

School Ronse: PFAS, Bisfenol A en BDE-209

Februari 2026

1. SITUERING

Vraag gecommuniceerd door Bart Bautmans op 10/10/2025: *“Hier is zeer veel onrust na een aantal hoge PFAS-in-Bloed waarden bij enkele kinderen. Er is geen vermoeden dat er in de toplaag bodem hoge PFAS-waarden voorkomen, in het grondwater is dat anders. De school is gelegen aan de ZO-kant van het bedrijf Utextel. I.s.m. ons heeft OVAM het bedrijf aangemaand om een bijkomende bodemmeting te doen op de locatie van de school.*

De binnenmilieumeting kan voor mij enkel uitgevoerd worden indien het resultaat schaalbaar en interpreteerbaar is, d.w.z. een robuuste techniek, die vergelijking heeft met eerdere staalnames elders in Vlaanderen (bv. Willebroek, Zwijndrecht).

We zijn op zoek naar vooral de EFSA-4 PFAS, de vlamvertrager BDE-209 en Bisphenol-A (momenteel loopt een afwijkingaanvraag voor deze lozingsparameter bij het bedrijf).”

“Het doel is met een snelle screening uitsluiten dat bodem en/of binnenstof een grote blootstellingsbron zijn.”

2. BINNEN- EN BUITENMILIEUMETINGEN

VITO stelt voor om metingen in klaslokalen, op de verharde speelplaats en van bodemstof uit te voeren. Aangezien deze school zich duidelijk in de nabijheid van een PFAS verontreinigd gebied bevindt volgens de PFAS-verkenner, zijn er verhoogde PFAS-niveaus te verwachten in de buiten schoolomgeving, maar mogelijks ook in de klaslokalen (door ‘track in van bodemdeeltjes of via de buitenlucht).

Wat we kunnen bereiken met binnenmetingen, is enerzijds een evaluatie van de concentratieniveaus in de school t.o.v depositiestof buiten op verharde oppervlaktes en t.o.v bodemstalen. Anderzijds kunnen we deze niveaus met meetgegevens van andere binnenlocaties in Vlaanderen (incl. hotspots) vergelijken, en een blootstelling en risico-inschatting doen.

De binnenmilieumetingen kunnen uitgevoerd worden volgens de protocols die eerder in Vlaanderen gehanteerd werden; en ook de analyse kan gebeuren volgens zelfde protocols/labo’s, zodat we een maximale vergelijkbaarheid hebben tussen deze en eerdere stalen.

Bestaande binnenmilieu-data waarmee vergeleken kan worden zijn o.a. Metingen in Opganglocaties Vlaanderen (BDE-209), Huisstof 3M studie (PFAS), PFAS@Home (PFAS) en metingen van Universiteit Antwerpen (nog te bevestigen).

In buitenomgeving zijn er veel data in de regio beschikbaar.

3. HET MEETPLAN

3.1 HET STAALNAMEPLAN

Het meetplan, getoond in Tabel 1, werd bijna integraal uitgevoerd zoals voorgesteld, met uitzondering van de deurmatte(n) in de centrale inkom; die bleken niet aanwezig.

Ter plaatse bleek verder dat de centrale inkom van de school door de leerlingen en leerkrachten enkel gebruikt wordt voor toekomen op en vertrekken van school (connectie straatkant - speelplaats). Het is het niet zo dat de leerlingen zich door deze inkom begeven van en naar de klaslokalen. De passage van leerlingen situeert zich hoofdzakelijk tussen de klaslokalen en de speelplaats, die niet voor elk klaslokaal beschikten over een inkomhal. Omdat Klaslokaal 1 wel beschikt over een inkomhal (gedeelde ruimte voor de 2 graadklassen van de kleuterschool); werd het stofstaal 'inkom' in deze ruimte verzameld.

Tabel 1 Uitgevoerde meetplan

Binnenmilieu			
Nr.	Code	Beschrijving	Stofstalen
1	RONSE-MAT-1	Deurmat(ten) centrale inkom Klaslokaal 1	Vloer (matten)
2	RONSE-K-1-VL	Klaslokaal 1, gvl. nabij inkom	Vloer
3	RONSE-K-1-OP	Klaslokaal 1, gvl. nabij inkom	Oppervlakten
4	RONSE-K-2-VL	Klaslokaal 2, gvl. verder van inkom	Vloer
5	RONSE-K-2-OP	Klaslokaal 2, gvl. verder van inkom	Oppervlakten
6	RONSE-K-3-VL	Klaslokaal 3, 1 ^e verdieping	Vloer
7	RONSE-K-3-OP	Klaslokaal 3, 1 ^e verdieping	Oppervlakten
Buitenomgeving			
8	RONSE-SP-1	Speelplaats locatie 1	Verharde grond
9	RONSE-SP-2	Speelplaats locatie 2	Verharde grond
			Bodemstalen
10	RONSE-BOD-1	Bodemstaal locatie 1	Onder houtschors
11	RONSE-BOD-2	Bodemstaal locatie 2	Onder houtschors
12	RONSE-ZB-1	Zandbak	Naast de zandbak
13	RONSE-Blanco	Blanco depositie (Na ₂ SO ₄)	

3.2 BEMONSTERING EN STAALANALYSE

3.2.1 Staalname stof- en bodemstalen

In verschillende studies in Vlaanderen werden de voorbije jaren PFAS gemeten in huisstof, zoals vloeren depositiestof. Hierbij werden verschillende bemonsteringsmethodes toegepast, zoals stofzuiger met opvangrecipiënt (PFAS@HOME studie), petrischalen (PFAS-jongerenstudie HBM – omgeving 3M) en schraapstalen (PFAS-jongerenstudie HBM – omgeving 3M). In FLEHS-5 (vijfde cyclus van het Vlaamse Humane-biomonitoringsprogramma (VHBP)) wordt momenteel bij 50 deelnemers uit de HBM-studiepopulatie van 300 jongeren eveneens huisstof verzameld waarin verschillende milieuverontreinigende stoffen, zoals PFAS, gemeten worden. Het protocol gebruikt voor deze stofstalen in Ronse, werd maximaal afgestemd op de meest recente studies, zoals o.m. de PFAS-jongerenstudie HBM – omgeving 3M en FLEHS-5. Ook de bemonstering voor bodemstalen werd afgestemd op het moestuin staalnameprotocol van FLEHS-5.

Stofstalen binnen en buiten op verharde grond:

- Volgens stofzuiger protocol FLEHS-5 en opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen (Kadering en onderbouwing: Adviesvraag Methode voor bemonstering huisstof, in opdracht van Departement Omgeving)
- Oppervlakten: aandacht voor voldoende stof verzamelen.
- Telkens bemonsterde oppervlak afmeten (en optellen) → lasermeter

Bodemstalen

- Volgens moestuinprotocol FLEHS-5
- Mengstalen
- X-Y-coördinaten noteren

3.2.2 Staalvoorbereiding en analyse stof- en bodemstalen

3.2.2.1 PFAS-staalvoorbereiding en analyse EFSA-4

De staalvoorbereiding en chemische analyse van de stalen gebeurde volgens het protocol dat beschreven staat in de studie 'Meetcampagne voor stofmetingen in woningen in Willebroek,' mei 2023 D/2023/5024/14; uitgevoerd in opdracht van OVAM, alsook dit van de FLEHS-5 studie die momenteel loopt.

Een blanco staal werd op de site verzameld door opzuigen van Na_2SO_4 ; naar analogie van het protocol voor FLEHS-5, en eerdere studies. Dit blanco staal had voor de grote meerderheid van PFAS-componenten een concentratie lager dan de detectielimiet, met uitzondering van PFBA (1,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$), PFHxA (1,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$), PFHpA (0,37 $\mu\text{g}/\text{kg}$), T-PFOA (0,24 $\mu\text{g}/\text{kg}$), L-PFOS (23 $\mu\text{g}/\text{kg}$) en T-PFOS (32 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Ondanks de PFOS blancoconcentratie voldeed de recovery van de interne standaard aan de geldende kwaliteitseisen. Aanvullend werden 5 random stalen geselecteerd voor een duplicaatanalyse, na spiking met een gekende hoeveelheid PFAS. Ook deze resultaten voldeden aan de kwaliteitscriteria. In de analyse van andere blancostalen, afkomstig uit dezelfde Na_2SO_4 -stock, was de PFOS-verhoging niet terug te vinden. Mogelijk zijn de PFOS-concentraties in het blancostaal en de stalen van Ronse gevolg van een artefact tijdens de staalvoorbereiding. Uitgaande van een voorzichtigheidsprincipe, worden de hier gerapporteerde concentraties NIET blanco-gecorrigeerd voor de dataverwerking.

