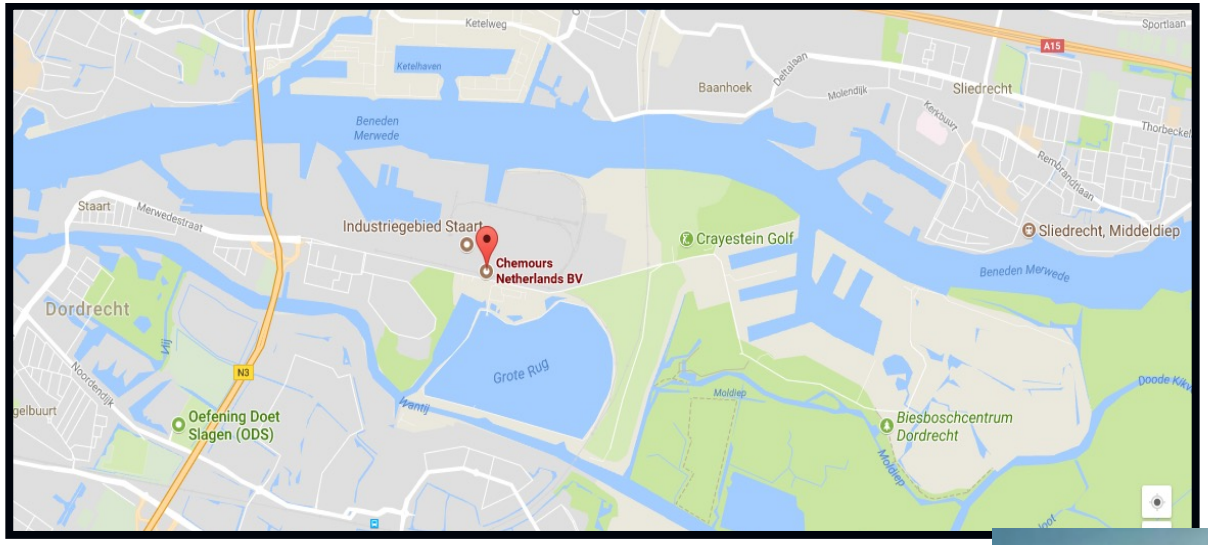
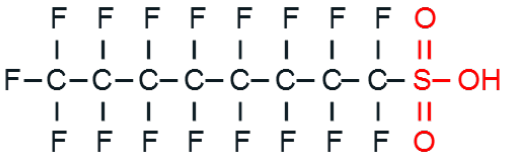
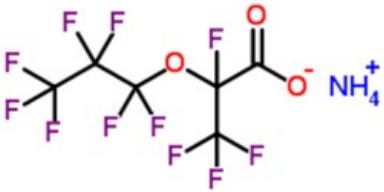




PFOS



PFAS – zijn we te laat met het terugdringen van emissies?

Jacob de Boer

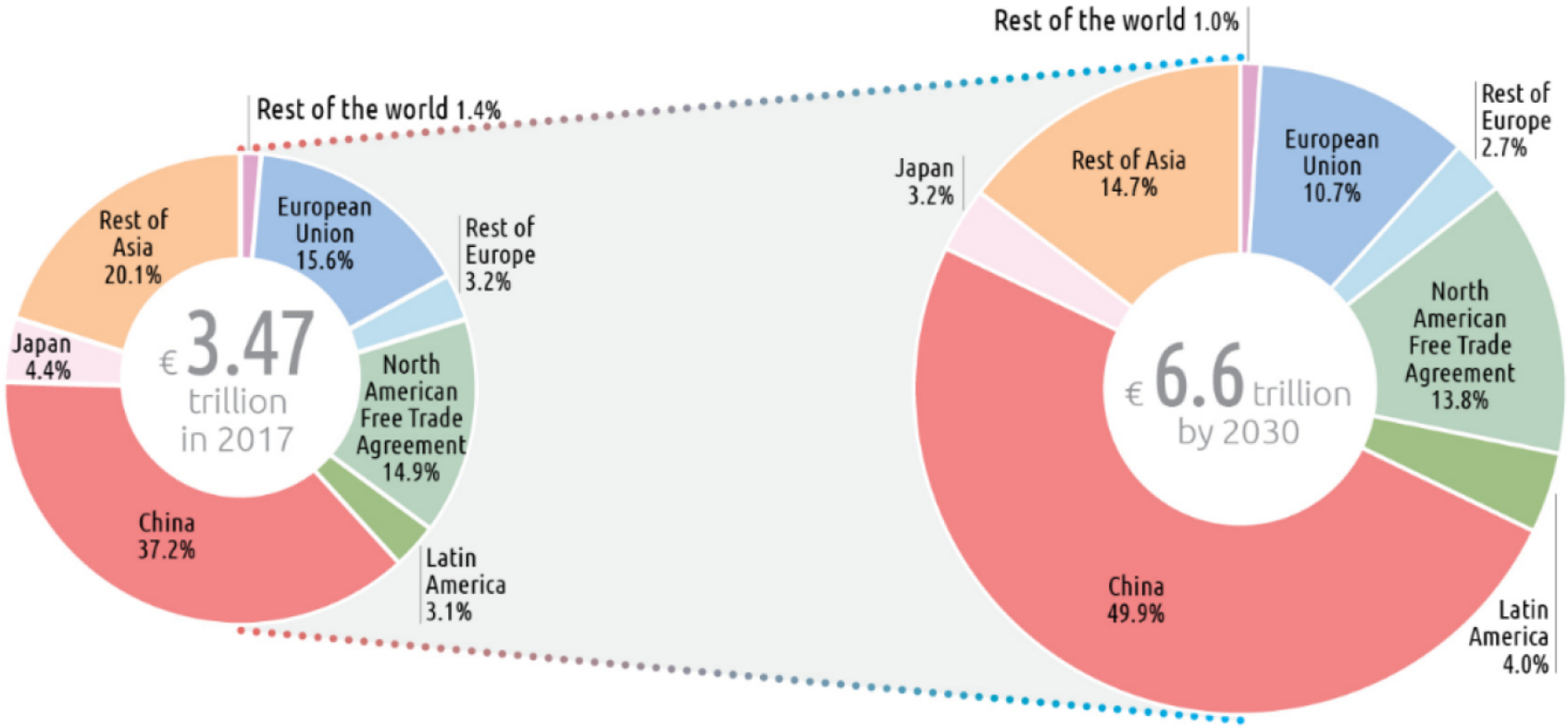
Overzicht

- Introductie
- PFAS eigenschappen
- Gezondheidseffecten
- PFAS rond fabrieken
- PFAS in zee

