

Beste Beschikbare Technieken voor de zuivering van met PFAS belast bedrijfsafvalwater

Wageningen, 17 april 2025

STOWA | Symposium PFAS en de waterketen

Tim Goelen

BBT-kenniscentrum - VITO



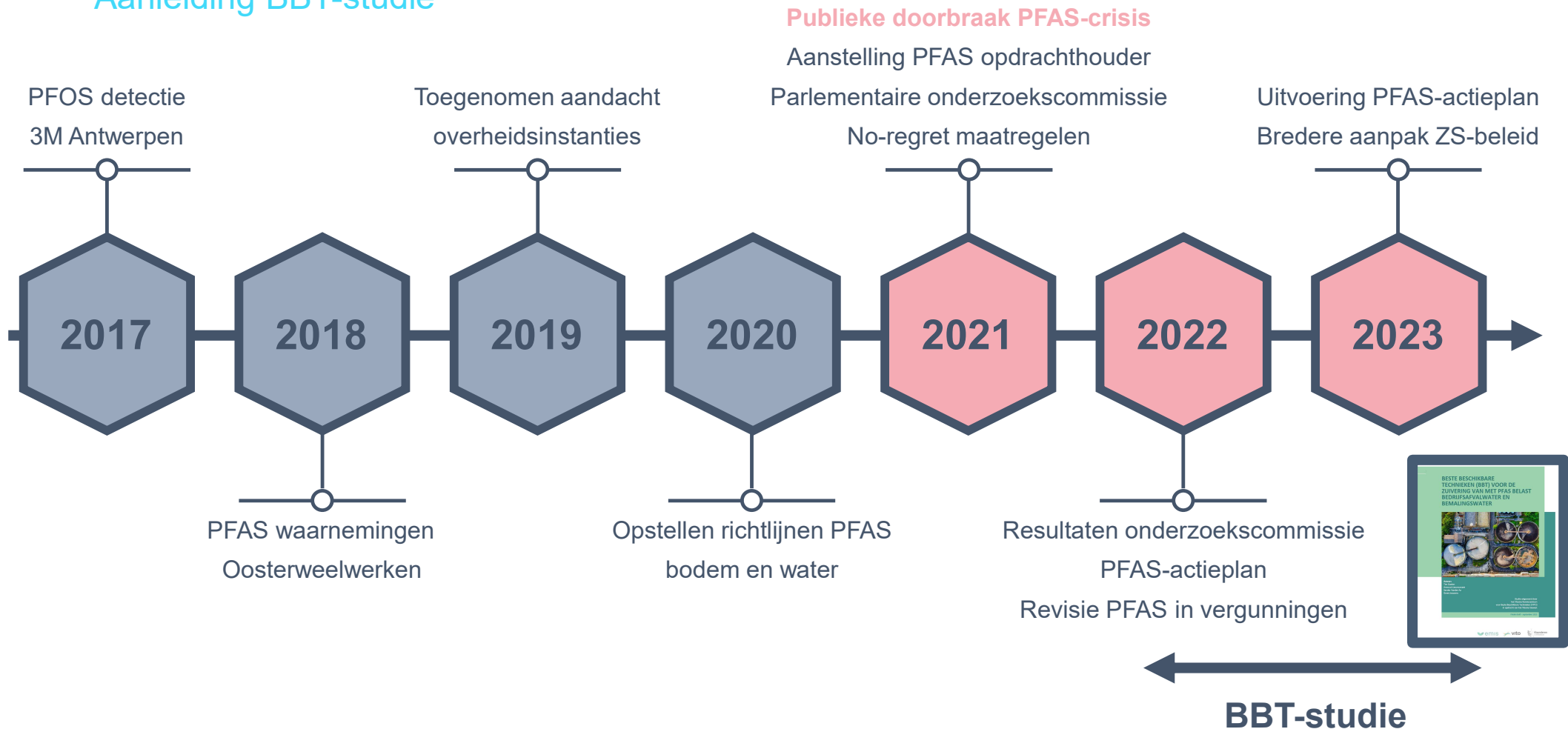
vito.be

Agenda

1. PFAS crisis in Vlaanderen
2. Vlaamse regelgeving & normenkader
3. Waterzuiveringstechnieken voor PFAS
4. Toepassing actief kool in een case
5. Kenniscentrum Innovatieve Saneringstechnieken (KIS)

