

symposium

bodem breed

Welkom bij het 37^e Symposium Bodem Breed

symposium

bodem breed

Sessie 9.2 - Onderzoek naar PFAS

In deze sessie – Onderzoek naar PFAS

- Doel: informeren en verbinden
- Korte pitch van iedere spreker
- Mogelijkheid voor vragen na pitch
- Zijn er meer vragen dan tijd?
 - Bewaar je vraag en stel deze later aan de spreker
 - Alle presentaties worden op de website geplaatst

Inhoud – Onderzoek naar PFAS

- PFAS in Seaspray
 - *Marnix Mosselman (Marmos)*
- PFAS in vegetatie
 - *Maaïke Goudriaan (TAUW)*
- PFAS aanpak eindelijk volwassen?
 - *Harry Boerma (Gemeente Utrecht)*
- Electronenbundel technologie
 - *Rob Walet (High Voltage Engineering)*
- PFAS in regenwater
 - *Janco van Gelderen (Provincie Utrecht) en Arnaut van Loon (KWR)*

Hèt netwerk event van bodem en ondergrond

symposium

bodem breed

Onderzoek naar PFAS Seaspray in Zeeland

Voorstellen

Wie ben jij?

- Marnix Mosselman
Marmos Bodemmanagement
marmos@marmos.nl
- Werkzaamheden vooral:
(water)bodemkwaliteitskaarten
+ regels voor toepassen van grond en
baggerspecie
- o.a. alle huidige BKK's in Zeeland

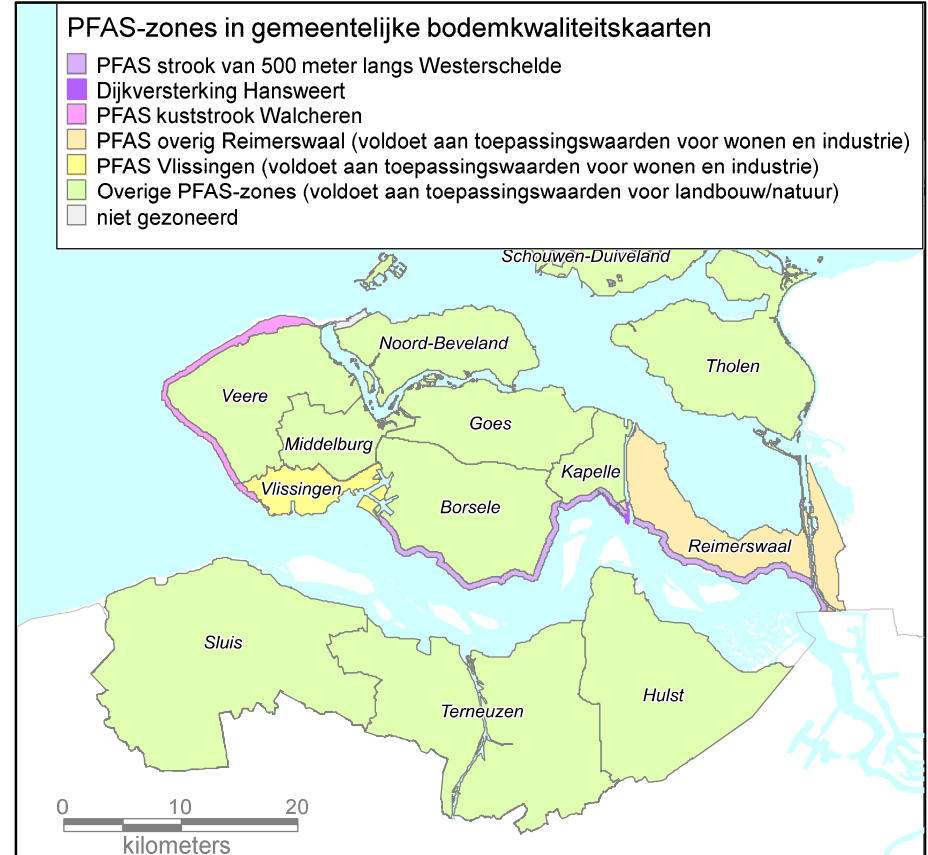
Project- of onderzoeksorganisatie

- Via BKK's vanaf 2020 in onderwerp
seaspray gerold
- In opdrachten van alle 13 gemeenten in
Zeeland
(waarvan 8 langs Westerschelde liggen)
en waterschap Scheldestromen
- 2020 eerste BKK's PFAS en provinciale
achtergrondwaarden
- Dijkversterking Hansweert
- Raaien in strook van 500 meter langs
Westerschelde
- Raaien langs kust in gemeente Veere

Bodemkwaliteitskaarten PFAS in Zeeland (april 2026)

BKK 2020 nog niet geactualiseerd:

- Zeeuws-Vlaanderen
- Schouwen-Duiveland



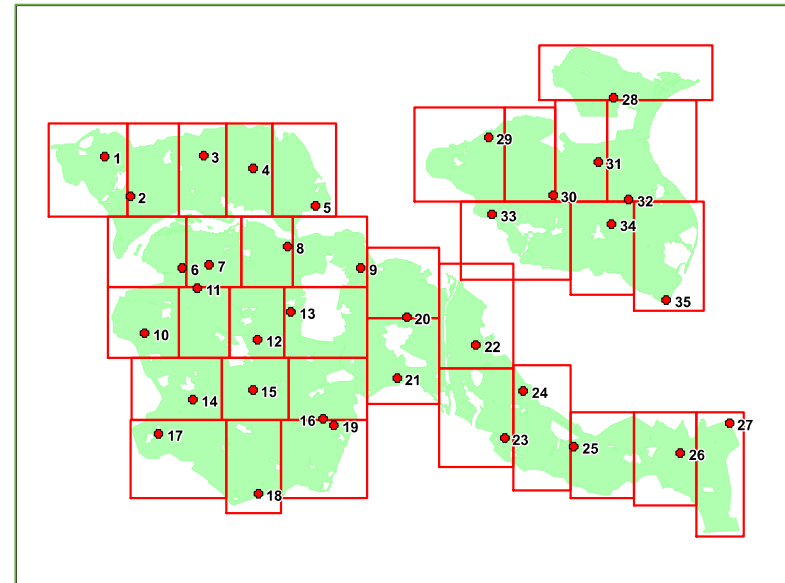
Begin 2020: gestratificeerd aselecte steekproeven buitengebied

100 meetpunten geormerkt voor bepalen provinciale achtergrondwaarden

Achtergrondwaarden

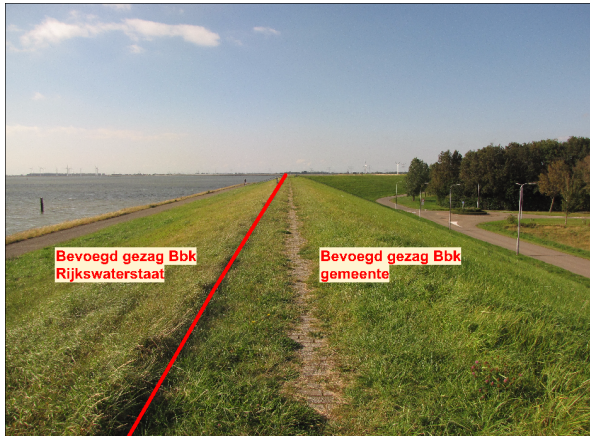
o.b.v. P95 bovengrond (0-0,5 m-mv):

- PFOS (som) 1,2 µg/kgds
- PFOA (som) 1,2 µg/kgds
- PFBA 0,3 µg/kgds
- PFPeA 0,1 µg/kgds
- PFHxA 0,1 µg/kgds
- PFHpA 0,1 µg/kgds



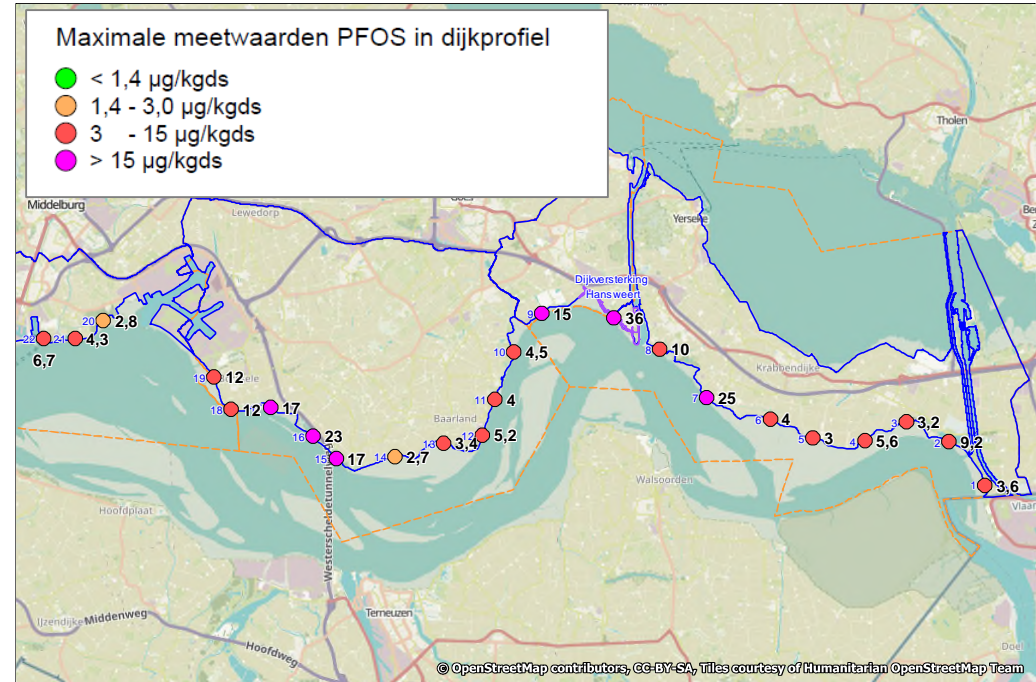
Voorjaar 2021: voorbereidende onderzoeken dijkversterking Hansweert: hogere PFAS-gehalten

