

Bevolkingsonderzoek PFAS bij omwonenden van de 3M-site in Zwijndrecht

PUBLIEKSSAMENVATTING

Update 28 oktober 2021

*Een onderzoek van VITO en PIH
in opdracht van het Agentschap Zorg en Gezondheid*

SAMENVATTING

Aanpassing in de versie van 28 oktober 2021: PFOS (perfluorsulfonzuur) werd aangepast naar PFOS (perfluoroctaansulfonzuur).

WAAROVER GAAT HET?

PFAS staat voor ‘poly- en perfluoralkylstoffen’. Het is een verzamelnaam voor meer dan 6000 chemische stoffen op basis van een koolstofketen en fluor. Van de verschillende soorten PFAS zijn **PFOS** (perfluoroctaansulfonzuur) en **PFOA** (perfluoroctaanzuur) de meest bekende.

WAT ER AAN VOORAF GING ...

In juni 2021 ontstond grote ongerustheid bij de bevolking naar aanleiding van hoge waarden van PFOS en PFOA in bodem- en waterstalen uit Zwijndrecht. Als reactie adviseerde het Agentschap Zorg en Gezondheid (AZG) ‘no regret’-maatregelen. Dit zijn voorzorgsmaatregelen die bewoners zelf kunnen nemen om hun blootstelling aan perfluorverbindingen (PFAS) te verminderen.

Om een antwoord te bieden op de ongerustheid van de bevolking en om de ‘no regret’-maatregelen te onderbouwen werd door AZG de opdracht gegeven om een bevolkingsonderzoek PFAS uit te voeren.

WAT ONDERZOCHTEN WE?

In de periode juli-augustus 2021 namen we een bloedstaal af bij 796 personen die wonen binnen 3 km rond de 3M-site in Zwijndrecht. In het serum onderzochten we 13 soorten PFAS. We vergeleken de resultaten uit het bevolkingsonderzoek met Vlaamse referentiewaarden en met gezondheidskundige richtwaarden. Op basis van de vragenlijstgegevens van de deelnemers onderzochten we verbanden tussen PFAS-gehalten enerzijds en omgevings- en leefstijlfactoren anderzijds.

WAT ZIJN DE VOORNAAMSTE CONCLUSIES VAN HET ONDERZOEK?

De studie geeft ons een goed beeld van de lokale situatie.

PFAS in serum werd gemeten **bij 796 personen die wonen binnen een straal van 3 km rond de 3M-site in Zwijndrecht**. De onderzoeksgroep is niet representatief voor de algemene bevolking van het onderzoeksgebied (zones in Zwijndrecht, Melsele en Linkeroever). Er deden meer oudere mensen en mensen uit een gezin met een diploma hoger onderwijs mee dan er gemiddeld in het gebied wonen. Toch zijn de resultaten **valide** omdat de groep groot is en omdat de factoren die we willen onderzoeken (bijv. gebruik van lokale voeding) voldoende aan bod komen in de onderzochte groep.

PFOS vormt een risico voor de gezondheid van de bewoners in de buurt van 3M.

Bewoners uit de omgeving van de 3M-site hebben vooral **PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA** in het lichaam. In vergelijking met de algemene Vlaamse bevolking vinden we in het lichaam van de bewoners uit de buurt van de 3M-site vooral **hogere waarden voor PFOS en PFHxS**. Dit zijn twee stoffen waarvan geweten is dat ze in het verleden door 3M werden geproduceerd. Omdat ze moeilijk afbreken in het leefmilieu kunnen mensen nog steeds aan deze stoffen worden blootgesteld.

Voor **PFOS** heeft slechts 1 op 10 deelnemers een waarde waarbij geen gezondheidseffecten verwacht worden. Meer dan de helft van de deelnemers heeft een PFOS-gehalte dat **vanuit gezondheidkundig standpunt te hoog** ligt. Dit resultaat is **op groepsniveau een belangrijk signaal** dat de er actie ondernomen moet worden om de blootstelling te beperken/stoppen. Het betekent echter niet dat er bij individuele deelnemers onmiddellijk gezondheidsschade zal optreden.

Bewoners die dicht bij de industrie wonen hebben hogere PFAS-waarden in hun bloed.

Er is een **duidelijke geografische gradiënt** ten opzichte van de fabriek van 3M: mensen die dichter bij de fabriek wonen of al langer in het onderzoeksgebied wonen, hebben hogere PFAS-gehalten in het bloed. Deze resultaten suggereren dat er een verband is tussen de lichaamsblootstelling en de industrie.

Lokaal geteelde voeding is een belangrijke blootstellingsroute voor PFAS.

Deelnemers die lokaal geteelde voeding eten hebben hogere PFAS-waarden in hun bloed. We zien dit vooral voor **eieren van eigen kippen** en voor **gebruik van grondwater**.

Voor **groenten en fruit uit eigen tuin** vinden we minder sterke verbanden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat mensen die lokale groenten en fruit eten, vaak ook eigen kippen hebben. De resultaten van de eieren zijn zodanig sterk dat de impact van de andere lokale producten daardoor mogelijk gemaskeerd wordt. Het is belangrijk om dit in meer diepgaande analyses nog verder uit te spitten en de juiste beleidsadviezen hieraan te koppelen.

Ook andere factoren beïnvloeden de blootstelling aan de verschillende PFAS.

Opmerkelijk is dat we hogere **PFOS**-waarden vinden bij personen die via hun beroep, hobby of opleiding in **contact** komen **met bodemdeeltjes**; dit is een element dat in een verdere fase ook meer in detail onderzocht zal worden zodat hierover correcte adviezen geformuleerd kunnen worden.

Het gebruik van **smeermiddelen** (bijvoorbeeld voor onderhoud van fietsketting of paardenzadel) werd eveneens geïdentificeerd als bron van blootstelling voor **PFOA en PFNA**. Een algemeen advies is om enkel smeermiddelen te gebruiken die geen teflon (PTFE) bevatten. Het is belangrijk om in de toekomst hierrond te sensibiliseren.

WAT NU?

Beleidsmakers en onderzoekers kunnen nu aan de slag.

De resultaten geven aan dat er maatregelen nodig zijn om de blootstelling bij de bevolking in de buurt van 3M te verminderen. In de eerste plaats moet de **bron** worden aangepakt. Hierin ligt vooral een rol voor de industrie. Verder is ook aanpak van de **historische vervuiling** in de omgeving een prioriteit. Tot dan is het belangrijkste dat de bevolking wordt geadviseerd hoe zij de **blootstelling** kan **beperken**. De 'no regret'-maatregelen zijn hiervoor een goede tool; bijkomend sensibilisatiemateriaal is nuttig.