Tijdslijn PFAS crisis in Vlaanderen

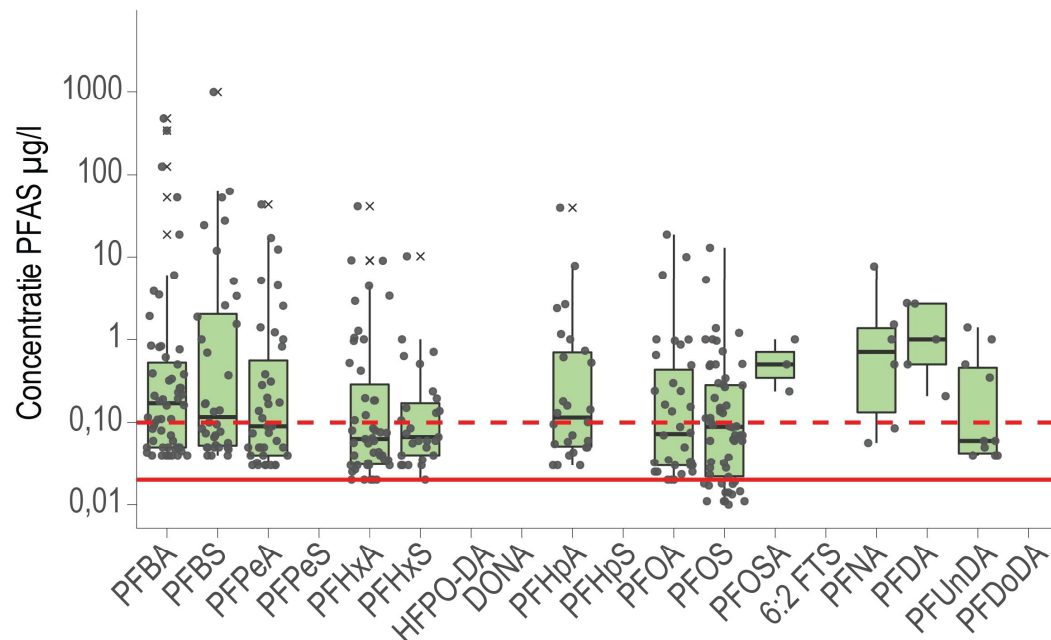
Aanleiding BBT-studie



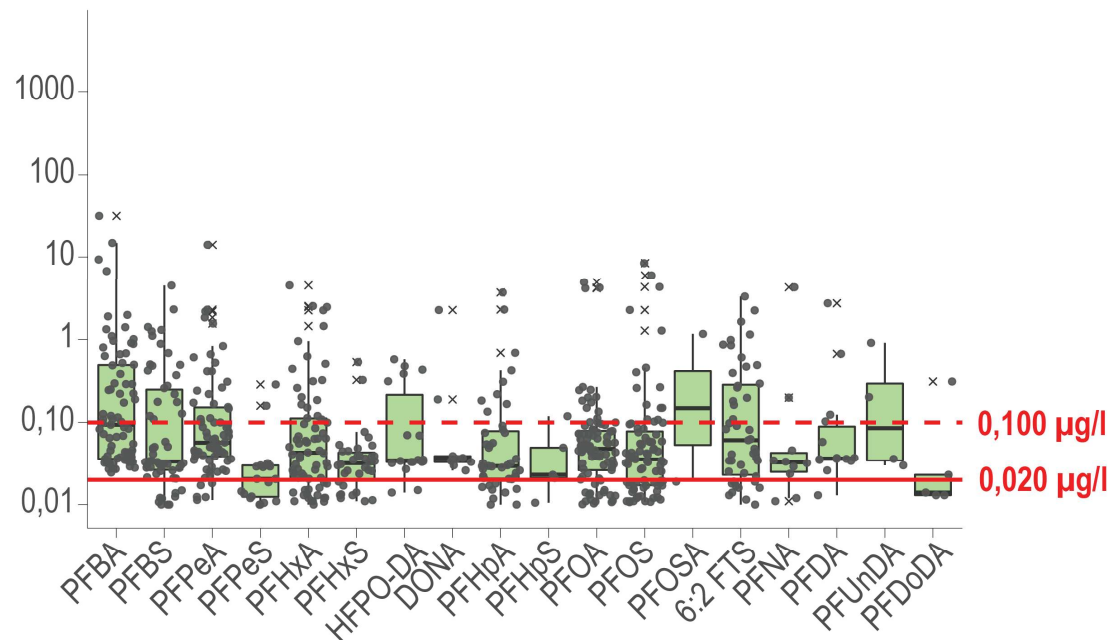
PFAS problematiek in Vlaanderen

Bedrijfsafvalwater

2017



2022



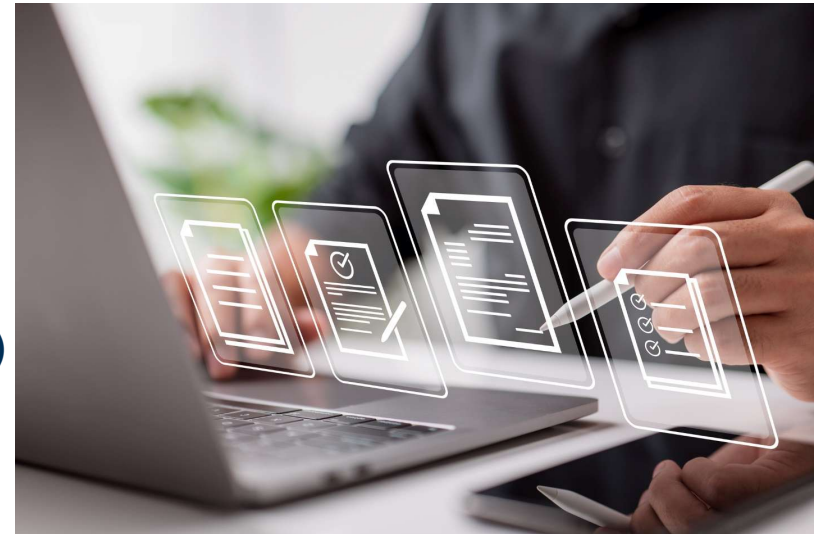
- **Voornaamste sectoren:** Afvalverwerking en afvalwater, Chemie, Metaalnijverheid, Papier, Petroleumraffinaderijen, Textiel, Voeding en Wasserijen

Vlaamse regelgeving & normenkader

Regelgeving & normenkader

VLAREM II – Algemene milieuvoorwaarden

- BBT toepassen ter bescherming van mens en milieu
 - Bronbeperkende maatregelen
 - Behandelingstechnieken
- Lokale omstandigheden of milieukwaliteitsnormen (MKN)
→ mogelijk strengere voorwaarden



Regelgeving & normenkader

VLAREM II – Algemene milieuvoorwaarden - Beheersing van oppervlakteverontreiniging

- Dochterrichtlijn prioritaire stoffen (Richtlijn 2013/39/EU)
→ Milieukwaliteitsnorm (MKN) voor prioritaire stoffen
- Prioritaire stoffen = gevaarlijke stoffen met risico voor aquatisch milieu
- Sinds 2015 → MKN voor PFOS

CAS-nummer	Parameter	Eenheid	RIVIEREN EN MEREN	OVERGANGSWATER			Bio-tanorm (µg/kg nat gewicht)	Indelings-criterium GS	Europese Context
			Milieu-kwaliteitsnorm gemiddelde (JG-MKN)	Milieu-kwaliteitsnorm maximum (MAC-MKN)	Milieu-kwaliteitsnorm gemiddelde (JG-MKN)	Milieu-kwaliteitsnorm maximum (MAC-MKN)			
1763-23-1	perfluorooctansulfonzuur en zijn derivaten (PFOS)	µg/l	0,00065	36	0,00013	7,2	9,1	rapportagegrens	PGS (35)

