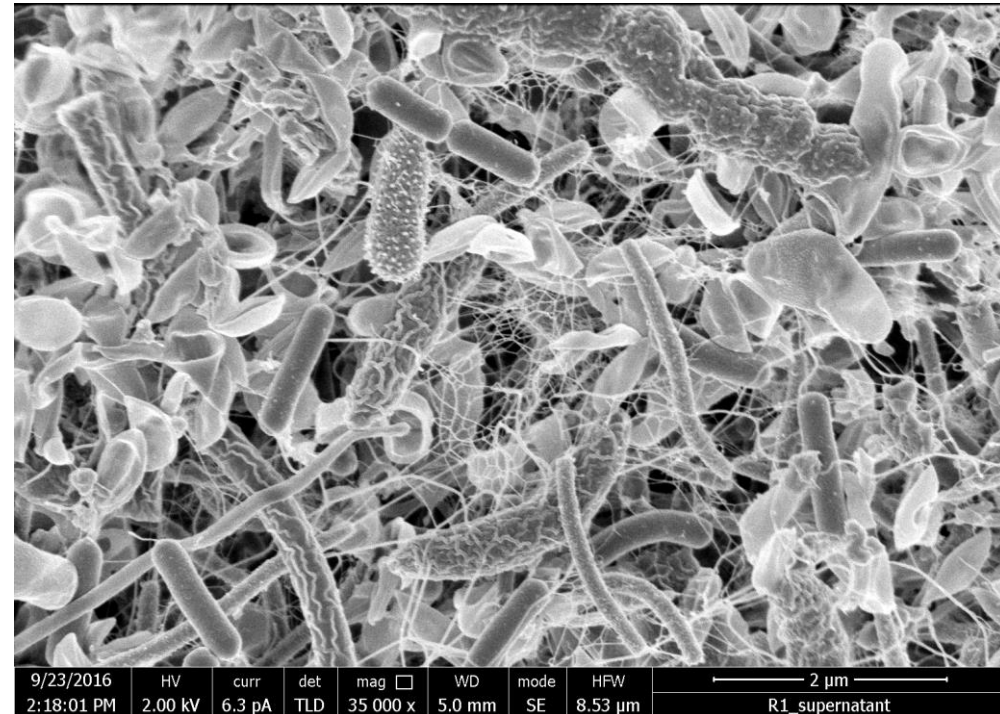
Proefhall + werkplaats

- Kolomproeven
- Bioreactoren
- Pilot technologie



~ Waarom biologische afbraak?

- Kosteneffectief
- Duurzaam
- Nature-based
- Lagere CO₂ afdruk
- Volledige mineralisatie, geen verplaatsing van probleem

