

PFAS in het terrestrische milieu in de omgeving van 3M.

Lieven Bervoets

PFAS onderzoekers in ECOSPHERE

Terrestrisch:

Dr. Thimo Groffen (bodem, ongewervelden, planten, zangvogels)

Robin Lasters (bodem, groenten, kippeneieren)

Aquatisch (deels PFAS):

Dr. Lies Teunen (sediment en vissen)

Cara Byns (sediment, water, ongewervelden)

Tijdslijn onderzoek PFAS aan UAntwerpen

- 2001-2006: verschillende studies naar PFOS in vissen in de Schelde
- **2002-2006: studies naar PFAS in muizen in buurt van 3M**
- 2008-2012: studies naar PFAS in voedingswaren voor hele Vlaamse en Belgische bevolking
 - **2010 : deelstudie naar PFAS in kippeneieren waarbij enkele vrijwilligers in de buurt van 3M werden bemonsterd (zie studie PERFOOD)**
- **2011: Studie in opdracht van 3M: (resultaten gepubliceerd in 2017; Groffen et al. 2017): concentraties in eieren van koolmezen**
- **2015: Studie in kader van FWO project (doctoraatsonderzoek Groffen) over concentraties PFAS in mezeieren en effecten op broedsucces: (Groffen et al. 2019a).**
- 2016: Studie in kader van FWO project (doctoraatsonderzoek Groffen) over concentraties PFAS in bodem en pissebedden op verschillende afstanden van 3M (Groffen et al. 2019b).
- 2018: Studie in kader van FWO project (doctoraatsonderzoek Groffen) over concentraties PFAS op verschillende dieptes in bodem op verschillende afstanden van 3M en relatie met microbiële activiteit (Groffen et al. 2019c).
- 2018-2019: studie naar PFAS in vissen uit de Noordzee in het kader van master thesis
- **2019-2023: studie naar PFAS in bodem en voedsel uit private tuinen**
- 2019-2023: studie naar PFAS in water, sediment en ongewervelden
- 2021-2023: herhaling studie in mezen eieren en in bodemorganismen op verschillende afstanden van 3M; studie effect van bodemeigenschappen
- 2021-2023: toxiciteitstesten op oude en nieuwe PFAS; zowel aquatische als terrestrische organismen
- 2009-heden: verschillende studies in buitenland naar PFAS in vissen (Afrika, Azië, Amerika) en eieren van Pinguïns (Antartica)

PFAS in bosmuizen: data 2002

Research | Article

Biochemical Effect Evaluation of Perfluorooctane Sulfonic Acid-Contaminated Wood Mice (*Apodemus sylvaticus*)

Philippe Tony Hoff,¹ Jan Scheirs,² Kristin Van de Vijver,¹ Walter Van Dongen,³ Eddy Louis Esmans,³ Ronny Blust,¹ and Wim De Coen¹

¹Department of Biology, Research Unit Ecophysiology, Biochemistry and Toxicology, ²Department of Biology, Evolutionary Biology Group, and ³Department of Chemistry, Nucleoside Research and Mass Spectrometry Unit, Antwerp University, Antwerp, Belgium

Environmental Health Perspectives • VOLUME 112 | NUMBER 6 | May 2004





Table 1. Perfluorinated concentrations in wood mouse liver (µg/g wet weight).

	No.	PFOS	PFNA	PFDA	PFUA	PFDOA
Blokkersdijk	1	15.34	0.27	< LOD	< LOD	0.04
	2	4.94	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	3	2.01	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	4	1.55	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	5	7.71	< LOD	< LOD	< LOD	0.04
	6	52.65	< LOD	< LOD	0.15	0.10
	7	0.47	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	8	2.35	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	9	2.89	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	10	56.78	< LOD	< LOD	0.07	0.21
	11	45.66	< LOD	0.13	0.06	0.22
	12	98.41	< LOD	< LOD	0.04	0.11
	13	1.73	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	14	2.10	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	15	9.19	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	16	25.25	< LOD	0.19	0.08	0.09
	17	28.07	< LOD	< LOD	0.08	0.10
	18	4.71	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	19	5.06	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	20	4.30	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	21	178.55	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	Minimum	0.47	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	Maximum	178.55	0.27	0.19	0.15	0.22
	Median	5.06	—	—	—	—
	Mean ^a ± SD	26.18 ± 43.12	—	—	—	—
Galgenweel	22	0.37	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	23	0.19	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	24	0.42	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	25	0.14	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	26	0.15	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	27	1.11	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	28	0.28	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	29	0.36	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	30	0.87	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	31	0.24	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	32	0.23	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	33	0.47	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	34	0.23	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	35	0.19	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	36	0.22	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	37	0.24	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	38	0.36	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	39	0.30	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	40	0.39	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	41	0.23	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	42	0.30	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
		Minimum	0.14	< LOD	< LOD	< LOD
	Maximum	1.11	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
	Median	0.28	—	—	—	—
	Mean ^a ± SD	0.35 ± 0.23	—	—	—	—

Abbreviations: —, Median, mean ± SD cannot be calculated if values are < LOD; LOD, limit of detection. The numbers (no.) refer to individual mice captured at Blokkersdijk (1–22) or Galgenweel (23–42). LOD values for PFNA, PFDA, PFUA, and PFDOA were, respectively, 0.09, 0.05, 0.03, and 0.04 µg/g wet weight.

