



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**PFAS in Nederlands drinkwater vergeleken
met de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn
en relatie met gezondheidkundige
grenswaarde van EFSA**

RIVM-briefrapport 2022-0149
N.G.F.M. van der Aa | J. Hartmann | C.E. Smit



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

PFAS in Nederlands drinkwater vergeleken met de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn en relatie met gezondheidskundige grenswaarde van EFSA

RIVM-briefrapport 2022-0149
N.G.F.M. van der Aa | J. Hartmann | C.E. Smit

Colofon

© RIVM 2022

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van zijn producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2022-0149

N.G.F.M. van der Aa (auteur), RIVM
J. Hartmann (auteur), RIVM
C.E. Smit (auteur), RIVM

Contact:
Monique van der Aa
Duurzaamheid, Drinkwater en Bodem
monique.van.der.aa@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) in het kader van opdracht M/270071 'Normstelling PFAS in drinkwater/vis/oppervlaktewater'

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

PFAS in Nederlands drinkwater vergeleken met de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn en relatie met gezondheidkundige grenswaarde van EFSA

Op uiterlijk 12 januari 2026 moet het drinkwater in alle lidstaten voldoen aan de normen voor PFAS-stoffen in de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn (DWR). Uit onderzoek van het RIVM blijkt dat het Nederlandse drinkwater hier nu al aan voldoet. Voor dit landelijke onderzoek waren meetgegevens beschikbaar tussen 2015 en februari 2021.

Tegelijkertijd adviseert het RIVM om de concentraties PFAS-stoffen in drinkwater in een aantal delen van Nederland de komende jaren te verlagen. Dat komt omdat er nieuwe wetenschappelijke kennis over risico's van PFAS-stoffen voor de mens beschikbaar kwam nadat de Europese Drinkwaterrichtlijn was vastgesteld. Deze kennis is verwerkt in de 'gezondheidkundige grenswaarde' die de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) in 2020 heeft uitgebracht. Deze grenswaarde is een heel stuk lager dan de normen voor PFAS-stoffen in de Drinkwaterrichtlijn.

Mensen krijgen PFAS-stoffen binnen op verschillende manieren (voedsel, drinkwater, consumentenproducten, lucht). Mensen in Nederland krijgen nu via voedsel én drinkwater samen al meer PFAS-stoffen binnen dan deze gezondheidkundige grenswaarde. Het is dan ook belangrijk dat mensen in totaal minder PFAS binnenkrijgen.

De hoeveelheid PFAS-stoffen die mensen in Nederland binnenkrijgen via alléén drinkwater is gemiddeld lager dan de gezondheidkundige grenswaarde. Het uitgangspunt van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) is echter dat het aandeel via drinkwater maximaal 20 procent van de gezondheidkundige grenswaarde is. Bij ruim de helft van de metingen in drinkwater dat van rivierwater is gemaakt, is de concentratie nu hoger. Dat geldt ook voor één op de tien metingen in drinkwater dat van grondwater is gemaakt.

De hoogste concentraties PFAS-stoffen in drinkwater liggen nu in West-Nederland, waar drinkwater vooral van rivierwater wordt gemaakt. Concentraties in het milieu dalen langzaam omdat PFAS overall voorkomen, niet of nauwelijks afbreken en moeilijk zijn te verwijderen in de zuivering.

Kernwoorden: per- and polyfluoralkylstoffen, PFAS, relatieve potentie factoren, PFOA-equivalenten, drinkwaterrichtwaarde, grondwater, rivierwater

Synopsis

PFAS in Dutch drinking water compared to the new European Drinking water Directive and relation with EFSA's health based limit value

By January 12th, 2026 drinking water in all European member states has to comply with the parameter values for per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in the new European Drinking Water Directive (DWD). This RIVM research shows that the Dutch drinking water currently already complies. For this research nationwide measurements were available from the period 2015 until February 2021.

At the same time RIVM advises to lower the concentrations of PFAS in drinking water in certain areas in the Netherlands. The reason is that new scientific knowledge about human health risks of PFAS became available after the DWD was published. This knowledge is incorporated in the health based limit value that the European Food Safety Authority (EFSA) published in 2020. This limit value is much lower than the PFAS parameter values in the Drinking Water Directive.

Intake of PFAS takes place through different routes (food, drinking water, consumer products, air). The PFAS intake of people in the Netherlands through food and drinking water consumption is higher than this limit value. Therefore it is important that the PFAS intake of people in the Netherlands is lowered.

The PFAS intake of people in the Netherlands through only the drinking water route is on average lower than this limit value. However, according to the World Health Organization (WHO), the allocation of drinking water to the total intake should be maximum 20% of the health based limit value. In drinking water produced from river water, over half of the measurements show PFAS concentrations higher than this. This is also the case for one out of ten measurements in drinking water produced from groundwater.

Areas with the highest PFAS concentrations in drinking water are located in the Western part of the Netherlands, where drinking water is mostly produced from river water. Concentrations in the environment slowly decline because PFAS are widely present, do not or barely degrade and are difficult to remove in water treatment.

Keywords: per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS, relative potency factors, PFOA equivalents, drinking water reference value, groundwater, river water

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 13

- 1.1 Aanleiding — 13
- 1.2 PFAS in de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn (DWR) — 13
- 1.3 Relatie met EFSA-opinie en eerder RIVM rapport — 14
- 1.4 Doel van dit rapport — 15

2 PFAS in Nederlands drinkwater en de bronnen — 17

- 2.1 Inleiding — 17
- 2.2 Drinkwater (reinwater) — 17
- 2.3 Oppervlaktewater — 19
- 2.4 Grondwater — 20
- 2.5 Conclusie — 21

3 Vergelijking concentraties met DWR parameterwaarden — 25

- 3.1 Omgang met LOQ — 25
- 3.2 Vergelijking met PFAS parameterwaarden in de DWR — 25

4 Vergelijking som PFAS met indicatieve drinkwaterrichtwaarde — 27

- 4.1 Relatieve potentie (RPF) methode — 27
- 4.2 Welke PFAS dragen het meeste bij in PFOA-equivalenten? — 27
- 4.3 Vergelijking som PFAS met indicatieve drinkwaterrichtwaarde — 28
- 4.4 Nadere analyse pompstations met overschrijding EFSA-TWI — 29

5 Discussie — 33

- 5.1 Onzekerheden in EFSA-TWI en RPF-methode — 33
- 5.2 Vertaling naar andere PFAS — 33
- 5.3 Verbetering en beschikbaarheid analysemethoden — 33
- 5.4 Risicoduiding en handelingsperspectief — 34

6 Conclusies en aanbevelingen — 37

- 6.1 Conclusies — 37
- 6.2 Aanbevelingen — 38

7 Literatuur — 39

Bijlage 1 Afkortingen PFAS, Relatieve Potentie Factoren (RPF's) en bepalingsgrenzen meetgegevens — 41

Bijlage 2 Aangetroffen PFAS in ruw- en reinwater — 44

Bijlage 3 PFAS in oppervlaktewater op basis van meetgegevens uit het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) van Rijkswaterstaat — 46

Bijlage 4 Vergelijking PFAS parameterwaarden Europese Drinkwaterrichtlijn — 49

Bijlage 5 Bijdrage individuele PFAS aan som PFOA-equivalenten (PEQ) – 50

Bijlage 6 Vergelijking met indicatieve drinkwaterrichtwaarde op basis van PFOA-equivalenten (PEQ) – 51

Bijlage 7 Boxplots PFAS-somconcentraties pompstations uit Tabel 7 per jaar (periode 2018-2022) – 52

Samenvatting

Op 12 januari 2021 is de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn (DWR) van kracht geworden (Richtlijn (EU) 2020/2184 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water). De wijzigingen van de DWR moeten uiterlijk 12 januari 2023 zijn geïmplementeerd in de Nederlandse wet- en regelgeving. De nieuwe DWR bevat twee parameterwaarden voor per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS¹). Deze parameterwaarden benaderen PFAS als groep en geven aan wat de maximale hoeveelheid van deze stoffen in drinkwater mag zijn. De DWR schrijft voor dat de lidstaten uiterlijk op 12 januari 2026 de nodige maatregelen moeten hebben genomen om ervoor te zorgen dat voor menselijke consumptie bestemd water voldoet aan één of beide parameterwaarden voor PFAS.

Bij de implementatie van de DWR moeten minimaal de nieuwe parameterwaarden voor PFAS vastgelegd worden in de Nederlandse regelgeving. Er zal tevens een keuze gemaakt moeten worden hoe om te gaan met de gezondheidkundige grenswaarde voor PFAS die is vastgesteld door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA; European Food Safety Authority) (EFSA, 2020). De PFAS-parameterwaarden in de DWR zijn namelijk nog niet afgestemd op deze grenswaarde, omdat de EFSA-opinie is uitgebracht toen de Drinkwaterrichtlijn al was vastgesteld.

Doel van dit rapport en gebruikte gegevens

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft het RIVM gevraagd in beeld te brengen welke PFAS aanwezig zijn in Nederlands drinkwater en in de bronnen waaruit dat drinkwater gemaakt wordt. Ook wil het ministerie weten of het Nederlandse drinkwater al voldoet aan de parameterwaarden voor PFAS in de nieuwe DWR, en of de consumptie van Nederlands drinkwater leidt tot een overschrijding van de gezondheidkundige grenswaarde van EFSA voor PFAS.

Dit onderzoek richt zich op het landelijke beeld, waarbij onderscheid is gemaakt tussen drinkwater geproduceerd uit de bronnen grondwater en oppervlaktewater. Er is gebruik gemaakt van beschikbare monsters drinkwater van alle 10 drinkwaterbedrijven in Nederland over de periode 2015 tot februari 2021. De meeste monsters zijn genomen in 2019 en 2020.

De drinkwaterbedrijven zijn in 2022 een nieuwe meetcampagne gestart, waarbij met verbeterde analysemethoden een groter aantal PFAS nauwkeuriger gemeten kan worden. De eerste resultaten uit 2022 zijn in dit rapport al wel gebruikt om de actuele status te geven voor de pompstations met de hoogste concentraties PFAS in de periode tot februari 2021, maar een update van het landelijke beeld voor alle pompstations zal pas volgen zodra de meetcampagne over heel 2022 is afgerond.

¹ Bijlage 1 toont de volledige namen en afkortingen van de PFAS die in dit rapport aan bod komen

PFAS in de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn (DWR)

De DWR schrijft voor dat uiterlijk op 12 januari 2026 concentraties van PFAS in drinkwater moeten voldoen aan tenminste één van de volgende parameterwaarden:

1. 100 ng/L (ofwel 0,1 µg/L) voor de "Som van PFAS", een selectie van 20 PFAS (PFAS-20) die volgens de DWR risicovol zijn in verband met de consumptie van drinkwater.
2. 500 ng/L (ofwel 0,5 µg/L) voor "PFAS totaal", het totaal van alle PFAS².

Op basis van voorliggend RIVM-rapport is de voorlopige conclusie dat het Nederlandse drinkwater aan beide DRW parameterwaarden voldoet. Hierbij wordt opgemerkt dat er voor de periode 2015 tot februari 2021 voor vijf van de PFAS-20 geen metingen in drinkwater beschikbaar waren. Uit recente metingen in de eerste helft van 2022 blijkt dat één van deze vijf PFAS wel in drinkwater aanwezig is, maar dit verandert de conclusie niet. Buiten de PFAS-20, zijn twee andere PFAS gemeten in drinkwater namelijk HFPO-DA (GenX) en ADONA/DONA. Alleen HFPO-DA is aangetroffen boven de rapportagegrens.

Relatie met gezondheidkundige grenswaarde van EFSA

EFSA heeft in 2020 de gezondheidkundige risico's van PFAS geëvalueerd en een Tolereerbare Wekelijkse Inname (TWI) afgeleid voor de som van vier PFAS, de zogenaamde EFSA-4 (PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS). Het RIVM heeft in 2021 een methode ontwikkeld om deze gezondheidkundige grenswaarde toe te passen op een groter aantal PFAS dan alleen de EFSA-4 (RIVM, 2021a). Deze methode maakt gebruik van kennis over de toxiciteit van individuele PFAS ten opzichte van PFOA, uitgedrukt in Relatieve Potentie Factoren (RPF's). De concentraties van individuele PFAS kunnen met deze RPF's worden uitgedrukt in equivalente concentraties PFOA (PFOA-equivalenten, PEQ). De som van deze PEQ kan worden vergeleken met de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L, die het RIVM heeft afgeleid op basis van de EFSA-TWI (RIVM, 2021b).

Eerder concludeerde het RIVM dat de totale wekelijkse inname van de EFSA-4 via voedsel én drinkwater samen in Nederland hoger is dan de door EFSA afgeleide gezondheidkundige grenswaarde (RIVM, 2021b). Deze conclusie was gebaseerd op een gemiddeld consumptiepatroon voor deze vier PFAS in Nederland. In dat onderzoek is wel onderscheid gemaakt tussen drinkwater gemaakt van grondwater en drinkwater gemaakt van oppervlaktewater, maar niet gekeken naar individuele pompstations.

In voorliggend rapport is op basis van een uitgebreidere dataset met meer PFAS en voor individuele pompstations gekeken hoe de PFAS-somconcentraties in de monsters drinkwater zich verhouden tot de door het RIVM afgeleide indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L (PFOA-equivalenten per liter).

² Uiterlijk op 12 januari 2024 stelt de Europese Commissie technische richtsnoeren op met betrekking tot analysemethoden voor de monitoring van "PFAS totaal" of "som van PFAS" in drinkwater, met inbegrip van de detectielimieten en bemonsteringsfrequentie.

Wanneer in de data uit de periode 2015 tot februari 2021 alleen de EFSA-4 PFAS worden beschouwd, wordt de indicatieve drinkwaterrichtwaarde overschreden in 53% van de monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater en in 10% van de monsters drinkwater gemaakt van grondwater. Wanneer alle aangetroffen PFAS worden beschouwd, wordt deze waarde overschreden in nog eens 4% extra (dus 57%) van de monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater. Voor drinkwater gemaakt van grondwater verandert het percentage niet, omdat daarin lagere concentraties van de (niet-EFSA-4) PFAS zijn aangetroffen.

De indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L houdt er rekening mee dat mensen ook PFAS via andere bronnen kunnen binnenkrijgen (zoals voedsel, consumentenproducten, lucht). Het uitgangspunt van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) is dat drinkwater maximaal 20% bijdraagt aan de gezondheidkundige grenswaarde, in dit geval de totale toelatebare wekelijkse inname ofwel de EFSA-TWI.

Bij een PFAS-somconcentratie in drinkwater van 22 ng PEQ/L, ofwel 5 maal de indicatieve drinkwaterrichtwaarde, wordt de gezondheidkundige grenswaarde bereikt op basis van alleen de consumptie van drinkwater (uitgaande van 2 liter per dag door een volwassen persoon van 70 kg). Aangezien er naast drinkwater nog andere bronnen van PFAS blootstelling zijn, kunnen bij regelmatige consumptie van drinkwater met dergelijke gemiddelde concentraties PFAS over meerdere jaren, effecten op het immuunsysteem niet uitgesloten worden. Deze situatie treedt nu niet op, maar wel worden er soms concentraties boven de 22 ng PEQ/L gemeten. Het RIVM beschouwt dit daarom als een triggerwaarde: als deze wordt overschreden is het van belang dat PFAS concentraties in het drinkwater op korte termijn gaan dalen.

In de periode 2015 tot februari 2021 zijn bij circa 8% van de monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater PFAS-somconcentraties hoger dan 22 ng PEQ/L gevonden. Deze monsters zijn afkomstig van acht pompstations. De gemiddelde concentraties zijn hier in die periode lager dan 22 ng PEQ/L, namelijk tussen de 12 en 20 ng PEQ/L, maar wel structureel hoger dan de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L.

Aanvullend beeld op basis van meetgegevens 2022

Gegevens van de drinkwaterbedrijven uit de eerste helft van 2022 voor zeven van deze acht pompstations (het achtste was in deze periode buiten bedrijf) laten zien dat de gemiddelde en maximale PFAS-somconcentraties in het drinkwater hier nu lager zijn dan in de periode tot februari 2021. Er is slechts één keer een PFAS-somconcentratie hoger dan 22 ng PEQ/L aangetroffen. Of deze daling doorzet, moet blijken uit toekomstige metingen. De PFAS-somconcentraties in het drinkwater van zes van de zeven pompstations zijn wel structureel hoger dan de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L.

Bijdrage individuele PFAS

PFOA draagt het meeste bij aan de totale inname van PFAS via drinkwater, uitgedrukt in PEQ. In drinkwater gemaakt van oppervlaktewater zijn daarnaast PFHpA, HFPO-DA (GenX), PFOS en PFBA

relevant. In drinkwater gemaakt van grondwater worden min of meer dezelfde PFAS aangetroffen, maar wel in lagere concentraties en in een veel kleiner deel van de monsters. Naast PFOA als meest relevante stof, leveren PFHpA en PFOS een beperkte bijdrage aan de inname van PFAS via drinkwater gemaakt van grondwater.

Aanbevelingen

Hoewel het Nederlandse drinkwater voldoet aan beide PFAS parameterwaarden in de nieuwe DWR, is het op basis van de meest recente gezondheidskundige inzichten wenselijk om de hoeveelheid PFAS die mensen binnenkrijgen via drinkwater (en andere blootstellingsroutes) de komende jaren te verlagen, ondanks dat de bijdrage vanuit voedsel groter is. Dit is al beschreven in een eerder RIVM advies (RIVM, 2021b).

Het RIVM adviseert dat al het Nederlandse drinkwater op termijn voldoet aan deze indicatieve drinkwaterrichtwaarde voor PFAS, omdat inname daarvan bij levenslange consumptie veilig wordt geacht. Om te onderzoeken wat de meest effectieve maatregelen zijn om de totale PFAS blootstelling van mensen in Nederland te verminderen, is het nodig om

- de schattingen van de PFAS inname door de bevolking via voedsel en drinkwater en de PFAS blootstelling via andere relevante bronnen en routes te actualiseren;
- het effect van mogelijke (combinaties van) maatregelen te onderzoeken; en
- de ontwikkeling van PFAS concentraties in de (bronnen voor) drinkwater te blijven volgen.

Aandachtspunten bij de implementatie van de voorgestelde indicatieve drinkwaterrichtwaarde zijn de toetsingswijze, mogelijkheden en onzekerheden van de analytische methoden om PFAS te detecteren en hoe om te gaan met PFAS waarvoor geen Relatieve Potentie Factor (RPF) beschikbaar is.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 12 januari 2021 is de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn (DWR) van kracht geworden (Richtlijn (EU) 2020/2184 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water). De wijzigingen van de DWR moeten uiterlijk 12 januari 2023 zijn geïmplementeerd in de Nederlandse wet- en regelgeving. De nieuwe DWR bevat twee parameterwaarden voor per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS³). Deze parameterwaarden benaderen PFAS als groep en geven aan wat de maximale hoeveelheid van deze stoffen in drinkwater mag zijn.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft het RIVM gevraagd in beeld te brengen welke PFAS aanwezig zijn in Nederlands drinkwater en de bronnen waaruit dat drinkwater gemaakt wordt. Ook wil het ministerie weten of het Nederlandse drinkwater voldoet aan de nieuwe DWR parameterwaarden voor PFAS.

Bij de implementatie van de DWR moeten minimaal de Europese eisen vastgelegd worden in Nederlandse regelgeving. Er zal tevens een keuze gemaakt moeten worden hoe om te gaan met de gezondheidskundige grenswaarde voor PFAS die is vastgesteld door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA; European Food Safety Authority) (EFSA, 2020). De PFAS-parameterwaarden in de DWR zijn namelijk nog niet afgestemd op deze grenswaarde, omdat de EFSA-opinie is uitgebracht toen de Drinkwaterrichtlijn al was vastgesteld.

1.2 PFAS in de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn (DWR)

De nieuwe DWR beschrijft minimumeisen voor de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water. In deze DWR worden PFAS als groep beoordeeld. Hiervoor zijn twee parameterwaarden opgenomen:

1. Een parameterwaarde van 100 ng/L (ofwel 0,1 µg/L) voor de "Som van PFAS", een selectie van 20 PFAS (PFAS-20) die volgens de DWR risicovol worden geacht in verband met voor menselijke consumptie bestemd water. Deze 20 PFAS zijn opgenomen in bijlage III, deel B, punt 3 van de DWR en omvatten ook de vier PFAS waarop de gezondheidskundige grenswaarde van EFSA is gebaseerd (EFSA, 2020).
2. Een parameterwaarde van 500 ng/L (ofwel 0,5 µg/L) voor "PFAS totaal", het totaal van alle PFAS.

Uiterlijk op 12 januari 2024 stelt de Europese Commissie technische richtsnoeren op met betrekking tot analysemethoden voor de monitoring van "PFAS totaal" of "som van PFAS" in drinkwater, met inbegrip van de detectielimieten en bemonsteringsfrequentie. De lidstaten kunnen vervolgens besluiten om één of beide parameters te gebruiken.

De DWR schrijft voor dat de lidstaten uiterlijk op 12 januari 2026 de nodige maatregelen genomen moeten hebben om ervoor te zorgen dat

³ Bijlage 1 toont de volledige namen en afkortingen van de PFAS die in dit rapport aan bod komen

voor menselijke consumptie bestemd water voldoet aan één of beide parameterwaarden.

1.3 Relatie met EFSA-opinie en eerder RIVM rapport

De PFAS parameterwaarden in de nieuwe DWR zijn niet afgestemd op de EFSA-opinie over de risico's van PFAS in voedsel (EFSA, 2020). EFSA presenteert hierin een gezondheidskundige grenswaarde voor de som van vier PFAS, in de vorm van een Tolereerbare Wekelijkse Inname (TWI) voor PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS⁴, de zogenoemde EFSA-4. Deze bedraagt 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week op basis van een kritische inname van 0,63 ng/kg lichaamsgewicht per dag. Na evaluatie heeft het RIVM besloten om de EFSA-TWI te gebruiken als basis voor gezondheidskundige beoordelingen van PFAS (RIVM, 2020a,b).

Het RIVM adviseert om rekening te houden met de som van alle PFAS in een monster. Het RIVM heeft daarom een methode ontwikkeld om ook de inname van andere PFAS dan alleen de EFSA-4 in voedsel en drinkwater te kunnen toetsen aan de door EFSA afgeleide gezondheidskundige grenswaarde (RIVM, 2021a). De aanpak is vergelijkbaar met de werkwijze voor dioxines en maakt gebruik van kennis over de relatieve toxiciteit van verschillende PFAS ten opzichte van PFOA. Deze zogenoemde 'Relative Potency Factors' (Relatieve Potentie Factoren, RPF's) zijn beschikbaar voor 23 PFAS⁵ en liggen tussen 0,001 en 10 (Bil et al., 2021; Zeilmaker et al., 2018). Dit betekent dat de individuele PFAS 1000 keer minder tot 10 keer meer toxisch zijn dan 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 (Σ PEQ) kan worden vergeleken met een gezondheidskundige grenswaarde of daaruit afgeleide drinkwaterrichtwaarde, eveneens uitgedrukt op basis van PFOA. Als gezondheidskundige grenswaarde voor de Σ PEQ neemt het RIVM de EFSA-TWI, maar dan uitgedrukt als PFOA. Hier is voor gekozen, omdat de effecten in de onderliggende kritische studie hoofdzakelijk met PFOA zijn geassocieerd en niet/minder met de andere drie PFAS (RIVM, 2021a).

Het RIVM heeft in 2021 geadviseerd over de vertaling van de EFSA-TWI naar een drinkwaterrichtwaarde (RIVM, 2021b). Hierbij is uitgegaan van de standaard berekeningsmethode, waarbij een volwassene van 70 kilogram dagelijks 2 liter water drinkt en drinkwater maximaal 20% mag bijdragen aan de EFSA-TWI. Op basis hiervan is een indicatieve drinkwaterrichtwaarde afgeleid van 4,4 ng PEQ/L. De SCHEER (Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks) heeft in recente adviezen aan de Europese Commissie deze waarde van 4,4 ng PEQ/L ondersteund (SCHEER, 2022a,b).

Naast het afleiden van een indicatieve drinkwaterrichtwaarde heeft het RIVM in datzelfde rapport ook een indicatieve berekening gemaakt van de totale blootstelling aan de EFSA-4 (PFOA, PFOS, PFHxS, PFNA) vanuit voedsel en drinkwater in Nederland (RIVM, 2021b). Hieruit bleek dat de

⁴ Bijlage 1 toont de volledige namen en afkortingen van de PFAS die in dit rapport aan bod komen

⁵ Onlangs zijn er op basis van *read across* voor nog enkele PFAS RPF's afgeleid (Smit en Verbruggen, 2022), zie Tabel 3.

totale wekelijkse inname van de EFSA-4 via voedsel én drinkwater samen in Nederland hoger is dan de door EFSA afgeleide gezondheidkundige grenswaarde. Het onderzoek uit 2021 presenteerde ook het 50e percentiel (P50) en het 95e percentiel (P95) van de verdeling van de gemiddelde wekelijkse inname van de EFSA-4 via alleen drinkwater per persoon in Nederland. Hierbij lag de berekende P50 en P95 inname van de EFSA-4 via drinkwater dat is gemaakt van grondwater op respectievelijk 0,14 en 0,17 ng PEQ/kg lg per week. Dit is lager dan de 20% van de EFSA-TWI die drinkwater maximaal mag bijdragen, dus lager dan 0,88 ng PEQ/kg lg per week. Dit gold echter niet voor drinkwater gemaakt van oppervlaktewater. Hiervoor lag de P50 en P95 inname (respectievelijk 1,38 en 1,64 ng PEQ/kg lg per week) op 31-37% van de EFSA-TWI. Dit is ruim een factor 1,5 hoger (RIVM, 2021b).

Zoals beschreven (in RIVM, 2021b) is de bijdrage vanuit voedsel groter dan vanuit drinkwater. Op basis van dat rapport was de schatting dat de gemiddelde Nederlander ongeveer twee procent van de EFSA-4 binnenkrijgt via het drinkwater indien dit wordt geproduceerd uit grondwater. Wordt het water geproduceerd uit oppervlaktewater dan bedraagt dit aandeel circa 17 procent. Dit verschilt per persoon en per locatie in Nederland, afhankelijk van het individuele consumptiepatroon en de concentratie PFAS in het lokale drinkwater.

1.4 Doel van dit rapport

Op basis van een uitgebreidere dataset (periode 2015 tot februari 2021) waarin meer PFAS in drinkwater zijn gemeten dan alleen de EFSA-4, brengt dit rapport in beeld:

- welke andere PFAS aanvullend op de EFSA-4 aanwezig zijn in Nederlands drinkwater en de bronnen daarvoor;
- of het Nederlandse drinkwater voldoet aan de eisen van de DWR voor PFAS; en
- of het Nederlandse drinkwater voldoet aan de indicatieve drinkwaterrichtwaarde voor PFAS.

2 PFAS in Nederlands drinkwater en de bronnen

2.1 Inleiding

Om te bepalen welke PFAS relevant zijn voor de kwaliteitsbewaking van Nederlands drinkwater⁶, is allereerst gebruik gemaakt van meetgegevens in drinkwater. Daarnaast zijn meetgegevens voor oppervlaktewater en grondwater gebruikt om na te gaan of er mogelijk andere PFAS in drinkwaterbronnen kunnen worden aangetroffen dan in het drinkwater geproduceerd uit deze bronnen. In de paragrafen hieronder volgt een toelichting op beschikbare meetgegevens voor achtereenvolgens drinkwater (2.2), oppervlaktewater (2.3) en grondwater (2.4). Hierbij wordt steeds een vergelijking gemaakt met de lijst van PFAS uit de DWR. Aan het einde van dit hoofdstuk geeft Tabel 3 een samenvattend overzicht van de aangetroffen PFAS in oppervlaktewater, grondwater en drinkwater. Details zijn te vinden in Bijlagen 1 tot en met 3.

