

PFAS in de praktijk

Onderzoek, analyses en sanering

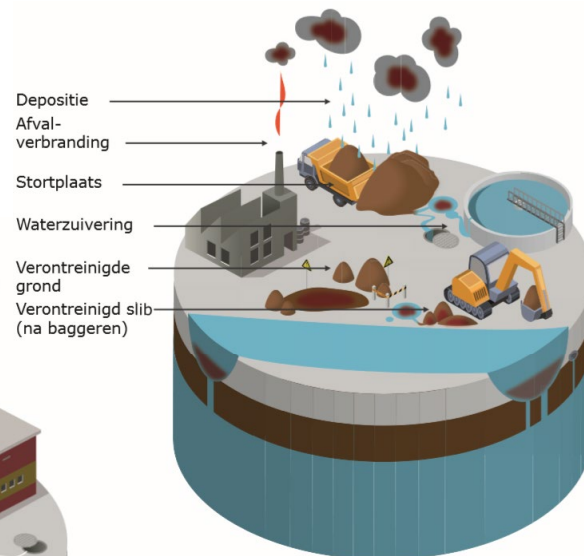
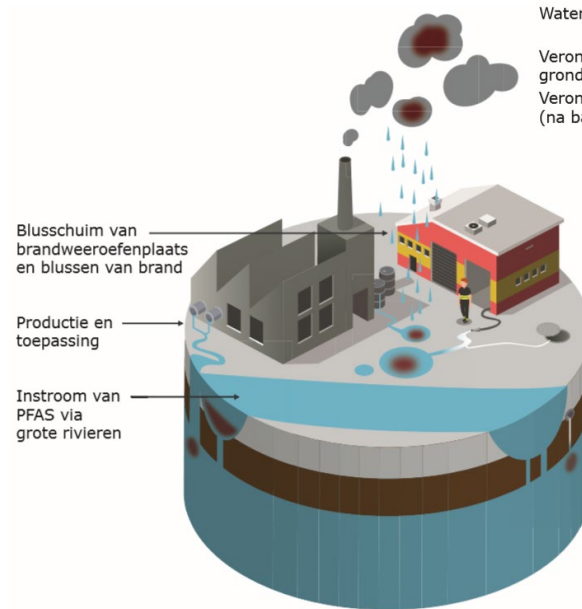
6 juni 2019

Elisabeth van Bentum



PFAS in de praktijk

- Hoe bemonsteren?
- Waarop analyseren?
- Hoe saneren?