Regelgeving & normenkader

VLAREM II – Algemene milieuvoorwaarden - Beheersing van oppervlakteverontreiniging

Lozing van **bedrijfsafvalwater** dat geen gevaarlijke stoffen bevat

OF

Lozing van **bedrijfsafvalwater** dat één of meer gevaarlijke stoffen bevat

Toetsingswaarde GS = indelingscriterium (IC)

			RIVIEREN EN MEREN		OVERGANGSWATER				
CAS-nummer	Parameter	Eenheid	Milieu-kwaliteitsnorm gemiddelde (JG-MKN)	Milieu-kwaliteitsnorm maximum (MAC-MKN)	Milieu-kwaliteitsnorm gemiddelde (JG-MKN)	Milieu-kwaliteitsnorm maximum (MAC-MKN)	Bio-tanorm (µg/kg nat gewicht)	Indelings-criterium GS	Europese Context
gevaarlijke stoffen: organische stoffen									
1763-23-1	perfluorooctaansulfonzuur en zijn derivaten (PFOS)	µg/l	0,00065	36	0,00013	7,2	9,1	<u>rapportagegrens</u>	PGS (35)
124495-18-7	quinoxifen	µg/l	0,15	2,7	0,015	0,54		0,15	PGS(36)
14816-18-3	foxim	µg/l	0,02	0,2	0,02	0,2		0,02	
709-98-8	propanil	µg/l	0,2	3	0,2	3		0,2	

Regelgeving & normenkader

VLAREM II – Algemene milieuvoorwaarden - [Beheersing van oppervlakteverontreiniging](#)

- **Andere PFAS geen indelingscriteria (IC)** opgenomen in regelgeving
→ Bij vergunningsaanvraag **alle detecteerbare gevaarlijke stoffen (ook zonder IC)**

- **Specifieke toetsingswaarden voor PFAS** in bijzondere voorwaarden in vergunningen:
 1. Gemeten concentratie > **indelingscriteria (IC)**
 2. Als geen IC: Gemeten concentratie > **rapportagegrens**
 3. Als geen IC of rapportagegrens : Gemeten concentratie > **bepalingsgrens**

- **2022: alle vergunning met PFAS herzien & strengere normen opgelegd**
→ **Tijdelijke vergunningen** voor 1 – 2 jaar
 - Continue inverstering in reductie PFAS emissies
 - Streven naar **rapportagegrenzen**

Regelgeving & normenkader

Meetmethoden

- Gevalideerde meetmethodes [compendium voor de monsterneming, meting en analyse van water](#)
- WAC/IV/A/025 - Bepaling van per- en polyfluoralkylverbindingen (PFAS) in water met LC-MS/MS

Type PFAS	Type water	Rapportagegrens (WAC/IV/A/025)
Kwantitatieve PFAS ($n = 33$)	drink-, grond- en oppervlaktewater	10 ng/l
	afvalwater	20 ng/l
Indicatieve PFAS ($n = 9$)	drink-, grond- en oppervlaktewater	50 ng/l
	afvalwater	50 ng/l

- WAC/IV/A/026 - Bepaling van korte keten per- en polyfluoralkylverbindingen (PFAS) in water met LC-MS/MS

Type PFAS	Type water	Rapportagegrens (WAC/IV/A/025)
TFA	drink-, grond- en oppervlaktewater afvalwater	4000 ng/l
PFPrA		500 ng/l
PFPrS		1000 ng/l
PFEtS		500 ng/l
TFMS		500 ng/l
2,3,3,3-TeFPrA		2500 ng/l
2,2,3,3-TeFPrA		500 ng/l

Waterzuiveringstechnieken voor PFAS

Inventarisatie waterbehandelingstechnieken PFAS

Scheidings-/concentratietechnologie

Adsorptie

- Actief kool **TRL 9**
- Ionenwisselingsharsen **TRL 9**
- Andere adsorptie media **TRL 3-7**