UN environment
United Nations Environment Programme
GLOBAL CHEMICALS OUTLOOK II
FROM LEGACIES TO INNOVATIVE SOLUTIONS
SYNTHESIS REPORT (2019)
IMPLEMENTING THE 2030 AGENDA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

VU

Groei van Chemicaliën Markt 2018-2030



UN environment
United Nations Environment Programme

VU

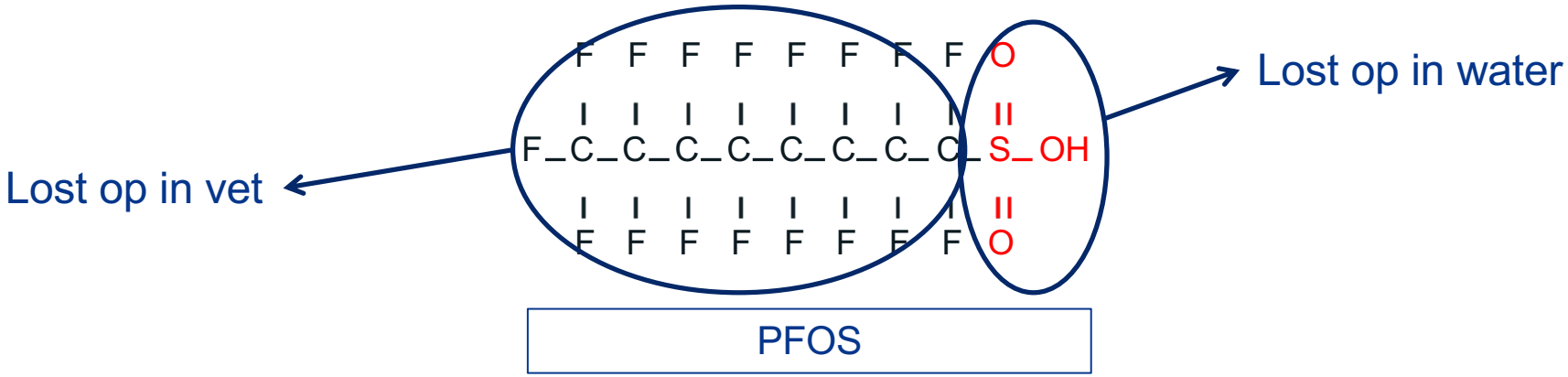
Periodiek System

C-F < C--Cl < C---Br < C----I

Group→ / ↓Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Ms	116 Lv	117 Ts	118 Og

Lanthanides	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Actinides	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Eigenschappen



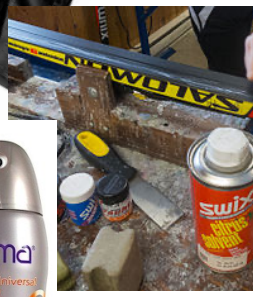
→ Kortere ketens ➔ beter in water
→ Langere ketens ➔ beter in vet

- Olie- en waterafstotend
- Sommige zijn vluchtig(e.g. alcoholen and acrylaten)
- Zuren en sulfonaten zijn persistent
- Bioaccumulatief, Toxisch

➔ Stockholm Conventie: POP

VU VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM Faculty of Science

Toepassingen van PFAS



Blootstelling aan PFASs

Ademhaling

Voeding

Huidcontact

$T_{1/2}$ in serum:

PFOS: 3.9–6.9 yr
PFHxS: 5.8–10.6 yr
PFOA: 3.1–4.4 yr

- Veilige waarde was 89 ng/ml in serum, nu: **6.9 ng/ml** voor som van 4 PFAS

Washington Post en Scientific American

ENVIRONMENT

Forever Chemicals Are Widespread in U.S. Drinking Water

Experts hope that with the incoming Biden administration, the federal government will finally regulate a class of chemicals known as PFASs

By Annie Sneed on January 22, 2021

Toxische Effecten van PFOA

- Nierkanker
- Teelbalkanker
- Schildklier effecten (Geen kanker maar hypo/hyperthyroidism)
- Verhoogd cholesterol
- Effecten op zwangerschap
- Colitis ulcerosa (ontsteking dikke darm)

Immuunsysteem

Nieuwe EFSA Opinie (2020)

- CONTAM Panel: gebruik de som van vier PFAS: PFOA, PFNA, PFHxS and PFOS

EFSA Scientific Opinion
ADOPTED: 9 July 2020
doi: 10.2903/j.efsa.2020.6223

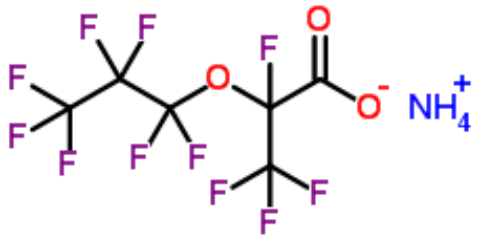
- Nieuwe Totale Wekelijkse Opname (TWI): 4.4 ng/kg lichaamsgewicht per week*