3.2.2.2 Staalvoorbereiding en analyse vlamvertrager BDE-209

De staalvoorbereiding en chemische analyse van de stalen gebeurde zoals beschreven in 'Het uitvoeren van binnenmilieumetingen in kinderdagverblijven', uitgevoerd in opdracht van: Departement Zorg (Referentie 2024/EI/R/3310 2024). Het blanco staal bevatte een concentratie BDE-209 van 1,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$; uitgaande van het voorzichtigheidsprincipe wordt ook voor deze component geen blanco-correctie doorgevoerd.

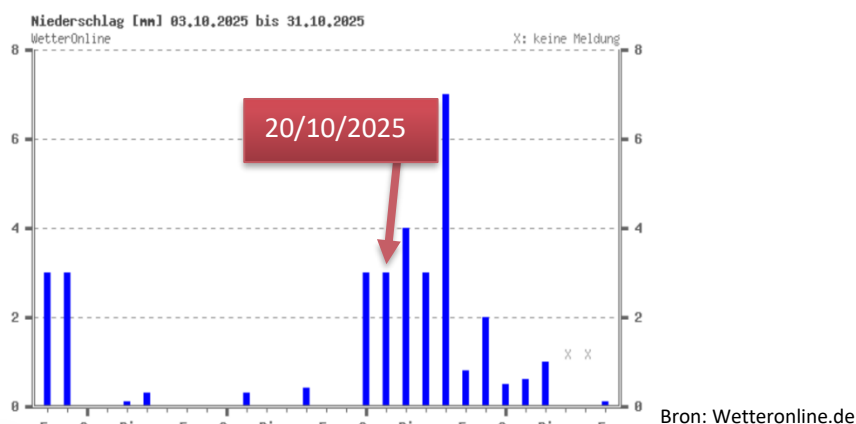
3.2.2.3 Staalvoorbereiding en analyse Bisphenol-A

De staalvoorbereiding en chemische analyse van de stalen gebeurde volgens het protocol dat beschreven is door Geens et al 2009. De concentratie BPA in het blanco staal was lager dan de detectielimiet.

3.3 UITVOERING VAN DE METINGEN

3.3.1 Timing van de uitvoering

De metingen werden uitgevoerd op 20-10-2025. De periode voorafgaand aan de metingen werd gekarakteriseerd door zeer weinig neerslag. Enkel de dag voorafgaand aan de metingen en de dag van de metingen viel ongeveer 3 mm neerslag. Tijdens de uitvoering van de buitenmetingen was er quasi geen neerslag; de neerslag op het verharde deel van de speelplaats was grotendeels opgedroogd tijdens het verzamelen van de stofstalen.



Figuur 1 Neerslag geregistreerd in nabij gelegen weerstation, voorafgaand en tijdens de staalname

3.3.2 Beschrijving van de site

3.3.2.1 Ligging

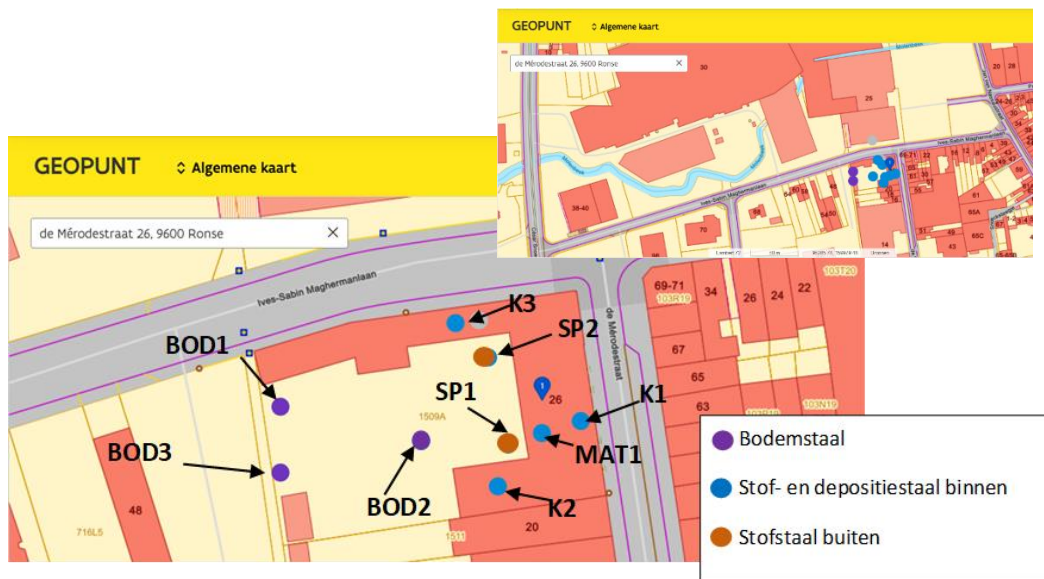
Deze basisschool is gelegen in het centrum van Ronse. Het domein van het textielverwerkend bedrijf Utextbel ligt op 11m van het schoolterrein.

In Ronse is een historische bodemverontreiniging aanwezig. In 2021 werd door OVAM aangetoond dat de waterbodem en de oevers van de Molenbeek al zwaar belast waren met o.a. PFAS uit het verleden. Dit heeft samen met de resultaten van een onderzoek van bodem en grondwater op een iets verdere afstand van de Molenbeek in 2022 geleid tot de gekende no regret-maatregelen. Vervolgens is de provincie Oost-Vlaanderen, als waterloopbeheerder, aan zet om een waterbodemonderzoek van de Molenbeek uit te voeren om de (water)bodem- en grondwaterverontreiniging in de omgeving ervan meer gedetailleerd in kaart te brengen.

De provincie Oost-Vlaanderen is intussen gestart met het in beeld brengen van de waterbodemkwaliteit op locaties ter hoogte van lozingspunten en overstorten van rioleringen. Deze resultaten werden overgemaakt aan OVAM. Op twee plaatsen werden licht verhoogde concentraties vastgesteld. De provincie start dit jaar nog verder onderzoek op.

3.3.2.2 De meetpunten in de school

De situering van de verschillende staalname-locaties worden getoond in Figuur 2.



Figuur 2 Situering van de meetpunten op het schooldomein

De speelplaats van de school is voor minstens 75% van de oppervlakte onthard. Het ontharde deel bestaat uit aarde en boomschors, met enkele bomen en speeltuigen, zoals getoond in Figuur 3A (RONSE-BOD-1). De zandbak bevindt zich achteraan de speelplaats, tegen de perceelsgrens (RONSE-ZB-1, Figuur 3B). In tegenstelling tot de rest van het ontharde stuk speelplaats, is daar minder tot geen boomschors aanwezig; tijdens het maken van de put voor bodemstaalname bleek er puin in de grond te zitten op deze plaats (steengruis en ander bouwafval).

De stofstalen buiten, op het verharde deel van de speelplaats, werden verzameld nabij de inkomhal van de kleuterafdeling (deur met raam) en de inkom van de graadklas 5/6^e leerjaar (zonder inkomhal). Figuur 3C, toont meetplaats RONSE-SP-1.



Figuur 3 Foto's van de speelplaats en de klaslokalen

Klas 1 (graadklas peuter- en eerste kleuterklas) beschikt over een gedeelde inkomhal (Figuur 3D) met de andere kleuterklas (graadklas 2^e en 3^e kleuter). Hier plaatsen de kleuters boekentas en jassen, en worden ook de schoenen omgewisseld voor pantoffels bij toekomen in het gebouw. Klas 1 beschikt niet over opengaande ramen; in de kring bevindt zich een groot tapijt (Figuur 3E). Zowel klas 1 als klas 2 (Figuur 3F) bevinden zich gelijkvloers; klas 3 (Figuur 3F) bevindt zich op de eerste verdieping. Klas 3 wordt bereikt via een buitentrap (de klas bevindt zich op de zolderverdieping van het schoolgebouw). Zowel klas 2 als klas 3 beschikken over opengaande ramen, waarlangs aanvullend op de mechanische ventilatie (type D) verlucht wordt. In Klas 3 is ook een tapijt aanwezig.