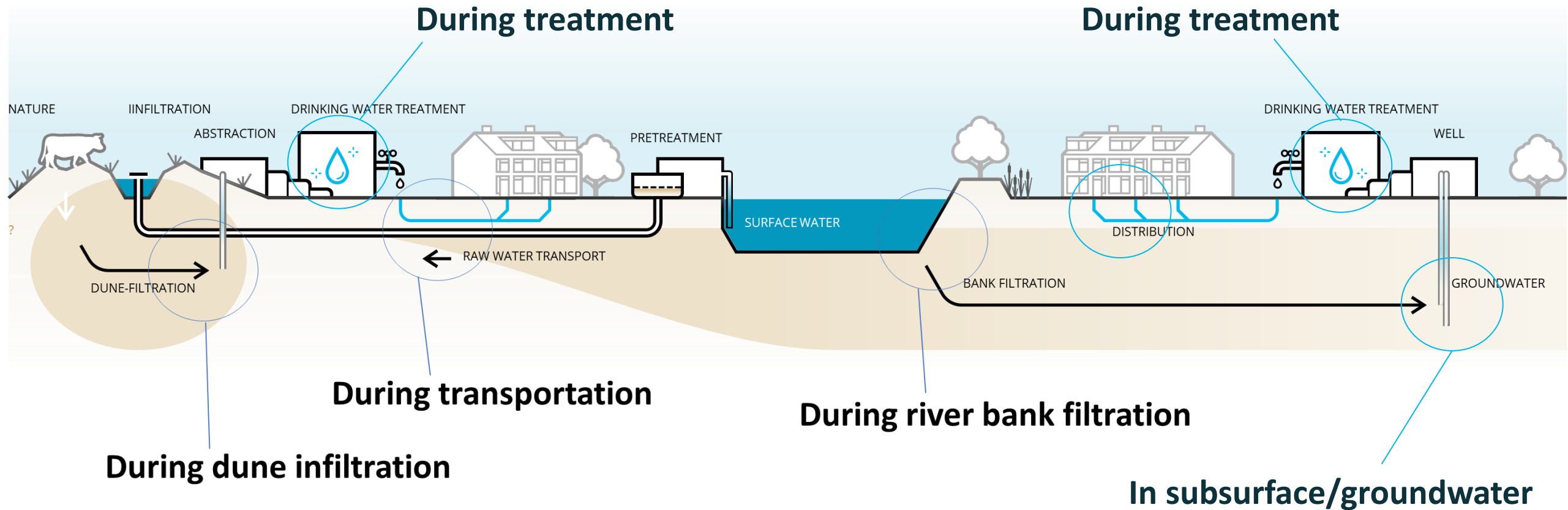




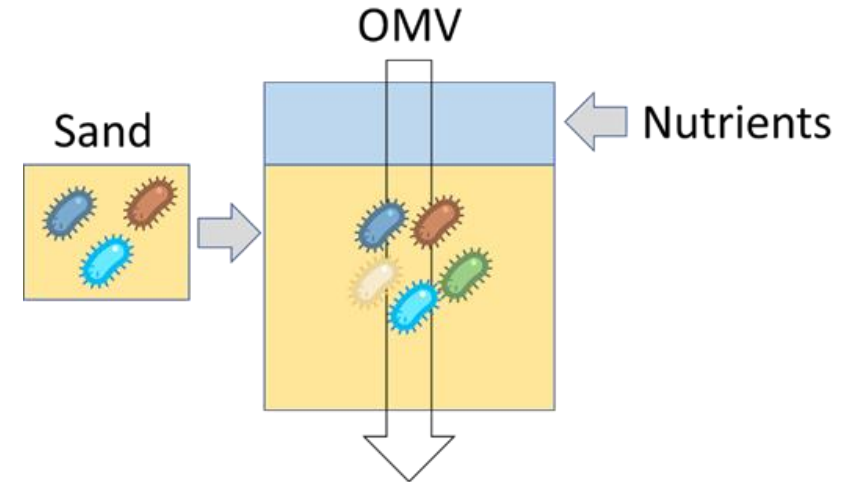
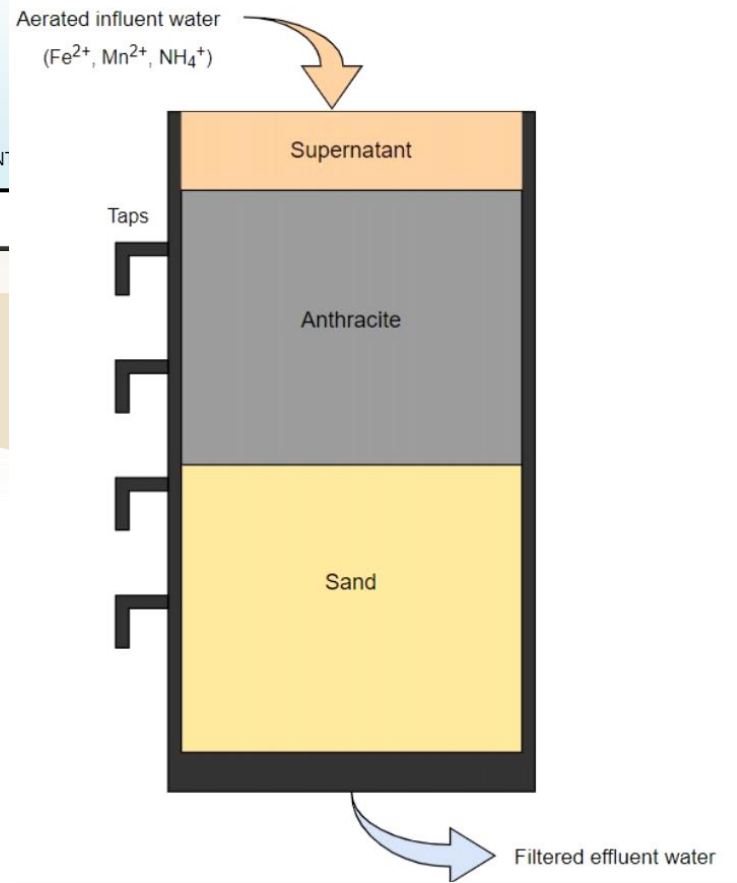
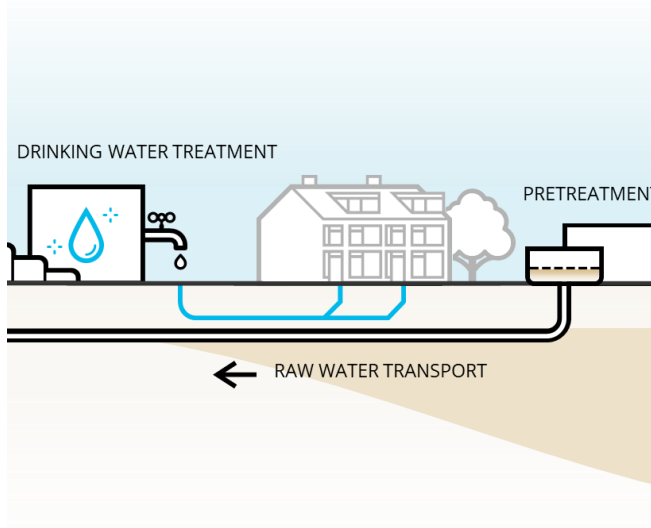
Nature-based solutions/biologische afbraak

1. Helofytenfilters / constructed wetlands
2. Waterharmonica's
3. Zandfilters
4. Actiefkoolfilters
5. Actiefslib RWZI's
6. Bodempassage (grondwater, duininfiltratie, oeverbankfiltratie)