Oude TDI (**dagelijkse** opname) PFOS: 150 ng/kg lw/d en PFOA: 1500 ng/kg lw/d
EFSA Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain, 2012. EFSA journal 10 (6), 2012

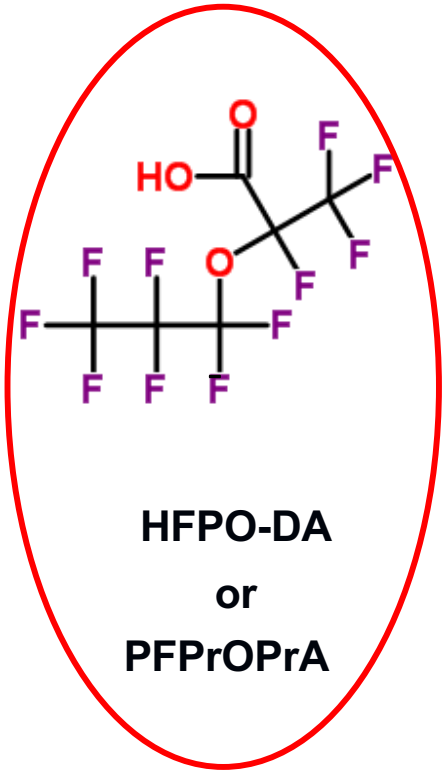
- Verschil voor PFOA in TDI: **nieuw**: 0.16 ng/kg bw/d, **oud**: 1500 ng/kg bw/d

GenX

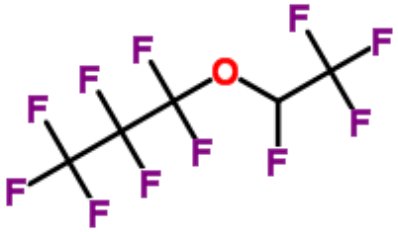
GenX is the commerciële naam van het ammonium zout van 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaanzuur (HFPO-DA).
HFPO-DA kan gebruikt worden om de GenX concentration te monitoren.



GenX



HFPO-DA
or
PFPrOPrA



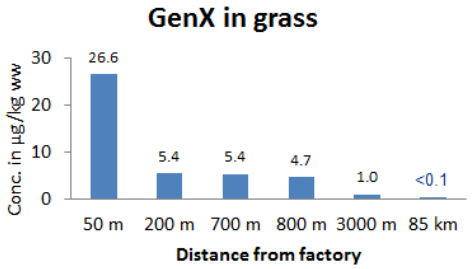
Heptafluoropropyl 1,2,2,2-tetrafluoroethyl ether

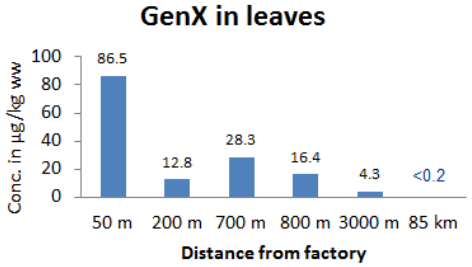
PFOA

Inname via drinkwater

Location	GenX	PFOA
	ng/L	ng/L
Alblasserdam	8.0	7.1
Dordrecht	3.1	2.4
Goedereede	1.8	5.2
Gouda	1.4	1.9
Rotterdam	5.9	3.9
Spijkenisse	5.9	4.0

