

PFAS-pesticiden en grondwater

Verkenning

Annemarie Dekker, Peter Leendertse, Hugo Bosland en
Steven Holleman



Water



Onderzoeken

CLM-1193



Dit is een rapportage van CLM Onderzoek en Advies
juli, 2024

CLM-publicatienummer: 1193

Opdrachtgever: Vewin

Auteurs: Annemarie Dekker, Peter Leendertse, Hugo
Bosland en Steven Holleman

Foto omslag: Freepik.com

CLM Onderzoek en Advies
Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

Postbus 62
4100 AB Culemborg

www.clm.nl
0345 470 700

PFAS-pesticiden en grondwater

Verkenning

INHOUD

1. Inleiding	4
1.1 Wat zijn PFAS?	4
1.2 PFAS-pesticiden in Frankrijk	5
1.3 Kamervragen in december 2023	6
1.4 Restrictievoorstel voor PFAS	7
1.5 Verkenning PFAS-pesticiden en grondwater	7
2. Toelating en Afzet PFAS-pesticiden in Nederland	8
2.1 Overzicht PFAS-pesticiden	8
2.2 Afzet van PFAS-pesticiden 2010-2022	9
2.2.1 Ontwikkeling afzet PFAS-pesticiden Nederland	9
2.2.2 Vergelijking afzet PFAS-pesticiden Nederland, Frankrijk en Duitsland	10
2.2.3 Rangschikking PFAS-pesticiden naar mate van afzet	11
2.3 Relatief groot en stijgend aandeel PFAS-fungiciden	13
3. Risico's voor uitspoeling naar het grondwater	15
3.1 Risico's voor uitspoeling naar het grondwater	15
3.2 Ontwikkeling risico's voor het grondwater	17
3.3 Monitoring PFAS-pesticiden in het grondwater	18
3.4 Normering van PFAS in drinkwater	19
4. Conclusies en reflectie	21
4.1 Conclusies	21
4.2 Reflectie	22
Referenties	25



1. INLEIDING

In de afgelopen jaren neemt het gebruik van PFAS-pesticiden toe. Vewin (Vereniging van waterbedrijven in Nederland) maakt zich zorgen over de mogelijke bedreiging van het grondwater als bron voor drinkwater door deze gewasbeschermingsmiddelen. In opdracht van Vewin heeft CLM een eerste verkenning uitgevoerd. In dit hoofdstuk wordt de aanleiding en de opzet van deze verkenning toegelicht.

1.1 Wat zijn PFAS?

PFAS staat voor per- en polyfluoralkylstoffen. Het zijn stoffen die niet in de natuur voorkomen, maar door mensen zijn gemaakt. PFAS bestaan uit de ketens van koolstof- en fluoratomen. Ketens van koolstof komen wel voor in de natuur. Bij de productie van PFAS zijn aan ketens van koolstof fluoratomen toegevoegd.

Er zijn veel verschillende PFAS. Of een gefluoreerde stof wel of niet als PFAS wordt geclassificeerd is sterk afhankelijk van de definitie van PFAS. In Nederland hanteert het RIVM de definitie van de OECD van 2021¹. De OECD definieert PFAS als gefluoreerde stoffen die minstens één gefluoreerde methyl (-CF₃) of methyleen (-CF₂-) koolstofatoom bevatten (zonder dat aan die methyl of methyleen groep een H, Cl, Br of I atoom gebonden is). Op basis van deze definitie zijn er ruim 10.000 PFAS. Op basis van de definitie van het restrictievoorstel van ECHA is de groep PFAS kleiner; goed afbreekbare subgroepen zijn uitgesloten.² In Annex A van restrictievoorstel is een lijst met PFAS pesticiden opgenomen. Deze lijst is gebruikt in dit onderzoek.

PFAS worden al sinds de jaren '40 van de vorige eeuw geproduceerd voor heel veel verschillende toepassingen. PFAS hebben unieke 'oppervlakte-actieve

¹ [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2021\)25/En/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2021)25/En/pdf)

De definitie van 2021 is ruimer dan de eerdere definitie van 2011. De definitie van 2011 was gebaseerd op werk van Buck et al. (2011), waarin 268 soorten PFAS werden onderscheiden met een sterke nadruk op perfluoralkyl verbindingen met lange ketens.

² <https://echa.europa.eu/documents/10162/f605d4b5-7c17-7414-8823-b49b9fd43aea>

eigenschappen', waardoor ze water- en olieafstotend zijn en goed bestand zijn tegen bijvoorbeeld hitte of zuren.³

Van emissies van PFAS-houdend afvalwater vanuit de industrie en afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties is inmiddels bekend dat PFAS ook nadelige gevolgen kunnen hebben voor water, bodem, lucht en voor de gezondheid van mens en dier. Er zijn vooral zorgen om PFAS vanwege volgende stofeigenschappen:

- Persistentie: ze breken niet of nauwelijks af in het milieu;
- Toxiciteit: ze kunnen schadelijke effecten geven in mensen en het milieu;
- Mobiliteit: ze verspreiden zich gemakkelijk en snel in het milieu;
- Bio-accumulatie: ze hopen zich op in het menselijk lichaam, in dieren en planten.⁴

De diversiteit binnen de grote groep PFAS is echter groot. PFAS hebben verschillende fysisch-chemische eigenschappen en gedragen zich daardoor ook verschillend in het milieu.

Binnen de groep wordt onderscheid gemaakt tussen PFAS met ultra-korte ketens (met 2-3 koolstofatomen), korte ketens (4-6 koolstofatomen) en lange ketens (meer dan 7 koolstofatomen). Ook is er onderscheid tussen de geperfluoreerde alkyl verbindingen (waarin alle aan koolstof gebonden H-atomen vervangen zijn door fluor) en de gepolyfluoreerde alkyl verbindingen (waarin ook nog C-atomen voorkomen met minsten één gebonden H-atoom).⁵

De laatste tijd is er veel aandacht voor de PFAS die in de landbouw worden toegepast voor het bestrijden van ziekten en plagen, zowel preventief als curatief. De publicatie van het Pesticide Action Network en Générations Futures speelt daarin een grote rol (zie paragraaf 1.2).

1.2 PFAS-pesticiden in Frankrijk

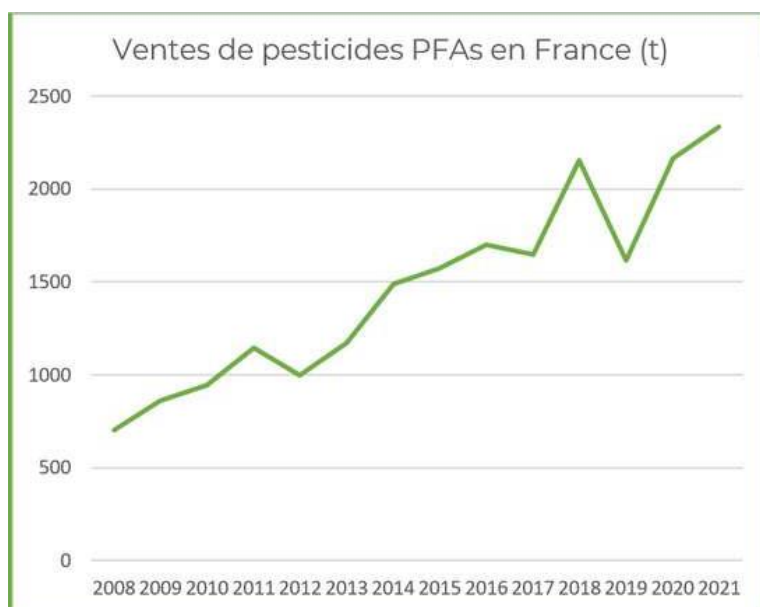
In 'Europe's toxic harvest, Unmasking PFAS pesticides authorised in Europe', gepubliceerd door het Pesticide Action Network en Générations Futures in November 2023, wordt gemeld dat in Europa 37 PFAS-pesticiden zijn toegelaten.