^aMean liver PFOS concentrations differ significantly between Blokkersdijk and Galgenweel (ANOVA: $F_{1,34} = 81.19, p < 0.001$).



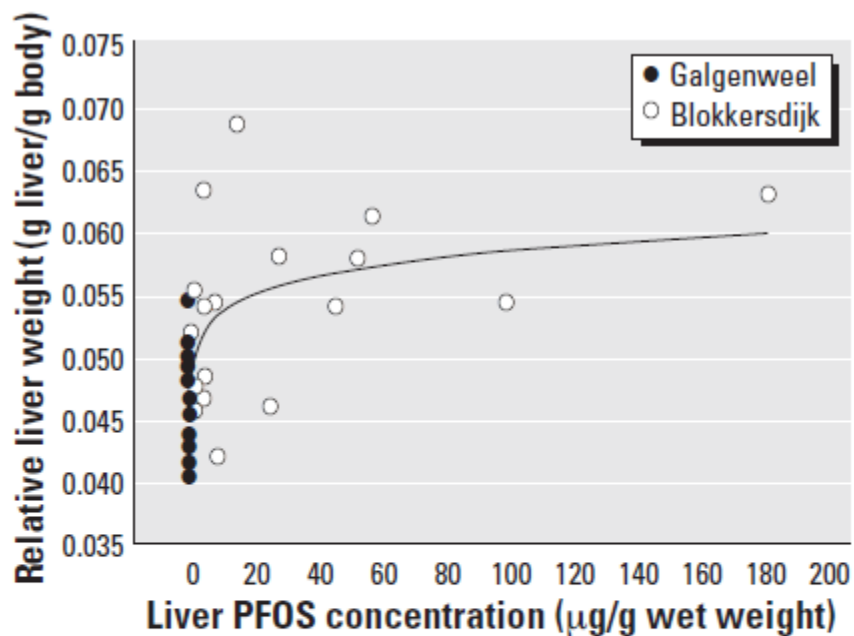


Figure 2. Regression curve describing the relationship between the relative liver weight and the liver PFOS concentration in mice. The regression equation is $y = 0.04901 \times x^{0.03982}$, where y represents the relative liver weight (g/g wet weight) and x the hepatic PFOS concentration ($\mu\text{g/g}$ wet weight; $R^2 = 0.42$, $p < 0.001$).

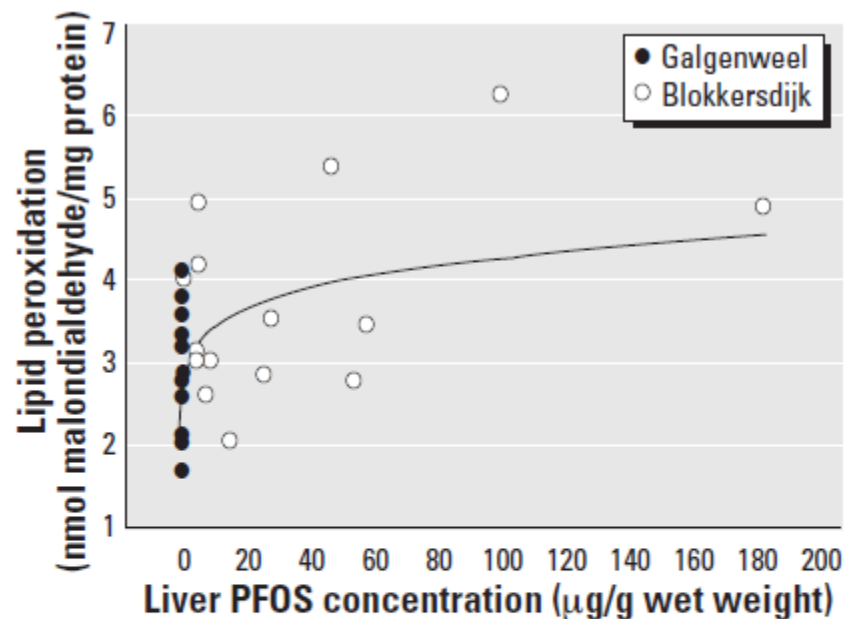


Figure 3. Regression curve describing the relationship between the liver microsomal lipid peroxidation level and the liver PFOS concentration in mice. The regression equation is $y = \log(19.5489 + 0.7360 \times x)$, where y represents the liver microsomal lipid peroxidation level (nmol malondialdehyde/mg protein) and x the hepatic PFOS concentration ($\mu\text{g/g}$ wet weight; $R^2 = 0.30$, $p < 0.001$).