Coagulatie

- Coagulatie/flocculatie **TRL 6-7**
- Electrocoagulatie **TRL 5**

Membraan-gebaseerde technieken

- Omgekeerde osmose **TRL 9**
- Nanofiltratie **TRL 9**

Diverse technieken

- Schuim- & ozofractionatie **TRL 7-8**
- Indampen/Vacuümverdamping **TRL 7-9**

afbraak-/degradatietechnologie

Geavanceerde oxidatietechnieken (AOP)

- Foto-/elektrokatalyse **TRL 5-6**
- (Elektro)chemische oxidatie **TRL 3-6**
- Superkritische water oxidatie (SCWO) **TRL 4-6**

Geavanceerde reductietechnieken (ARP)

- Chemische reductie **TRL 5**
- Niet-thermisch plasma **TRL 6-8**

Biologische behandelingstechnieken

- Microorganisme-gebaseerde bioremediatie **TRL 3-4**

Diverse technieken

- Thermische degradatie en verbranding **TRL 8-9**
- Sonochemische degradatie/sonolyse **TRL 4-5**
- High energy e-beam **TRL 4**
- Fotolyse **TRL 3-4**

Inventarisatie waterbehandelingstechnieken PFAS

Scheidings-/concentratietechnologie

Adsorptie

- Actief kool **TRL 9**
- Ionenuisselingsharsen **TRL 9**
- Natuurlijke en oppervlakte gemodificeerde kleimineralen **TRL 5-7**

Coagulatie

- Coagulatie/flocculatie **TRL 6-7**

Membraan-gebaseerde technieken

- Omgekeerde osmose **TRL 9**
- Nanofiltratie **TRL 9**

Diverse technieken

- Schuim- & ozofractionatie **TRL 7-8**
- Indampen/Vacuümverdamping **TRL 7-9**

afbraak-/degradatietechnologie

Geavanceerde reductietechnieken (ARP)