³ Pancras, T., E. van Bentum en H. Slenders (2018), Per- en PerFluor Alkyl Stoffen (PFAS), Kennisdocument over stofeigenschappen, gebruik, toxicologie, onderzoek en sanering van PFAS in grond en grondwater. Expertisecentrum PFAS.

⁴ [Rivm.nl/pfas](https://rivm.nl/pfas)

⁵ Zie 2.

30 van deze 37 PFAS-pesticiden zijn in Frankrijk toegelaten. 13% van alle toegelaten gewasbeschermingsmiddelen zijn PFAS-pesticiden. Onderzoek naar de verkoop van de PFAS-pesticiden in Frankrijk laat zien dat de afzet in 13 jaar is verdrievoudigd: van 700 ton in 2008 naar 2332 ton in 2021.



Figuur 1:
Verkoop van PFAS-pesticiden
in Frankrijk in tonnen per jaar,
2008-2021 (Bron: Pesticide
Action Network Europe and
Générations Futures (2023).

1.3 Kamervragen in december 2023

Naar aanleiding van bovengenoemde publicatie zijn er in de Tweede Kamer vragen gesteld over de toelating van PFAS-pesticiden in Nederland en de risico's voor bodem, water en de menselijke gezondheid.

Uit de antwoorden blijkt dat er in Nederland 28 PFAS-pesticiden zijn toegelaten⁶. Het gaat dan om *werkzame stoffen* die gebruikt worden in 124 toegelaten gewasbeschermingsmiddelen en 6 toegelaten biociden.

Daarnaast worden er ook PFAS als *hulpstof* toegevoegd aan gewasbeschermingsmiddelen om de werking ervan te verbeteren. In Nederland bevatten 5 toegelaten gewasbeschermingsmiddelen en 1 toegelaten biocide PFAS als hulpstof.

Van alle gewasbeschermingsmiddelen bevat ca. 10% PFAS (als werkzame stof en/of als hulpstof), bij de biociden gaat het om minder dan 1%, aldus het Ministerie van LNV in de Beantwoording vragen inzake PFAS in bestrijdingsmiddelen d.d. 16 februari 2024.

⁶ Een van de 28, flocoumafen, is een rodenticide en deze valt buiten de scope van deze verkenning.

1.4 Restrictievoorstel voor PFAS

Uit zorg om deze gevolgen heeft een aantal Europese landen, waaronder Nederland, in januari 2023 een 'restrictievoorstel' ingediend bij het EU Agentschap voor Chemische stoffen (ECHA), waarin een algeheel verbod op PFAS wordt voorgesteld. PFAS-pesticiden zijn uitgesloten van dit restrictievoorstel. De argumentatie hiervoor is dat voor pesticiden en biociden een op zichzelf staande beoordelings- en toelatingssystematiek bestaat. De PFAS-hulpstoffen in gewasbeschermingsmiddelen en biociden maken wél onderdeel uit van het restrictievoorstel.

Het ECHA is nu bezig om, na een publieke consultatie, adviezen van wetenschappers te verzamelen. In 2025 zal de Europese Commissie een besluit nemen. Ondertussen is het RIVM een breed PFAS-onderzoeksprogramma (2023-2025) gestart om te onderzoeken hoe de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan PFAS kan worden verminderd.

1.5 Verkenning PFAS-pesticiden en grondwater

Op verzoek van Vewin heeft CLM een verkenning uitgevoerd om inzicht te geven in de toelating en het gebruik van PFAS-pesticiden in Nederland en, aansluitend, in de mogelijke risico's voor grondwater dat dient als bron voor drinkwater.

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van toegelaten PFAS-pesticiden en ontwikkelingen in de afzet van deze middelen. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de mate waarin PFAS-pesticiden gevoelig zijn voor uitspoeling naar het grondwater en worden de richtlijnen voor normering van PFAS in het drinkwater toegelicht. De rapportage wordt afgesloten met conclusies en een reflectie.

2. TOELATING EN AFZET PFAS-PESTICIDEN IN NEDERLAND

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de PFAS-pesticiden die in Nederland zijn toegelaten, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de toepassing als fungicide, herbicide en insecticide. De afzetcijfers die voor de periode 2010-2022 beschikbaar zijn, laten een groeiend aandeel van PFAS-pesticiden in de totale afzet van gewasbeschermingsmiddelen zien. Binnen de groep van PFAS-pesticiden springen vooral de fungiciden eruit, fluazinam, fluopyram en fluopicolide in het bijzonder.

2.1 Overzicht PFAS-pesticiden

In de periode 2010-2023 waren in Nederland 27 PFAS-pesticiden, de hele periode of een deel daarvan, toegelaten (tabel 1). Dit zijn de PFAS-pesticiden waarvan we in de volgende paragraaf de afzetcijfers weergeven. Het gaat om tien fungiciden, tien herbiciden en zeven insecticiden.

Tabel 1 Overzicht van toegelaten PFAS-pesticiden en hun toepassing als fungicide, herbicide of insecticide in de periode 2010-2023.

Fungiciden	Herbiciden	Insecticiden
Cyflufenamide	Diflufenican	Cyflumetofen
Fluazinam	Fluazifop-P-butyl	Flonicamid
Fluopyram (<i>tevens nematocide</i>)	Flufenacet	Lambda-cyhalothrin
Fluopicolide	Isoxaflutool	Metaflumizone
Flutolanil	Prosulfuron	Pyridalyl
Mefentrifluconazole	Pyroxsulam	Sulfoxaflor
Penthiopyrad	Tembotrione	Tefluthrin
Trifloxystrobin	Triflusulfuron-methyl	
Oxathiapiproline	Tritosulfuron	
Flutianil	Picolinafen	

Toelating van triflusaluron-methyl is in februari 2024 beëindigd, maar mag nog tot en met 20 augustus van dit jaar worden gebruikt. De afzet van deze herbicide wordt daarom nog wel in het overzicht meegenomen.

Vaak wordt in overzichten van PFAS-pesticiden ook flocoumafen genoemd, een rodenticide. Deze valt buiten de scope van deze verkenning.⁷

De fungicide flutianil is vanaf mei 2023 toegelaten. Van deze stof is nog geen inzicht in afzetcijfers te geven, omdat alleen de afzetcijfers tot en met 2022 bekend zijn. De herbicide picolinafen heeft een toelating vanaf 2019, maar is blijkbaar in de periode 2019-2022 nog niet verkocht.

Overigens moet worden opgemerkt dat de PFAS-pesticiden een subgroep vormen binnen van de grotere groep gefluoreerde pesticiden. Alexandrino et al. (2022) gaan in op de toegenomen afzet van gefluoreerde pesticiden en de mogelijke gevolgen daarvan in brede zin. Voor ons is dat in deze eerste verkenning niet mogelijk. We beperken ons nu tot de 27 PFAS-pesticiden die voldoen aan de OECD-definitie (en zijn opgesomd in Annex A van het ECHA voorstel) en in de periode 2010-2023, de hele periode of een deel daarvan, waren toegelaten in Nederland.

