



RAPID RESPONSE REPORT

SCREENING VAN BLOED OP EEN PFAS-BLOOTSTELLING

2 JULI 2025

**DOMINIQUE ROBERFROID, JOLYCE BOURGEOIS, DIEGO CASTANARES-ZAPATERO,
MARIE DAUVIRIN, FRANK HULSTAERT**

■ INHOUDSTAFEL

METHODE VOOR HET OPSTELLEN VAN ONZE AANBEVELINGEN.....	4
AANBEVELINGEN	5
1 WAAROM EEN RAPPORT OVER PFAS?	9
1.1 WAT ZIJN PFAS?	9
1.2 WAAR IN HET MILIEU ZIJN PFAS AANWEZIG?	9
1.3 WAAROM ZIJN PFAS EEN PROBLEEM?	9
1.4 WIE GAF DE OPDRACHT VOOR DEZE STUDIE?	10
1.5 WAT IS HET DOEL VAN DEZE STUDIE?	11
1.6 WELKE METHODOLOGIE PASTEN WE TOE?	11
1.6.1 Rapid review van de wetenschappelijk literatuur	12
1.6.2 Overzicht van nationale en internationale aanbevelingen.....	13
1.6.3 Raadpleging van Belgische stakeholders	13
2 CRITERIUM 1: WAT IS DE INVLOED VAN PFAS OP DE GEZONDHEID?	13
2.1 IS ER EEN VERHOOGD RISICO OP NIERKANKER?	13
2.2 IS ER EEN VERHOOGD RISICO OP BORSTKANKER?	14
2.3 EN WAT MET ANDERE GEZONDHEIDSPROBLEMEN?	14
3 CRITERIUM 2: WAT ZIJN DE DREMPELWAARDEN VOOR HET BEPALEN VAN EEN BLOEDCONCENTRATIE VAN PFAS DIE SCHADELIJK IS VOOR DE GEZONDHEID?	15
3.1 HOE ZIJN DE DREMPELS VASTGESTELD?	15
3.2 WAT ZIJN DE BEPERKINGEN VAN DE HUIDIGE DREMPELS?	16
4 CRITERIUM 3: BESTAAT ER EEN VALIDE SCREENINGTEST OM PFAS IN HET BLOED TE METEN?	17
4.1 HOE WORDT DE PFAS-BLOEDCONCENTRATIE GEMETEN?	17
4.2 WAT ZIJN DE UITDAGINGEN BIJ HET VALIDE METEN VAN PFAS?	18
4.2.1 Over welke moleculen gaat het?	18
4.2.2 Testen van specifieke of totale PFAS?.....	18
4.2.3 Gebruiken van serum/plasma of volbloed?	18
4.2.4 Alleen lineaire isomeren meten of lineaire en vertakte isomeren?.....	19
4.2.5 Kwaliteitscontrole van laboratoria	19
5 CRITERIUM 4: WAT ZIJN DE MOGELIJKE INTERVENTIES BIJ VERHOOGDE PFAS-WAARDEN IN HET BLOED?	19
5.1 WELKE MEDISCHE FOLLOW-UP VAN GESCREENDE PERSONEN?.....	19
5.1.1 Zijn de NASEM-aanbevelingen evidence based?	19
5.1.2 Wat zijn aanbevelingen van andere nationale of internationale instellingen? ...	20
5.2 IS HET MOGELIJK OM DE UITSCHIEDING VAN PFAS TE VERSNELLEN?	21

■ AFKORTINGENLIJST

AFKORTING

DEFINITIE

AAP	American Academy of Pediatrics
ACOG	American College of Obstetricians and Gynecologists
AHA	American Heart Association
AMSTAR 2	Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BMH-Wal	Biomonitoring humaine-wallonia
CNGE	Collège National des Généralistes Enseignants (Frankrijk)
CSI	Conseil Scientifique Indépendant
DEGAM	Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (Duitsland)
EFSA	European Food Safety Authority
EPA	US Environmental Protection Agency
ESRO	Versnelde wetenschappelijke studies en publicatie
EU-PARC	European Partnership for Risk Assessment of Chemicals
FLEHS	Flemish Environment and Health Studies
HBM	Human Biomonitoring
HBM-C	Human Biomonitoring Commission - Duitse Commissie voor menselijke biomonitoring
IARC	International Agency for Research on Cancer
IMC	Interministeriële Conferentie
ISO/IEC	International Organization for Standardization (ISO) and the International Electrotechnical Commission (IEC).
ISSeP	Institut Scientifique de Service Public (Wallonie)
LC-MS/MS	Liquid Chromatography - tandem Mass spectrometry (Vloeistofchromatografie gekoppeld aan tandemmassaspectrometrie)
MeFOSAA	methylperfluorooctaansulfonamidoazijnzuur
NASEM	National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine
NTP	National Toxicology Program
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling
PFAS	Per- en polyfluoralkylstoffen
PFDA	perfluorodecaanzuur
PFHpS	perfluorheptaansulfonzuur
PFHxS	perfluorhexaansulfonzuur
PFNA	perfluornonaanzuur
PFOA	perfluorooctaanzuur
PFOS	perfluorooctaansulfonzuur
PFOSA	perfluorooctanesulfonamide

PFUnDA	perfluorundecaanzuur
POP's	Persistente organische verontreinigende stoffen
R ³	Rapid Respond Report
RCGP	Royal College of General Practitioners (Engeland)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Nederland)
RIZIV	Rijksinstituut voor Ziekte- en Invaliditeitsverzekering
SIGN	Scottish Intercollegiate Guidelines Network
SSMG	Société Scientifique de Médecine Générale
SWDE	Société Wallonne des Eaux
TFA	trifluorazijnzuur
UK NSC	UK National Screening Committee
USPSTF	US Preventive Services Task Force

■ AANBEVELINGEN

METHODE VOOR HET OPSTELLEN VAN ONZE AANBEVELINGEN

Belangrijk voor de interpretatie van dit *rapid response report*, is dat de aanbevelingen alleen betrekking hebben op het **nut van PFAS bloedonderzoek tijdens een individueel medisch consult**.

Op basis van de resultaten uit de verschillende hoofdstukken van dit *rapid respons report* stelden we een eerste reeks van aanbevelingen op.

De stakeholders werden uitgenodigd voor een online enquête (april 2025). Daarin konden ze weergeven of ze akkoord gingen met onze aanbevelingen en argumenten pro en contra formuleren. Naast de aanbevelingen ontvingen ze ook een samenvatting van de wetenschappelijke argumenten. We stuurden de online enquête naar 57 organisaties en individuele experts, waaronder academische en niet-academische experts, regionale en federale overheden, ministeriële kabinetten, beroepsverenigingen en wetenschappelijke verenigingen.

Op basis van de resultaten van de online enquête pasten we de aanbevelingen aan, o.a. om de verschillende concepten en de argumentatie bij elke aanbeveling te verduidelijken.

Vervolgens werd een panel van stakeholders (17 *key players*) uitgenodigd om de aangepaste aanbevelingen te bediscussiëren tijdens een online werkvergadering (mei 2025).

Na deze vergadering hebben we de aanbevelingen een tweede keer aangepast, voornamelijk om de bestemmelingen van de verschillende aanbevelingen beter te identificeren en de resterende onduidelijkheden aan te pakken. De uiteindelijke formulering van de aanbevelingen is de verantwoordelijkheid van het KCE. **Deze aanbevelingen zijn onderhevig aan herziening wanneer nieuw bewijsmateriaal wordt gepubliceerd.**

De gedetailleerde resultaten omtrent de stakeholderbevraging worden gepresenteerd in Supplement 3.2.

AANBEVELINGEN



ONDERSTEUNING VAN EEN GEÏNTEGREERD WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEKSPROGRAMMA

Argumenten en opmerkingen

Omwille van de vele (analytisch-technische als klinische) onzekerheden is meer diepgaand onderzoek gerechtvaardigd en essentieel in de volgende gebieden:

- Stel referentielaboratoriumtechnieken vast voor het meten van PFAS in bloed, ook voor PFAS die momenteel niet algemeen erkend zijn of moeilijk te meten zijn bv. PFAS met een korte keten of vertakte PFAS.
- verduidelijk de grenswaarden voor bloedconcentraties voor verschillende PFAS waar een negatief effect kan verwacht worden.
- kwantificeer het individueel risico op gezondheidsproblemen, vooral voor ernstige ziekten, en daarbij de geassocieerde grenswaarden voor bloedconcentraties. Er moet onderzocht worden of er op korte termijn etiologische studies (retrospectieve cohort- of case-control studies) kunnen uitgevoerd worden, vertrekkende van reeds gestockeerde bloedstalen.
- vaststellen van de meest geschikte individuele medische opvolging wanneer de bloedconcentratiegrenswaarden voor verschillende PFAS worden overschreden en een negatief gezondheidsrisico is vastgesteld. De risico's en voordelen van elke voorgestelde medische behandeling moet wetenschappelijk beoordeeld worden.
- verduidelijk de wetenschappelijke onderbouwing voor bepaalde aanbevelingen die de blootstelling aan PFAS willen verminderen (bv. de doeltreffendheid van drinkwaterfilters voor huishoudelijk gebruik in reële omstandigheden).
- identificeer en wetenschappelijk evalueer, mogelijke veilige en effectieve therapeutische strategieën om de uitscheiding van PFAS uit het menselijk lichaam te versnellen, zoals bijvoorbeeld anionenuitwisselende harsen.

1. Wij bevelen de federale en deelstaat overheden aan om:

- 1.a. een geïntegreerd wetenschappelijk onderzoeksprogramma op te zetten om de belangrijkste vragen over PFAS bloedonderzoek te beantwoorden.
- 1.b. een interfederaal coördinatiemechanisme tussen alle wetenschappelijke organen te creëren (bv. een taskforce) en om voldoende budget te voorzien voor het onderzoeksprogramma.
- 1.c. synergieën met Europese partners te ondersteunen, zoals het [PARC-project](#).



