



Advies 16262A02 –Indicatief MTR lucht voor 27 PFAS

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 030 274 91 11
F 030 274 29 71
info@rivm.nl

Projectnummer RIVM	M/260301/25/CC
Dossiercode	16262
Rapportnummer	2025-1017
Datum aanvraag	20-08-2024 (TFA), 29-10-2024 (27 PFAS inclusief TFA)
Datum rapportage	A00: 22-07-2025 A01: 18-12-2025 A02: 26-03-2026
Auteur(s)	Tim Verbruggen
Toetser (1), datum	Marja Pronk, 08-05-2025
Toetser (2), datum	Els Smit, 30-04-2025
Goedkeuring, datum	Martine Bakker, 18-03-2026
Versie en status RIVM-advies	A00: Getoetst volgens interne RIVM-procedure. A01 - Dit is een aangepaste versie naar aanleiding van commentaar van de <i>Wetenschappelijke Klankbordgroep normstelling water en lucht</i> . De wijzigingen ten opzichte van rapport versie A00 zijn: toepassing van een allocatiefactor van 0,2 voor lucht. A02: Dit advies vervangt versie A01 van 18-12-2025. Deze versie bevat enkele verduidelijkingen met betrekking tot de onderbouwing van de allocatiefactor, de conclusie is niet veranderd.

Inhoud

1	Inleiding.....	2
2	Werkwijze	3
3	Toxicologische informatie.....	3
3.1	Beschikbare gezondheidskundige grenswaarden	3
3.2	Evaluatie.....	5
4	Discussie en conclusie	12
5	Status van dit advies/disclaimer	13
	Referenties	14
	Bijlage 1. Afkortingen	18

1 Inleiding

Het RIVM heeft een aanvraag ontvangen voor een indicatief Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau voor lucht (i-MTR_{lucht}) voor 27 per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS), inclusief hun eventuele zouten (zie Tabel 1). De i-MTR's voor lucht zijn aangevraagd door het bevoegd gezag voor het beoordelen van een vergunningaanvraag als onderdeel van de immissietoets lucht.

Tabel 1. Identiteit van de PFAS in dit advies

Stof	CAS-nr. (neutraal zuur)	Afkorting
Carboxylzuren		
trifluorazijnzuur	76-05-1	TFA
perfluorbutaanzuur	375-22-4	PFBA
perfluorpentaanzuur	2706-90-3	PFPeA
perfluorhexaanzuur	307-24-4	PFHxA
perfluorheptaanzuur	375-85-9	PFHpA
perfluoroctaanzuur	335-67-1	PFOA
perfluornonaanzuur	375-95-1	PFNA
perfluordecaanzuur	335-76-2	PFDA
perfluorundecaanzuur	2058-94-8	PFUnDA
perfluordodecaanzuur	307-55-1	PFDoDA
perfluortridecaanzuur	72629-94-8	PFTTrDA
perfluortetradecaanzuur	376-06-7	PFTeDA
perfluorhexadecaanzuur	67905-19-5	PFHxDA
perfluoroctadecaanzuur	16517-11-6	PFODA
Sulfonzuren		
perfluorbutaansulfonzuur	375-73-5	PFBS
perfluorhexaansulfonzuur	355-46-4	PFHxS
perfluoroctaansulfonzuur	1763-23-1	PFOS
Overige		
2,3,3,3-tetrafluorpropaanzuur	359-49-9	TFPrA
hexafluorpropyleenoxide dimeer zuur	13252-13-6	HFPO-DA (=FRD-902; FRD-903; GenX)
4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur	919005-14-4	DONA
6:2 fluortelomeer sulfonzuur	27619-97-2	6:2 FTS
8:2 fluortelomeer sulfonzuur	39108-34-4	8:2 FTS
N-ethylperfluoroctaan-sulfonamidoazijnzuur	2991-50-6	N-EtFOSAA
8:2 fluortelomeer fosfaat diester	678-41-1	8:2 DiPAP
6:2 8:2 fluortelomeer fosfaat diester	943913-15-3	6:2 8:2 PAP
bisphenol AF	1478-61-1	BPAF

heptafluorpropyl 1,2,2,2-tetrafluorethylether	3330-15-2	E1
---	-----------	----

Het RIVM merkt op dat PFAS als groep zijn aangemerkt als Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). De overheid streeft ernaar ZZS uit de leefomgeving te weren. Voor ZZS geldt een minimalisatieverplichting. Onder de aangevraagde stoffen zijn diverse PFAS die zijn onderworpen aan restricties (onder REACH of de EU POP Verordening) en/of die zijn geïdentificeerd als 'Substance of Very High Concern' (onder REACH) en daarmee (op termijn) autorisatieplichtig. In het vergunningsverleningsproces beoordeelt het bevoegd gezag of emissies van deze stoffen toelaatbaar zijn.

Per 1 januari 2024 is de Omgevingswet in werking getreden, met een grote rol voor het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal). In het Bal is geen sprake van MTR's maar van 'immissiegrenswaarden'. Op de website Risico's van Stoffen blijven we gemakshalve de term 'MTR' en 'norm' gebruiken. Omwille van de leesbaarheid spreken we ook in dit advies over 'MTR's' en 'normen'. De hier afgeleide i-MTR's zijn echter advieswaarden en hebben geen formele status. In Nederland is het ministerie van IenW verantwoordelijk voor het vaststellen van milieukwaliteitsnormen (zie ook Hoofdstuk 5).