2.2 Drinkwater (reinwater)

2.2.1 Meetgegevens

In Nederland zijn er 10 drinkwaterbedrijven. Alle bedrijven hebben meetgegevens van PFAS in ruw-⁶ en reinwater⁷ van drinkwaterwinningen aangeleverd. Gegevens zijn afkomstig van 168 pompstations, verdeeld over heel Nederland, zie Tekstbox 1.

Tekstbox 1. Wat bedoelen we met een pompstation? (op basis van Ter Laak et al., 2021)

Water wordt gewonnen, gezuiverd en vervolgens aan klanten geleverd vanuit één of meerdere centrale locaties. Op deze locaties vindt de controle op de waterkwaliteit plaats. Voor deze locaties worden verschillende aanduidingen gebruikt: winningen, pompstations, (drink)waterproductiebedrijven en zuiveringsstations. Voor de uniformiteit worden in deze studie alle meetlocaties 'pompstation' genoemd. Het gezuiverde water dat op deze pompstations wordt gecontroleerd wordt reinwater genoemd. Op het moment dat het water geleverd wordt aan de klant noemen we dit water drinkwater.

Dit onderzoek richt zich op het landelijke beeld. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drinkwater geproduceerd uit de bronnen grondwater en oppervlaktewater (zie Tabel 1). De dataset betreft meetgegevens van 1611 ruwwater monsters (waarvan 747 met als bron oppervlaktewater en 864 met als bron grondwater) en 727 reinwatermonsters (waarvan 454 met als bron oppervlaktewater en 273 met als bron grondwater).

⁶ Ruwwater is het water vóór de drinkwaterzuivering bij het pompstation

⁷ Reinwater is het water dat ná de drinkwaterzuivering vanuit het pompstation het leidingnet in gaat (drinkwater)

Tabel 1 Indeling drinkwater geproduceerd uit grondwater en drinkwater geproduceerd uit oppervlaktewater.

Brontype van het drinkwater (op basis van REWAB ¹)	Indeling
Freatisch grondwater	Grondwater
Semi-spanningswater	Grondwater
Kwetsbaar semi-spanningswater	Grondwater
Geïnfiltreerd oppervlaktewater	Oppervlaktewater
Oppervlaktewater direct of via spaarbekken	Oppervlaktewater
Oevergrondwater	Oppervlaktewater
Gemengd	Oppervlaktewater

¹ REWAB-database (Registratie opgaven van Drinkwaterbedrijven)

Tabel 2 toont de verdeling van de monsters drinkwater over de periode 2015 tot februari 2021. De meeste monsters zijn genomen in 2019 en 2020. De meetcampagnes variëren sterk per jaar zowel wat betreft de aantallen monsters als het aantal geanalyseerde PFAS. Ook verschilt het aantal metingen per pompstation. Om in deze eerste landelijke evaluatie een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van welke PFAS worden aangetroffen in Nederlands drinkwater, zijn alle beschikbare gegevens meegenomen. Voor gedetailleerdere informatie over de analyses per pompstation wordt verwezen naar Ter Laak et al. (2021) en Kools et al. (2021).

Tabel 2 Verdeling aantal monsters drinkwater (reinwater) per jaar.

Jaar	Aantal monsters drinkwater uit oppervlaktewater	Aantal monsters drinkwater uit grondwater
2015	12	0
2016	12	0
2017	14	28
2018	89	2
2019	150	154
2020	174	88
2021*	3	1
Totaal	454	273

*dataverzameling voor dit rapport vond plaats in februari 2021

Bijlage 1 toont de kwantificatielimiëten van de meetgegevens, ofwel de concentratie die nog betrouwbaar kan worden gekwantificeerd (LOQ: *limit of quantification*). De LOQ's van de aangeleverde meetgegevens variëren van 0,5 tot 300 ng/L. Deze grote spreiding wordt veroorzaakt door enkele monsters. Het is dus niet zo dat een bepaald laboratorium of individuele PFAS consistent een hoge LOQ vertonen. De detectielimiet (LOD: *limit of detection*) is lager; dit is de concentratie waarboven een stof kan worden gedetecteerd, maar niet betrouwbaar gekwantificeerd.

Noot: De drinkwaterbedrijven zijn in 2022 een nieuwe meetcampagne gestart, waarbij met verbeterde analysemethoden een groter aantal PFAS nauwkeuriger gemeten kan worden. Een update van het landelijke beeld voor alle pompstations zal pas volgen zodra de meetcampagne over heel 2022 is afgerond. De eerste resultaten uit 2022 zijn in dit rapport echter

al wel gebruikt om de actuele status te geven voor de pompstations met de hoogste concentraties PFAS in de periode 2015 tot februari 2021 (zie paragraaf 4.4.1).

2.2.2 *Welke van de EU DWR PFAS-20 worden aangetroffen?*

Bijlage 2 geeft een overzicht van de PFAS die zijn gemeten en aangetroffen (boven de LOQ) in de 2015-februari 2021 monsters drinkwater. Hieruit blijkt dat 15 van de PFAS-20 zijn gemeten. In drinkwater met oppervlaktewater als bron werden 10 PFAS aangetroffen, waarvan 2 in minder dan 10% van de monsters (PFNA en PFDA). In drinkwater met grondwater als bron werden 8 PFAS aangetroffen, de meeste in minder dan 10% van de monsters. Van de 5 respectievelijk 7 PFAS die wel zijn gemeten maar niet aangetroffen in drinkwater, is er één wel aangetroffen in het ruwwater (PFUnDA). Voor een samenvatting, zie Tabel 3 aan het einde van paragraaf 2.5.

Van de 5 PFAS die niet zijn gemeten in drinkwater (PFDoDS, PFTrDS, PFUnDS, PFPeS en PFNS), zijn er 2 (PFPeS en PFNS) wel aangetroffen in oppervlaktewater in respectievelijk 77% en 0,4% van de geanalyseerde monsters (zie paragraaf 2.3 en Bijlage 3). In grondwater (freatisch en 10-25 m diep) is van deze 5 alleen PFPeS gemeten en ook aangetroffen (zie paragraaf 2.4; Wintersen et al., 2021). De overige 3 (PFDoDS, PFTrDS en PFUnDS) zijn ook niet gemeten in oppervlaktewater en grondwater.

2.2.3 *Welke PFAS in aanvulling op de PFAS-20, werden aangetroffen?*

Aanvullend op de PFAS-20 zijn 2 andere PFAS gemeten, namelijk HFPO-DA (GenX) en ADONA/DONA. HFPO-DA is aangetroffen in meer dan 80% van de monsters drinkwater met oppervlaktewater als bron. Voor de monsters drinkwater met grondwater als bron was dit 6%. ADONA/DONA werd in een beperkt aantal (16) monsters drinkwater geanalyseerd en is in geen van de monsters aangetroffen, zie Bijlage 2.

2.3 **Oppervlaktewater**

2.3.1 *Meetgegevens*

De kwaliteit van de rijkswateren wordt in Nederland gemonitord door onder meer Rijkswaterstaat (RWS). De in dit rapport gebruikte meetdata van RWS betreffen de periode 2008-2020 en zijn afkomstig van circa 50 meetlocaties (inclusief de innamepunten voor de bereiding van drinkwater). Van de totale PFAS-groep meet RWS 27 individuele stoffen in oppervlaktewater. Hierbij zitten 17 van de PFAS-20 en 10 PFAS die niet op de lijst van de DWR staan. Drie van de PFAS-20 worden dus niet gemeten door RWS, namelijk PFDoDS, PFTrDS en PFUnDS. Van de 27 gemeten PFAS zijn er 25 aangetroffen. Voor een samenvatting, zie Tabel 3 aan het einde van paragraaf 2.5. Details zijn te vinden in Bijlage 3.

De LOQ's voor individuele PFAS in oppervlaktewater variëren van 0,1 tot 500 ng/L (Bijlage 1). Net als voor drinkwater wordt deze grote spreiding veroorzaakt door enkele monsters.

2.3.2 *Welke van de EU DWR PFAS-20 worden aangetroffen?*

Alle 17 PFAS (van de PFAS-20), die zijn gemeten in oppervlaktewater, zijn ook aangetroffen (boven de LOQ). Van deze 17 zijn PFTrDA, PFNS en PFDS in minder dan 10% van de geanalyseerde monsters aangetroffen.

2.3.3 *Welke PFAS, in aanvulling op de PFAS-20, zijn aangetroffen?*

Van de 10 PFAS die RWS aanvullend meet, zijn er 8 aangetroffen. Vijf daarvan worden in meer dan 10% van de geanalyseerde watermonsters aangetroffen. Dit betreft 6:2 FTS, EtFOSAA, FRD_903 (één van de GenX stoffen, een andere veelgebruikte afkorting is HFPO-DA), N_MeFOSAA en FOSA (in respectievelijk 36%, 31%, 24%, 15% en 26% van de monsters). De overige 3 PFAS (PFTeDA, 28ClF16C8oxT en DONA) worden in minder dan 10% van de geanalyseerde watermonsters aangetroffen.

2.4 **Grondwater**

2.4.1 *Meetgegevens*

Voor grondwater zijn voor deze studie geen meetgegevens aangeleverd maar is gebruik gemaakt van de conclusies uit het onderzoek van Wintersen et al. (2021). Dit onderzoek had als doel een landsdekkend beeld te verkrijgen van de diffuse belasting van het grondwater in Nederland tot een diepte van circa 25 meter onder het maaiveld. Het grondwater dat wordt gebruikt voor de bereiding van drinkwater komt doorgaans van grotere diepte.

In het onderzoek van Wintersen et al. (2021) zijn de concentraties PFAS op verschillende plekken in het Nederlandse grondwater gemeten. De hoogste concentraties en de meeste PFAS worden gevonden in het grondwater direct onder de grondwaterspiegel, het zogenoemde freatisch grondwater. De metingen in het ondiepe grondwater (10 meter beneden maaiveld) en het middeldiepe grondwater (25 meter beneden maaiveld) laten zien dat de PFAS belasting van het jonge (< 25 jaar) en zoete grondwater hoger is dan de PFAS belasting van het oudere (> 25 jaar) en zoute grondwater.

Van de totale PFAS-groep zijn 28 individuele stoffen gemeten (30 indien de vertakte en lineaire vorm van PFOS en PFOA apart worden geteld). Dit betreft 16 van de PFAS-20 uit de DWR. Van de 4 die niet worden gemeten zijn er 3 die ook niet worden gemeten door RWS, namelijk PFDoDS, PFTrDS en PFUnDS. De vierde (PFNS) wordt wel door RWS gemeten. Door Wintersen et al. (2021) zijn 12 PFAS gemeten die niet op de lijst van de DWR staan. Van de 28 individuele PFAS die zijn gemeten zijn er 14 aangetroffen in freatisch grondwater en 11 in ondiep/middeldiep grondwater. Tabel 3 in paragraaf 2.5 vat samen welke PFAS zijn gemeten en aangetroffen, voor details wordt verwezen naar het rapport van Wintersen et al. (2021).

2.4.2 *Welke van de EU DWR PFAS-20 worden aangetroffen?*

Van de 16 PFAS (van de PFAS-20) die zijn gemeten, zijn er 12 aangetroffen in freatisch grondwater en 10 in ondiep/middeldiep grondwater. Deze PFAS zijn ook allemaal aangetroffen door RWS in het oppervlaktewater. De 4 PFAS die niet zijn aangetroffen in grondwater, zijn wel aangetroffen door RWS in het oppervlaktewater (PFDS, PFUnDA, PFDoDA en PFTrDA). Van de PFAS-20 worden er dus meer PFAS aangetroffen in oppervlaktewater dan in grondwater.

2.4.3 *Welke PFAS in aanvulling op de PFAS-20, worden aangetroffen?*

Van de 12 PFAS die aanvullend zijn gemeten in het grondwater, zijn er 2 aangetroffen (6:2 FTS en 8:2 DiPAP) in freatisch grondwater, en 1

daarvan (6:2 FTS) ook in ondiep/middeldiep grondwater. Van deze set van 12 zijn er 4 ook door RWS gemeten (en aangetroffen) in het oppervlaktewater (PFTeDA, 6:2 FTS, EtFOSAA en N_MeFOSAA). Zie ook Tabel 3 en Bijlage 3.

2.5 Conclusie

In de periode 2015 tot februari 2021 zijn er van de PFAS-20 uit de DWR 17 gemeten in oppervlaktewater, 16 in grondwater en 15 in drinkwater. Het aantal aangetroffen PFAS neemt af van oppervlaktewater (17 van de 17) naar grondwater (12 van de 16) naar drinkwater (10 van de 15). Drie van de PFAS-20 werden in geen van deze waters gemeten, dit zijn PFDoDS, PFTrDS en PFUnDS.

Buiten de PFAS-20 werden in oppervlaktewater 10 andere PFAS gemeten, hiervan zijn er 8 ook aangetroffen. In grondwater zijn 12 aanvullende PFAS gemeten waarvan er 2 zijn aangetroffen. In drinkwater is 1 van de 2 extra gemeten PFAS aangetroffen. Tabel 3 geeft een overzicht.