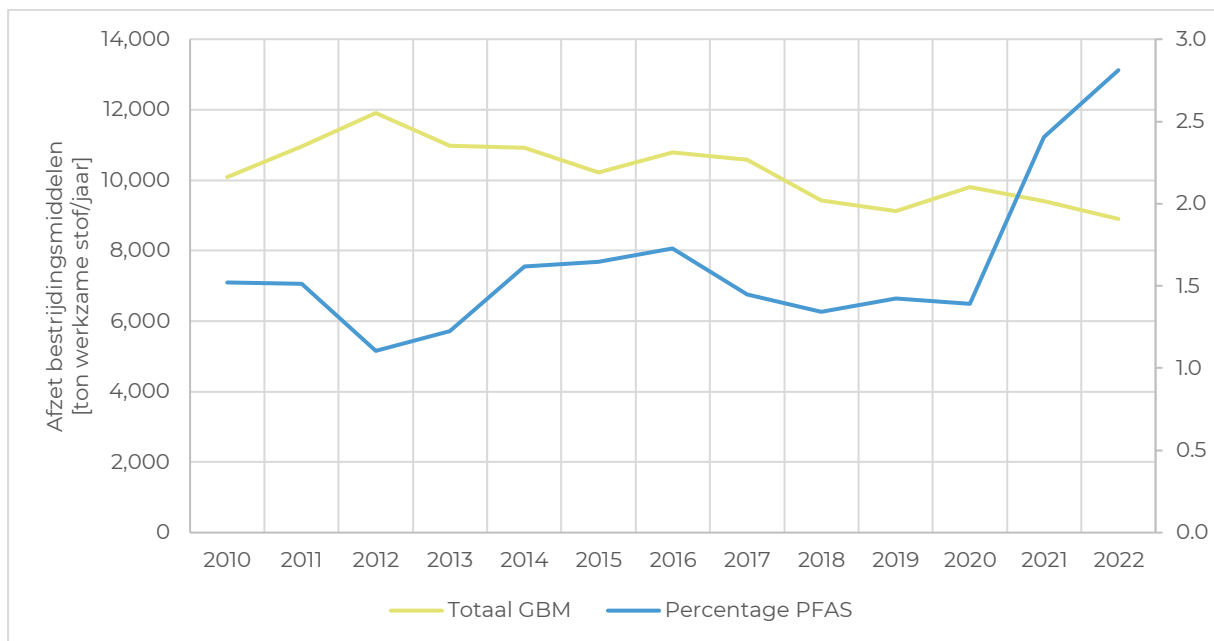
2.2 Afzet van PFAS-pesticiden 2010-2022

2.2.1 Ontwikkeling afzet PFAS-pesticiden Nederland

In de periode 2010-2022 laat de afzet van alle gewasbeschermingsmiddelen tezamen (met en zonder PFAS), na een stijging in de eerste twee jaar, een langzaam dalende trend zien. De afzet van PFAS-pesticiden is tegelijkertijd toegenomen tot een aandeel van 3,5 % in de totale afzet (zie figuur 2 op de volgende pagina).

⁷ Rodenticiden zijn biociden die gebruikt worden om ratten, muizen en andere knaagdieren te bestrijden. Sinds de invoering van Integrated Pest Management op 1 januari 2023 worden rodenticiden op basis van aangewezen stoffen alleen door gecertificeerde bedrijven en professionals gebruikt, uitsluitend als laatste redmiddel, na voldoende inzet van preventieve en niet-chemische middelen.

<https://www.ctqb.nl/onderwerpen/rodenticiden>



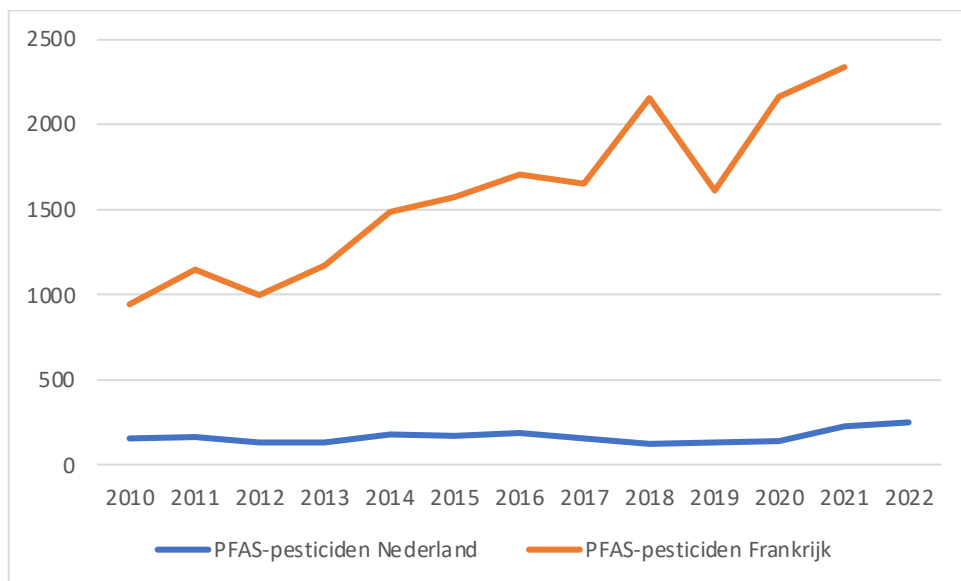
Figuur 2 Ontwikkeling afzet van alle gewasbeschermingsmiddelen 2010-2022 (linker y-as) en ontwikkeling van het percentage afzet van PFAS-pesticiden in de totale afzet van gewasbeschermingsmiddelen (rechter y-as) – (samengesteld op basis van de data van de rijksoverheid <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2022/05/19/afzetgegevens-gewasbeschermingsmiddelen-in-nederland>)

Sinds 2010 is de afzet van PFAS-pesticiden sterk gestegen van 153 ton werkzame stof naar 250 ton werkzame stof. Het gaat in totaal om een toename van 63,4%.

Er is geen continue stijging. De afzetcijfers over de periode 2010-2022 laten een enigszins wisselende afzet zien, met een toename in de periode 2014-2016, waarna weer een daling inzette. De laatste jaren neemt de afzet van PFAS-pesticiden sterk toe. Van 2020-2022 gaat het om een toename van 83,2%.

2.2.2 Vergelijking afzet PFAS-pesticiden Nederland, Frankrijk en Duitsland

Bij het vergelijken van de afzet van PFAS-pesticiden in Nederland en in Frankrijk (op basis van cijfers van PAN Europa) is de afzet in Nederland in absolute zin minder omvangrijk dan die in Frankrijk en stijgt deze ook minder snel (zie figuur 3 op de volgende pagina).



Figuur 3 Vergelijking afzet van PFAS-pesticiden in Nederland en Frankrijk 2010-2021 in ton per jaar (voor Frankrijk ontbreekt de afzet van 2022). Nederlandse gegevens gebaseerd op data van de overheid (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2022/05/19/afzetgegevens-gewasbeschermingsmiddelen-in-nederland>) en Franse gegevens gebaseerd op het rapport van Pesticide Action Network Europe and Générations Futures (2023).