2 Werkwijze

Deel 3 van de online handleiding Indicatieve risicogrenzen op de website Risico's van stoffen¹ beschrijft de methodiek voor het afleiden van MTR's, zoals het i-MTR_{lucht} (RIVM, 2024). Het i-MTR_{lucht} is gebaseerd op de indicatieve gezondheidkundige grenswaarde (i-MTR_{humanaan}) voor inhalatie. Voor uitleg van de methode en verdere details wordt verwezen naar bovengenoemde handleiding.

3 Toxicologische informatie

3.1 Beschikbare gezondheidkundige grenswaarden

In tabel 2 staan de beschikbare evaluaties van inhalatoire gezondheidkundige grenswaarden voor de 27 PFAS samengevat, evenals voor een groep van vier van deze PFAS. Dit zijn evaluaties van erkende (inter)nationale instanties. Onder de tabel staat een korte samenvatting van de beschikbare evaluaties.

Tabel 2. Beschikbare inhalatoire gezondheidkundige grenswaarden voor de 27 PFAS en voor een groep van vier PFAS

Afkorting	Waarde	Referentie
Carboxylzuren		
TFA	Geen evaluatie beschikbaar	
PFBA	Geen waarde afleidbaar	US EPA, 2022

¹ <https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/milieu/handleiding-normafleiding>

Afkorting	Waarde	Referentie
		ATSDR, 2021
PFPeA	Geen evaluatie beschikbaar	
PFHxA	Geen waarde afleidbaar	US EPA, 2023 ATSDR, 2021
	0,5 µg/m ³	MDoH, 2022
PFHpA	Geen waarde afleidbaar	ATSDR, 2021
PFOA	Geen waarde afleidbaar	US EPA, 2016a; ATSDR, 2021
PFNA	Geen waarde afleidbaar	ATSDR, 2021
PFDA	Geen waarde afleidbaar	US EPA, 2024; ATSDR, 2021
PFUnDA	Geen waarde afleidbaar	ATSDR, 2021
PFDoDA	Geen waarde afleidbaar	ATSDR, 2021
PFTTrDA	Geen evaluatie beschikbaar	
PFTeDA	Geen evaluatie beschikbaar	
PFHxDA	Geen evaluatie beschikbaar	
PFODA	Geen evaluatie beschikbaar	
Sulfonzuren		
PFBS	Geen waarde afleidbaar	ATSDR, 2021
PFHxS	Geen waarde afleidbaar	ATSDR, 2021
	0,034 µg/m ³	MDoH, 2021a
PFOS	Geen waarde afleidbaar	US EPA, 2016b; ATSDR, 2021
	0,011 µg/m ³	MDoH, 2021b
Overige		
TFPrA	Geen evaluatie beschikbaar	
HFPO-DA	73 ng/m ³	Beekman et al., 2016
DONA	Geen evaluatie beschikbaar	
6:2 FTS	Geen evaluatie beschikbaar	
8:2 FTS	Geen evaluatie beschikbaar	
N-EtFOSAA	Geen evaluatie beschikbaar	
8:2 DiPAP	Geen evaluatie beschikbaar	
6:2 8:2 PAP	Geen evaluatie beschikbaar	
BPAF	Geen evaluatie beschikbaar	
E1	Geen waarde afleidbaar	Beekman et al., 2016; RIVM, 2019
Som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS	Een waarde tussen 0,4 en 2,2 ng/m ³	VITO, 2024

3.1.1

Samenvatting van de beschikbare gezondheidkundige grenswaarden

Er is gezocht naar beschikbare inhalatoire gezondheidkundige grenswaarden voor de 27 PFAS, afgeleid door erkende nationale en

internationale instanties. Voor 14 PFAS waren geen evaluaties beschikbaar. Voor 9 PFAS waren er wel evaluaties, maar deze hebben geen specifieke gezondheidskundige grenswaarden voor de inhalatie route opgeleverd vanwege de ontoereikendheid van de beschikbare gegevens daarvoor. Dit betekent dat er voor 23 van de 27 PFAS geen inhalatoire gezondheidskundige grenswaarden zijn.

Voor HFPO-DA heeft het RIVM eerder een inhalatoire gezondheidskundige grenswaarde van 73 ng/m³ afgeleid, geëxtrapoleerd vanuit orale gegevens verkregen uit een chronische studie met ratten (Beekman et al., 2016). Opgemerkt wordt dat deze evaluatie werd uitgevoerd voordat het Europese Agentschap voor Voedselveiligheid (EFSA) een opinie over de gezondheidskundige effecten van PFAS publiceerde (EFSA, 2020; zie hieronder).

Voor PFHxS, PFOS en PFHxA heeft het Minnesota Department of Health (MDoH) inhalatoire gezondheidskundige grenswaarden afgeleid voor chronische blootstelling, geëxtrapoleerd vanuit orale gegevens verkregen uit studies met ratten of muizen (MDoH 2021a, MDoH 2021b, MDoH 2022).

Daarnaast heeft de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), in afwachting van een volwaardige gezondheidskundige grenswaarde voor PFAS in omgevingslucht, een tijdelijk toetsingskader voor de som van vier PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS) voorgesteld met een waarde tussen 0,4 en 2,2 ng/m³. Dit tijdelijk toetsingskader is ook afgeleid via route-to-route extrapolatie, vanuit de door EFSA in 2020 afgeleide orale toelaatbare wekelijkse inname (TWI) van 4,4 ng/kg lg per week voor de som van diezelfde vier PFAS en allocatie van 20 tot 100% daarvan aan lucht (VITO, 2024).