Biologische processen in drinkwaterzuivering: nature-based solutions



Vewijdering van organische microverontreinigingen tijdens snelle zandfiltratie



Selected 10 representative OMPs (based on QSAR, WFD, RIVM, etc):

Biological removal

Acesulfame, gabapentine

Adsorption

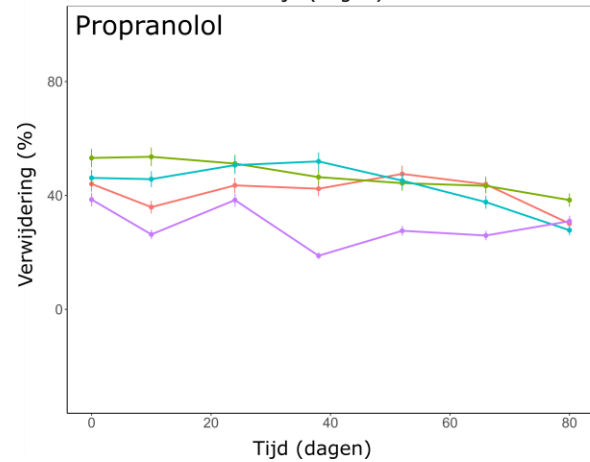
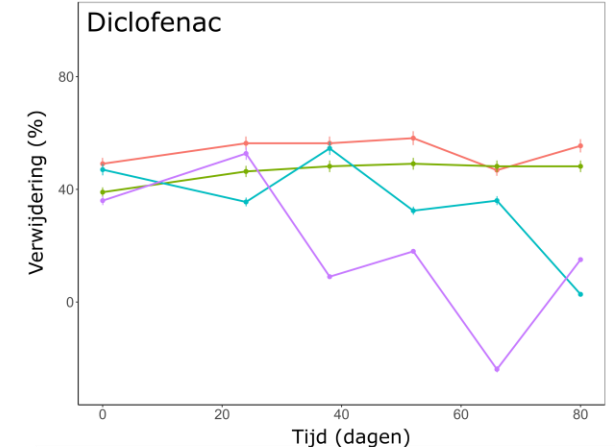
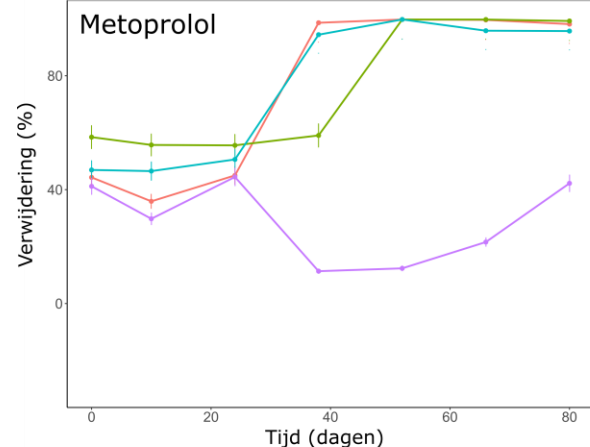
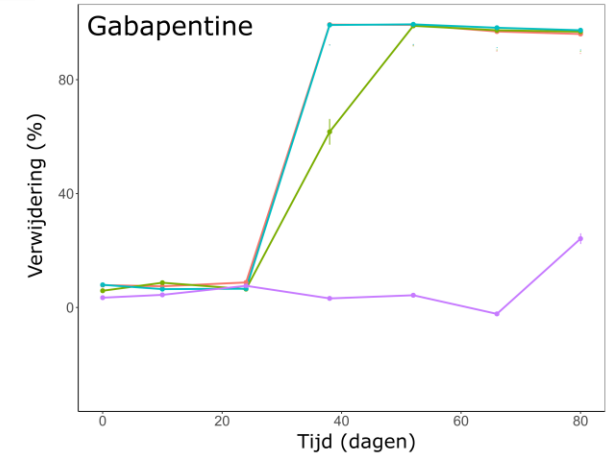
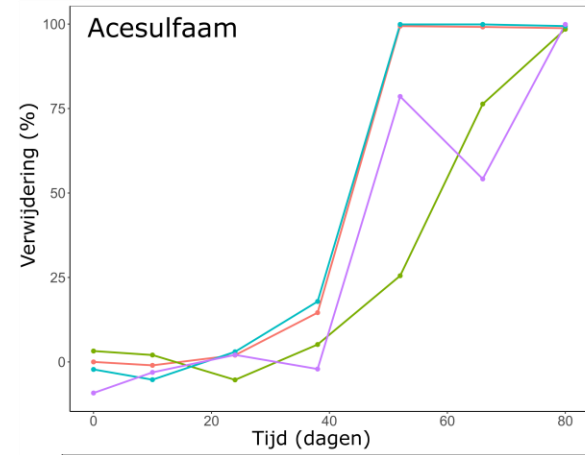
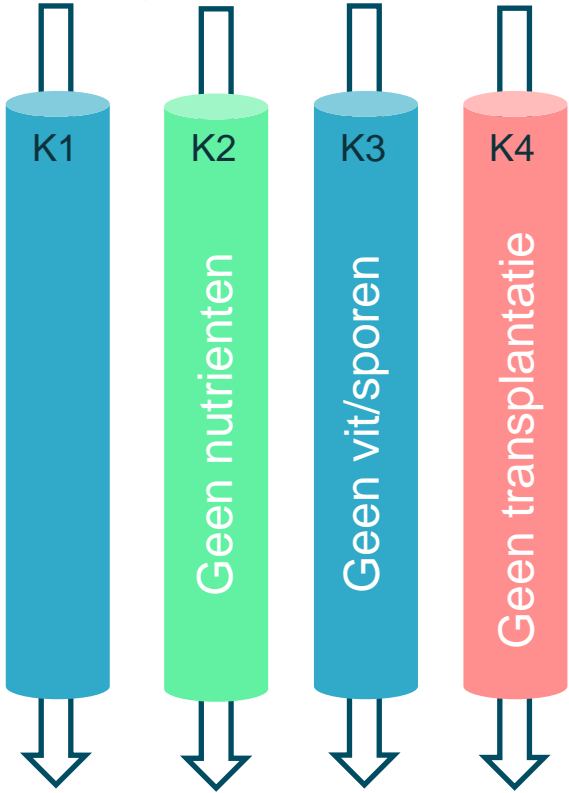
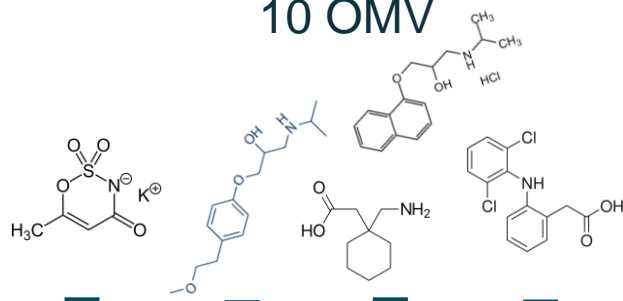
Propranolol, (amidotriozate, 1-H benzotriazole, carbamazepine, PFOA, iopamidol)

