

Essay: Duurzaam omgaan met PFAS in het milieu

Terughoudendheid is geboden bij het verheffen van onzekere risicogrenswaarden tot keiharde normen

Expertisecentrum PFAS, mede gebaseerd op discussion paper NICOLE¹

Kernboodschap:

De aanpak van PFAS moet worden gebaseerd op meer dan alleen onzekere gezondheidseffecten

Poly- en per- Fluor Alkyl Stoffen (PFAS) staan sterk onder de aandacht door de verspreiding in het milieu, en de potentiële risico's daarvan voor mens en milieu. Het is evident dat er behoefte is aan effectieve regelgeving gericht op het wegnemen van onaanvaardbare risico's en het borgen van adequate milieukwaliteitsdoelstellingen. Maar de huidige risicogrenzen zijn bijzonder streng en daarop gebaseerde vergaande reinigings- of saneringsmaatregelen schaden ons milieu en duurzaamheid soms meer dan de aanwezigheid van PFAS in grond en grondwater. In dit essay betogen we dat juist daarom de huidige humaan toxicologische risico-grenzen niet één op één vertaald kunnen worden naar sanerings- of lozingsnormen. Een proportionaliteits- of duurzaamheidstoets zou moeten voorkomen dat risicogrenzen worden vertaald in te strenge milieunormen en daarmee onnodig vergaande saneringsmaatregelen. Er zijn meerdere redenen om hier uiterst voorzichtig in te zijn. We geven hier allereerst op zo toegankelijk mogelijke wijze de kernboodschap, waarna we een en ander nader toelichten.

Alle humane risicogrenzen voor het milieu die door het RIVM zijn afgeleid, zijn gebaseerd op de toelaatbare wekelijkse inname van PFAS, zoals berekend door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA). In de zogenaamde EFSA opinie uit 2020 is een maximale hoeveelheid PFAS berekend die de mens binnen mag krijgen van 4,4 ng/kgbw/wk (de wekelijkse inname per kg lichaamsgewicht per week). Ook in voorstellen voor aanpassing van de Europese Kader Richtlijn Water werkt deze waarde door omdat de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater wordt gekoppeld aan drinkwaterkwaliteit. In het meest recente voorstel voor de aanpassing van de Kader Richtlijn Water (26-10-2022)¹ wordt een risicogrenswaarde voor oppervlakte- en grondwater van 4,4 ng/l PFOA-equivalenten voorgesteld, waarden die inmiddels al onofficieel in Nederland worden toegepast of vereist. De kwantitatieve onderbouwing van de risico-grenzen zoals afgeleid door EFSA is echter een onvoldoende robuuste basis om de extreem lage milieukwaliteitsdoelstellingen met verstrekkende gevolgen te rechtvaardigen. Gerespecteerde organisaties zoals the World Health Organisation (WHO) en de UK Committee on Toxicity (CoT) noemen de EFSA opinie zwak^{2,3,4}. De International Alliance for Risk Assessment (ARA), een groep van circa 70 risk assessors wereldwijd, schat daarnaast dat een 15-20x hogere waarde⁵ voldoende bescherming biedt voor de menselijke gezondheid.

De aanpak van EFSA is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Deze benadering leidt er echter toe dat de hierop gebaseerde risicogrenswaarden ruimschoots liggen onder de achtergrondwaarden in het Nederlandse, Vlaamse (en Duitse)²³ bodem- en watersysteem (zie tabel 1). Ook wereldwijd blijken

¹ Dit essay is grotendeels gebaseerd op een discussion paper dat is opgesteld door het Europese netwerk NICOLE (www.nicole.org). Een lid van het Expertisecentrum kan worden gezien als een van de hoofdauteurs van het NICOLE Paper. Dit essay bevat een vertaling en een uitbreiding voor de Nederlandse situatie. Met dit essay sluit het Expertisecentrum zich aan bij de discussie die NICOLE wil voeren.