De bemonsterde oppervlaktes voor de stofstalen worden beschreven in Tabel 2.

Tabel 2 Beschrijving bemonsterde oppervlaktes in de klaslokalen

	Vloerstof	Depositiestof
Klas 1	Ganse vloeroppervlak van de klas, incl. oud tapijt ('kring')	Kastjes, bankjes, werktafels en vensterbanken
Klas 2	Ganse vloeroppervlak klaslokaal, incl. zithoek	Tafels, kast(en), vensterbank
Klas 3	Ganse vloeroppervlak klaslokaal, incl. zithoek met tapijt	Kast, raamkozijnen van 2 veluxramen (in schuin dak, duidelijk zichtbaar stof aanwezig, moeilijker te bereiken om te poetsen)

De hoeveelheid vloerstofstaal na zeven van de verzamelde stalen, varieerde tussen 1,3 g (vloer Klas 1) en 10 g (speelplaats1). De hoeveelheid depositiestof varieerde tussen 44,4 mg (depositie Klas 3) en 250 mg (depositiestof klas 1).

In 'Meetcampagne voor stofmetingen in woningen in Willebroek,' mei 2023 D/2023/5024/14; uitgevoerd in opdracht van OVAM, werd bij een beperkte hoeveelheid vloerstof in een aantal monsters vastgesteld dat de intake voor chemische analyse laag was. De betrouwbaarheid van de analyse is lager wanneer de intake laag is. Als vuistregel voor deze analyse werd in de studie van Willebroek gesteld dat de onzekerheid toeneemt als de intake minder dan 50 mg bedraagt (in Willebroek voor 19 van 29 monsters). Bij deze metingen in Ronse, wordt vastgesteld dat het depositiestaal verzameld in Klas 3 minder dan 50 mg bedraagt, en het depositiestaal van Klas 2 55 mg bedraagt; beide resultaten dienen daarom beschouwd te worden met een lagere betrouwbaarheid.

3.4 DE RESULTATEN

3.4.1 Bodemanalyse

De resultaten van de bodemanalyse worden getoond in Tabel 3.

De richtinggevende toetsingswaarden voor bodemonderzoek en sanering voor PFAS zijn voor bestemmingstype III (woongebied):

PFOS: 3* / **14,7 µg/kg ds**

PFOA: 2* / **9,5 µg/kg ds**

**De toetsingswaarde voor bestemmingstype III wordt bij aanwezigheid van kippen met vrije uitloop en/of van een moestuin als gebruik van landbouwgrond beoordeeld (toetsingswaarde van bestemmingstype II).*

Bron:

<https://ovam.vlaanderen.be/documents/177281/0/20250701+Richtlijn+toetsingswaarden+bodemsanering+PFAS.pdf/6ed23b22-beaa-a835-e68d-3eed9acaac7?version=1.0&t=1761292211670&download=true>

Tabel 3 Resultaten bodemanalyse speelplaats

	[µg/kg ds]	RONSE-BOD-1	RONSE-BOD-2	RONSE-ZB-1
		Bodemstaal locatie 1	Bodemstaal locatie 2	Zandbak
L-PFOA	335-67-1	0.71	0.32	0.59
T-PFOA	-	0.71	0.32	0.59
PFNA	375-95-1	0.37	0.19	0.32
L-PFHxS	355-46-4	< 0.07	< 0.06	< 0.06
T-PFHxS	-	< 0.07	< 0.06	< 0.06
L-PFOS	1763-23-1	6.9	2.8	5.9
T-PFOS	-	7.5	3.7	6.5

Daar ter hoogte van de school de aanwezigheid van kippen of moestuin niet van toepassing is, worden de toetsingswaarden van 14,7 µg/kg ds gehanteerd voor PFOS en deze van 9,5 µg/kg ds voor PFOA. Voor PFNA en PFHxS zijn er geen toetsingswaarden beschikbaar.

Bij T-PFOA en T-PFOS staat de T voor 'Totaal', dus de lineaire en vertakte vorm samen. L staat voor de 'Lineaire' vorm. Het zijn dus de T-PFOA of T-PFOS concentraties die vergeleken dienen te worden met de toetsingswaarden.

De waarden voor T-PFOA (0,71, 0,32 en 0,59) zijn lager dan de toetsingswaarde voor woongebied van 9,5 µg/kg ds.

De waarden voor T-PFOS (7,5, 3,7 en 6,5) zijn lager dan de toetsingswaarde voor woongebied van 14,7 µg/kg ds.

3.4.2 Vloerstof

3.4.2.1 PFAS, BDE-209 en BPA in vloerstof

Tabel 4 toont een overzicht van de verzamelde stalen vloerstof in de klassen en op de speelplaats.

Tabel 4 Overzicht PFAS, BPA en BDE-209 in vloerstof, uitgedrukt in µg/kg.

	RONSE-MAT-1	RONSE-K-1-VL	RONSE-K-2-VL	RONSE-K-3-VL	RONSE-SP-1	RONSE-SP-2
	Klas 1 Inkomhal	Klas 1	Klas 2	Klas 3	Speelpl.1	Speelpl.2
	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]
PFBA	2,5	5,6	7,2	16	-	32
PFPeA	0,59	1,2	1,4	4,6	2,9	5,3
PFHxA	1,5	2,1	2,9	26	2,7	6
PFHpA	0,67	0,91	1,8	3,9	0,9	2,4
L-PFOA	1,1	2	5,6	9,7	1,9	14
T-PFOA	1,2	2,7	7,4	11	2,3	15
PFNA	0,41	0,44	1,1	1,6	0,73	2,5
PFDA	1,2	1,1	3,5	3,5	4,8	13
PFUnDA	0,46	0,42	1,4	1,1	2,4	4,4
PFDoDA	0,82	0,85	2,6	2	5,9	13
PFTrDA	0,48	0,42	1	< 1	2,5	7,7
PFTeDA	1,1	0,71	3	2,1	5	13
PFHxDA	0,52	0,28	1,2	< 1	2,8	-
PFODA	< 0,3	< 0,3	< 0,8	< 1	< 0,7	-
L-PFHxS	< 0,2	0,22	0,32	0,45	< 0,2	0,38
T-PFHxS	< 0,2	0,57	0,45	0,68	< 0,2	0,46
PFOS	23	22	29	53	26	40
T-PFOS	32	31	40	56	35	55
BPAF	0,57	1,5	1300	57	0,75	1,4
BPA	25	171	95	500	7,9	< 1,0
BDE-209	9,2	13	1815	187	6,8	6,7

- PFAS

De twee stalen verzameld op de **speelplaats** vertonen verschillende PFAS-concentraties in het verzamelde stof. Dit verschil is geen gevolg van een verschillende hoeveelheid stof: voor beide stalen werd een oppervlak van 11m² bemonsterd en op dit oppervlak werd op locatie Speelplaats1 dubbel zoveel stof verzameld dan op locatie Speelplaats2 (11,13 g na zeven op Speelplaats1 vs. 4,51 g na zeven op Speelplaats2). Toch zijn de gedetecteerde PFAS-concentraties van staal Speelplaats 2 voor elke gedetecteerde component minstens dubbel zo hoog als deze van Speelplaats1. Speelplaats2 ligt dan ook meer ingesloten tussen de schoolgebouwen dan Speelplaats1, wat mogelijk een aanrijking van het stof veroorzaakt. Uitzondering hierop is BDE-209, welke in beide stalen in vergelijkbare concentratie gedetecteerd wordt.

De vloerstofstalen verzameld in beide gelijkvloers gelegen klaslokalen (**Klas1 en Klas2**) en in de inkomhal van Klas1, vertonen een overeenstemming voor de verschillende bepaalde PFAS-componenten. In **Klas3** echter, gelegen op de eerste verdieping, worden verschillende PFAS-componenten (PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, L-PFOA, T-PFOA, PFOS, T-PFOS, en BPA) telkens in hogere concentraties aangetroffen dan in de andere 2 klaslokalen. De concentratieniveaus zijn van vergelijkbare grootteorde als deze die buiten, op locatie Speelplaats2 (gelegen onder Klas3) gemeten

werden, of hoger voor bijvoorbeeld PFHxA (perfluorhexaanzuur). Ook BPA (Bisfenol A) wordt in deze klas in hogere concentratie gedetecteerd dan in de andere 2 klaslokalen of de buitenmetingen.