Combined

Diclofenac, metoprolol

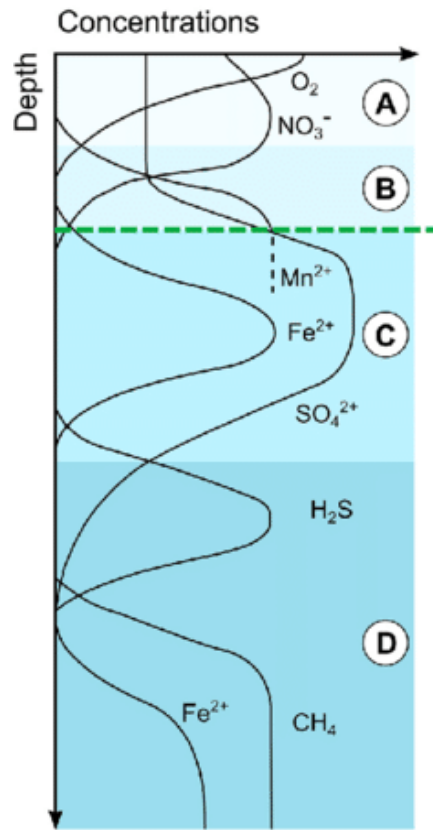


10 OMV

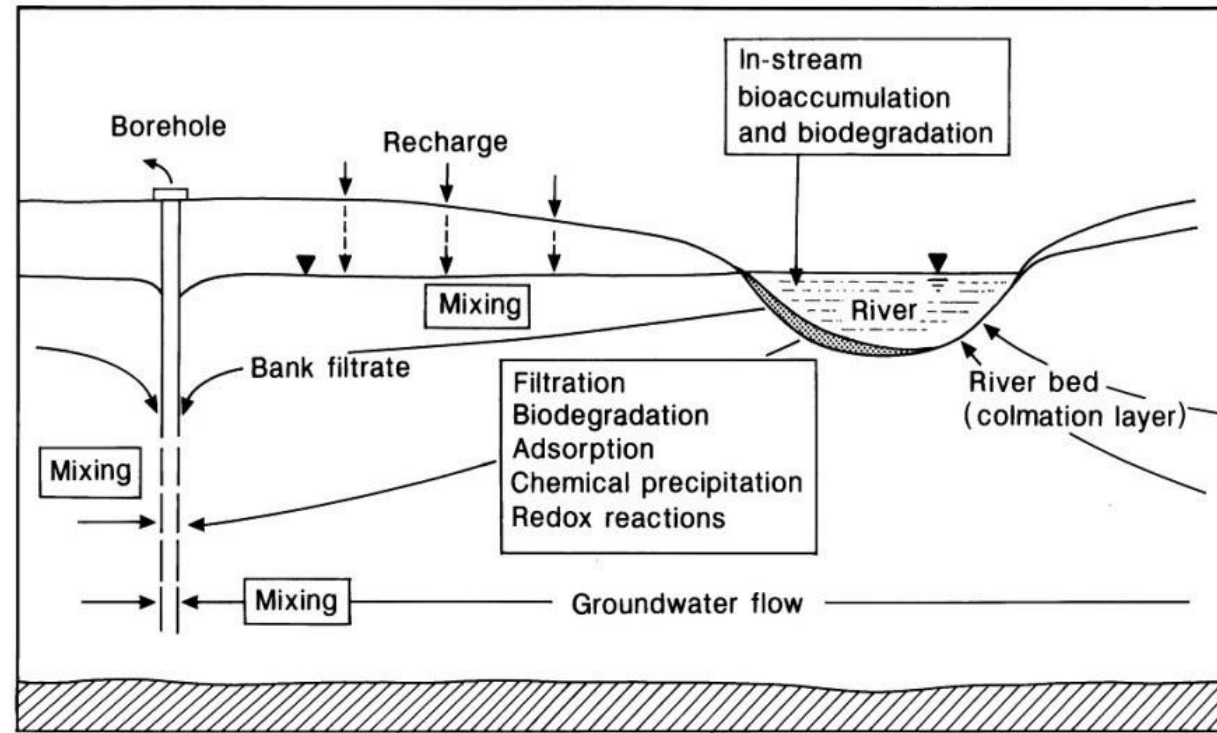


Kolom 1
Kolom 2
Kolom 3
Kolom 4

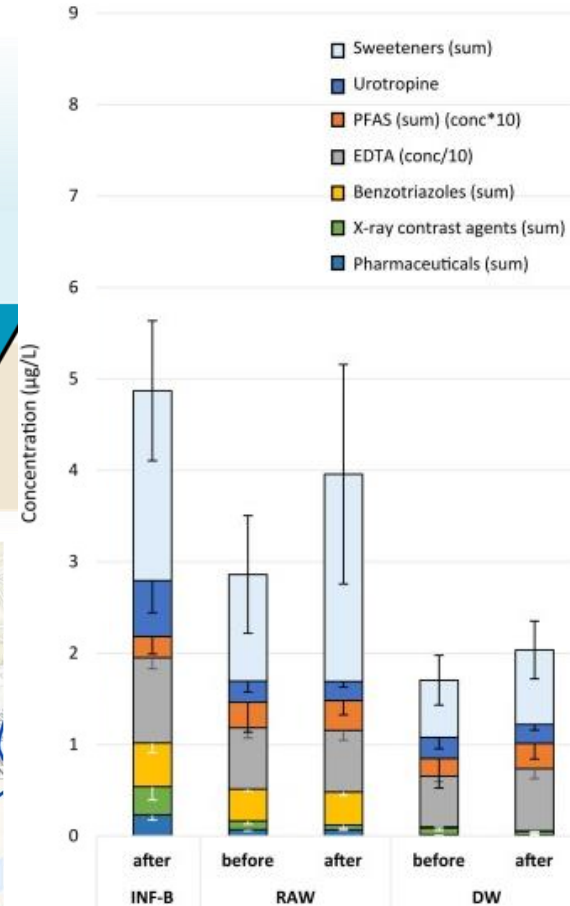