- Aanleiding voor projectspecifieke BKK
- Twee zones
- LMW voor PFOS en PFOA binnen project
- Vaststelling door 3 bestuursorganen in 2022

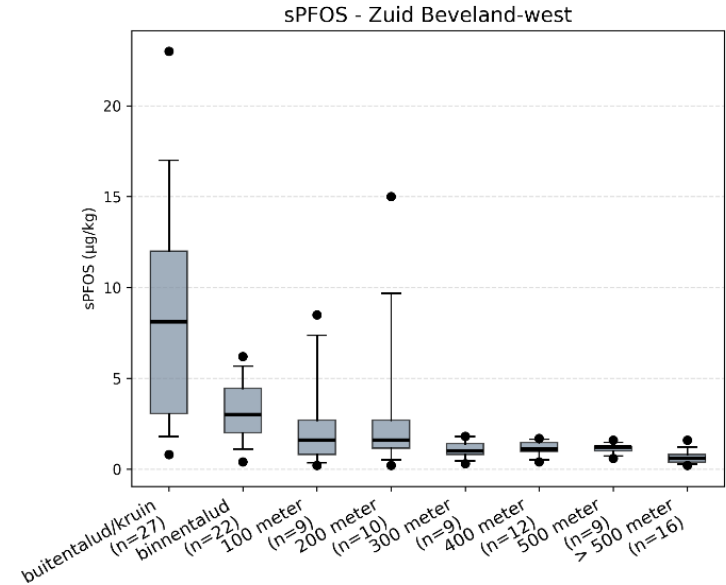
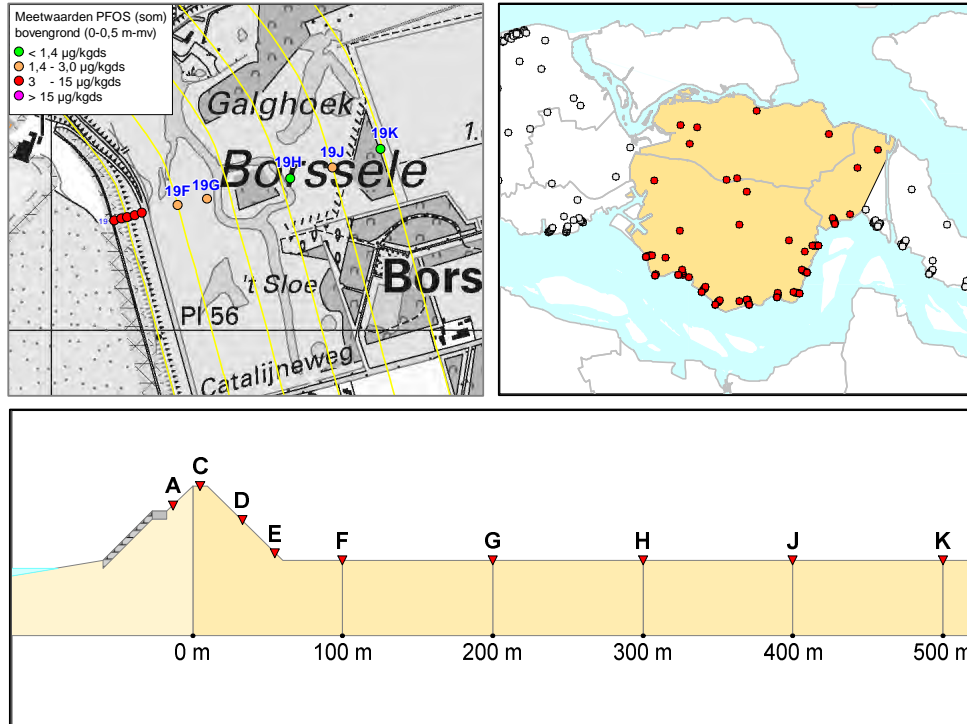


Zomer 2022: raaien dijkprofiel (waterschap)

- Vrijwel overall in (deel van) het dwarsprofiel PFOS > 3 µg/kgds en PFOA > 1,9 µg/kgds
- Hoogste gehalten bij expositie op zuidwesten
- Buitentalud en kruin beduidend hoger dan binnentalud
- Grote variatie binnen zelfde dwarsprofiel
- Ook aan- of afwezigheid schorren en slikken van invloed

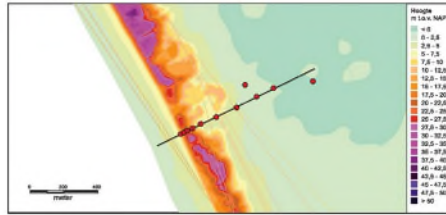


2023: 500 meter strook, zelfde 22 raaien (gemeenten)

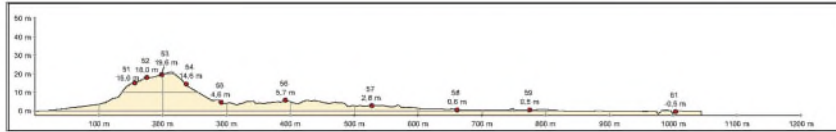


5 raaien langs de kust in de gemeente Veere

BILAGE 3-5: OVERZICHT PFOS RAAI 5 (DISHOEK)



Marnix
Bodemmanagement



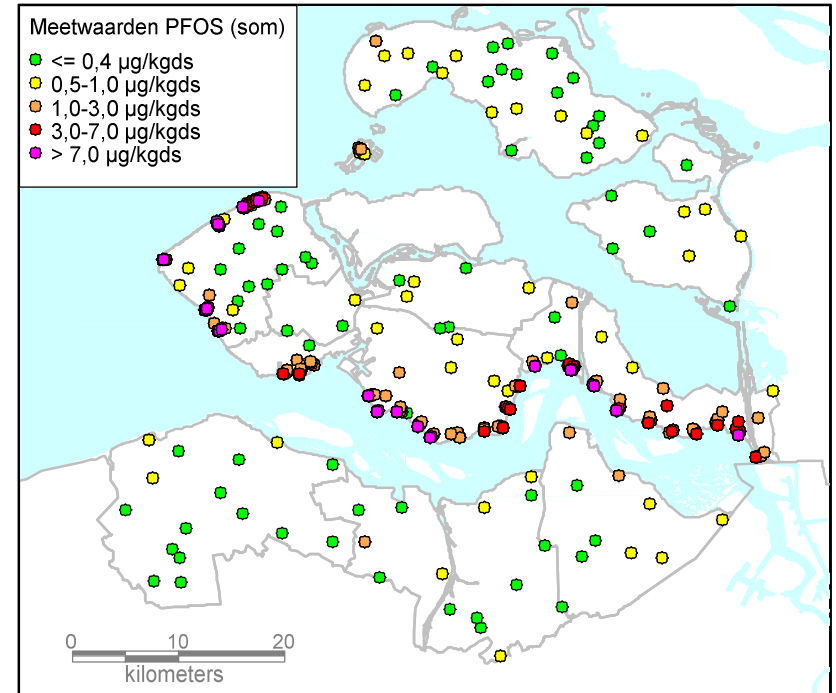
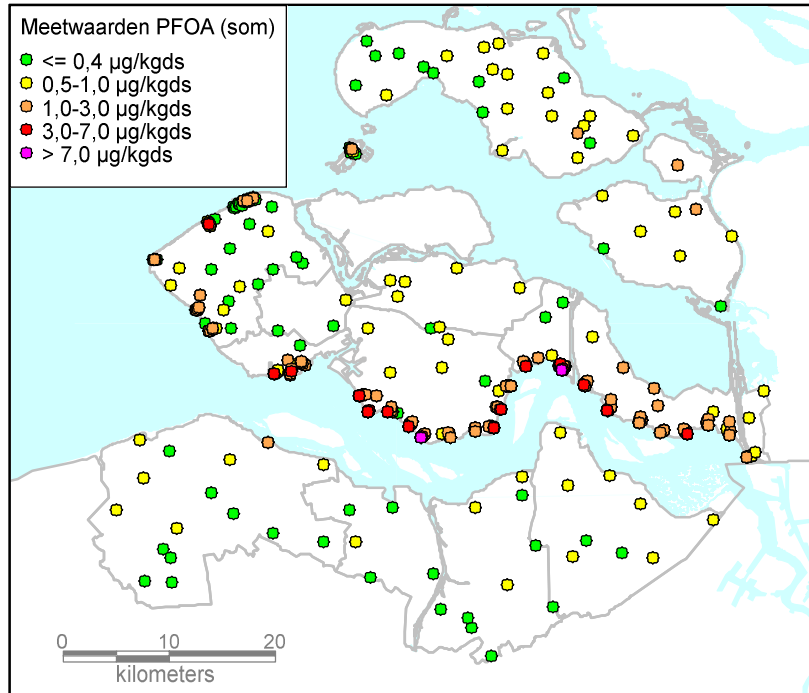
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S61
	PFOS	PFOS	PFOS	PFOS	PFOS	PFOS	PFOS	PFOS	PFOS	PFOS
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
0-10	2.5 0.2	0.6 0.7	0.8 0.2	4.1 6.7	2.4 5.2	15.9 48.6	21.6 117.2	1.6 3.3	0.8 3.7	0.8 6.9
10-30	2.2 0.2	1.5 0.4	1.5 0.8	2.5 2.5	1.2 1.2	3.2 4.3	7.6 1.2	0.9 1.9	0.8 3.6	0.9 6.4
30-50	1.5 0.2	4.0 0.5	3.8 0.6	2.2 0.7	2.1 0.5	1.3 1.2	5.5 1.0	0.5 1.1	0.1 2.4	0.5 5.3
50-100	1.6 0.2	13.1 0.2	5.8 0.2	3.0 0.2	1.5 0.2	1.2 0.3	1.4 0.2	0.1 1.1	0.2 2.1	0.2 2.7
100-150		8.0 0.4	9.3 0.3	1.3 0.4	1.1 0.2	0.3 0.8	0.9 0.4			
150-200		20.3 0.3	4.9 0.2	0.5 0.3	0.2 0.2					
cm-nv	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg

BK PFOS Waalvrom

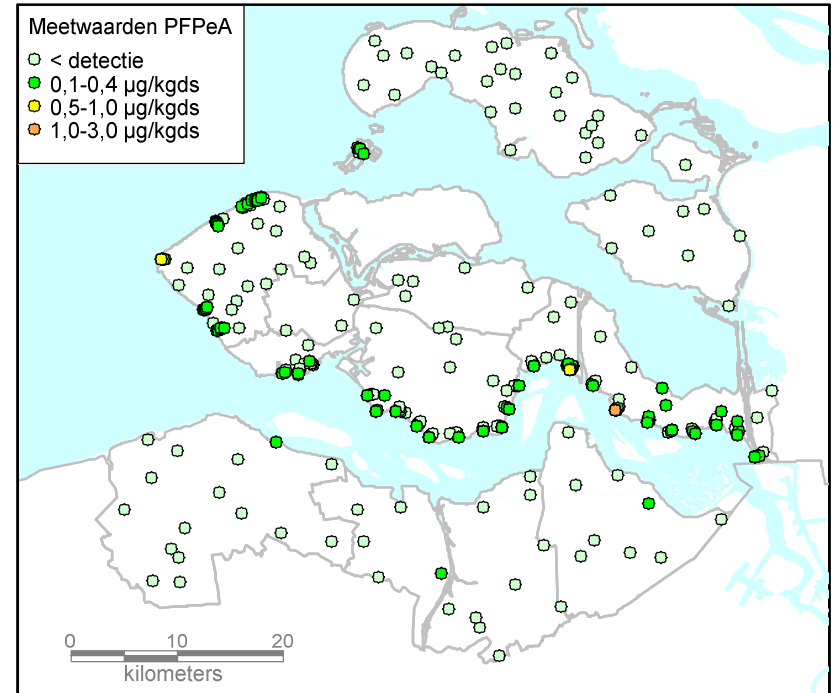
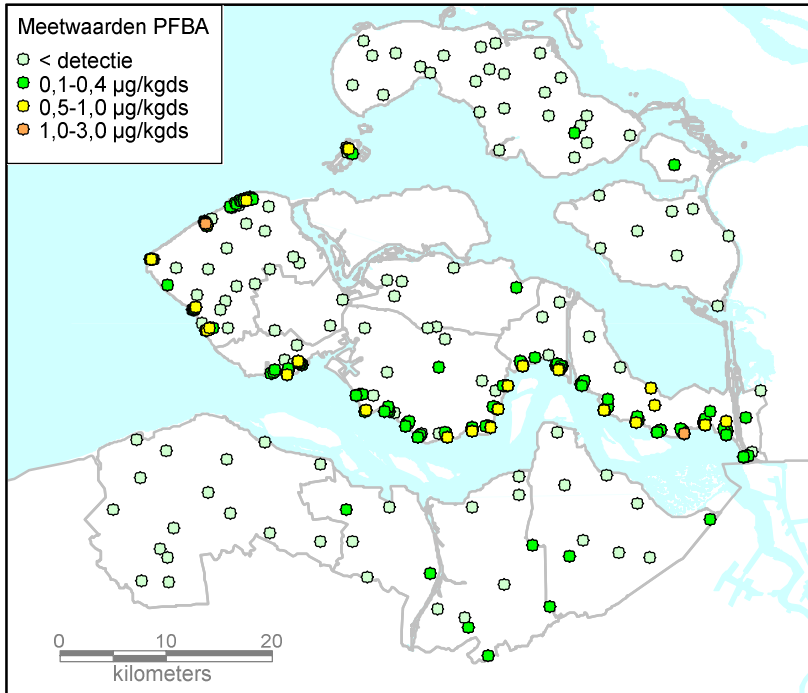
10 juni 2024



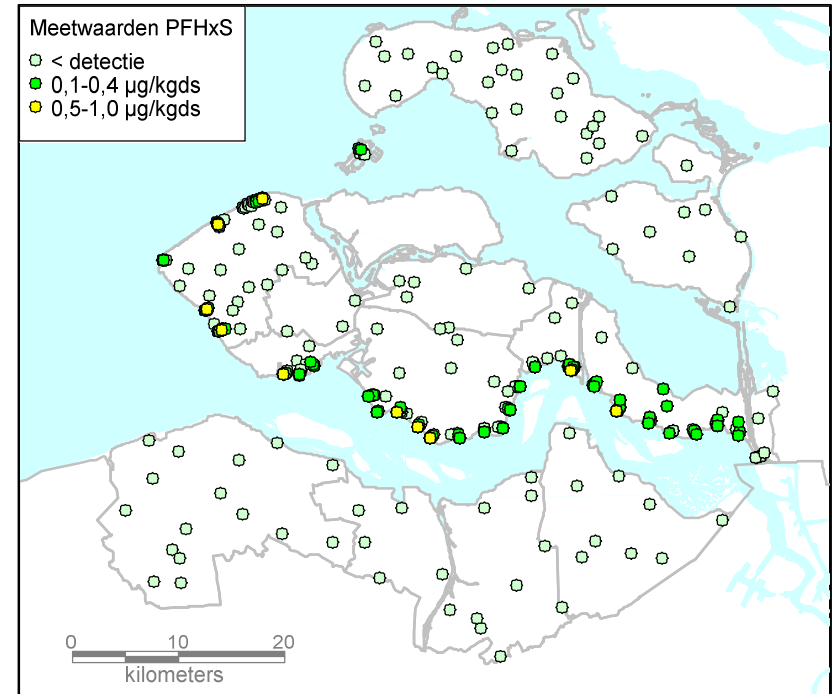
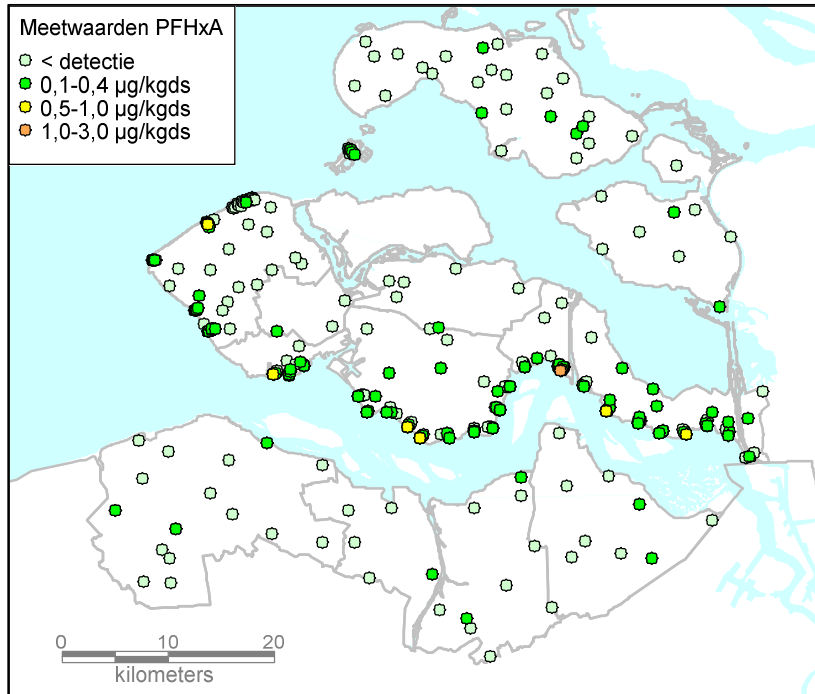
Overzichtskarten (raaien + steekproeven uit 2020)