Tabel 3 Overzicht PFAS, Relatieve Potentie Factoren (RPF's) en metingen in oppervlaktewater (Opw), grondwater (Grw) en drinkwater (Drw) in de periode 2015 tot februari 2021. De PFAS-20 uit de DWR zijn vet gedrukt, de EFSA-4 in blauw. ✓ = aangetroffen, n.d. = not detected: geanalyseerd, maar niet aangetroffen

Afkorting	RPF ¹	Opw RWS ²	Grw freat ³	Grw 10-25m diep ³	Opw (ruw)	Drw uit opw (rein)	Grw (ruw)	Drw uit grw (rein)
Sulfonzuren								
PFBS	0,001	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PFPeS ⁶	0,6	✓	✓	✓				
PFHxS	0,6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PFHpS	2	✓	✓	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PFOS	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PFNS ⁶		✓						
PFDS	2	✓	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PFUnDS ⁶								
PFDoDS ⁶								
PFTTrDS ⁶								
Afkorting	RPF ¹	Opw RWS ²	Grw freat ³	Grw 10-25m diep ³	Opw (ruw)	Drw uit opw (rein)	Grw (ruw)	Drw uit grw (rein)
Carbonzuren								
PFBA	0,05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PFPeA	0,05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PFHxA	0,01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PFHpA	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PFOA	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PFNA	10	✓	✓	✓	✓	✓	n.d.	n.d.
PFDA	10	✓	✓	n.d.	✓	✓ ⁴	n.d.	n.d.
PFUnDA	4	✓	n.d.	n.d.	✓	n.d.	✓	n.d.
PFDoDA	3	✓	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PFTTrDA	3	✓	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PFTeDA	0,3	✓	n.d.	n.d.				
PFHxDA	0,02		n.d.	n.d.				
PFODA	0,02		n.d.	n.d.				

Afkorting	RPF ¹	Opw RWS ²	Grw freat ³	Grw 10-25m diep ³	Opw (ruw)	Drw uit opw (rein)	Grw (ruw)	Drw uit grw (rein)
Ether carbonzuren								
HFPO-DA (~GenX / FRD_903)	0,06	√			√	√	√	√
ADONA/DONA ⁷	0,03	√			n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Afkorting	RPF ¹	Opw RWS ²	Grw freat ³	Grw 10-25m diep ³	Opw (ruw)	Drw uit opw (rein)	Grw (ruw)	Drw uit grw (rein)
Overige								
2PFC6yC2a1sf (=6:2 FTS) ^{5,6}		√	√	√				
EtFOSAA ^{5,6}		√	n.d.	n.d.				
28ClF16C8oxT		√						
26ClF12C6oxT		n.d.						
cF16C10ezr		n.d.						
N_MeFOSAA ⁶		√	n.d.	n.d.				
OSA		√						
8:2.DiPAP			√	n.d.				
PFOSA ^{5,6}			n.d.	n.d.				
N-MeFOSA			n.d.	n.d.				
10:2 FTS			n.d.	n.d.				
8:2 FTS ^{5,6}			n.d.	n.d.				
4:2 FTS ^{5,6}			n.d.	n.d.				

¹ Relatieve potentie factoren (RPF's) volgens Bil et al. (2021)

² Metingen programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) van Rijkswaterstaat (RWS)

³ Metingen Landsdekkend beeld Nederlands grondwater (Wintersen et al., 2021)

⁴ In slechts 1 monster (van 265) aangetroffen

⁵ Inmiddels zijn voor deze PFAS RPF's bepaald (Smit en Verbruggen, 2022)

⁶ Deze PFAS kunnen inmiddels ook in drinkwater gemeten worden (volgens informatie Drinkwaterbedrijven, september 2022)

⁷ ADONA komt in water voor als DONA, daarom zijn deze samengevoegd

3 Vergelijking concentraties met DWR parameterwaarden

3.1 Omgang met LOQ

In dit hoofdstuk worden de concentraties PFAS in drinkwater vergeleken met de parameterwaarden uit de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn(DWR). Net als in (RIVM, 2021b) zijn de berekeningen uitgevoerd volgens drie scenario's waarbij alle concentraties die gerapporteerd zijn als <LOQ, zijn vervangen door de waarde:

- 0: 'lower bound' (LB);
- $\frac{1}{2}$ *LOQ: 'medium bound' (MB);
- 1*LOQ: 'upper bound' (UB).

Met deze drie scenario's wordt de invloed van niet-gekwantificeerde metingen op de resultaten in beeld gebracht. Het LB scenario geeft naar verwachting een onderschatting van de werkelijke concentratie PFAS. Een stof kan immers wel aanwezig zijn, maar in lagere concentraties dan de LOQ. Het UB scenario geeft naar verwachting een overschatting van de concentratie. In het MB scenario is met de helft van de LOQ gerekend, in de praktijk een veel gebruikt scenario.

Zoals ook al beschreven in (RIVM, 2021b) wordt de schatting van de concentraties met het LB scenario, hoewel naar verwachting een onderschatting, op dit moment als het meest realistisch gezien. In de MB en UB scenario's wordt de invloed van niet-gekwantificeerde metingen met een relatief hoge LOQ namelijk groot, wat niet als realistisch wordt ingeschat (zie verder Discussie).

3.2 Vergelijking met PFAS parameterwaarden in de DWR

Op basis van de meetgegevens is een vergelijking gemaakt met de PFAS-20 parameterwaarde van 100 ng/L uit de DWR die geldt voor drinkwater. Deze is gebaseerd op de 10 in drinkwater aangetroffen PFAS die behoren tot de PFAS-20. De vergelijking met de parameterwaarde voor PFAS-totaal (500 ng/L), is gebaseerd op alle 11 aangetroffen PFAS.

Tabel 4 toont de vergelijking met de twee PFAS parameterwaarden uit de DWR volgens het LB-scenario. De tabel laat zien dat alle monsters drinkwater aan beide parameterwaarden voldoen. Wel zijn de concentraties hoger in drinkwater uit oppervlaktewater (gemiddeld 18 ng/L voor de PFAS-20 en 21 ng/L voor PFAS-totaal) dan in drinkwater uit grondwater (gemiddeld 1,2 ng/L voor zowel de PFAS-20 als PFAS-totaal).

Bijlage 4 toont tevens de getallen voor de MB en UB scenario's. Dit laat zien dat de bijdrage van niet-gekwantificeerde metingen met een relatief hoge LOQ inderdaad groter wordt in de MB en UB scenario's. Dit effect is het grootst bij de monsters drinkwater gemaakt van grondwater, omdat daar het aantal monsters waarin geen PFAS zijn aangetroffen groter is, waardoor de invloed van de LOQ op de concentratie groter is.

De monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater voldoen ook in het MB scenario aan beide PFAS parameterwaarden. In het UB scenario voldoet 15% (68/454) van de monsters niet aan de PFAS-20

parameterwaarde, maar wel aan die van PFAS-totaal. Van het drinkwater geproduceerd uit grondwater voldoet in het MB scenario 1% (3/273) van de monsters niet aan de PFAS-20 parameterwaarde, maar wel aan die van PFAS-totaal. In het UB scenario voldoet respectievelijk 34% (93/273) en 0,4% (1/273) van de monsters drinkwater gemaakt van grondwater niet aan de parameterwaarde van respectievelijk PFAS-20 en PFAS-totaal.

Tabel 4 Percentage monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater en grondwater (periode 2015 tot februari 2021) dat de parameterwaarden in de DWR overschrijdt (100 ng/L voor de som van 20 PFAS en 500 ng/L voor de som van alle PFAS). Metingen onder de kwantificatielimiet (LOQ) zijn op 0 gesteld (LB scenario). Concentraties van individuele PFAS zijn opgeteld waarbij geen rekening wordt gehouden met verschillen in potentie (RPF). Zie Bijlage 4 voor MB en UB scenario's.

DWR parameter waarde PFAS	Drinkwater geproduceerd uit oppervlaktewater (N = 454)		Drinkwater geproduceerd uit grondwater (N = 273)	
	% over-schrijdingen	Gemiddelde concentratie (ng/L) (min - max)	% over-schrijdingen	Gemiddelde concentratie (ng/L) (min - max)
PFAS-20 (100 ng/L)*	0,0%	18 (0 - 64)	0,0%	1,2 (0 - 25)
PFAS totaal (500 ng/L)**	0,0%	21 (0 - 70)	0,0%	1,2 (0 - 25)

DWR: Drinkwaterrichtlijn

* Evaluatie is op basis van 15 gemeten en 10 aangetroffen PFAS. In de monsters drinkwater zijn 5 van de DWR PFAS-20 niet gemeten (PFPeS, PFNS, PFUnDS, PFDoDS en PFTTrDS).

** Evaluatie op basis van 17 gemeten en 11 aangetroffen PFAS

4 Vergelijking som PFAS met indicatieve drinkwaterrichtwaarde

4.1 Relatieve potentie (RPF) methode

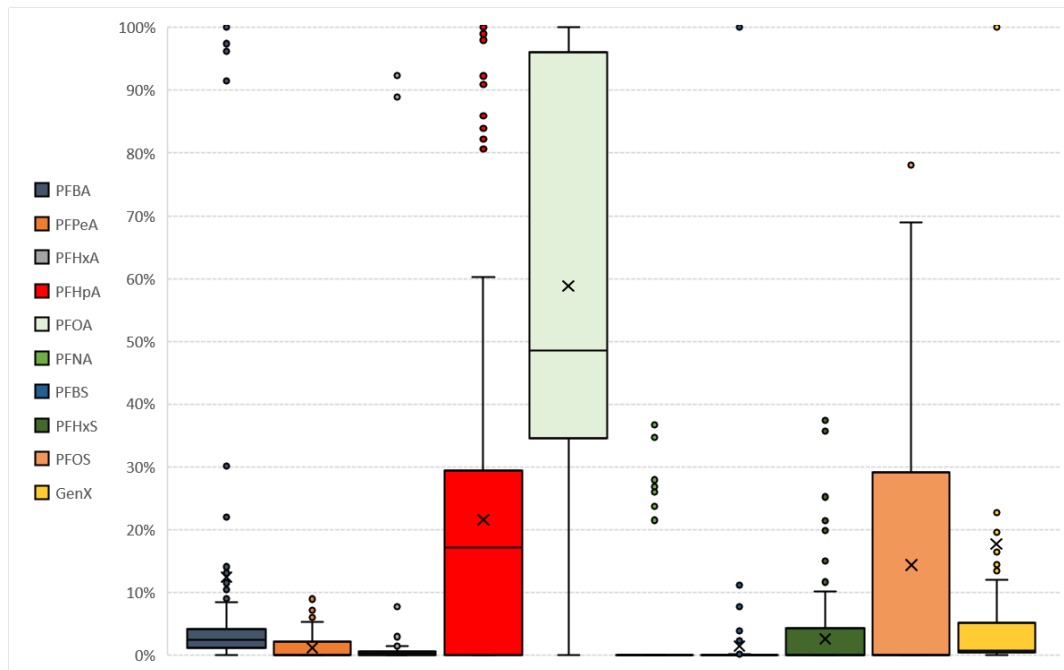
Zoals eerder genoemd (zie paragraaf 1.3) heeft het RIVM een methode ontwikkeld om de door EFSA afgeleide TWI voor de som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS te kunnen toepassen op een bredere groep PFAS (RIVM, 2021a). Dit gebeurt door de concentratie van een individuele PFAS uit te drukken in een equivalente concentratie PFOA (PFOA-equivalenten, PEQ) met behulp van zogenoemde Relatieve Potentie Factoren (RPF's). Deze zijn beschikbaar voor 23 PFAS⁸ (Bil et al., 2021; Zeilmaker et al., 2018), waaronder alle PFAS die in drinkwater zijn aangetroffen (zie Tabel 3 en Bijlage 1). De som van de PEQ (Σ PEQ) kan worden zo vergeleken met de TWI maar ook met de daarvan afgeleide indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L, (RIVM, 2021b; zie paragraaf 1.3).

4.2 Welke PFAS dragen het meeste bij in PFOA-equivalenten?

Voor de PFAS die in drinkwater zijn aangetroffen, is in beeld gebracht welke het meeste bijdragen aan de Σ PEQ. Figuur 1 laat dit zien voor drinkwater bereid uit oppervlaktewater (LB-scenario). Voor elk monster is het aandeel van de individuele PFAS berekend ten opzichte van de Σ PEQ concentratie. De variatie tussen de monsters is groot. Zo zijn er monsters waarin PFOA niet of nauwelijks bijdraagt aan het totaal en monsters waarin vrijwel de hele Σ PEQ is toe te schrijven aan PFOA. Gemiddeld over alle monsters draagt PFOA het meeste bij (59%), gevolgd door PFHpA (22%), HFPO-DA (18%), PFOS (14%) en PFBA (12%). De hoge bijdrage van HFPO-DA en PFBA komt voornamelijk door de hoge concentraties waarin ze aanwezig zijn, die van PFOS (mede) door de relatief hoge RPF. De overige 6 aangetroffen PFAS in drinkwater bereid uit oppervlaktewater (PFBS, PFHxS, PFPeA, PFHxA, PFDA en PFNA) dragen duidelijk minder bij aan de Σ PEQ (3% of minder), ondanks een hoge RPF voor PFNA en PFDA. Bij deze 6 zitten ook 2 van de EFSA-4 (PFHxS en PFNA).

In drinkwater dat is bereid uit grondwater zijn, op PFNA en PFDA na, dezelfde PFAS aangetroffen als in drinkwater bereid uit oppervlaktewater, maar wel in een veel kleiner deel van de monsters. De relatieve bijdrage van PFOA aan de Σ PEQ is het grootst (gemiddeld 89%), gevolgd door PFHpA (9%) en PFOS (5%). De overige PFAS dragen nauwelijks bij (2% of minder). Bijlage 5 toont alle gegevens voor het LB scenario.

⁸ Onlangs zijn er op basis van *read across* voor nog enkele PFAS RPF's afgeleid (Smit en Verbruggen, 2022), zie Tabel 3.



Figuur 1 Bijdrage van individuele PFAS aan de som PFOA-equivalenten (Σ PEQ) in drinkwater geproduceerd uit oppervlaktewater (LB scenario, periode 2015 tot februari 2021).