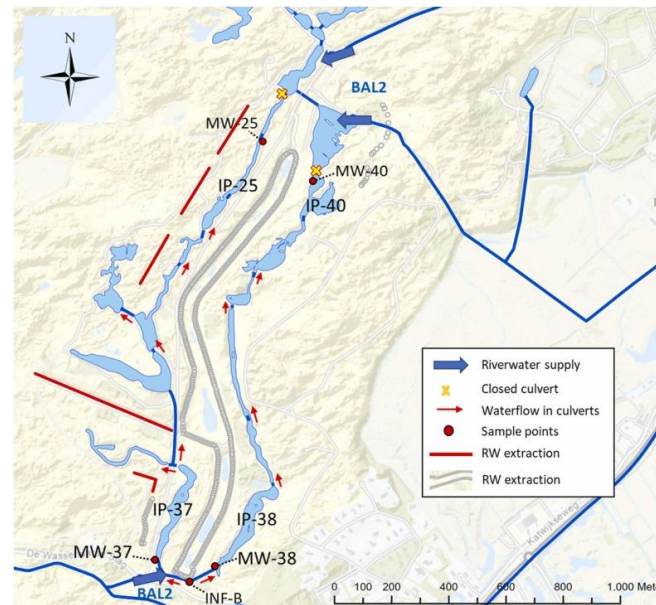
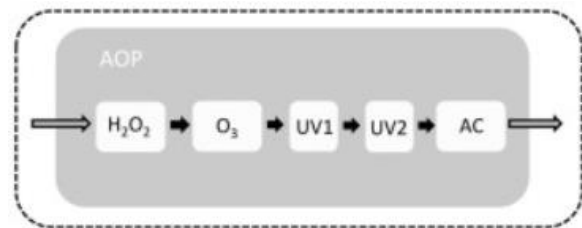
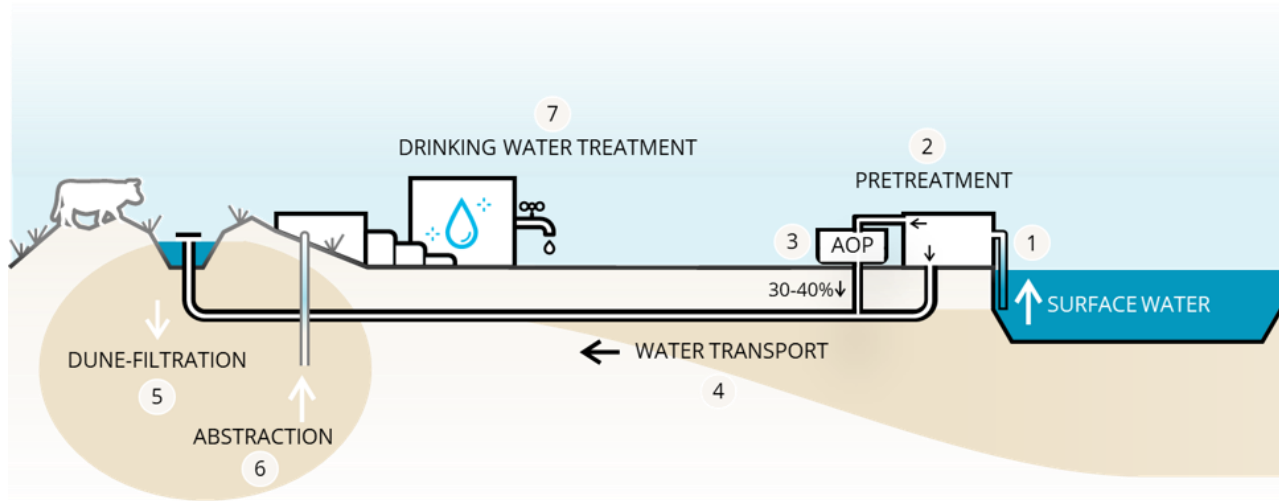
Ondergrondse filtratie: de bodem als reactor