ONTWIKKELING VAN EEN UP-TO-DATE, VALIDE INFORMATIEPAKKET VOOR ZORGPROFESSIONALS

Argumenten en opmerkingen

- Het is essentieel dat huisartsen en andere zorgprofessionals kunnen beschikken over een up-to-date en valide PFAS-informatiepakket, met daarin alle relevante informatiebronnen, zodat ze hun patiënten goed kunnen informeren en hen hoogwaardige medische zorg kunnen bieden.
- Er bestaat al documentatie voor huisartsen op regionaal of gemeenschaps-niveau (bijvoorbeeld website [SSMG](#) of [Domus Medica](#)), maar kent belangrijke verschillen vooral in de aanbevelingen voor de medische follow-up van mensen met hoge PFAS-bloedwaarden.
- Het is essentieel om de informatie en aanbevelingen voor huisartsen in alle regio's van het land te coördineren en te harmoniseren, om onzekerheid en bezorgdheid door tegenstrijdige informatie te vermijden.
- Het informatiepakket moet het volgende bevatten:
 - algemene informatie over PFAS
 - wetenschappelijk onderbouwd advies over het verminderen van de individuele blootstelling aan PFAS. Checklists van preventieve acties aangepast aan de Belgische context kunnen als basis dienen ([SSMG](#), [Zorg Vlaanderen](#)) en kunnen worden aangepast naarmate de wetenschappelijke kennis evolueert
 - informatie over het niveau van PFAS-verontreiniging in de bevolking of in het milieu op basis van belangrijke informatie (bv. resultaten van biomonitoringstudies in Wallonië ([BMH-Wal](#)) en Vlaanderen ([FLEHS](#)), informatie over risicogebieden, geolocatie van risicowijken (bijvoorbeeld een cartografie in Brussel door [Brussels environnement](#), watermonsters door de *Société Wallonne des Eaux* ([SWDE](#)), bodem- of luchtmonsters, enz.)
 - informatie over beschikbare en aanbevolen laboratoriumtechnieken en over geaccrediteerde laboratoria
 - de huidige stand van de wetenschappelijke kennis over de associatie tussen hoge PFAS-waarden in het bloed en de incidentie van ernstige gezondheidsproblemen, zoals nierkanker
 - de huidige stand van de wetenschappelijke kennis over de juiste medische aanpak van patiënten met verhoogde PFAS-waarden in het bloed
 - informatie over lopende studies in België, waaronder biomonitoringactiviteiten, epidemiologische en klinische studies naar nieuwe behandelingen om het PFAS-gehalte in het bloed te verlagen
- Het informatiepakket moet worden ontwikkeld in samenwerking met zorgprofessionals (bv. huisartsenverenigingen).
- Communicatieprofessionals en professionals in gezondheidsgeletterdheid moeten betrokken worden bij de formulering en algemene presentatie van het informatiepakket. Een vereenvoudigde versie van het pakket moet beschikbaar worden gesteld aan het publiek.
- Om de informatie en aanbevelingen in alle regio's van het land te harmoniseren, wordt best een federale website in drie talen voorzien. Een instelling moet worden aangesteld als verantwoordelijke voor het regelmatig updaten en verspreiden van het informatiepakket.

2. Wij bevelen aan dat:

2.a. **de wetenschappelijke instanties** die zich bezighouden met de effecten van PFAS op de gezondheid samenwerken om een up-to-date en valide informatiepakket voor huisartsen en andere zorgverleners samen te stellen. De inhoud van het pakket moet tussen de

verschillende regio's worden gecoördineerd en geharmoniseerd (o.a. SSMG en Domus Medica).

2.b. de **federale overheden en deelstaten** zorgen voor een succesvolle verspreiding van het informatiepakket, in samenwerking met de verenigingen van huisartsen en andere zorgprofessionals.

2.c. de **federale overheden en deelstaten** samenwerken met patiëntenverenigingen en diensten gespecialiseerd in de verspreiding van gezondheidsinformatie, zoals InfoSanté en Gezondheid en Wetenschap, om een vereenvoudigde versie van het informatiepakket voor het grote publiek te ontwikkelen en te verspreiden.



ZORGEN VOOR EEN EVIDENCE-BASED PFAS-BLOEDSCREENING

Argumenten en opmerkingen

- Er is nog geen referentiemethode voor het meten van de PFAS-concentratie in het bloed en geen consensus over de lijst van PFAS waarop getest zou moeten worden
- Er zijn momenteel geen robuuste gegevens om de mate van het individueel ziekterisico vast te stellen in relatie tot een bepaald PFAS-niveau in het bloed.
- De positieve en negatieve voorspellende waarde van een PFAS-bloedtest is onbepaald (zie verder sectie 3.2).
- Er zijn momenteel geen solide gegevens voor de meest geschikte medische behandeling wanneer bij een persoon een verhoogde PFAS-concentratie in het bloed wordt vastgesteld (zie sectie 5).
- Er is ook een ethische dimensie. Het screenen op PFAS-verontreiniging in het bloed zonder dat de voorspellende waarde van de test goed is vastgesteld, en na een positieve test screenen op een breed scala aan gezondheidsproblemen, zonder dat de voordelen van een dergelijke screening goed bekend zijn, kan onzekerheid en angst veroorzaken bij de gescreenden.
- Naarmate het onderzoek naar de mechanismen van PFAS-toxiciteit en de invloed op de gezondheid vordert, moeten de resultaten van bloedtests, waar ze ook worden verzameld (arbeidsgeneeskunde, biomonitoring, opportunistische screening door huisartsen, andere soorten onderzoek), maximaal worden gebruikt voor epidemiologische studies. In Vlaanderen werd een haalbaarheidsstudie uitgevoerd om serumconcentraties van 13 PFAS te koppelen aan routinegegevens uit de medische dossiers van het Intego GP-onderzoeksnetwerk. Deze pilootstudie toonde de technische haalbaarheid aan van het koppelen van serum PFAS-waarden uit biomonitoringstudies aan deze klinische gegevens.^{1,2}
- Bijgevolg moeten alle resultaten van bloedtesten systematisch worden meegedeeld aan de huisarts van de betrokken patiënten zodat ze, met toestemming van de patiënt, in het elektronisch medisch dossier kunnen worden opgenomen en op een later tijdstip gemakkelijk kunnen worden geïdentificeerd en gebruikt. Ook het laboratorium en de gebruikte techniek moeten worden geregistreerd. Idealiter wordt dit gedaan als onderdeel van een longitudinale studie (een prospectieve of retrospectieve cohortstudie of klinische studie om een interventie te evalueren).

3. Wij bevelen de federale overheid en de deelstaten aan om :

3.a. **geen systematisch screeningprogramma voor PFAS in het bloed te organiseren**, aangezien de huidige wetenschappelijke kennis over de voordelen ervan ontoereikend is.

3.b. een **geüniformeerde en effectieve procedure te ontwikkelen om alle PFAS-bloedtests veilig te koppelen aan het elektronisch medisch dossier** van de patiënt, met diens toestemming, ten behoeve van epidemiologisch onderzoek.



AANBIEDEN VAN EVIDENCE-BASED ZORG AAN PATIËNTEN

Argumenten en opmerkingen

- Het verminderen van de PFAS-blootstelling maakt deel uit van het voorzorgsprincipe. Dit principe stoelt op het preventief voorkomen dat mensen worden blootgesteld aan PFAS. Volgens de Europese wetgeving (in het bijzonder artikel 191 van het Verdrag betreffende de werking van de Europese Unie) is het voorzorgsprincipe van toepassing als er een mogelijk risico is voor de menselijke gezondheid of het milieu, zelfs als het wetenschappelijk bewijs onvolledig, onzeker of niet overtuigend is. Het voorzorgsprincipe is van toepassing zelfs zonder dat er individuele bloedtests worden afgenomen. Specifieke aanbevelingen, zoals het gebruik van waterfilters voor thuisgebruik, moeten echter zoveel mogelijk gebaseerd zijn op een positieve en bewezen risico-batenbalans. We moeten ook vermijden dat de last van een maatschappelijk probleem op het individu wordt afgeschoven.
- De argumenten tegen systematische PFAS-screening gelden ook voor opportunistische screening. Samengevat zijn deze het ontbreken van een referentielaboratoriumtechniek; de onmogelijkheid om de specifieke bron(nen) van blootstelling (vroeger of nu) te onderscheiden; het onvermogen om een specifieke gezondheidsuitkomst te voorspellen; het ontbreken van duidelijke interventies/behandelingen en de angst die dit met zich mee kan brengen; en de kosten van de test, vermits de verplichte ziekteverzekering deze niet dekt.
- Gezamenlijke besluitvorming over het al dan niet testen van PFAS in bloed vereist geïnformeerde en transparante informatie voor patiënten.
- De uiteindelijke beslissing om te testen op PFAS in het bloed moet rekening houden met de specifieke situatie van elke patiënt en het verwachte voordeel (bv. het verminderen van angst bij mensen die in een besmet gebied wonen). Vrouwen die zwangerschap overwegen, of die zwanger zijn of borstvoeding geven, verdienen bijzondere aandacht, hoewel het in dit stadium niet duidelijk is welke specifieke aanbevelingen voor deze groep kunnen worden geformuleerd.

4. Wij bevelen huisartsen en andere zorgprofessionals aan om :

- 4.a. Duidelijk, goed geïnformeerd en empathisch te communiceren bij eventuele vragen of zorgen van hun patiënten over PFAS (zie aanbeveling omtrent een up-to-date, valide informatiekits).
- 4.b. Screening van PFAS in het bloed niet aan te moedigen buiten het kader van wetenschappelijk onderzoek.
- 4.c. De patiënt, die om een test vraagt, te wijzen op de huidige onzekerheden over de voordelen en risico's, zodat er een geïnformeerd gesprek kan plaatsvinden over de relevantie van een dergelijke test.
- 4.d. Als er een test is uitgevoerd, om alleen klinische richtlijnen met een wetenschappelijk aangetoonde risico-batenverhouding te volgen.
- 4.e. De resultaten systematisch en gestructureerd te registreren in de elektronische medische dossiers van patiënten, zodat ze gemakkelijk geïdentificeerd kunnen worden bij epidemiologische studies.

■ RAPPORT

1 WAAROM EEN RAPPORT OVER PFAS?

1.1 Wat zijn PFAS?

PFAS (per- en polyfluoralkylstoffen) zijn een familie van synthetische chemische verbindingen met ten minste één verbinding tussen een koolstof- en een fluoratoom. Hierdoor zijn ze zeer goed bestand tegen hitte (tot 300-400 °C), water en vet³.

Sinds de jaren 1940 worden ze gebruikt voor een breed gamma aan industriële en consumentenproducten, zoals anti-aanbaklagen (zoals Teflon), vetbestendige voedselverpakkingen, blusschuim, waterdichte kleding en cosmetica en huidverzorgingsproducten^{4, 5}.

PFAS worden 'eeuwige vervuilers' genoemd, omdat ze nauwelijks afbreken in het milieu. Ze blijven ook zeer stabiel in water. Uit het lichaam worden ze geleidelijk uitgescheiden, maar dat duurt vaak meerdere jaren⁶⁻⁸.