Zowel BPAF (bisfenol AF) en BDE-209 worden anderzijds in Klas2 gemeten in duidelijk hogere concentraties dan de gehalten vastgesteld in de andere klaslokalen of op de speelplaats. Aangezien de concentraties in deze klas zowel de buitenmetingen als deze van de andere klaslokalen overschrijden, wijst dit op een bron aanwezig in deze klas.

- EFSA-4 in vloerstof

Omwille van de specifieke vraag naar de potentiële blootstelling aan EFSA-4 PFAS (som van PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS) wordt in Tabel 5 een overzicht getoond van EFSA-4 in de klassen en op de speelplaats, uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{kg}$ stof.

Tabel 5 Overzicht EFSA-4 in vloerstof, uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{kg}$

	Inkom klas 1	Klas 1	Klas 2	Klas 3	Speelpl.1	Speelpl.2
EFSA-4 [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	33,6	34,7	49,0	69,3	38,0	72,9

Tabel 5 toont dat de hoeveelheid van EFSA-4 PFAS **in vloerstof** – uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{kg}$ - in Klas 3 van vergelijkbaar niveau is als deze op locatie Speelplaats2. Verder blijkt de hoeveelheid EFSA-4 PFAS in Klas 1, Klas 2, inkom Klas 1 en Speelplaats1 eveneens onderling vergelijkbaar en ook lager is dan wat gemeten wordt in Klas 3 en Speelplaats2.

- BPA, BPAF en BDE-209

Uit Tabel 4 blijkt dat Bisfenol A in het vloerstaal verzameld in Klas 3 ($500 \mu\text{g}/\text{kg}$) hoger is dan dit in de andere klassen; het vloerstaal verzameld in klas 1 heeft de laagste concentratie aan deze component die afkomstig kan zijn van een waaier aan plastic materialen, metalen voedselverpakkingen of elektronica. Bisfenol A was quasi niet aanwezig in het buitenstaal, dit wijst erop dat de bron van deze component zich niet in de buitenomgeving bevindt, maar eerder in de klas zelf.

Anderzijds blijkt de gebromeerde vlamvertrager BDE-209 verhoogd aanwezig in het vloerstof van Klas 2 ten opzichte van de andere 2 klassen; net als Bisfenol AF. Beide componenten zijn echter quasi niet aanwezig in het stof verzameld op de speelplaats. Dit wijst erop dat de bron van deze componenten zich niet in de buitenomgeving bevindt, maar eerder in de klas zelf. BDE-209 kan bijvoorbeeld afkomstig zijn van elektronische toestellen en elektronica (bv. kabels), of gestoffeerde materialen of schuimen. Hoewel BDE-209 in de EU een verboden persistente organische stof (POP) is, en het gebruik ervan uitgefaseerd wordt, wordt de stof regelmatig gedetecteerd in het binnenmilieu, ten gevolge van het gebruik van verouderde producten. BPAF kan aanwezig zijn in plastics en harsen, zo ook in behuizingen van elektronische toestellen.

3.4.3 Depositiestof

3.4.3.1 PFAS, BDE-209 en BPA in depositiestof

Tabel 6 toont een overzicht van de verzamelde depositiestofstalen in de drie klaslokalen.

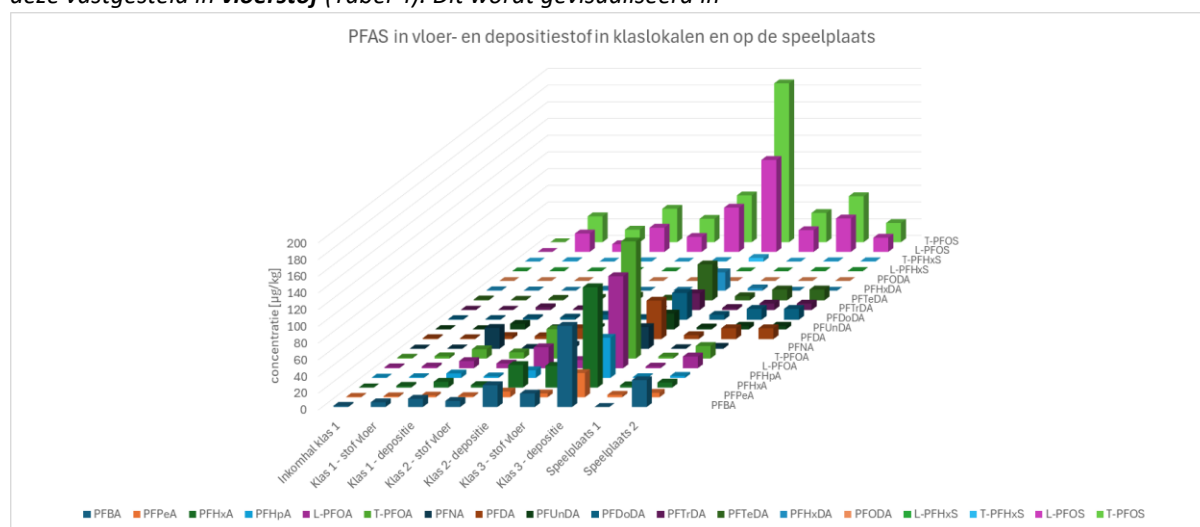
Tabel 6 PFAS, BPA en BDE-209 in depositiestof, uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{kg}$.

	RONSE-K-1-VL	RONSE-K-2-VL	RONSE-K-3-VL
	Klas 1	Klas 2	Klas 3
	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]
PFBA	9,8	26	97
PFPeA	2	6,8	29
PFHxA	6,9	27	120
PFHpA	5,3	9,1	48
L-PFOA	8,5	25	110
T-PFOA	11	35	140
PFNA	25	4,7	26
PFDA	3,7	13	46
PFUnDA	6,7	2,8	19
PFDoDA	1,9	6	32
PFTrDA	3,3	< 2	20
PFTeDA	1,8	5,6	43
PFHxDA	< 2	< 3	22
PFODA	< 2	< 3	< 6
L-PFHxS	< 1	< 2	< 4
T-PFHxS	< 1	< 2	4,4
PFOS	9,2	18	110
T-PFOS	15	28	190
BPAF	3,9	900	5,2
BPA	153	*	*
BDE-209	133	*	*