Brandsma et al. (2019) Chemosphere 220, 493-500

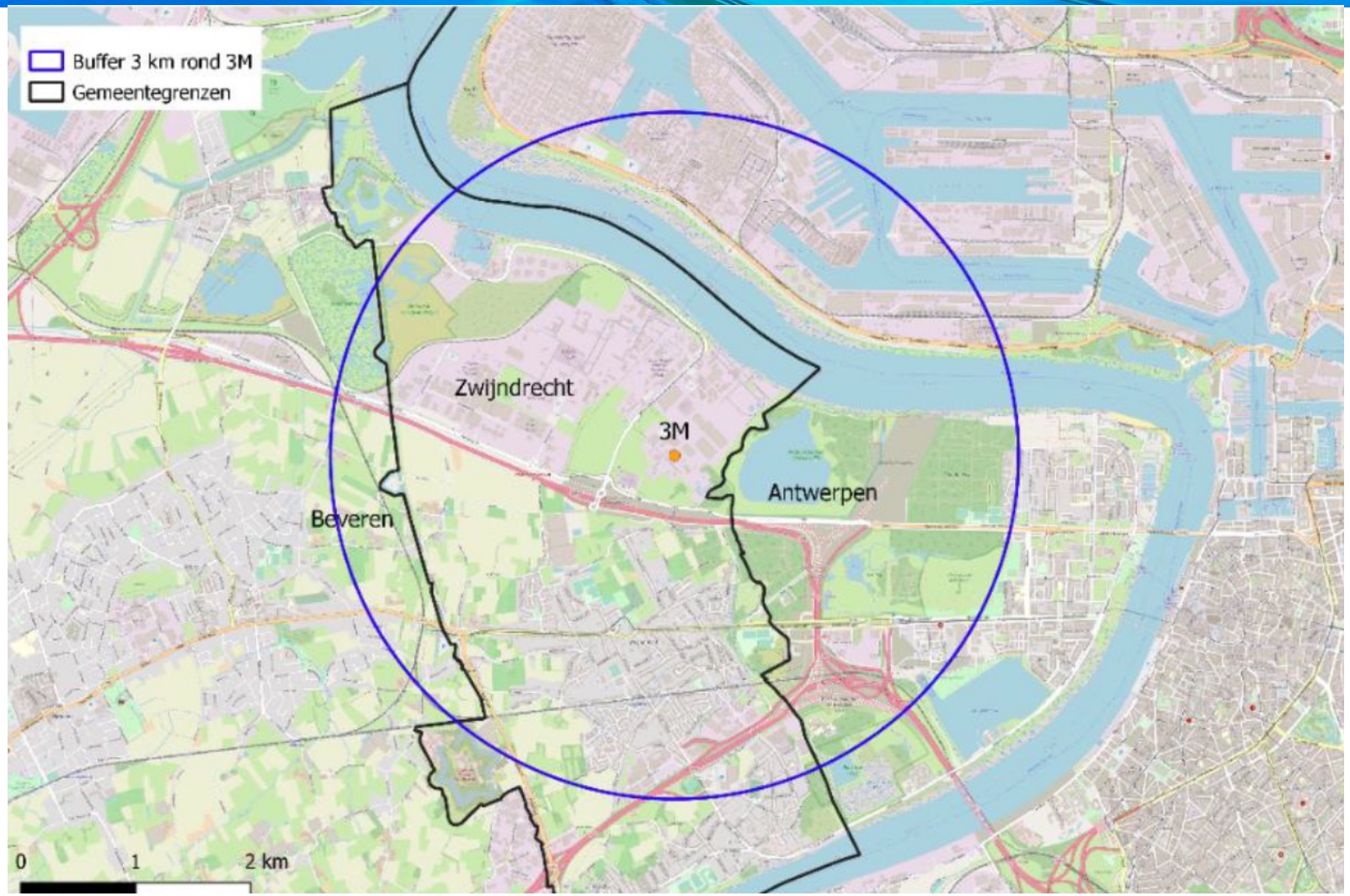




- Gebaseerd op een lichaamsgewicht van 70 kg, en een consumptie van 2 L water per dag en een bijdrage van 20% van drinkwater aan de totale PFAS inname, <u>wordt een nieuwe NL norm van 4.4 ng/L PFAS in drinkwater</u> voorgesteld

- Oude grenswaarden: PFOA 87.5 ng/L, Gen X 150 ng/L (Zeilmaker, RIVM, 2016)

3M in Zwijndrecht/Antwerpen



PFAS in serum inwoners dichtbij 3M, Antwerpen (µg/L)

Sample Code	47393909	47393910	47393911	47393912	47393913	47393914	47393915	47393916	47393917	47393918
PFBA	0.10	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	0.13	0.24	<0.05	<0.05	<0.05
PFPeA	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PFHxA	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PFHpA	0.03	0.05	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	<0.01	<0.01	0.07
PFOA	1.8	6.9	3.7	3.6	3.8	1.7	3.4	1.8	2.6	4.1
PFNA	0.18	1.4	0.83	1.2	0.84	0.33	0.47	0.47	0.98	0.81
PFDA	0.10	0.57	0.29	0.71	0.42	0.26	0.33	0.31	0.61	0.90
PFunDA	0.04	0.13	0.07	0.32	0.24	0.14	0.12	0.08	0.12	0.19
PFDoDA	<0.01	0.05	0.05	0.08	0.05	0.03	0.03	0.02	0.06	0.02
PFBS	0.10	0.26	0.14	0.09	0.09	0.08	0.09	0.02	0.05	0.05
PFPeS	0.01	0.07	0.04	0.07	0.05	0.03	0.04	0.02	0.06	0.03
PFHxS	4.2	46	51	13	33	1.5	4.2	4.5	12	2.2
PFHpS	0.53	20	21	5.2	14	0.26	0.75	1.6	4.9	0.25
Sum PFOS	19	1100	750	630	850	47	82	230	380	17
PFNS	<0.05	6.1	3.6	4.4	3.4	0.09	0.16	1.1	2.1	<0.05
PFDS	<0.05	0.24	0.14	0.80	0.29	<0.05	<0.05	0.10	0.19	<0.05
EFSA4	**25.2**	**1154**	**806**	**648**	**888**	**50.5**	**90.1**	**237**	**396**	**24.1**

VU VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM Faculty of Science

Max. EFSA4 in serum: **6.9 µg/L**

Groot bloedonderzoek Zwijndrecht/Antwerpen

Som van PFOA, PFNA, PFOS en PFHxS	
Onder EFSA-richtwaarde	**Boven EFSA-richtwaarde**
Geen gezondheidseffecten te verwachten	*Nadelige gezondheidseffecten niet uit te sluiten*
7%	**93%**