Characterisation of perfluorooctane sulfonate (PFOS) in a terrestrial ecosystem near a fluorochemical plant in Flanders, Belgium

Wendy D'Hollander • Luc De Bruyn • An Hagenars •
Pim de Voogt • Lieven Bervoets

Table 3 The average concentrations (in nanogram per gram) of PFOS in the livers of wood mouse from Blokkersdijk and Galgenweel sampled in 2002 (data from Hoff et al. 2004) and 2006 (present study)

Location	2002	2006
Blokkersdijk	26,180±4,312	5,810±1,300
Galgenweel	347±51	153±37

2006-2012

- BFRISK: Vlaamse Overheid (LNE milieu en gezondheid)
- PERFOOD-FOD: Federale overheid (volksgezondheid)
- PERFOOD-EU: Europese overheid (EU FP7 programma)

PERFOOD

Perfluoralkylchemicaliën in de voedselketen: een beleidsondersteunende risico-analyse

RF6181

01/07/2007 – 30/06/2011



selectie PFAAs

Perfluorinated acids (PFC)				
Perfluorocarboxylic acids (PFCA) $CF_3-(CF_2)_n-(COOH)$			Perfluoroalkylsulfonic acids (PFSA) $CF_3-(CF_2)_n-(SO_3H)$	
PFBA	Perfluorobutanoic acid	C4		
PFH _x A	Perfluorohexanoic acid	C6	PFH _x S	Perfluorohexane sulfonate
PFOA	perfluorooctanoic acid	C8	PFOS	perfluorooctane sulfonate
PFNA	Perfluorononanoic acid	C9		
PFDA	Perfluorodecanoic acid	C10		
PFUnA	Perfluoroundecanoic acid	C11		
PFDoA	Perfluorododecanoic acid	C12		

PERFOOD

Perfluoralkylchemicaliën in de voedselketen:
een beleidsondersteunende risicoanalyse

RF6181

01/07/2007 – 30/06/2012

Onderzoek gesubsidieerd door de Federale Overheid

Eindrapport

D'Hollander W.¹, Van den Acker M.¹, Bols P.², Lemiere F.³ Maes B.⁴, Bervoets L.¹

Hot-spot onderzoek

ACCUMULATION OF PERFLUORINATED CHEMICALS IN BELGIAN HOME-PRODUCED CHICKEN EGGS

D'Hollander W¹, de Voogt P^{2,3}, Bervoets L¹

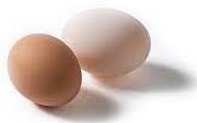
¹Laboratory of Ecophysiology, Biochemistry and Toxicology, Department of Biology, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium

²University of Amsterdam-IBED, Nieuwe Achtergracht 166, 1018 WV Amsterdam, Netherlands

³Kiwa Water Research, Nieuwegein, Netherlands

PFOS levels in chicken eggs, soil and water from different locations in Flanders

nr.	Location	eggs (ng/g)		soil (ng/g)	Origin water	water (ng/L)
		Average	stdev			
1	Gavere	52.8	30.9	1.5	Rain	0.1
2	Mechelen	5.3	3.5	2.4	Rain	1.7
3	Grimbergen	7.0	4.7	0.1	Tap	0.0
4	Zwijndrecht	386	308	33.7	Rain	61.4
5	Kessel	2.5	1.0	0.3	Tap	0.9
6	Westmalle	0.4	0.5	2.3	Tap	0.5
7	Nijlen	4.5	5.3	1.1	Rain	2.5
8	Hoevene	13.0	9.0	1.6	Tap	0.3
9	Arendonk	9.2	4.6	0.8	Tap	0.6
10	Olmen	3.1	1.8	0.6	Tap	0.6
11	Olmen	3.3	1.7	0.6	Rain	1.2
12	Lille	3.4	1.8	0.2	Tap	0.3
13	Zwijndrecht	110	59.2	21.3	Rain	66.6
14	Edegem	7.8	5.9	1.9	Rain	2.3
15	Liedekerke	3.0	2.9	0.2	Tap	2.1
16	Meerhout	0.4	0.7	0.3	Rain	0.0
17	Oelegem	4.7	3.1	0.7	Tap	0.1
18	Grembergen	8.4	3.0	2.3	Tap	0.7
19	Schoten	8.9	3.7	1.5	Tap	0.6
20	Grimbergen	2.6	1.9	0.7	n.a.	n.a.
21	Kappellen	18.1	6.8	3.8	Tap	0.3
22	Borgerhout	6.9	4.2	2.0	Rain	21.2
23	Zwijndrecht	3473	576	24.0	Rain	119.7
24	Voeren	6.3	1.5	0.3	Rain	1.2
25	Brecht	12.3	4.3	2.6	Tap	0.6
26	Sinaai	15.1	0.6	0.7	Tap	0.1
27	St. Job	22.3	3.6	4.3	Tap	0.2
28	Kortrijk	10.4	6.0	1.2	Rain	5.3
29	Neeroeteren	5.6	1.8	0.8	Tap	8.7
	Max	3473		33.7		119.7
	Min	0.4		0.1		0.0
	Average	145		3.9		10.7
	median	7.0		1.2		0.7



PFAS in zangvogels (1): data 2012

Environmental Pollution 228 (2017) 140–148



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Pollution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol



Perfluoroalkylated acids in the eggs of great tits (*Parus major*) near a fluorochemical plant in Flanders, Belgium[☆]



Thimo Groffen^{a,*}, Ana Lopez-Antia^b, Wendy D'Hollander^a, Els Prinsen^c, Marcel Eens^b, Lieven Bervoets^a