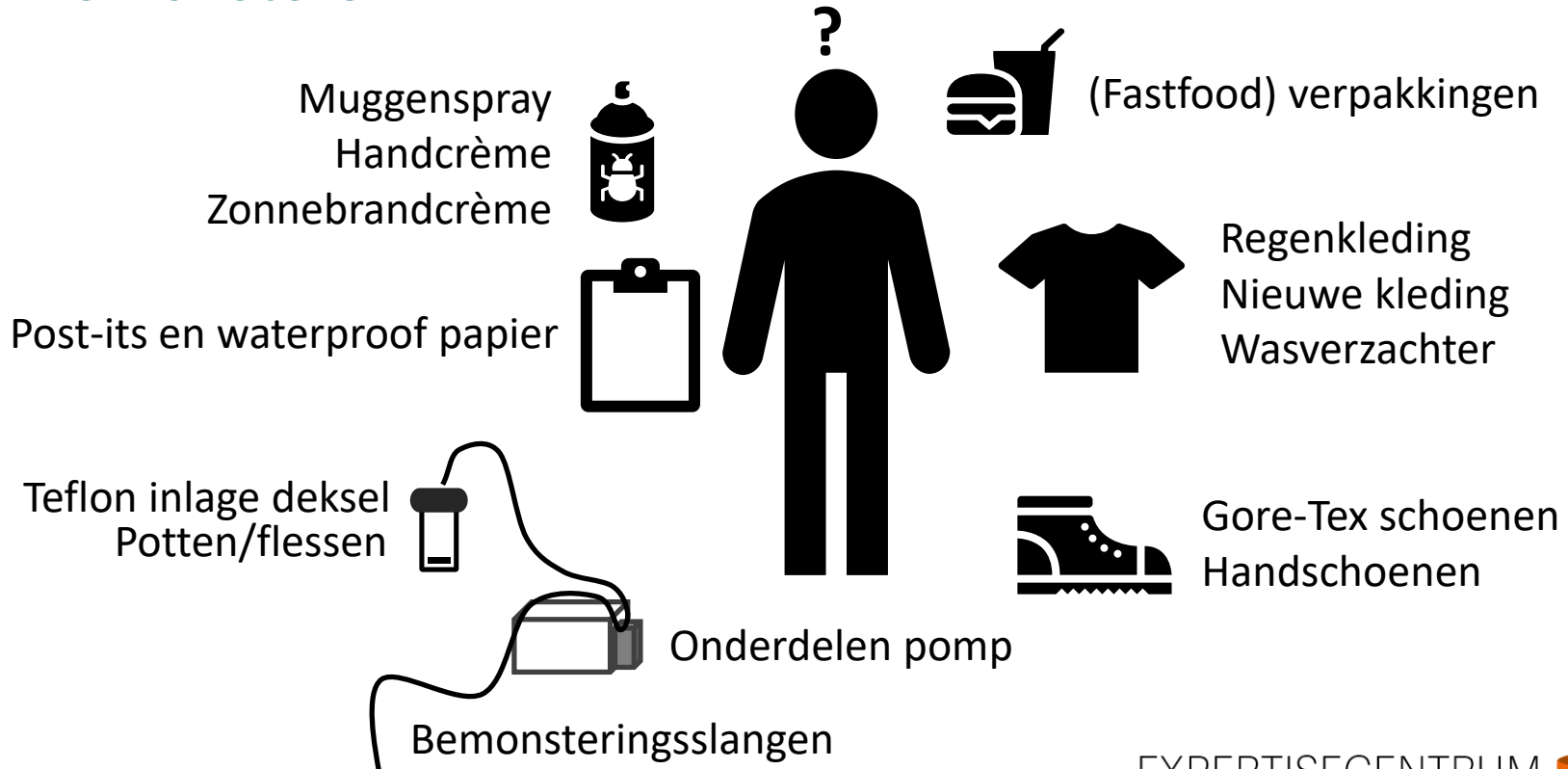


Waar op letten?

- PFAS gedragen zich anders dan “reguliere” verontreinigingen
- Oppervlakteactief (zepen)
- Grensvlak water/lucht/olie/grond
- Binding met eiwitten, niet zozeer opname in vetten
- Aanwezig in zeer veel toepassingen



Bemonsteren



Bemonsteren



Bemonsteringsprotocol PFAS (versie 1.2 02-10-2017)			
Bemonsteringsmateriaal			
Niet gebruiken:	Waarom:	Wel gebruiken:	Bron:
Teflon, Viton (bemonsteringsmateriaal, inlages in doppen, tape, spray etc.)	PFAS gebruikt bij productie	HDPE, PP (polypropyleen) voor bemonsteringspotten / flessen. Geen teflon inlage in dop!	1, 3
Teflon, Viton (bijvoorbeeld bailers) LDPE/Siliconen bij langdurig contact (bijvoorbeeld opslag)	PFAS gebruikt bij productie PFAS dringen door in LDPE en siliconen	Siliconenslang of LDPE slang voor bemonstering	2, 3
Glas	PFAS hecht zich aan glas	HDPE, PP voor bemonsteringspotten / flessen	2, 3
Doorzichtige potten / flessen	Enkele PFAS kunnen omgezet worden onder invloed van licht	Donkere bemonsteringspotten / flessen van HDPE of PP	3
Reinigingsvloeistoffen gebaseerd op PFAS (bijvoorbeeld Decon 90)	Kan PFAS bevatten	Reinigen met water	1, 2
Verboden/voorzichtig zijn met:	Waarom:	Alternatief:	Bron:
Vervluchting tijdens bemonstering	Enkele PFAS zijn vluchtig	Vervluchting voorkomen (geen steekbus nodig)	3
Nieuwe kleding	Kleding is veelal waterafsto-	Kleding minimaal 6 x was-	1, 2

Hoe zit het met veiligheid?