Toelichting boxplots: de middelste horizontale lijn geeft de mediaan weer, het kruisje het gemiddelde, de box gaat van het eerste tot het derde kwartiel. De haken boven en onder gaan van de minimale tot de maximale waarden, exclusief outliers. (PFDA niet opgenomen in figuur want slechts één maal aangetroffen)

4.3 Vergelijking som PFAS met indicatieve drinkwaterrichtwaarde

In het voorliggende onderzoek wordt de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L vergeleken met de berekende som PFAS-concentraties in de monsters drinkwater. Daartoe is voor elk monster de Σ PEQ-concentratie berekend, zowel voor alleen de EFSA-4, als ook voor alle 11 PFAS die in drinkwater zijn aangetroffen. Tabel 5 toont het resultaat. Wanneer alleen de EFSA-4 worden meegenomen in de berekening, wordt de indicatieve drinkwaterrichtwaarde overschreden in 53% (241/454) van de monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater. Wanneer alle in drinkwater aangetroffen PFAS worden meegenomen is dit 57% (259/454). Van de monsters drinkwater uit grondwater overschrijdt 10% (27/273) de indicatieve drinkwaterrichtwaarde, zowel op basis van de EFSA-4 als wanneer naar alle aangetroffen PFAS wordt gekeken. Bijlage 6 toont tevens de getallen in de MB en UB scenario's, wat opnieuw laat zien dat de bijdrage van niet-gekwantificeerde metingen met een relatief hoge LOQ groter wordt in de MB en UB scenario's, vooral voor drinkwater uit grondwater.

Tabel 5 Percentage monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater en grondwater (periode 2015 tot februari 2021) dat de afgeleide indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L overschrijdt. Metingen onder de kwantificatielimiet (LOQ) zijn op 0 gesteld (LB scenario). Zie Bijlage 6 voor MB en UB scenario's.

PFAS in drinkwater	Drinkwater geproduceerd uit oppervlaktewater (N = 454)		Drinkwater geproduceerd uit grondwater (N = 273)	
	% overschrijdingen	Gemiddelde concentratie (ng PEQ/L) (min - max)	% overschrijdingen	Gemiddelde concentratie (ng PEQ/L) (min - max)
EFSA-4	53%	6,7 (0 - 36)	10%	0,8 (0 - 12)
Alle PFAS*	57%	8,5 (0 - 36)	10%	0,8 (0 - 12)

PEQ: PFOA-equivalenten

* zie Tabel 3

Uitgaande van een drinkwaterconsumptie van 14 L/week door een persoon van 70 kg, kunnen de gemiddelde concentraties uit Tabel 5 omgerekend worden naar een gemiddelde inname via drinkwater. De gemiddelde inname van de EFSA-4 en van alle aangetroffen PFAS in drinkwater uit grondwater (beiden 0,16 ng PEQ/kg lg per week) is lager dan wat drinkwater maximaal aan de totale inname via alle bronnen mag bijdragen (20% van de EFSA-TWI, oftewel 0,88 ng/kg lg per week). Dat geldt niet voor de gemiddelde inname van de EFSA-4 en van alle aangetroffen PFAS in drinkwater uit oppervlaktewater: daarvoor ligt de inname van respectievelijk 1,34 en 1,7 ng/kg lg per week een factor 1,52-1,93x hoger, en bedraagt het aandeel drinkwater 30-39% van de EFSA-TWI. Dit is in overeenstemming met de bevindingen in (RIVM, 2021b), zie paragraaf 1.3.

4.4 Nadere analyse pompstations met overschrijding EFSA-TWI

De indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L heeft als uitgangspunt dat drinkwater maximaal 20% mag bijdragen aan de opvulling van de gezondheidskundige grenswaarde voor PFAS (zie RIVM (2021b) en paragraaf 1.3). Er wordt daarbij rekening gehouden met de mogelijkheid dat mensen PFAS ook via andere routes kunnen binnenkrijgen (zoals voedsel). Deze 20% bijdrage wordt gezien als een realistisch niveau van blootstelling via drinkwater.

Bij een PFAS-somconcentratie in drinkwater van 22 ng PEQ/L, ofwel 5 maal de indicatieve drinkwaterrichtwaarde, is de bijdrage van drinkwater aan de opvulling van de EFSA-TWI 100%. In dat geval wordt de EFSA-TWI dus al bereikt op basis van alleen de consumptie van drinkwater (uitgaande van 2 liter per dag door een volwassen persoon van 70 kg). Daarom beschouwt het RIVM dit als een triggerwaarde om maatregelen te gaan nemen, zodat PFAS concentraties in drinkwater op korte termijn gaan dalen.

PFAS-somconcentraties hoger dan 22 ng PEQ/L zijn aangetroffen in circa 8% (37/454) van alle monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater. Het betreft monsters van acht pompstations in de periode 2018 tot februari 2021. Tabel 6 toont een samenvattend overzicht voor het LB scenario (metingen onder de LOQ op nul gesteld). Hieruit blijkt dat de concentraties in individuele monsters variëren tussen 0 en 36 ng PEQ/L, met een gemiddelde tussen 12 en 20 ng PEQ/L. De gemiddelde concentraties zijn dus iets lager dan 22 ng PEQ/L, waarmee de overschrijding van de EFSA-TWI niet structureel is. De overschrijding van de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L is daarentegen wel structureel.

Tabel 6 Overzicht pompstations waar in de periode 2018 tot februari 2021 monsters drinkwater met PFAS-somconcentraties hoger dan 22 ng PEQ/L zijn aangetroffen. Metingen onder de kwantificatielimiet (LOQ) zijn op 0 gesteld (LB scenario).*

Drinkwater-bedrijf	Pompstation	PFAS-somconcentratie (ng PEQ/L)		Aantal monsters		
		Gemiddeld	Min-Max	Totaal	>22 ng PEQ/L	> 4,4 ng PEQ/L
Evides	Kralingen	12	7 - 23	20	1 (5%)	20 (100%)
	Ouddorp	17	9 - 25	15	4 (27%)	15 (100%)
Dunea	Katwijk	17	7 - 30	11	2 (18%)	11 (100%)
	Monster	20	14 - 25	8	3 (38%)	8 (100%)
	Scheveningen	18	4 - 34	26	6 (23%)	25 (96%)
Waternet	Leiduin	20	12 - 28	9	4 (44%)	9 (100%)
Oasen	Zs. Reijerwaard	14	0 - 28	44	8 (18%)	29 (66%)
	Zs. De Put	14	0 - 36	36	9 (25%)	23 (64%)

PEQ: PFOA-equivalenten; Zs: Zuiveringsstation

* niet alle acht pompstations zijn elk jaar in deze periode bemonsterd, zie bijlage 7 voor een gedetailleerd beeld

4.4.1 Aanvullend beeld op basis van meetgegevens eerste helft 2022

De drinkwaterbedrijven zijn in 2022 een nieuwe meetcampagne gestart, waarbij met verbeterde analysemethoden een groter aantal PFAS nauwkeuriger gemeten kan worden. Zo kunnen vijf PFAS (PFPeS, PFNS, PFDoDS, PFTrDS en PFUnDS) die in de meetperiode tot februari 2021 ontbraken, inmiddels wel geanalyseerd worden. Van deze vijf is in de eerste helft van 2022 alleen PFPeS aangetroffen in drinkwater.

Tabel 7 toont de PFAS-somconcentraties voor het drinkwater van zeven van de acht pompstations in de eerste helft van 2022 (het achtste pompstation was in deze periode buiten bedrijf). Bijlage 7 toont voor deze zeven pompstations boxplots van alle meetgegevens per jaar over de gehele meetperiode (2018-2022). In 2022 is nog maar één monster met een PFAS-somconcentratie hoger dan 22 ng PEQ/L aangetroffen. De gemiddelde en maximale concentraties zijn in 2022 lager dan in de periode daarvoor. De mate waarin verschilt per pompstation. De gemeten concentraties in het drinkwater van deze zeven pompstations zijn bij zes van de zeven pompstations wel nog structureel hoger dan de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L.

Als verklaring voor de lagere concentraties in 2022 geven de drinkwaterbedrijven zelf aan:

- Fluctuaties in PFAS concentraties in de bronnen voor drinkwater, bijvoorbeeld door verschillen tussen zomer en winter.
- Aanpassingen in de bedrijfsvoering (waar mogelijk het optimaliseren van het putschakelschema van de winning, frequenter regenereren van actieve kool of verhogen poederkooldosering in de (na)zuivering).

Tabel 7 PFAS-somconcentraties in drinkwater in de eerste helft van 2022 bij de pompstations waar in de periode 2018 tot februari 2021 somconcentraties hoger dan 22 ng PEQ/L zijn aangetroffen. Metingen onder de kwantificatielimiet (LOQ) zijn op 0 gesteld (LB scenario).

Drinkwater-bedrijf	Pompstation	PFAS-somconcentratie (ng PEQ/L)		Aantal monsters		
		Gemiddeld	Min-max	Totaal	> 22 ng PEQ/L	% > 4,4 ng PEQ/L
Evides	Kralingen	11	8 - 15	20	0 (0%)	20 (100%)
	Ouddorp	10	7 - 15	20	0 (0%)	20 (100%)
Dunea	Katwijk	10	7 - 16	14	0 (0%)	14 (100%)
	Monster	10	4 - 23	14	1 (7%)	13 (93%)
	Scheveningen	11	8 - 14	15	0 (0%)	15 (100%)
Waternet	Leiduin	10	5 - 13	9	0 (0%)	9 (100%)
Oasen	Zs. Reijerwaard	1	1 - 2	7	0 (0%)	0 (0%)
	Zs. De Put*	-	-	-	-	-

PEQ: PFOA-equivalenten; Zs: Zuiveringsstation

* Dit pompstation (zuiveringsstation) wordt momenteel vernieuwd⁹. Klanten ontvangen tijdelijk water van een andere locatie waar de concentraties PFAS laag zijn. Wanneer het zuiveringsstation weer in bedrijf gaat, zal het drinkwater naar verwachting geen PFAS meer bevatten (volgens informatie Drinkwaterbedrijf; mondelinge mededeling Oasen).

⁹ <https://www.oasen.nl/nieuws/nieuwbouw-zuiveringsstation-de-put-krijgt-vorm>

5 Discussie

5.1 Onzekerheden in EFSA-TWI en RPF-methode

De onzekerheden bij de implementatie van de EFSA-TWI en de toepassing van de RPF-methode zijn in diverse RIVM-notities toegelicht (RIVM, 2020a,b, 2021a). Sinds de publicatie van de RIVM-notities zijn er in de wetenschappelijke literatuur discussies gevoerd over de RPF-methode (Bil et al., 2022; Rietjens et al., 2022). Deze hebben niet tot fundamenteel andere inzichten geleid en het RIVM ziet hierin geen aanleiding om de werkwijze te veranderen.

5.2 Vertaling naar andere PFAS

Deze studie maakt gebruik van meetgegevens tussen 2015 en februari 2021 van 27 PFAS in oppervlaktewater (25 aangetroffen), 28 PFAS in grondwater (14 aangetroffen) en 17 PFAS in drinkwater (11 aangetroffen). Dat zijn dus meer PFAS dan de EFSA-4 waar de voorgaande studie (RIVM, 2021b) op gericht was. Tegelijkertijd is het aantal PFAS in deze studie slechts een fractie van het werkelijke aantal PFAS stoffen in het milieu. Naar verwachting zullen bij verbeterde analysemethoden in de toekomst meer PFAS worden aangetroffen. Deze zullen in meerdere of mindere mate bijdragen aan de toxiciteit van het totale PFAS-mengsel. De beschikbaarheid van RPF's is daarbij een belangrijk punt van aandacht. Er zijn op dit moment RPF's gepubliceerd voor 23 PFAS (Bil et al., 2021) en onlangs zijn er op basis van *read across* voor nog enkele PFAS RPF's afgeleid (Smit en Verbruggen, 2022). Op basis hiervan kan al geconstateerd worden dat risicogrenzen in het milieu en indicatieve drinkwaterrichtwaarden worden overschreden. Omdat in oppervlaktewater en grondwater ook PFAS aangetroffen zijn waarvoor nog geen RPF beschikbaar is, is het zinvol om na verloop van tijd na te gaan of de lijst RPF's kan worden uitgebreid, om zicht te houden op de totale PFAS toxiciteit.

5.3 Verbetering en beschikbaarheid analysemethoden

De ontwikkelingen in de analysemethoden van PFAS gaan snel. Inmiddels is het mogelijk om ook de vijf PFAS (PFPeS, PFNS, PFUnDS, PFDoDS en PFTrDS) uit de lijst van PFAS-20 in de DWR, die in de meetperiode 2015 tot februari 2021 ontbraken, te analyseren. Van deze vijf is in de eerste helft van 2022 alleen PFPeS aangetroffen in drinkwater, maar dit verandert de conclusies niet.

5.3.1 *Verlagen kwantificatielimieten (LOQ)*

Zoals beschreven in (RIVM, 2021b) wordt het LB scenario momenteel als de best mogelijke benadering gezien, hoewel het naar verwachting een onderschatting geeft van de totale concentratie PFAS in drinkwater. In de MB en UB scenario's wordt de bijdrage van niet-gekwantificeerde PFAS metingen met een relatief hoge LOQ relatief groot. Hierdoor voldoet in het UB scenario 15-34% van het drinkwater niet aan de PFAS-20 parameterwaarde, terwijl dit in het LB scenario wel voldoet en in het MB scenario ook voor oppervlaktewater. Deze onzekerheid kan alleen worden verkleind door een analytische methode met een lagere LOQ. De vier drinkwaterlaboratoria in Nederland hebben in 2021 in nauwe

samenwerking de analysemethoden verbeterd om voldoende nauwkeurig te kunnen meten. Zoals benoemd in paragraaf 4.4.1 zijn de drinkwaterbedrijven in 2022 een nieuwe meetcampagne gestart, waarbij met verbeterde analysemethoden een groter aantal PFAS nauwkeuriger gemeten kan worden.

5.3.2 *Analyses PFAS vertakt versus lineair*

De meetgegevens over de periode 2015 tot februari 2021 variëren sterk zowel wat betreft de aantallen monsters (per jaar en per pompstation) als het aantal geanalyseerde PFAS. Ook is niet altijd duidelijk of per PFAS alleen de lineaire of ook de vertakte vorm is gerapporteerd. Meer éénduidigheid hierin is een aandachtspunt voor het vervolg. Ook de RPF's gelden voor zowel de lineaire als vertakte vormen van PFAS (RIVM, 2021a).