toetsingswaarden onder de achtergrondwaarden te liggen⁶. Uit tabel 1 kan worden afgeleid dat een concentratie van **4,4 ng/l** in vrijwel alle media of matrixen wordt overschreden. Alleen in regenwater ligt de som van PFAS onder deze waarde¹⁰. In Nederland bevindt ongeveer 35-40% van het freatisch grondwater boven de advieswaarde van EFSA. Recent zijn ook achtergrondconcentraties bepaald in Vlaanderen, die vergelijkbare waarden in grond en grondwater laten zien (OVAM, 2024)¹¹. In Noord-Rijn Westfalen²³ liggen de concentraties in grond iets lager, maar zijn uitloogwaarden bepaald die 10-100x boven de waarde van 4,4 ng/l liggen.

Tabel 1: Achtergrond concentraties in grond, grond- en oppervlaktewater, en gemiddelde concentraties in regen, gewassen, bloed en consumentenproducten in Nederland (en Vlaanderen)

Matrix	PFAS Verbinding	Kenmerkende concentraties
Grond NL/BE ^{11,12}	PFOS of PFOA	~1.000 - 1.500 ng/kg dw
Grondwater freatisch (NL) ^{13,14}	Som PFAS	~ 30 ng/l
Oppervlaktewater Rijn/Maas ¹⁵	EFSA 4	~ 10 ng/l
Regen ¹⁰	EFSA 4	~ 1-2 ng/l
Gewassen ¹⁶	Som PFAS	~ 10 ng/kg dw
Huishoudelijk en kantoor stof ¹⁷	Som PFAS	~ 1.000.000 ng/kg
Bloed EU ^{18,19}	Som PFAS	~ 20.000 ng/l
Consumer goods ¹⁷	Som PFAS	~ 100.000 ng/l

Nog los van de vraag of het technische mogelijk is om de voorgestelde toetsingswaarde in de praktijk te bereiken of te meten, betekent dit dat de voorgestelde doelstellingen alleen kunnen worden bereikt met onevenredige inspanningen met een enorme financiële maatschappelijke impact en grote consequenties voor duurzaamheid. De inspanningen zullen leiden tot energieverbruik, emissies en afval.

Dagelijks lopen we als professionals tegen deze barrières aan. Dit roept herinneringen op aan eerdere momenten in het Nederlandse Bodembeleid. Bijvoorbeeld, toen eind 90'er jaren een noodzakelijke beleidsvernieuwing is doorgevoerd omdat simpelweg een volledige sanering van alle bodemverontreiniging niet technisch- en financieel haalbaar of duurzaam bleek.

Ook nu is er in onze ogen een dringende behoefte helder nieuw beleid én regie. Beleid waar allereerst een zorgvuldige onderbouwing van risicogrenzen en milieudoelstellingen aan ten grondslag ligt, en waarin ruimte is voor een integrale blik op risico's en duurzaamheid noodzakelijk, zodat robuuste risicogrenzen kunnen worden vertaald naar normwaarden, normwaarden die ook zijn gebaseerd op proportionaliteit, zoals dat ook in andere EU-domeinen gebruikelijk is. Op basis van de International Alliance for Risk Assessment (ARA) verwachten we dat in veel domeinen een 15-20x hogere waarde een meer realistische doelstelling zal blijken te zijn. Daarbij merken we op dat deze waarden dan nog steeds veel strenger zijn dan de meeste toetsingswaarden voor andere stoffen, stoffen zoals lood en benzeen waarvan we wel accepteren dat er een zeker (maar zeer laag) restrisico overblijft.

Toelichting en onderbouwing

Hoe robuust is de kwantitatieve onderbouwing van de EFSA opinie?