n=796

- Nu: bloedonderzoek van 70.000 inwoners

Wester-schelde

EH code	21/2792	21/2793	21/2799	21/2774	21/2775	21/2776
Monstercode	Sediment Bath	Lamsoor	Platichthys Flesus	Drinkwater Antwerpen	Haven Antwerpen	Westerschelde Bath
Parameters	ng/kg DM	ng/kg product	ng/kg product	ng/liter	ng/liter	ng/liter
PFBA	160	1200	180	*2.6	67	250
PFPeA	21	85	<9	4.6	10	27
PFHxA	38	25	*8.8	4.3	13	37
PFHpA	33	17	62	2	5.8	31
PFOA branched	<2	*2.3	*5.3	<0.5	1.8	3.9
PFOA linear	130	50	370	*1.6	16	92
PFOA som	130	53	370	1.6	18	96
PFNA	29	13	440	<0.5	1.7	13
PFDA	73	22	1000	<0.5	1.7	13
PFUnDA	65	9.1	720	<0.5	<0.5	2.2
PFDoDA	61	*4.5	650	<0.5	<0.5	*0.8
PFTrDA	19	<2	340	<0.5	<0.5	<0.5
PFTeDA	<2	<2	290	<0.5	<0.5	<0.5
PFHxDA	<2	<2	<4	<0.5	<0.5	<0.5
PFODA	<5	<4	<9	<1	<1	<1
HFPO-DA	*0.5	1.7	<0.9	*0.2	0.7	1.2
ADONA	*0.7	<0.4	<0.9	<0.1	<0.1	0.6
PFBS	36	55	18	7.1	16	30
PFPeS	<2	*4.9	<4	<0.5	*1.2	*1.3
PFHxS	21	17	760	<0.5	9.3	17
PFHpS	*4.5	*2.4	240	<0.5	*0.7	3.8
PFOS branched	66	87	7000	*0.8	22	32
PFOS linear	430	270	17000	<0.5	38	69
PFOS som	500	350	24000	0.8	60	100
PFNS	<2	<2	120	<0.5	<0.5	<0.5
PFDS	*4.9	<2	100	<0.5	<0.5	<0.5
4:2FTS	<2	<2	<4	<0.5	<0.5	<0.5
6:2FTS	50	*12	*13	<0.5	7.5	26
8:2FTS	10	*2.6	14	<0.5	<0.5	*1
10:2FTS	19	<4	*12	<0.5	<0.5	<0.5
N-MeFOSAA	99	9.7	250	<0.5	*1.1	14
N-EtFOSAA	380	52	1300	<0.5	4.6	31
MeFBSAA	*3.9	<2	<4	<0.5	*0.9	*0.8
PFOSA	130	27	2200	<0.5	<0.5	37
N-MeFOSA	<3	<4	<9	<0.5	<0.5	<0.5
EtFOSA	21	<4	<9	<0.5	<0.5	<0.5
FBSA	15	*6.2	7300	<0.5	6.9	32
MeFBSA	220	<2	28	<0.5	*1.6	5
FHxSA	15	*4.8	980	<0.5	3.5	15
8:2 diPAP	<3	<4	<9	<0.5	<0.5	<0.5
9Cl-PF30NS	<3	<4	<9	<0.5	<0.5	<0.5
11Cl-PF30UdS	<3	<4	<9	<0.5	<0.5	<0.5

Jongerenstudie HBM - omgeving 3M

Resultatenrapport

VU VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM Faculty of Science

vito · Universiteit Antwerpen · Provincie Antwerpen · UHASSELT · VUB VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL

DEPARTEMENT OMGEVING

omgevingvlaanderen.be

ACS ES&T Water
pubs.acs.org/estwater
Article

Pilot-Scale Continuous Foam Fractionation for the Removal of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) from Landfill Leachate

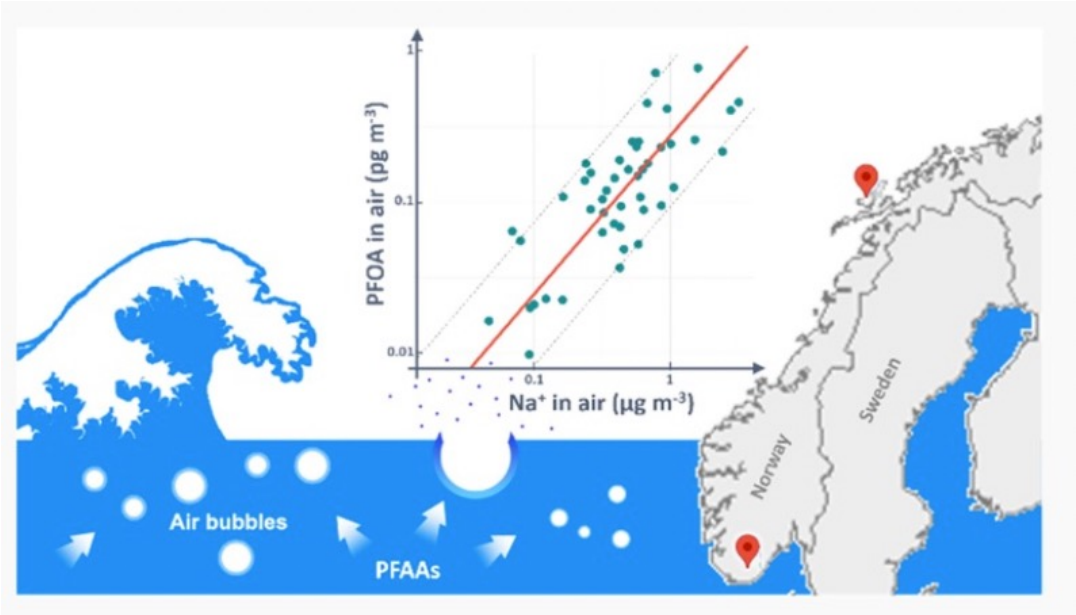
Sanne J. Smith,* Karin Wiberg, Philip McCleaf, and Lutz Ahrens

Cite This: *ACS EST Water* 2022, 2, 841–851
Read Online

Sea Spray Aerosol (SSA) as a Source of Perfluoroalkyl Acids (PFAAs) to the Atmosphere: Field Evidence from Long-Term Air Monitoring

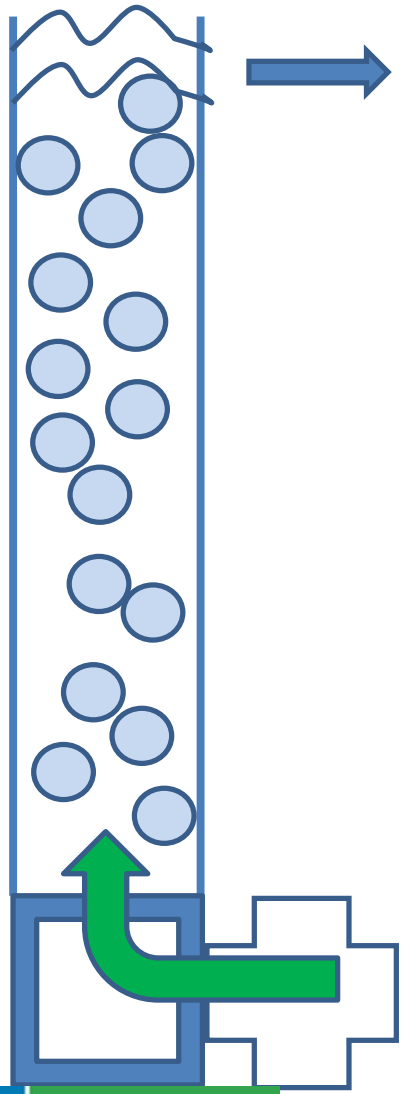
Bo Sha,* Jana H. Johansson, Peter Tunved, Pernilla Bohlin-Nizzetto, Ian T. Cousins, and Matthew E. Salter