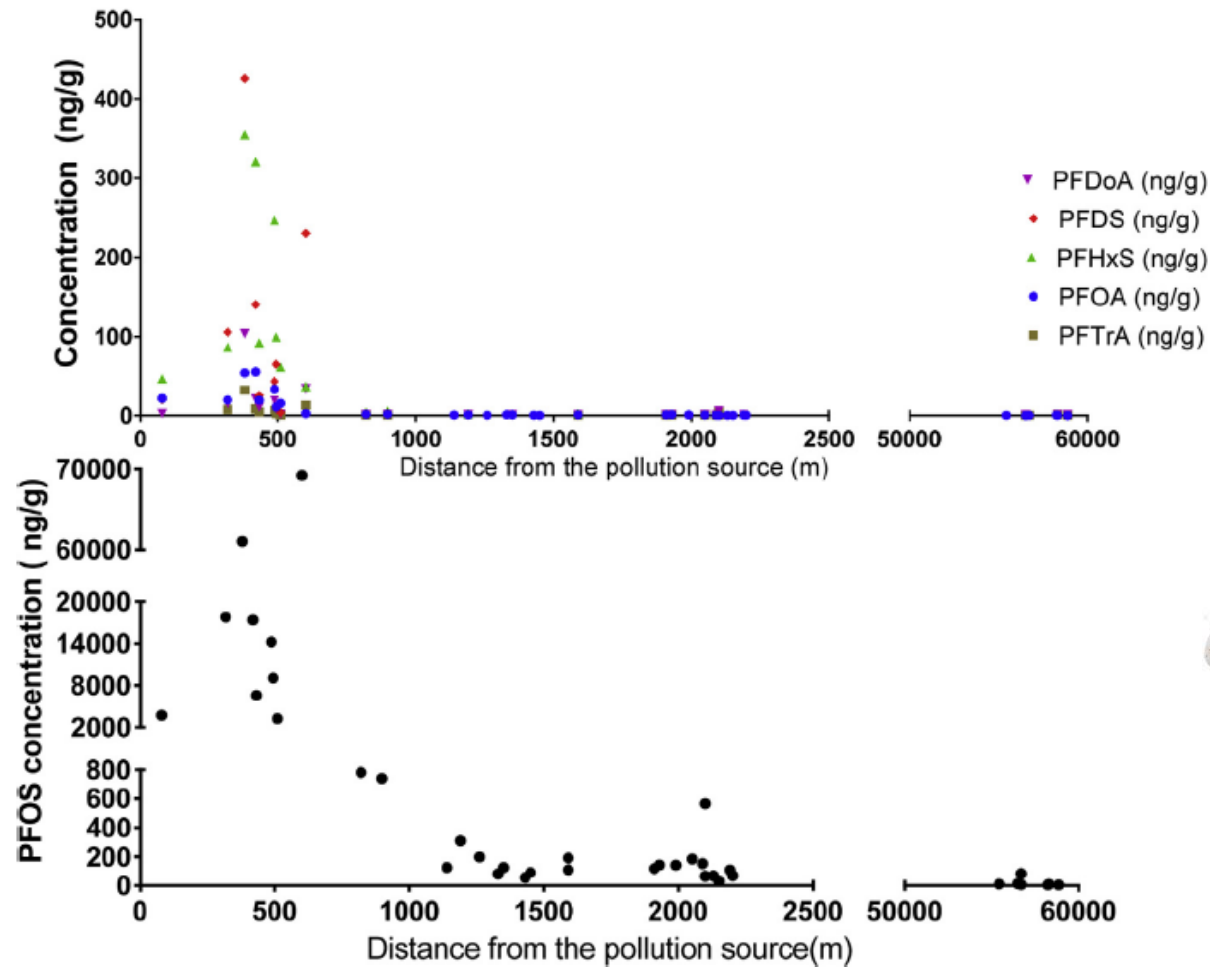
^a Systemic Physiological and Ecotoxicology Research (SPHERE), Department of Biology, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020, Antwerp, Belgium

^b Behavioural Ecology and Ecophysiology Group (BECO), Department of Biology, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Belgium

^c Integrated Molecular Plant Physiology Research (IMPRES), Department of Biology, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020, Antwerp, Belgium

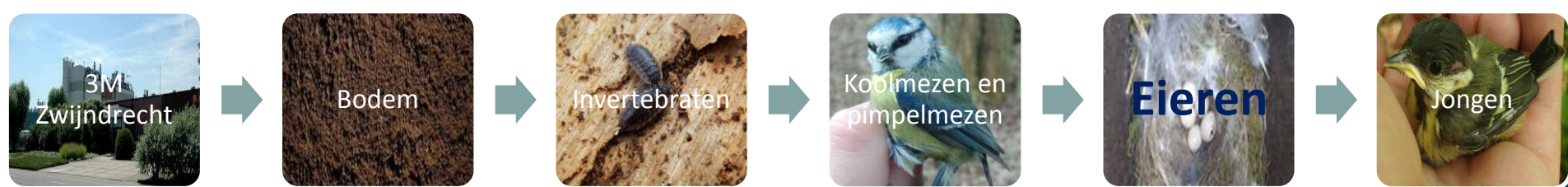


PFAS in zangvogels (1): data 2012



Accumulatie en toxiciteit van perfluoroalkyl componenten (PFAAs) op terrestrische invertebraten en zangvogels.