Een **uitgebreid humaan biomonitoringsonderzoek** zou een grote meerwaarde zijn om meer in detail de link te leggen tussen milieucompartimenten (bronnen), de inwendige dosis van de chemische stoffen in het lichaam en de biologische effecten (gezondheidseffecten) van deze milieuvervuilende stoffen.

Zowel in de verdere beleidsvertaling als in toekomstig onderzoek is het belangrijk om de **lokale bevolking te betrekken** via participatieve processen.

Het volledige rapport kan u terugvinden via volgende link:

www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/zwijndrecht/pfas-bevolkingsonderzoek-bij-omwonenden-van-de-3m-site-in-zwijndrecht

INHOUDSTAFEL

WAAROVER GAAT HET?	2
WAT ER AAN VOORAF GING ...	2
WAT ONDERZOCHTEN WE?	2
WAT ZIJN DE VOORNAAMSTE CONCLUSIES VAN HET ONDERZOEK?	2
WAT NU?	4
ONDERZOEKSTEAM	6
HOOFDSTUK 1: INLEIDING	7
HOOFDSTUK 2: BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEK	8
2.1 WAAR?	8
2.2 WIE?	8
2.3 HOE?	8
2.4 WAAROM?	9
2.5 WAT NU?	10
HOOFDSTUK 3: RESULTATEN	11
3.1 WIE NAM DEEL AAN DE STUDIE?	11
3.1.1 RESPONS	11
3.1.2 KENMERKEN VAN DE DEELNEMERS	11
3.2 WELK PFAS PROFIEL ZIEN WE ROND DE 3M-SITE?	12
3.2.1 WELKE PFAS?	12
3.2.2 HOEVEEL PFAS?	13
3.2.3 VERGELIJKING MET VLAAMSE REFERENTIEWAARDEN	14
3.2.4 VERGELIJKING MET INTERNATIONALE RICHTWAARDEN	15
3.3 WELKE FACTOREN BEPALEN DE PFAS-BLOOTSTELLING?	16
3.3.1 PERSOONSFACTOREN	17
3.3.2 GEBIEDSGEBONDEN FACTOREN	18
3.3.3 LOKALE VOEDING	18
3.3.4 CONTACT MET PFAS-HOUDENDE STOFFEN EN MATERIALEN	18
3.4 WAT NU: VOLGENDE STAPPEN IN BELEID EN ONDERZOEK	19
3.4.1 BELEIDSADVIEZEN	19
3.4.2 ADVIES VOOR VERDER ONDERZOEK	19

ONDERZOEKSTEAM

Dit rapport beschrijft de resultaten van het bevolkingsonderzoek PFAS in Zwijndrecht, uitgevoerd door het Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH) en de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), deels vanuit hun rol als Partnerorganisatie Milieugezondheidszorg (PO-MGZ) in opdracht van het Agentschap Zorg en Gezondheid (AZG) van de Vlaamse overheid.

- AZG, team Milieugezondheidszorg: verantwoordelijk voor financiering, sturing en coördinatie;
Team: Dr. Hilde Van De Maele, Bart Bautmans, Liesbet van Rooy, Dr. Iris De Schutter, Dr. Hana Chovanova, Joris Moonens;
- PIH: verantwoordelijk voor rekrutering, veldwerk, interpretatie en communicatie;
Team: Dr. Vera Nelen, Dr. Elly Den Hond, Dr. Annelies De Decker, Ilona Gabaret, Dr. Carmen Franken, Guy Thys, Iris Maldoy, Karlien Willems, Lynde De Prins;
- VITO: verantwoordelijk voor PFAS-metingen in serum en bewaring van stalen in de biobank , datamanagement en data-analyse, rapportering en interpretatie;
Team: Ann Colles, Katleen De Brouwere, Stefan Voorspoels, Griet Jacobs, Daniëlla Ooms, Rosette Van Den Heuvel, Eva Govarts, Hanny Willems, Laura Rodriguez.

Met speciale dank aan alle deelnemers; de gemeenten Zwijndrecht, Beveren en stad Antwerpen; Eerstelijnszone Waasland Noord-Oost; Logo Waasland; Logo Antwerpen; en de externe experts: Prof. G. Schoeters (VITO, Universiteit Antwerpen), Prof. J. Tytgat (Katholieke Universiteit Leuven), Prof. J. De Boer (Vrije Universiteit Amsterdam), Fred Woudenberg (GGD, Amsterdam).

HOOFDSTUK 1: INLEIDING

PFAS staat voor ‘poly- en perfluoralkylstoffen’. Het is een verzamelnaam voor meer dan 6000 chemische stoffen op basis van een koolstofketen en fluor. Er bestaan verschillende PFAS-soorten, waarvan PFOS (perfluorooctaansulfonzuur) en PFOA (perfluorooctaanzuur) de meest bekende zijn. In juni 2021 ontstond er ongerustheid bij de bewoners van Zwijndrecht en omstreken omwille van berichten over verhoogde concentraties PFAS in het leefmilieu (bodem, grondwater, eieren). Deze werden gelinkt aan de aanwezigheid van de 3M-site en de historische vervuiling van PFOS en PFOA in de omgeving. Als antwoord hierop werd door AZG op korte termijn een set van ‘no regret’-maatregelen opgesteld om de verdere blootstelling aan PFAS bij inwoners van de regio te beperken¹.

Op vraag van AZG werd ook een **bevolkingsonderzoek PFAS** georganiseerd in de gemeentes Zwijndrecht, Antwerpen (Linkeroever) en Beveren (Melsele).

Het **doel** van deze meetcampagne is meervoudig, nl.