3.1.2 *Conclusie*

Voor het merendeel van de PFAS zijn geen gezondheidskundige grenswaarden voor de inhalatieroute beschikbaar. Voor slechts enkele PFAS zijn die wel afgeleid, niet op basis van route-specifieke studies maar met behulp van route-to-route extrapolatie vanuit orale studies. Geen van de beschikbare gezondheidskundige grenswaarden nemen echter het hele PFAS-mengsel in beschouwing, terwijl het aannemelijk is dat in lucht meerdere PFAS voorkomen die allen bijdragen aan de toxiciteit.

3.2 **Evaluatie**

De conclusie in 3.1.2 betekent dat er voor de inhalatieroute geen gezondheidskundige grenswaarden zijn die voor deze adviesvraag direct geschikt zijn als basis voor een i-MTR_{lucht} afleiding voor PFAS. Conform eerdere beoordelingen door bijvoorbeeld VITO zal daarom onderzocht worden of route-to-route extrapolatie een optie is, en of de door EFSA afgeleide gezondheidskundige advieswaarde voor orale blootstelling op die manier kan worden vertaald naar een i-MTR_{lucht}, rekening houdend met mengseltoxiciteit. Het RIVM gebruikt de EFSA-TWI namelijk als uitgangspunt voor zijn risicobeoordelingen van PFAS (RIVM, 2020a; RIVM, 2020b). Dit wordt verder toegelicht in 3.2.1. Er is voor het

huidige advies dan ook niet verder gezocht naar individuele orale gezondheidkundige grenswaarden voor de PFAS.

3.2.1 *Gebruik EFSA TWI door RIVM*

Zoals vermeld in 3.1.1, heeft EFSA (2020) een orale TWI afgeleid van 4,4 ng/kg lg per week voor de som van vier PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS, aangeduid als EFSA-4).

Bij het afleiden van gezondheidkundige grenswaarden geldt het principe dat de afgeleide waarde beschermend moet zijn voor gevoelige groepen en effecten. Voor PFAS is de immuunrespons bij kinderen als kritisch effect geïdentificeerd. De door EFSA afgeleide TWI is de hoeveelheid die vrouwen langdurig wekelijks mogen binnenkrijgen, zonder dat het bloedserum van hun borstgevoede kinderen de kritische waarde voor immuneeffecten van PFAS bereikt. Deze kritische waarde is een bloedserumspiegel van 17,5 ng/mL in kinderen van 1 jaar oud. Concentraties boven deze waarde kunnen (nadelige) effecten op de immuniteit van de kinderen veroorzaken. Bij het berekenen van de TWI is door EFSA aangenomen dat de vier PFAS in het bloed van het kind even potent zijn in het veroorzaken van immuneeffecten. Naast immuneeffecten kunnen hogere PFAS-concentraties leiden tot andere effecten, zoals bijvoorbeeld levereffecten en verlaging van geboortegewicht. Volgens EFSA (2020) is de afgeleide TWI ook beschermend voor deze effecten.

PFAS komen meestal niet als losse stof voor, maar als mengsel van meerdere PFAS. Doorgaans worden in het milieu meer PFAS aangetoond dan alleen de EFSA-4. De aanname is dat die andere PFAS ook bijdragen aan de toxiciteit, met de verwachting dat de mate van giftigheid verschilt tussen PFAS. Het RIVM past daarom de EFSA-TWI toe op een bredere lijst van PFAS dan de EFSA-4, en houdt daarbij rekening met verschillen in potentie tussen de PFAS door gebruik te maken van de zogenoemde RPF-methode (RIVM, 2021). RPF staat voor relatieve potentie factor en is een maat voor het verschil in toxiciteit van individuele PFAS ten opzichte van PFOA. Door de concentraties van de afzonderlijke PFAS te vermenigvuldigen met hun RPF, kunnen we de concentraties van die PFAS omrekenen in equivalente concentraties PFOA (PFOA-equivalenten, PEQ). De som van de PEQ (\sum PEQ) kan vervolgens worden vergeleken met een norm of risicogrens, eveneens uitgedrukt in PFOA-equivalenten. Het RIVM gebruikt PFOA als referentiestof, omdat in de kritische studie waar de EFSA-TWI op is gebaseerd de effecten voornamelijk zijn geassocieerd met PFOA en niet zozeer met de andere drie PFAS die EFSA heeft onderzocht.

Samenvattend gebruikt het RIVM dus een orale gezondheidkundige grenswaarde van 4,4 ng PFOA-equivalenten (PEQ)/kg lichaamsgewicht per week, oftewel 0,63 ng PEQ/kg lichaamsgewicht per dag. Op deze manier vertaalt het RIVM de gezondheidkundige grenswaarde van de EFSA-4 naar een bredere lijst van PFAS.

3.2.2 *Toepasbaarheid studies met orale blootstelling*

De EFSA-TWI is gebaseerd op immuneeffecten in studies met orale blootstelling. Voor PFAS zijn weinig tot geen inhalatiestudies beschikbaar

(ATSDR, 2021), dus is niet duidelijk of immuuneffecten ook via inhalatoire blootstelling optreden. Immuuneffecten worden echter beschouwd als systemische effecten, aangezien de negatieve impact op het immuunsysteem voortkomt uit blootstelling die door het hele lichaam wordt verdeeld en niet beperkt blijft tot het punt van opname. Voor PFAS is er sprake van systemische circulatie, zonder een "first-pass effect". Een first-pass effect verwijst naar een situatie waarbij een stof wordt gemetaboliseerd in de lever na opname via het maagdarmkanaal, nog voordat het de systemische circulatie bereikt. Voor PFAS is geen sprake van zo'n first-pass effect aangezien deze verbindingen relatief resistent zijn tegen metabole omzetting in de lever na orale blootstelling (Monnet et al., 2022; ATSDR, 2021). Hoewel PFAS wel levereffecten kunnen veroorzaken (zoals veranderingen in levercellen of leverenzymactiviteit), zijn deze effecten dus niet het gevolg van een klassiek first-pass metabolisme, maar van systemische blootstelling na distributie door het lichaam. Een studie met PFAS 8:2 FTOH laat zien dat gekwantificeerde metabolieten in plasma hetzelfde waren na inhalatie en orale toediening (Himmelstein et al., 2012), hetgeen duidt op een overeenkomstige systemische blootstelling.

