

CvGP Uitloging & Richtlijn gemiddelde GW concentratie

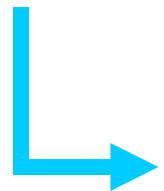
Ilse Van Keer, Ingeborg Joris, Liesa Brosens

Tijdelijk Handelingskader PFAS

Respecteren standstill principe bij grondverzet



- Gericht op het voorkomen van een toename in PFAS concentraties in bodem en grondwater ter hoogte van ontvangende gronden
- Geen achteruitgang van de bodem- en grondwaterkwaliteit als gevolg van een stijging van PFAS concentraties in de ontvangende gronden
- Huidige situatie wordt als norm aangenomen voor de toekomst



- CvGP *“Kwaliteitstoets bij vrij gebrek van PFAS-houdend bodemmateriaal in een waterwingebied en bij onderwatertoepassingen”*
- CvGP *“Uitvoering van een uitlogingstest ter bepaling van de uitloogbaarheid van PFAS uit bodem en bodemmaterialen”*
- Richtlijn *“Bepaling gemiddelde grondwaterconcentratie PFAS in de kadastrale werkzone”*

CvGP Uitloging

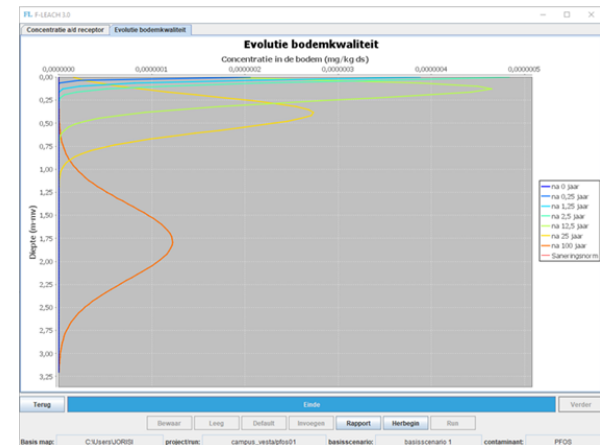
Schudtest?



Kolomproef?



Uitloogmodellen?



Aanpak

- Literatuurstudie
- Verkennende schudtesten
- Verkennende kolomproef
- Evaluatie aangeleverde data
- Rondetafel gesprek met Labo's d.d. 17/05/2023
- Modelmatige aanpak "Evaluatie en bijstelling methodiek uitloging om verspreidingsrisico's van PFAS te beoordelen"

Uitloogproef

Modelmatige aanpak

- Bottlenecks
 - Input parameters
 - Kd waarden
 - Definitie eindpunt uitloging
 - Wanneer is er sprake van “geen bijkomende grondwaterverontreiniging”?
 - Wat wordt als achtergrondconcentratie beschouwd (streefwaarden in grondwater)?
 - Welke evolutie is aanvaardbaar?