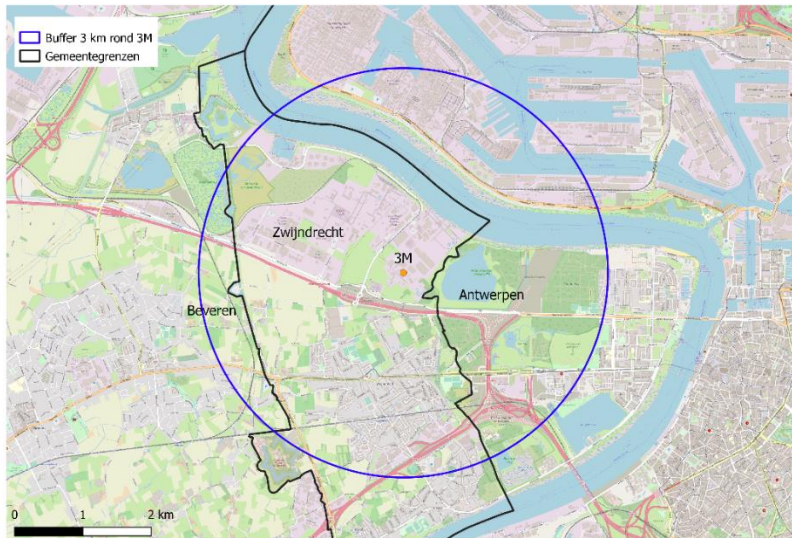
- **In eerste instantie kunnen de metingen een antwoord bieden op lokale ongerustheid op groepsniveau.** Individuele bewoners uit de 3 km zone kiezen op vrijwillige basis voor een bloedafname. Zij ontvangen het resultaat van hun persoonlijke meetwaarden van PFAS in serum, samen met een preventief advies op maat. De groepsresultaten geven aan de hele gemeenschap een antwoord op de collectieve ongerustheid.
- **De nieuwe meetdata laten toe om een meer doorgedreven risico-analyse uit te voeren, met eventuele bijsturing van de ‘no regret’-maatregelen.** De groepsresultaten worden gebruikt om na te gaan of er een geografische gradiënt is in de interne PFAS-gehalten bij de mens en om via een (beperkte) vragenlijst de link te leggen met bronnen uit de omgeving. Deze informatie laat toe om de risico-analyse verder te verfijnen en om de perimeter van de huidige ‘no-regret’ maatregelen bij te sturen en/of om de ‘no-regret’ maatregelen inhoudelijk aan te passen.
- **De gegevens leveren nieuwe informatie aan voor het plannen van een uitgebreid milieu-gezondheidsonderzoek.** In een 2^e fase wil de Vlaamse overheid een uitgebreid onderzoek opstarten, nl. een humaan biomonitoringsonderzoek (HBM), waarbij de link wordt gelegd tussen milieucompartimenten (bronnen), de inwendige dosis van de chemische stoffen en de biologische effecten (gezondheidseffecten) van deze milieuvervuilende stoffen. De resultaten van de huidige bloedonderzoeken kunnen helpen om het onderzoeksdesign voor een HBM te verfijnen, o.m. met betrekking tot de afbakening van het gebied, de keuze van de onderzoeksgroep, de selectie van de milieumetingen, enz.

¹ <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/pfos-vervuiling-voorzorgsmaatregelen-zwijndrecht>

HOOFDSTUK 2: BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEK

2.1 WAAR?

Het bevolkingsonderzoek vond plaats binnen een afgebakend studiegebied van **3 km rond het bedrijf 3M** (zie Figuur 1). Het onderzoeksgebied dekt delen van de gemeentes Zwijndrecht, Antwerpen (Linkeroever) en Beveren (Melsele).



Figuur 1 Onderzoeksgebied: zone van 3 km rondom het bedrijf 3M

2.2 WIE?

Bewoners vanaf 12 jaar uit het afgebakend studiegebied konden zich **vrijwillig** aanmelden voor een gratis bloedafname via de website van de Vlaamse overheid. Personen die in aanmerking kwamen voor deelname ontvingen een unieke code van AZG en konden daarmee via het PIH een online afspraak inplannen. Er was een maximale capaciteit voor het meten van 800 bloedstalen, waarbij er gestreefd werd naar voldoende spreiding volgens geografische zone en leeftijdsklasse. Vrouwen die zwanger waren of borstvoeding gaven werden allen geselecteerd voor deelname aan het onderzoek. Om de steekproef zo representatief mogelijk te maken en zoveel mogelijk gezinnen de kans te geven om deel te nemen, kon maximum één gezinslid per adres deelnemen aan het onderzoek.

2.3 HOE?

De onderzoeken vonden plaats in het Sportcentrum Den Draver in Zwijndrecht tussen 15 juli en 24 augustus 2021. Deelnemers ondertekenden een geïnformeerd toestemmingsformulier en vulden een **vragenlijst** in (online of ter plaatse) die peilde naar persoonlijke, omgevings- en leefstijlfactoren. De **bloedafname** gebeurde door ervaren verpleegkundigen van het PIH met aangepast PFAS-vrij materiaal en met in acht name van de juiste methode.

Binnen de 24 uur na staalafname werd het bloedserum geïsoleerd, verdeeld en ingevroren door ervaren laboratoriummedewerkers van VITO in Mol. Serumstalen werden bewaard bij -80°C tot analyse. Tussen augustus en oktober 2021 voerde het lab van VITO de analyses uit van **13 PFAS in**

serum volgens een methode die ondertussen werd geaccrediteerd (zie Tabel 1). Er is ook toestemming van de deelnemers om het reststaal van het serum gedurende 1 jaar in de biobank te bewaren voor eventuele bijkomende analyses.

Tabel 1 Overzicht van 13 PFAS die in serum worden gemeten in het bevolkingsonderzoek PFAS

PFAS	Afkorting	Categorie (lengte van koolstofketen*)
Perfluorbutaanzuur	PFBA	C4
perfluorpentaanzuur	PFPeA	C5
perfluorhexaanzuur	PFHxA	C6
perfluorheptaanzuur	PFHpA	C7
perfluoroctaanzuur	PFOA	C8
perfluornonaanzuur	PFNA	C9
perfluordecaanzuur	PFDA	C10
perfluorundecaanzuur	PFUnA	C11
perfluordodecaanzuur	PFDoA	C12
Perfluorbutaansulfonzuur	PFBS	C4
Perfluorhexaansulfonzuur	PFHxS	C6
perfluorheptaansulfonzuur	PFHpS	C7
Perfluoroctaansulfonzuur	PFOS	C8

* C = koolstof

Alle vragenlijstgegevens werden gekoppeld aan de PFAS-metingen in serum aan de hand van een unieke code, zodat geen namen van deelnemers aan de onderzoekers werden doorgegeven. De **statistische analyse** werd uitgevoerd volgens een analyseplan dat vooraf werd afgetoetst met de externe experts.