De PFAS omvatten enkele duizenden moleculen, waarvan er tot nu toe slechts een klein aantal bestudeerd werden, waaronder perfluorooctaansulfonzuur (PFOS), perfluorooctaanzuur (PFOA), methylperfluorooctaansulfonamidoazijnzuur (MeFOSAA), perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS), perfluorodecaanzuur (PFDA), perfluorundecaanzuur (PFUnDA) en perfluornonaanzuur (PFNA).

1.2 Waar in het milieu zijn PFAS aanwezig?

PFAS worden op veel plaatsen in het milieu aangetroffen. Een belangrijke bron van vervuiling zijn de slecht beheerde industriële lozingen (in de lucht en/of het water) door bedrijven die PFAS produceren of gebruiken, zoals de 3M-fabriek in Zwijndrecht, die de bodem met PFOS vervuilde over verschillende kilometers. Een andere belangrijke bron is het massale gebruik van blusschuim, vooral voor oefeningen in brandweerkazernes en militaire opleidingscentra, en in luchthavens, zoals op de militaire basis van Chièvres. Daar werd geconstateerd dat de PFAS-concentratie in het leidingwater hoger was dan de nieuwe Europese norm van maximum 100 ng/l voor de 20 meeste voorkomende PFAS.

PFAS hopen zich op in water, wat leidt tot verontreiniging van grond- en drinkwater en bioaccumulatie bij waterdieren (vissen, schaaldieren). Ze hopen zich ook op in de bodem, door verspreiding van verontreinigd rioolslib dat als meststof wordt gebruikt, het gebruik van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen, irrigatie met verontreinigd water of PFAS in regen. Als gevolg daarvan kunnen PFAS landbouwproducten en dieren op het land (vee, wild, kippen, eieren) verontreinigen. Gefluoreerde farmaceutische producten kunnen ook worden beschouwd als PFAS volgens de uitgebreide definitie van de OESO.

PFAS-vervuiling is een wereldwijd probleem geworden. Er zijn zelfs PFAS aangetroffen in regenwater in Antarctica en Tibet⁹⁻¹². In heel Europa werden verontreinigde gebieden geïdentificeerd. In België bleek uit biomonitoring studies^a dat een aanzienlijk deel van de bevolking PFAS bevat, en dan voornamelijk PFOS en PFOA^{13, 14}. Biomonitoringactiviteiten voor PFAS worden ook uitgevoerd in gemeenten waar overmatige blootstelling in het milieu is aangetoond, zoals Zwijndrecht en Chièvres¹⁵⁻¹⁷.

^a Biomonitoring heeft tot doel de blootstelling van een bevolking aan PFAS te controleren door bij een steekproef van individuen die representatief zijn voor de algemene bevolking of voor specifieke groepen (bv. de bevolking die in een verontreinigd gebied woont). Het is een nuttig instrument voor de volksgezondheid, zowel voor het documenteren van blootstelling in het milieu of op het werk als voor het nemen van corrigerende maatregelen voor de volksgezondheid.

1.3 Waarom zijn PFAS een probleem?

Mensen kunnen besmet raken door het eten van voedsel met PFAS, zoals zeevruchten, eieren en vlees, of door het drinken van besmet water¹⁸⁻²¹. Vrouwen kunnen PFAS ook doorgeven aan hun baby's tijdens de zwangerschap en borstvoeding^{15, 22-24}.

Sommige PFAS zijn gelinkt aan bepaalde gezondheidsproblemen. De Amerikaanse *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* (NASEM) vatte ze in 2022 samen in een literatuuroverzicht.⁴ Volgens de NASEM is er voldoende bewijs^b voor een associatie tussen blootstelling aan bepaalde PFAS en een verminderde immuunrespons na vaccinatie (bij volwassenen en kinderen), dyslipidemie (bij volwassenen en kinderen), verminderd geboortegewicht en een verhoogd risico op nierkanker (bij volwassenen).⁴ Daarnaast classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC) PFOA als kankerverwekkend en PFOS als mogelijk kankerverwekkend voor mensen²⁵.

Er werden nog veel andere gezondheidseffecten gemeld, maar het bewijs is beperkt^c of onvoldoende^d (zie tabel 1).⁴ De meest bestudeerde PFAS staan opgelijst in sectie 1.1, en het gaat dan vooral over PFOA en PFOS. De pathofysiologische mechanismen zijn ook nog niet volledig opgehelderd.

Ook al is het, zoals we later zullen zien in hoofdstuk 2 en 3, moeilijk om het individuele gezondheidsrisico van PFAS vast te stellen, toch zijn deze gegevens een belangrijk waarschuwingssignaal over de toxiciteit van deze chemische verbindingen en moet het voorzorgsbeginsel worden toegepast. Hierop is verschillende regelgeving gebaseerd:

- Verschillende PFAS zijn al enkele jaren opgenomen in het Verdrag van Stockholm inzake persistente organische verontreinigende stoffen (POP's), dat de productie en het gebruik ervan verbiedt of beperkt.^e
- Richtlijn (EU) 2020/2184 van het Europees Parlement en de Raad betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water stelt de maximale concentratie vast op 100 ng/l voor de 20 meest voorkomende PFAS, en op 500 ng/l voor PFAS als groep.^f Deze richtlijn moet in januari 2026 van kracht worden en wordt al aanbevolen in België.²⁶
- De *European Food Safety Authority* (EFSA) stelde een toelaatbare wekelijkse inname via voeding van 4,4 ng per kilo lichaamsgewicht vast voor 4 PFAS samen (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS).⁷ Europese Richtlijn 2022/2388 definieert maximale gehalten in bepaalde voedingsmiddelen.^g

^b Voldoende bewijs voor een associatie werd als volgt gedefinieerd: "Er is een groot vertrouwen dat er een associatie bestaat tussen blootstelling aan PFAS en een gezondheidseffect. Het is onwaarschijnlijk dat deze associatie te wijten is aan toeval of vertekening."

^c Beperkt of suggestief bewijs betekent dat er een matig vertrouwen is dat er een associatie bestaat tussen blootstelling aan PFAS en een gezondheidseffect. Het is mogelijk dat deze associatie te wijten is aan toeval of vertekening.

^d Bewijs wordt als ontoereikend beschouwd als het tegenstrijdig is, ontbreekt of van onvoldoende kwaliteit is en er geen conclusie kan worden getrokken.

^e PFOS sinds 2009, PFOA sinds 2020, PFHxS en PCFA sinds 2023 en PFHxA gepland voor 2026.

^f EU Richtlijn 2020/2184 van het Europees Parlement en de Raad betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:32020L2184>

^g EU Verordening 2022/2388 van de commissie van 7 december 2022: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R2388>

1.4 Wie gaf de opdracht voor deze studie?

De **Interministeriële Conferentie (IMC) Volksgezondheid vroeg** het KCE in december 2024 om **nationale aanbevelingen te formuleren voor zorgprofessionals, zodat ze personen met een vermoeden van of vastgestelde verhoogde PFAS-bloedwaarden zo goed mogelijk kunnen begeleiden**. Deze interfederale vraag was gebaseerd op drie argumenten:

1. Ziektepreventie en -screening zijn vooral de bevoegdheden van de deelstaten. Toch is een nauwe samenwerking tussen de deelstaten en de federale overheid, en met de professionals op het terrein noodzakelijk om op nationaal niveau duidelijke en coherente informatie en aanbevelingen te verstrekken.
2. Door de rol van het federale niveau (via het RIZIV) bij de terugbetaling van gezondheidszorg, zijn duidelijke nationale aanbevelingen aangewezen.
3. De *Société Scientifique de Médecine Générale* (SSMG) heeft de federale en regionale ministers van Volksgezondheid opgeroepen om de klinische aanbevelingen voor mensen met een hoge blootstelling aan PFAS te verduidelijken.

De IMC vroeg het KCE om in twee fasen te werken:

1. formuleren van voorlopige aanbevelingen binnen de 6 maanden (juni 2025).
Deze gaan over preventie, de wenselijkheid om individuele personen te testen, de te hanteren referentiedrempels en het te geven advies aan besmette personen door zorgprofessionals.
2. Verlenen van een meer volledig en uitgebreid advies binnen de 18 maanden (juni 2026).

1.5 Wat is het doel van deze studie?

Op verzoek van de IMC onderzoekt dit rapport **1) de relevantie van het meten van PFAS in het bloed op individueel niveau (screening) en 2) de te geven ondersteuning aan de gescreende personen (advies, medische follow-up, screening naar bepaalde ziekten)^h**. Doel is het formuleren van nationale aanbevelingen voor zorgprofessionals. De onderzoeksvraag is daarom de volgende: **leidt bloedonderzoek naar PFAS-verontreiniging tot een gezondheidsvoordeel voor de gescreende personen?**

Dit rapport heeft daarom geen betrekking op :

1. Het meten van PFAS in het milieu, voedsel en drinkwater.
2. Toxicologische analyse van PFAS, via dierstudies en mechanistische studies.
3. Biomonitoringactiviteiten in de algemene bevolking of specifiek voor bepaalde subpopulaties.
4. Maatregelen om de blootstelling van de bevolking aan PFAS te verminderen, zoals controle van normen voor drinkwater en voedsel, een verbod op de industriële productie van PFAS of de sanering van vervuilde locaties.

^h Het doel van screening op PFAS (systematisch of opportunistisch) is om individuen met verhoogde PFAS-concentraties in hun bloed te identificeren, zodat ze een medische behandeling kunnen krijgen om hun gezondheid te verbeteren. Hierin verschilt het van biomonitoring, dat tot doel heeft de blootstelling aan PFAS in een populatie te monitoren door middel van steekproeven.

1.6 Welke methodologie pasten we toe?

Om de effectiviteit, geschiktheid en duurzaamheid van deze PFAS-screening te beoordelen, baseren we ons op de richtlijnen van het *UK National Screening Committee* (UK NSC) toe, die de criteria van het kader van *Wilson en Jungner* uitbreiden.ⁱ Omwille van het zeer korte tijdsbestek voor deze studie (< 6 maanden), focussen we ons op 4 belangrijke criteria:

1. Er moet betrouwbaar bewijs zijn van een associatie tussen de risicomarker en een ernstige ziekte.
2. De verdeling van de testwaarden in de doelpopulatie moet bekend zijn en er moet een drempelwaarde worden vastgesteld voor het definiëren van een schadelijke PFAS-concentratie in het bloed.
3. Er moet een eenvoudige, veilige, nauwkeurige en gevalideerde screeningstest beschikbaar zijn.
4. Er moet een effectieve interventie bestaan voor patiënten die door screening werden geïdentificeerd. In een pre-symptomatisch stadium moet aangetoond zijn dat deze leidt tot betere resultaten voor de gescreende.