Protocol Versie	Type	Toepassingsgebied	L/S	Duur	Temperatuur	StaaF	Schudtoestel	Recipiënt	Uitloogvloeistof	Afscheiden	Directe meting eluaat	Duplo	Procedure blanco	Controlemonster
			L/kg	u	uitvoering					vast residu (fractie < 45 µm)				
CMA/2/II/A.9.4 oktober 2018	2-staps	- vaste stoffen - slibs - % DS > 33% - anorganische componenten	Stap 1: 2 Stap 2: 8	Stap 1: 2 - 6 Stap 2: 8 - 18	20 ± 5°C	veldvochtig	Overkopmenger (5 O/min)	. PE	ultrapuur water - Demi-water - Gedestilleerd water - Water met gelijkwaardige zuiverheid (5 < pH < 7) - EC < 5µS/cm	- vacuümfiltratie - drukfiltratie	pH, EC	nvt	zowel stap 1 als stap 2	nvt
CMA/2/A.12 november 2020	enkelvoudig	- vaste stoffen, KG < 4 mm - granulaire materialen - afvalstoffen met %DS > 10% . baggerspecie . ruimingsspecie . waterbodem . pasteuze afvalstoffen . uitloging anorganische componenten	10	24	20 ± 5°C	veldvochtig	Overkopmenger (5 O/min)	. Afluitbare PE . Glas met inerte afsluiting (eg. PTFE)	ultrapuur water: - Demi-water - Gedestilleerd water - Water met gelijkwaardige zuiverheid (5 < pH < 7) - EC < 5µS/cm	- drukfiltratie	- pH - EC	facultatief	per meetreeks / meetdag	per meetweek
CMA/2/II/A.19 november 2020	enkelvoudig	- bodem - bodemmateriële - KG < 4 mm - Uitloging anorganische comp.	10	24	20 ± 5°C	veldvochtig	- Overkopmenger (5 O/min) - Rollerbank (10 O/min)	- afsluitbare HDPE - PP - Borosilicaatglazen met inerte afsluiting (eg. PTFE)	ultrapuur water: - Demi-water - Gedestilleerd water - Water met gelijkwaardige zuiverheid (5 < pH < 7) - EC < 5µS/cm	- drukfiltratie	- pH - EC - Redox (facultatief)	facultatief	per meetreeks / meetdag	per meetweek
ISO 21268-1:2019 EN ISO 21268-1:2019 NBN EN ISO 21268-1:2019 28/11/2019	enkelvoudig	- bodem - bodemmateriële - KG < 2 mm - Uitloging anorganische comp. - Uitloging organische comp.	2	24	22 ± 3°C	veldvochtig	- Overkopmenger (5-10 O/min) - Rollerbank (10 O/min)	- afsluitbare HDPE - PP - Borosilicaatglazen met inerte afsluiting (eg. PTFE)	- 0,001 M CaCl ₂ ** - gedemineraliseerd water indien Ca en/of chloride is opgenomen in het analysepakket	m.u.v. semi-vluchtigen: - drukfiltratie - vacuümfiltratie	- pH - EC Optioneel: - DOC - Redox - Turbiditeit	nvt	"regelmatig"	nvt
Wintersen et al. (2020) naar NEN-EN-12457-2002	enkelvoudig	- bodem - uitloging PFAS	10	24	20°C	veldvochtig	- Rollerbank (10 O/min)	. Glas	0,001 M CaCl ₂ ***	- vacuümfiltratie (glasvezelfilters) centrifugeran wordt afgeraden	- pH - EC	1 / 20	1/20	1 / 20 - spikeoplossingen - referenties ringtesten
AS 4439.3:2019 2019	enkelvoudig	- afval - sediment - verontreinigde bodem - Uitloging anorganische componenten - Uitloging organische componenten incl. PFAS	20	18 ± 2	22 ± 5°C	veldvochtig	- Overkopmenger (30±2 O/min)	- Glas - PTFE - HDPE - Roestvrij staal (T316) - PP, PE, PV (inorganische componenten)	i.f.v. locale pH: - uitloogvloeistof pH=2,9 - uitloogvloeistof pH=5,0 - uitloogvloeistof pH=9,2	- drukfiltratie	- pH	1/20 of 1 / partij	per batch, mn. 1/20	-
Opm. PFAS														
- Recipiënt Schudtest m.b.t. mogelijke crosscontaminatie														
- Filters i.f.v. mogelijke adsorptie PFAS														
- mogelijkheid toepassing van centrifugeran														
- Filters m.b.t. mogelijke crosscontaminatie														
HEPA (2022) voorstel aanpassingen AS 4439.3:2019	enkelvoudige sc	- afval - sediment - verontreinigde bodem - Uitloging anorganische componenten - Uitloging organische componenten ind. PFAS	20	18 ± 2	22 ± 5°C	gedroogd (T=30°C?)	- Overkopmenger (30±2 O/min)	- Glas - PTFE - HDPE - Roestvrij staal (T316) - PP, PE, PV (inorganische componenten)	i.f.v. locale pH: - uitloogvloeistof pH=2,9 - uitloogvloeistof pH=5,0 - uitloogvloeistof pH=9,2	- filtratie niet toegelaten - centrifugeran	- pH	1/10 of 1 / partij	per meetreeks / meetdag	-
Opm. PFAS														
- Recipiënt Schudtest m.b.t. mogelijke cross KG < 2,4 mm														
- Filters i.f.v. mogelijke adsorptie PFAS														
- mogelijkheid toepassing van centrifugeran														
- Filters m.b.t. mogelijke crosscontaminatie														
* stalen veldvochtig tenzij er er niet kan gezeefd worden. Drogen op max. T = 40°C														
** cf. aanwezigheid van zouten in bodem														
*** Daarnaast is geschud met oplossing van 0.001 M CaCl2 oplossing in plaats van water, omdat dit in het algemeen overeenkomt met natuurlijke concentraties in oppervlaktewater (Waterkwaliteitsportaal.nl)														
DS: Droge stof		KG: Korrelgrootte			O: Omwentelingen									

Uitgevoerde uitloogtesten

Verkennde schudtesten & kolomproef



■ Schudtesten

- Cf. CMA/2/II/A.19
- Materiaal blanco's
- Evaluatie filtreren versus centrifugeren
- Effect sorptie
- Effect uitloogvloeistof (lopende)

■ Kolomproef

- Cf. CMA/2/II/A.9.1
- Materiaal blanco's
- L/S fracties: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10