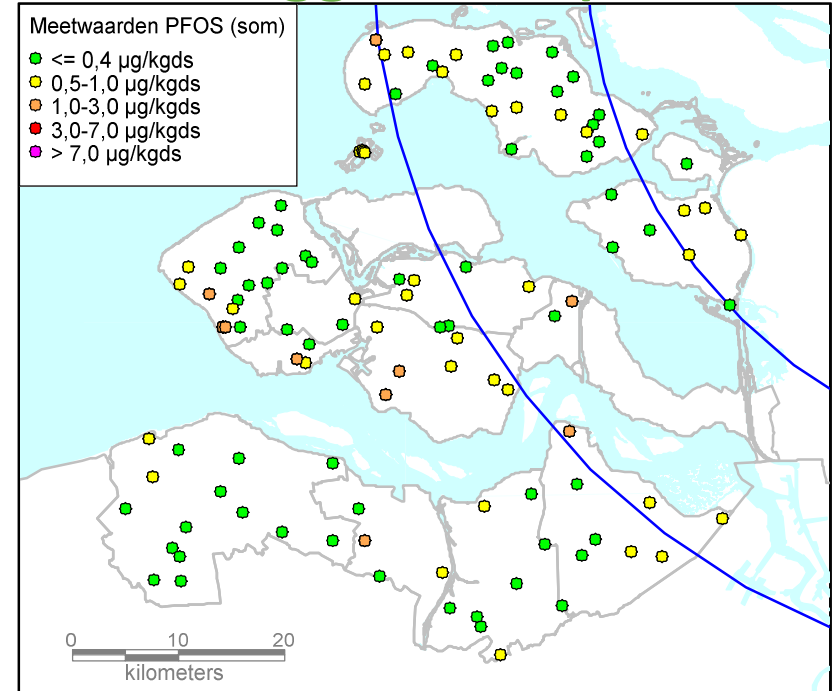
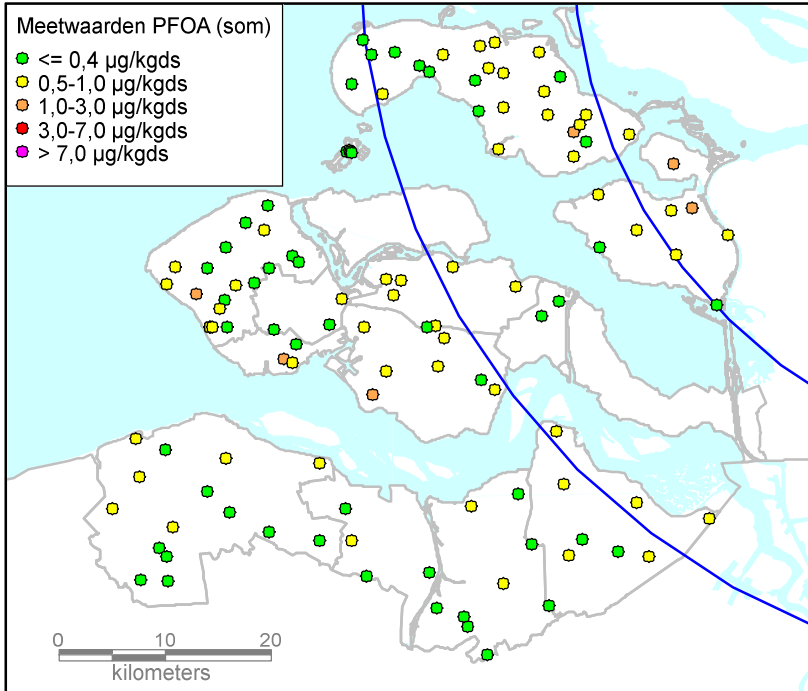
Overzichtskaarten (raaien + steekproeven uit 2020)



Overzichtskaarten (raaien + steekproeven uit 2020)



Is er nog een ander patroon? (≤ 500 meter van kust en Westerschelde + Reimerswaal weggefilterd)



symposium

bodem breed

Seaspray in Zeeland - Marmos

symposium

bodem breed

Onderzoek naar PFAS 'PFAS in vegetatie'

Voorstellen

Maaïke Goudriaan

- Adviseur Bodem en Water bij TAUW sinds 2024
- Betrokken bij verschillende PFAS projecten, waaronder PFAS in vegetatie
- Drie projectlocaties:
 - Doetinchem
 - Soesterberg
 - Leeuwarden

Project- of onderzoeksorganisatie

- Provincie Gelderland
 - Gemeente Doetinchem
- Vliegbasis Soesterberg
 - Provincie Utrecht opdrachtgever
 - Een initiatief van provincie Utrecht en de ministeries van Defensie en Infrastructuur & Waterstaat, ism Deltares
- Gemeente Leeuwarden

Introductie projecten

symposium  bodem breed



Soesterberg
 
 
Lopend

Leeuwarden
 

Jaarlijks terugkerend

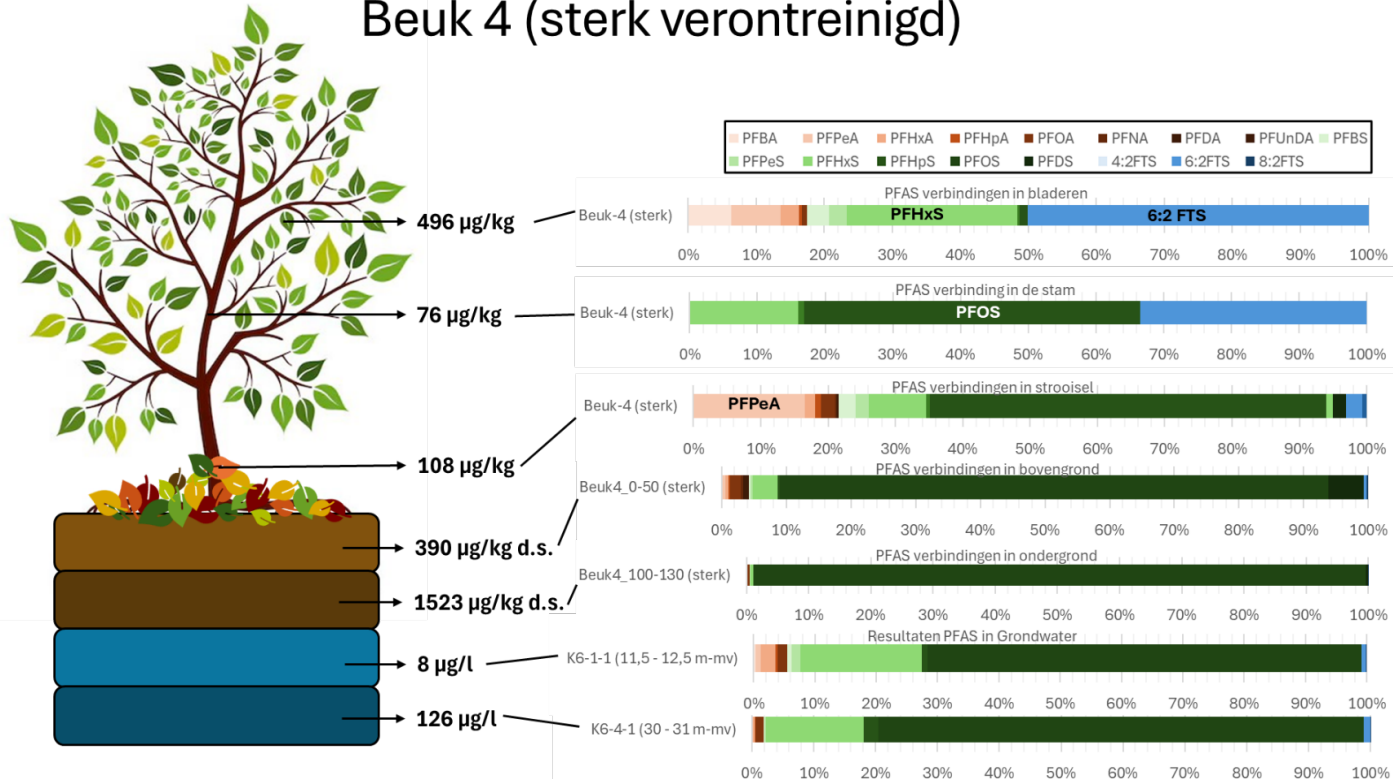
Doetinchem


Afgerond






Verspreiding van PFAS van Bodem naar Vegetatie

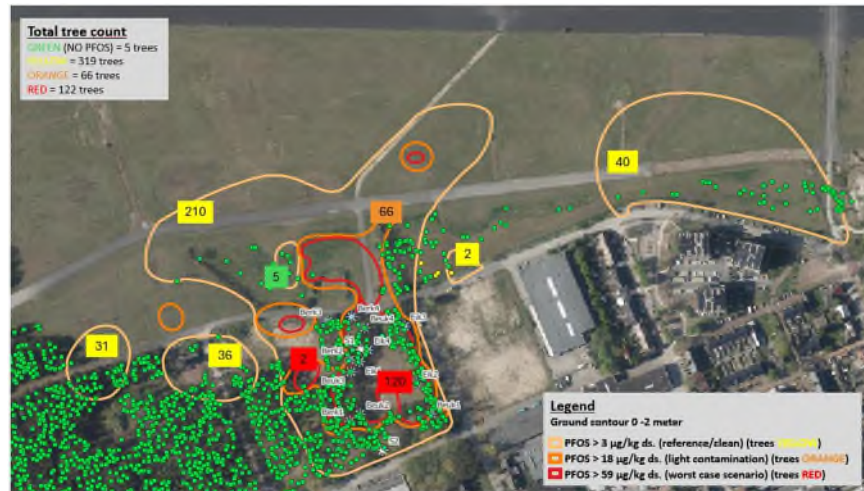
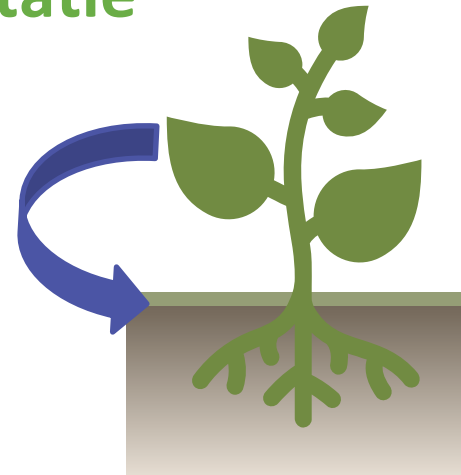
Beuk 4 (sterk verontreinigd)