Nederland heeft een veel kleiner landbouwareaal (ca. 1 miljoen ha) dan Frankrijk (ca. 18 miljoen ha). Volgens PAN Europa en PAN Nederland (2024) is de afzet van PFAS-pesticiden per ha in Nederland met 0,221 kg/ha veel hoger dan in Frankrijk (0,130 kg/ha) en Duitsland (0,125/ha). Voor deze vergelijking zijn cijfers over de omvang van het landbouwareaal van 2021 gebruikt.

2.2.3 Rangschikking PFAS-pesticiden naar mate van afzet

In tabel 2 op de volgende pagina zijn de 27 PFAS-pesticiden, die in de periode 2010-2023 waren toegelaten (zie tabel 1), gerangschikt naar de mate waarin ze in 2022 zijn afgezet.

Tabel 2 Overzicht van in de periode 2010-2022 toegelaten PFAS-pesticiden, gerangschikt naar afzet in 2022 in kg werkzame stof (van meest naar minst verkocht), met specificatie van hun toepassing als fungicide, herbicide en insecticide – (samengesteld op basis van de data van de rijksoverheid <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2022/05/19/afzetgegevens-gewasbeschermingsmiddelen-in-nederland>)

Werkzame stof	Type middel	Afzet 2022 (kg werkzame stof)
Fluazinam	Fungicide	46.614
Fluopyram	Fungicide, nematocide	41.578
Fluopicolide	Fungicide	35.914
Flonicamid	Insecticide	22.132
Flufenacet	Herbicide	20.742
Flutolanil	Fungicide	16.695
Mefentrifluconazole	Fungicide	11.702
Tembotrione	Herbicide	10.814
Trifloxystrobin	Fungicide	10.104
Oxathiapiproline	Fungicide	8.366
Diflufenican	Herbicide	6.048
Pyridalyl	Insecticide	5.058
Fluazifop-P-butyl	Herbicide	3.660
Triflusaluron-methyl	Herbicide	2.019
Cyflumetofen	Insecticide	1.782
Lambda-cyhalothrin	Insecticide	1.702
Tritosulfuron	Herbicide	1.448
Sulfoxafloor	Insecticide	1.372
Metaflumizone	Insecticide	984
Pyroxsulam	Herbicide	760
Cyflufenamide	Fungicide	412
Prosulfuron	Herbicide	168
Penthiopyrad	Fungicide	148
Tefluthrin	Insecticide	25
Flutianil	Fungicide	0*
Picolinafen	Herbicide	0
Isoxaflutool	Herbicide	0**
Totaal		250.247

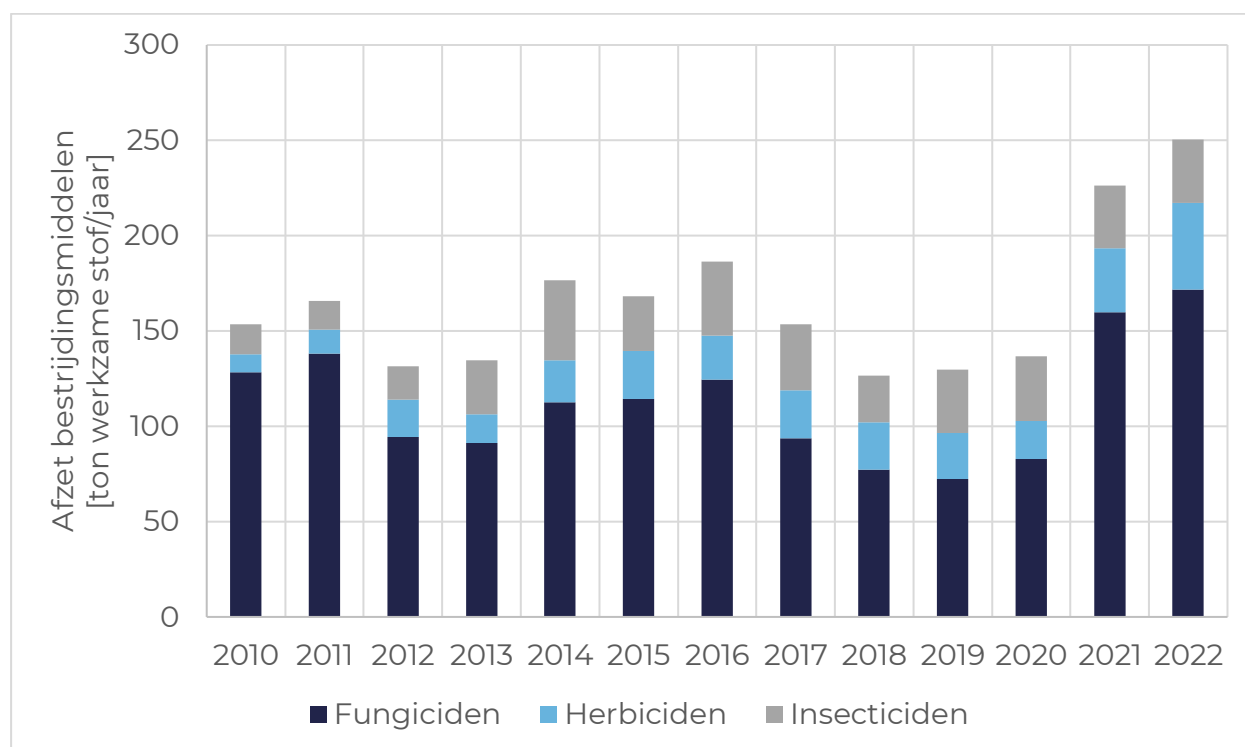
*toegelaten sinds mei 2023

**Isoxaflutool was in 2022 wel toegelaten, maar niet afgezet. Ook in 2019 lijkt het middel niet te zijn afgezet. In alle andere jaren in de periode 2010-2022 was dat wel het geval.

2.3 Relatief groot en stijgend aandeel PFAS-fungiciden

De grootste afzet van PFAS-pesticiden betreft de groep van fungiciden. Ook de sterkste stijging in de afzet doet zich voor binnen deze groep. De afzet van PFAS-herbiciden laat een lichte groei zien, terwijl de afzet van PFAS-insecticiden in de loop van de jaren vrij stabiel is.