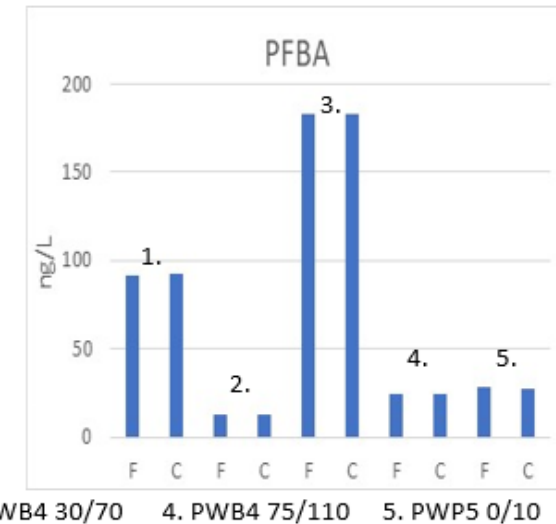
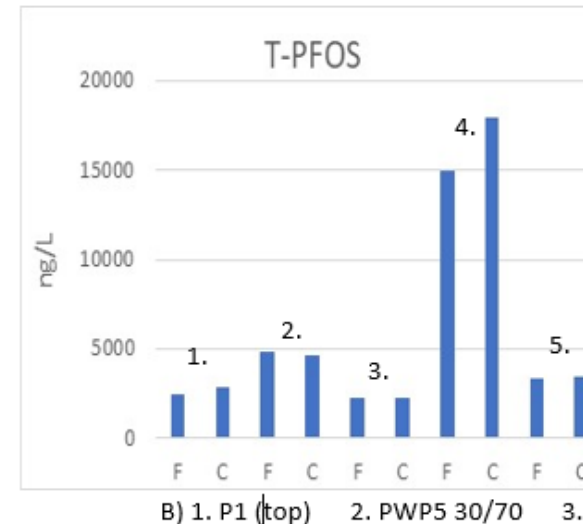
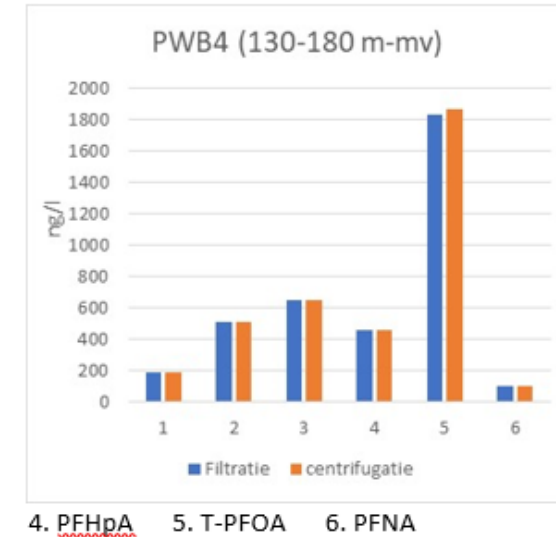
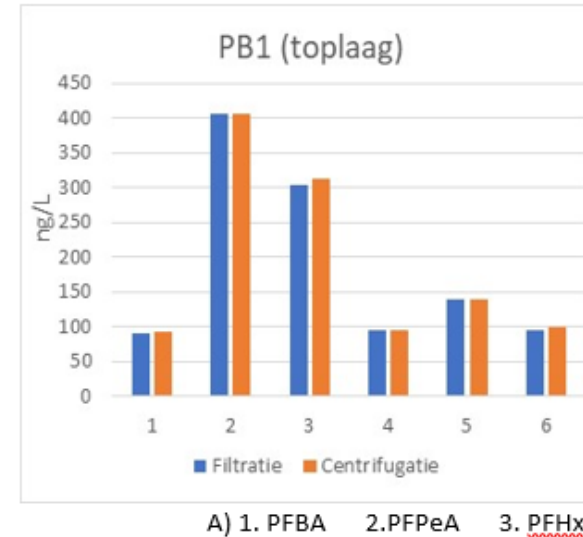
Schudtesten VITO

Filtratie versus centrifugatie

- $n = 5$
 - Filtratie
 - Centrifugatie
- Eluaatconcentraties na filtratie / centrifugatie.
 - A) Weergave filtratie versus centrifugatie per staal;
 - B) Weergave filtratie versus centrifugatie per component.

Eluaatstalen werden in 3-voud geanalyseerd

Met uitzondering voor EtPFOSAA goede overeenkomst tussen eluaatconcentraties bekomen na filtratie en centrifugatie



Schudtesten VITO

Sorptie effect

- Vnl. PFAS met ketenlengte > 8
- In 3 van de 5 recipiënten verhoogde PFAS in spoelvroestof



- Sorptie aan wanden?
- Aanwezigheid bodempartikels?



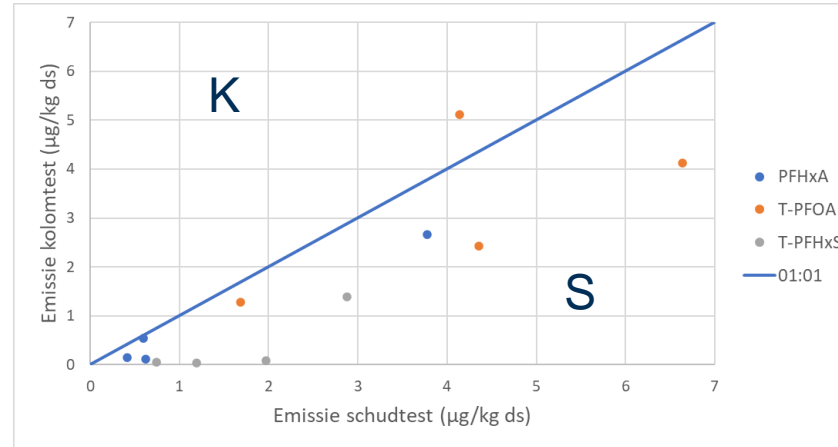
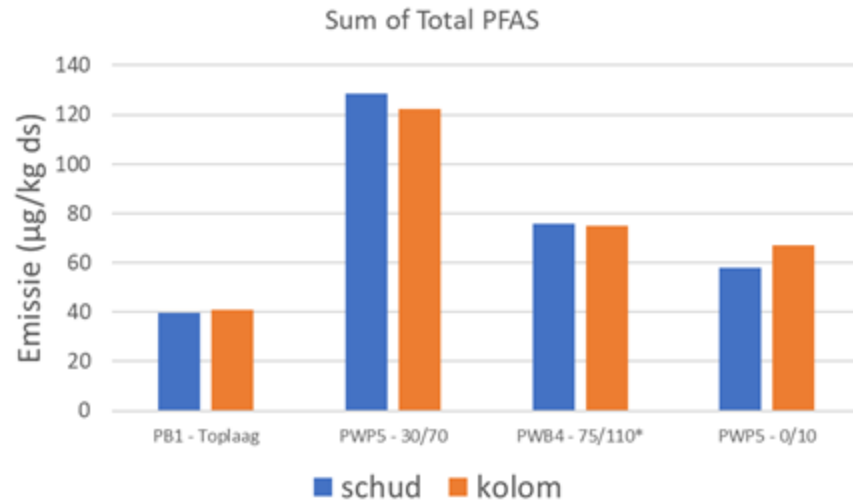
Schudtest met
gespikete
uitloogvroestof?