Om deze vraag te beantwoorden, pasten we voor deze versnelde studie (ESRO) een gemengde methodologie toe.^j Deze bestond uit een overzicht van de wetenschappelijk literatuur en van nationale en internationale aanbevelingen, en uit een raadpleging van Belgische stakeholders.

1.6.1 Rapid review van de wetenschappelijk literatuur

We voerden **een snel literatuuronderzoek** uit, **gefocust op epidemiologische studies bij mensen**. Voor de analyse van de criteria 1 & 4 hebben we ons voornamelijk gebaseerd op de literatuurstudie van NASEM, om verschillende redenen: 1) ze houdt vooral rekening met epidemiologische studies bij mensen, én stelt klinische aanbevelingen voor, wat overeenkomt met het kader van onze studie; 2) in België wordt er door sommige instellingen verwezen naar de klinische aanbevelingen van NASEM ; 3) We vonden de aanpak geschikt omwille van het korte tijdsbestek van dit R³ (Rapid Response Report).

De literatuur over **nier- en borstkanker** hebben we meer diepgaand onderzocht, om twee redenen:

- metabole, endocriene en immuunveranderingen in associatie met PFAS-verontreiniging zijn veelvuldig beschreven, maar toch blijft de bijbehorende ziektelast in dit stadium moeilijk te definiëren. Daarom richten we ons op twee ernstige ziekten, om te voldoen aan het eerste criterium voor geldige screening (solide bewijs van associatie)
- NASEM deed aanbevelingen voor nier- en borstkankerscreening bij personen met hoge PFAS-niveaus, en de geldigheid van een dergelijke aanpak moet worden geverifieerd (criterium 4 – is er een effectieve interventie die aantoon dat er betere gezondheidsuitkomsten zijn voor de gescreenden).

Voor deze twee ziekten hebben we eerst gezocht naar een recente systematische review van goede kwaliteit (beoordeeld volgens AMSTAR 2). De noodzaak om de bestaande review bij te werken met recentere primaire studies werd per geval beslist en wordt beschreven in de sectie 2.1 en 2.2 van dit document, alsook meer in detail in het supplement 1.1 en 1.2. De kwaliteit van de primaire studies hebben we beoordeeld met behulp van de gemodificeerde *NewCastle Ottawa Scale* of de SIGN grid.

ⁱ <https://www.gov.uk/government/publications/evidence-review-criteria-national-screening-programmes/criteria-for-appraising-the-viability-effectiveness-and-appropriateness-of-a-screening-programme#references>

^{jj} KCE rapport 386 (2024): <https://kce.fgov.be/nl/versnelde-wetenschappelijke-studies-en-publicatie-esro-door-het-kce>

1.6.2 Overzicht van nationale en internationale aanbevelingen

We hebben de nationale en internationale aanbevelingen m.b.t. PFAS-screening voor zorgverleners en de medische behandeling van de geteste personen beoordeeld op basis van een onderzoek van de grijze literatuur. We deden opzoeken op de websites van relevante overheidsinstellingen (bv. het *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)* in Nederland, het *Bundesinstitut für Risikobewertung* en de *Human Biomonitoring Commission* van het Duitse *Umweltbundesamt*, het *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* en *NASEM* in de VS, het Australische ministerie van Volksgezondheid en Ouderenzorg), organisaties van zorgverleners (bv. het *Royal College of General Practitioners (RCGP)* in Engeland, het Nederlands huisartsengenootschap, de Duitse vereniging voor huisartsengeneeskunde/gezinsgeneeskunde (DEGAM), het *Collège National des Généralistes Enseignants* in Frankrijk), en de relevante Belgische instellingen (*SSMG, Domus Medica, Conseil Scientifique Indépendant* in Wallonië, *Département Zorg* in Vlaanderen).

1.6.3 Raadpleging van Belgische stakeholders

We raadpleegden een aantal stakeholders, en meer bepaald de *key players* en *context setters*. Respectievelijk zijn dit stakeholders met een grote belangstelling voor en impact op de PFAS-kwestie, en stakeholders met een grote belangstelling voor het onderwerp, maar met minder impact op de uiteindelijke besluitvorming.²⁷

Het doel was om de mening van een diverse groep te verkrijgen over onze aanbevelingen na de studie van de literatuur en van de reeds bestaande nationale en internationale aanbevelingen. Het doel was niet om tot een consensus te komen, maar om het begrip en de aanvaardbaarheid van de aanbevelingen na te gaan. Het stelde ons ook in staat om relevante informatie te verzamelen.

Meer informatie over de methodologie vindt u samen met de resultaten in Supplement 3.2.

2 CRITERIUM 1: WAT IS DE INVLOED VAN PFAS OP DE GEZONDHEID?

2.1 Is er een verhoogd risico op nierkanker?

Volgens het NASEM consensusrapport (2022) is er voldoende bewijs voor een verband tussen PFOA en nierkanker. Het rapport baseert zich vooral op een case-control studie van goede kwaliteit in de Verenigde Staten in de algemene bevolking (d.w.z. zonder bewijs van verhoogde blootstelling aan PFOA door milieuvervuiling),²⁸ en op vier eerdere studies uitgevoerd in vervuilde gebieden in de VS,²⁹⁻³² vooral in Virginia en Ohio. We hebben de wetenschappelijke literatuur sinds de publicatie van het NASEM-rapport bijgewerkt (de methodologie vindt u in supplement 1.1).

Bij deze update identificeerden we twee andere case-control studies in de algemene bevolking (met een vrij gelijkaardige opzet als de studie²⁸ in het NASEM rapport).^{33, 34} Deze studies stelden geen significante associatie vast tussen nierkanker en blootstelling aan PFAS. Gestratificeerde analyses toonden echter een associatie aan tussen bepaalde PFAS (PFOA en PFNA) en nierkanker in bepaalde subgroepen.^k

Buiten deze studies zijn de meeste gegevens afkomstig van populaties die in de buurt van PFOA-vervuilde gebieden wonen, en over het algemeen zijn de resultaten uiteenlopend (zie supplement). Talrijke methodologische factoren droegen bij aan deze heterogeniteit (bv. niveau en duur van blootstelling, meetmethoden, klein aantal gevallen van nierkanker, grote variatie in PFAS-bloedconcentraties, hoog risico op vertekening), en dat bemoeilijkt de interpretatie en synthese van de resultaten.

^k Gestratificeerde analyses van het onderzoek van Winkvist *et al.* lieten een associatie zien tussen PFOA en het histologische subtype niercelcarcinoom in de vrouwelijke, maar niet in de mannelijke populatie. Gestratificeerde analyses van het onderzoek van Rhee *et al.* laten een associatie zien tussen PFNA en nierkanker in de Afro-Amerikaanse subgroep. Details worden gegeven in supplement 1.1.

De huidige wetenschappelijke gegevens zijn daarom **zeer heterogeen**. Sommige wijzen op een **mogelijke associatie** tussen PFOA-blootstelling en nierkanker, wat dus niet kan uitgesloten worden, **maar de kennis van het individuele risico op basis van blootstellingsdrempels blijft momenteel beperkt**. Deze bevindingen komen overeen met die van het recente IARC-rapport (2025). Het IARC erkent een **mogelijk verband** tussen PFOA en nierkanker, maar de positieve resultaten werden niet coherent waargenomen in de meest informatieve onderzoeken. Het wijst erop dat **toeval, vertekening** of verwarring met andere PFAS **niet kan worden uitgesloten**. Er is geen bewijs voor de kankerverwekkendheid van andere PFAS.

Meer gedetailleerde resultaten worden gepresenteerd in Supplement 1.1.

2.2 Is er een verhoogd risico op borstkanker?

Het Amerikaanse NASEM consensusrapport (2022) stelt dat er beperkt of suggestief bewijs is voor een associatie tussen PFAS en borstkanker. Het baseert zich vooral op de analyse van zeven case-control studies in de algemene bevolking. De studies toonden tegenstrijdige resultaten, met ofwel een verhoogd ofwel een verlaagd risico, waarvan de meerderheid niet-statistisch significant was.

Bij onze literatuupdate van epidemiologische studies bij mensen identificeerden we twee systematische reviews inclusief meta-analyses van matige tot hoge kwaliteit (Chang et al. 2024³⁵ en Seyyedsalehi et al. 2024³⁶), en het rapport van het US *Environmental Protection Agency* over PFOA en PFOS (2024).^{37, 38} Deze recentere literatuur stelt vast dat **zowel de primaire onderzoeken als meta-analyses tegenstrijdige resultaten** laten zien. Hierdoor kan **niet worden geconcludeerd dat PFAS het risico op borstkanker verhogen**. Er zijn meer epidemiologische studies nodig, en dan vooral goed opgezette prospectieve studies met een meer gestandaardiseerde definitie van blootstelling. Daarbij moet rekening worden gehouden met het tijdstip en de duur van de blootstellingsanalyses en met gedetailleerde informatie over borstkanker (bv. hormoonreceptorstatus), om een duidelijker inzicht te krijgen in een mogelijk verband.

Meer gedetailleerde resultaten worden gepresenteerd in Supplement 1.2.

2.3 En wat met andere gezondheidsproblemen?

Zoals uitgelegd hierboven in sectie 1.6.1, hebben we, in de context van dit *rapid report*, de talrijke wetenschappelijke literatuur over de verschillende gezondheidseffecten door PFAS niet diepgaand kunnen onderzoeken. Daarom bespreken we hier de literatuurstudie van NASEM uit 2022.⁴ Het bevat ook de bevindingen van andere relevante instellingen, zoals de *European Food Safety Authority* (EFSA), de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO), het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het Amerikaanse *Environmental Protection Agency* (EPA), het *National Toxicology Program* (NTP) en het *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR). Recentere publicaties hebben we niet beoordeeld.

Zoals blijkt uit Tabel 1, stelt NASEM dat er enkel voor vier gezondheidsproblemen voldoende bewijs bestaat voor een associatie. Het risico op nierkanker kwam reeds aan bod in sectie 2.1. De morbiditeit bij de andere drie parameters (dyslipidemie met verhoogd totaal cholesterol, verminderde immuunrespons na vaccinatie en verlaagd geboortegewicht) is onduidelijk. Zo wordt er een afname van het geboortegewicht met 83 g gerapporteerd bij een toename van 1 eenheid (op een logaritmische schaal) PFOS-concentratie, wat de NASEM als klein beschouwt.⁴

Voor andere gezondheidsproblemen is het bewijs beperkt of onvoldoende.