De WHO^{2,3} en de Britse CoT⁴ noemen de bewijsvoering voor de EFSA Toelaatbare Wekelijkse Inname “zwak” en de getalsmatige invulling “discutabel laag”. Begin 2024 heeft de WHO een uitgebreide review geïnitieerd naar de toxicologie rondom PFAS, teneinde een beter begrip te krijgen van de risico's van PFAS. De belangrijkste reden dat de onderbouwing zwak wordt genoemd, is gelegen in het feit dat de afleiding is gebaseerd op één enkele dataset (Abraham et al. 2019 en 2020)^{7,8}. In deze studies is aangetoond dat hogere PFAS-concentraties verband houden met een afname van antilichamen in het bloed van éénjarige baby's, waarvan de moeder is gevaccineerd en waarbij de baby's over langere tijd borstvoeding hebben gehad. De discussie draait om het feit dat:

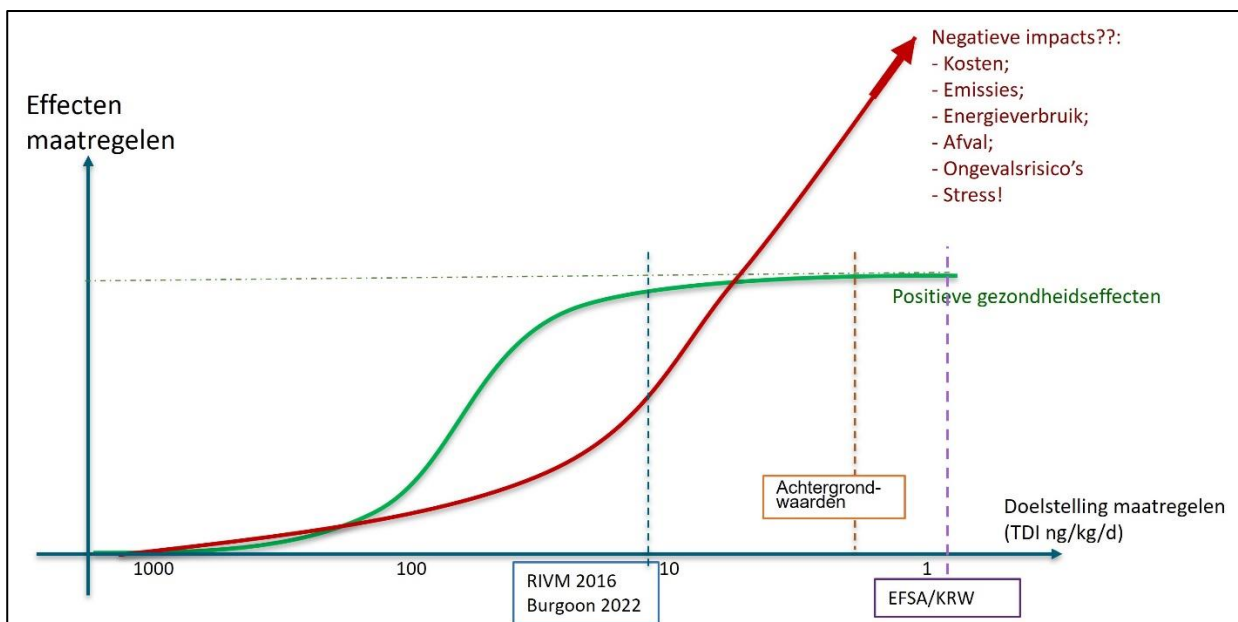
- Alleen een vaccinrespons is waargenomen, maar dat er is geen afname van de immuunrespons is waargenomen. Er is geen ziekte of gezondheidseffect geconstateerd voor de ziektes waarvoor werd gevaccineerd (difterie, tetanus en griep).
- Hoewel EFSA een vergelijkbare toxiciteit toekent aan PFOA, PFOS, PFNA en PFHxS, en een cumulatieve benadering hanteert voor deze vier stoffen, toont de studie van Abraham alleen een relatie aan voor PFOA, niet voor PFOS, PFNA of PFHxS.
- De statistiek achter de dosis-effect modellering is erg gevoelig voor kleine veranderingen in de basisgegevens. Dit vormt een uitdaging, vooral gezien de beperkte beschikbare dataset en de bekende gevoeligheid van epidemiologische gegevens voor externe factoren. Bovendien dateren de bloedmonsters uit de studie van Abraham uit de jaren negentig en bevatten ze aanzienlijk hogere concentraties PFOA dan wat tegenwoordig in bloed worden aangetroffen.