Staal Id	#C's	CV PB1, toplaag	Willebroek PWP5, 30/70	Willebroek PWB4, 130/180	Willebroek PWB4, 75/110	Willebroek PWP5, 0/10
Analyse ID		2253281-01	2253281-02	2253281-03	2253281-04	2253281-05
Concentratie		ng/30ml methanol	ng/30ml methanol	ng/30ml methanol	ng/30ml methanol	ng/30ml methanol
PFOA lineair	8	<RG	16	<RG	<RG	<RG
PFOA totaal	8	<RG	17	<RG	<RG	<RG
PFDA	10	<RG	<RG	<RG	18	18
PFDODA	12	<RG	78	<RG	<RG	<RG
PFOS lineair	8	<RG	28	<RG	54	54
PFOS totaal	8	<RG	33	<RG	66	17
PFOSA lineair	8	<RG	72	<RG	138	102
PFOSA totaal	8	<RG	99	<RG	219	132
EtPFOSA totaal	10	<RG	23	<RG	25	33
EtPFOSAA	12	<RG	7.140*	24	1.110	900
8:2 diPAP	16	<RG	29	<RG	<RG	<RG
6:2 diPAP	18	<RG	57	<RG	<RG	<RG
6:2/8:2diPAP	20	<RG	129	<RG	<RG	<RG

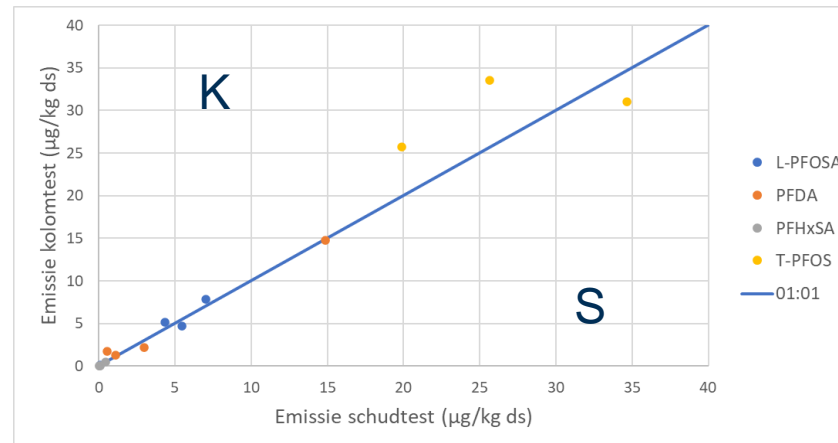
* Resultaat indicatief, buiten lineair bereik.

Schudproef vs kolomproef (verkennde proef)

4 bodemstalen



Schudtest hogere emissie ...

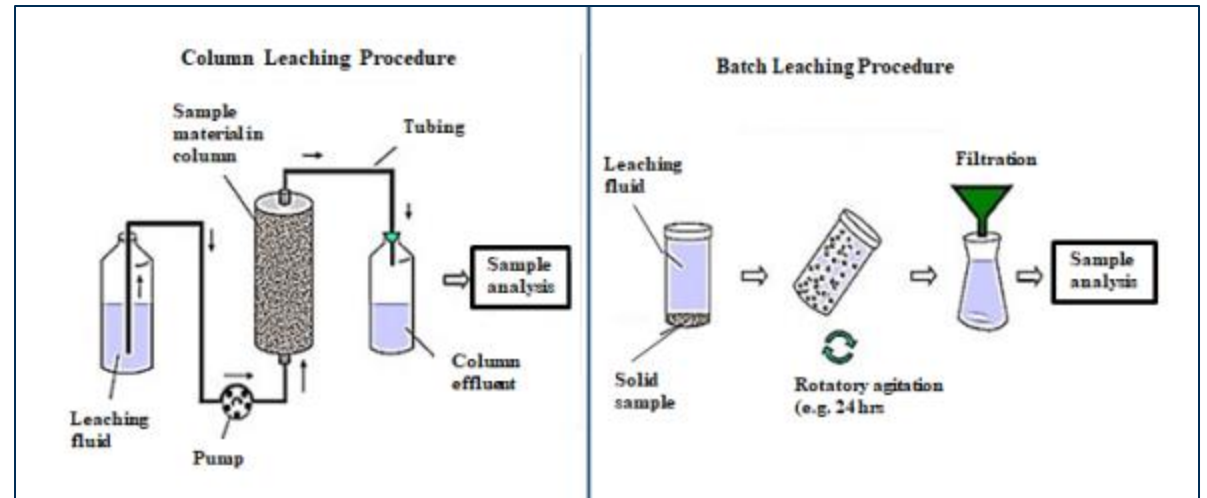


... maar niet voor alle componenten

Kolomproef versus schudproef

Kolomproef is:

- Arbeidsintensief
- Duur om te implementeren als een standaard laboratoriummethode
- Verhoogd risico op sorptie van lange keten PFAS
- In vergelijking tot schudtest (verkennende studie) → lagere emissies maar niet voor alle componenten
- Nog geen kader aanwezig



Beschikbaar gestelde data

Bodemconcentratie < WVG
versus eluaatconcentraties

som gemeten PFAS		
Sample ID	Bodem	eluaat
	voor	
	µg/kg ds	ng/L
ZW_101b bis	7,9	159
KE_10B	7,2	531
STA_102A	6,7	720
ZW_20B	6,2	188
STA_13A	5,5	294
BL_102B	5,1	196
ZW_103C	4,3	176
KE_101B	3,3	260
PA_17B	3	369
ZW_24B	2,6	441
ZW_24B	2,4	442
KE_9A	1,4	280
KE_102B	1,1	166
ZW_105c bis	1	103
STA_103A	0,8	83
BL_5A	<RG	114
ZW_102a bis	<RG	96
ZW_20B	<RG	287
ZW_24B	<RG	76