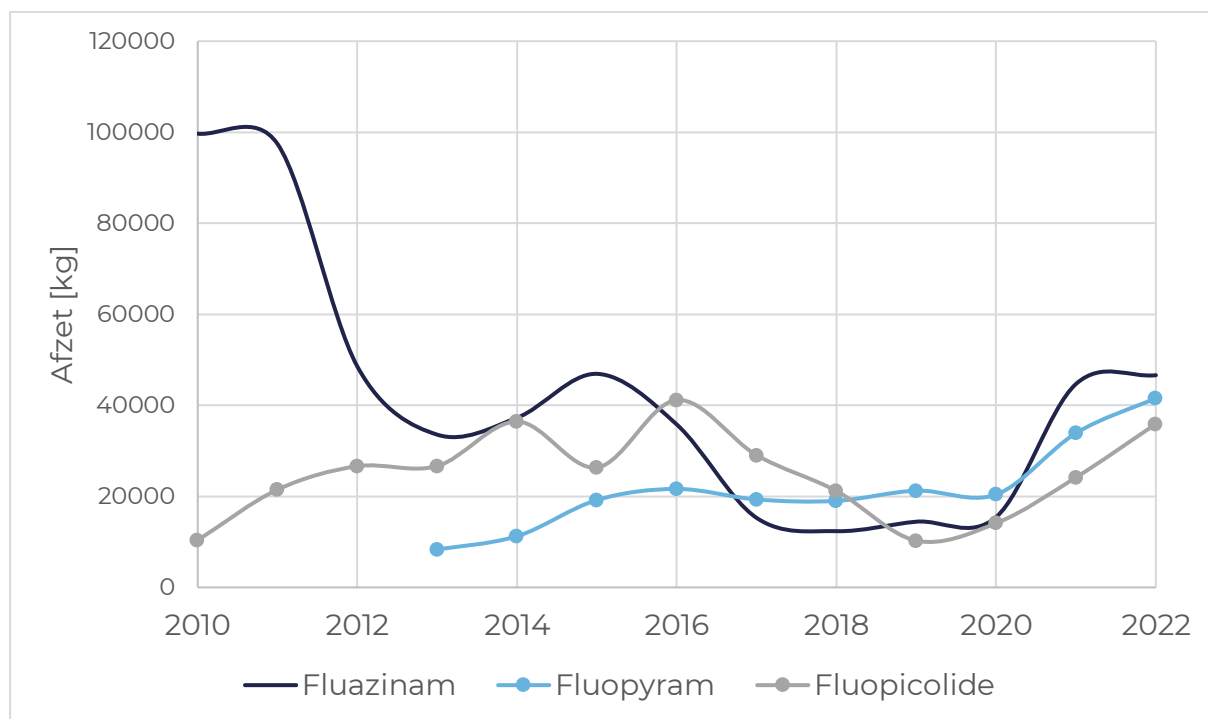
In onderstaande staafdiagram (figuur 4) is het aandeel van PFAS-fungiciden, -herbiciden en -insecticiden in de totale afzet van PFAS-pesticiden weergegeven.



Figuur 4 Aandeel van PFAS-fungiciden, -herbiciden en -insectiden in de totale afzet van PFAS-pesticiden, 2010-2022 - (samengesteld op basis van de data van de rijksoverheid:

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2022/05/19/afzetgegevens-gewasbeschermingsmiddelen-in-nederland>)

In figuur 5 op de volgende pagina is weergegeven hoe de afzet van de 3 in 2022 meest verkochte PFAS-pesticiden zich in de periode 2010-2022 heeft ontwikkeld.



Figuur 5 Verloop van de afzet van de drie PFAS- pesticiden (2010-2022) met de grootste afzet in 2022

In deze figuur is te zien dat met name de afzet van de fungiciden fluazinam, fluopyram en fluopicolide de laatste jaren sterk is toegenomen. Fluazinam, de PFAS-pesticide met de hoogste afzet in 2022, werd in 2010 in veel sterkere mate afgezet. Na een flink dalende afzet is nu weer een sterke toename te zien. De afzet van fluopyram verdubbelde in twee jaar tijd, na toelating in 2013. Tussen 2016 en 2020 bleef de afzet van fluopyram vrij stabiel op ca. 20.000 kg per jaar. Sindsdien is de afzet van fluopyram opnieuw verdubbeld tot 41.578 kg per jaar. Fluopyram wordt niet alleen ingezet als fungicide, maar ook als nematicide en kent een brede toelating in diverse gewassen (in de volle grond groententeelt, in tomaten (onder bescherming), in de sierteelt en in de teelt van hard en zacht fruit). De afzet van fluopicolide laat een flinke toename tussen 2010 en 2016 zien en een dito daling zien tot 2019. Vanaf 2019 is er opnieuw een sterke toename. Ook dit fungicide wordt toegepast in diverse teelten.

3. RISICO'S VOOR UITSPOELING NAAR HET GRONDWATER

Uit analyse met behulp van de CLM-milieumeetlat blijkt dat niet alle PFAS-pesticiden even gevoelig zijn voor uitspoeling naar het grondwater. Wel is bij de risicobeoordeling de mate waarin een middel wordt afgezet meegewogen. Pesticiden met een lage milieubelasting die veel worden toegepast vormen immers ook een risico. Raadpleging van de grondwateratlas geeft een eerste indicatie. Maar weinig stoffen zijn aangetroffen boven de drinkwaternorm van 100 ng/l aangetroffen. De toetsing aan de richtwaarde van 4,4 ng PFOA-equivalenten per liter, zoals afgeleid door het RIVM, wordt in de laatste paragraaf toegelicht.

3.1 Risico's voor uitspoeling naar het grondwater

De mate waarin de PFAS-pesticiden gevoelig zijn voor uitspoeling naar het grondwater is onderzocht met behulp van de CLM-milieumeetlat.⁸ Daarbij is uitgegaan van een gemiddeld organischestofgehalte van 1,5-3% en toepassing in de periode 1 maart-1 september.

Voor alle individuele PFAS-pesticiden zijn de milieubelastingspunten (MBP) voor grondwater vermenigvuldigd met de afzet van het middel in 2022.⁹

Om inzicht te geven in de uitspoelingsgevoeligheid van de PFAS-pesticiden is aan elke stof een kleurcode gegeven (zie tabel 4 en de onderstaande legenda). De rood gemarkeerde stoffen hebben meer dan 1.000 MBP grondwater en zijn daarmee het meest gevoelig voor uitspoeling. De oranje gemarkeerde stoffen vallen in de categorie 100-1.000 MBP grondwater. De groen gemarkeerde stoffen hebben minder dan 100 MBP grondwater.

⁸ De milieumeetlat heeft als basis de stofeigenschappen en risicobeoordeling voor uitspoeling naar het grondwater zoals die door EFSA en Ctgb wordt gehanteerd. De milieumeetlat is een vereenvoudiging maar blijkt een goede indicatie van uitspoelingsrisico te geven (Leendertse et al. 2019).

⁹ Deze methode is bruikbaar om de trend in uitspoeling weer te geven.

Zes van de groen gemarkeerde stoffen hebben 0 MBP grondwater en zijn niet gevoelig zijn voor uitspoeling naar het grondwater.

In de derde kolom is voor alle PFAS-pesticiden het aantal MBP grondwater vermenigvuldigd met de totale afzet van de betreffende werkzame stof in 2022.

Tabel 3 Milieubelastingspunten grondwater per kg en vermenigvuldigd met de afzet in 2022 voor alle individuele PFAS-pesticiden, gerangschikt van hoogste naar laagste milieubelasting grondwater x afzet.