De resultaten werden uitgeschreven in een **wetenschappelijk rapport**. De deelnemers ontvingen een brief met hun **persoonlijk resultaat** en een preventief advies op maat.

De groepsresultaten werden verspreid via een persconferentie en een digitale infovergadering. Deelnemers kregen de groepsresultaten apart toegelicht via een (gesloten) infodag, en hadden ook de mogelijkheid om een afspraak te maken voor een consultatie met een milieu-arts of medisch milieukundige.

2.4 WAAROM?

Op groepsniveau wilden we volgende **onderzoeksvragen** beantwoorden:

- **Welk PFAS profiel zien we rond de 3M-site?**

We bekeken eerst welke van de 13 PFAS we detecteerden in serum, en hoe hoog de concentraties zijn.

Deze waarden vergeleken we met gezondheidskundige richtwaarden en met waarden van de algemene Vlaamse bevolking.

- **Wat bepaalt de blootstelling?**

We onderzochten welke factoren een impact hebben op de serumconcentratie PFAS:

- Persoonsfactoren: leeftijd, geslacht, BMI, socio-economische factoren, ...
- Geografische factoren: afstand tussen woning en 3M-fabriek, oriëntatie t.o.v. 3M, aantal jaren wonen in het gebied, ...
- Lokale voeding: eieren, groenten, fruit, water.
- Contact met chemische stoffen, blusschuim, bodem- en stofdeeltjes,
- Gebruik van producten, o.a. sprays om kleding/schoenen waterdicht te maken, smeermiddelen, ...

2.5 WAT NU?

Op basis van de resultaten konden we beleidsadviezen formuleren en noden voor verder onderzoek benoemen.

HOOFDSTUK 3: RESULTATEN

3.1 WIE NAM DEEL AAN DE STUDIE?

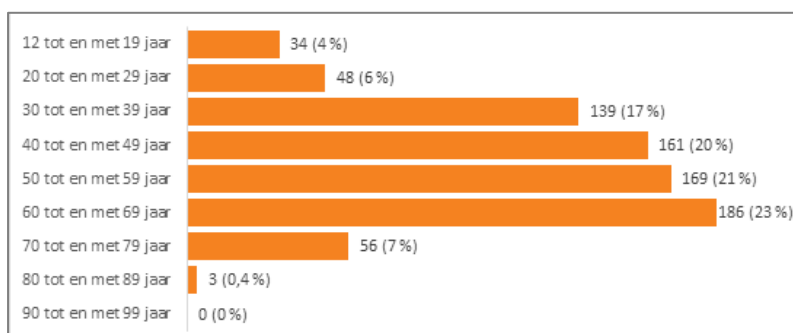
3.1.1 Respons

Van de 948 bewoners die zich via de website van de overheid registreerden, kregen 838 personen een code om een afspraak te maken voor het onderzoek. Er waren voldoende plaatsen om er voor te zorgen dat één persoon per gezin kon deelnemen. Met andere woorden: de 110 bewoners die niet werden geselecteerd, hadden allen een gezinslid dat wel kon deelnemen of hadden zich niet correct geregistreerd.

Van de 838 personen die een code kregen toegestuurd, waren er 804 personen die een afspraak maakten voor een bloedonderzoek. Sommigen daarvan annuleerden hun afspraak op het laatste moment of kwamen niet opdagen. Uiteindelijk werden **796 deelnemers** onderzocht.

3.1.2 Kenmerken van de deelnemers

De onderzoeksgroep omvat **796 deelnemers**, met iets meer vrouwen (57%) dan mannen (43%). Van de vrouwelijke deelnemers was 2% zwanger op het moment van het onderzoek en 4% gaf borstvoeding. De mediane leeftijd bedroeg 51 jaar. De leeftijdsverdeling wordt gegeven in Figuur 2.



Figuur 2 Aantal deelnemers (en %) per leeftijdsgroep

De meerderheid van de deelnemers kwam uit een gezin met een diploma hoger onderwijs (64%), kon comfortabel leven met het beschikbare inkomen (56%) en was van Belgische afkomst (91%). Sociaal kwetsbare groepen zijn dus minder goed vertegenwoordigd in de onderzoeksgroep.

Ongeveer één op drie van de deelnemers woonde binnen een straal van 1,5 km rond het centrum van 3M en twee op drie tussen 1,5 km en 3 km. Alle deelnemers woonden ten zuiden van 3M; ten noorden ligt immers het industriegebied. De helft van de deelnemers woonde reeds 30 jaar of meer in het onderzoeksgebied en ongeveer 1 op 10 deelnemers woonde er minder dan 5 jaar.

Besluit:

Bij **796 personen** die **wonen binnen 3 km rond de 3M-site in Zwijndrecht** werd bloed afgenomen en onderzocht op verschillende PFAS. De onderzoeksgroep is **niet representatief** voor de algemene bevolking van de deelnemende gemeenten. Er deden meer oudere mensen en mensen uit een gezin met een diploma hoger onderwijs mee dan er gemiddeld in het gebied wonen. Toch zijn de resultaten **valide** omdat de groep groot is en omdat de factoren die we willen onderzoeken voldoende aan bod komen in de groep.

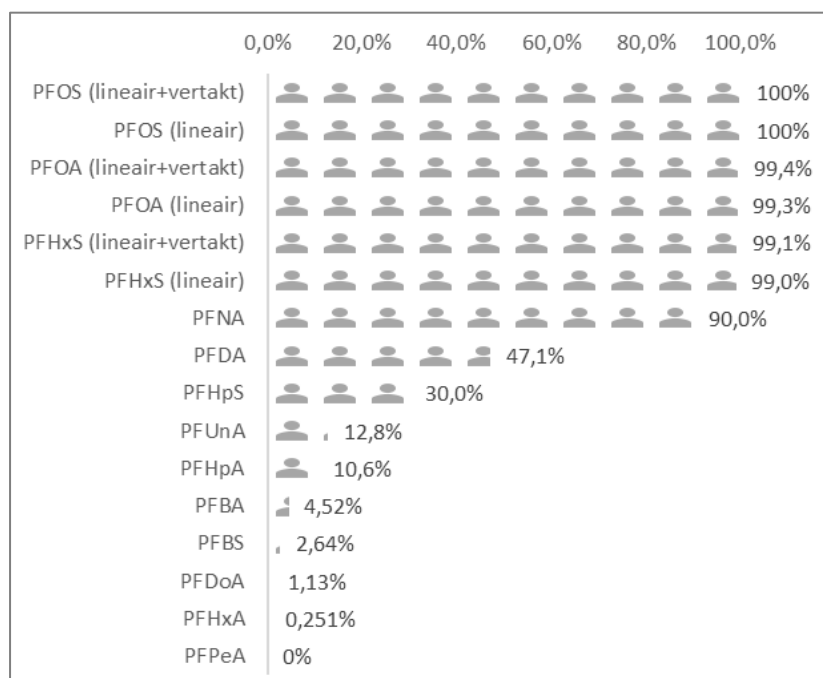
3.2 WELK PFAS PROFIEL ZIEN WE ROND DE 3M-SITE?