Ook het RIVM heeft in haar wetenschappelijke overwegingen bij de EFSA opinie in 2020⁹ opgetekend dat de dosis-effect relaties uit Abraham et al. 2020 te veel onzekerheid bevatten om een zogenaamde benchmark dose-modellering te kunnen rechtvaardigen. Deze modellering is nodig om de TWI af te leiden.

Daarnaast is bij de introductie van de Relative Potency Factors (RPF), zowel bij de afleiding van het advies drinkwaternormen als de aanpassing van de Annexes van de KRW, de getalsmatige invulling niet goed uitgevoerd. We erkennen dat gebruik van de RPF factoren de enige beschikbare wijze is waarmee onderscheid kan worden gemaakt tussen de verschillen in toxiciteit van verschillende PFAS en we zijn ons er van bewust van het feit dat de TWI en de RPF factoren op verschillende eindpunten zijn gebaseerd; namelijk humane immuun toxicologie versus levertoxiciteit bij dieren. Maar bij toepassing van RPF factoren dient minimaal de getalsmatige invulling van de TWI, 4,4 ng/kg lg/wk, te worden aangepast. EFSA is bij de afleiding van die waarde uitgegaan van equipotentie, ofwel alle 4 PFAS zijn even toxisch. Ofwel, als bij een toetsing 1 van de 4 (PFNA) 10x zo toxisch blijkt, dan moet de toetsingswaarde evenveel worden aangepast. Bij voorbeeld, een concentraties van 4,0 ng PFNA/l komt overeen met 40 ng/l PFOA equivalenten. Een overschrijding van bijna een factor 10 van de advieswaarde drinkwater, terwijl volgens EFSA het drinkwater zou voldoen (<4,4 ng/l som 4 PFAS). Dit betekent dat bij toepassing van de RPF de toetsingswaarde voor alleen PFNA zou moeten veranderen naar 44 ng/l.

Is de voorgestelde milieukwaliteitsdoelstelling niet te laag gelet op achtergrondconcentraties?

In veel landen in Europa en daarbuiten zijn de achtergrondwaarden niet bekend. Nederland en Vlaanderen zijn in die zin voorloper. De achtergrondwaarden in veel matrixen zijn opgenomen in de eerder gepresenteerde tabel 1. Milieukwaliteitsdoelstellingen die strenger zijn dan achtergrondwaarden dienen te worden vermeden, tenzij ze praktisch haalbaar zijn of absoluut noodzakelijk. Gelet op de schaal van de overschrijdingen zoals in de tabel hierboven geïllustreerd, zijn de voorgestelde doelstellingen voor het Nederlandse grond- en oppervlaktewater niet haalbaar en allerm minst duurzaam. Er zijn enorme inspanningen voor nodig die een grote impact op de leefomgeving hebben. Gegeven de onzekerheden rondom de TWI is de noodzaak om ingrijpende acties te rechtvaardigen richting de voorgestelde milieukwaliteitsdoelstellingen onduidelijk en te onzeker. Men moet zich afvragen wanneer het middel erger is dan de kwaal. Wanneer zijn de maatschappelijke consequenties en de kosten van verwijderen te groot en is een beperkt risico maatschappelijk verantwoord?



Figuur 1: Schematische Impressie van de balans tussen positieve en negatieve effecten bij afname Toelaatbare Dagelijkse Inname

In figuur 1 is de winst in gezondheidseffecten en toename van negatieve effecten geschetst tegen de steeds strengere TWI. Bij een steeds strengere TWI gaat het effect op de gezondheid asymptotisch naar geen verder positief effect. Bij het naderen van de achtergrondwaarde daarentegen nemen de negatieve effecten van maatregelen exponentieel toe. De TDI's die zijn afgeleid op basis van vele dierstudies door Burgoon et al.⁵, of eerder door het RIVM in 2016 (12,5 ng/kg/dag) zijn 15-20x hoger dan de EFSA-waarde, en liggen bij omrekening naar milieukwaliteitsdoelstelling ruimschoots boven de achtergrondwaarde. Voorbeelden van ingrijpende impact zijn de negatieve effecten van waterbehandelingsinstallaties, zuiveringen op grondwateronttrekkingen bij bouwputten en andere lozingen die worden belast met lozingseisen onder achtergrondwaarden. Bedrijven worden verplicht om water te zuiveren, zelfs als ze het niet zelf hebben verontreinigd, simpelweg omdat ze grondwater gebruiken en lozen op achtergrondwaardeniveau. Deze activiteiten leiden tot energie en grondstoffenverbruik, afvalproductie, terwijl milieu- en gezondheidswinst verwaarloosbaar is.