Werkzame stof	MBP grondwater per kg	MBP grondwater x afzet in 2022
Fluopyram	7.665	3,19E+08
Triflurosulfuron-methyl	10.000	2,02E+07
Mefentrifluconazole	1.596	1,87E+07
Fluopicolide	500	1,80E+07
Fluazinam	270	1,26E+07
Tritosulfuron	5.600	8,11E+06
Flufenacet	279	5,79E+06
Fluazifop-P-butyl	800	2,93E+06
Flutolanil	50	8,35E+05
Prosulfuron	4.800	8,06E+05
Tembotrione	29	3,08E+05
Penthiopyrad	366	5,41E+04
Flonicamid	2	4,43E+04
Trifloxystrobin	1	1,01E+04
Tefluthrin	82	2,05E+03
Pyroxsulam	1	7,60E+02
Cyflumetofen	0,1	1,78E+02
Diflufenican	0	0,00E+00
Pyridalyl	0	0,00E+00
Lambda-cyhalothrin	0	0,00E+00
Oxathiapiproline	0	0,00E+00
Sulfoxaflor	0	0,00E+00
Metaflumizone	0	0,00E+00
Cyflufenamide	0	0,00E+00
Flutianil	0**	0,00E+00*
Picolinafen	0	0,00E+00*
Isoxaflutool	860	0,00E+00*
Totaal	32.901	4,07E+08

Legenda

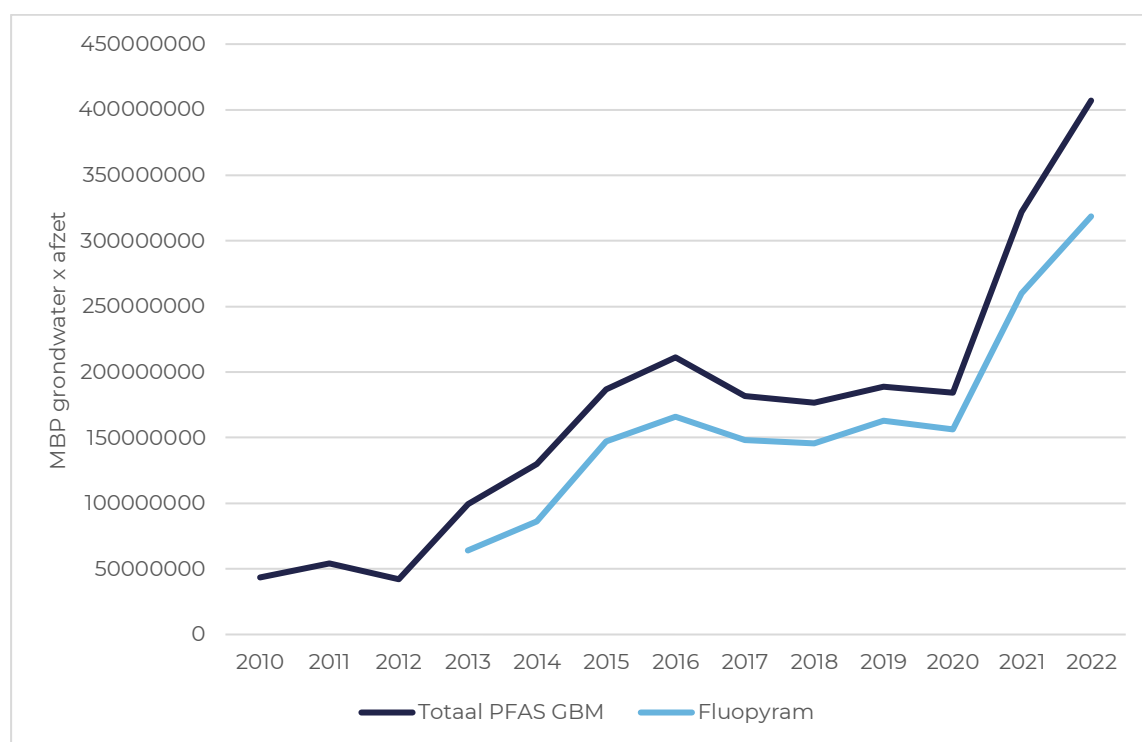
	>= 1000 MBP grondwater
	100-1.000 MBP grondwater
	<= 100 MBP grondwater

*= geen afzet in 2022. **voorlopige MBP grondwater inschatting. MPB berekening nog in uitvoering.

Vijf PFAS-pesticiden komen uit op meer dan 1.000 MBP grondwater. Het gaat om twee fungiciden en drie herbiciden. De bovenste drie leveren, in combinatie met de mate waarin deze middelen in 2022 zijn afgezet, de hoogste risico's op voor uitspoeling naar het grondwater. De milieubelasting van de eerste, fluopyram, lichten we in de volgende paragraaf verder toe. De tweede, triflusulfuron-methyl, is, zoals reeds vermeld in paragraaf 2.1, sinds 21 februari 2024 niet meer toegelaten, maar mag tot 20 augustus 2024 wel nog worden gebruikt.

3.2 Ontwikkeling risico's voor het grondwater

In figuur 6 is de milieubelasting grondwater x afzet van alle PFAS-pesticiden weergegeven met een donkerblauwe lijn. Daartegen is de milieubelasting x afzet van fluopyram afgezet met een lichtblauwe lijn.



Figuur 6 Ontwikkeling milieubelastingspunten grondwater voor alle PFAS-pesticiden (donkerblauwe lijn) en voor fluopyram (lichtblauwe lijn), 2010-2022.

Tussen 2012 en 2016 vindt een sterke stijging plaats van het risico van uitspoeling. Tussen 2020 en 2022 treedt opnieuw een sterke stijging op. Niet alle PFAS-pesticiden zijn even gevoelig voor uitspoeling naar het grondwater. De fungicide fluopyram (weergegeven met de lichtblauwe lijn) is van alle PFAS-pesticiden het meest bepalend voor de risico op uitspoeling.

De stof die is weergegeven met de lichtblauwe lijn heeft een groot risico op uitspoeling naar het grondwater is sterk bepalend voor de sterke stijging. Het betreft de fungicide fluopyram¹⁰. Fluopyram kent een brede toepassing in de volle grond groententeelt, in tomaten (onder bescherming), in de sierteelt en in de teelt van hard en zacht fruit.

3.3 Monitoring PFAS-pesticiden in het grondwater

Als eerste indicatie is via de Grondwateratlas¹¹ nagegaan welke PFAS-pesticiden afgelopen jaren zijn gemonitord en zijn aangetroffen in grondwatermetingen. Er is gezocht op alle jaren, op alle dieptes en alle meetlocaties.

Er blijken grote verschillen te zijn in meetfrequentie tussen de stoffen. Sommige stoffen zijn slechts in enkele jaren gemonitord, andere gedurende een aantal jaren. Van sommige stoffen (9) is recente informatie (2021), van andere stoffen (10) is 2016 het meest recente jaar. Zes van de 26 pesticiden blijken niet in de grondwateratlas te zijn opgenomen en worden -blijkbaar- niet gemonitord. Ook zijn de data in de atlas een doorsnede van diverse -sterk verschillende- meetlocaties, inclusief meetlocaties met gronden die niet gevoelig zijn voor uitspoeling. Grondwaterbeschermingsgebieden zijn over het algemeen wel gevoelig voor uitspoeling, waardoor de grondwateratlas mogelijk niet representatief is voor deze gebieden en gemiddeld een onderschatting van de uitspoeling kan laten zien.

Om toch een eerste indicatie te geven is nagegaan welke stoffen zijn aangetroffen en welke de drinkwaternorm (van 100 ng/l) overschrijden. Acht PFAS-pesticiden zijn aangetroffen, variërend van 1 (trifloxystrobin), 7 (fluopyram) tot 24 keer (flutolanil). Drie van de stoffen (flutolanil, diflufenican en lambda-cyhalothrin) zijn elk drie keer boven de drinkwaternorm aangetroffen, en fluazifop-B-butyl eenmaal.

¹⁰ Sommige pesticiden, waaronder fluopyram en ook mefentrifluconazole kennen wettelijke beperkingen in grondwaterbeschermingsgebieden. Reden is dat in de toelatingsbeoordeling van het Ctgb duidelijk naar voren komt dat fluopyram een verhoogd risico voor uitspoeling heeft. Hoewel de NVWA heeft gerapporteerd dat de naleving van beperkingen in grondwaterbeschermingsgebieden onvolledig is zal de wettelijke beperking betekenen dat de werkelijke uitspoeling in deze gebieden lager zal zijn dan deze eerste inschatting op basis van milieubelasting en afzet.