Sample ID	PFOS	
	Bodem	eluaat
	voor	
	µg/kg ds	ng/L
PA_17B	3,0	107
ZW_24B	2,6	288
ZW_24B	2,4	314
KE_101B	2,2	52
KE_9A	1,4	49
KE_102B	1,1	90
ZW_105c bis	1,0	28
STA_103A	0,8	17
PA_20B	<0,5	20.900
BL_5A	<0,5	30
ZW_102a bis	<0,5	26
ZW_20B	<0,5	86
ZW_24B	<0,5	6

Ook bij lage concentraties
uitloging bij toepassing
schudproef

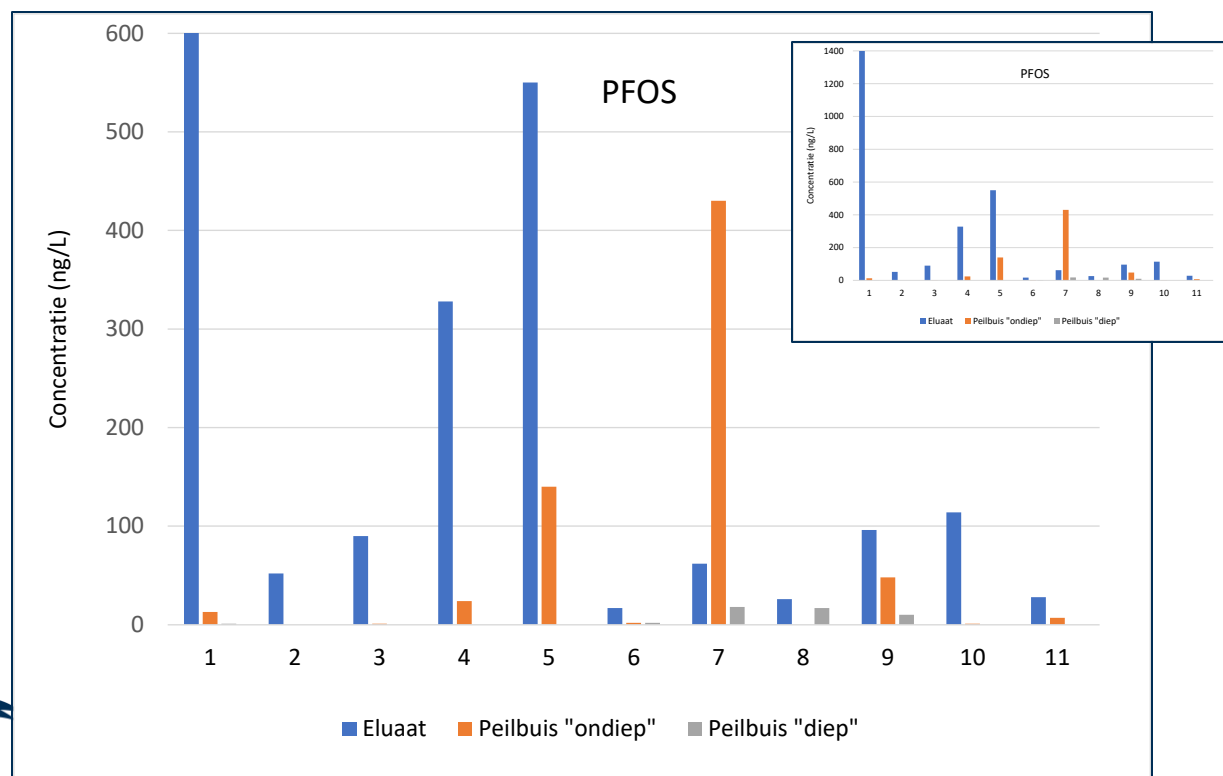


Kwaliteitstoets waterwingebieden /
onderwatertoepassingen

Sample ID	PFOA	
	Bodem	eluaat
	voor	
	µg/kg ds	ng/L
BL_3A	1,8	34
E34_9B_N	1,8	129
E34_26A	1,6	219
BL_3A	1,4	59
KE_10B	1,4	79
PA_16B	1,3	87
PA_16B	1,2	100
ZW_17A	1,1	19
E34_15B_N	1	93
ZW_20B	0,9	12
E34_19A	0,8	63
BL_102B	0,7	25
BL_101B	0,6	39
STA_8B	0,6	23
KE_101B	0,5	25
STA_101A	0,5	53
STA_102A	0,5	44
STA_13A	0,5	22
ZW_101b bis	0,5	10
BL_5A	<0,5	1
KE_102B	<0,5	8
KE_9A	<0,5	30
PA_17B	<0,5	15
ZW_102a bis	<0,5	7
ZW_103C	<0,5	10
ZW_104B	<0,5	23
ZW_105c bis	<0,5	7
ZW_13A	<0,5	2.350
ZW_20B	<0,5	19
ZW_24B	<0,5	15
ZW_24B	<0,5	19
ZW_24B	<0,5	3