- Niet-thermisch plasma **TRL 6-8**

Diverse technieken

- Thermische degradatie en verbranding **TRL 8-9**

Demonstratiefase bereikt

TRL ≥ 7



Actief kool

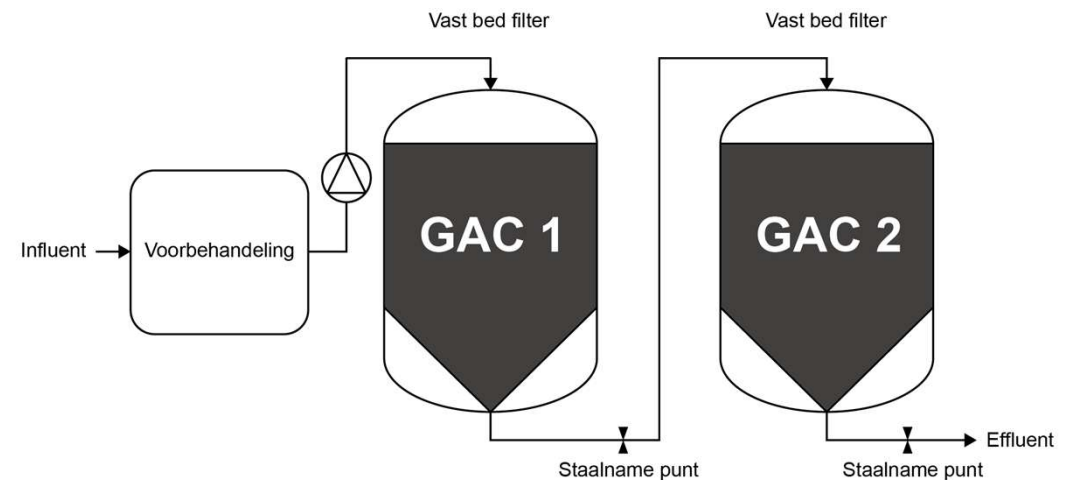
Adsorptie

Toepasbaarheid

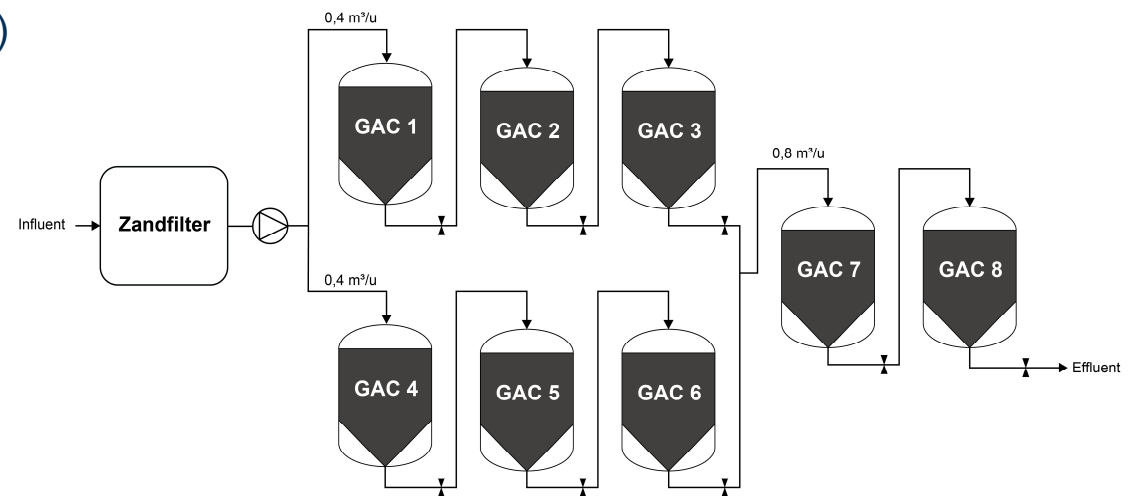