¹¹ Nieuwste versie 4.3.2. <https://www.pesticidemodels.eu/groundwateratlas/home>

3.4 Normering van PFAS in drinkwater

In het drinkwater wordt PFAS uit verschillende bronnen aangetroffen. Verschillende instanties hebben uiteenlopende richtlijnen opgesteld over de hoeveelheid PFAS die drinkwater mag bevatten.

In 2020 is de Europese Drinkwaterrichtlijn (DWR) aangescherpt, op 12 januari 2021 trad deze in werking. De DWR kent geen normen voor individuele PFAS, maar stelt de norm voor de som van PFAS, ook wel '20PFAS' genoemd, op 100 nanogram per liter (ng/l) en de minimale kwaliteitseis voor 'totaal-PFAS' op 500 ng/l.¹²

In 2022 stelt het RIVM dat het Nederlandse drinkwater al voldoet aan de nieuwe Europese norm.

In de tussentijd heeft de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) echter, op basis van nieuwe wetenschappelijke kennis over gezondheidsrisico's van PFAS, een 'gezondheidskundige grenswaarde' vastgesteld. Zij heeft een 'tolereerbare wekelijkse inname' afgeleid voor de som van vier soorten PFAS, ook wel 'de EFSA-4' genoemd. Op basis van deze EFSA TWI is door RIVM een drinkwaterrichtwaarde voor PFAS vastgesteld van 4,4 ng/l, uitgedrukt in PFOA-equivalenten.

Volgens het RIVM ligt de hoeveelheid PFAS die de Nederlandse bevolking via drinkwater binnenkrijgt beneden deze gezondheidskundige grenswaarde. Het RIVM stelt tegelijkertijd vast dat de inname van PFAS via voedsel veel hoger ligt dan via drinkwater. Via voedsel krijgen mensen in Nederland drie keer zoveel PFAS binnen als via drinkwater. En die totale inname via voedsel en drinkwater ligt boven de 'gezondheidskundige grenswaarde'.¹³

De Wereldgezondheidsorganisatie hanteert als uitgangspunt dat mensen maximaal 20% van de gezondheidskundige grenswaarde via drinkwater binnen mogen krijgen. Die garantie is er nu in Nederland niet. Bij metingen van drinkwater uit rivierwater blijken in ruim de helft van de monsters de concentraties te hoog, bij metingen grondwater gaat het om 10% van de monsters.¹⁴

¹² Kools et al. (2022).

¹³ <https://www.rivm.nl/nieuws/nieuw-onderzoek-bevestigt-mensen-in-nederland-krijgen-te-veel-pfas-binnen>

¹⁴ Deze metingen hebben plaatsgevonden in de periode 2015-2021. Zie: Aa et al. (2022).

Zoals aangegeven in het eerste hoofdstuk, wil het RIVM de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan PFAS verminderen. In 2022 is daarom een drinkwaterrichtwaarde voor PFAS vastgesteld van 4,4 ng/l, uitgedrukt in PFOA-equivalenten. Deze drinkwaterrichtwaarde zal op termijn in het Drinkwaterbesluit worden vastgesteld.

PFOA (perfluorooctaan zuur) is een van de vele vormen van PFAS. Van PFOA zijn de schadelijke effecten voor o.a. het immuunsysteem, de voortplanting en de ontwikkeling van het ongeboren kind bekend.

Om andere PFAS mee te nemen in de richtlijn én de effecten van stapeling van verschillende PFAS te beoordelen, vergelijkt het RIVM andere PFAS met PFOA. Voor zoveel mogelijk PFAS wordt een 'relatieve potentie factor (RPF)' bepaald, waarmee de aanwezigheid van een PFAS wordt gelijkgesteld aan de aanwezigheid van een bepaalde hoeveelheid PFOA. Voor toetsing aan de drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng/l wordt vervolgens gekeken naar de totale som van deze PFOA-equivalenten.

Momenteel zijn de RPF's bepaald voor een dertigtal PFAS, waar de gewasbeschermingsmiddelen in dit rapport niet onder vallen. Deze worden dus (nog) niet meegenomen in de drinkwaterrichtwaarde.

Voor de normering van het Nederlandse drinkwater maakt de bron van de PFAS overigens niet uit.

4. CONCLUSIES EN REFLECTIE

4.1 Conclusies

Over de periode 2010-2022 is er tussen 2014-2016 een toename geweest in de afzet van PFAS-pesticiden, waarna tijdelijk een daling inzette. De laatste jaren neemt de afzet van PFAS-pesticiden sterk toe. Van 2020-2022 gaat het om een toename van 83,2%.

De grootste afzet van PFAS-pesticiden betreft de groep van fungiciden. Ook de sterkste stijging in de afzet doet zich voor binnen deze groep.

De drie meest verkochte fungiciden zijn fluazinam, fluopyram en fluopicolide. Deze middelen kennen een brede toepassing in diverse teelten.

In de periode 2010-2022 is de milieubelasting voor het grondwater van alle 27 PFAS-pesticiden gezamenlijk sterk toegenomen. De PFAS-pesticiden zijn niet allemaal even gevoelig voor uitspoeling naar het grondwater. Vijf PFAS-pesticiden, twee fungiciden en drie herbiciden, komen uit op meer dan 1.000 milieubelastingspunten voor grondwater.

Drie van deze vijf middelen laten ook hoge afzetcijfers zien. De PFAS-pesticide met de hoogste waarde voor milieubelastingspunten grondwater x afzet is fluopyram. Deze stof is het meest bepalend voor het risico op uitspoeling.

Raadpleging van de grondwateratlas geeft een eerste indicatie van het aantreffen van de PFAS pesticiden in het grondwater. Er blijken grote verschillen te zijn in de meetfrequentie van stoffen. Een aantal PFAS-pesticiden is niet in de grondwateratlas opgenomen en worden -blijkbaar- niet gemonitord. Ook zijn de meetlocaties zeer divers en mogelijk onvoldoende representatief. De grondwateratlas biedt nog onvoldoende informatie, ook t.a.v. metabolieten zoals TFA. In de atlas worden verschillende PFAS-pesticiden aangetroffen. Een gering aantal PFAS-pesticiden is in de grondwateratlas aangetroffen boven de drinkwaternorm voor pesticiden van 100 ng/l.

De normering voor PFAS in het drinkwater is inmiddels aangescherpt naar 4,4 ng/l op basis van de uitgangspunten van het EFSA en de Wereldgezondheids-

organisatie. De richtlijn is dat mensen maximaal 20% van de ‘gezondheidskundige grenswaarde’ via drinkwater binnen mogen krijgen. Die garantie is er nu in Nederland niet. Bij metingen van drinkwater uit rivierwater blijken in ruim de helft van de monsters de concentraties te hoog, bij metingen grondwater gaat het om 10% van de monsters.

Van alle individuele PFAS worden nu PFOA-equivalenten bepaald, zodat individuele PFAS kunnen worden vergeleken én effecten van stapeling van PFAS kunnen worden beoordeeld. Op deze manier kan dus worden berekend of met de som van de PFOA-equivalenten het drinkwater in Nederland onder de drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng/l blijft en de inname van PFAS via drinkwater onder de 20% van de totale inname blijft¹⁵.