(X) Redox water type

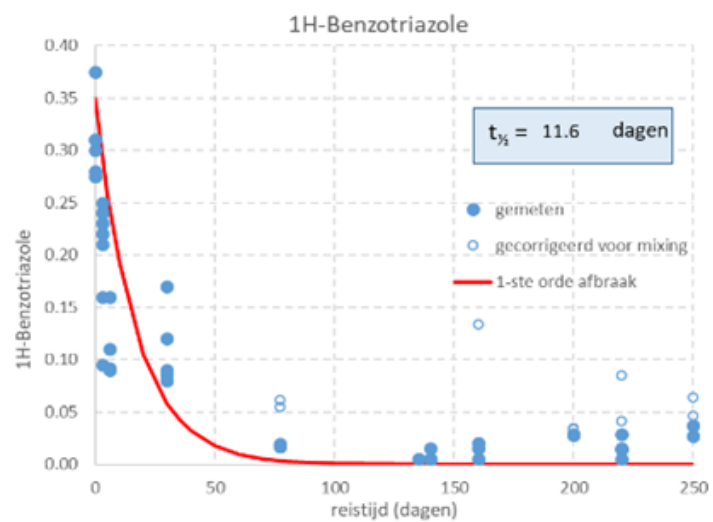
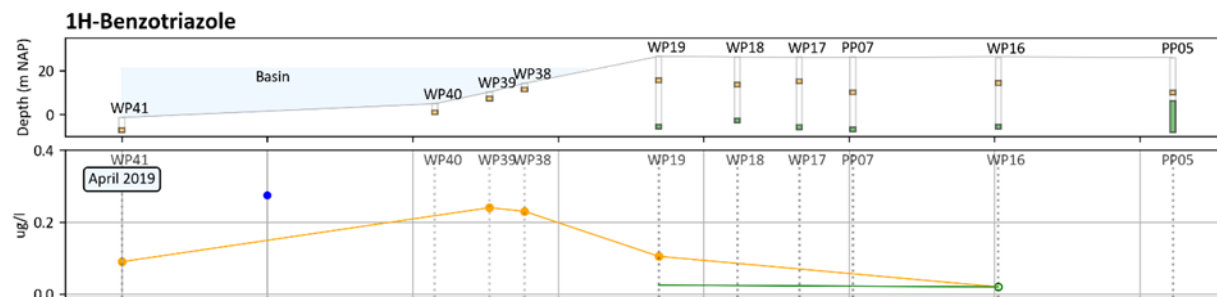
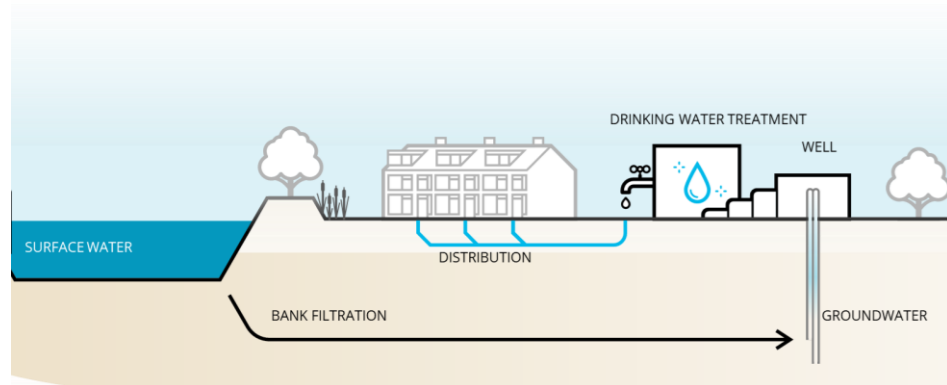