Doctoraats- en postdoc onderzoek Thimo Groffen



PFAS in zangvogels (2): data 2016

Science of the Total Environment 652 (2019) 718–728



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Limited reproductive impairment in a passerine bird species exposed along a perfluoroalkyl acid (PFAA) pollution gradient

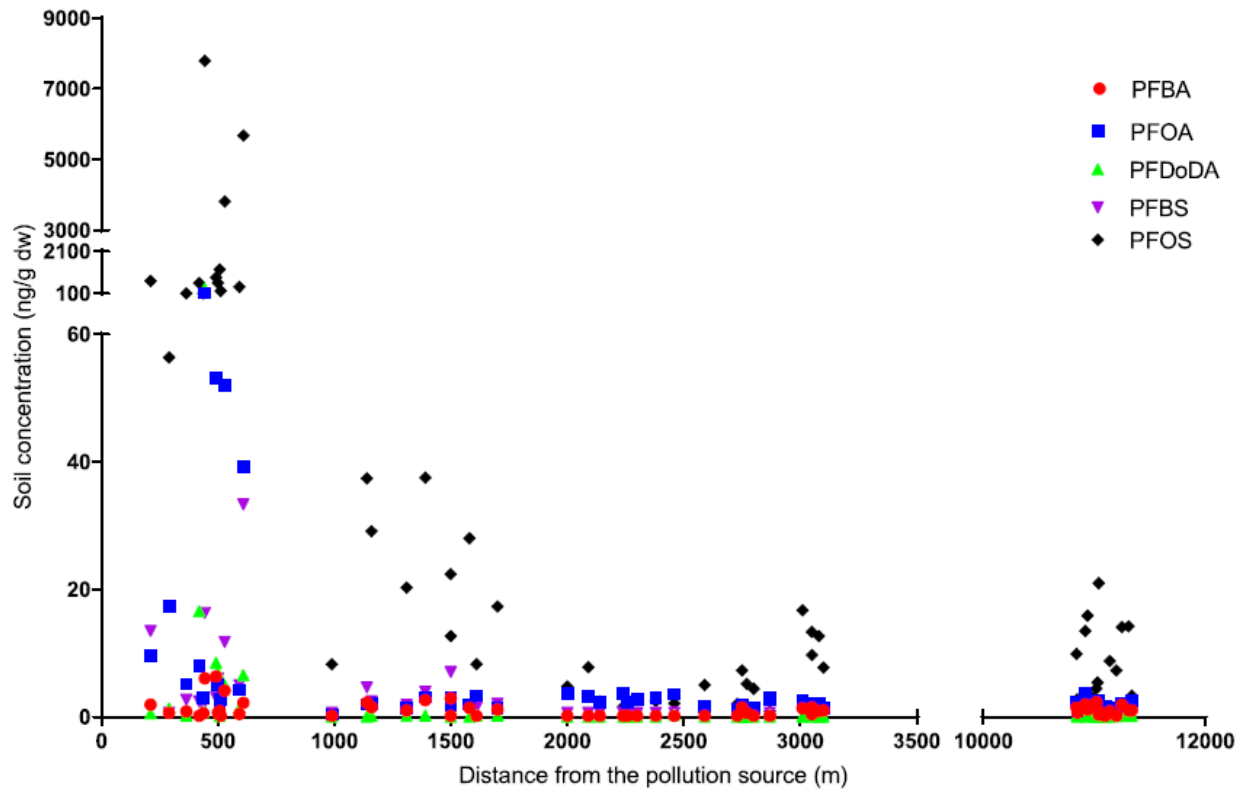


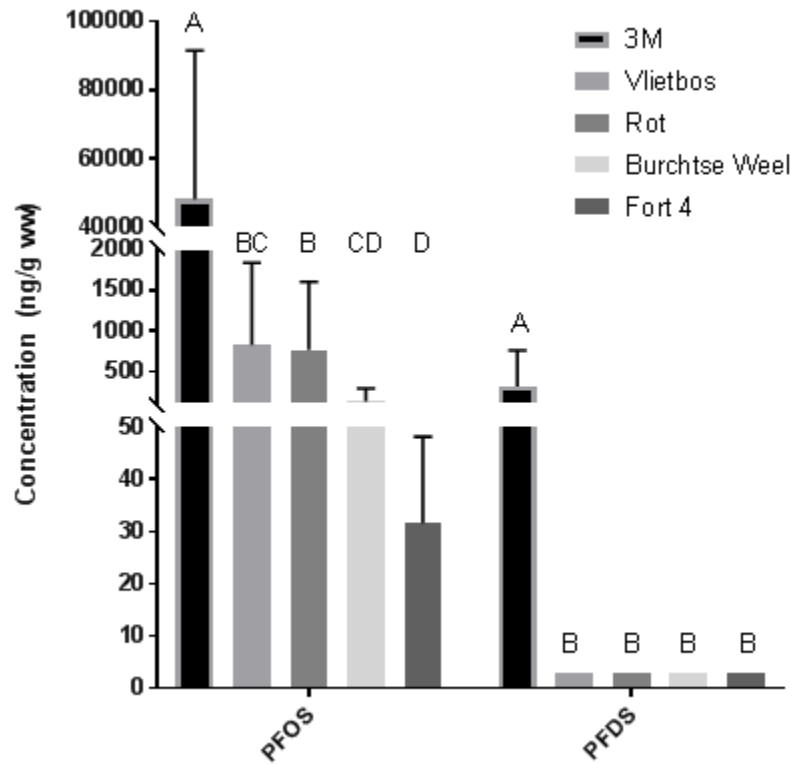
Thimo Groffen^{a,*}, Robin Lasters^{a,1}, Ana Lopez-Antia^b, Els Prinsen^c, Lieven Bervoets^a, Marcel Eens^b