Tabel 1 – Volgens NASEM gerapporteerde associaties tussen bepaalde PFAS en gezondheidsproblemen⁴

Niveau van bewijs	Gezondheidsproblemen
Voldoende bewijs	- Verminderde immuunrespons (antilichamen) na vaccinatie of natuurlijke infectie (bij volwassenen en kinderen) - Dyslipidemie (verhoogde totale cholesterol bij volwassenen en kinderen) - Verminderd geboortegewicht - Verhoogd risico op nierkanker (bij volwassenen)
Beperkt bewijs	- Verhoogd risico op borstkanker (bij volwassenen) - Veranderingen in leverenzymen (bij volwassenen en kinderen) - Verhoogd risico op zwangerschapshypertensie (zwangerschapshypertensie en pre-eclampsie) - Verhoogd risico op teelbalkanker (bij volwassenen) - Verhoogd risico op schildklieraandoeningen en schildklierdisfunctie (bij volwassenen) - Verhoogd risico op colitis ulcerosa (bij volwassenen).
Onvoldoende of inadequaats bewijs	- Type 1- diabetes en zwangerschapdiabetes - Besmettelijke ziekten - Allergieën - Hypertensie - Hart- en vaatziekten - Metabool syndroom - Obesitas - Vruchtbaarheidsproblemen - Effecten op de reproductieve gezondheid - Effecten op neurologische ontwikkeling (leren, autisme) - Kanker van andere organen dan nieren, borsten en testikels

3 CRITERIUM 2: WAT ZIJN DE DREMPELWAARDEN VOOR HET BEPALEN VAN EEN BLOEDCONCENTRATIE VAN PFAS DIE SCHADELIJK IS VOOR DE GEZONDHEID?

3.1 Hoe zijn de drempels vastgesteld?

De drempelwaarden voor de concentraties in het bloed, waarnaar gewoonlijk wordt verwezen om PFAS-besmetting bij volwassenen vast te stellen, ook in België¹, werden bepaald door de Duitse Commissie voor menselijke biomonitoring (HBM-C) en aangevuld door NASEM.

HBM-waarden (*Human Biomonitoring*) maken deel uit van een chemische risicobeoordeling, vooral **voor menselijke biomonitoring**. HBM-waarden zijn toxicologische referentiewaarden om te beoordelen of concentraties van chemische stoffen in de bevolking een reden zijn voor bezorgdheid over de gezondheid, en om het beleid te ondersteunen. Er zijn twee typen van HBM-waarden:

HBM-I: voorzorgsdrempel. Een concentratie onder deze waarde wordt geacht geen gezondheidsrisico in te houden. (<2 ng/ml voor PFOA ; <.5 ng/ml voor PFOS)

HBM-II: alarm- of interventiedrempel. Een concentratie boven deze waarde kan een risico inhouden voor de menselijke gezondheid. (>10 ng/ml voor PFOA ; >20 ng/ml voor PFOS).

¹ Waals Gewest: https://www.issep.be/wp-content/uploads/Fiche-substance_PFAS_20240619.pdf;
Vlaanderen <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/pfas-bloedonderzoeken-algemeen/informatie-voor-huisartsen-en-andere-medische-professionals>

HBM-C richtte zich op de twee bekendste PFAS's, PFOS en PFOA, waarvan de productie in Europa al enkele jaren verboden is. De drempelwaarden zijn gebaseerd op epidemiologische studies naar de associatie tussen PFOA en PFOS en verschillende gezondheidseffecten, waaronder veranderingen in het vetmetabolisme of de schildklier, ontwikkelings- en reprotoxische effecten, veranderingen in de leverfunctie en een vermindering van antilichamen na vaccinatie bij kinderen.

De vermindering van de immuunrespons is het gevoeligste effect dat werd waargenomen in de menselijke populatie en werd daarom gebruikt om de HBM-waarden vast te stellen. Effecten op de incidentie van kanker of andere pathologieën werden niet meegenomen.^{19, 39}. Het expertpanel nam de waarden in de tabel 2 aan, daarbij rekening houdend met de onzekerheden en de specifieke kenmerken van bepaalde doelgroepen.

Als het resultaat van de bloedanalyse zich tussen de HBM-I en HBM-II drempelwaarden bevindt, beveelt HBM-C aan dat er aanvullende tests worden uitgevoerd. Als deze het resultaat bevestigen, moet er worden gezocht naar mogelijke bronnen van blootstelling en, indien mogelijk, moeten deze worden geëlimineerd.¹⁹

Tabel 2 – Drempelwaarden voor PFOA en PFOS door de Duitse Commissie voor menselijke biomonitoring (HBM-C)

Stof	HBM-I (ng/ml) Voorzorgsdrempel	HBM-II (ng/ml) Alarmdrempel
PFOA	<2 ng/ml	>10 ng/ml >5 ng/ml bij vrouwen in de vruchtbare leeftijd
PFOS	<5 ng/ml	>20 ng/ml >10 ng/ml bij vrouwen in de vruchtbare leeftijd

HBM: Human biomonitoring; PFOA perfluorooctaanzuur; PFOS perfluorooctaansulfonzuur

NASEM stelde ook op basis van menselijke epidemiologische studies, vergelijkbare drempelwaarden vast, maar dan voor de som van 7 PFAS (PFOA, PFOS, PFHxS, PFDA, PFUnDA, MeFOSAA en PFNA):

- Een **drempelwaarde van goede gezondheid van minder dan 2 ng/ml** voor de som van 7 PFAS
- Een **alarmdrempel op > 20 ng/ml** waarboven er een verhoogd risico is op schadelijke gezondheidseffecten
- Tussen de twee drempelwaarden in kan er een risico zijn op schadelijke effecten, vooral bij kwetsbare bevolkingsgroepen⁴.

De **European Food Safety Authority (EFSA)** bepaalde ook een drempelwaarde voor 4 PFAS (PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA) samen, die niet mag worden overschreden bij zuigelingen (17,5 ng/ml) en moeders die borstvoeding geven (6,9 ng/ml). Het kritieke gezondheidseffect was hier ook een vermindering van de immuunrespons na vaccinatie ⁴⁰.

3.2 Wat zijn de beperkingen van de huidige drempels?

1. **De positief voorspellende waarde van een resultaat boven de huidige waarden is onbekend.** Het is niet bekend of en in welke mate het risico op een ziekte dan verhoogd is.
 - a. De huidige drempelwaarden voor een verhoogd risico op gezondheidsproblemen zijn referentiepunten voor metingen op bevolkingsniveau. Deze waarden kunnen niet worden gebruikt om met voldoende zekerheid het gezondheidsrisico in te schatten voor een individu na blootstelling aan PFAS ³⁹.
 - b. Epidemiologische studies naar gezondheidseffecten maakten echter geen gebruik van deze drempelwaarden, maar van de PFAS-bloedconcentratie als continue variabele, of onderverdeeld in tertielen, kwartielen of kwintielen (zie sectie 2). Bovendien varieerden de bloedconcentraties tussen de studies en hielden ze geen rekening met de duur van de blootstelling.

- c. Het gebruik van één drempelwaarde voor een groep van PFAS houdt geen rekening met de fysische, chemische en toxicologische verschillen bij elk type van PFAS. Niet alle PFAS hebben hetzelfde toxisch potentieel. Het toxische effect van andere PFAS dan PFOA en PFOS is minder bestudeerd ⁴.
2. **De negatieve voorspellende waarde van een PFAS-concentratie onder de huidige drempelwaarden is bijgevolg ook onbekend.**
 - a. De HBM-I/HBM-II-, NASEM- en EFSA-normen hebben slechts betrekking op een zeer beperkt aantal PFAS, waarvan sommige in Europa al enkele jaren verboden zijn. ^m
 - b. Hoewel PFAS zich langdurig ophopen in het milieu, worden ze geleidelijk uit het menselijk lichaam geëlimineerd. De halfwaardetijd bedraagt naar schatting 1,5 tot 5,1 jaar voor PFOA, 3,4 tot 5,7 jaar voor het totaal aan PFOS en 2,8 tot 8,5 jaar voor PFHxS ⁶⁻⁸. Een lage PFAS-concentratie kan dus een oude blootstelling niet uitsluiten.
 - c. Er is weinig bekend over het versterkende effect van PFAS op elkaar. Dit veroorzaakt nog meer onzekerheid over de voorspellende waarde van één enkele bloedtest die verschillende PFAS combineert.
 3. Er wordt vaak gezegd dat dankzij deze drempelwaarden aan individuele personen kan worden geadviseerd om hun blootstelling aan PFAS te verlagen. Volgens het voorzorgsprincipe moet iedereen dit advies echter krijgen, los van welke test dan ook.

Meer gedetailleerde resultaten worden gepresenteerd in Supplement 2.1.

4 CRITERIUM 3: BESTAAT ER EEN VALIDE SCREENINGTEST OM PFAS IN HET BLOED TE METEN?

4.1 Hoe wordt de PFAS-bloedconcentratie gemeten?

Over het algemeen lijkt het meten van de PFAS-concentratie in het bloed een geschikte maat te zijn voor blootstelling aan PFAS, waarbij de lever waarschijnlijk als belangrijkste retentieorgaan fungeert.⁴¹ Testen op PFAS in andere matrices dan bloed, zoals nagels, haar en urine, worden momenteel onderzocht.⁴²

Er is momenteel echter geen referentiemethode voor het meten van PFAS in het bloed en geen consensus over de PFAS die moeten worden gemeten. Het EU-PARC-project (*European Partnership for Risk Assessment of Chemicals*) ⁴³ publiceerde normen voor de staalafname, de opslag en het vervoer van PFAS in biomonitoringsstudies bij mensen. Het project hanteert een pragmatische aanpak en beveelt een panel van 7 PFAS aan: PFOA, PFOS, PFNA, PFDA, PFBS, PFHxS, PFHpS, elk te meten als lineaire en totale PFAS (lineair en vertakt).

Methodes om PFAS in het bloed te meten

De standaardmethode voor het meten van PFAS in serum of plasma is om eerst de eiwitten te verwijderen door precipitatie (bijvoorbeeld met methanol of acetonitril) en/of zuivering door vaste-fase-extractie. Een specifieke hoeveelheid isotoopgelabelde PFAS-moleculen (lineaire isomeer) wordt toegevoegd als interne standaard voor kwantificering. Vloeistofchromatografie gekoppeld aan tandemmassaspectrometrie (LC-MS/MS) wordt traditioneel gebruikt voor detectie na negatieve elektrospayionisatie ^{44, 45}. Om PFAS in serum te testen die geen sterke zuren zijn, bijvoorbeeld PFOSA, is het ook nodig om het eluaat van de spoeling van de zwakke anionuitwisselingspatroon te verzamelen en te analyseren, als vaste fase extractie niet wordt weggelaten tijdens de zuivering (voorbeeld van variatie tussen testen).⁴⁴ Elke methode, gericht of niet, heeft een bepaalde mate van subjectiviteit en selectiviteit tijdens het verzamelen van het monster, extractie, zuivering, chromatografie (of directe infusie), massascheiding en detectie.