Gebaseerd op beperkte data concludeert ATSDR (2021) dat de toxiciteit van PFAS niet route-specifiek is. Hiervan uitgaande lijkt route-to-route extrapolatie voor PFAS vooralsnog toepasbaar te zijn, alhoewel gepaard met onzekerheid vanwege het ontbreken van inhalatiestudies die immuuneffecten aantonen en eventueel ook lokale effecten. Er zijn meer (chronische) inhalatiestudies nodig om te bevestigen dat de toxiciteit van PFAS inderdaad niet route-specifiek is.

3.2.3 *Toepasbaarheid RPF's*

In de vertaling van de EFSA-TWI gebruikt het RIVM RPF's die zijn gebaseerd op levertoxiciteit, ook al is de EFSA-TWI gebaseerd op immuuneffecten. Voor wat betreft levertoxiciteit wijzen de beschikbare dierstudies met diverse PFAS op overeenkomstige effecten op de lever, hetgeen de afleiding van lever-specifieke, orale RPF's mogelijk maakte (Bil et al., 2021). Voor immuuneffecten is deze vaststelling en afleiding (nog) niet mogelijk omdat er maar voor enkele PFAS immunotoxiciteitsdata beschikbaar zijn. In Bil et al. (2021) wordt bediscussieerd dat bij gebrek aan immuun-specifieke RPF's de RPF's afgeleid op levereffecten in de rat ook toegepast kunnen worden in de vertaling van de EFSA-TWI, maar dat validatie van brede toepassing van de huidige RPF-waarden wenselijk is. Naderhand zijn door Bil et al. (2023) interne RPF's afgeleid op basis van effecten op de immuun-gerelateerde organen thymus en milt, die goed overeen bleken te komen met de eerder afgeleide RPF's op basis van levereffecten. Deze interne RPF's kunnen niet toegepast worden op externe blootstelling aan PFAS, maar geven wel aanvullende onderbouwing dat RPF's afgeleid op levereffecten ook kunnen worden gebruikt voor het beoordelen van immuuneffecten van PFAS.

Vooralsnog wordt aangenomen dat de orale RPF's ook toepasbaar zijn op inhalatoire blootstelling, hoewel deze aanname gepaard gaat met onzekerheid vanwege het ontbreken van specifieke data voor inhalatie. Eventuele verschillen in absorptie, distributie, metabolisme en

uitscheiding tussen de orale en inhalatoire route en tussen mensen en ratten kunnen leiden tot variaties in respons die niet volledig worden geadresseerd door dezelfde RPF's. Verdere studies zijn nodig om deze aannames te valideren en de eventuele verschillen beter te begrijpen.

3.2.4 *Afleiding i-MTR_{lucht} via route-to-route extrapolatie*

Op grond van de analyse in 3.2.2 en 3.2.3 lijkt route-to-route extrapolatie een optie om, in afwachting van geschikte inhalatoire gegevens, i-MTR's voor lucht af te leiden ten behoeve van het toetsen van PFAS emissies.

Startpunt voor de route-to-route extrapolatie is de door het RIVM gehanteerde orale gezondheidkundige grenswaarde van 4,4 ng PEQ/kg lg per week, overeenkomend met 0,63 ng PEQ/kg lg per dag. Om deze orale waarde te vertalen naar een inhalatoir MTR, zijn correcties noodzakelijk voor eventuele verschillen in kinetiek en metabolisme tussen de beide blootstellingsroutes. Omdat het over het algemeen moeilijk is om verschillen in metabolisme, excretie en distributie te kwantificeren, kan in de praktijk alleen rekening worden gehouden met verschillen in het percentage systemische absorptie zoals bepaald voor beide routes (ECHA, 2012). Indien daar geen gegevens voor zijn, wordt standaard aangenomen dat voor de uitgangsroute (oraal, in dit geval), de absorptie 2x lager is dan voor de eindroute (inhalatie), en wordt derhalve bij oraal-naar-inhalatie extrapolatie default een assessment factor (AF) van 2 toegepast op het startpunt (ECHA, 2012). Dat wordt in dit geval niet nodig geacht, aangezien de orale absorptie van PFAS naar verwachting hoog is. ATSDR (2021) concludeert namelijk dat absorptie na orale inname in de range ligt van >50% voor PFHxS tot >95% voor PFOA, PFBA, PFNA, PFDA en PFDODA. Verondersteld wordt dat de absorptie van de andere PFAS ook in die range ligt.

Om een inhalatoire waarde te bepalen, wordt de orale grenswaarde van 0,63 ng PEQ/kg lg per dag vermenigvuldigd met een standaard lichaamsgewicht van 70 kg en vervolgens gedeeld door het humane ademhalingsvolume van 20 m³ per dag (ECHA, 2012). Dit resulteert in een waarde van 2,2 ng PEQ/m³ als i-MTR_{inhalatie}.