Cite This: *Environ. Sci. Technol.* 2022, 56, 228–238
Read Online



VU VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM
Faculty of Science

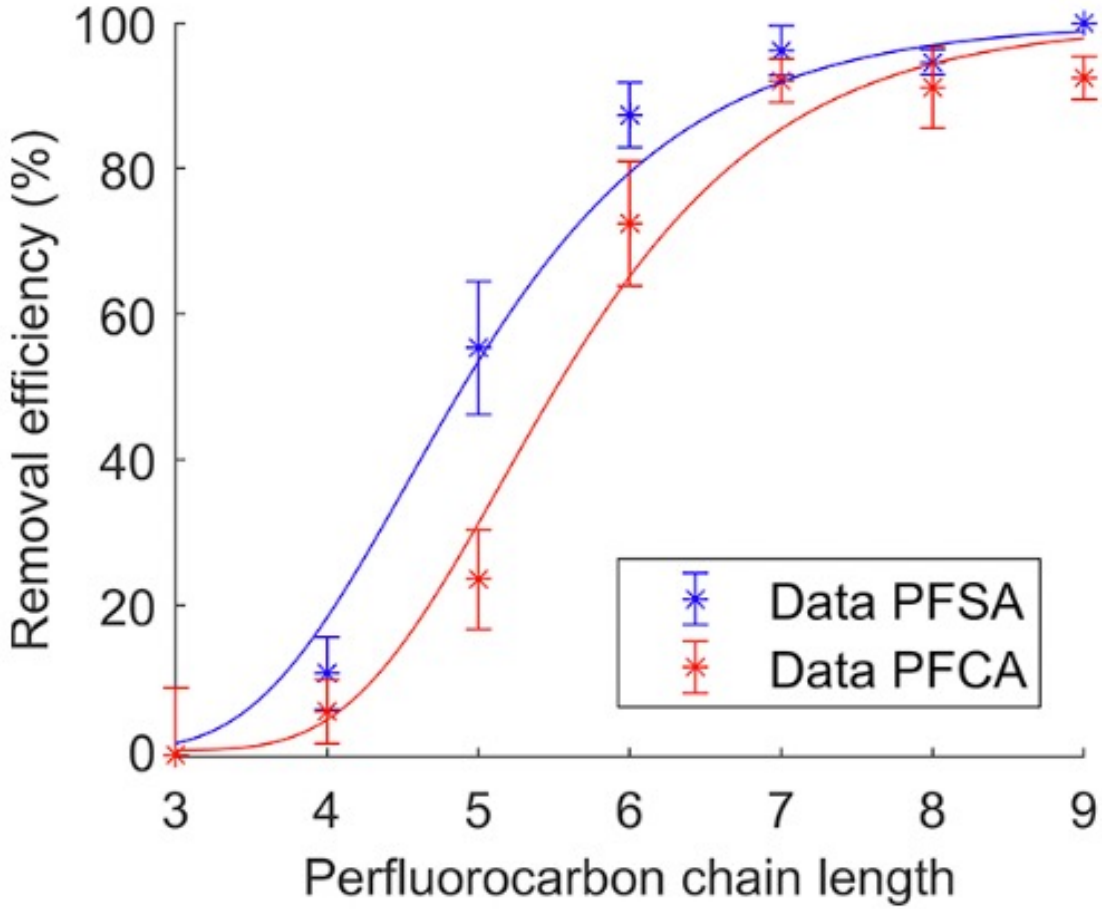
Waterkolom met opgelost PFAS doorborrelen met lucht….



PFAS accumulatie in schuimlaag

Smith et al., 2022

VU VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM Faculty of Science



VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM
Faculty of Science

Smith et al., 2022

VITO Pilot studie Belgische Kust

Tabel 2. Overzicht resultaten totale PFAS-gehaltes

Vito-ID		220705-0006	220705-0007	221006-0034	220705-0008	220705-0009	221006-0035
Locatie		Knokke	De Haan	Knokke	De Haan	De Haan	Knokke
Monster type		Water	Water	Schuim	Schuim	Blanko	Blanko
Totaal lineaire PFAS	µg/L	<0,01	0,25	1500	40	<0,01	<0,01
Totaal PFAS	µg/L	<0,01	0,25	2400	51	<0,01	<0,01
Totaal lineaire EFSA PFAS	µg/L	<0,01	<0,01	1400	36	<0,01	<0,01
Totaal EFSA PFAS	µg/L	<0,01	<0,01	2200	47	<0,01	<0,01

Vito-ID		220504-0024	220504-0025
Locatie		Knokke	Knokke
Monster		schuim	schuim
Totaal lineaire PFAS	µg/L	27	67
Totaal PFAS	µg/L	97	188
Totaal lineaire EFSA PFAS	µg/L	70	120
Totaal EFSA PFAS	µg/L	70	120
PFHxA	µg/L	<0,01	0,11
PFHpA	µg/L	0,06	0,55