3.2.1 Welke PFAS?

Er werden in totaal **13 PFAS** gemeten in serum.

Weetje: PFAS kunnen in verschillende chemische vormen voorkomen: een **lineaire vorm** (een rechte keten) en een **vertakte vorm** (een vertakte keten). De huidige technieken laten ons toe om voor PFOS, PFOA en PFHxS beide vormen te meten. Voor deze drie PFAS worden dus twee meetwaarden gegeven: een lineaire meetwaarde en een vertakte + lineaire meetwaarde. Voor de andere PFAS meten we enkel de lineaire vorm.

Een chemische meting heeft een **grenswaarde (kwantificatielimiet)**. Voor alle PFAS in deze studie is de grenswaarde $0,2 \mu\text{g/L}$. Waarden die lager zijn dan $0,2 \mu\text{g/L}$, kunnen we dus niet meten in het serum. We bekijken eerst welke PFAS werden waargenomen in het serum van de 796 deelnemers, en dus een waarde hebben die **meetbaar** is (Figuur 3).



Figuur 3 Percentage deelnemers met een meetbare waarde voor de 13 PFAS.

Voor de onderzoeksgroep rond 3M zien we volgend patroon:

- **PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA** werden **bij alle of bijna alle deelnemers** uit de onderzoeksgroep gemeten. Deze stoffen komen dus veel voor in de onderzoeksgroep.
- **PFDA en PFHpS** werden **bij minder dan de helft** van de deelnemers uit de onderzoeksgroep gemeten. Deze stoffen komen dus matig voor in de onderzoeksgroep.
- **PFUnA, PFHpA, PFBA, PFBS, PFDoA en PFHxA** werden **bij minder dan 15%** van de deelnemers in het serum gemeten. Deze stoffen komen dus weinig voor in de onderzoeksgroep.
- Eén stof, **PFPeA**, werd **bij geen enkele deelnemer** in het serum gemeten. Deze stof komt dus niet voor in de onderzoeksgroep.

3.2.2 Hoeveel PFAS?

In Tabel 2 worden de serumconcentraties van de 13 PFAS gegeven voor de totale onderzoeksgroep.

Weetje:

- ° Het **percentage deelnemers met een meetbare waarde** geeft aan bij hoeveel deelnemers op 100 de concentratie hoog genoeg was om een correct cijfer te kunnen bepalen.
- ° Indien we alle deelnemers rangschikken van laag naar hoog, is de **mediaan** de middelste waarde. De helft van de deelnemers heeft een waarde lager dan de mediaan; de helft van de deelnemers heeft een waarde hoger dan de mediaan.
- ° Indien we alle waarden rangschikken van laag naar hoog is het **90^e percentiel of P90** de waarde waaronder 90% van waarden liggen. 10% van de deelnemers heeft een waarde boven de P90.

Tabel 2 Concentratie van PFAS in serum bij 796 deelnemers in de buurt van 3M in Zwijndrecht

PFAS	% deelnemers met meetbare waarde	Mediaan (µg/L)	90 ^e percentiel (µg/L)
PFOS _{lineair+vertakt}	100%	20,4	79,6
PFOS _{lineair}	100%	5,40	50,5
PFOA _{lineair+vertakt}	99,4%	1,44	2,95
PFOA _{lineair}	99,2%	1,39	2,85
PFHxS _{lineair+vertakt}	99,1%	1,47	4,75
PFHxS _{lineair}	99,0%	1,46	4,66
PFNA	90,0%	0,43	0,96
PFDA	47,1%	-	0,48
PFHpS	30,0%	-	0,61
PFUnA	12,8%	-	0,22
PFHpA	10,6%	-	0,20
PFBA	4,5%	-	-
PFBS	2,6%	-	-
PFDoA	1,1%	-	-
PFHxA	0,3%	-	-
PFPeA	0,0%	-	-

Wat opvalt voor PFOS is het grote verschil tussen PFOS_{lineair} en PFOS_{lineair+vertakt}. Mogelijk vertelt dit ons iets over het onderscheid tussen historische en recente vervuiling, maar dit vergt verder studiewerk (bijv. koppeling met milieumetingen).

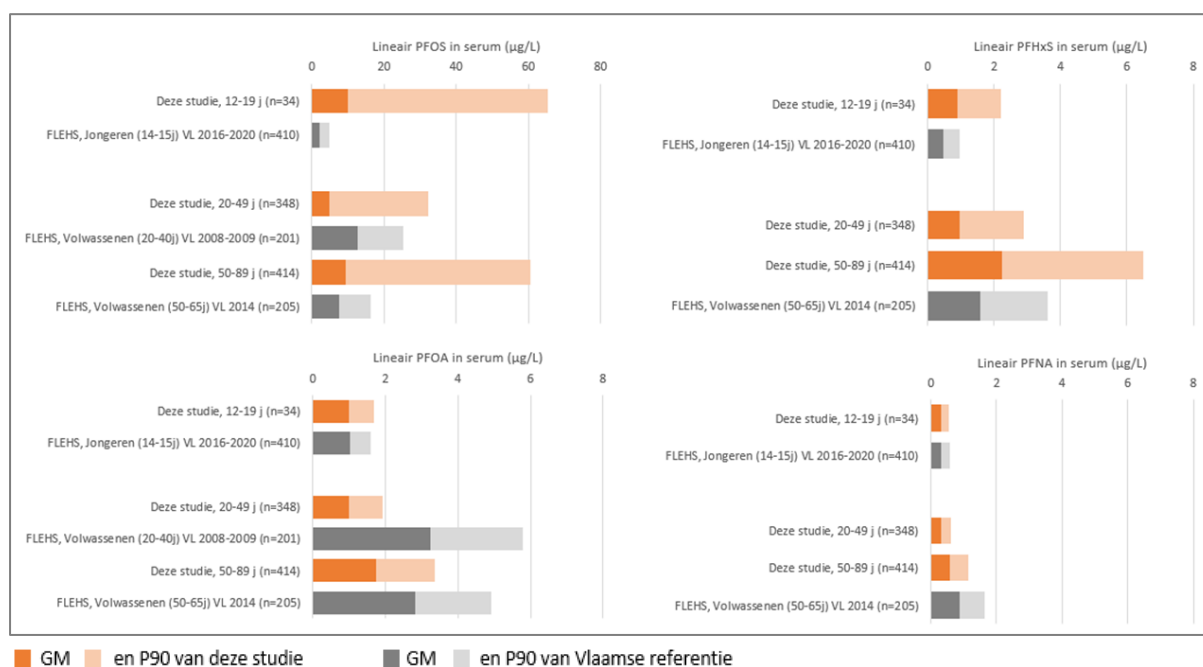
Besluit:

Bewoners uit de omgeving van de 3M-site hebben vooral **PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA** in het lichaam.

3.2.3 Vergelijking met Vlaamse referentiewaarden

In Vlaanderen wordt sinds 2001 een opvolging gedaan van de blootstelling aan chemische stoffen in de algemene Vlaamse bevolking². Op regelmatige basis stelt het Steunpunt Milieu en Gezondheid voor verschillende leeftijdsgroepen **Vlaamse referentiewaarden** op voor de hoeveelheid chemische stoffen in het lichaam via metingen in bijvoorbeeld serum, bloed, urine of haar.

In het verleden werden in de Vlaamse referentiepopulatie 4 PFAS gemeten in het serum, nl. PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS. We kunnen de waarden van de bewoners uit de omgeving van de 3M-site dus vergelijken met de Vlaamse referentiewaarden. Aangezien in het verleden enkel lineaire PFAS werden gemeten, gebeurt de vergelijking hiervoor. We vergelijken het geometrische gemiddelde (GM) en de 90^e percentiel (P90) (Figuur 4).



Figuur 4 Vergelijking van PFAS bij bewoners uit de omgeving van de 3M-site (huidige studie) in vergelijking met Vlaamse referentiewaarden

De waarden van PFOS en PFHxS liggen duidelijk hoger in de buurt van de 3M-site dan in de algemene Vlaamse bevolking, en dit voor alle leeftijdsgroepen. Dit suggereert dat er een lokale bron is voor deze 2 stoffen die tot de groep van sulfonzuren behoren. 3M was in het verleden een belangrijke producent van sulfonzuren. Omdat ze moeilijk afbreken in het leefmilieu kunnen mensen nog steeds aan deze stoffen worden blootgesteld.

De waarden van PFOA en PFNA zijn vergelijkbaar of zelfs lager dan de Vlaamse referentiewaarden. In de algemene bevolking zien we een duidelijk dalende trend voor verschillende PFAS omdat sommige PFAS ondertussen verboden zijn en ze dus minder voorkomen in consumptieartikelen zoals

² www.milieu-en-gezondheid.be

kookgerei, drinkbekers, en dergelijke. De lage waarden in de huidige studie zijn dus vooral toe te schrijven aan het feit dat dit de meest recente studie is.

Besluit:

In vergelijking met de algemene Vlaamse bevolking vinden we in het lichaam van de bewoners uit de buurt van de 3M-site vooral **hoge waarden voor PFOS en PFHxS**. Dit zijn stoffen die in het verleden in de 3M-fabriek werden geproduceerd.

3.2.4 Vergelijking met internationale richtwaarden

Internationale commissies hebben op basis van de wetenschappelijke literatuur bepaald vanaf wanneer een waarde van PFAS in serum veilig is. We spreken van **gezondheidskundige toetsingswaarden** of **richtwaarden**. De richtwaarde varieert volgens leeftijd en geslacht. Een overzicht wordt gegeven in Tabel 3. We vergelijken de concentraties die we meten bij de bewoners rond de 3M-site met deze richtwaarden.

Weetje:

In Europa hebben twee instanties richtwaarden opgesteld:

- ° de Duitse Humane Biomonitoring (HBM) Commissie: aparte waarden voor PFOS en PFOA;
- ° het Europese Voedselagentschap (EFSA): 1 waarde voor de som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS.

Belangrijk: De Duitse HBM-commissie definieert op basis van de richtwaarden concrete adviezen om de blootstelling te verminderen. Deze adviezen zijn ook toepasbaar op individueel niveau. We gebruiken de HBM-waarden dus zowel voor groepsresultaten als voor individuele resultaten. Voor de EFSA-richtwaarde ligt dit anders; vergelijking met de EFSA waarde is enkel mogelijk op groepsniveau.

Tabel 3 Overzicht van gezondheidskundige toetsingswaarden of richtwaarden voor PFAS.

Type	Betekenis	Categorie	PFOA	PFOS
HBM-I	Controle	Voor alle leeftijdsgroepen en geslachten	2 µg/l	5 µg/l
HBM-II	Actie	Voor vrouwen van vruchtbare leeftijd (tussen 12 en 51 jaar)*:	5 µg/l	10 µg/l
		Voor alle anderen: vrouwen vanaf 51 jaar en alle mannen:	10 µg/l	20 µg/L
EFSA	Richtwaarde	Algemene bevolking: som (PFOA+PFNA+PFHxS+PFOS):	6,9 µg/L	

* voor vrouwen van vruchtbare leeftijd geldt een strengere richtwaarde om de gezondheid van de baby te beschermen.

In Tabel 4 en Tabel 5 hebben we de waarden van de onderzoeksgroep afgetoetst aan de richtwaarden. **Voor PFOS** heeft slechts 1 op 10 deelnemers een waarde waarbij geen gezondheidseffecten verwacht worden. Voor 6 op 10 deelnemers ligt de serumwaarde boven de HBM-II waarde en is er bijgevolg op lange termijn een gezondheidsrisico. De resultaten tonen dus aan dat de blootstelling aan PFOS bij de bevolking in de buurt van 3M **vanuit gezondheidskundig standpunt te hoog** ligt. Voor PFOA zien we een ander beeld. Hier heeft minder dan 1 op 100 deelnemers een waarde waarbij er een risico is op gezondheidseffecten. Deze resultaten zijn minder verontrustend.