* onvoldoende staal

- PFAS

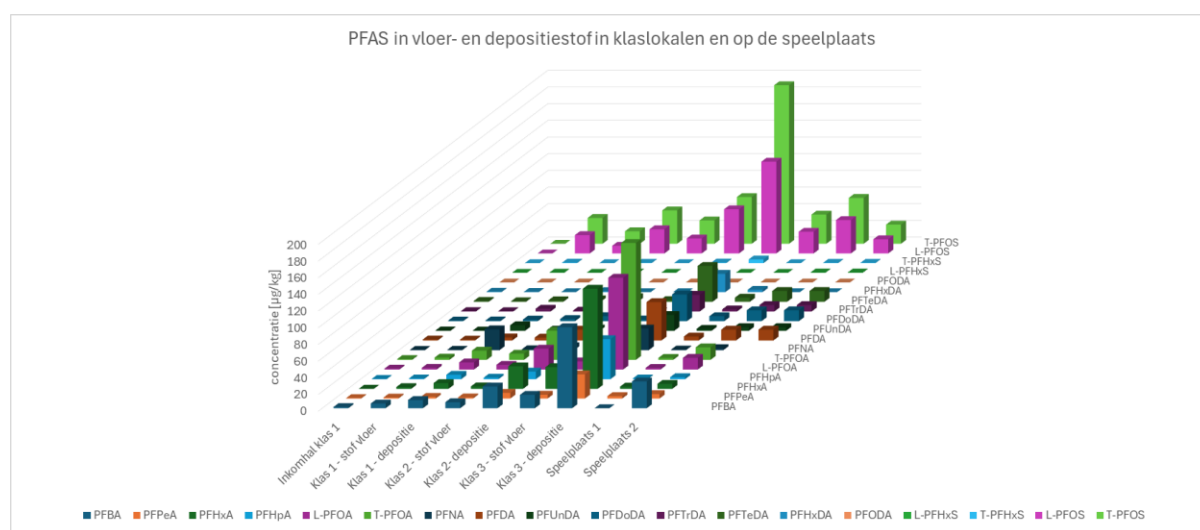
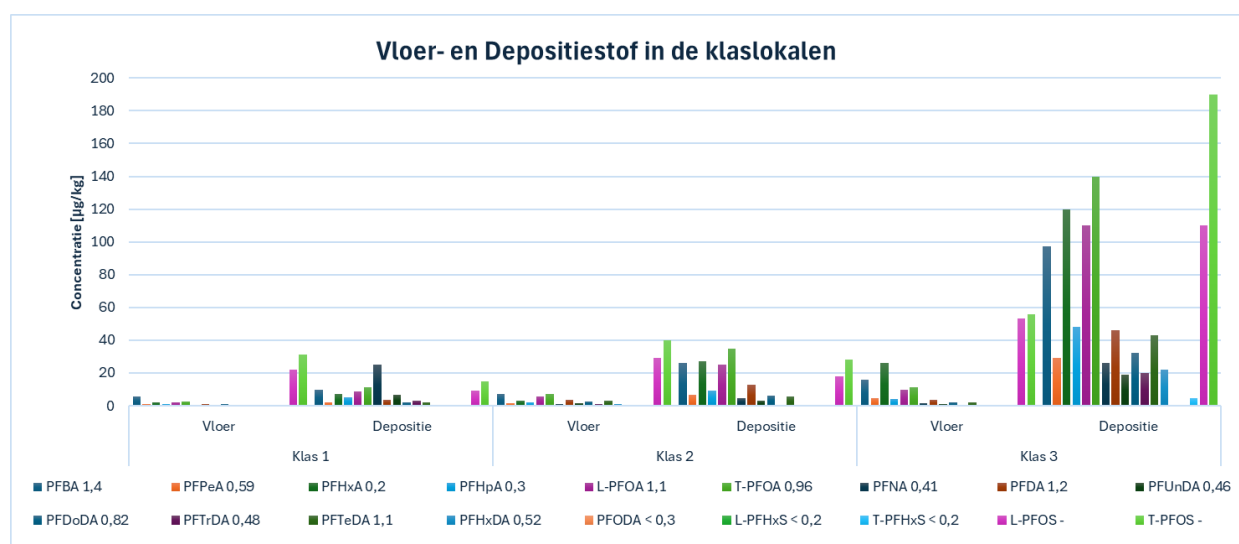
Algemeen kan opgemerkt worden dat de PFAS-concentraties in **depositiestof** (Tabel 6) duidelijk hoger zijn dan deze vastgesteld in **vloerstof** (Tabel 4). Dit wordt gevisualiseerd in



Figuur 4 Vergelijking PFAS-componenten in vloer- en depositiestof in de klaslokalen

. Dit is het gevolg van onzuiverheden (zand, 'vuil', ...), die typisch meer aanwezig zijn in vloerstof dan in depositiestof. Deze onzuiverheden veroorzaken een daling van de gevoeligheid bij de staalanalyse en hebben een 'verduunnings'-effect op de gedetecteerde concentraties in het stof. Anderzijds kan de hoeveelheid PFAS ook binnen aangerijkt worden door gebruik van PFAS-houdende materialen en producten in het binnenmilieu.

In Tabel 6 kan opgemerkt worden dat de PFAS-concentraties, vastgesteld in depositiestof in **Klas3**, 4 tot 7 keer hoger zijn dan deze in **Klas1 en Klas2**. De verklaring hiervan is te zoeken in het type bemonsterde oppervlaktes in de klassen (zie Tabel 2 voor volledige beschrijving). In Klas1 en Klas2 werden voornamelijk kasten, vensterbanken en tafels bemonsterd, die allemaal eenvoudig bereikbaar zijn om te poetsen. In Klas3 echter, waren raamkozijnen van 2 Velux-dakramen aanwezig. Deze raamkozijnen bevinden zich in het hellend dak, op hoogte, en worden omwille van de beperkte bereikbaarheid minder frequent gepeetst. De raamkozijnen beschikten daarom over zichtbaar aanwezig 'verouderd' stof ("aged dust"). Uit de literatuur is geweten dat verouderd stof typisch meer aangerijkt is met bv. PFAS dan 'jonger' stof op plaatsen die regelmatig gepeetst worden, zoals kasten, tafels en vensterbanken (Savvaides et al. 2022).



Figuur 4 Vergelijking PFAS-componenten in vloer- en depositiestof in de klaslokalen

Het zijn ook voornamelijk de ionische PFAS, de niet-vluchtige PFAS, die geassocieerd worden met stof, die aangerijkt voorkomen in het depositiestof van Klas3 (onderlijnd in Tabel 6), zoals PFOA, FFOS, PFHxS, PFNA, PFBA, en PFHxA).

De reden voor de hogere PFAS-concentraties in het vloerstof van Klas3 kan daarom twee mogelijke oorzaken hebben:

- Ten gevolge van depositiestof afkomstig van plaatsen zoals het raamkozijn met verouderd stof, dat wegwaait bij een luchtverplaatsing (zoals bijvoorbeeld bij verluchten of ventileren) en vervolgens neerddarrelt op de vloer.
- Gevolg van een kleiner aandeel aan onzuiverheden in het vloerstof van Klas3. Deze bevindt zich immers op de eerste verdieping en wordt bereikt via een buitentrap; zo valt het grootste deel onzuiverheden van de schoenen alvorens de klas betreden wordt (in Klas 1 en Klas 2 is dit niet zo).

De klaslokalen van deze school beschikken over **vraag-gestuurde mechanische ventilatie type D**, (filtertype ongekend). Hoewel voorlopig slechts beperkt onderbouwd door wetenschappelijke literatuur, kan verwacht worden dat in het bijzonder de ionische PFAS in buitenlucht gecapteerd worden door de luchtfilter alvorens de buitenlucht in de klas komt. Het onderhoud van de luchtfilter en het filtertype worden verwacht een invloed te hebben op deze captatie-efficiëntie en de retentie van PFAS. Uit bevraging bleek dat naast de mechanische ventilatie, frequent verlucht wordt via openen van ramen en/of toegangsdeur. Hierbij wordt de toekomstige lucht niet gefilterd.

Net als in vloerstof, wordt ook in depositiestof van Klas2 meer BPAF (bisfenol AF) aangetroffen dan in de andere twee klassen. Dit wijst opnieuw naar een bron die lokaal in Klas2 aanwezig is.

BDE-209 en BFA werden niet bepaald in Klas2 en Klas3, ten gevolge van onvoldoende depositiestof.

- EFSA-4 in depositiestof

Ook voor depositiestof wordt omwille van de specifieke vraag naar de potentiële blootstelling aan EFSA-4 PFAS (som van PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS) in Tabel 7 een overzicht getoond van EFSA-4 in depositiestof van de klassen, uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{kg}$ stof.

Tabel 7 Overzicht EFSA-4 in depositiestof, uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{kg}$

	Klas 1	Klas 2	Klas 3
EFSA-4 [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	51,0	67,7	360

In Tabel 7 kan de grotere aanrijking van EFSA-4 PFAS in het verouderde depositiestof van Klas3 duidelijk opgemerkt worden.

- BDE-209, BFA en BPAF

Zowel in Klas2 als Klas3 werd onvoldoende depositiestof verzameld om de analyse van BFA en BDE-209 uit te voeren. BPAF werd wel in de depositiestofstalen van de 3 klaslokalen bepaald, en daarin is opnieuw de verhoging van BPAF in Klas2 zichtbaar ten opzichte van de andere klassen, wat opnieuw wijst naar een lokale bron in deze klas.

3.5 VERGELIJKING MET BESTAAND VLAAMS EN INTERNATIONAAL ONDERZOEK NAAR PFAS

Er is geen wettelijk toetsingskader voor PFAS in depositie- of vloerstof, wel kan vergeleken worden met monsters uit de eerdere studies.