^a Systemic Physiological and Ecotoxicological Research (SPHERE), Department of Biology, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium

^b Behavioural Ecology and Ecophysiology Group (BECO), Department of Biology, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Belgium

^c Integrated Molecular Plant Physiology Research (IMPRES), Department of Biology, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium





PFAS in zangvogels (2)

- PFAA concentraties opnieuw erg hoog
- Beperkte relatie met reproductief succes
- lager uitkipsucces
- dunnere eischalen
- hogere overleving van jongen
- vervroegde start broedseizoen
- afname van totaal broedsucces



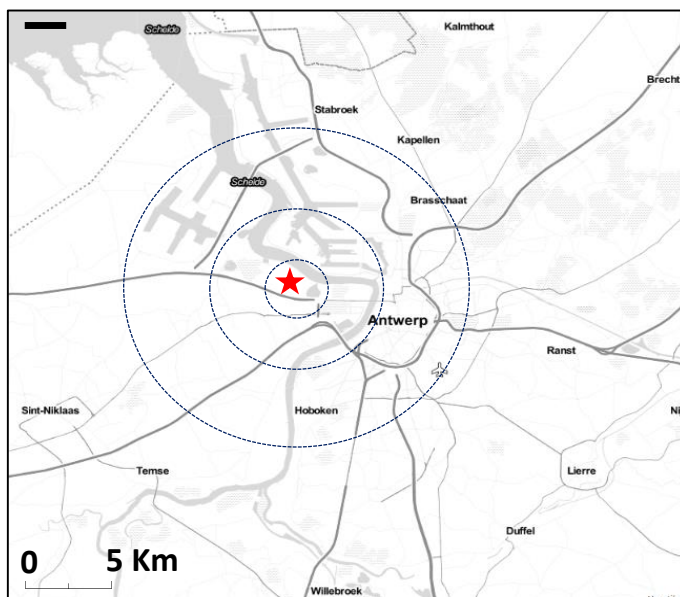
PFAS in kippeneieren en groenten (2)

PhD: Robin Lasters: 2018-2023

- pilootstudie 2018: kippeneieren ifv afstand 3M
- 2019: kippeneieren en groenten ifv afstand 3M
- 2020-2021: bodem, water, wormen + kippeneieren en groenten ifv afstand 3M

PFAS in kippeneieren en groenten (2)

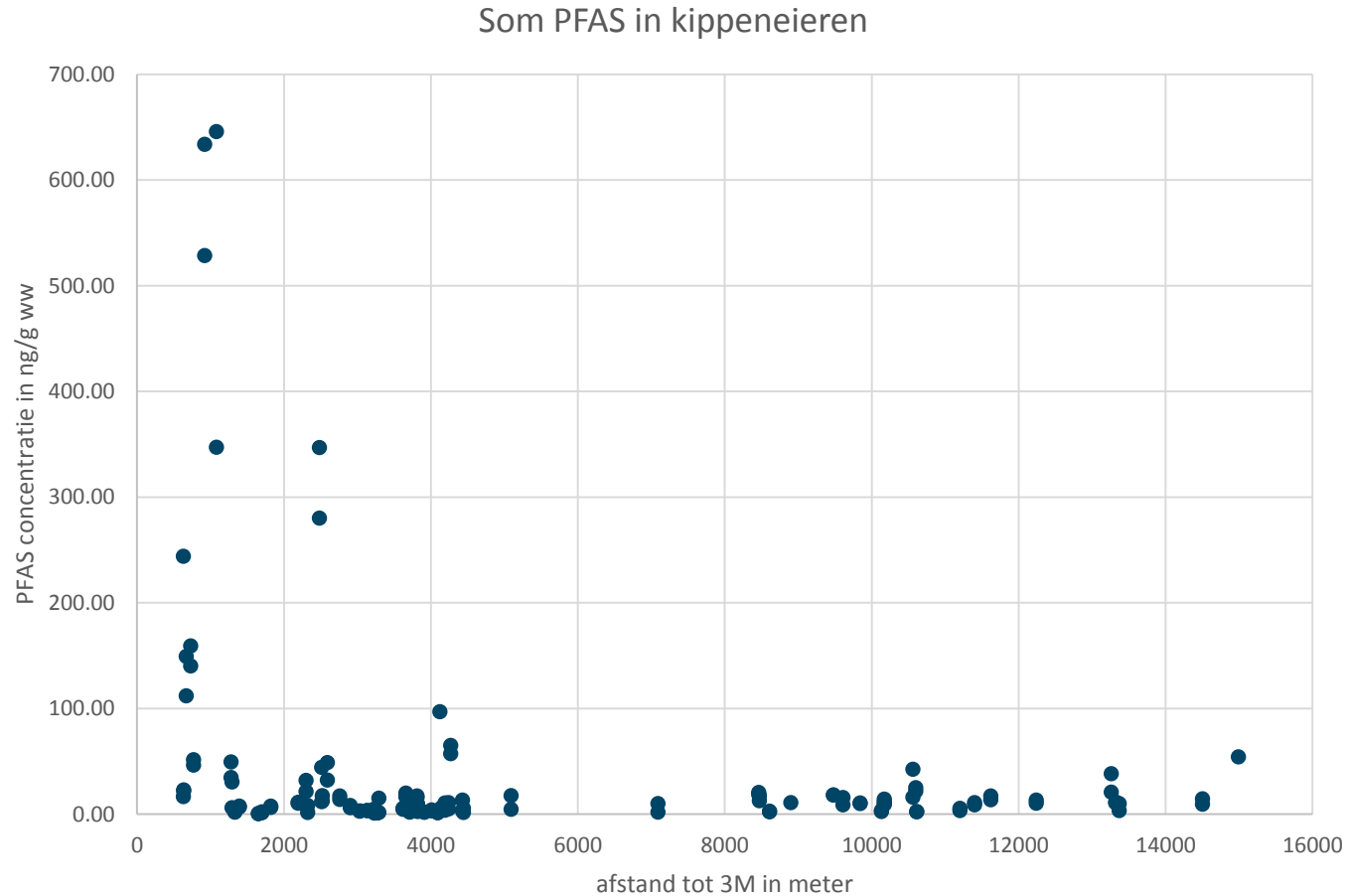
Piloot studie 2018 'home-produced' kippeneieren:



Gedetecteerde PFAS:

PFBA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	PFDoA	PFTrA	PFHxS	PFOS
29%	97%	36.8%	63.2%	13.2%	22.1%	1.4%	4.4%	97%

Data kippeneieren 2018 en 2019



Som PFAS=PFOS+PFOA+PFNA+PFHxS

Richtlijn EFSA (PFOS+PFOA+PFNA+PFHxS: 4,4 ng/kg bw per week)

Bij:

- 70 kg lichaamsgewicht
- Consumptie van 1 ei per week
- Gemiddeld gewicht ei van 58 gram

Richtlijn EFSA (PFOS+PFOA+PFNA+PFHxS: 4,4 ng/kg bw per week)

Bij:

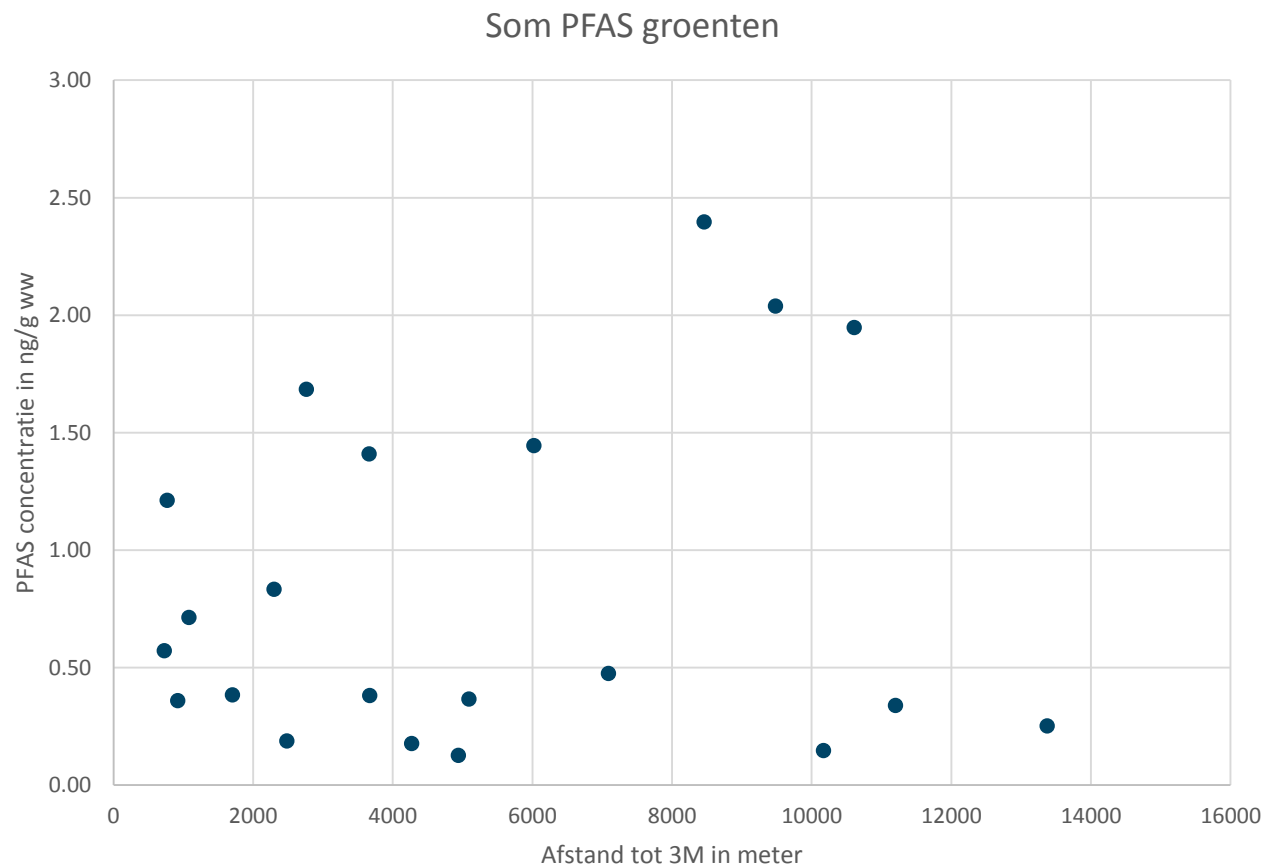
- 70 kg lichaamsgewicht
- Consumptie van 1 ei per week
- Gemiddeld gewicht ei van 58 gram