PFAS in zeewater en zeeschuim
EINDRAPPORT

Studie uitgevoerd in opdracht van: Agentschap Zorg en Gezondheid
Referentie: 2022/SCT/R/2837
Januari 2023

vito Vision on technology for a better world vito.be

Hypothese PFAS in Duingebied

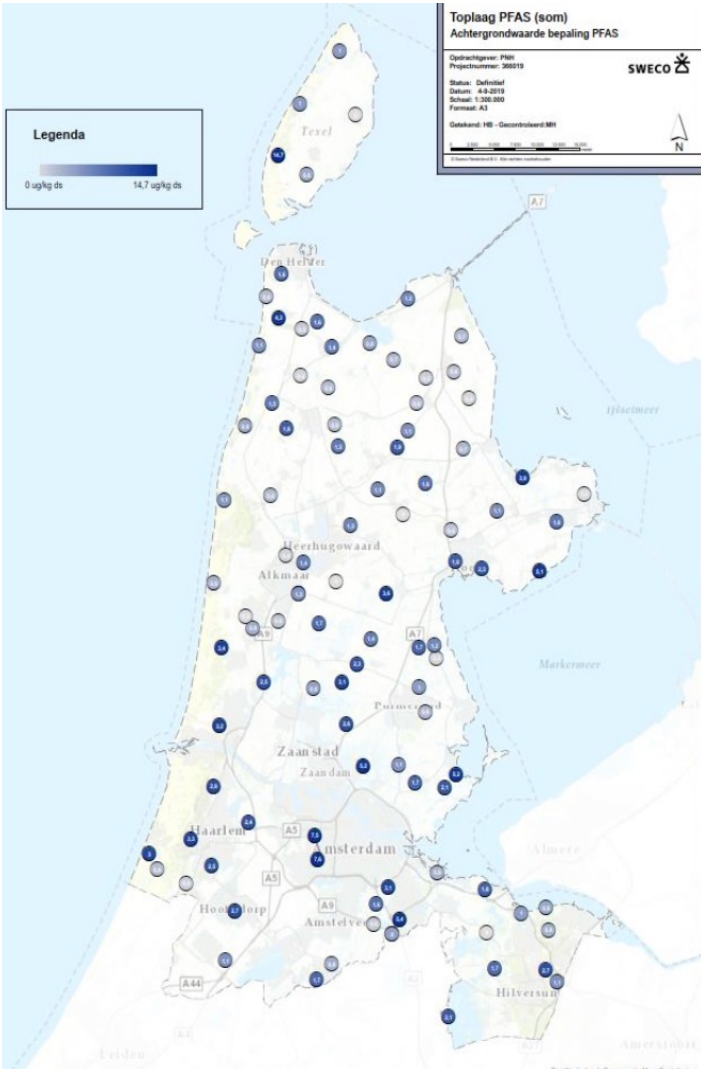
Bij het breken van golven kunnen aerosolen vrijkomen verrijkt met PFAS, die landinwaarts getransporteerd kunnen worden alvorens neer te slaan op de duinbodem.

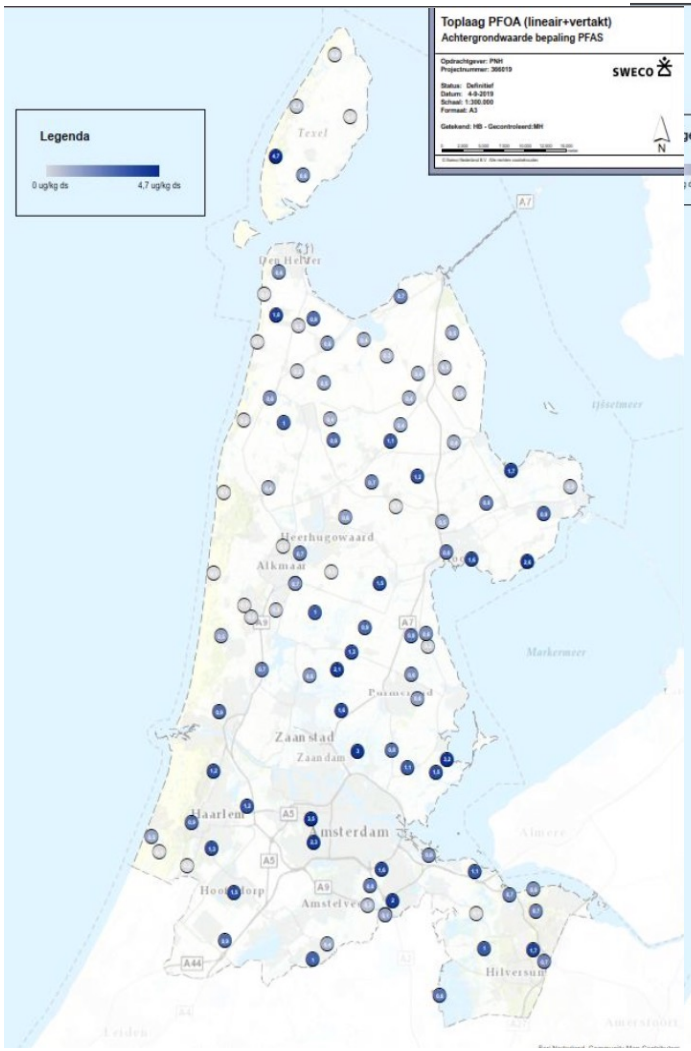
Sea spray aerosolen (SSA): Suspensie, in de lucht, van deeltjes die direct aan het zeeoppervlak worden geproduceerd.