- PFAS zijn niet zozeer acuut toxisch, vooral chronisch
- Geen klasse zwart
- Werken conform normale veiligheidsvoorschriften (CROW)
- PFAS zijn niet vluchtig (behalve fluortelomeeralcoholen)

Tabel 6 Overzicht toetsingswaarden humane risico's grond en grondwater voor werken met verontreinigde grond en grondwater

Compartiment	PFOS	PFOA ¹⁵
Grond / sediment	6600 µg/kg SRC _{carbo} /MTR _{human} , bodem	900 µg/kg Interventiewaardeniveau/MTR _{humaan} , bodem
Grondwater	310 µg/l humane risico's, wonen met tuin	130 µg/l ¹⁶ humane risico's, wonen met tuin

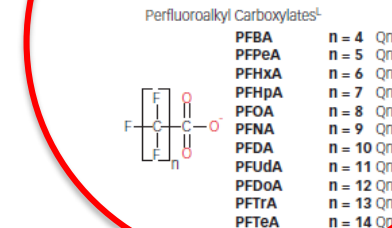
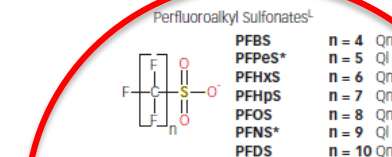
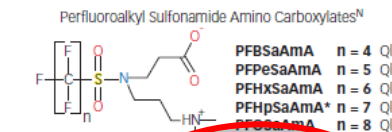
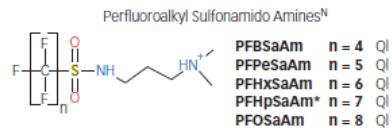
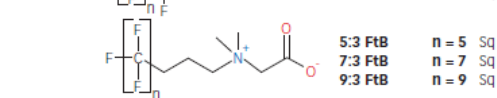
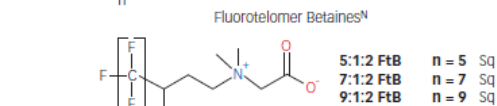
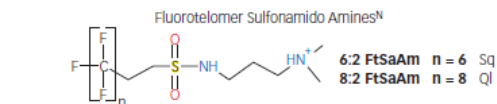
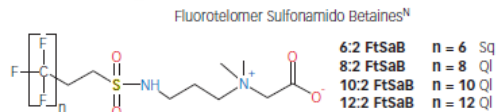
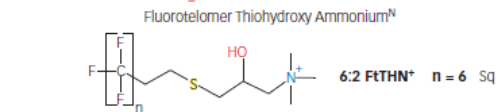
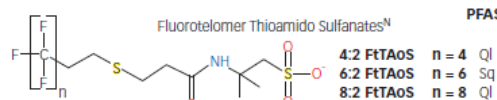
Analyseren

- Niet alleen PFOS en PFOA
- Samenstelling analysepakketten verschilt
- Ervaring van het lab is belangrijk!
- Haalbare detectiegrenzen
 - Water; 1 ng/l
 - Grond; 0,1 µg/kg d.s.

Stofnaam	Afkorting	Ketenlengte
Perfluorcarbonzuren		
Perfluorbutaanzuur	PFBA	4
Perfluorpentaanzuur	PFPeA	5
Perfluorhexaanzuur	PFHxA	6
Perfluorheptaanzuur	PFHpA	7
Perfluoroctaanzuur	PFOA	8
Perfluornonaanzuur	PFNA	9
Perfluordecaanzuur	PFDA	10
Perfluorundecaanzuur	PFUnA	11
Perfluordodecaanzuur	PFDoA	12
Perfluortridecaanzuur	PFTDA	13
Perfluortetradecaanzuur	PFTeDA	14
Perfluorsulfonzuren		
Perfluorbutaansulfonzuur	PFBS	4
Perfluorpentaansulfonzuur	PFPeS	5
Perfluorhexaansulfonzuur	PFHxS	6
Perfluorheptaansulfonzuur	PFHpS	7
Perfluoroctaansulfonzuur	PFOS	8
Perfluordecaansulfonzuur	PFDS	10
Precursors		
7H-Dodecaanfluorheptaanzuur	HPFHpA	7
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctaansulfonzuur	6:2 FTS/H4PFOS	8
1H,1H,2H,2H-Perfluordecaansulfonzuur	8:2 FTS	10
1H,1H,2H,2H-Perfluordodecaansulfonzuur	10:2 FTS	12
Perfluoroctaansulfonamide	PFOSA	8
3,7-Dimethylperfluoroctaanzuur	3,7-DMPFOA	8 (10)
2H,2H-Perfluordecaanzuur	H2PFDA	10
2H,2H,3H,3H-Perfluorundecaanzuur	H4PFUnA	11
Overige		
GenX (FRD 902 + FRD 903)	GenX / HFPO-DA	