3.2.5 *Toepassen allocatiefactor*

Op dit moment wordt bij het afleiden van MTR's voor lucht geen rekening gehouden met blootstelling via andere routes en het toepassen van een allocatiefactor is geen onderdeel van de huidige methodiek (Pronk, 2024). Bij het opstellen van dit advies is overwogen strikt de huidige methodiek te volgen. Toepassen van een allocatiefactor voor PFAS leidt immers tot inconsistentie met de MTR's voor andere stofgroepen waarbij mogelijk hetzelfde speelt. Bij het bespreken van dit advies pleitte de Wetenschappelijke Klankbordgroep normstelling water en lucht ervoor om, in afwijking van de gangbare methodiek, wel een allocatiefactor toe te passen, vanwege het bestaande inzicht dat mensen via andere routes dan lucht al meer PFAS binnenkrijgen dan de gezondheidkundige grenswaarde.

Wetenschappelijk gezien kunnen er redenen zijn om een allocatiefactor toe te passen. Het RIVM heeft eerder een verkenning gepubliceerd over het toepassen van een allocatiefactor in de vergunningverlening van industriële emissies naar lucht (Pronk, 2024). Hierin concludeert het RIVM dat het overweging verdient om de allocatiefactor een plek te geven in het vergunningverleningsproces bij emissies naar lucht. Bij de uitwerking van de mogelijke opties wordt expliciet verwezen naar situaties waarin er aanwijzingen zijn dat er blootstelling is via andere bronnen en routes. Dit is het geval voor PFAS.

Het RIVM heeft herhaaldelijk op basis van innameschattingen geconstateerd dat mensen in Nederland te veel PFAS binnenkrijgen via voedsel en drinkwater (van der Aa et al., 2021; Schepens et al., 2023). Deze innameschattingen worden bevestigd door onderzoek naar PFAS in het bloed van de Nederlandse bevolking (Bil et al., 2025). EFSA (2020) constateerde dat voor een groot deel van de Europese bevolking de inname van PFAS via voedsel en drinkwater de gezondheidkundige grenswaarde overstijgt. De beschikbare wetenschappelijke informatie over de blootstelling aan PFAS schetst een eenduidig beeld dat mensen op verschillende manieren worden blootgesteld aan PFAS, waarbij voedsel en drinkwater een grote bijdrage leveren.

Op basis van deze kennis wordt geadviseerd om bij de afleiding van het $i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$ voor PFAS te kiezen voor een casus-specifieke toepassing van een allocatiefactor in afwijking van de huidige handleiding. De vraag is hoe hoog de allocatiefactor zou moeten zijn. Voor humane visconsumptie uit oppervlaktewater en voor drinkwater wordt gerekend met een standaard-allocatiefactor van 0,2 (WHO, 2022; EC, 2018). In bovengenoemde verkenning geeft het RIVM aan dat in aansluiting op deze kaders dezelfde factor voor lucht zou kunnen worden toegepast, net zoals is gedaan bij het afleiden van de advieswaarden voor PFAS in zwemwater (Geraets en Bokkers, 2024). Op basis van de huidige kennis lijkt blootstelling via lucht een beperkte bron te zijn ten opzichte van andere bronnen (De Silva et al., 2021; Sunderland et al., 2019; Schepens et al., 2023). In algemene zin wordt een allocatiefactor lager dan 0,2 echter niet zinvol geacht. Een lagere allocatiefactor levert namelijk de tegenstrijdige situatie dat een norm of advieswaarde wordt aangescherpt, terwijl de bijdrage van de desbetreffende route tegelijkertijd gering is (EC, 2018; WHO, 2022).

Conclusie: In lijn met de eerdere verkenning van het RIVM en de aanbeveling van de Wetenschappelijke Klankbordgroep normstelling water en lucht adviseert het RIVM op basis van wetenschappelijke argumenten een allocatiefactor van 0,2 toe te passen bij de afleiding van het $i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$ voor PFAS.

De standaard werkwijze is $i\text{-MTR}_{\text{lucht}} = i\text{-MTR}_{\text{inhalatie}}$

De casus specifieke afleiding is $i\text{-MTR}_{\text{lucht}} = 0,2 \times i\text{-MTR}_{\text{inhalatie}}$

Op basis van het $i\text{-MTR}_{\text{inhalatie}}$ van $2,2 \text{ ng PEQ/m}^3$ met gebruik van een casus-specifieke allocatiefactor van 0,2 is het voorgestelde $i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$ $0,44 \text{ ng PEQ/m}^3$.

Met behulp van RPF's kunnen gemeten of berekende concentraties van de geëmitteerde PFAS in lucht worden omgerekend in PFOA-equivalenten (ng PEQ/m³) en kan het mengsel getoetst worden aan het i-MTR_{lucht}.

3.2.6 *i-MTR voor individuele PFAS*

Bovengenoemde i-MTR_{lucht} voor PFAS mengsels kan ook gebruikt worden om voor een individuele PFAS een i-MTR_{lucht} te berekenen door het te delen door de RPF van de betreffende PFAS. Dit is uitgewerkt in Tabel 3. De RPF's in die tabel zijn afkomstig uit Bil et al., 2021; RIVM, 2022; Smit en Verbruggen, 2022 en Smit et al., 2025. Voor een aantal PFAS is geen RPF beschikbaar. Van een deel daarvan is bekend dat ze in het milieu kunnen afbreken tot andere PFAS die wel een RPF hebben. Verondersteld wordt dat die afbraak voor deze PFAS ook kan gebeuren in lucht, en daarom wordt voor die PFAS de hoogste RPF van de mogelijke afbraakproducten als RPF genomen (Smit en Verbruggen, 2022). Voor PFAS zonder RPF en zonder informatie over afbraakproducten kan geen i-MTR_{lucht} worden berekend.