Geavanceerde oxidatie en duininfiltratie

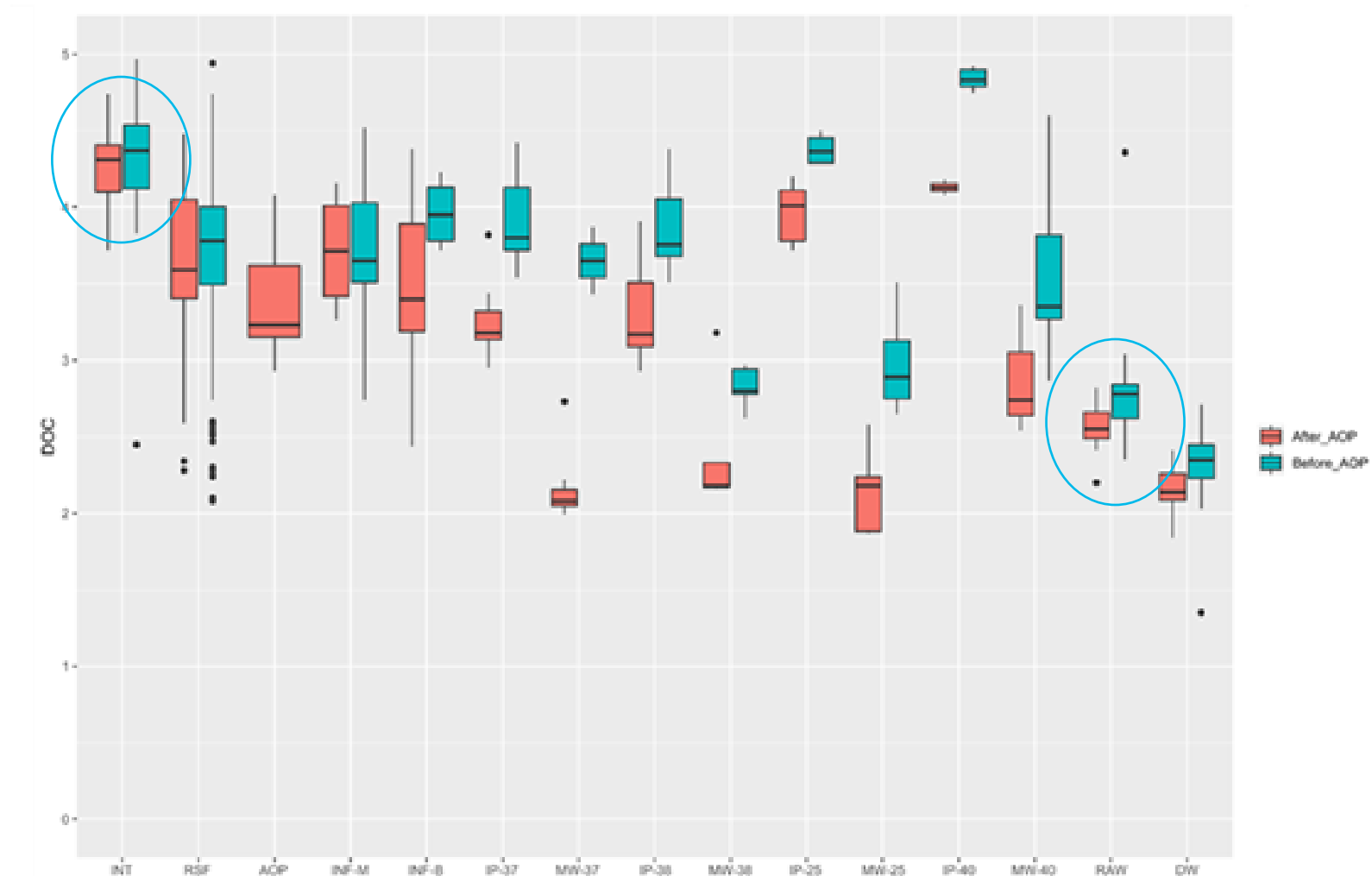


OMVs	Duinpassage + pand totaal
10,11-trans diolcarbamazepine	66%
4-methylbenzotriazol	44%
5-methylbenzotriazol	52%
acesulfaam	39%
amidotrizoïnezuur	55%
atenolol	89%
benzotriazole	54%
bezafibraat	100%
bisoprolol	94%
carbamazepine	-6%
carbendazim	83%
coffeine	93%
cyclamaat	95%
diisopropylether	100%
DTPA	94%
EDTA	41%
fenazon	-22%
HFPO-DA	11%
hydrochlorthiazide	67%
iohexol	100%
iomeprol	99%
ipamidol	67%
iopromide	98%
ioxitalaminezuur	100%
lidocaïne	51%
lincomycine	98%
losartan	98%
metformin	97%
metoprolol	13%
MTBE	99%
oxazepam	82%
PFBA	8%
PFBS	-35%
PFHpA	-87%
PFHxA	-7%
PFOA	-102%
PFOS	-35%
PFPeA	-62%
primidon	14%
propranolol	100%
saccharine	94%
sotalol	91%
sucralose	35%
sulfamethoxasol	63%
sulfaquinoxaline	98%
temazepam	69%
theophylline	84%
urotropine	67%