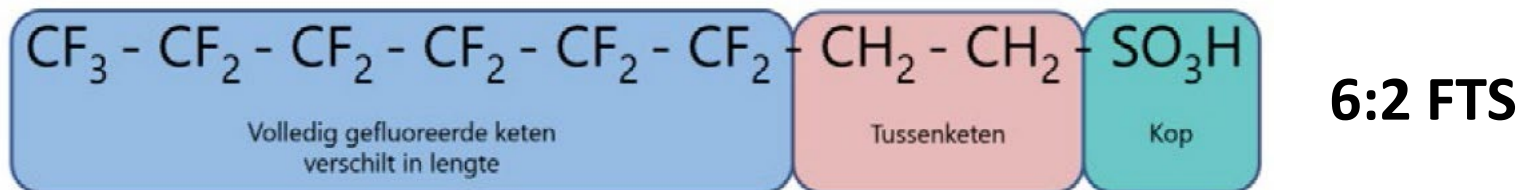
Duizenden verbindingen



From Backhaus et al. 2013 and others



Verborgen PFAS meten: TOP Assay

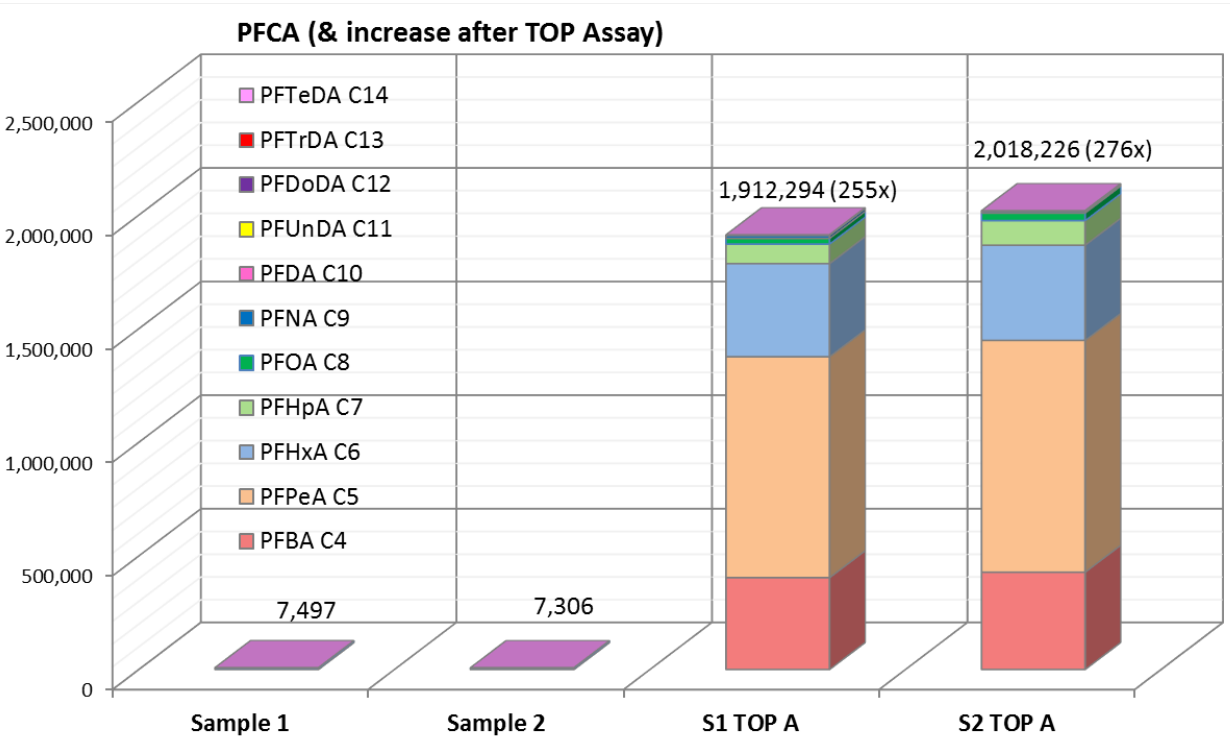


Oxidatie



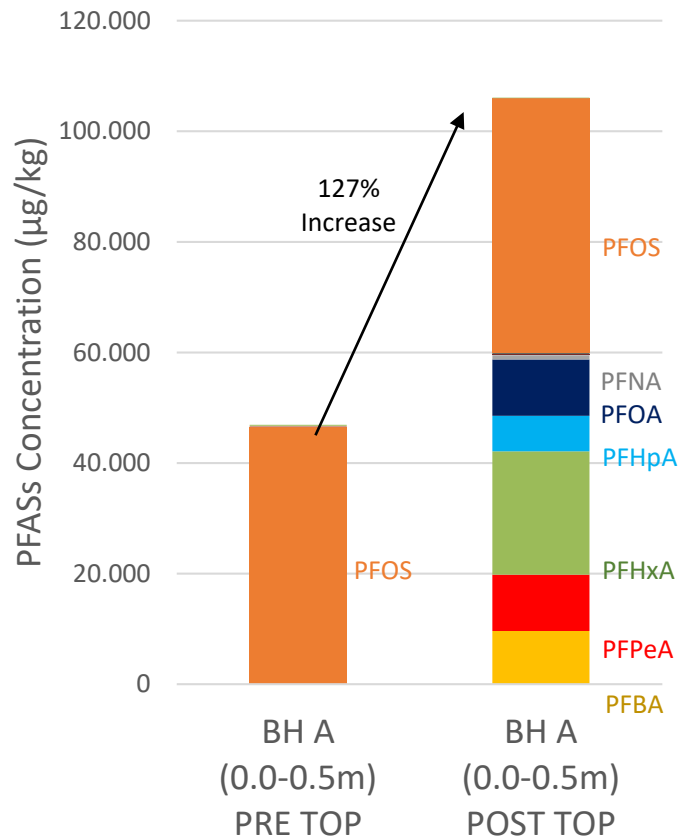
PFHxA

TOP analyse na blusschuimincident (oppervlaktewater)