Vrachtberekening PFAS in vegetatie

Stappen

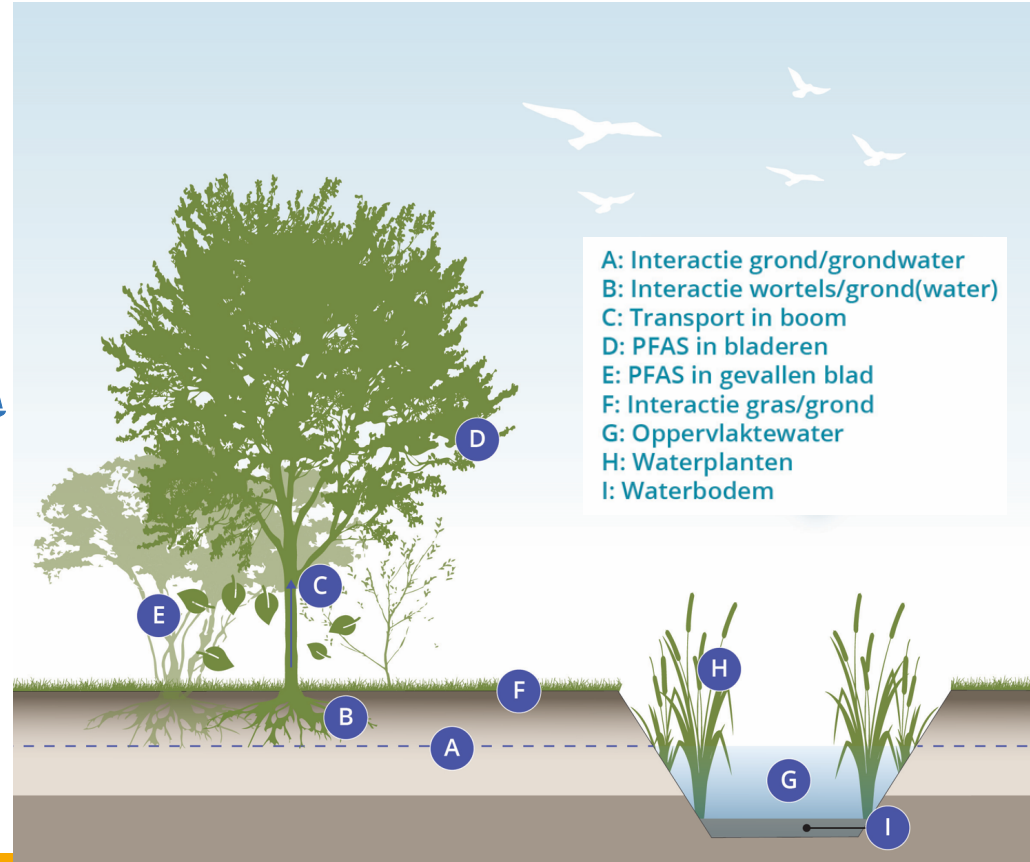
-  Aantal bomen binnen verontreinigingscontour
-  Uitgangspunten
-  Scenario's



Totaal PFAS	Bladeren (g)	Hout (g)	Totaal (g)
Maximaal	1.2	9.4	10.6
Gemiddeld	0.5	2.9	3.4







Kennisvragen

- PFAS transport en interactie
 - Opnameprocessen, stofgedrag
 - Relatie bodem - vegetatie
- Hoe gaan we om met vegetatie verontreinigd met PFAS?
 - Regelgeving en normen?
 - Beheerstrategieën?
 - Afvoermogelijkheden?
 - ...
 - ...



PFAS in vegetatie

Suggesties

-  Bij verontreinigde grond ook kans op de verontreinigde vegetatie. Dit kan de afvalketen verontreinigen
-  Beleid voor omgaan met vegetatie verontreinigd met PFAS
-  Denk na over nuttige toepassingen van verontreinigde vegetatie
-  Vervolgonderzoek
-  ...
-  ...

Contact

 maaike.goudriaan@tauw.com

 [TAUW PFAS in vegetatie](#)

symposium

bodem breed

'PFAS in vegetatie' - TAUW

symposium

bodem breed



Onderzoek naar PFAS ‘Wat kun je als gemeente doen?’

Voorstellen

- Harry Boerma
- Team Bodem en Ondergrond
- h.boerma@utrecht.nl

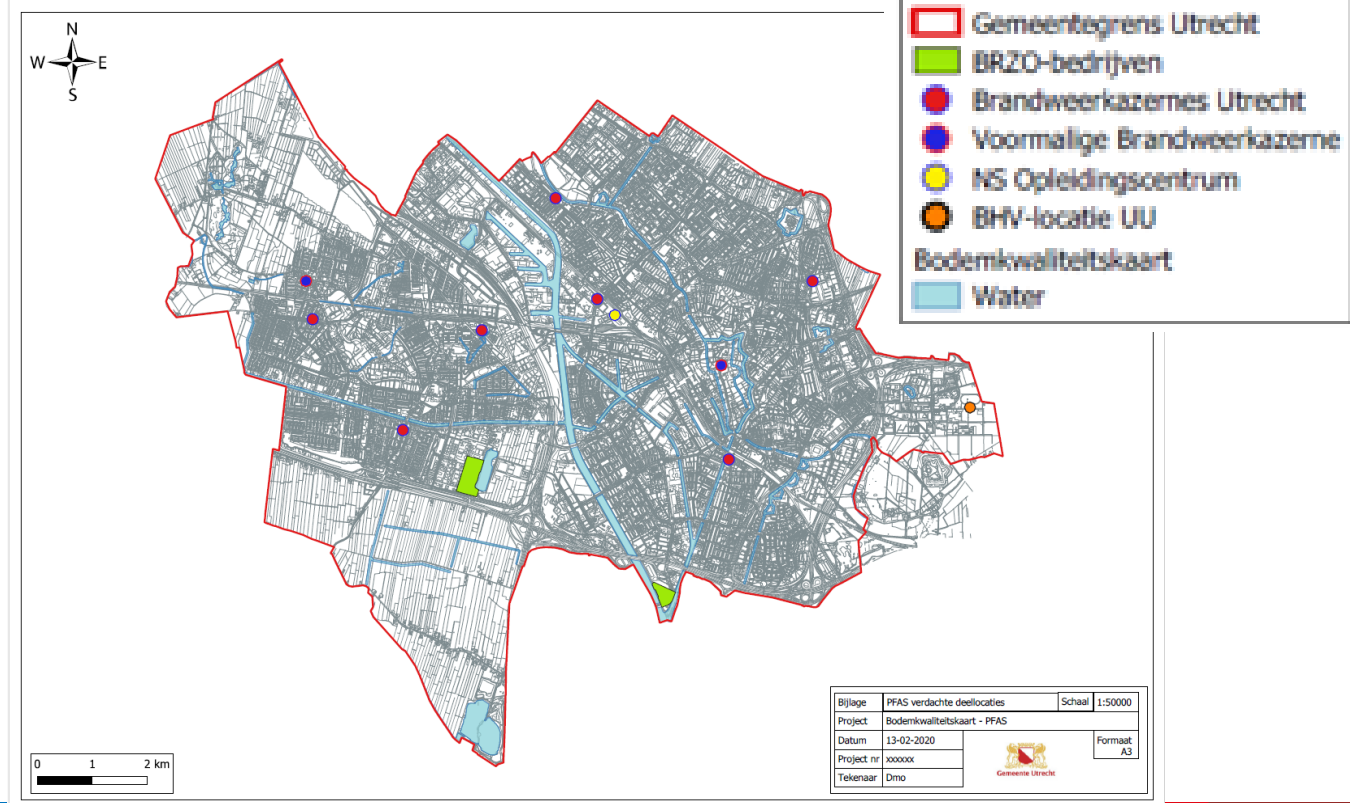


Hèt netwerk event van bodem en ondergrond

Wat hebben we al gedaan?

- Bodemkwaliteitskaart
- [Bodemonderzoek aandachtslocaties](#)
- Grondwateronderzoek 28 peilbuizen 10-14 m-mv
- [HO brandlocaties](#)
- Sanering brandweerkazerne Sartreweg
- Oprichting PFAS Living Lab met UU
- Onderzoek oppervlaktewater 23 locaties
- Regenwormenonderzoek
- Houtonderzoek
- [Bodemonderzoek brandlocaties](#)

Aandachtslocaties



Brandweerkazerne Sartreweg



1978



1982

HO Brandlocaties

- Elke brand komt in de krant
- 573 calamiteiten (en evenementen) sinds 1968
- Meeste branden met water geblust



Bodemonderzoek brandlocaties (ng/l)

Adres	Brandjaar	PFOS	PFOA	PEQ
Rietendakschool	1987/1996/2002/2004/2022	1,4	1,9	10
		<1	3,8	49
		3,5	200	804
		1,8	5,3	436
Cartesius	1986-1990	2,7	13	41
Winthontlaan	1979	3	14	23
	1979	18	40	125
Troosterhof 14	1981	29	7	73
	1981	13	4,1	33
Biltsestraatweg 76	2007	6,8	23	47
	2007	14	43	126
Castellumlaan 4-6	1997	12	33	111
Croeselaan	1980	<1	13	14
	1980	4,5	9	22
Groenewoudsedijk 5d	2004	21	22	97
Trafhuisje Weg naar Rhijnauwen	2017	6,7	70	4657

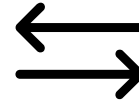
Rietendakschool



Vervolgonderzoek

- Grondwateronderzoek dieper grondwater
- Vergelijking resultaten met provincie (KRW)

- Aanvullend HO: wat hebben we nog gemist?
- Uitbreiding onderzoekspakket met TFA?