Hierbij wordt aangetekend dat de i-MTR's voor individuele PFAS enkel van toepassing zijn in geval de emissie uitsluitend die specifieke PFAS betreft. Zoals in voorgaande alinea gesteld moet bij de toetsing van emissies rekening worden gehouden met alle PFAS in het mengsel ter plaatse, en geldt de RPF-methode.

Tabel 3. Berekende $i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$ voor de individuele PFAS.

Afkorting	RPF	$i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$ (ng/m^3)*	Referentie voor RPF
Carboxylzuren			
TFA	0,002	220	RIVM 2022
PFBA	0,05	8,8	Bil et al., 2021
PFPeA	0,05	8,8	Bil et al., 2021
PFHxA	0,01	44	Bil et al., 2021
PFHpA	1	0,44	Bil et al., 2021
PFOA	1	0,44	Bil et al., 2021
PFNA	10	0,044	Bil et al., 2021
PFDA	10	0,044	Bil et al., 2021
PFUnDA	4	0,11	Bil et al., 2021
PFDoDA	3	0,15	Bil et al., 2021
PFTTrDA	3	0,15	Bil et al., 2021
PFTeDA	0,3	1,5	Bil et al., 2021
PFHxDA	0,02	22	Bil et al., 2021
PFODA	0,02	22	Bil et al., 2021
Sulfonzuren			
PFBS	0,001	440	Bil et al., 2021
PFHxS	0,6	0,74	Bil et al., 2021
PFOS	2	0,22	Bil et al., 2021
Overige			
TFPrA	0,01	44	Smit et al., 2025
HFPO-DA	0,06	7,4	Bil et al., 2021
DONA	0,03	15	Bil et al., 2021
6:2 FTS	1 ¹⁾	0,44	Smit en Verbruggen,, 2022
8:2 FTS	10 ¹⁾	0,044	Smit en Verbruggen,, 2022
N-EtFOSAA	2 ¹⁾	0,22	Smit en Verbruggen, 2022
8:2 DiPAP	10 ¹⁾	0,044	Smit et al.,, 2025
6:2 8:2 PAP	2)		
BPAF	2)		
E1	2)		

* Alle waarden zijn afgerond op twee significante cijfers.

¹⁾ Voor deze PFAS zijn geen RPF's beschikbaar. Als RPF wordt de hoogste RPF van de afbraakproducten genomen zie daarvoor Tabel 2 van de RPF-lijst (<https://www.rivm.nl/pfas/rpf>).

²⁾ Van deze PFAS zijn geen RPF's beschikbaar. Ook zijn geen PFAS afbraakproducten bekend. Daarom kan er geen $i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$ berekend worden.

4 Discussie en conclusie

In onderstaande tabel staan de geadviseerde $i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$ waarden weergegeven voor mengsels van PFAS en voor de afzonderlijke PFAS uit de aanvraag. Deze laatstgenoemde waarden zijn uitsluitend van toepassing als alleen de desbetreffende PFAS en geen andere PFAS in de lucht aanwezig is. Omdat PFAS doorgaans onderdeel is van een PFAS-mengsel, is de RPF-methode van toepassing (RIVM, 2021) en dient de gesommeerde concentratie in PFOA-equivalenten vergeleken te worden met het voorgestelde $i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$ op basis van PFOA-equivalenten.

De toevoeging 'indicatief' impliceert al dat er onzekerheden zijn verbonden aan deze waarden. Voor een individuele stof is de vertaling van orale naar inhalatoire blootstelling al onzeker, in het geval van PFAS is die onzekerheid extra groot omdat het een grote groep stoffen betreft. Voor het huidige advies is op basis van beperkte gegevens aangenomen dat de orale gezondheidkundige grenswaarde voor PFAS in generieke zin kan worden vertaald naar een inhalatoire en dat die vertaling ook geldt voor de verschillen in potentie tussen individuele PFAS. Omdat er geen bruikbare gegevens zijn, is dit de enige mogelijkheid om een $i\text{-MTR}$ af te leiden. Het onderzoek naar effecten van PFAS is volop in ontwikkeling en dit kan leiden tot nieuwe inzichten over orale RPF's en de vertaling van orale naar inhalatoire risicogrenzen. Daarom moeten de hier voorgestelde $i\text{-MTR}$'s als voorlopige waarden worden beschouwd. Bij het afleiden van de $i\text{-MTR}$'s is door middel van een allocatiefactor rekening gehouden met het feit dat mensen ook via andere routes aan PFAS worden blootgesteld. Dit is geen vast onderdeel van de huidige methodiek. Het is echter bekend dat mensen in Nederland te veel PFAS binnenkrijgen via voedsel en drinkwater. Om deze reden zou de toelaatbare dagelijkse inname niet volledig mogen worden opgevuld door inhalatie en is toepassing van een allocatiefactor gerechtvaardigd.

Stof	CAS-nr.	$i\text{-MTR}_{\text{lucht}}$
PFAS mengsel		0,44 ng PEQ/m³
Carboxylzuren		
TFA	76-05-1	220 ng/m ³
PFBA	375-22-4	8,8 ng/m ³
PFPeA	2706-90-3	8,8 ng/m ³
PFHxA	307-24-4	44 ng/m ³
PFHpA	375-85-9	0,44 ng/m ³
PFOA	335-67-1	0,44 ng/m ³
PFNA	375-95-1	0,044 ng/m ³
PFDA	335-76-2	0,044 ng/m ³
PFUnDA	2058-94-8	0,11 ng/m ³
PFDODA	307-55-1	0,15 ng/m ³
PFTTrDA	72629-94-8	0,15 ng/m ³
PFTeDA	376-06-7	1,5 ng/m ³
PFHxDA	67905-19-5	22 ng/m ³