Data Courtesy of Nigel Holmes Queensland DEHP

Grond analyse met TOP



Saneren

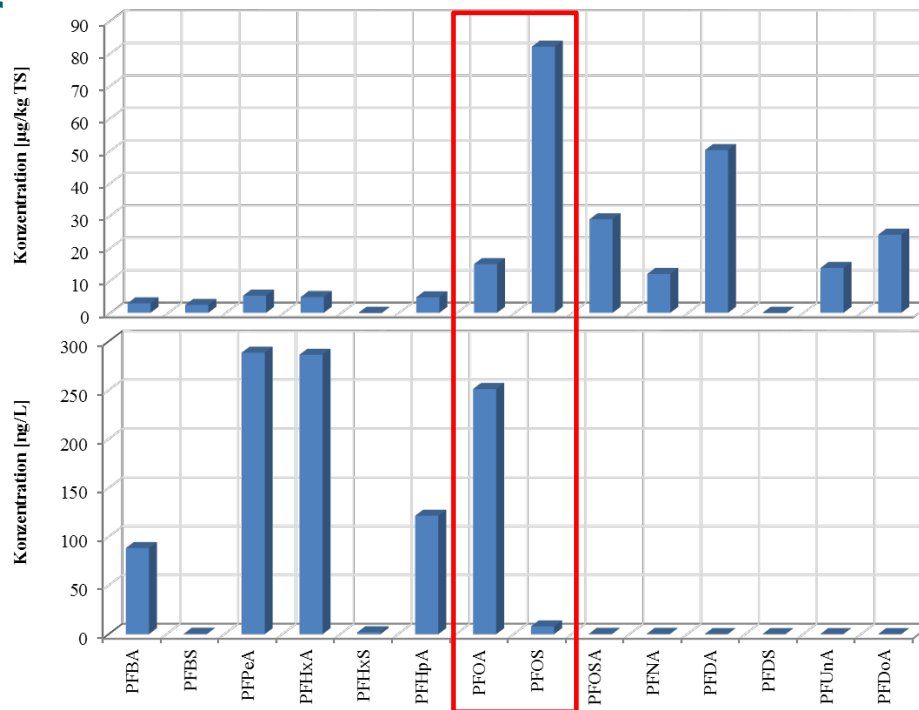
- Gangbare in-situ technieken – geen effect
 - Niet vluchtig
 - PFOS en PFOA (en analoge verbindingen) zijn niet biologisch afbreekbaar
 - Geen afbraak door reguliere chemische oxidatie / reductie
 - Wel onttrekken – actief kool (langdurig proces)