De PFAS-concentraties bepaald in de school kunnen niet vergeleken worden met de beschikbare PFAS@HOME studieresultaten, waarin de PFAS in huisstof gerapporteerd wordt in $\mu\text{g}/\text{filterzakje}$ (en niet in $\mu\text{g}/\text{g}$ stof); zijnde het opvangrecipiënt waarop het stofzuigerstaal verzameld werd (in de PFAS@HOME studie staat genoteerd *“Hoewel er voor de huisstofbemonstering gebruik werd gemaakt van een bestaand en gepubliceerd protocol, bleek deze methode in onze studie niet toe te laten het verzamelde stof te wegen. Hierdoor was het niet mogelijk om de PFAS-gehalten uit te drukken per gram stof, wat nodig was voor de modellering. Optimalisatie van deze methode of het ontwikkelen van een alternatieve methode lijkt hier aangewezen.”* Door deze verschillende eenheid van rapportage is het niet mogelijk te resultaten van deze school te vergelijken met deze PFAS-stalen verzameld in en rond woningen in Vlaanderen.

Tabel 8 toont daarom een vergelijking met eerdere studies waarin PFAS in vloer- en depositiestof bepaald werd, met een staalnameprotocol dat vergelijkbaar is met de stalen verzameld in de school:

- ‘Meetcampagne voor stofmetingen in woningen in Willebroek’ mei 2023 D/2023/5024/14; uitgevoerd in opdracht van OVAM; hierbij werden vloerstofstalen verzameld door middel van stofzuigers volgens het protocol uitgevoerd in de school.
- Consortium UAntwerpen, VITO, PIH, UHasselt en VUB (2023), Jongerenstudie HBM - omgeving 3M – Resultatenrapport, in opdracht van het Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving, 219p.; hierbij werd depositiestof verzameld door middel van schraapstalen op oppervlaktes die weinig/niet frequent geпоетst worden (niet helemaal dezelfde staalnamemethode als deze uitgevoerd in de school in Ronse).

Alle PFAS-concentraties vloerstof van de school zijn hoger dan deze bepaald in de referentiewoning van ‘Meetcampagne voor stofmetingen in woningen in Willebroek’ (uitgezonderd PFHxA).

Algemeen kan gesteld worden dat de **EFSA-4 PFAS**-concentraties in vloerstof van Klas1 (en ook van de inkomhal) zich in dezelfde grootteorde bevinden als deze bepaald in de studie uitgevoerd in Willebroek; de vloerstofconcentraties in K3 zijn duidelijk hoger. . Depositiestof bemonsterd in Klas1 en Klas2 is hoger dan de gemiddelde concentratie gemeten in de 3M-jongerenstudie; in Klas3 is de concentratie hoger dan de P95-concentratie van die studie.

Meer in detail wordt voor de individuele EFSA-4 PFAS in vloer- en depositiestof volgende vastgesteld:

- T-PFOA: vloerstofconcentratie in Klas1 is lager of gelijk aan gemiddelde concentratie gemeten in de studie in Willebroek, in Klas2 en Klas3 wordt een hogere concentratie gemeten; PFAS in depositiestof van Klas1 en Klas2 was lager dan de gemiddelde concentratie gemeten in de 3M-jongerenstudie, deze in K3 was hoger dan de P95-concentratie van de 3M-jongerenstudie.
- PFNA: vloer- en depositiestofconcentratie in Klas1, Klas2 en Klas3 lager dan de gemiddelde concentraties gemeten in Willebroek en de 3M-jongerenstudie.
- PFHxS: vloerstofconcentratie Klas1, Klas2 en Klas3 lager dan of gelijk aan de gemiddelde concentratie gemeten in de studie in Willebroek.

- T-PFOS: vloerstofconcentraties in Klas1 is lager dan de gemiddelde concentraties gemeten in de studie van Willebroek, in Klas2 en Klas3 wordt dit gemiddelde overschreden. Concentratie in depositiestof in Klas1 en Klas2 is lager dan de gemiddelde concentratie van de 3M-jongerenstudie; T-PFOS in Klas3 is hoger dan de P95-concentratie uit die studie.

De andere **PFAS-concentraties in het vloerstof** in Klas1 en de inkom van Klas1 zijn van dezelfde grootteorde als deze bepaald in de studie in Willebroek. De PFAS-concentraties in vloerstof bepaald in Klas3 (mogelijk beïnvloed door het verouderde depositiestof in deze klas) zijn duidelijk hoger dan deze gemeten in de woningen in Willebroek. De **PFAS-concentraties in het depositiestof** van de klaslokalen bevinden zich, met uitzondering van het verouderd depositiestofstaal van Klas3, binnen het 95^{ste} percentiel van de vloerstofstalen gerapporteerd in 'Jongerenstudie HBM - omgeving 3M – Resultatenrapport'. In Klas1 zijn de PFAS-concentraties in depositiestof ook lager of gelijk aan de gemiddelde concentraties en het 95% betrouwbaarheidsinterval ervan, bepaald in de 3M-jongerenstudie.

.

Tabel 8 Vergelijking met bestaande studies naar PFAS in vloer en depositiestof binnenshuis (EFSA-4 PFAS aangeduid in vet)

Groep	Acroniem	Studie Willebroek (De Naeyer)			3M-Jongerenstudie		School in Ronse						
		Gem.conc vloerstof (µg/kg)	Conc.vloerstof excl. lage intake (µg/kg)	Referentiewoning Concentratie in vloerstof (µg/kg)	Gem.conc. depositiestof 95%CI [µg/kg]	P95 [µg/kg]	Inkhal klas 1 [µg/kg]	Klas 1 - vloerstof [µg/kg]	Klas 1 - depositie [µg/kg]	Klas 2 - vloerstof [µg/kg]	Klas 2 - depositie [µg/kg]	Klas 3 - stof vloer [µg/kg]	Klas 3 - depositie [µg/kg]
PFCA	PFBA	0,77	0,97	0,0 (<RG**)	11,73 (8,19-16,8)	54	2,5	5,6	9,8	7,2	26	16	97
	PFPeA	0,63	0,89	0,0 (<RG)	1,41 (1,19-1,66)	5,8	0,59	1,2	2	1,4	6,8	4,6	29
	PFHxA	5,4	5,99	2,53	7,32 (6,0-8,94)	69	1,5	2,1	6,9	2,9	27	26	120
	PFHpA	1,93	2,39	0,26	2,19 (1,83-2,61)	9,1	0,67	0,91	5,3	1,8	9,1	3,9	48
	L-PFOA	n.a.	n.a.		12,17 (10,28-14,40)	64	1,1	2	8,5	5,6	25	9,7	110
	T-PFOA	2,75	2,78	0,33			1,2	2,7	11	7,4	35	11	140
	PFNA	3,15	1,62	0,0 (<RG)	2,65 (2,18-3,24)	16	0,41	0,44	25	1,1	4,7	1,6	26
	PFDA	1,77	2,18	0,18	4,06 (3,34-4,94)	23	1,2	1,1	3,7	3,5	13	3,5	46
	PFUnDA	1,18	0,74	0,0 (<RG)	1,63 (1,37-1,93)	8,6	0,46	0,42	6,7	1,4	2,8	1,1	19
	PFDoDA	n.a.	n.a.		3,19 (2,70-3,76)	16	0,82	0,85	1,9	2,6	6	2	32
	PFTTrDA	0,28	0,31	0,0 (<RG)	0,62 (0,53-0,73)	4,1	0,48	0,42	3,3	1	< 2	< 1	20
	PFTeDA	0,6	0,76	0,07	1,11 (0,91-1,35)	6,6	1,1	0,71	1,8	3	5,6	2,1	43
	PFHxDA	0,12	0,11	-	0,66 (0,51-0,85)	6,2	0,52	0,28	< 2	1,2	< 3	< 1	22
	PFODA	n.a.	n.a.				< 0,3	< 0,3	< 2	< 0,8	< 3	< 1	< 6
PFSA	PFBS	0,12	0,2	0,0 (<RG)									
	L-PFHxS	n.a.	n.a.				< 0,2	0,22	< 1	0,32	< 2	0,45	< 4
	T-PFHxS	0,68	0,13	0,0 (<RG)			< 0,2	0,57	< 1	0,45	< 2	0,68	4,4
	PFHpS	0,13	0,0	0,0 (<RG)									
	L-PFOS	n.a.	n.a.				23	22	9,2	29	18	53	110
	T-PFOS	27,01	10,37	4,7^(b)	18,87 (16,49-21,58)	69	32	31	15	40	28	56	190
Σ EFSA4		33,6	14,9	0,3	33,7	149	33,6	34,7	51,0	49,0	67,7	69,3	360

* P95: 95ste percentiel; statistische waarde die aangeeft dat 95% van de meetpunten een concentratie had die lager of gelijk is aan deze waarde.