^m PFOS sinds 2009, PFOA sinds 2020, PFHxS en PCFA sinds 2023. PFHxA zijn gepland voor 2026.

Door negatieve ionisatie kunnen bijvoorbeeld neutrale PFAS en PFAS die met positieve ionisatie door elektro spray kunnen worden gedetecteerd, worden uitgesloten.⁴⁶

Inzake de precisie van de testen, kunnen recente methoden enkele specifieke PFAS (PFOA, PFOS, PFHxS, enz.) meten met een intra- en inter-batch variatiecoëfficiënt van minder dan 15%^{45, 47}. Vergelijkbare resultaten werden ook gerapporteerd in Vlaanderen met het Eurofins laboratorium (geaccrediteerd ISO/IEC 17025:2017) voor de bepaling van 13 PFAS (met een intra-batch variatiecoëfficiënt van 13% tot 21%).⁴⁸ Dit betekent dat een meting van de evolutie van de individuele concentratie met de tijd mogelijk kan zijn.

4.2 Wat zijn de uitdagingen bij het valide meten van PFAS?

4.2.1 Over welke moleculen gaat het?

PFAS zijn een brede klasse van organische gefluoreerde verbindingen, gekenmerkt door de aanwezigheid van ten minste één geperfluorideerde of polygefluorideerde alifatische keten (C_nF_{2n+1} - of C_nF_{2n} -). De koolstof-fluorverbinding (C-F), die thermisch en chemisch extreem stabiel is, geeft deze stoffen hun persistentie in het milieu en bioaccumulatieve eigenschappen. Er zijn twee hoofdcategorieën:

- perfluoralkylaten: alle waterstofatomen in de alifatische ketens zijn vervangen door fluoratomen (bv. PFOA, PFOS).
- polyfluoralkyl: alleen bepaalde waterstofatomen zijn vervangen en deze verbindingen kunnen afbreken tot perfluoralkyl.

Er bestaan echter verschillende definities van PFAS. In 2021 formuleerde de **OESO** een uitgebreide definitie die gemakkelijk te gebruiken is om PFAS te onderscheiden van niet-PFAS en die gemakkelijk te begrijpen is door zowel experts en niet-experts. Een PFAS wordt gedefinieerd als een chemische stof die ten minste één geperfluorideerde methylgroep (-CF₃) of één geperfluorideerde methyleengroep (-CF₂-) bevat⁴⁹. Het Amerikaanse *Environmental Protection Agency* (**EPA**) definieert PFAS als stoffen met een structuur van ten minste twee gebonden koolstofatomen, waarvan er één volledig en de andere tenminste gedeeltelijk gefluoreerd is.

Trifluorazijnzuur (TFA), een zeer persistente milieuvervuiler die ontstaat door de afbraak van pesticiden en van geneesmiddelen zoals fluoxetine, wordt beschouwd als een PFAS volgens de OESO-definitie, maar niet volgens de EPA-definitie. Farmaceutische producten met fluor vertegenwoordigen een groeiend aandeel van nieuwe geneesmiddelen volgens de OESO definitie, momenteel ongeveer 30%⁵⁰.

Hoe het ook zij, een klassieke screening omvat tegenwoordig over het algemeen minder dan 25 PFAS.

4.2.2 Testen van specifieke of totale PFAS?

Er moet onderscheid worden gemaakt tussen gerichte methoden, die een beperkt maar groeiend aantal specifieke PFAS meten, en totale PFAS-tests (niet-gerichte methoden), die meer exhaustief willen zijn^{46, 51}. Het is evident dat de meting van totale PFAS hogere waarden oplevert.

4.2.3 Gebruiken van serum/plasma of volbloed?

Goed bestudeerde PFAS, zoals PFOA en PFOS, accumuleren meestal in de niet-cellulaire bloedfractie. Daarom worden normaal gezien analyses van serum of plasma uitgevoerd. Het blijkt echter dat sommige PFAS alleen kunnen worden gedetecteerd door analyse van volbloed, omdat ze zich ophopen in witte bloedcellen en/of bloedplaatjes. Dit is o.a. het geval voor perfluoroctanesulfonamide (PFOSA), dat kan worden gebiotransformeerd tot PFOS.⁵² Een analyse van serum of plasma mist daarom het grootste deel van dit soort PFAS.^{53, 54}

4.2.4 Alleen lineaire isomeren meten of lineaire en vertakte isomeren?

Het meten van enkel lineaire isomeren of de som van lineaire en vertakte isomeren heeft invloed op de resultaten. Vertakte isomeren zijn moeilijker te kwantificeren door het ontbreken van referentiestandaarden en methodologische beperkingen.^{15, 55}

4.2.5 Kwaliteitscontrole van laboratoria

De vergelijking van PFAS-resultaten tussen laboratoria kan moeilijk zijn vanwege verschillen in testen en de geteste PFAS. De naleving van een extern kwaliteitscontroleprogramma is noodzakelijk.

Naast het vermijden van PFAS-verontreiniging tijdens het verzamelen, verwerken en analyseren van monsters, moet elk laboratorium de openbare database controleren op verbindingen die analytische interferenties kunnen veroorzaken met PFAS^{n, 56}

Er moeten dus nog **vele analytisch/technische parameters worden verduidelijkt en gestandaardiseerd om tot een volledig valabele PFAS-bloedtest te komen voor gebruik in de klinische routine.**

Meer gedetailleerde resultaten worden gepresenteerd in Supplement 2.2.

5 CRITERIUM 4: WAT ZIJN DE MOGELIJKE INTERVENTIES BIJ VERHOOGDE PFAS-WAARDEN IN HET BLOED?

5.1 Welke medische follow-up van gescreende personen?

5.1.1 Zijn de NASEM-aanbevelingen evidence based?

Zoals besproken in sectie 3.2 is niet bekend wat de voorspellende waarde van een verhoogde PFAS-concentratie is. Het is daarom ook moeilijk om op basis van zo'n resultaat een bepaalde medische aanpak aan te bevelen.

Toch heeft NASEM aanbevelingen geformuleerd. Deze worden gedetailleerd weergegeven in Tabel 3, en deze werden reeds door verschillende Belgische instanties overgenomen, meer bepaald in Wallonië, door de *Conseil Scientifique Indépendant* die advies verleent aan het Waalse Gewest, het ISSeP en de SSMG.

Tabel 3 – NASEM Klinisch advies voor de follow-up van patiënten na een PFAS-test⁴

PFAS*-drempelwaarden	Aanbevolen klinische follow-up
< 2 ng/mL: er worden geen nadelige gezondheidseffecten verwacht door blootstelling aan PFAS	Gebruikelijke zorgstandaard
Tussen 2 en 20 ng/mL: er bestaat een risico op nadelige effecten, vooral bij kwetsbare bevolkingsgroepen.	Artsen moeten een verminderde blootstelling aan PFAS aanmoedigen, nadat de bron van de blootstelling is geïdentificeerd, vooral bij zwangere vrouwen. Als onderdeel van routinematige zorg moeten artsen: - Prioriteit geven aan screening op dyslipidemie met een lipidenpanel (eenmaal tussen de leeftijd van 9 en 11 jaar, en eenmaal elke 4 tot 6 jaar vanaf de leeftijd van 20 jaar), zoals aanbevolen door de <i>American Academy of Pediatrics</i> (AAP) en de <i>American Heart Association</i> (AHA). - Screenen op hypertensie bij zwangerschap tijdens alle prenatale bezoeken zoals aanbevolen door het <i>American College of Obstetricians and Gynecologists</i> (ACOG).

ⁿ [Per- and polyfluoroalkyl substances \(PFAS\) Interferents List](#)

	• Screenen op borstkanker aan de hand van klinische praktijkrichtlijnen op basis van leeftijd en andere risicofactoren, zoals aanbevolen door de <i>US Preventive Services Task Force (USPSTF)</i>.
> 20 ng/mL: er bestaat een verhoogd risico op nadelige effecten	Artsen moeten een verminderde blootstelling aan PFAS aanmoedigen, nadat de bron van de blootstelling is geïdentificeerd, vooral bij zwangere vrouwen. Naast routinematige zorg moeten artsen: • Prioriteit geven aan screening op dyslipidemie met een lipidenpanel (voor patiënten ouder dan 2 jaar) in overeenstemming met de richtlijnen van de <i>American Academy of Pediatrics (AAP)</i> voor kinderen met een hoog risico en de richtlijnen van de <i>American Heart Association (AHA)</i> voor volwassenen met een hoog risico. • Bij alle consultaties: ○ Testen van schildklierfuncties (voor patiënten ouder dan 18 jaar) met serum thyroïd-stimulerend hormoon (TSH), ○ de signalen en symptomen van nierkanker beoordelen (voor patiënten ouder dan 45), inclusief detectie hematurie, en ○ voor patiënten ouder dan 15 jaar, de signalen en symptomen van teelbalkanker en colitis ulcerosa beoordelen.

* in serum of plasma voor de som van 7 PFAS, de betrokken PFAS zijn: 1) MeFOSAA = methylperfluorooctaansulfonamidoazijnzuur; 2) PFDA = perfluorodecaanzuur; 3) PFHxS = perfluorohexaansulfonzuur; 4) PFNA = perfluorodecaanzuur; 5) PFOA = perfluorooctaanzuur; 6) PFOS = perfluorooctaansulfonzuur; 7) PFUnDA = perfluoroundecaanzuur.

Opmerkelijk is dat NASEM zijn aanbevelingen voor aanvullende follow-up formuleert voor waarden boven 20ng/ml voor de som van 7 PFAS, zonder deze te rechtvaardigen of een precieze timing voor aanvullende onderzoeken voor te stellen. Het wetenschappelijk bewijs voor het aanbevelen van een dergelijke klinische follow-up is nochtans niet geconsolideerd (zie ook opmerkingen USA medical toxicologists, United States Preventive Services Task Force ⁵⁷:

- Dyslipidemie screening bij kinderen is controversieel.
- Screening op schildklieraandoeningen wordt vaak uitgevoerd in de huisartsenpraktijk, maar wordt niet ondersteund door bewijs bij asymptomatische, niet-zwangere volwassenen.
- Er zijn geen *evidence-based* aanbevelingen voor screening op teelbalkanker of colitis ulcerosa in de huisartsenpraktijk.
- Er zijn geen *evidence-based* aanbevelingen voor screening op nierkanker in de huisartsenpraktijk. De positieve voorspellende waarde van hematurie is erg laag, vooral omdat nierkanker in het algemeen een zeldzame pathologie is en het niet bekend is hoeveel hoger het risico zou zijn bij mensen die blootgesteld zijn aan PFAS. Deze screening zal daarom zorgen voor een groot aantal vals-positieve tests, wat leidt tot onnodige extra onderzoeken en angst bij de patiënt.⁵⁷

Bovendien worden de bijkomende onderzoeken die NASEM aanbeveelt voor patiënten met een intermediaire PFAS-concentratie van 2 tot 20ng/ml voorgesteld als een standaard klinische opvolging. Deze zogenaamde routinematige opvolging, zoals een mammografie voor vrouwen vanaf 40 jaar, stemt inderdaad overeen met Amerikaanse klinische richtlijnen, maar niet noodzakelijk met de Belgische.