- Efficiënte verwijdering lange keten PFAS
- Mogelijkheid tot reactivatie
- Hoge volume reductie

Limitaties

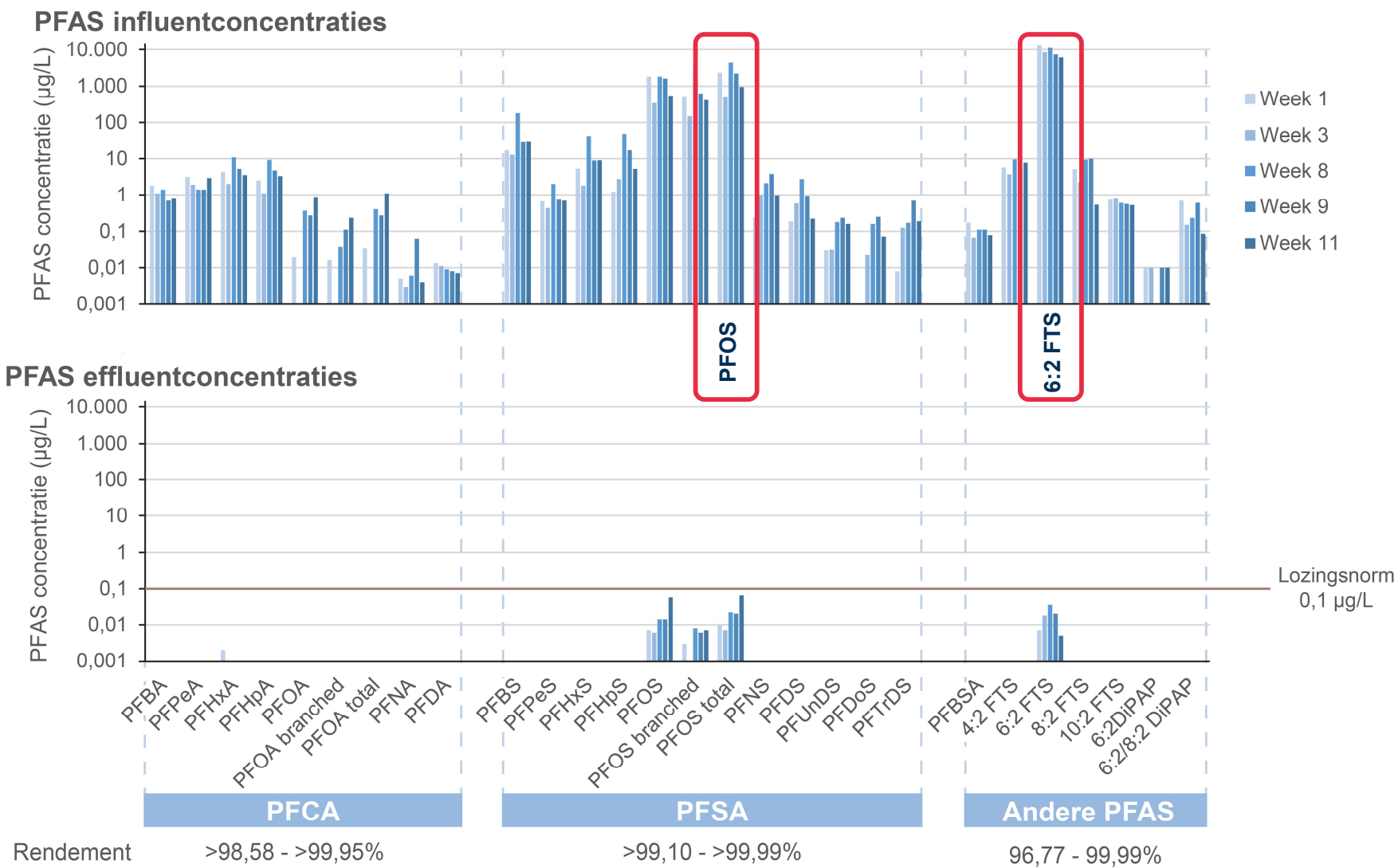
- Lagere efficiëntie korte keten PFAS
- Competitie CZV
- Langere EBCT
- Materiaalverbruik/afval