Discrepancies tussen verschillende wetgevingskaders, one substance – one assessment?

Idealiter zijn toetsingswaarden voor dezelfde groep verbindingen in verschillende media of wettelijke contexten gebaseerd op dezelfde risico eindpunten of risiconiveaus. In een recente studie van Reinikainen et al. 2024²⁰, gefinancierd via het EU Horizon Europe research and Innovation Programme, wordt een gedetailleerde review uitgevoerd die de inconsistenties in het huidige Europese wetgeving raamwerk belichten, en de noodzaak aanhaalt om dit aan te passen. We noteren de volgende inconsistenties:

- De Europese Richtlijn Drinkwater (2013) hanteert veel hogere toetsingswaarden (100ng/l voor 20 PFAS) in vergelijking met de voorgestelde milieukwaliteitsnorm. De onderbouwing van de drinkwaternorm is niet duidelijk.
- Opvallend mag worden genoemd dat de EFSA-opinie is bedoeld voor voedselveiligheid, terwijl in de Europese Voedselrichtlijn (2022/238821) het maximum gehalte voor verontreinigingen in voedsel niet is gebaseerd op de bevindingen van de EFSA, maar op de P95 percentiel benadering van het ALARA principe. Het is dus goed mogelijk dat een voedsel categorie goedgekeurd wordt via de regelgeving op voeding, en dus op de markt mag worden gebracht, terwijl de consumptie de door EFSA gehanteerde TWI met een factor 10 tot 100 kan overschrijden.
- Alhoewel de productwetgeving van REACH²¹ niet gaat over humane inname, kan zeker niet worden uitgesloten dat het toegestane niveau van PFAS in producten onder de voorgenomen restrictie grote invloed kan hebben op het niveau van PFAS in het milieu, of bijvoorbeeld in huishoudstof. De voorgestelde maximale niveaus van PFAS in producten zijn erg hoog (25.000 ng/kg voor individuele PFAS), in vergelijking met de toegestane niveaus in het milieu.

Negatieve effecten en proportionaliteit

Terwijl de Europese wetgeving op voedsel en REACH wel rekening houden met de negatieve gevolgen of kosteneffectiviteit van het opleggen van normwaarden, is dit niet het geval bij de voorstellen van milieukwaliteitsdoelstelling voor de KRW en grondwaterrichtlijn. Voor zover wij hebben kunnen nagaan zijn er geen studies uitgevoerd om specifiek de mogelijke gevolgen van het opleggen van milieukwaliteitsnormen na te gaan. Zoals hierboven al opgemerkt en geïllustreerd in figuur 1 zijn de negatieve effecten van de pogingen om de achtergrondwaarden te bereiken momenteel al merkbaar en serieus. Dit heeft niet alleen betrekking op de technische en financiële haalbaarheid van analyses en reinigingstechnieken, maar leidt ook tot vertraging, uit- en afstel van initiatieven. Voorbereiding, vergunningverlening en studies naar de haalbaarheid van sanerings- en herontwikkelingsprojecten kosten aanzienlijk meer tijd, en projecten worden 'on hold' gezet of vermeden. Bovendien is het in veel gevallen de vraag of de maatregelen die thans genomen kunnen worden effectief zijn met het oog op milieurendement en duurzaamheid.