Tabel 4 Percentage deelnemers in vergelijking met de richtwaarden van de Duitse HBM-commissie voor PFOS

PFOS (lineair + vertakt)		
Onder HBM-I <i>Geen gezondheidseffecten te verwachten</i> 9%	Tussen HBM-I en HBM-II <i>Nadelige gezondheidseffecten niet uit te sluiten</i> 32%	Boven HBM-II <i>Nadelige gezondheidseffecten op lange termijn mogelijk</i> 59%

Tabel 5 Percentage deelnemers in vergelijking met de richtwaarden van de Duitse HBM-commissie voor PFOA

PFOA (lineair + vertakt)		
Onder HBM-I <i>Geen gezondheidseffecten te verwachten</i> 73,7%	Tussen HBM-I en HBM-II <i>Nadelige gezondheidseffecten niet uit te sluiten</i> 25,6%	Boven HBM-II <i>Nadelige gezondheidseffecten op lange termijn mogelijk</i> 0,6%

Indien we de groepsresultaten toetsen aan de **EFSA-richtwaarde**, zien we eveneens grote overschrijdingen van de richtwaarde (Tabel 6). Omwille van de somparameter zijn deze resultaten iets moeilijker te interpreteren. Vermoedelijk is de verhoging vooral te wijten aan PFOS.

Tabel 6: Percentage deelnemers in vergelijking met de EFSA-richtwaarde voor PFOA, PFNA, PFOS en PFHxS*

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

*PFOA, PFOS en PFHxS: lineair + vertakt; PFNA: lineair

Besluit:

Meer dan de helft van de deelnemers heeft **voor PFOS** een serumwaarde boven de HBM-II-waarde van de Duitse HBM-commissie. Dit wil zeggen dat de waarden van PFOS in de buurt van 3M **vanuit gezondheidskundig standpunt te hoog** liggen.

Voor **PFOA** zijn de resultaten vanuit gezondheidskundig standpunt **minder verontrustend**.

3.3 WELKE FACTOREN BEPALEN DE PFAS-BLOOTSTELLING?













Het is belangrijk voor wetenschappers, overheden en industrie om de bronnen van blootstelling in kaart te brengen, om vervolgens de gepaste maatregelen te kunnen nemen.

Weetje:

We bestuderen verschillende factoren. Door de gepaste statistische modellen te gebruiken, kunnen we de onafhankelijke bijdrage van iedere factor onderzoeken. Iemand die langer in het gebied woont, heeft dus niet automatisch een hogere waarde omdat die persoon ouder is. Neen, we houden in het statistisch model immers rekening met de leeftijd, als we de factor 'wonen in het gebied' onderzoeken.

Een overzicht van alle factoren die in deze studie een significant verband vertoonden met de serumwaarde PFAS wordt gegeven in Tabel 7.

Tabel 7 Overzicht van factoren die de serum PFAS-waarde op een significante manier beïnvloeden

Factor	Welk effect?	Welke PFAS?			
		Hoe verandert de serumwaarde PFAS?	PFOS	PFHxS	PFOA
	Hoger bij oudere deelnemers	X	X	X	X
	Hoger bij mannen dan bij vrouwen	X	X	X	
	Hoger bij Belgen dan bij niet-Belgen	X	X		
	Lager bij personen met overgewicht of obesitas	X			
	Hoger als afstand tot 3M-fabriek kleiner is	X	X		
	Hoger in oriëntatie zuidwest	X	X		X
	Hoger bij mensen die langer in het gebied wonen	X	X	X	
	Hoger bij consumptie van eieren van eigen kippen	X	X	X	X
	Hoger bij gebruik van putwater als drinkwater, voor bereidingen of sproeien van de tuin	X	X		
	Hoger bij contact met bodemdeeltjes via beroep, hobby of opleiding	X			
	Hoger bij contact met chemische stoffen via beroep, hobby of opleiding		X	X	
	Hoger bij gebruik van smeermiddel voor fiets, paardenzadel, ...			X	

3.3.1 Persoonsfactoren

Mannen hebben hogere serumwaarden dan **vrouwen**; dit geldt voor alle PFAS. Bij vrouwen kunnen PFAS het lichaam verlaten, bijv. bij bloedverlies tijdens de menstruatie, bij het geven van borstvoeding of tijdens de zwangerschap. PFAS zijn persistent en stapelen zich op in het lichaam; dat verklaart waarom alle serumwaarden toenemen met de **leeftijd**. Dit houdt in dat de oudere generatie hoger blootgesteld is geweest, en dat er dus een belangrijke historische component is. Dit benadrukt ook nog eens hoe essentieel het is om te zorgen voor gepaste maatregelen om de blootstelling te verminderen, zodat er een ommekeer komt in de opstapeling, en de toekomstige generatie beschermd wordt.

Deelnemers met **overgewicht of obesitas** hadden lagere gehalten aan PFOS, mogelijk omdat de stoffen over een groter volume verdeeld worden. Verder zien we dat deelnemers van **niet-Belgische herkomst** lagere waarden hebben; een verklaring hiervoor hebben we niet.

3.3.2 Gebiedsgebonden factoren

We zien een duidelijke invloed van een aantal geografische factoren. Deelnemers die **dichter bij de 3M-fabriek wonen** hebben hogere serumwaarden van PFOS en PFHxS. Verder zien we hogere waarden van PFOS, PFHxS en PFOA bij mensen die reeds **langer in het onderzoeksgebied wonen** (niet noodzakelijk op hetzelfde adres). Deze factoren suggereren dat de 3M-fabriek een belangrijke bron is voor de blootstelling aan PFAS.

3.3.3 Lokale voeding

Het gebruik van lokale voeding is een bepalende factor voor alle PFAS die we statistisch analyseerden. De relaties tussen het eten van **eieren van eigen kippen** en de serumwaarden van de geanalyseerde PFAS zijn de sterkste verbanden die we in deze studie konden observeren. Dit bevestigt dat de 'no regret'-maatregelen terecht zijn, en ook in de toekomst best worden opgevolgd. Ook het **gebruik van putwater** voor consumptie (drinken, koken) en ander gebruik (begieten moestuin, poetsen) is geassocieerd met hogere waarden van PFOS en PFHxS en is dus een belangrijk advies in de 'no regret'-maatregelen.