Som PFAS: 4,8 ng/g ww

overschrijding in 87 % van de gevallen (tot 134 x)

Data groenten 2019



Richtlijn EFSA (4,4 ng/kg bw per week)

Bij:

- 70 kg lichaamsgewicht
- Consumptie van 250 gram groenten per week

Richtlijn EFSA (4,4 ng/kg bw per week)

Bij:

- 70 kg lichaamsgewicht
- Consumptie van 250 gram groenten per week



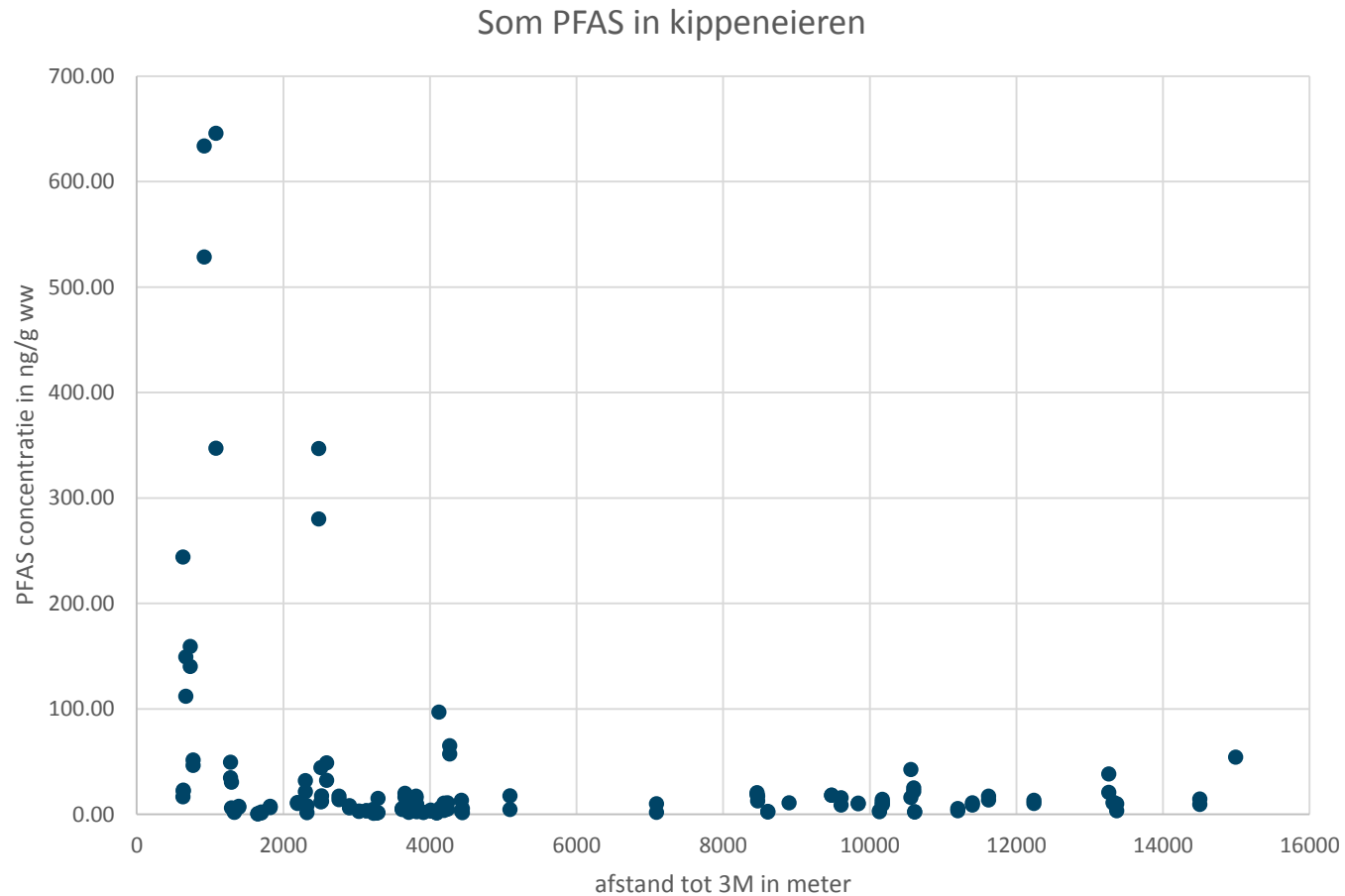
Som PFAS: < 1,12 ng/g ww

overschrijding in 21 % van de gevallen (tot 2 x)

PFAS in kippeneieren en groenten

- 2020-2021: bodem, water, wormen + kippeneieren en groenten ifv afstand 3M
- Effect van bodemeigenschappen op biobeschikbaarheid

Data kippeneieren 2018 en 2019



Som PFAS=PFOS+PFOA+PFNA+PFHxS

PFAS in kippeneieren en groenten

- 2020-2021: bodem, water, wormen + kippeneieren en groenten ifv afstand 3M
- Effect van bodemeigenschappen op biobeschikbaarheid
- Data in verwerking: definitieve resultaten verwacht eind 2023

Bedankt voor uw aandacht