Wettelijke normen moeten daarom proportioneel zijn en bijdragen aan een duurzame ontwikkeling en operationele mogelijkheden bij het beheer en managen van milieu impacts. Strenge normen zijn nodig voor PFAS, maar te strenge normen werken contraproductief, zijn niet duurzaam en leiden tot stagnatie. We raden daarom aan om onderzoek te starten naar de effecten van de restrictie van PFAS in REACH en deze te vergelijken met de effecten van actieve maatregelen die gericht zijn op het halen van de voorgestelde milieudoelstellingen. Het effect van de restrictie zou wel eens veel groter en effectiever kunnen zijn dan sanerings- en reinigingsmaatregelen. Hoewel de daling van PFOS en PFOA in het milieu op dit moment lijkt te stagneren, is sinds de restrictie van deze componenten een aanzienlijke afname van de concentraties in zowel het milieu als in bloed waargenomen.

Conclusie

Gelet op het feit dat:

- de kwantitatieve onderbouwing van de EFSA toelaatbare wekelijkse inname door de World Health Organisation (WHO) en de UK Committee on Toxicity (CoT) als zwak wordt gekwalificeerd.
- deze TWI vaak stringent wordt geïnterpreteerd bij de bepaling van milieukwaliteitsdoelstelling, terwijl deze is ontwikkeld voor voeding, maar niet wordt toegepast op voeding. In de Europese Richtlijn Voeding wordt het ALARA principe toegepast, en gekozen voor een proportionele aanpak;
- de wettelijke normen aanzienlijk variëren tussen verschillende media, zoals voedsel, water, grond en producten.
- geen onderzoek beschikbaar is naar de mogelijke negatieve effecten van deze strenge milieu normen.

Benadrukken we de noodzaak voor:

- een beter, en bovenal robuust begrip van de kritische toxicologische effecten van PFAS en de bijbehorende dosis-effect relaties;
- een evaluatie van de proportionaliteit en duurzaamheid van de voorgestelde grenzen. Ook een MKBA is een optie waarmee de onzekere humane gezondheidswinst kan worden afgezet tegen sociaal maatschappelijke- en milieu impact.
- een duidelijke wetgeving en handreikingen die aangeven hoe moet worden omgegaan met overschrijdingen van toetsingswaarden. Bij het gebrek aan normwaarden zullen decentrale overheden - onder het mom van het voorzorgprincipe - teruggrijpen op de meest strenge risicogrenzen, hetgeen uiteindelijk het milieu niet ten goede komt.

Het handhaven van de TWI van 4,4 ng/kglg/wk of de afgeleide 4,4 ng/l in water, zou mogelijk contraproductief kunnen zijn op weg naar een duurzame samenleving. We adviseren met klem om de advieswaarden voor grond en oppervlaktewater niet te operationaliseren of om te zetten in milieunormen, totdat we de daadwerkelijke risico's en gevolgen beter begrijpen. Deze verdere studies zouden ook de meer robuuste TDIs op basis van dierstudies in ogenschouw moeten nemen. Deze TDIs zijn een factor 15-20 hoger en worden in het internationale veld ook omschreven als "beschermend voor de menselijke gezondheid."⁵

Er is een dringende behoefte aan robuuste en proportionele toetsingswaarden met betrekking tot de regulering van PFAS-verontreinigingen in het milieu. Deze waarden moeten stevig verankerd zijn in wetenschappelijk onderzoek en achtergrondwaarden, terwijl ze ook in verhouding moeten staan tot de positieve en negatieve effecten van de benodigde maatregelen om deze lage niveaus te bereiken. Het is van essentieel belang dat deze benadering in lijn is met duurzame ontwikkelingsprincipes. Het negeren van deze behoefte kan leiden tot een situatie waarin de negatieve gevolgen zwaarder wegen dan de mogelijke, zij het onzekere, positieve gezondheidseffecten, hetgeen in strijd is met duurzame ontwikkelingsprincipes.