- Precursors kunnen afbreken tot PFOS, PFOA en analoge verbindingen
- Lage toetsingswaarden

Saneren

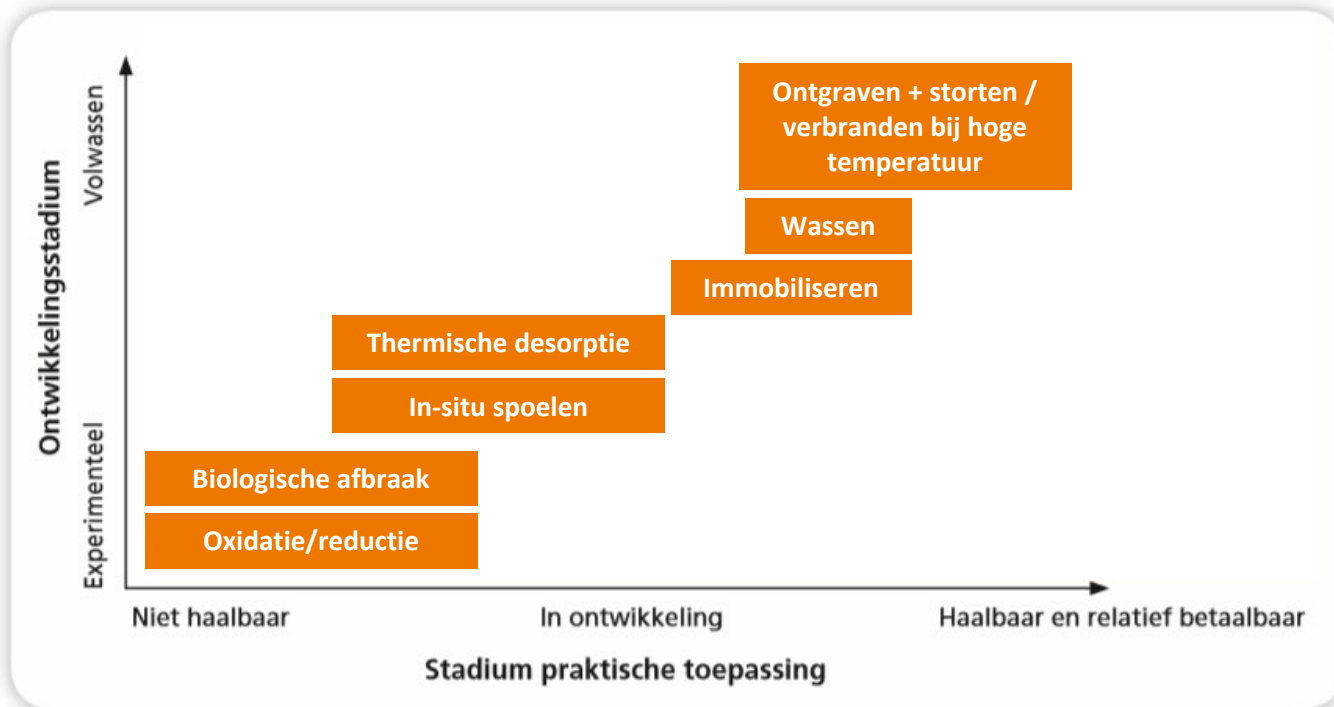
- Meest toegepast
 - Ontgraving
 - Grondwateronttrekking / actief kool – lage adsorptie
- Definitieve oplossing
 - Verbranding 1000-1200 °C
- Let er op dat PFAS overal aan vast plakken en niet vanzelf verdwijnen!