PFODA	16517-11-6	22 ng/m ³
Sulfonzuren		
PFBS	375-73-5	440 ng/m ³
PFHxS	355-46-4	0,74 ng/m ³
PFOS	1763-23-1	0,22 ng/m ³
Overige		
TFPrA	359-49-9	44 ng/m ³
HFPO-DA	13252-13-6	7,4 ng/m ³
DONA	919005-14-4	15 ng/m ³
6:2 FTS	27619-97-2	0,44 ng/m ³
8:2 FTS	39108-34-4	0,044 ng/m ³
N-EtFOSAA	2991-50-6	0,22 ng/m ³
8:2 DiPAP	678-41-1	0,044 ng/m ³
6:2 8:2 PAP	943913-15-3	1)
BPAF	1478-61-1	1)
E1	3330-15-2	1)

1) Voor deze PFAS is geen RPF beschikbaar en daarom kan ook geen i-MTR_{lucht} berekend worden

PFAS zijn ZZS. De overheid streeft ernaar ZZS uit de leefomgeving te weren. Voor ZZS geldt een minimalisatieverplichting.

5 Status van dit advies/disclaimer

Dit advies is opgesteld naar aanleiding van een vraag in de context van een vergunningverlening. Het advies is getoetst volgens de interne RIVM-kwaliteitsprocedures en getoetst door de Wetenschappelijke Klankbordgroep normstelling water en lucht (WK normstelling water en lucht). Het genoemde MTR is een advieswaarde. Het ministerie kan het RIVM-advies gebruiken om indicatieve milieukwaliteitsnormen vast te stellen. Deze vaststelling heeft nog niet plaatsgevonden.

Referenties

ATSDR (2021). Toxicological Profile for Perfluoroalkyls. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. Available at <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf>

Beekman M., P. Zweers, A. Muller, W. de Vries, P. Janssen, M. Zeilmaker (2016). Evaluation of substances used in the GenX technology by Chemours, Dordrecht RIVM Letter report 2016-0174. Beschikbaar via: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0174.pdf>

Bil W., M. Zeilmaker, S. Fragki, J. Lijzen, E. Verbruggen and B. Bokkers (2021). Risk Assessment of Per- and Polyfluoroalkyl Substance Mixtures: A Relative Potency Factor Approach. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 40, 859-870.

Bil W., V. Ehrlich, G. Chen, R. Vandebriel, M. Zeilmaker, M. Luijten, M. Uhl, P. Marx-Stoelting, T. Halldorsson and B. Bokkers. (2023). Internal relative potency factors based on immunotoxicity for the risk assessment of mixtures of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in human biomonitoring. *Environment International* 171, 107727.

Bil W., H.P. McKeon, G. Chen, M.L.S.P. Sam, I.D. Grift, F.R.M. van der Klis, E.R.A. Vos, M. Schipper, L. de Wit-Bos, M. Mengelers, B.G.H. Bokkers, R. Nederlof (2025). PFAS in bloed van de Nederlandse bevolking. RIVM-briefrapport 2025-0094 <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2025-0094.pdf>

De Silva A. O., J. M. Armitage, T. A., Bruton, C. Dassuncao, W. Heiger-Bernays, X. C. Hu, A. Kärrman, B. Kelly, C. Ng, A. Robuck, M. Sun, T. F. Webster and E. M. Sunderland (2021). PFAS exposure pathways for humans and wildlife: A synthesis of current knowledge and key gaps in understanding. *Environ. Toxicol. Chem.* 40 (3), 631–657.

EC (2018). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 27. Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Updated version 2018. Brussels, Belgium. European Commission.

ECHA (2012). Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.8: Characterisation of dose [concentration]-response for human health. Helsinki, Finland: European Chemicals Agency. Rapport nr. ECHA-2010-G-19-EN. Beschikbaar via https://echa.europa.eu/documents/10162/17224/information_requirements_r8_en.pdf/e153243a-03f0-44c5-8808-88af66223258?t=1353935239897

ECHA (2024). Registratiedossiers BPAF (1478-61-1) en HFPO-DA (62037-80-3). Beschikbaar via: [https://chem.echa.europa.eu/100.014.579/overview?searchText=1478-61-1 en](https://chem.echa.europa.eu/100.014.579/overview?searchText=1478-61-1%20en)

<https://chem.echa.europa.eu/100.124.803/overview?searchText=62037-80-3>

EFSA (2020). Opinion on the risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. EFSA Journal 18 (9): 6223.

Geraets L., B.G.H. Bokkers (2024). Advieswaarden PFAS in zwemwater. RIVM-briefrapport 2024-006.
<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2024-0006.pdf>

Himmelstein M. W., T. L. Serex, R. C. Buck, J. T. Weinberg, M. P. Mawn and M. H. Russell (2012). 8:2 fluorotelomer alcohol: a one-day nose-only inhalation toxicokinetic study in the Sprague-Dawley rat with application to risk assessment. Toxicology. 291(1-3):122-32.