Lange keten	Korte keten	Debiet	Verblijf-tijd	Volume-reductie	Matrix
++	- +	+	15 - 45 min	+	-



Case-informatie: granular activated carbon (GAC)



Case-informatie: granular activated carbon (GAC)

Bedrijfsafvalwater

Financiële aspecten

- Afhankelijk van de bedrijfsvoering
- **OPEX:** 39.000 – 84.000 EUR/jaar
- **OPEX:** 8.50 – 18 EUR/m³

Lozingsnormen

▪ PFOS

- 2012 – 2014: 25 µg/L
- 2014 – 2016: 10 µg/L
- 2016 – 2018: 5 µg/L
- 2018 – 2022: 1,5 µg/L
- 2022 – 2023: 0,5 µg/L
- 2023 – 2024: 0,1 µg/L
- 2025 – ? : 0,020 µg/L = RG

▪ 6:2 FTS

- 2022 – 2023: 0,5 µg/L
- 2023 – 2024: 0,1 µg/L
- 2025 – ? : 0,020 µg/L = RG



Kenniscentrum Innovatieve Saneringstechnieken

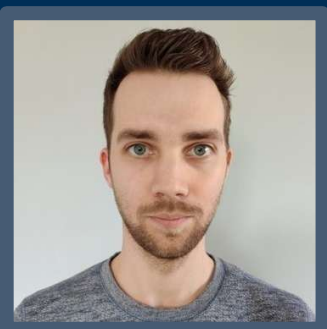
= Multidisciplinair netwerk van Vlaamse organisaties

KIS Kenniscentrum
Innovatieve
Saneringstechnieken

- Opgestart januari 2024
- Tot **75% subsidie** van ontvankelijke projectvoorstellen met innovatieve technieken
- **Versnelling en vernieuwing van saneringstechnieken voor zorgwekkende stoffen (zoals PFAS) in bodem, (grond)water en lucht**



Contact:
info@kis.vlaanderen.be
<http://kis.Vlaanderen.be>



Tim Goelen

Vlaams BBT-kenniscentrum

bbt@vito.be



Bedankt!



BBT-studie PFAS water

<https://emis.vito.be/nl/node/100678>

vito.be