PFAS grond - grondwater

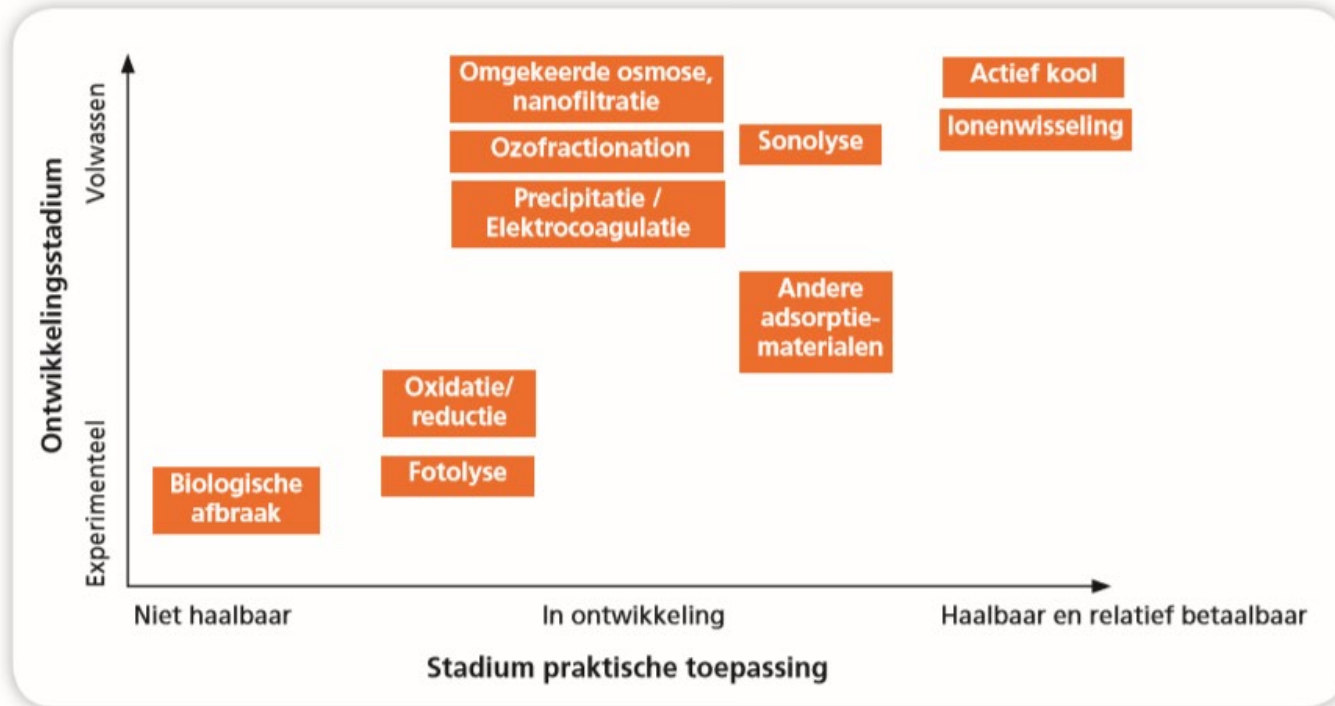
- Grond – lange ketens
- Grondwater – kortere ketens
- Sulfonzuren adsorberen sterker dan carbonzuren