** RG: Rapportagegrens

° 95%-betrouwbaarheidsinterval; het statistisch bereik rond een steekproefgemiddelde waarbinnen het werkelijke gemiddelde met 95% zekerheid ligt..

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. vergelijkt de BDE-209- en BPA-concentraties in de stofstalen met data van stofstalen verzameld in Vlaanderen. Voor **BDE-209** blijken de concentraties, met uitzondering van vloerstof in Klas2, duidelijk lager dan het gemiddelde dat bepaald werd in een set van 17 opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen. De concentratie BDE-209 bepaald in Klas2, is 5 maal lager dan de hoogste concentratie die gemeten werd in een opvanglocatie voor baby's en peuters.

Voor BPA zijn alle gemeten concentraties aanzienlijk lager (aan de ondergrens) dan de beschikbare referentiegegevens van kantoren en woningen in Vlaanderen (Geens et al. 2009). In een analyse op Europees niveau (Haglund et al. 2024) van recentere data (verzameld in 2020) wordt gemiddeld 800 ng/g BPA gerapporteerd, wat eveneens hoger is dan 500 ng/g, de hoogst gedetecteerde BPA-concentratie gemeten in deze school.

Tabel 9 Vergelijking met bestaande studies naar BPA en BDE-209 in vloerstof binnenshuis

	Woningen en kantoren Geens et al. (2009)			Opvanglocaties Baby's en Peuters (2024)			School in Ronse			
	Gemiddelde [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	P95* [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	max [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Gemiddelde [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	P75° [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	max [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Inkomhal klas 1 [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Klas 1 - vloerstof [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Klas 2 - vloerstof [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Klas 3 - stof vloer [$\mu\text{g}/\text{kg}$]
BPA	2001±2102	4873,0	9729,0				25,5	171	95	500
BDE209				1460 ± 2492	1771	9535	9,16	13,0	1815	187

* 95ste percentiel; statistische waarde die aangeeft dat 95% van de meetpunten een concentratie had die lager of gelijk is aan deze waarde.

° 75ste percentiel; statistische waarde die aangeeft dat 75% van de meetpunten een concentratie had die lager of gelijk is aan deze waarde.

3.6 PFAS-BLOOTSTELLING OP SCHOOL (VIA ROUTE BODEM, VLOERSTOF EN DEPOSITIE)

De voornaamste blootstellingroute bij de algemene bevolking (dus ook bij kinderen) aan PFAS is voeding: de gemiddelde inname van EFSA-4 PFAS in België bedraagt 1,7 ng/kg lg/week voor kinderen, terwijl het 95ste percentiel 3,5 ng/kg lg/week gedraagt (cijfers gebaseerd op de FLUOREX-studie).

Daarnaast kan er ook blootstelling optreden door niet-intentionele ingestie van bodem- en stofdeeltjes. Immers, bodem- en stofdeeltjes kunnen door contact met handen (bij spelen in tuin, speeltuin, aanraken van bodem, vloer, of materialen waarop bodem- en stofdeeltjes zich hechten) aan handen blijven 'kleven' en zo via hand-mondgedrag ingeslikt worden.

Op die manier kan er dus blootstelling plaatsvinden met bodem en vloerstof op de schoolomgeving.

We schatten dat blootstelling aan PFAS via contact met de bodem (op speelplaats) laag is, gezien lage PFAS-concentraties in de bodem I (zie Tabel 3), en het doorgaans beperkt contact met bodemdeeltjes.. Indien we rekening houden met de gemeten concentraties, en de hoeveelheid bodemdeeltjes

waarmee kinderen in contact komen¹ (bvb. door spelen in speeltuin), schatten we dat de **PFAS-blootstelling via bodemdeeltjes zeer laag is** (0.05 ng/kg/lg/week), **i.v.m. blootstelling via voeding** (blootstelling via bodemdeeltjes bedraagt minder dan 5% van de blootstelling via voeding) .

Blootstelling aan PFAS aanwezig in vloerstof in de klas is iets hoger: Indien we rekening houden met vrij conservatieve schattingen van ingestiegetallen en blootstellingsfactoren van vloerstofdeeltjes²; berekenen we een blootstelling van 0,2 ng/kg/lg/week (voor klas 1) tot 0,5 ng/kg/lg/week (klas 3), gebaseerd op de concentraties gemeten in vloerstof. **De blootstelling aan PFAS via vloerstof is laag (<30%) in vergelijking met blootstelling via voeding.**

Evenwel zijn schattingen voor blootstelling via bodemdeeltjes en vloerstof veel onzekerder dan blootstelling via voeding:

Een eerste factor hierbij is dat de bio-beschikbaarheid van PFAS in bodem- en stofdeeltjes anders (lager?) kan zijn dan deze in voeding (dit blijkt zo te zijn voor bvb. metalen, maar voor PFAS zijn hierover weinig gegevens gekend).

Een tweede aspect dat bijdraagt tot de grotere onzekerheid is, is dat blootstellingsfactoren onzekerder zijn. Bijvoorbeeld, de hoeveelheid bodemdeeltjes die men inslikt is veel moeilijker om te 'meten' dan hoeveelheid voedsel die men eet.

De blootstellingsfactoren kunnen bovendien beïnvloed worden door gedrag en hygiëne.

Bijvoorbeeld, de hoeveelheid vloerstof is een belangrijke factor voor de blootstelling. Indien de vloer 'schoon' is, en er weinig stof aanwezig is, zal de blootstelling via vloerstof lager zijn (dan zijn de ingestiegetallen waarmee gerekend is een overschatting).

Daarnaast is er bijvoorbeeld pica-gedrag (*het herhaald en bewust inslikken van niet-voedingsstoffen, zoals aarde, zand of klei, meestal bij jonge kinderen of mensen met bepaalde ontwikkelings- of gezondheidsproblemen*) dat leidt tot hogere PFAS-blootstelling. Er dient wel een kanttekening gemaakt worden dat pica-gedrag eerder uitzonderlijk optreedt, en we geen informatie hebben of dit gedrag optreedt bij de kinderen in deze school.

Een ander voorbeeld van gedrag dat blootstelling via bodem en stof beïnvloedt is handhygiëne. Regelmatig handen wassen voorkomt dat de bodem- en stofdeeltjes die aan de handen kleven ingeslikt worden. In bovenstaande berekeningen werd rekening gehouden met standaardaannames van ingestie van bodem- en stofdeeltjes, die doorgaans gebaseerd zijn op eerder conservatieve getallen (cfr. S-Risk).

Dus ondanks de onzekerheden om PFAS-blootstelling via contact met bodem- en stofdeeltjes te schatten, kunnen we stellen dat de PFAS-blootstelling bij de kinderen op school laag is i.v.m. andere blootstellingsroutes (voeding), en blootstelling via deze relevante routes (op school) onwaarschijnlijk is als verklarende factor van hoge PFAS-serumwaardes bij de kinderen.

Hoewel de blootstelling aan PFAS via contact met bodem- en stofdeeltjes op de school als relatief laag ingeschat wordt, is ze niet verwaarloosbaar. Daarom is het belangrijk om in te zetten op hygiënemaatregelen om de blootstelling via deze routes laag te houden. Maatregelen zoals voldoende

¹ Rekening houdend met US EPA exposure factors (100 mg (bodem + stof/dag)), en bodem/stof 45/55% ratio, zie S-Risk; rekening houdend ratio tijd en blootstellingperiode 50% school tijdens schooldagen; en lichaamsgewicht kind 20 kg

² zie voetnoot hierboven

poetsen van de vloer om de hoeveelheid vloerstof in de klaslokalen te beperken, en voldoende aandacht voor handhygiëne (regelmatig handen wassen) zijn aangeraden.

De PFAS-waardes in het depositiestof zijn (sterk) verhoogd, voornamelijk in klas 3 (depositiestof bij veluxraam). Evenwel is blootstelling aan dit stof onwaarschijnlijk omdat de kinderen niet rechtsreeks in contact komen met dit stof. Onrechtstreeks kan dit stof terechtkomen op het vloerstof of oppervlaktes (deze blootstelling wordt dus onrechtstreeks meegenomen in berekeningen vloerstof).