5.1.2 Wat zijn aanbevelingen van andere nationale of internationale instellingen?

Hoewel het niet exhaustief was, toont ons onderzoek van de grijze literatuur aan dat andere organisaties de NASEM- aanbevelingen maar zeer beperkt hebben overgenomen. We hebben ook geen andere aanbevelingen gevonden voor de aanpak van patiënten met verhoogde PFAS-waarden in het bloed. Zelfs de HBM-C Commissie in Duitsland beveelt de meting van klinisch-chemische parameters niet aan bij een matige overschrijding van de HBM-II waarde, als er geen andere risicofactoren of reeds bestaande ziekten aanwezig zijn ^{19, 39}.

Sommige landen, zoals Australië, bevelen aan om helemaal geen testen uit te voeren. Reden is dat het niet mogelijk is om een gezondheidsprobleem te linken aan PFAS-blootstelling. De testen geven momenteel ook geen valabele informatie over de diagnose, behandeling of prognose bij een verhoogd risico van een individuele persoon.⁵⁸

Voor vrouwen met verhoogde PFAS-concentraties in het bloed die borstvoeding geven, wijzen alle nationale en internationale aanbevelingen in dezelfde richting, d.w.z. dat er tot op heden geen aanwijzingen zijn om de duur van de borstvoeding in te korten of om ze af te raden (zie Supplement 3.1).

5.2 Is het mogelijk om de uitscheiding van PFAS te versnellen?

Er is momenteel geen goedgekeurde therapie voor het versnellen van de uitscheiding van PFAS-verbindingen.¹⁹ Er is wel klinisch onderzoek naar de werkzaamheid van anionenuitwisselende harsen, zoals colestyramine en colesevelam om de PFAS-concentraties in het bloed te verlagen door de PFAS eliminatie via de darm te versnellen.⁵⁹ De resultaten van de behandeling getest bij 45 personen waren veelbelovend maar moeten nog verder worden onderzocht in verdere klinische studies van hoge kwaliteit. Meer details in Supplement 3.3.

■ REFERENTIES

1. Jansen P, Den Hond E, De Brouwere K, Ali EA, Hassen HY, Gabaret I, et al. Integrating human biomonitoring exposure data into a primary care morbidity database: a feasibility study. *Environ Health*. 2025;24(1):1.
2. De Decker A, Gabaret I, Den Hond E, De Brouwere K, Hassen H, Jansen P, et al. Proof-of-concept study on the coupling of PFAS results from human biomonitoring studies to health endpoints in the INTEGO-database. A collaboration of the Provincial Institute of Hygiene, the Flemish Institute of Technological Research (VITO), the Department Care of the Flemish Government, and Intego. 2024. 202512/3/2025 Available from: [https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1709886845/PFAS - Studie - Coupling of PFAS results from human biomonitoring to health effects_m1tna1.pdf](https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1709886845/PFAS_-_Studie_-_Coupling_of_PFAS_results_from_human_biomonitoring_to_health_effects_m1tna1.pdf)
3. Sunderland EM, Hu XC, Dassuncao C, Tokranov AK, Wagner CC, Allen JG. A review of the pathways of human exposure to poly- and perfluoroalkyl substances (PFASs) and present understanding of health effects. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2019;29(2):131-47.
4. National Academies. Guidance on PFAS Exposure, Testing, and Clinical Follow-Up. In: Guidance on PFAS Exposure, Testing, and Clinical Follow-Up. Washington (DC); 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35939564>
5. Di Mario M, Bernard L, Legros M, Peltier F, Ciano S, Goscinnny S, et al. Risks associated with the presence of PFAS in FCM: An investigation of the Belgian market. *Chemosphere*. 2024;363:142907.
6. Rosato I, Bonato T, Fletcher T, Batzella E, Canova C. Estimation of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) half-lives in human studies: a systematic review and meta-analysis. *Environ Res*. 2024;242:117743.
7. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain, Schrenk D, Bignami M, Bodin L, Chipman JK, Del Mazo J, et al. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA J*. 2020;18(9):e06223.
8. Abraham K, Mertens H, Richter L, Mielke H, Schwerdtle T, Monien BH. Kinetics of 15 per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) after single oral application as a mixture - A pilot investigation in a male volunteer. *Environ Int*. 2024;193:109047.
9. DeWitt JC, Gluge J, Cousins IT, Goldenman G, Herzke D, Lohmann R, et al. Zurich II Statement on Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs): Scientific and Regulatory Needs. *Environ Sci Technol Lett*. 2024;11(8):786-97.
10. Casas G, Martinez-Varela A, Vila-Costa M, Jimenez B, Dachs J. Rain Amplification of Persistent Organic Pollutants. *Environ Sci Technol*. 2021;55(19):12961-72.
11. Kali SE, Osterlund H, Viklander M, Blecken GT. Stormwater discharges affect PFAS occurrence, concentrations, and spatial distribution in water and bottom sediment of urban streams. *Water Res*. 2025;271:122973.
12. Zhang K, Zheng Z, Mutzner L, Shi B, McCarthy D, Le-Clech P, et al. Review of trace organic chemicals in urban stormwater: Concentrations, distributions, risks, and drivers. *Water Res*. 2024;258:121782.
13. Colles A, Bruckers L, Den Hond E, Govarts E, Morrens B, Schettgen T, et al. Perfluorinated substances in the Flemish population (Belgium): Levels and determinants of variability in exposure. *Chemosphere*. 2020;242:125250.
14. Pirard C, Dufour P, Charlier C. Background contamination of perfluoroalkyl substances in a Belgian general population. *Toxicol Lett*. 2020;333:13-21.
15. Consortium Eurofins, Eurofins Belgium, Eurofins Forensics, Bernard Dirk, L-BioStat, Kate Hoffman K, et al. Grootschalig PFAS bloedonderzoek in de buurt van de 3M-fabriek in Zwijndrecht-Resultatenrapport, in opdracht van

- Departement Zorg, Technisch-wetenschappelijk rapport. 2025. Available from: https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1742242509/repositories-prd/Wetenschappelijk_rapport_grootschalig_bloedonderzoek_PFAS_draft_bgevqi.pdf
16. Consortium UAntwerpen, VITO, PIH, UHasselt, VUB. Jongerenstudie HBM - omgeving 3M – Resultatenrapport, in opdracht van het Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving. 2023. Available from: https://www.hbm-pfas.be/wp-content/uploads/2023/04/Jongerenstudie_HBM_omgeving3M_resultatenrapport_24april_2023.pdf
 17. Institut scientifique de service public (ISSeP). Rapport d'analyses des imprégnations en PFAS des résidents de la zone de Chièvres. 2025 18 avril 2025. RP1-RAP-25-01192 Available from: <https://ds.static.rtbf.be/article/attachment/11539475/0/0/e/985f9dab2c851495a68e63a345b97fa6.pdf>
 18. Bonato T, Pal T, Benna C, Di Maria F. Contamination of the terrestrial food chain by per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and related human health risks: A systematic review. *Sci Total Environ.* 2025;961:178337.
 19. Holzer J, Lilienthal H, Schumann M. Human Biomonitoring (HBM)-I values for perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) - Description, derivation and discussion. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2021;121:104862.
 20. Domingo JL, Nadal M. Human exposure to per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) through drinking water: A review of the recent scientific literature. *Environ Res.* 2019;177:108648.
 21. Cornelis C, D'Hollander W, Roosens L, Covaci A, Smolders R, Van Den Heuvel R, et al. First assessment of population exposure to perfluorinated compounds in Flanders, Belgium. *Chemosphere.* 2012;86(3):308-14.
 22. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). An overview of the science and Guidance for Clinicians on Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). 2019.
 23. Appel M, Forsthuber M, Ramos R, Widhalm R, Granitzer S, Uhl M, et al. The transplacental transfer efficiency of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS): a first meta-analysis. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2022;25(1):23-42.
 24. Gonzalez N, Domingo JL. PFC/PFAS concentrations in human milk and infant exposure through lactation: a comprehensive review of the scientific literature. *Arch Toxicol.* 2025;99(5):1843-64.
 25. IARC. Perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS). IARC Monogr Identif Carcinog Hazards Hum: 2025. Available from: <https://publications.iarc.who.int/636>
 26. Conseil Supérieur de la Santé. PFAS et Perchlorate dans l'eau en bouteille et l'eau utilisée pour la fabrication de denrées alimentaires. Bruxelles: CSS; 2024 Février 2024. CSS N° 9791 Available from: <https://www.hgr-css.be/file/download/1c08c8f6-66d4-4a22-b439-95657d8e0d90/aTlh60E8PrILMIBezxhMchKVVGcuk7wNXgcnoA1S943d.pdf>
 27. Brouwer H, Woodhill J. The MSP Guide. How to design and facilitate multi-stakeholder partnerships. 3rd ed. Wageningen: Practical Action Publishing; 2019.
 28. Shearer JJ, Callahan CL, Calafat AM, Huang WY, Jones RR, Sabbisetti VS, et al. Serum Concentrations of Per- and Polyfluoroalkyl Substances and Risk of Renal Cell Carcinoma. *J Natl Cancer Inst.* 2021;113(5):580-7.
 29. Barry V, Winquist A, Steenland K. Perfluorooctanoic acid (PFOA) exposures and incident cancers among adults living near a chemical plant. *Environ Health Perspect.* 2013;121(11-12):1313-8.
 30. Raleigh KK, Alexander BH, Olsen GW, Ramachandran G, Morey SZ, Church TR, et al. Mortality and cancer incidence in ammonium perfluorooctanoate production workers. *Occup Environ Med.* 2014;71(7):500-6.