Saneren - grond

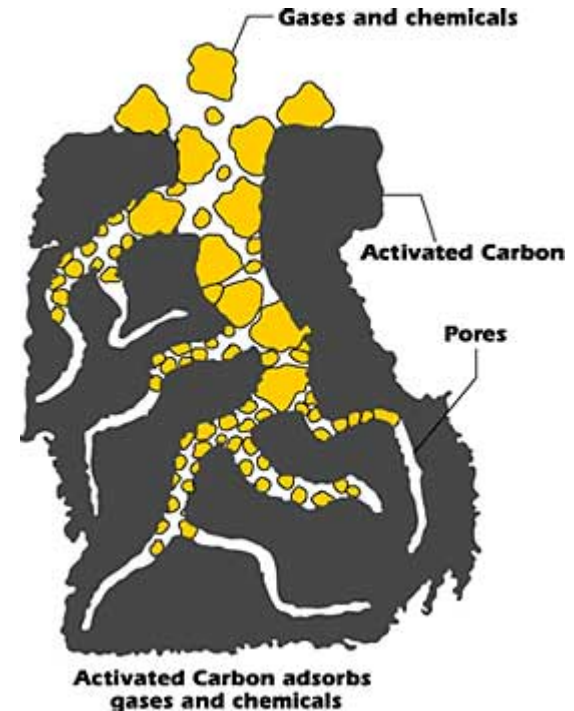


Saneren - water



Adsorptie

- AC meest gebruikt
 - Lage adsorptiegraad
 - Hydrofobe interactie én ionenwisseling
 - Langere ketens adsorberen goed, korte ketens slecht(er)
 - Verstoring door organische moleculen
- Ionenwisseling (IEX) als alternatief
 - Vergelijkbaar met AC
 - Mogelijk op lange termijn rendabel
 - Korte vs lange ketens



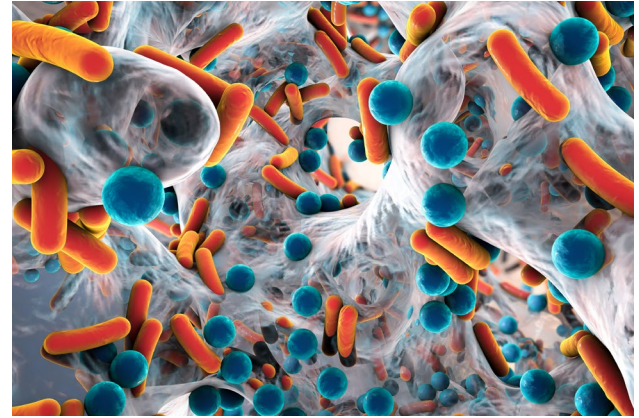
Scheidingstechnieken

- Nanofiltratie (NF) en omgekeerde osmose (RO)
 - Molecuulgrootte: goede verwijdering
 - Concentraat nabehandeling – grote reststroom
- Ozofractionation
 - Ozonbelletjes: vergelijkbaar met zeepbellen
 - Kleine, geconcentreerde afvalstroom
 - Organische stoffen afgebroken door ozon, PFAS niet of gedeeltelijk



Afbraak

- Biologisch
 - Niet of nauwelijks aangetoond op relevante schaal
 - Deels afbreekbaar, tot persistente eindproducten
- Chemische oxidatie/reductie
 - Alleen werkbaar onder zeer specifieke omstandigheden
- Sonolyse
 - Ultrasoon geluid
 - Belletjes die uit elkaar klappen
 - Temperaturen tot 4.500 °C leiden tot PFAS afbraak



Samenvattend

- Gebruik bemonsteringsprotocol
- Kijk verder dan alleen PFOS en PFOA
- Saneren – geen wondermiddel
- Ontwikkelingen gaande, maar let op:
 - Precursors → PFCAs en PFSA's
 - Persistentie (PMT)
 - Massabalans
 - Interacties

Vragen over deze presentatie?

ARCADIS

Elisabeth van Bentum (elisabeth.vanbentum@aracdis.com)

ARCADIS

Hans Slenders (hans.slenders@arcadis.com)

Witteveen + Bos

Martijn van Houten (martijn.van.houten@witteveenbos.com)

TTE

Arne Alphenaar (alphenaar@engineers.nl)

www.expertisecentrumpfas.nl