Eluaatconcentraties versus grondwaterconcentraties

	Peilbuis ID	staalnamediepte bodem m-mv	PFOS Eluaat ng/L	Peilbuis ID	Filterdiepte bodem m-mv	PFOS Eluaat ng/L	Peilbuis ID	Filterdiepte bodem m-mv	PFOS Eluaat ng/L
1	BL_101B	0-0,5	1400	BL_101A.PB	5,0 - 6,0	13	BL_101B.PB	13,0 - 14,0	1
2	KE_101B	0-0,5	52	KE_101A.PB	5,0 - 6,0	<1	KE_101B.PB	11,2 - 12,2	<1
3	KE_102B	0-0,5	90	KE_102A.PB	9,0 - 10,0	1	KE_102B.PB	17,0 - 18,0	<1
4	STA_101A	0-0,3	328	STA_101C.PB	4,5 - 5,5	24	STA_101B.PB	8,0 - 9,0	<1
5	STA_102A	0-0,3	550	STA_102B.PB	2,0 - 3,0	140	STA_102A.PB	11,0 - 12,0	<1
6	STA_103A	0-0,3	17	STA_103C.PB	3,0 - 4,0	2	STA_103B.PB	6,0 - 7,0	2
7	ZW_101b bis	0-0,15	62	ZW_101A.PB	3,0 - 4,0	430	ZW_101B.PB	9,0 - 10,0	18
8	ZW_102a bis	0-0,15	26	ZW_102B.PB	3,0 - 4,0	<1	ZW_102A.PB	8,6 - 9,6	17
9	ZW_103C	0-0,3	96	ZW_103A-PB	3,0 - 4,0	48	ZW_103C.PB	9,0 - 10,0	10
10	ZW_104B	0-0,5	114	ZW_104A.PB	3,0 - 4,0	1	ZW_104B.PB	8,6 - 9,6	<1
11	ZW_105c bis	0-0,15	28	ZW_105B.PB	3,0 - 4,0	7	ZW_105C.PB	9,0 - 10,0	<1



Eluaatconcentraties > waargenomen grondwaterconcentraties, maar:

- Verschillende diepteprofielen
- Bodem en grondwaterconcentraties niet 1 op 1 te matchen

Eluaatconcentraties hebben niet tot doel GW concentraties te voorspellen

Wel nagaan risico op uitloging bij toepassing van bodemmateri len

Rondetafelgesprek Uitloogtesten PFAS

Openstaande vragen – discussiepunten



- Uitloogvloeistof: ultrapuur water, pH-neutraal gedemineraliseerd water, CaCl_2 oplossing
- Filtratie versus centrifugatie
- Veldvochtig, luchtdroog, gedroogd bodemmateriaal
- Impact sorptie
- Verschil korte – lange ketens
- Verhouding L/S: 2, x, 10, 20
- Effect colloïden
- Schudtest of kolomproef
- Effect meetonzekerheid
- Reproduceerbaarheid
-

Schudtesten ikv uitloging PFAS



1. Een schudproef heeft tot doel om de mogelijke natuurlijke uitloging na te gaan.
2. Een schudproef mag niet als een extractiestap beschouwd worden.
3. Bij de uitvoering van uitloogproeven dienen de verschillende stappen tot een minimum herleid te worden om het effect van sorptie te verminderen.
4. Filtratie van bodemstalen leidt vaak tot dichtslibben van de filters. De huidige CMA-procedure laat voorafgaande centrifugatie toe.
5. Consensus wat de uitvoering van schudproeven betreft op veldvochtige stalen.
6. Kolomproeven zijn, i.v.t. schudproeven, complexer in uitvoering, hebben een langere looptijd, zijn duurder en verhogen het risico van sorptie van PFAS tijdens de verschillende stappen in de keten.
7. Effect centrifugatie, filtratie of combinatie op sorptie van vnl. de lange ketens PFAS dient verder onderzocht te worden.
8. Toepassing van verschillende methodieken is niet wenselijk, wel 1 protocol.

CvGP Uitlogingsproef - conclusie

- Bij voorkeur 1-staps schudtest
- Cf. CMA/2/II/A.19 “Uitloging van **anorganische** componenten uit bodemmaterialen met de enkelvoudige schudproef”
- Vermijden van mogelijke PFAS cross contaminatie & risico op adsorptie – bijkomende richtlijnen:
 - Elk rechtstreeks contact met het staal (ook bij dragen van handschoenen) moet vermeden worden.
 - In de mate van het mogelijke moet nagegaan worden (bij de leverancier a.d.h.v. certificaat/aan de hand van analyses) of het materiaal gebruikt bij de schudtest PFAS kan bevatten.
 - Binnencoatings van filters met beschadigde PTFE zijn niet toegelaten.
 - Schudrecipiënten en recipiënten eluaat: Glas, Polypropyleen of HDPE. Doppen met PP of HDPE inlage.
 - Voor de uitloogvloeistof wordt het gebruik van pH neutraal ultrapuur water vooropgesteld.
 - De schudproef moet bij voorkeur uitgevoerd worden met veldvochtig materiaal.

CvGP Uitlogingsproef – Bijkomende opmerkingen

- Adsorptie van PFAS aan materialen
 - Op basis van een test met een gespikete uitloogvloeistof kan de adsorptie van PFAS op het systeem worden nagegaan.
 - Tijdens de schudproef moet het aantal recipiënten en de transfer ervan beperkt worden tot het minimum. Hoe meer recipiënten er gehanteerd worden hoe groter de kans op adsorptie en hoe lager de terugvinding van de lange ketens.
- Afgifte PFAS uit gebruikte materialen:
 - Voorafgaand aan de eigenlijke uitloogproef is de uitvoering van een materiaalblanco noodzakelijk.
- Filtratie van bodemstalen leidt vaak tot het dichtslibben van de filters
 - de procedure CMA/2/II/A.19 laat bij moeilijk te filtreren stalen centrifugatie, voorafgaand aan de filtratie, toe.
- Kolomproef:
 - Geen kader uitgewerkt
 - Bij toepassing dient de eBSD een motivatie voor uitvoering op te maken

CvGP Uitlogingsproef – aantal uit te voeren uitloogproeven

Een uitloogproef moet uitgevoerd worden op elk staal (bodem of bodemmateriaal) waarvoor