Lessons learned



- HO: luchtfoto interpretatie belangrijk
- HO: gebruik gezond verstand
- HO: voertuigbranden moeilijk te lokaliseren
- Onderzoek: let op detectiegrens!
- Onderzoek alle milieucompartimenten

Vragen?



symposium

bodem breed

‘Wat kun je als gemeente doen?’ – Gemeente Utrecht

symposium

bodem breed



PFAS destructie d.m.v. Elektronenbundel technologie



PFAS destructie - Elektronenbundelbestraling

Rob Walet

- Sinds 4 jaar werkzaam bij High Voltage Engineering
- Verantwoordelijk voor Technologie:
 - Fysica
 - Mechanica
 - Elektronica
 - Software
 - Test en Installatie
- Als ingenieur 10 jaar gewerkt voor het nationaal instituut voor subatomaire fysica (Nikhef);
- PhD in natuurkunde (zwaartekrachtgolven);
- Ervaring met grootschalige, internationale wetenschappelijke samenwerkingen zoals CERN en LIGO/Virgo.

High Voltage Engineering

- Ontwikkeling en realisatie van unieke elektrostatische deeltjesversnellers voor wetenschap en industrie.

Personeel

- 75 enthousiaste technici
- 9 PhD / masters & 30 bachelors

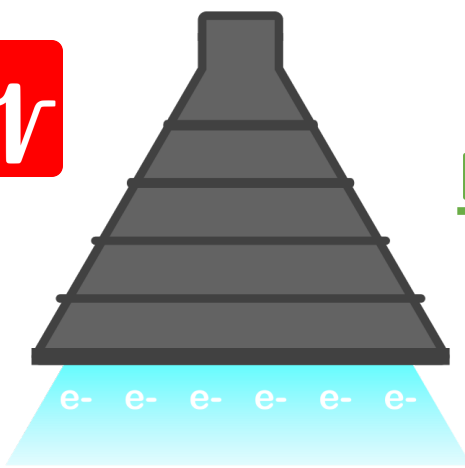
Complete oplossingen voor de onderzoekswereld

- Universiteiten en kennisinstellingen (materiaalkunde, biochemie, archeologie, aardwetenschappen, ruimtevaart)

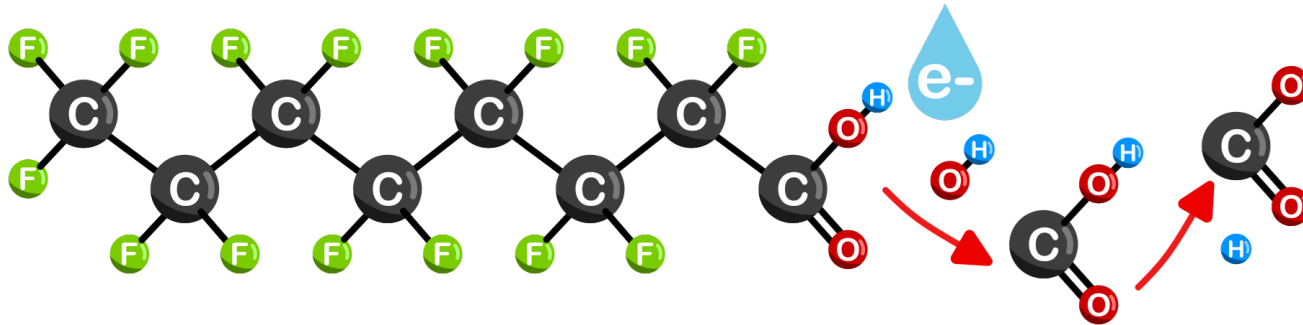
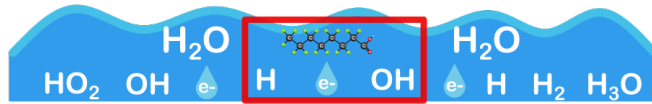
... En Medische en halfgeleider industrie



Elektronenbundelbestraling



- De Singletron levert homogene en continue elektronenbundel
- Hoog energetische elektronen creëren een complete mengelmoes voor REDOX reacties met radicalen en vrije elektronen in het water.
- De zeer sterkste oxidanten én reductanten breken de PFAS af



“Geen enkele andere methode zo destructief voor PFAS”



Elektronenbundelbestraling

Singletron Elektronenversneller

- Bewezen technologie
- Zeer Energiezuinig: boven 90% rendement
- Extreem laag in onderhoud, geen bewegende onderdelen

Elektronenbundelsturing

Waterbestraling

- Geen chemicaliën benodigd
- Aantoonbare afbraak van PFAS in Labwater, maar ook 'echt' water
- Toepasbaar op waterstromen, gas, en grond
- Integratie in bestaande procesketens mogelijk
- Geen kans op radioactief water ($E_{\text{beam}} \ll 10\text{MV}$)
- Zeer breed inzetbaar:
medicijnresten, antibiotica, pesticiden, oplosmiddelen, bacteriën, enzv.



Vervolgonderzoek of vervolgstappen

Elektronenbundel technologie:

- ***Hoe maken we de transitie van TRL 4 naar TRL 6/7?***
 1. *van petrischaal naar een continue stroom;*
 2. *van gecontroleerde laboratoria naar diverse complexe watermatrices;*
 3. *van zelfstandige technologie, naar integratie in de bestaande keten.*
- ***Welke afbraakproducten ontstaan er bij complexe watermatrices?***

Operational concepts (toepassingen) en technologie keuze

- ***Hoe brengen we verschillende partijen samen en hoe gaan we over tot actie?***
Actief Kool? Omgekeerde Osmose? Biofiltratie? Verbranding? Non-thermisch plasma? Geavanceerde oxidatie processen? Elektronenbundelbestraling?
- ***De vraag is dus niet: welke techniek wint? Maar: hoe combineren we ze slim?***
Integrale aanpak en regie overheid is noodzakelijk, zodat niet de grootste partijen maar de juiste combinatie van technologie per toepassing wint.
- ***Wat kunnen wij doen als regie van de overheid uitblijft?***

symposium

bodem breed

Elektronenbundel technologie - High Voltage Engineering

symposium

bodem breed

Onderzoek naar PFAS 'Eerste meetronde PFAS in regenwater'

Voorstellen

Wie ben jij?

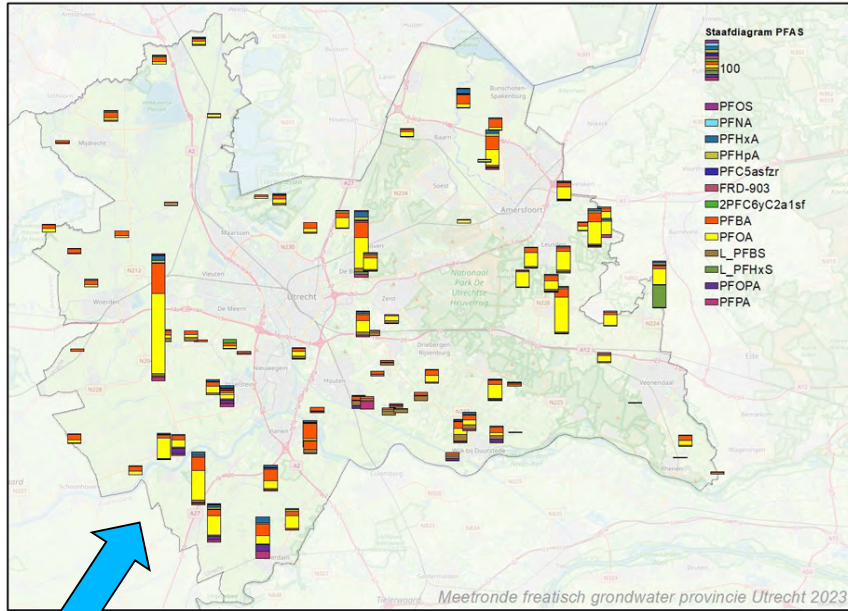
- Janco van Gelderen (provincie Utrecht)
- Projectleiding grondwateronderzoek
- Grondwaterbescherming
- Opkomende stoffen, GBM, PFAS

- Arnaut van Loon (KWR)
- Onderzoeker & projectmanager
- Grondwaterbescherming en –kwaliteit
- Drinkwatervoorziening, natuur en NBS

Project- of onderzoeksorganisatie

- Provincie Utrecht (opdrachtgever)
- KWR (onderzoek)
- Terreinbeheerders natuurgebieden (beschikbaar stellen meetlocaties)