Het eten van **groenten en fruit uit eigen tuin** wordt in de finale statistische modellen niet weerhouden als factor met een onafhankelijke bijdrage. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat mensen die lokale groenten en fruit eten, vaak ook eigen kippen hebben. De resultaten van de eieren zijn zo overheersend dat de impact van de andere lokale producten daardoor mogelijk gemaskeerd wordt. Het is belangrijk om dit in meer diepgaande analyses nog verder uit te spitten.

De conclusies over de grote impact van lokale voeding op de PFAS-gehalten in het lichaam suggereert een verband met de aanwezigheid van een lokale bron van vervuiling.

3.3.4 Contact met PFAS-houdende stoffen en materialen

Deelnemers die een frequent **contact met bodemdeeltjes** rapporteerden (bijv. via wegenwerken, bouwwerf, landbouw, natuurbeheer), hadden hogere gehalten van PFOS. We hebben onvoldoende informatie of het hier gaat om een lokale factor, maar dit is een aandachtspunt voor toekomstig onderzoek. Hetzelfde geldt voor **contact met chemische stoffen**: ook hier zien we hogere gehalten van PFOA en PFHxS in het lichaam. Om na te gaan of de lokale industrie hier een rol speelt (bijv. werken bij 3M), hebben we onvoldoende details in de vragenlijsten.

We observeerden hogere serumgehalten aan PFOA en PFNA bij deelnemers die frequent **smeermiddelen** gebruiken in hun beroep, opleiding of hobby, bijv. voor onderhoud van de fietsketting of boenen van een paardenzadel. Deze blootstelling is duidelijk gelinkt aan persoonlijk gebruik en niet aan de lokale omgeving. Het advies is hier om smeermiddelen te gebruiken die geen teflon (PFTE) bevatten.

Het gebruik van consumptiegoederen zoals kookpotten met antiaanbaklaag, voedingsverpakking of cosmetica werd nergens geïdentificeerd als bron van PFAS. Mogelijk zijn deze bronnen te diffuus en verdwijnen ze daardoor naar de achtergrond in onze analyses waar een lokale bron dominant is.

Besluit:

We vonden significante relaties tussen serum PFAS-concentraties en bronnen van blootstelling:

- ° Er is een **duidelijke geografische gradiënt** ten opzichte van de fabriek van 3M: mensen die dichter wonen of langer in het gebied wonen, hebben hogere PFAS-gehalten in het bloed;
- ° Er is een **grote impact van lokale voeding**, o.m. het eten van eieren van eigen kippen en het gebruik van putwater; op deze manier is er opnieuw een verband met de aanwezigheid van de industrie als bron van vervuiling;
- ° Andere factoren vereisen meer diepgaande analyses, o.a. contact met **bodemdeeltjes** of contact met **chemische stoffen**.
- ° Het gebruik van **smeermiddelen** in beroep, hobby of opleiding werd eveneens geïdentificeerd als bron van blootstelling. Het is belangrijk om hier in de toekomst rond te sensibiliseren.

3.4 WAT NU: VOLGENDE STAPPEN IN BELEID EN ONDERZOEK

3.4.1 Beleidsadviezen

De bevindingen van het huidige onderzoek laten toe om op korte termijn de 'no regret'-maatregelen te verfijnen, onder meer wat betreft specifieke adviezen en de perimeter.

Ook kan de overheid ruimer ondersteunen in het geven van **handelingsperspectieven** aan de bevolking, met als doel om toekomstige blootstelling te vermijden. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van het informatiemateriaal dat ontwikkeld werd voor de deelnemers, namelijk infographics, tips voor blootstellingsvermindering en een checklist om bronnen te identificeren. Dit materiaal kan worden ingezet voor de bredere bevolking in de buurt van 3M en in andere gebieden met PFAS-vervuiling.

De resultaten tonen aan dat er een grote urgentie is aan maatregelen om de lokale vervuiling terug te dringen. Dit dient te gebeuren via **primaire bronaanpak**, namelijk het onmiddellijk stopzetten van nieuwe contaminatie, en door **secundaire bronaanpak**, namelijk het vermijden van de verspreiding van historische vervuiling in de omgeving. Er is hier in de eerste plaats een grote verantwoordelijkheid voor de industrie. De overheid kan een rol spelen in remediëring, regulering, controle en handhaving.

Tot slot hebben overheid en industrie een belangrijk rol in het ondersteunen van **burgerparticipatie**. Naast het informeren van de bevolking, kunnen er ook verdere stappen gezet worden om hen actief te betrekken, o.m. via consultaties en actieve samenwerkingen.

3.4.2 Advies voor verder onderzoek

Omwille van de grote tijdsdruk zijn de huidige analyses uitgevoerd op basis van een strak, vooraf gedefinieerd analyseplan. Doorgedreven analyses op de huidige databank zijn nog aangewezen om **dieper in te zoomen op sommige resultaten**, o.m. analyse van subgroepen kan toelaten om meer gerichte adviezen te formuleren; analyse van factoren die de verhouding van lineaire versus vertakte ketens kunnen verklaren.

Op basis van de huidige studie was het mogelijk om een verband te onderzoeken tussen PFAS in het lichaam en bronnen van PFAS in de omgeving. Een **uitgebreid humaan biomonitoringsonderzoek** zou een grote meerwaarde zijn om meer in detail de link te leggen tussen milieucompartimenten (bronnen), de inwendige dosis van de chemische stoffen in het lichaam en de biologische effecten (gezondheidseffecten) van deze milieuvervuilende stoffen. Op basis van de huidige studie kunnen we stellen dat een uitbreiding van het gebied, en dan voornamelijk in zuidwestelijke richting, hierbij

een grote meerwaarde zou zijn. Ook is het belangrijk om jongere leeftijdsklassen en een bredere sociale klasse te betrekken in het onderzoek omdat deze groepen nu minder goed vertegenwoordigd zijn. Verder zijn jongere leeftijdsgroepen meer geschikt om recente blootstelling te bestuderen. Tot slot, dient het spectrum van PFAS-verbindingen uitgebreid te worden.

Net zoals in beleid, is het ook in nieuw onderzoek belangrijk dat de participatieve component meegenomen wordt. **Betrekken van burgers** bij het design, de uitvoer en de interpretatie van wetenschappelijk onderzoek is niet enkel een inhoudelijke meerwaarde omdat dit toelaat om extra facetten van de lokale omgeving mee in rekening te brengen; het zal er ook toe leiden dat maatregelen en handelingsadviezen een grotere kans op succes hebben omdat het draagvlak groter zal zijn bij geëngageerde en betrokken burgers.