- concentraties boven de rapportagegrens worden waargenomen en dat bestemd is voor onderwatertoepassingen of toepassing in waterwingebied,
- ofwel op elk bodemstaal met overige bestemming waarvoor de WVG wordt overschreden
- M.b.t. de toetsing (cf. som EU-20 & som gemeten PFAS) moeten de resultaten van alle parameters waarvoor de concentratie in het eluaat de rapportagegrens overschrijdt in rekening worden gebracht, ook wanneer voor de desbetreffende parameter de rapportagegrens voor het vaste deel van de aarde niet werd overschreden

Lopende / voorziene inspanningen

- Evaluatie
 - Uitloogvloeistof
 - Filtratie / centrifugatie / filtratie + Centrifugatie
- Proefronde schudproeven
- Bepaling Kd waarden
- Evaluatie CvGP



Richtlijn “Bepaling gemiddelde GW concentratie PFAS in KWZ”

Bepaling gemiddelde GW concentratie KWZ

Doelstelling

- De richtlijn heeft tot doel om na te gaan of PFAS-houdende uitgegraven gronden binnen de, door de eBSD, afgebakende KWZ mogen worden hergebruikt als bodem, bouwkundig bodemgebruik of vormvast product zonder bijkomende verontreiniging van het grondwater te veroorzaken.
- De richtlijn heeft niet tot doel:
 - de afbakening van de KWZ te wijzigen
 - de verontreinigingscontouren (verticaal / horizontaal) te actualiseren

Voorstudie, CSM & Afbakening KWZ

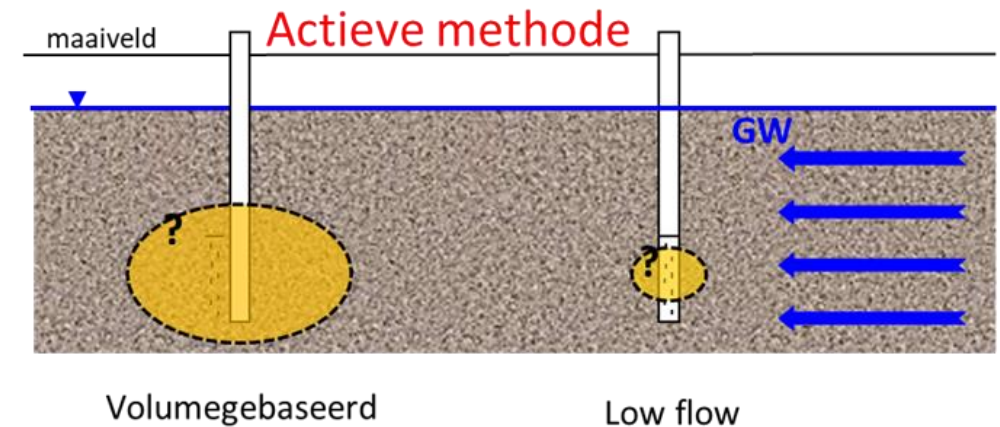
Vigerende richtlijnen

- SP “Opmaak van een technisch verslag”
- CvGP “Afbakenen van een kadastrale werkzone”

Peilbuizen, GW staalname

Vigerende richtlijnen

- Plaatsing peilbuizen: CMA/1/A.2 “Staalname grondwater”
- Staalname grondwater – bepaling gemiddelde GW concentratie:
 - WAC/I/A/005
 - Klassieke staalname – pompen bij hoog debiet (volumegebaseerd)
- PFAS analyse: Kwantitatieve + indicatieve parameters (WAC/IV/A/025)



Plaatsing peilbuizen in KWZ

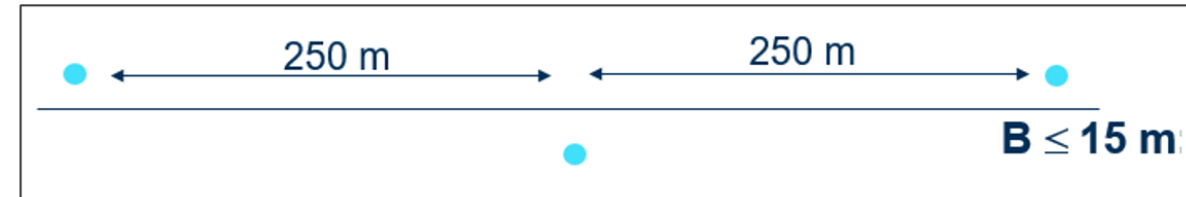
Niet-lijntrajecten

Oppervlakte KWZ (ha)	Aantal peilbuizen en analyses
0 - <0,25	2
0,25 - <0,5	3
0,5 - <1	4
1 - ≤2	6
>2	P+4

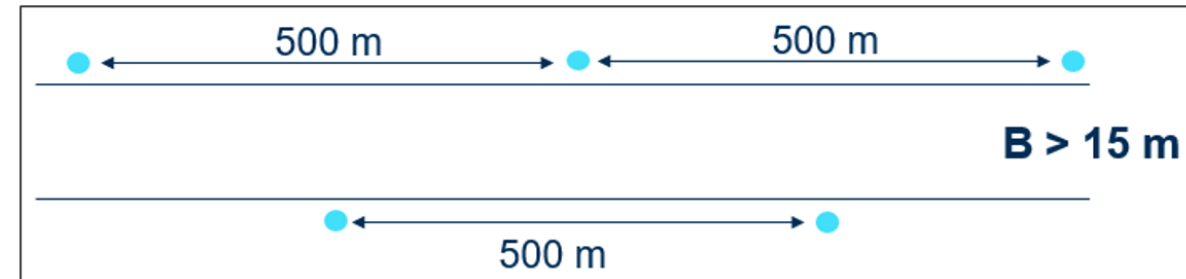
Filterkenmerken:

- Diepte i.f.v. toepassing
 - Ophoging: net onder de GW tafel
 - Opvulling: net onder de opvulling
- Lengte: 1 – 2 m-mv

Lijntrajecten



Figuur-1: Spreiding peilbuizen (•) bij lijntrajecten met een breedte $(B) \leq 15 \text{ m}$



Figuur-2: Spreiding peilbuizen (•) bij lijntrajecten met een breedte $(B) > 15 \text{ m}$



Interpretatie & toetsing

Vigerende richtlijnen

- Bepaling uitschieters:
 - Locatiespecifiek < -- > “onjuiste” data
Bij onduidelijkheid: herstaalname / analyse aanbevolen
- Geen herstaalname:
 - Uitschieters met maximale waarden: verwijderen uit dataset
 - Uitschieters met minimale waarden: opnemen in dataset
(cf. voorzorgsprincipe)

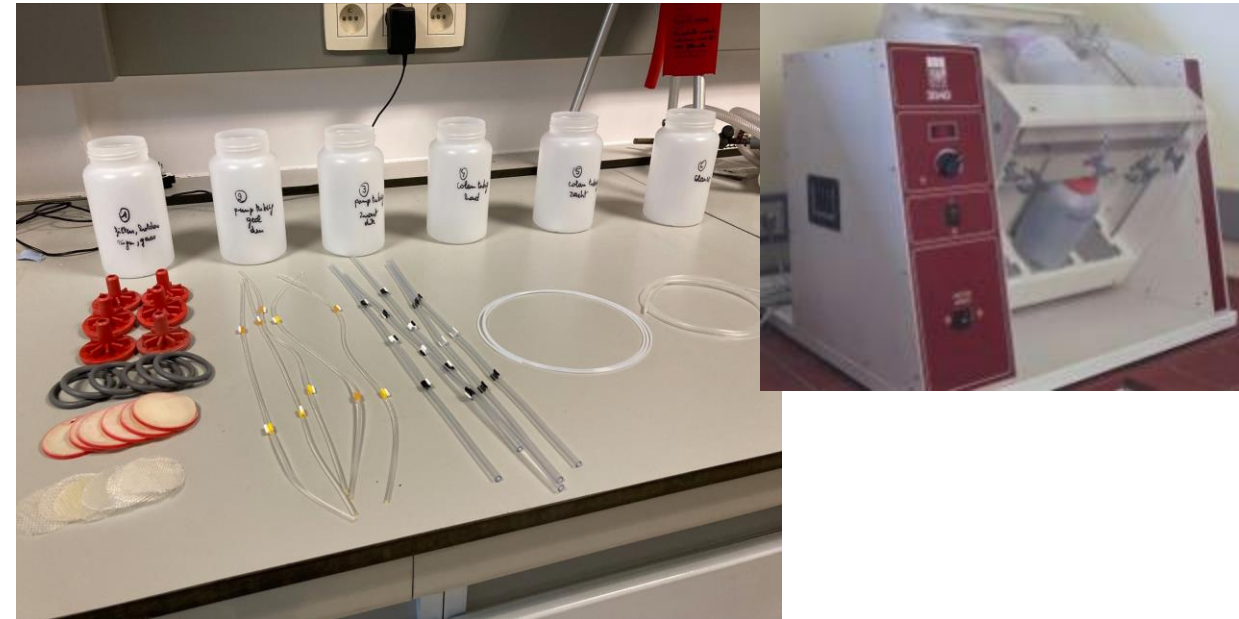
Toetsing

- Gemiddelde GW concentraties
 - Som gemeten PFAS EU-20
 - Som gemeten PFAS (som kwantitatieve + indicatieve PFAS)
- Eluaatconcentraties
 - Indien:
 - PFAS concentraties in bodemmateriaal (PFOS, PFOA en som gemeten PFAS) > WVG, en;
 - Concentraties PFOS en PFOA in bodemmateriaal $\leq 80\% TW_{\text{bodem}}$, en;
 - Gemiddelde PFAS concentraties in het grondwater van de ontvangende grond > $TW_{\text{grondwater}}$, en;
 - PFAS concentraties in het eluaat van de schudtest $\leq 80\%$ van de gemiddelde PFAS concentratie in het grondwater van de KWZ.dan wordt het gebruik van bodemmateriaal als bodem binnen de KWZ toegestaan.
 - Indien:
 - PFAS concentraties in bodemmateriaal (PFOS, PFOA en som gemeten PFAS) > WVG, en;
 - Concentraties PFOS en PFOA in bodemmateriaal $\leq TW_{\text{bodem}1}$, en;
 - Gemiddelde PFAS grondwaterconcentratie van ontvangende grond > $TW_{\text{grondwater}}$
 - PFAS concentratie in het eluaat $\leq 80\%$ gemiddelde PFAS grondwaterconcentratie van de KWZdan wordt het gebruik van bodemmateriaal in bouwkundige toepassingen of in vormvast product binnen de KWZ toegestaan.



Materiaalblanco's: Evaluatie mogelijke cross-contaminatie

Materiaalblanco kolomproef



- Blanco kolom
- Gevuld met ultrapuur water
- 2 volumes uitloogvloeistof
 - V1: conc. PFAS, EC
 - V2: EC

- Onderdelen kolom
- T = 72u
- Per test: 500 milliQ (ultrapuur) H₂O toegevoegd
- Incl. blanco

Meetonzekerheid

Modelmatige aanpak

- Meetonzekerheid functie van bijdrage

- Staalname Bepaling meetonzekerheid PFAS-monstername in bodem & GW
- Uitvoering uitloogtesten Voorstel organisatie proefronde na verfijning methodiek
- Analyses Bepaald bij de opmaak van CMA en WAC procedure