Aanleiding: PFAS in grondwater provincie Utrecht symposium bodem breed



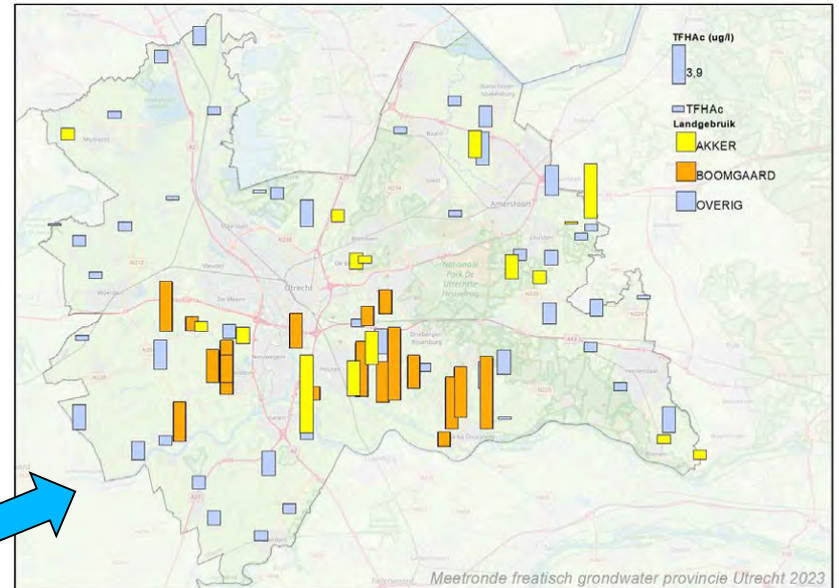
Kaart 3: Bestand van de somconcentratie van PFAS-stoffen in nanogram per liter in de onderhavige meetronde 2023.

Diffuus beeld som PFAS

TFA verhoogd in akker/boomgaard

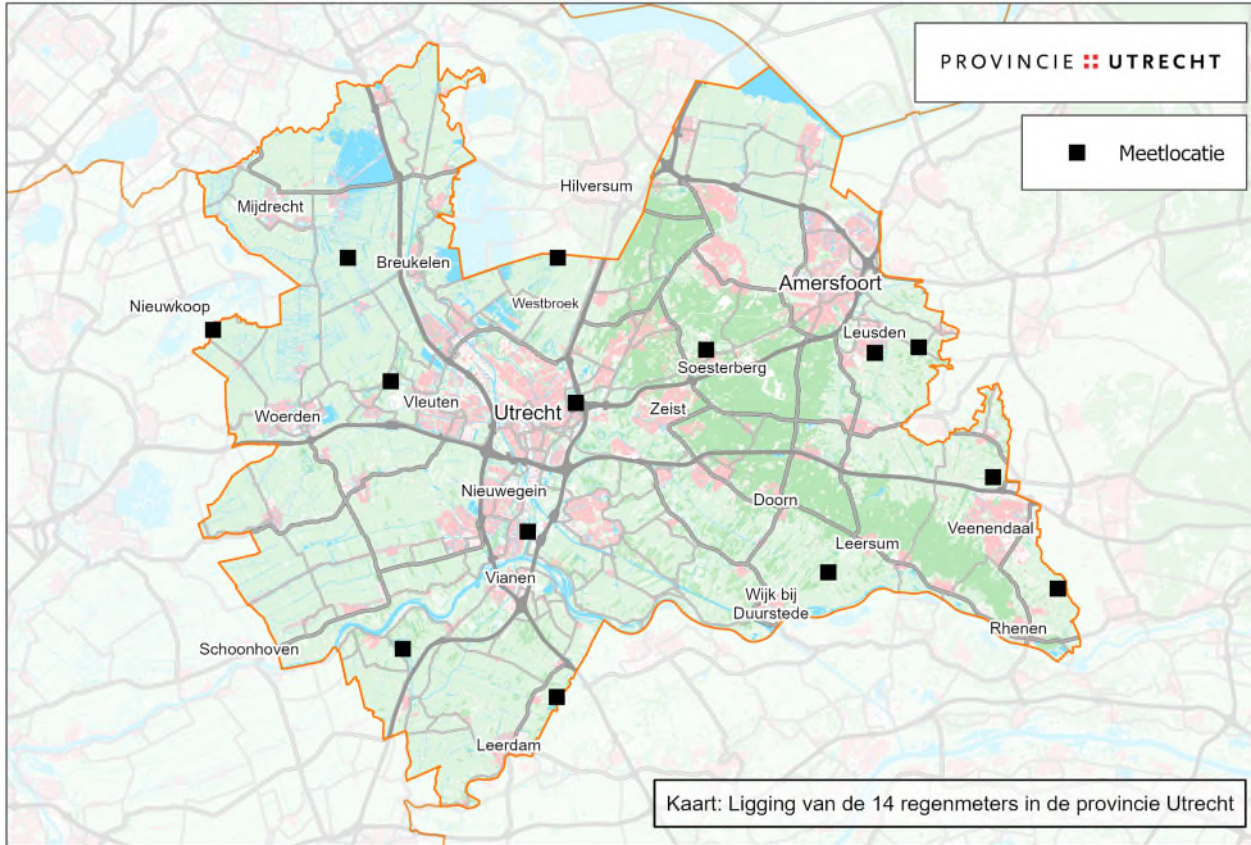
Meetronde freatische grondwaterkwaliteit Provincie Utrecht 2023

Kwaliteitscontrole en gegevensanalyse



Kaartbeeld TFA, waarin de lengte van de balkjes een maat is voor de concentratie. Met kleur zijn de landgebruikstypen Akker en Boomgaard aangeduid (norm 2,2 µg/l).