3.7 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

3.7.1 Conclusie op basis van uitgevoerde metingen

Op basis van deze metingen kan bevestigd worden dat er in de toplaag van de bodem geen hoge PFAS-waarden voorkomen.. In verouderd depositiestof worden hogere hoeveelheden PFAS gemeten; echter het is onwaarschijnlijk dat kinderen in contact komen met dit stof.

In het vloerstof in de klaslokalen worden hogere PFAS-concentraties gemeten dan in de buitenomgeving (bodem); echter de PFAS-concentraties in het vloerstof in deze school lijken niet sterk af te wijken van gehalten in vloerstof uit andere studies.

3.7.2 We schatten dat de blootstelling aan PFAS op school (via vloerstof en bodemdeeltjes) laag is ten opzichte van andere blootstellingsroutes, zoals voeding. Bijgevolg, concluderen we dat blootstelling aan PFAS in de schoolomgeving (bodem, stof) onwaarschijnlijk is als verklarende factor van hoge PFAS-serumwaardes bij de kinderen. Verder onderzoek

Om de bron van de blootstelling van de kinderen (met verhoogde PFASserumconcentraties) te achterhalen, is een onderzoek van andere bronnen en blootstellingsroutes, waaronder blootstelling in thuisomgeving, aangeraden.

In eerste instantie komt de buiten-, en binnenomgeving van de woonlocatie hierbij in het vizier: is er blootstelling via lokale voeding met verhoogde PFAS-belasting (eieren, groenten en fruit), gebruik van grondwater, gebruik van bepaalde consumentenproducten etc. Naast woonlocaties kunnen ook andere settings waar kinderen een groot deel van hun tijd spenderen onderzocht worden om een integraal beeld te krijgen over de PFAS blootstelling van de kinderen.

Daarnaast zijn er ook op de schoolomgeving een aantal bronnen die in dit onderzoek niet onderzocht zijn, zoals(drink)water en binnenlucht en de connectie ervan met de buitenlucht.. Onderzoek van PFAS in (drink)water en binnen-en buitenlucht viel niet onder de vraagstelling (zie paragraaf 1).

Met betrekking tot water, is het aangeraden om na te gaan wat de PFAS concentraties zijn in het drinkwater van de drinkwaterleverende maatschappij waarop de school is aangesloten), en na te gaan of de school andere bronnen van water heeft en gebruikt (regenwater, grondwater), en welke relevante blootstelling deze bronnen van water voor de kinderen kunnen betekenen. Indien er relevante blootstelling is, het aangeraden om PFAS in deze andere bronnen van water te meten, en de resultaten te gebruiken om de blootstelling te schatten.

Met betrekking tot aanwezigheid van PFAS in binnen en -buitenlucht: doorgaans vormt PFAS in de lucht slechts een beperkte bijdrage t.o.v. andere blootstellingsroutes (zoals voeding, drinkwater,

bodem-, en stofingestie), en werd daarom waarschijnlijk in de vraagstelling voorafgaand aan dit onderzoek geen vraag gesteld om metingen in lucht uit te voeren.

Toch vinden we, na interpretatie van de hoge PFAS-concentraties op het depositiestof (vensterbank Velux op klas 3) het zinvol om in een eventueel vervolgetraject simultane PFAS-metingen in binnen- en buitenlucht in de schoolomgeving te overwegen; en deze af te stemmen met beschikbare metingen uitgevoerd door VMM. Immers, verhoogde PFAS-concentraties in depositiestof zijn mogelijk een indicator van verhoogde PFAS-concentraties in de lucht: via resuspensie, luchtstroming kan het depositiestof mogelijk in zwevend stof komen, en zo tot blootstelling via inademing leiden. Anderzijds blijven de pistes van de aanrijking van PFAS in verouderd depositiestof, of materialen en producten uit de binnenomgeving, eveneens mogelijke verklaringen van de verhoogde concentraties in het stof verzameld op het raamkozijn van de Velux'en in Klas3.

Dit is echter slechts een hypothese, en zou kunnen bevestigd worden door metingen in de binnenlucht. We raden hierbij aan om ook metingen in buitenlucht uit te voeren, om zo zicht te krijgen op eventuele actieve buitenbronnen, die leiden tot aanrijking van PFAS op depositiestof. Dit, in combinatie met gegevens i.v.m. emissie naar lucht uit vermoedelijke bronnen in de buurt, zouden ook inzicht kunnen geven in de oorzaak van de hoge PFAS-concentraties in het depositiestof.

3.7.3 Aanbevolen maatregelen om PFAS-blootstelling op school te beperken

Hoewel de blootstelling aan PFAS via contact met bodem- en stofdeeltjes op de school als relatief laag ingeschat wordt (en onwaarschijnlijk is als verklarende factor voor de hoge PFASserumconcentraties), is ze niet verwaarloosbaar. Het is aangeraden om PFAS-blootstelling zo laag mogelijk te houden: daarom is het belangrijk om in te zetten op hygiëne en onderhoudsmaatregelen om de blootstelling aan PFAS op de schoolomgeving zo laag mogelijk te houden. Aanbevelingen naar de school toe, op basis van deze bevindingen:

- Vermijd accumulatie van stof op kasten, raamkozijnen of andere plaatsen die moeilijk te bereiken zijn om te poetsen. PFAS (en ook andere minder vluchtige componenten) kunnen er aangerijkt worden, waardoor de concentraties toenemen.
- Evalueer de doeltreffendheid van het mechanisch ventilatiesysteem (CO₂-metingen zijn momenteel lopende), vervang regelmatig luchtfilters.
- Vermijd tapijten en andere materialen (zoals kussens) waarin vloer- of depositiestof zich kan cumuleren. Deze zijn niet altijd eenvoudig of doeltreffend te reinigen en kunnen bijdragen tot verhoogde stofconcentraties in een ruimte.
- Regelmatig poetsen van vloeren (met nat), om de hoeveelheid vloerstof te beperken.
- Aandacht voor handhygiëne bij kinderen.

I

3.8 REFERENTIES

[‘Het uitvoeren van binnenmilieumetingen in kinderdagverblijven’, uitgevoerd in opdracht van: departement Zorg Referentie 2024/EI/R/3310 2024.](#)

‘Meetcampagne voor stofmetingen in woningen in Willebroek,’ mei 2023 D/2023/5024/14; uitgevoerd in opdracht van OVAM

Adviesvraag: Methode voor bemonstering huisstof. Literatuurstudie naar bemonstering van huisstof en voorstel van protocol voor toepassing in Vlaamse studies/ 18.04.2024. Referentietask Omgeving & Gezondheid 2024.

Consortium UAntwerpen, VITO, PIH, UHasselt en VUB (2023), *Jongerenstudie HBM - omgeving 3M – Resultatenrapport*, in opdracht van het Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving, 219p.

Geens T., Roosens L., Neels H., Covaci A. Assessment of human exposure to Bisphenol-A, Triclosan and Tetrabromobisphenol-A through indoor dust intake in Belgium. *Chemosphere*, 76 (6); 2009, 755-760

Haglund P., Alygizakis N.A., Covaci A., Melymuk L., Nizzetto P.B., Rostkowski P., Albinet A., Alirai S., Aurich D., Bieber S., Ballesteros-Gómez A., Brennan A.A., Budzinski H., Castro G., den Ouden F., Dévier M.H., Dulio V., Feng Y-L, Gabriel M, Gallampois C., Wang X. Comprehensive characterization of European house dust contaminants: Concentrations and profiles, geographical variability, and implications for chemical regulation and health risk. *Science of The Total Environment*; 957 (2024), 177639

<https://ovam.vlaanderen.be/documents/177281/0/20250701+Richtlijn+toetsingswaarden+bodemsanering+PFAS.pdf/6ed23b22-beaa-a835-e68d-3eed9acaacf7?version=1.0&t=1761292211670&download=true>

Savvaides T., Koelmel J.P., Zhou Y., Lin E.Z., Stelben P., Aristizabal-Henao J.J., Bowden J.A., Godri Pollitt K.J. Prevalence and Implications of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Settled Dust. *Curr Environ Health Rep.* 2022 Jan 5;8(4):323–335. doi: 10.1007/s40572-021-00326-4