4.2 Reflectie

Met deze verkenning hebben we eerste inzichten verkregen in afzet van PFAS-pesticiden en de risico's voor het grondwater, gebaseerd op gegevens over de afzet (tot en met 2022) en gegevens over het grondwater (deels tot 2016, deels tot 2021, voor een deel van de middelen op een beperkte selectie van meetlocaties). We hebben nog geen inzicht in de PFAS-hulpstoffen die aan gewasbeschermingsmiddelen worden toegevoegd om deze beter te laten werken en ook niet in de afzet en de mogelijke risico's van de in 2023 toegelaten PFAS-pesticiden. Biociden met PFAS zijn buiten beschouwing gebleven. Ook hebben we nog geen zicht op de bredere groep van gefluoreerde pesticiden.

De laatste tijd is de aandacht voor PFAS onverminderd groot. Nieuwe ontwikkelingen zijn de dagvaarding van de Nederlandse staat op woensdag 24 april jl. namens de Natuur- en Milieufederatie Zuid-Holland, Friesland, Zeeland en Noord-Holland en zeven andere belangenorganisaties. Met 18 vorderingen eist de groep dat de staat haar zorgplicht vervult om Nederlandse burgers en het milieu te beschermen tegen PFAS in brede zin, ook PFAS-pesticiden.

Op 28 april jl. oordeelde het Europese Hof van Justitie dat lidstaten strenger moeten zijn bij de toelating van bestrijdingsmiddelen en tijdens de toelatingsprocedure gebruik moeten maken van de meest actuele wetenschappelijke kennis.

¹⁵ <https://www.rivm.nl/publicaties/werkwijze-toetsing-pfas-in-drinkwatermonsters>

Persistentie is in de toelatingsbeoordeling van pesticiden een criterium dat wordt meegewogen. Als een werkzame stof in een middel persistent is én bio-accumulatief én toxisch, wordt deze stof in principe niet goedgekeurd. In het restrictievoorstel voor PFAS adviseert ECHA aan de Europese Commissie om meer rekening te houden met persistentie in de toelatingsprocedure voor gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Op dit moment wordt op Europees niveau onderzocht hoe deze aanbeveling in de praktijk kan worden gebracht.

Ook metabolieten zijn onderdeel van de toelatingsbeoordeling van pesticiden. In hoeverre van de in Nederland toegelaten PFAS pesticiden de metabolieten, oftewel afbraakproducten, ook onderdeel vormen van de metingen in grondwater is in deze studie niet onderzocht.

Van alle metabolieten is trifluorazijnzuur (TFA), de meest bekende. Het is een afbraakproduct van diverse pesticiden. TFA is een PFAS, conform de OECD-definitie van PFAS. Het wordt ook wel 'de kleinste PFAS' genoemd.

Op basis van een beperkt aantal dierexperimenten lijkt TFA bij een hoge dosering, ondanks de lage potentie (t.o.v. de PFOA-equivalenten), bij te dragen aan de gecombineerde (toxicologische) effecten van PFAS.¹⁶

In de Provincie Utrecht werd in de vijfde meetronde freatisch grondwater, naast hoge concentraties PFAS (gemiddeld enkele tientallen ng/liter, in 11 monsters > 100 ng/l), TFA als nieuwe stof gemeten in relatief hele hoge concentraties (tot ca 1.000 maal hoger dan de andere aangetroffen PFAS). TFA is vooral sterk verhoogd in gebieden met landgebruik akkerbouw en boomgaard. Dit kan duiden op een relatie met het gebruik van pesticiden in deze vormen van landbouw.¹⁷

Naast TFA bestaan er nog meer metabolieten. Er is nog niet zoveel bekend over deze metabolieten. Meer onderzoek naar de metabolieten, hun gevoeligheid voor uitspoeling en mogelijke risico's die zij met zich meebrengen, is nodig.

PAN en Générations Futures (2023) noemen van een aantal PFAS-pesticiden de metaboliet en ook de persistentie daarvan (zie tabel 4 op de volgende pagina).

¹⁶ RIVM (2023), Drinkwaterrichtwaarde voor trifluorazijnzuur. RIVM-VSP Advies 14434A02.

¹⁷ Provincie Utrecht (2023), Memorandum Toelichting Rapportage Freatisch Grondwaterkwaliteit Meetronde 2023 uitgevoerd in de Provincie Utrecht.

Tabel 4 Metabolieten van een aantal veel verkochte PFAS-pesticiden, met vermelding van hun persistentie (bron: PAN en Générations Futures (2023), p. 16).

Naam PFAS-pesticide	Metabooliet	Mate van persistentie
Diflufenican		
Flufenacet	TFA	Very persistent
Fluopicolide	M-01	Very persistent
Fluazinam	HYP A	Very persistent
Fluopyram	Fluopyram-7-hydroxy	
Flurochloridone	R42819	Very persistent
Mefentrifluconazole	1,2,4 triazole	Persistent
Tau-fluvalinate	Haloaniline	Persistent
Trifloxystrobin	CGA 321113	Very persistent

Tot op heden vindt de risicobeoordeling van PFAS-pesticiden op dezelfde wijze plaats als die van andere gewasbeschermingsmiddelen. Voor de uitspoeling van werkzame stoffen en metabolieten naar het grondwater geldt bij deze beoordeling een norm van 100 ng/l. In grondwaterbeschermingsgebieden is dit 10 ng/l. De mate waarin metabolieten die PFAS bevatten gevormd worden en toxisch zijn of kunnen accumuleren (in het watercompartiment en/of in mensen, dieren en planten) is nog onvoldoende bekend. De kennis over metabolieten is nog steeds in ontwikkeling en verder kennis over de afbraakproducten is nodig.

REFERENTIES

- Aa, N.G.F.M. van der, J. Hartmann en C.E. Smit (2022), PFAS in Nederlands drinkwater vergeleken met de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn en relatie met gezondheidkundige grenswaarde van EFSA. RIVM-briefrapport 2022-0149.
- Alexandrino, D.A.M., C.M.R. Almeida, A.P. Mucha, M.F. Carvalho (2022), Revisiting pesticide pollution: the case of fluorinated pesticides. In: Environmental Pollution 292 (Part A): 118315.
- Buck R.C. et al. (2011), Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. Integrated Environmental Assessment and Management 7(4), 513–541.
<https://doi.org/10.1002/ieam.258>
- Kools, S. N. Meekel en F. Béen (2022). PFAS in Europees watereen verkenning. Rapport KWR 2022.130. KWR Nieuwegein
- Leendertse, P.C., E. Hoftijser en L. Lageschaar (2019). Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen in de open teelten. Achtergrondnotitie. CLM rapport 1007. CLM, Culemborg.
- Pancras, T., E. van Bentum en H. Slenders (2018), Per- en PerFluor Alkyl Stoffen (PFAS), Kennisdocument over stofeigenschappen, gebruik, toxicologie, onderzoek en sanering van PFAS in grond en grondwater. Expertisecentrum PFAS.
- PAN Europa en PAN Nederland (2024), Giftige oogst, De toename van PFAS-pesticiden in groenten en fruit in Europa. PAN Nederland, Assen.
- Pesticide Action Network Europe and Générations Futures (2023), Europe's toxic harvest, unmasking PFAS pesticides authorized in Europe. PAN, Bruxelles, Générations Futures, Paris.

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

www.clm.nl

Laat het goede groeien.