Regenwater & PFAS provincie Utrecht

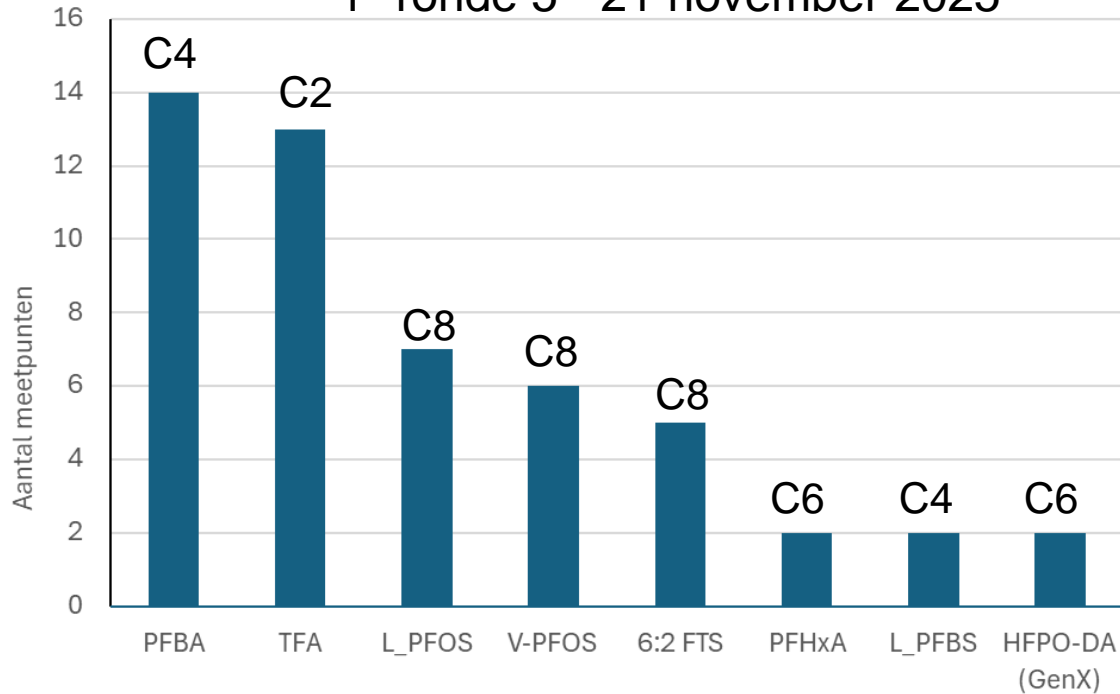


Regenwater op 14 locaties
in natuurgebieden
Bemonsterd in najaar 2025



Acht PFAS-componenten in regenwater

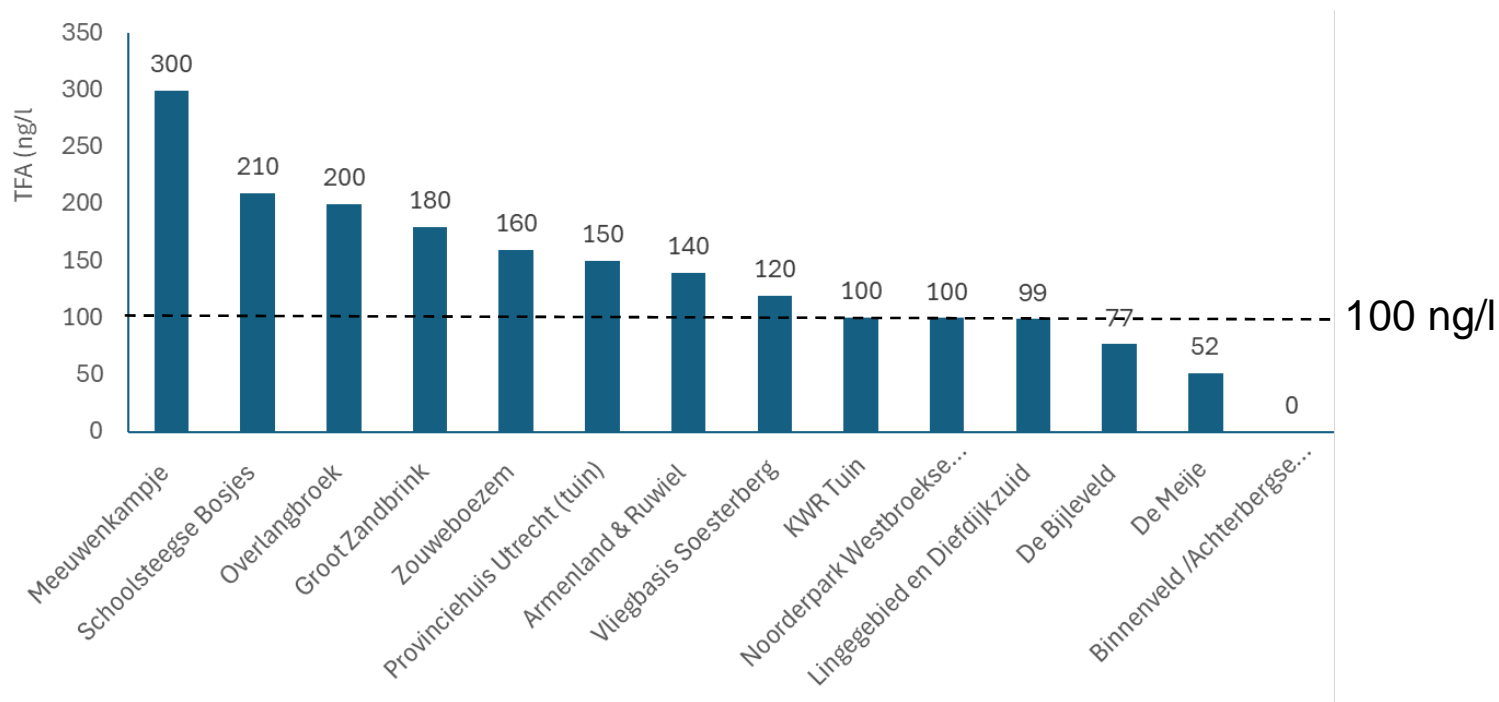
1^e ronde 5 - 21 november 2025



- 45 PFAS componenten gemeten
- Rapportagegrens meestal 1 ng/l

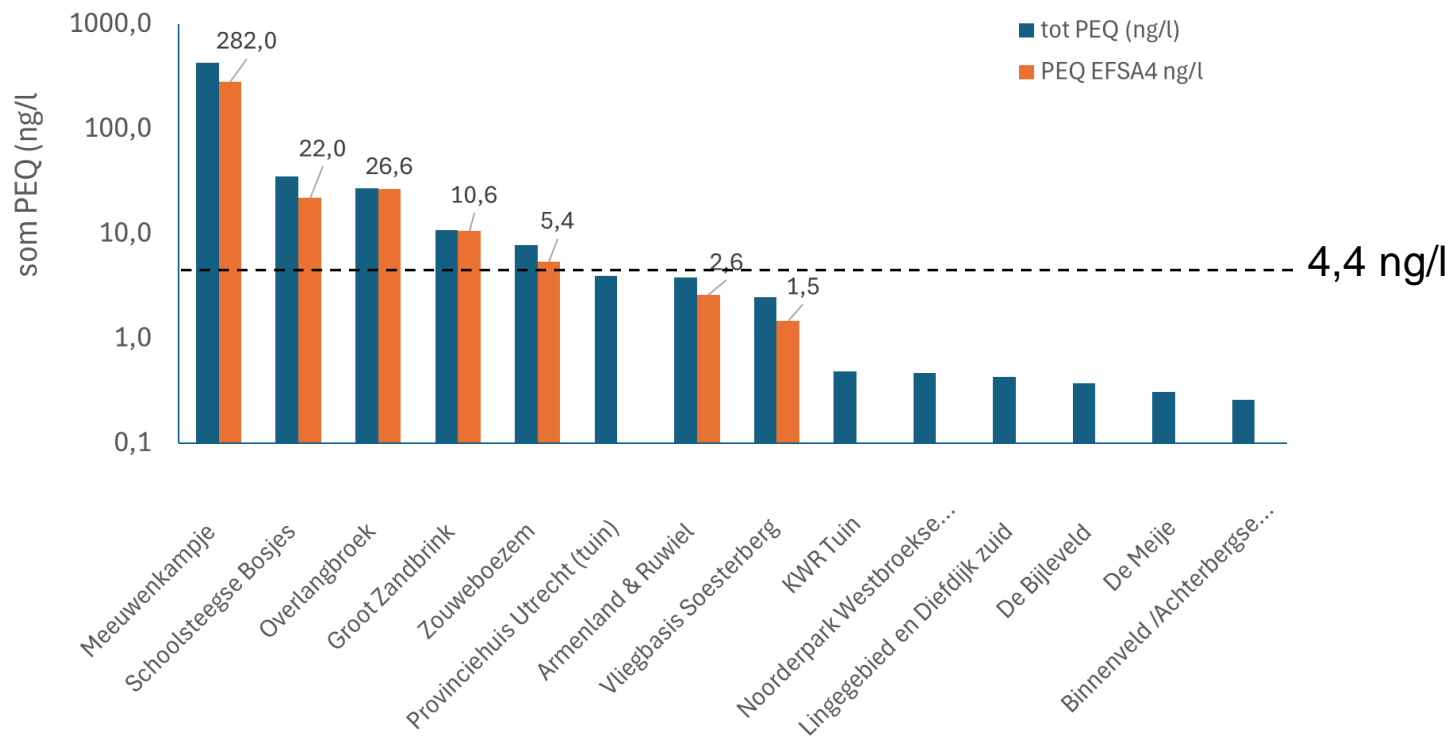
Aantal meetpunten waar PFAS-componenten zijn aangetroffen in regenwater.

Resultaten: Trifluorazijnzuur (TFA)



Op 8/13 locaties overschreed TFA de signaleringswaarde in regenwater (5-21 nov 2025).

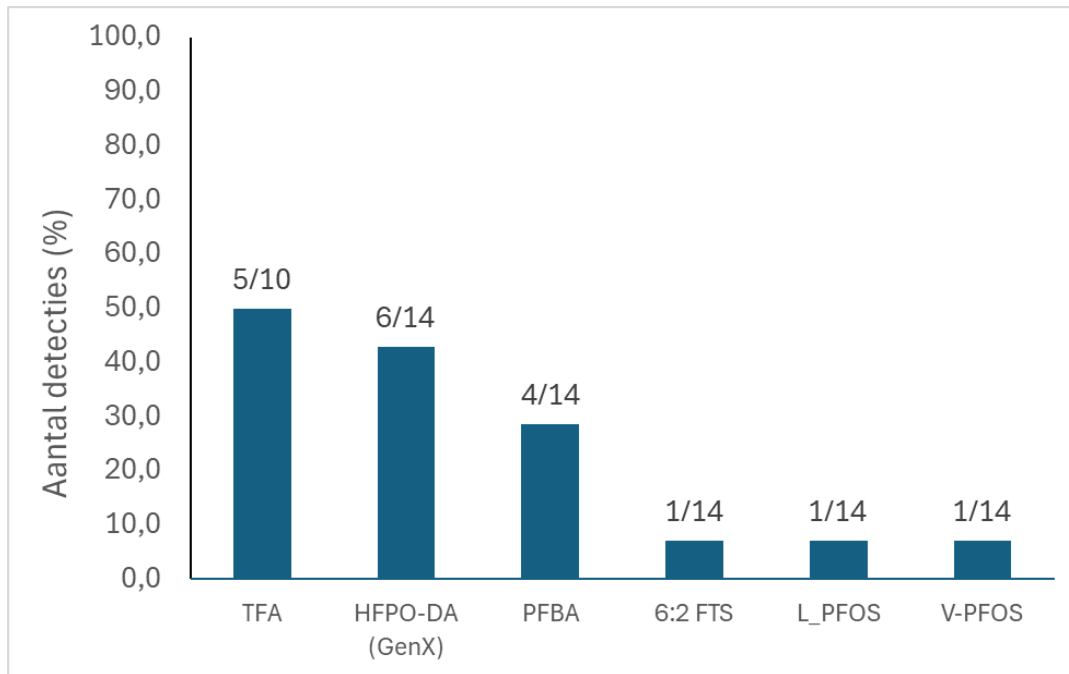
Resultaten: Som PFAS (ng PEQ/l)



5/14 locaties overschrijding van de PFAS-norm (4.4 ng PEQ/l) in regenwater

Resultaten: aantal detecties 1/11 – 12/3 2025

Locatie KWR-tuin: 10 rondes TFA, 14 rondes voor overige PFAS



Geen van de componenten is permanent aanwezig in regenwater

Vragen en suggesties

Kennisvragen

- Zijn er verschillen over seizoenen, windrichtingen?
- Waarom zwerven uitgefaseerde PFAS-componenten nog rond?
- Hoe verhouden diffuse bronnen zich ten opzichte van punt- & lijnbronnen?

Suggesties

- Metingen PFAS-depositie landelijk uitvoeren, permanent meetnet?
- Bronidentificatie door environmental forensics

symposium

bodem breed

‘Eerste meetronde PFAS in regenwater’ – Provincie Utrecht en KWR

symposium

bodem breed

Sessie 9.2 - Onderzoek naar PFAS

Eind Sessie