Oeverbank filtratie



De bodem: polijsten en stabiliseren van water



Grondwater & bodem – waar liggen kansen

- Bodem(sanering) en waterwereld → 1+1=3
- Bioremediatie (biostimulatie en bioaugmentatie) van grondwaterputten?
- WKO/HTO systemen bij drinkwaterwinningen: twee kanten
- Omgevingswet: Gezamenlijke verantwoordelijkheden zoals de Kaderrichtlijn water (KRW) en de Grondwaterrichtlijn (GWR). “Waar nodig zullen bodem- en grondwaterverontreinigingen, mits doelmatig en betaalbaar, worden aangepakt”.
- Waterharmonica’s, helofytenfilters, etc voor afvalwaterbehandeling: meer focus op grondwater!
- De bodem (boven- en ondergronds) als ‘polijst’ stap in waterzuivering



Praktische toepassingen

1. Duininfiltratie en oeverbank filtratie
2. Aquapriori: uitbreiden met natuurlijke filtratie en zandfiltratie



AquaPriori

process	0
search_string	activated carbon
selected_compound	Acesulfame
	6-methyl-2,2-dioxothiazin-4-one
c0_omp	10
temperature_in_celsius	20
feed_flow	3
number_of_bed_volumes	30000
height	2
diameter	1
apparent_density	500
porosity	0.4
d50_ac_grain	0.7
surface_diffusion_constant	1
c0_ebc	0.054
format	excel

granular activated carbon

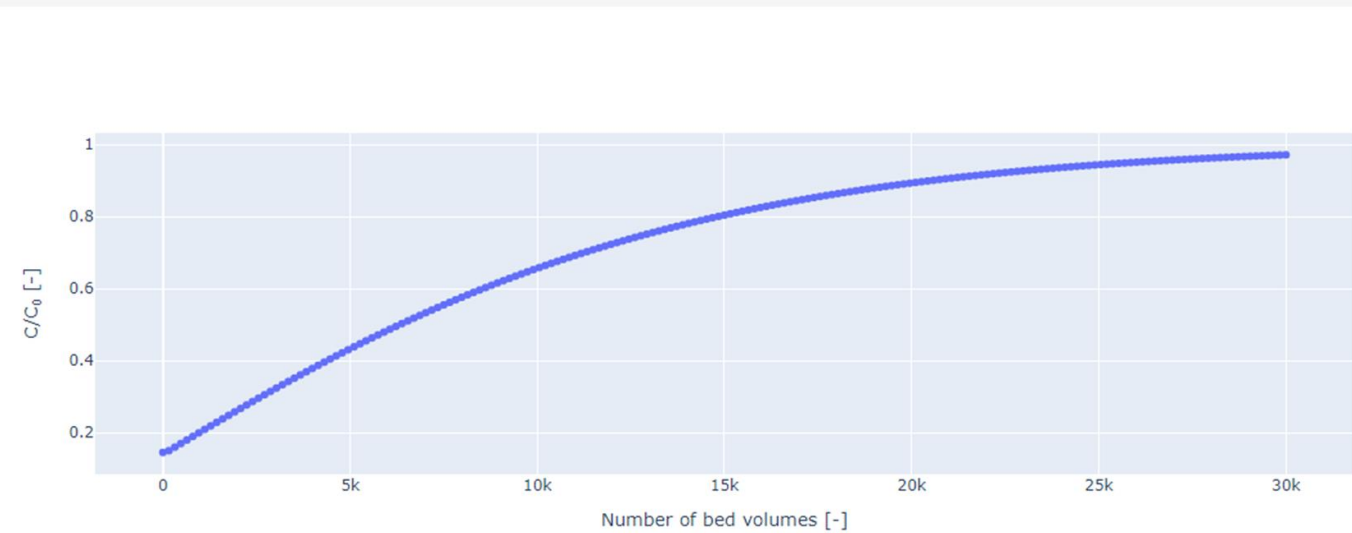
The model for simulating granular activated carbon is described in BTO rapport *Doorbraakcurves voor het vaststellen van reactivatiecriteria voor actieve kool*, report KWR 2018.087, The Netherlands, and can be downloaded [here](#).

Removal efficiency: **3%**

The Freundlich of the adsorption on activated carbon for this compound is based on a QSAR trained with 80 compounds and has a R^2 for cross validation of 0.46.

Used compound search string is *Acesulfame*, selected compound's iupac name *6-methyl-2,2-dioxothiazin-4-one*.

Download results first step prev step





Waar liggen de uitdagingen voor CEC afbraak?

1. Helofytenfilters en natuurlijke filtratie uitbreiden: oppervlak!
2. Snelle zandfilters: verblijftijd
3. Langzame zandfilters als laatste stap: ziet geen OMVs meer
4. PFAS
5. Selectieve bioaugmentatie; denk in bulk/mix-kweek van OMV-verwijderende bacterien
6. Winterperiodes: lage temperatuur



Groningehaven 7
3433 PE Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl



[@KWR_Water](https://twitter.com/KWR_Water)



[KWR](https://www.linkedin.com/company/kwr)



[KWR_Water](https://www.instagram.com/KWR_Water)



Peer Timmers

Peer.Timmers@kwrwater.nl



Marcelle van der Waals

Marcelle.van.der.Waals@kwrwater.nl



Aleida Hommes

aleida.hommes@kwrwater.nl