Op basis van beperkt onderzoek (mondelinge mededeling KWR, publicatie in voorbereiding) is de inschatting dat de vertakte vormen van PFOA, PFHxS en PFOS tussen 7 en 68% uitmaken van de totale hoeveelheid (lineair en vertakt) die in zowel ruw- als reinwater wordt gemeten.

Specifiek:

- 7-24% van de totaal gemeten hoeveelheid PFOA was vertakt;
- 17-37% van de totaal gemeten hoeveelheid PFHxS was vertakt;
- 25-68% van de totaal gemeten hoeveelheid PFOS was vertakt.

Bij de nieuwe gegevens die in de eerste helft van 2022 zijn verzameld is voor PFOS, waar de bijdrage van de vertakte vorm het grootst is, consequent de som van de vertakte en lineaire vorm gerapporteerd. Bij de gegevens over de periode 2015 tot februari 2021 was dit niet altijd het geval, wat kan hebben geleid tot een onderschatting van de totale hoeveelheid PFOS. Desondanks zijn de PFAS-somconcentraties in de monsters drinkwater uit de eerste helft van 2022 niet hoger dan in de monsters drinkwater uit de periode 2015 tot februari 2021 (zie paragraaf 4.4.1). In tegenstelling tot de lineaire vormen dienen de concentraties voor de vertakte vormen als semi-kwantitatieve waarden te worden beschouwd.

5.4 **Risicouding en handelingsperspectief**

Er zijn momenteel in Nederland beleidsmatige drinkwaterrichtwaarden vastgesteld voor PFOA en de GenX-stoffen (HFPO-DA), zie [Risico's van stoffen | Risico's van stoffen \(rivm.nl\)](#). Voor PFOA geldt een indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 87,5 ng/L. Deze is gebaseerd op de gezondheidskundige grenswaarde van het RIVM uit 2016 (Zeilmaker en Janssen, 2016). Voor de GenX-stoffen geldt een indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 150 ng/L (Janssen, 2016). Het Nederlandse drinkwater voldoet hieraan (zie o.a. (RIVM, 2017) maar ook voorliggend rapport). Het Nederlandse drinkwater voldoet in het LB scenario ook aan beide parameterwaarden voor PFAS in de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn.

De huidige Nederlandse drinkwaterrichtwaarden voor PFOA en de GenX-stoffen en de nieuwe Europese parameterwaarden voor PFAS zijn niet afgestemd op de door EFSA aangescherpte gezondheidskundige grenswaarde voor PFAS (EFSA, 2020). Deze aanscherping van de

gezondheidskundige grenswaarde leidt tot een veel lagere (factor 20) indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L voor de som PFAS. Het uitgangspunt daarbij is dat drinkwater maximaal 20% mag bijdragen aan de toereerbare inname (WHO, 2017), in dit geval de EFSA-TWI, en dat een dergelijke inname zelfs bij levenslange consumptie veilig is. De SCHEER (Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks) heeft in recente adviezen aan de Europese Commissie de waarde van 4,4 ng PEQ/L ondersteund (SCHEER, 2022a,b).

Uit het hier beschreven onderzoek blijkt dat deze indicatieve drinkwaterrichtwaarde wordt overschreden in circa 50-60% van de monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater en in circa 10% van de monsters drinkwater gemaakt van grondwater. In circa 8% van alle monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater, betreffende acht pompstations, zijn PFAS-concentraties gevonden die hoger zijn dan 22 ng PEQ/L. Dit is de concentratie waarbij de gezondheidskundige grenswaarde voor PFAS (EFSA-TWI) alleen al door de inname van drinkwater (2 liter/dag) wordt overschreden en waarboven bij regelmatige consumptie van dergelijk drinkwater gezondheidsrisico's door PFAS niet uitgesloten kunnen worden. De EFSA-TWI wordt in de periode 2018 tot februari 2021 niet continu overschreden: de gemiddelde PFAS-somconcentraties bij deze acht pompstations lopen uiteen van 12 tot 20 ng PEQ/L. Ze liggen daarmee beneden de EFSA-TWI, maar boven de indicatieve drinkwaterrichtwaarde.

PFAS-somconcentraties in monsters drinkwater uit de eerste helft van 2022 laten zien dat de gemiddelde en maximale PFAS-concentraties in het drinkwater van zeven van deze acht pompstations lager zijn dan gemeten in de periode tot februari 2021 (het achtste pompstation was in de eerste helft van 2022 buiten bedrijf). Er is slechts één keer een PFAS-somconcentratie hoger dan 22 ng PEQ/L aangetroffen. Of deze daling doorzet, moet blijken uit toekomstige metingen. De drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L wordt bij zes van de zeven pompstations echter nog wel overschreden.

Het RIVM adviseerde eerder om de totale blootstelling aan PFAS te verlagen. De gecombineerde blootstelling aan PFAS via voedsel en drinkwater is in Nederland hoger dan de gezondheidskundige grenswaarde voor PFAS. Alhoewel uit het eerdere, voorlopige onderzoek bleek dat de bijdrage vanuit voedsel groter is dan vanuit drinkwater (de inname vanuit voedsel wordt momenteel geactualiseerd), is het van belang dat de concentraties PFAS in drinkwater ook lager worden. Dit geldt met name in die gebieden waar de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L structureel wordt overschreden.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Drinkwater voldoet aan eisen DWR

De DWR schrijft voor dat de lidstaten uiterlijk op 12 januari 2026 de nodige maatregelen moeten hebben genomen om ervoor te zorgen dat voor menselijke consumptie bestemd water voldoet aan één of beide parameterwaarden voor PFAS. Op basis van de momenteel beschikbare meetgegevens, is de conclusie dat het Nederlandse drinkwater voldoet aan deze eisen.

Overschrijding indicatieve drinkwaterrichtwaarde

Eerder concludeerde het RIVM dat de totale wekelijkse inname van de EFSA-4 via voedsel én drinkwater samen in Nederland hoger is dan de door EFSA afgeleide gezondheidkundige grenswaarde (RIVM, 2021b). Deze conclusie was voor heel Nederland, gebaseerd op een gemiddeld consumptiepatroon voor deze vier PFAS (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS). In dat onderzoek is wel onderscheid gemaakt tussen drinkwater gemaakt van grondwater en drinkwater gemaakt van oppervlaktewater, maar niet gekeken naar individuele pompstations.

In voorliggend rapport is op basis van een uitgebreidere dataset met meer PFAS en voor individuele pompstations gekeken hoe de PFAS-somconcentraties in de monsters drinkwater zich verhouden tot de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L (PFOA-equivalenten). Deze is door het RIVM afgeleid op basis van de gezondheidkundige grenswaarde van EFSA (RIVM, 2021b).

Wanneer in de data uit 2015 tot februari 2021 alleen de EFSA-4 PFAS worden beschouwd, wordt de indicatieve drinkwaterrichtwaarde overschreden in 53% van de monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater en in 10% van de monsters drinkwater gemaakt van grondwater. Wanneer alle PFAS worden meegenomen, wordt de indicatieve drinkwaterrichtwaarde overschreden in nog eens 4% extra (dus 57%) van de monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater. Voor drinkwater gemaakt van grondwater verandert het percentage niet (vanwege lage concentraties van de (niet-EFSA-4) PFAS).

Bij een PFAS-somconcentratie in drinkwater van 22 ng PEQ/L, ofwel 5 maal de indicatieve drinkwaterrichtwaarde, wordt de EFSA-TWI bereikt op basis van alleen de consumptie van drinkwater (uitgaande van 2 liter per dag door een volwassen persoon van 70 kg). Aangezien er naast drinkwater nog andere bronnen van PFAS blootstelling zijn, kunnen bij regelmatige consumptie van drinkwater met dergelijke gemiddelde concentraties PFAS over meerdere jaren, effecten op het immuunsysteem niet uitgesloten worden. Deze situatie treedt nu niet op, maar wel worden er soms concentraties boven de 22 ng PEQ/L gemeten. Het RIVM beschouwt dit daarom als een triggerwaarde: als deze wordt overschreden is het van belang dat PFAS concentraties in het drinkwater op korte termijn gaan dalen.

In de periode 2015 tot februari 2021 zijn bij circa 8% van de monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater PFAS-somconcentraties hoger dan 22 ng PEQ/L gevonden. Deze monsters zijn afkomstig van acht pompstations. De gemiddelde concentraties zijn hier in die periode lager dan 22 ng PEQ/L, namelijk tussen de 12 en 20 ng PEQ/L, maar wel structureel hoger dan de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L.

Aanvullend beeld op basis van meetgegevens eerste helft 2022

Gegevens van de drinkwaterbedrijven uit de eerste helft van 2022 voor zeven van deze acht pompstations (het achtste was in deze periode buiten bedrijf) laten zien dat de gemiddelde en maximale PFAS-somconcentraties in het drinkwater hier nu lager zijn dan in de periode tot februari 2021. Er is slechts één keer een PFAS-somconcentratie hoger dan 22 ng PEQ/L aangetroffen. Of deze daling doorzet, moet blijken uit toekomstige metingen. De PFAS-somconcentraties in het drinkwater van zes van de zeven pompstations zijn wel structureel hoger dan de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L.

Bijdrage individuele PFAS

PFOA draagt het meeste bij aan de totale inname van PFAS via drinkwater. In drinkwater gemaakt van oppervlaktewater zijn daarnaast PFHpA, HFPO-DA (GenX), PFOS en PFBA relevant. In drinkwater dat is gemaakt van grondwater, worden min of meer dezelfde PFAS aangetroffen als in drinkwater uit oppervlaktewater, maar in een veel kleiner deel van de monsters. Naast PFOA als meest relevante stof, leveren PFHpA en PFOS daarin een beperkte bijdrage.

6.2 Aanbevelingen

Hoewel het Nederlandse drinkwater voldoet aan beide PFAS parameterwaarden in de nieuwe DWR, is het op basis van de meest recente gezondheidskundige inzichten wenselijk om de concentraties PFAS die mensen binnenkrijgen via drinkwater (en andere blootstellingsroutes) de komende jaren te verlagen. Dit is al beschreven in een eerder RIVM advies (RIVM, 2021b).

Het RIVM adviseert dat al het Nederlandse drinkwater op termijn voldoet aan de indicatieve drinkwaterrichtwaarde voor PFAS, omdat inname daarvan bij levenslange consumptie veilig wordt geacht. Om te onderzoeken wat de meest effectieve maatregelen zijn om de totale PFAS blootstelling van mensen in Nederland te verminderen, is het nodig om:

- de schattingen van de PFAS inname door de bevolking via voedsel en drinkwater en de PFAS blootstelling via andere relevante bronnen en routes te actualiseren;
- het effect van mogelijke (combinaties van) maatregelen te onderzoeken; en
- de ontwikkeling van PFAS concentraties in de (bronnen voor) drinkwater te blijven volgen.

Aandachtspunten bij de implementatie van de voorgestelde indicatieve drinkwaterrichtwaarde zijn de toetsingswijze, mogelijkheden en onzekerheden van de analytische methoden om PFAS te detecteren en hoe om te gaan met PFAS waarvoor geen RPF (Relatieve Potentie Factor) beschikbaar is.

7 Literatuur

- Bil W, Zeilmaker M, Fragki S, Lijzen J, Verbruggen E, Bokkers B. 2021. Risk assessment of per- and polyfluoroalkyl substance mixtures: a relative potency factor approach. *Environ Toxicol Chem* 40 (3): 859–870.
- Bil W, Zeilmaker M, Fragki S, Lijzen J, Verbruggen E, Bokkers B. 2022. Response to Letter to the Editor on Bil et al. 2021 "Risk Assessment of Per- and Polyfluoroalkyl Substance Mixtures: A Relative Potency Factor Approach". *Environmental Toxicology and Chemistry* 41 (1): 13-18.
- EC. 2020. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast)
- EFSA. 2020. Opinion on the risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA Journal* 18 (9): 6223.
- Janssen P. 2016. Derivation of a lifetime drinking-water guideline for 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoic acid (FRD-902). Advies van 17 november 2016 aan Ministerie van IenM. Project nummer M/300007/16/PF.
- Kools S. A. E., Meekel N., de Baat M. L., de Waal L., Béen F. M., Hofman-Caris C. H. M. 2021 PFAS en Nederlands drinkwater; consequenties van aangescherpte normstelling en technische handelingsperspectieven, Rapport KWR 2021.040, KWR, Nieuwegein.
- Rietjens IMCM, Schriks M, Houtman CJ, Dingemans MML, van Wezel AP. 2022. Letter to the Editor on Bil et al. 2021 "Risk Assessment of Per- and Polyfluoroalkyl Substance Mixtures: A Relative Potency Factor Approach". *Environmental Toxicology and Chemistry* 41 (1): 7-12.
- RIVM. 2017. Risicoduiding en vóórkomen van FRD-903 in drinkwater en drinkwaterbronnen bij een selectie van drinkwaterwinningen in Nederland. RIVM Briefrapport 2017-0175. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2017-0175.pdf>
- RIVM. 2020a. Conclusie RIVM gebruik EFSA-TWI PFAS. RIVM-notitie 15 december 2020. <https://www.rivm.nl/documenten/notitie-conclusie-rivm-gebruik-efsa-twi-pfas>.
- RIVM. 2020b. Definitieve EFSA-opinie PFAS – wetenschappelijke overwegingen voor RIVM besluitvorming over EFSA-TWI. RIVM-notitie 15 december 2020. <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2021-01/RIVM%20expert%20notitie%20EFSA-TWI%20PFAS%20%20beveiligd.pdf>
- RIVM, 2021a Notitie implementatie van de EFSA som-TWI PFAS. RIVM-notitie 7 april 2021. <https://www.rivm.nl/documenten/notitie-implementatie-van-efsa-som-twi-pfas>.
- RIVM. 2021b. Analyse bijdrage drinkwater en voedsel aan blootstelling EFSA-4 PFAS in Nederland en advies drinkwaterrichtwaarde. RIVM-notitie mei 2021. <https://www.rivm.nl/documenten/analyse-bijdrage-drinkwater-en-voedsel-aan-blootstelling-efsa-4-pfas-in-nederland>.