MDoH (2022). Perfluorohexanoic acid (PFHxA) Air Toxicological Summary. Minnesota Department of Health.
<https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/docs/guidance/air/pfhxa.pdf>

MDoH (2021a). Perfluorohexanesulfonic Acid Air Toxicological Summary. Minnesota Department of Health.
<https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/docs/guidance/air/pfhxs.pdf>

MDoH (2021b). Perfluorooctane sulfonic acid Air Toxicological Summary. Minnesota Department of Health.
<https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/docs/guidance/air/pfos.pdf>

Monnot, A. D., A. Massarsky, L. Garnick, S. B. Bandara and L. M. Unice (2023). Can oral toxicity data for PFAS inform on toxicity via inhalation? Risk Analysis, 43, 1533–1538

Pronk M. (2024). Toepassing van een allocatiefactor in de vergunningverlening van industriële emissies naar lucht – Een verkenning. RIVM Kennisnotitie KN-2024-0040.
<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/KN-2024-0040.pdf>

RIVM (2019). Afleiden indicatieve humane MTR voor lucht voor een aantal organische fluorverbindingen. Intern Document RIVM. RIVM-VSP advies 14773A00

RIVM (2020a). Notitie: definitieve EFSA-opinie PFAS – wetenschappelijke overwegingen voor RIVM besluitvorming over EFSA-TWI. Beschikbaar via: <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2021-01/RIVM%20expert%20notitie%20EFSA-TWI%20PFAS%20%20beveiligd.pdf>

RIVM (2020b). Conclusie RIVM gebruik EFSA-TWI PFAS. Beschikbaar via: <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2021->

01/RIVM%20expert%20notitie%20EFSA-TWI%20PFAS%20%20beveiligd.pdf

RIVM (2021). Notitie implementatie van de EFSA som-TWI PFAS RIVM – Finaal 7 april 2021. <https://www.rivm.nl/documenten/notitie-implementatie-van-efsa-som-twi-pfas>

RIVM (2022). RIVM-VSP(Veiligheid Stoffen en Producten) Advies 14434A02–Drinkwaterrichtwaarde voor trifluorazijnzuur, 02-02-2022. https://www.rivm.nl/sites/default/files/2023-03/DMG-2023-0011%20Bijlage%20Advies%2014434A02_Drinkwaterrichtwaarde%20TFA_07122022.pdf

RIVM (2024). Handleiding voor de afleiding van indicatieve milieurisicogrenzen Deel 3. Humane toxiciteit – Toelichting <https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/milieu/handleiding-normafleiding>

Schepens M. A. A., J. D. te Biesebeek, J. Hartmann, N. G. F. M. van der Aa, R. Zijlstra, P. E. Boon. (2023). Risk assessment of exposure to PFAS through food and drinking water in the Netherlands. RIVM-report 2023-001. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2023-0011.pdf>

Smit C. E. en E. M. J. Verbruggen (2022). Risicogrenzen voor PFAS in oppervlaktewater. Doorvertaling van de gezondheidskundige grenswaarde van EFSA(Europese Voedselveiligheidsautoriteit) naar concentraties in water. RIVM Brieffrapport 2022-0074. <https://www.rivm.nl/publicaties/risicogrenzen-voor-pfas-in-oppervlaktewater-doorvertaling-van-gezondheidskundige>

Smit C.E., E. M. J. Verbruggen en B. Bokkers (2025). Aanvulling Relatieve Potentie Factoren en Relatieve Bioaccumulatie Factoren voor PFAS. RIVM Kennisnotitie 2025-0053. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/KN-2025-0053.pdf>

Sunderland E. M., X. Hu, C. Dassuncao, A. K. Tokranov, C. C. Wagner and J. G. Allen (2019). 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, 131–147.

U.S. EPA. (2016a). Health effects support document for perfluorooctanoic acid (PFOA) [EPA Report]. (EPA 822-R-16-003). Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Health and Ecological Criteria Division. https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/pfoa_hesd_final-plain.pdf

U.S. EPA. (2016b). Health effects support document for perfluorooctane sulfonate (PFOS) [EPA Report]. (EPA 822-R-16-002). Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Health and Ecological Criteria Division.

https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/pfos_hesd_final_508.pdf

U.S. EPA. (2022). IRIS Toxicological Review of Perfluorobutanoic Acid (PFBA, CASRN 375- 22-4) and Related Salts. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Center for Public Health and Environmental Assessment.
<https://iris.epa.gov/static/pdfs/0701tr.pdf>

U.S. EPA. (2024). IRIS Toxicological Review of Perfluorodecanoic Acid (PFDA) and Related Salts (CASRN 335-76-2). Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Center for Public Health and Environmental Assessment.
https://iris.epa.gov/static/pdfs/0702_summary.pdf

U.S. EPA. (2023). IRIS Toxicological Review of Perfluorohexanoic Acid [PFHxA, CASRN 307-24-4] and Related Salts. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Center for Public Health and Environmental Assessment.
<https://iris.epa.gov/static/pdfs/0704tr.pdf>

Van der Aa M., J. Hartmann, J.D. te Biesebeek (2021). Analyse bijdrage drinkwater en voedsel aan blootstelling EFSA-4 PFAS in Nederland en advies drinkwaterrichtwaarde.
<https://www.rivm.nl/documenten/analyse-bijdrage-drinkwater-en-voedsel-aan-blootstelling-efsa-4-pfas-in-nederland>

VITO (2024). Peters J., P. Berghmans, M. Spruyt, J. Van Laer, N. Moonen, G. Jacobs, A. Reis de Carvalho en S. Voorspoels. Verkennend onderzoek naar PFAS in omgevingslucht en deposities in Vlaanderen. VITO-referentie: 2023/HEALTH/R/3098.

WHO (2022). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda. World Health Organization, Geneva. <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/69c17edd-ee26-425b-9d34-33799377e886/content>

Bijlage 1. Afkortingen

AF	Assessment Factor
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
ECHA	European Chemicals Agency
EFSA	European Food Safety Authority
MDoH	Minnesota Department of Health
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau
PEQ	PFOA-equivalenten
PFAS	Per- en polyfluoralkylstoffen
RPF	Relatieve Potentie Factoren
TDI	Toelaatbare Dagelijkse Inname
TWI	Toelaatbare Wekelijkse Inname
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
ZZS	Zeer Zorgwekkende Stoffen