Referenties

1. Proposal for Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy, Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration and Directive 2008/105/EC on environmental quality standards in the field of water policy (COM/2022/540 final).
2. WHO (2022) PFOS and PFOA in Drinking-water, Draft Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality 29 September 2022, Version for public review
3. WHO (2023) Comments on the Draft background document
4. CoT (2022) Statement on the EFSA Opinion on the risks to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. The Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer products and the Environment. Available online: <https://cot.food.gov.uk/Introduction%20-%20Statement%20on%20the%20EFSA%20Opinion%20on%20the%20risks%20of%20perfluoroalkyl%20substances%20in%20food>
5. Burgoon et al. (2023) Range of the perfluorooctanoate (PFOA) safe dose for human health: An international collaboration, Regulatory Toxicology and Pharmacology 145 (2023) 105502
6. Diana Ackerman Grunfeld et al. Underestimated burden of per- and polyfluoroalkyl substances in global surface waters and groundwaters, Nature geoscience April 2024
7. Abraham et al. (2019) 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. Archives of Toxicology, 94: 2131–2147. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02715-4>
8. Abraham et al (2020) 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, Archives of Toxicology (2020) 94:2131–2147
9. RIVM (2020) Notitie: definitieve EFSA-opinie PFAS – wetenschappelijke overwegingen voor RIVM besluitvorming over EFSA-TWI, Finaal - 15 december 2020
10. Cousins T., Johansson H., Salter M. B., Sha M., Scheringer M. (2022). Outside the safe operating space of a new planetary boundary for per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). Environmental Science and Technology, 56 (16), pp. 11172-11179.
11. OVAM (2021) Toetsingswaarden voor PFOS en PFOA in bodem en grondwater
12. RIVM (2020) Wintersen A., Spijker J., Van Breemen P., Van Wijnen H. (2020b). Achtergrondwaarden perfluoroalkylstoffen (PFAS) in de Nederlandse landbodem. National Institute for Public Health and the Environment. Available online: <https://www.rivm.nl/publicaties/achtergrondwaarden-perfluoroalkylstoffen-pfas-in-nederlandse-landbodem>
13. RIVM (2021) Wintersen A., C. J. (2021). Landsdekkend beeld van PFAS in Nederlands grondwater. National Institute for Public Health and the Environment. Available online: <https://www.rivm.nl/publicaties/landsdekkend-beeld-van-pfas-in-nederlands-grondwater>
14. OVAM (2024) Bepalen van streefwaarden voor PFAS in grond en grondwater, [Bepalen van streefwaarden voor PFAS in grond en grondwater | Vlaanderen.be](https://www.ovam.be/Bepalen-van-streefwaarden-voor-PFAS-in-grond-en-grondwater)
15. Expertisecentrum on PFAS (2021) “Vervolgfragen inzake EFSA-opinie: bronnen van PFAS voor oppervlaktewater” VEWIN 2021
16. RIVM (2022) Risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen uit moestuinen in de gemeenten Dordrecht, Papendrecht, Sliedrecht en Molenlanden, RIVM- briefrapport 2022-0010P.E. Boon | J.D. te Biesebeek

17. Arcadis (2021) PFAS in products and waste streams in the Netherlands. Available online: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/05/28/pfas-in-products-and-waste-streams-in-the-netherlands>
18. Vito (2020) Colles et al. Perfluorinated substances in the Flemish population (Belgium): Levels and determinants of variability in exposure, Chemosphere 242 (2020) 125250
19. Yeung et al. (2016). Are humans exposed to increasing amounts of unidentified organofluorine? Environ. Chem. 2016, 13, 102–110, <http://dx.doi.org/10.1071/EN15041>
20. Reinikainen et al (2024) Inconsistencies in the EU regulatory risk assessment of PFAS call for readjustment, Environment International 186 (2024) 108614, Inconsistencies in the EU regulatory risk assessment of PFAS call for readjustment - ScienceDirect
21. REACH (2022) <https://echa.europa.eu/sv/-/echa-publishes-pfas-restriction-proposal>
22. EU (European Union). 2022. Regulation (EU) 2022/2388 of 7 December 2022 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of perfluoroalkyl substances in certain foodstuffs. Official Journal of the European Union L 316:38-41
23. Hintergrundgehalte und -werte von PFAS in Böden ländlicher Gebiete in Nordrhein-Westfalen, LANUV-Fachbericht 150, Februar 2024