- SCHEER. 2022a. Final Opinion on Groundwater quality standards for proposed additional pollutants in the annexes to the Groundwater Directive (2006/118/EC). Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks. Adopted 18 July 2022. Groundwater quality standards for proposed additional pollutants in the annexes to the Groundwater Directive (2006/118/EC) (europa.eu)
- SCHEER. 2022b. Scientific Opinion on "Draft Environmental Quality Standards for Priority Substances under the Water Framework Directive". PFAS. Adopted 18 August 2022. SCHEER - Scientific Opinion on "Draft Environmental Quality Standards for Priority Substances under the Water Framework Directive" - PFAS (europa.eu)
- Smit, C.E. en E.M.J. Verbruggen. 2022. Risicogrenzen voor PFAS in oppervlaktewater. Doorvertaling van de gezondheidkundige grenswaarde van EFSA naar concentraties in water. RIVM-briefrapport 2022-0074
- Ter Laak, T. ter, S. Kools, B. Raterman, N. Meekel, T. Pronk, M. Dingemans (eindredactie). 2021. Quicksan PFAS in Nederlands drinkwater. Rapport KWR 2021.058, KWR, Nieuwegein EC. 2018.
- Technical guidance for deriving environmental quality standards. Guidance Document No. 27. Updated version 2018. Document endorsed by EU Water Directors at their meeting in Sofia on 11-12 June 2018. Brussel: Europese Commissie.
- WHO.2017. Guidelines for Drinking-water Quality. FOURTH EDITION INCORPORATING THE FIRST ADDENDUM
- Wintersen, A., Claessens, J., Wit, M., Helvoort, K. van, Wolter, M., Stoffelsen, B., Wijnen, H. van., Breemen, P. van (2021) Landsdekkend beeld van PFAS in Nederlands grondwater. RIVM rapport 2021-0205.
- Zeilmaker MJ, Janssen P. 2016. Afleiding richtwaarde voor PFOA in drinkwater voor levenslange blootstelling. Bilthoven, Nederland: RIVM.
- Zeilmaker MJ, Fragki S, Verbruggen EMJ, Bokkers BGH, Lijzen JPA. 2018. Mixture exposure to PFAS: A Relative Potency Factor approach. Bilthoven, Nederland: RIVM. Rapport nr. RIVM 2018-0070.

Bijlage 1 Afkortingen PFAS, Relatieve Potentie Factoren (RPF's) en bepalingsgrenzen meetgegevens

Minimale en maximale gerapporteerde kwantificatielimieten (LOQ) (ng/L) meetperiode 2015 tot februari 2021.

* Beschikbare RPF's voor verschillende PFAS op basis van Bil et al. (2021). De PFAS-20 uit de DWR zijn vet gedrukt, de EFSA-4 in blauw.

PFAS	PFAS afkorting	CAS nr lineaire PFAS	RPF*	RWS LOQ _{min}	RWS LOQ _{max}	Drw LOQ _{min}	Drw LOQ _{max}
Sulfonzuren							
Perfluorbutaansulfonzuur	PFBS	375-73-5	0,001	1	100	0,5	300
Perfluorpentaansulfonzuur	PFPeS	2706-91-4	0,6	0,1	0,1	-	-
Perfluorhexaansulfonzuur	PFHxS	355-46-4	0,6	0,1	10	0,5	50
Perfluorheptaansulfonzuur	PFHpS	375-92-8	2	0,1	0,1	1,0	1,0
perfluoroctaansulfonzuur	PFOS	1763-23-1	2	1,6	10	0,5	300
Perfluornonaansulfonzuur	PFNS			0,1	0,1	-	-
Perfluordecaansulfonzuur	PFDS	335-77-3	2	0,1	10	1,0	1,0
Perfluorundecaansulfonzuur	PFUnDS			-	-	-	-
Perfluordodecaansulfonzuur	PFDoDS			-	-	-	-
Perfluortridecaansulfonzuur	PFTrDS			-	-	-	-
PFAS	PFAS afkorting	CAS nr lineaire PFAS	RPF*	RWS LOQ _{min}	RWS LOQ _{max}	Drw LOQ _{min}	Drw LOQ _{max}
Carbonzuren							
perfluorbutaanzuur	PFBA	375-22-4	0,05	50	500	1,0	25
Perfluorpentaanzuur	PFPeA	2706-90-3	0,05	50	50	1,0	25
perfluorhexaanzuur	PFHxA	307-24-4	0,01	10	10	0,5	20
Perfluorheptaanzuur	PFHpA	375-85-9	1	10	10	0,5	10
perfluoroctaanzuur	PFOA	335-67-1	1	10	10	0,5	10
perfluornonaanzuur	PFNA	375-95-1	10	0,2	10	0,4	10
Perfluordecaanzuur	PFDA	335-76-2	10	0,4	10	0,4	300
perfluorundecaanzuur	PFUnDA	2058-94-8	4	0,1	100	0,4	1,0
perfluordodecaanzuur	PFDoDA	307-06-7	3	0,1	100	25	25

PFAS	PFAS afkorting	CAS nr lineaire PFAS	RPF*	RWS LOQ _{min}	RWS LOQ _{max}	Drw LOQ _{min}	Drw LOQ _{max}
Carbonzuren							
Perfluortridecaanzuur	PFTrDA	72629-94-8	3	0,1	100	25	25
perfluortetradecaanzuur	PFTeDA	376-06-7	0,3	0,1	100	-	-
perfluorhexadecaanzuur	PFHxDA	67905-19-5	0,02	-	-	-	-
perfluoroctadecaanzuur	PFODA	16517-11-6	0,02	0,1	100	-	-
PFAS							
PFAS afkorting							
CAS nr lineaire PFAS							
RPF*							
RWS LOQ_{min}							
RWS LOQ_{max}							
Drw LOQ_{min}							
Drw LOQ_{max}							
Ether carbonzuren							
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propionzuur	HFPO-DA (~GenX / FRD_903)	13252-13-6	0,06	0,1	0,1	0,1	20
ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoaat/ trifluor-3-(hexafluor-3-(trifluormethoxy)propoxy)propaanzuur	ADONA/DONA ⁷	958445-44-8 / 919005-14-4	0,03	0,1	0,1	1,0	1,0
PFAS							
PFAS afkorting							
CAS nr lineaire PFAS							
RPF*							
RWS LOQ_{min}							
RWS LOQ_{max}							
Drw LOQ_{min}							
Drw LOQ_{max}							
Telomeer alcoholen							
1H,1H,2H,2H-perfluoroctanol	6:2 FTOH	647-42-7	0,02	-	-	-	-
1H,1H,2H,2H-perfluordecanol	8:2 FTOH	678-39-7	0,04	-	-	-	-
PFAS							
PFAS afkorting							
CAS nr lineaire PFAS							
RPF*							
RWS LOQ_{min}							
RWS LOQ_{max}							
Drw LOQ_{min}							
Drw LOQ_{max}							
Overige PFAS (RWS database)							
RWS afkorting							
2-(perfluorhexyl)ethaan-1-sulfonzuur	2PFC6yC2a1sf (=6:2 FTS)			0,1	0,1	-	-
perfluoroctaansulfonylamide(N-ethyl)acetaat	EtFOSAA			0,1	0,1	-	-
2(8chlor-hexadecafluorooxy)-tetrafluorethaansulfonzuur,Kz	28CIF16C8oxT			0,2	0,2	-	-
2(6chlor-dodecafluorhexoxy)-tetrafluorethaansulfonaat,Kzout	26CIF12C6oxT			0,1	0,1	-	-

PFAS	PFAS afkorting	CAS nr lineaire PFAS	RPF*	RWS LOQ_{min}	RWS LOQ_{max}	Drw LOQ_{min}	Drw LOQ_{max}
Overige PFAS (RWS database)	RWS afkorting						
cis-hexadecafluor-2-deceenzuur	cF16C10ezr			0,1	0,1	-	-
perfluorooctaansulfonylamide(N-methyl)acetaat	N_MeFOSAA			0,1	0,1	-	-
Perfluorooctaansulfonamide	FOSA			0,1	0,1	-	-

⁷ ADONA komt in water voor als DONA, daarom zijn deze samengevoegd

Bijlage 2 Aangetroffen PFAS in ruw- en reinwater

Percentage oppervlaktewater (opw)- en grondwatermonsters (grw) (ruw en rein) gebruikt voor de productie van Nederlands drinkwater waarin de PFAS-20 uit de DWR en GenX en ADONA/DONA zijn aangetroffen (periode 2015 tot februari 2021). De PFAS-20 uit de DWR zijn vet gedrukt, de EFSA-4 in *blauw*.

PFAS	Afkorting	Opw ruw (N=747)		Opw rein (N=454)		Grw ruw (N=864)		Grw rein (N=273)	
		% aangetroffen	N	% aangetroffen	N	% aangetroffen	N	% aangetroffen	N
Sulfonzuren									
Perfluorbutaansulfonzuur	PFBS	72%	514	69%	333	4%	671	3%	174
Perfluorpentaansulfonzuur	PFPeS								
Perfluorhexaansulfonzuur	PFHxS	51%	420	40%	309	6%	212	1%	184
Perfluorheptaansulfonzuur	PFHpS	0%	2	0%	2	0%	2	0%	14
Perfluoroctaansulfonzuur	PFOS	69%	561	40%	330	4%	822	1%	245
Perfluornonaansulfonzuur	PFNS								
Perfluordecaansulfonzuur	PFDS	0%	2	0%	2	0%	4	0%	14
Perfluorundecaansulfonzuur	PFUnDS								
Perfluordodecaansulfonzuur	PFDoDS								
Perfluortridecaansulfonzuur	PFTrDS								
PFAS	Afkorting	Opw ruw (N=747)		Opw rein (N=454)		Grw ruw (N=864)		Grw rein (N=273)	
		% aangetroffen	N	% aangetroffen	N	% aangetroffen	N	% aangetroffen	N
Carbonzuren									
Perfluorbutaanzuur	PFBA	70%	421	75%	316	8%	204	8%	204
Perfluorpentaanzuur	PFPeA	29%	393	40%	301	1%	89	4%	70
perfluorhexaanzuur	PFHxA	60%	459	60%	323	11%	218	4%	149
Perfluorheptaanzuur	PFHpA	51%	404	53%	312	3%	200	3%	149
Perfluoroctaanzuur	PFOA	85%	590	85%	366	9%	837	13%	256
Perfluornonaanzuur	PFNA	18%	394	3%	266	0%	202	0%	184
Perfluordecaanzuur	PFDA	5%	387	0%*	265	0%	200	0%	149
Perfluorundecaanzuur	PFUnDA	1%	225	0%	143	3%	39	0%	36

PFAS	Afkorting	Opw ruw (N=747)		Opw rein (N=454)		Grw ruw (N=864)		Grw rein (N=273)	
		% aangetroffen	N	% aangetroffen	N	% aangetroffen	N	% aangetroffen	N
Carbonzuren									
Perfluordodecaanzuur	PFDoDA	0%	2	0%	2	0%	4	0%	14
Perfluortridecaanzuur	PFTrDA	0%	2	0%	2	0%	2	0%	14
PFAS	Afkorting	Opw ruw (N=747)		Opw rein (N=454)		Grw ruw (N=864)		Grw rein (N=273)	
		% aangetroffen	N	% aangetroffen	N	% aangetroffen	N	% aangetroffen	N
Ether carbonzuren									
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur	HFPO-DA (~GenX)	82%	318	89%	253	19%	59	6%	48
ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluornonanoaat/ trifluor-3-(hexafluor-3-(trifluormethoxy)propoxy)propaanzuur	ADONA/DONA	0%	2	0%	2	0%	2	0%	14

* In slechts één drinkwatermonster (van 265) aangetroffen (afgerond 0%)

⁷ ADONA komt in water voor als DONA, daarom zijn deze samengevoegd

Bijlage 3 PFAS in oppervlaktewater op basis van meetgegevens uit het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) van Rijkswaterstaat

De PFAS-20 uit de DWR zijn vet gedrukt, de EFSA-4 in blauw.