31. Steenland K, Woskie S. Cohort mortality study of workers exposed to perfluorooctanoic acid. *Am J Epidemiol.* 2012;176(10):909-17.
32. Vieira VM, Hoffman K, Shin HM, Weinberg JM, Webster TF, Fletcher T. Perfluorooctanoic acid exposure and cancer outcomes in a contaminated community: a geographic analysis. *Environ Health Perspect.* 2013;121(3):318-23.
33. Rhee J, Chang VC, Cheng I, Calafat AM, Botelho JC, Shearer JJ, et al. Serum concentrations of per- and polyfluoroalkyl substances and risk of renal cell carcinoma in the Multiethnic Cohort Study. *Environ Int.* 2023;180:108197.
34. Winquist A, Hodge JM, Diver WR, Rodriguez JL, Troeschel AN, Daniel J, et al. Case-Cohort Study of the Association between PFAS and Selected Cancers among Participants in the American Cancer Society's Cancer Prevention Study II LifeLink Cohort. *Environ Health Perspect.* 2023;131(12):127007.
35. Chang CJ, Ish JL, Chang VC, Daniel M, Jones RR, White AJ. Exposure to per- and polyfluoroalkyl substances and breast cancer risk: a systematic review and meta-analysis of epidemiologic studies. *Am J Epidemiol.* 2024;193(8):1182-96.
36. Seyyedsalehi MS, Maria Kappil E, Zhang S, Zheng T, Boffetta P. Per- And Poly-Fluoroalkyl Substances (PFAS) Exposure and Risk of Breast, and Female Genital Cancers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Med Lav.* 2024;115(6):e2024043.
37. US Environmental Protection Agency. Human Health Toxicity Assessment for Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Related Salts. 2024. Available from: <https://www.epa.gov/sdwa/human-health-toxicity-assessment-perfluorooctanoic-acid-pfoa>
38. US Environmental Protection Agency. Human Health Toxicity Assessment for Perfluorooctane Sulfonic Acid (PFOS) and Related Salts. 2024.
39. Schumann M, Lilienthal H, Holzer J. Human biomonitoring (HBM)-II values for perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) - Description, derivation and discussion. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2021;121:104868.
40. Abraham K, Mielke H, Fromme H, Volkel W, Menzel J, Peiser M, et al. Internal exposure to perfluoroalkyl substances (PFASs) and biological markers in 101 healthy 1-year-old children: associations between levels of perfluorooctanoic acid (PFOA) and vaccine response. *Arch Toxicol.* 2020;94(6):2131-47.
41. Nielsen F, Fischer FC, Leth PM, Grandjean P. Occurrence of Major Perfluorinated Alkylate Substances in Human Blood and Target Organs. *Environ Sci Technol.* 2024;58(1):143-9.
42. Nadal M, Domingo JL. Non-Invasive Matrices for the Human Biomonitoring of PFAS: An Updated Review of the Scientific Literature. *Toxics.* 2025;13(2).
43. Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals 5EU-PARC). Additional Deliverable AD4.1; Periodic report on available supporting materials for HBM studies; WP 4 – T4.1 [Web page].2023. Available from: https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2025-02/PARC_AD4.1.pdf
44. Frigerio G, Cafagna S, Polledri E, Mercadante R, Fustinoni S. Development and validation of an LC-MS/MS method for the quantitation of 30 legacy and emerging per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in human plasma, including HFPO-DA, DONA, and cC6O4. *Anal Bioanal Chem.* 2022;414(3):1259-78.
45. San Roman A, Abilleira E, Irizar A, Santa-Marina L, Gonzalez-Gaya B, Etxebarria N. Optimization for the analysis of 42 per- and polyfluorinated substances in human plasma: A high-throughput method for epidemiological studies. *J Chromatogr A.* 2023;1712:464481.
46. Megson D, Bruce-Vanderpuije P, Idowu IG, Ekpe OD, Sandau CD. A systematic review for non-targeted analysis of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Sci Total Environ.* 2025;960:178240.

47. Nilsson S, Mueller JF, Rotander A, Braunig J. Analytical uncertainties in a longitudinal study - A case study assessing serum levels of per- and poly-fluoroalkyl substances (PFAS). *Int J Hyg Environ Health*. 2021;238:113860.
48. Flemish government in collaboration with Eurofins. Slide presentation, Grootchalig PFAS-bloedonderzoek rond 3M. 2023.
49. Wang Z, Buser AM, Cousins IT, Demattio S, Drost W, Johansson O, et al. A New OECD Definition for Per- and Polyfluoroalkyl Substances. *Environ Sci Technol*. 2021;55(23):15575-8.
50. Cioni L, Nikiforov V, Benskin JP, Coelho A, Dudasova S, Lauria MZ, et al. Combining Advanced Analytical Methodologies to Uncover Suspect PFAS and Fluorinated Pharmaceutical Contributions to Extractable Organic Fluorine in Human Serum (Tromso Study). *Environ Sci Technol*. 2024;58(29):12943-53.
51. Idowu IG, Ekpe OD, Megson D, Bruce-Vanderpuije P, Sandau CD. A systematic review of methods for the analysis of total per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Sci Total Environ*. 2025;967:178644.
52. McDonough CA, Li W, Bischel HN, De Silva AO, DeWitt JC. Widening the Lens on PFASs: Direct Human Exposure to Perfluoroalkyl Acid Precursors (pre-PFAAs). *Environ Sci Technol*. 2022;56(10):6004-13.
53. Carignan CC, Bauer RA, Patterson A, Phomsopha T, Redman E, Stapleton HM, et al. Self-Collection Blood Test for PFASs: Comparing Volumetric Microsamplers with a Traditional Serum Approach. *Environ Sci Technol*. 2023;57(21):7950-7.
54. Lin EZ, Nason SL, Zhong A, Fortner J, Godri Pollitt KJ. Trace analysis of per- and polyfluorinated alkyl substances (PFAS) in dried blood spots - Demonstration of reproducibility and comparability to venous blood samples. *Sci Total Environ*. 2023;883:163530.
55. Van Leeuw V, Malysheva SV, Fosseprez G, Murphy A, El Amraoui Aarab C, Andjelkovic M, et al. Per- and polyfluoroalkyl substances in food and beverages: determination by LC-HRMS and occurrence in products from the Belgian market. *Chemosphere*. 2024;366:143543.
56. Bangma J, Barry KM, Fisher CM, Genualdi S, Guillette TC, Huset CA, et al. PFAS ghosts: how to identify, evaluate, and exorcise new and existing analytical interference. *Anal Bioanal Chem*. 2024;416(8):1777-85.
57. Downs JW, Nacca NE, Stolbach AI, Holland MG. ACMT Comment on Recent Guidance on PFAS Laboratory Testing. *J Med Toxicol*. 2024;20(3):334-5.
58. Environmental Health Standing Committee of the Australian Health Protection Principal Committee. Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS): Guidance Statement. 2024 Available from: <https://www.health.gov.au/sites/default/files/2024-02/enhealth-guidance-statement-per--and-polyfluoroalkyl-substances-pfas.pdf>
59. Moller JJ, Lyngberg AC, Hammer PEC, Flachs EM, Mortensen OS, Jensen TK, et al. Substantial decrease of PFAS with anion exchange resin treatment - A clinical cross-over trial. *Environ Int*. 2024;185:108497.

Colofon



De Rapid Response Reports zijn bedoeld om dringende vragen van besluitvormers te beantwoorden. Ze maken gebruik van versnelde methoden om tijdig op bewijs gebaseerde aanbevelingen te doen.

Titel	Screening van bloed op een PFAS-blootstelling
Auteurs:	Dominique Roberfroid (KCE), Jolyce Bourgeois (KCE), Diego Castanares-Zapatero (KCE), Marie Dauvrin (KCE), Frank Hulstaert (KCE)
Project facilitator:	Nathalie Swartenbroekx (KCE)
Stakeholders:	Mirjana Andjelkovic (Sciensano), Dirk Avonts (Domus Medica), Stijn Boodts (Hoge Gezondheidsraad – Conseil Supérieur de la Santé (HGR – CSS)), Catherine Bouland (Ecole de Santé Publique, Université Libre de Bruxelles (ULB), Conseil Scientifique Indépendant wallon), Laetitia Buret (Université de Liège (ULiège)), Corinne Charlier (ULiège, Conseil Scientifique Indépendant wallon), Sébastien Cleeren (Collège de Médecine Générale de Belgique francophone (CMG), Société Scientifique de Médecine Générale (SSMG)), Ann Colles (VITO-Health), Karin Cormann (Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft), Sofie Defour (Kabinet van de minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid), Elly Den Hond (Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH)), Marie-Julie Goffaux (Cabinet du Ministre wallon Yves Coppieters), David Hercot (Vivalis), Marie Lefebvre (Agence wallonne pour une vie de qualité (AVIQ)), Pieter Luys (FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu – SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement), John Pauluis (SSMG), Ingrid Ruthy (Institut scientifique de service public (ISSeP)), Greta Schoeters (Universiteit Antwerpen (UA), (HGR – CSS)), Hilde Van De Maele (Departement Zorg)
Acknowledgements:	We willen graag alle experten en organisaties bedanken die deelnamen aan de online survey, stakeholdermeeting en ons input gaven.
Gemelde belangen:	Alle experts en stakeholders die voor dit verslag zijn geraadpleegd, zijn geselecteerd vanwege hun betrokkenheid bij het veld. Als zodanig is het mogelijk dat elk van hen tot op zekere hoogte een onvermijdelijk belangenconflict heeft.
Layout:	Ine Verhulst
Disclaimer:	- De validatie van het rapport is het resultaat van een consensus of een stemprocedure tussen de auteurs. - Alleen het KCE is verantwoordelijk voor fouten of weglatingen die zouden kunnen blijven bestaan. De beleidsaanbevelingen vallen ook onder de volledige verantwoordelijkheid van het KCE.
Publicatie datum	2 juli 2025
Projectnummer:	2024-53-1-HSR
Domein:	Health Services Research (HSR)
MeSH:	Fluorocarbons; Hematologic tests; General Practitioners; Breast neoplasms; Kidney neoplasms

NLM Classificatie: WA 670 Environmental pollution (General)

Taal: Nederlands

Formaat: Adobe® PDF™ (A4)

Wettelijk depot: D/2025/10.273/13

ISSN: 2466-6432

Copyright: De KCE-rapporten worden gepubliceerd onder de Licentie Creative Commons « by/nc/nd » <http://kce.fgov.be/nl/content/de-copyrights-van-de-kce-publicaties>.



Hoe refereren naar dit document?

Roberfroid D, Bourgeois J, Castaneres-Zapatero D, Dauvrin M, Hulstaert F. Screening van bloed op een PFAS-blootstelling. Brussel: Federaal Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg (KCE). 2025. KCE Rapid Response Reports 403A. D/2025/10.273/13.

Dit document is beschikbaar op de website van het Federaal Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg.

<https://doi.org/10.57598/R403A>