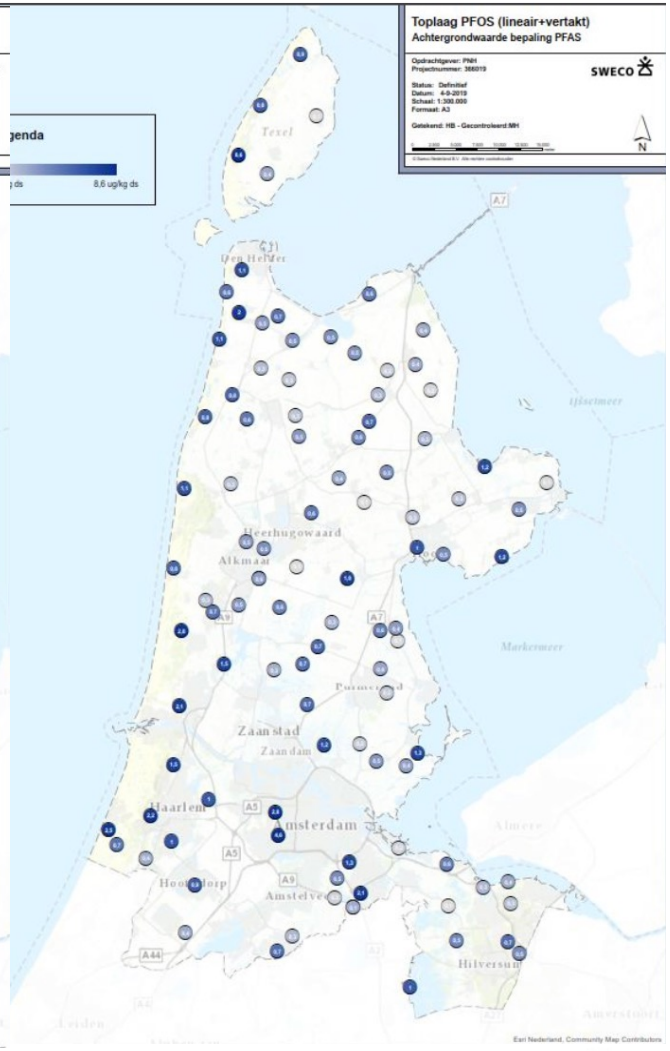
r_{80}= straal van SSA bij een relatieve luchtvochtigheid van 80%

Klassen van grootte:

- Klein: $r_{80} \leq 1$ μm (film drops)
- Medium: 1 μm < $r_{80} \leq 25$ μm (jet drops)
- Groot: $r_{80} \geq 25$ μm (spume drops- ontstaan vaak bij hoge windsnelheden)


Toplaag PFAS (som)
Achtergrondwaarde bepaling PFAS
Opdrachtgever: PNH
Projectnummer: 366019
Status: Definitief
Datum: 4-9-2019
Schaal: 1:300.000
Formaat: A3
Getekend: HB - Gecontroleerd:MH
SWECO
Legenda
0 ug/kg ds
14,7 ug/kg ds
Texel
Den Helder
Heerhugowaard
Alkmaar
Zaanstad
Zaandam
Haarlem
Amsterdam
Hoofddorp
Amstelveen
Hilversum
IJsselmeer
Markermeer
Almere
Leiden
Amersfoort
A7
A5
A9
A44


Toplaag PFOA (lineair+vertakt)
Achtergrondwaarde bepaling PFAS
Opdrachtgever: PNH
Projectnummer: 366019
Status: Definitief
Datum: 4-9-2019
Schaal: 1:300.000
Formaat: A3
Getekend: HB - Gecontroleerd:MH
SWECO
Legenda
0 ug/kg ds
4,7 ug/kg ds
Texel
Den Helder
Heerhugowaard
Alkmaar
Zaanstad
Zaandam
Haarlem
Amsterdam
Hoofddorp
Amstelveen
Hilversum
IJsselmeer
Markermeer
Almere
Leiden
Amersfoort
A7
A5
A9
A44


Toplaag PFOS (lineair+vertakt)
Achtergrondwaarde bepaling PFAS
Opdrachtgever: PNH
Projectnummer: 366019
Status: Definitief
Datum: 4-9-2019
Schaal: 1:300.000
Formaat: A3
Getekend: HB - Gecontroleerd:MH
SWECO
8,6 ug/kg ds
Texel
Den Helder
Heerhugowaard
Alkmaar
Zaanstad
Zaandam
Haarlem
Amsterdam
Hoofddorp
Amstelveen
Hilversum
IJsselmeer
Markermeer
Almere
Leiden
Amersfoort
A7
A5
A9
A44
Esri Nederland, Community Map Contributors

SWECO

Voorlopige conclusies zeeschuim

- PFAS concentreert zich in zeeschuim
- Langere ketens concentreren sterker dan korte ketens
- PFOS concentreert sterker dan PFOA
- Het lijkt dat seaspray tegen de duinen op wordt geblazen
- Gehalten in zeeschuim lijken heterogeen: meer monsters nodig
- Gevaren van orale en dermale blootstelling aan PFAS uit zeeschuim voor surfers en zwemmers nog niet bekend
- Bij toenemende wereldproductie PFAS zullen PFAS gehalten in zee toenemen

Lozingsvergunningen….achterhaald?

- Eind 2023 zijn slechts 200 van de 800 lozingsvergunningen geactualiseerd
- Nieuwe technologie is in staat afval ter plekke te verwerken (ontwikkelingen bij Chemelot bijv.)
- Bij opvoeren druk kan industrie zorgen dat er niet geloosd wordt
- Een lozingsvergunning is gemakkelijk, goedkoop en voorkomt latere claims
- De nadruk bij milieudiensten moet komen te liggen op de bescherming van de bevolking i.p.v. op tegemoetkomen aan industrie

Discussie

- Hoe kan het dat drinkwaterbedrijven niet werden ingelicht toen GenX als vervanger van PFOA mocht worden geloosd?
- Waarom werd GenX überhaupt toegelaten als vervanger?
- Waarom hebben we niet in kaart wie er allemaal PFAS lozen in Nederland?
- Is dat misschien ook zo voor chloorparaffinen?