PFAS	Afkorting	Gemiddeld Percentage gedetecteerd/ geanalyseerd (alle RWS locaties)	Aantal metingen (2008 – 2020)	Aantal RWS locaties aangetroffen
Sulfonzuren				
Perfluorbutaansulfonzuur	PFBS	70.6%	1783	49
Perfluorpentaansulfonzuur	PFPeS	77.3%	941	42
Perfluorhexaansulfonzuur (lineair)	PFHxS	70.2%	1783	48
som vertakte PFHxS-isomeren	PFHxS	96.7%	941	46
Perfluorheptaansulfonzuur	PFHpS	19.5%	941	28
perfluor-1-octaansulfonaat (lineair)	PFOS	71.2%	1783	48
som vertakte PFOS-isomeren	PFOS	99.9%	1256	48
Perfluornonaansulfonzuur	PFNS	0.4%	941	4
perfluor-1-decaansulfonaat (lineair)	PFDS	0.3%	1783	5
1H,1H,2H,2H-perfluordecaansulfonzuur	PFDS	4.9%	941	14
Perfluorundecaansulfonzuur	PFUnDS	-		
Perfluordodecaansulfonzuur	PFDoDS	-		
Perfluortridecaansulfonzuur	PFTTrDS	-		
PFAS	Afkorting	Gemiddeld Percentage gedetecteerd/ geanalyseerd (alle RWS locaties)	Aantal metingen (2008 – 2020)	Aantal RWS locaties aangetroffen
Carbonzuren				
perfluorbutaanzuur	PFBA	70.0%	1782	48
Perfluorpentaanzuur	PFPeA	70.2%	1768	48
perfluorhexaanzuur	PFHxA	70.5%	1783	48
Perfluorheptaanzuur	PFHpA	70.1%	1783	48

PFAS	Afkorting	Gemiddeld Percentage gedetecteerd/ geanalyseerd (alle RWS locaties)	Aantal metingen (2008 – 2020)	Aantal RWS locaties aangetroffen
Carbonzuren				
perfluorooctaanzuur	PFOA	72.4%	1790	48
perfluornonaanzuur	PFNA	64.0%	1783	48
Perfluordecaanzuur	PFDA	61.4%	1783	48
perfluorundecaanzuur	PFUnDA	10.2%	1783	31
perfluordodecaanzuur	PFDoDA	16.6%	1682	36
Perfluortridecaanzuur	PFTrDA	1.8%	1700	14
perfluortetradecaanzuur	PFTeDA	0.1%	1628	3
perfluorhexadecaanzuur	PFHxDA			
perfluoroctadecaanzuur	PFODA			
PFAS	Afkorting	Gemiddeld Percentage gedetecteerd/ geanalyseerd (alle RWS locaties)	Aantal metingen (2008 – 2020)	Aantal RWS locaties aangetroffen
Ether carbonzuren				
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propionzuur	HFPO-DA (~GenX / FRD_903)	23.7%	927	27
ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluornonanoaat / trifluor-3-(hexafluor-3-(trifluormethoxy)propoxy)propaanzuur	ADONA/DONA	1.3%	941	4
PFAS	Afkorting	Gemiddeld Percentage gedetecteerd/ geanalyseerd (alle RWS locaties)	Aantal metingen (2008 – 2020)	Aantal RWS locaties aangetroffen
Telomeer alcoholen				
1H,1H,2H,2H-perfluorooctanol	6:2 FTOH			
1H,1H,2H,2H-perfluordecanol	8:2 FTOH			

PFAS	Afkorting	Gemiddeld Percentage gedetecteerd/ geanalyseerd (alle RWS locaties)	Aantal metingen (2008 – 2020)	Aantal RWS locaties aan- getroffen
Naam in RWS database				
2-(perfluorhexyl)ethaan-1-sulfonzuur	2PFC6yC2a1sf (=6:2 FTS)	35.5%	908	39
perfluorooctaansulfonylamide(N-ethyl)acetaat	EtFOSAA	31.1%	941	30
2(8chlor-hexadecafluorooctoxy)- tetrafluorethaansulfonzuur,Kz	28CIF16C8oxT	0.1%	941	1
2(6chlor-dodecafluorhexoxy)- tetrafluorethaansulfonaat,Kzout	26CIF12C6oxT	0.0%	941	-
cis-hexadecafluor-2-deceenzuur	cF16C10ezr	0.0%	941	-
perfluorooctaansulfonylamide(N-methyl)acetaat	N_MeFOSAA	15.1%	941	23
Perfluorooctaansulfonamide	FOSA	26.4%	941	44

Bijlage 4 Vergelijking PFAS parameterwaarden Europese Drinkwaterrichtlijn

Percentage monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater of grondwater dat de PFAS parameterwaarden in de Europese Drinkwaterrichtlijn overschrijdt, periode 2015 tot februari 2021 (100 ng/L voor de som van 20 PFAS, 500 ng/L voor de som van alle PFAS). Metingen onder de kwantificatielimit (LOQ) zijn op drie manieren benaderd: < LOQ = 0 (Lower Bound scenario), ½*LOQ (Medium Bound scenario) of 1*LOQ (Upper Bound scenario).

		Drinkwater geproduceerd uit oppervlaktewater (N = 454)		Drinkwater geproduceerd uit grondwater (N = 273)	
		% normoverschrijdingen	Gemiddelde (min - max) concentratie (ng/L)	% normoverschrijdingen	Gemiddelde (min - max) concentratie (ng/L)
Metingen <LOQ = 0	20 EU PFAS (100 ng/L)*	0,0%	17.8 (0 - 64)	0,0%	1.2 (0 - 24.6)
	Somnorm PFAS (500 ng/L)**	0,0%	21.3 (0 - 70)	0,0%	1.2 (0 - 24.8)
Metingen <LOQ = 1/2*LOQ	20 EU PFAS (100 ng/L)*	0,0%	30.4 (0 - 99)	1,1%	37.3 (0 - 360)
	Somnorm PFAS (500 ng/L)**	0,0%	34.1 (0 - 99)	0,0%	37.4 (0 - 360)
Metingen <LOQ = 1*LOQ	20 EU PFAS (100 ng/L)*	15%	43.1 (0 - 150)	34%	73.4 (0 - 720)
	Somnorm PFAS (500 ng/L)**	0,0%	46.8 (0 - 150)	0,4%	73.6 (0 - 720)

* Analyse is op basis van 15/20 EU DWR PFAS, in de geanalyseerde monsters drinkwater zijn perfluorpentaansulfonzuur (PFPeS), perfluornonaansulfonzuur (PFNS), perfluorundecaansulfonzuur (PFUnDS), perfluordodecaansulfonzuur (PFDoDS) en perfluortridecaansulfonzuur (PFTrDS) niet gemeten.

** Dit is op basis van de 15 PFAS uit de Europese Drinkwaterrichtlijn, Gen-X en ADONA/DONA

Bijlage 5 Bijdrage individuele PFAS aan som PFOA-equivalenten (PEQ)

Tabel behorend bij Figuur 1 in het rapport: Gemiddelde (minimale - maximale) fractie van de totale concentratie PFAS (op basis van PEQ) voor elk van de gemeten PFAS in drinkwater uit oppervlaktewater of grondwater (periode 2015 tot februari 2021) in het Lower Bound scenario (metingen onder de kwantificatielimiet (LOQ) = 0). EFSA-4 PFAS in *blauw*

PFAS	RPF	Drinkwater uit oppervlaktewater (N=454)	Drinkwater uit grondwater (N=273)
Perfluorbutaansulfonzuur (PFBS)*	0,001	0.01 (0 - 1)	0 (0 - 0)
Perfluorpentaansulfonzuur (PFPeS)	0,6		
Perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS)	0,6	0.03 (0 - 0.37)	0.01 (0 - 0.2)
Perfluorheptaansulfonzuur (PFHpS)	2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
Perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)	2	0.14 (0 - 0.78)	0.05 (0 - 0.96)
Perfluornonaansulfonzuur (PFNS)			
Perfluordecaansulfonzuur (PFDS)	2	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
Perfluorundecaansulfonzuur (PFUnDS)			
Perfluordodecaansulfonzuur (PFDoDS)			
Perfluortridecaansulfonzuur (PFTriDS)			
Perfluorbutaanzuur (PFBA)	0,05	0.12 (0 - 1)	0.02 (0 - 0.06)
Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	0,05	0.01 (0 - 0.09)	0 (0 - 0.09)
Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	0,01	0.01 (0 - 0.92)	0 (0 - 0.01)
Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	1	0.22 (0 - 1)	0.09 (0 - 0.89)
Perfluoroctaanzuur (PFOA)	1	0.59 (0 - 1)	0.89 (0 - 1)
Perfluornonaanzuur (PFNA)	10	0.01 (0 - 0.37)	0 (0 - 0)
Perfluordecaanzuur (PFDA)**	10	0 (0 - 0.5)	0 (0 - 0)
Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	4	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
Perfluortridecaanzuur (PFTrDA)	3	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
HFPO-DA (~GenX / FRD_903)	0,06	0.18 (0 - 1)	0 (0 - 0.01)
ADONA (dodecafluoro-3H-4.8-dioxanonoate)	0,03	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)

* Wel aangetroffen maar vanwege RPF van 0,001 nadert het nul (op 2 decimalen afgerond is het 0)

** Slechts in één monster aangetroffen

Bijlage 6 Vergelijking met indicatieve drinkwaterrichtwaarde op basis van PFOA-equivalenten (PEQ)

Tabel behorend bij Tabel 5 in het rapport: Percentage monsters drinkwater gemaakt van oppervlaktewater en grondwater dat de in (RIVM, 2021b) afgeleide indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng PEQ/L overschrijdt (periode 2015 tot februari 2021). Metingen onder de kwantificatielimiet (LOQ) zijn op drie manieren benaderd: $< LOQ = 0$, $\frac{1}{2} * LOQ$ of LOQ .

A) Berekening met alleen EFSA-4 PFAS

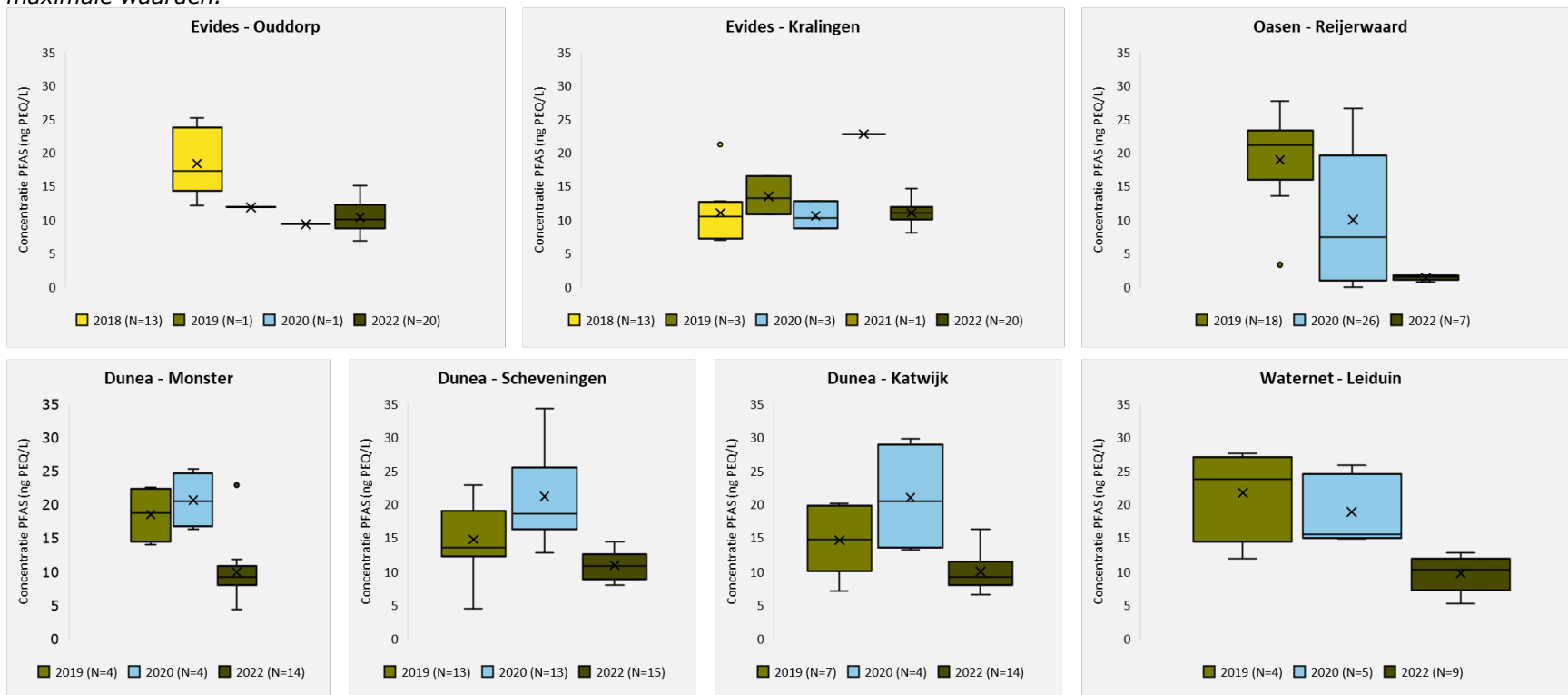
EFSA-4 PFAS	Drinkwater geproduceerd uit oppervlaktewater (N = 454)		Drinkwater geproduceerd uit grondwater (N = 273)	
	% overschrijdingen	Gemiddelde (min - max) concentratie (ng PEQ/L)	% overschrijdingen	Gemiddelde (min - max) concentratie (ng PEQ/L)
Metingen $< LOQ = 0$	53%	6.74 (0 - 36)	10%	0.76 (0 - 12)
Metingen $< LOQ = \frac{1}{2} * LOQ$	75%	25.25 (0 - 92)	74%	38.65 (0 - 370)
Metingen $< LOQ = 1 * LOQ$	77%	43.77 (0 - 160)	92%	76.54 (0 - 740)

B) Berekening met alle in drinkwater aangetroffen PFAS

Alle PFAS	Drinkwater geproduceerd uit oppervlaktewater (N = 454)		Drinkwater geproduceerd uit grondwater (N = 273)	
	% overschrijdingen	Gemiddelde (min - max) concentratie (ng PEQ/L)	% overschrijdingen	Gemiddelde (min - max) concentratie (ng PEQ/L)
Metingen $< LOQ = 0$	57%	8.48 (0 - 36.4)	10%	0.81 (0 - 12.35)
Metingen $< LOQ = \frac{1}{2} * LOQ$	82%	43.37 (0 - 148.11)	78%	71.66 (0 - 1585.5)
Metingen $< LOQ = 1 * LOQ$	83%	78.27 (0 - 270.72)	93%	142.52 (0 - 3171)

Bijlage 7 Boxplots PFAS-somconcentraties pompstations uit Tabel 7 per jaar (periode 2018-2022)

Boxplots behorend bij Tabel 7 in het rapport: PFAS-somconcentraties per jaar bij zeven van de acht pompstations waar in de periode 2018 tot februari 2021 in individuele monsters drinkwater somconcentraties hoger dan 22 ng PEQ/L zijn aangetroffen. Metingen onder de kwantificatielimiet (LOQ) zijn op 0 gesteld (LB scenario). Toelichting boxplots: de middelste horizontale lijn geeft de mediaan weer, het kruisje het gemiddelde, de box gaat van het eerste tot het derde kwartiel. De haken boven en onder gaan van de minimale tot de maximale waarden.



RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag