

Grondwaterkwaliteit Nederland 2021-2022

Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit

6 december 2023 - Public



Contactpersoon

RÉMON SAALTINK

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-
Hertogenbosch
Nederland

Dit rapport is tot stand gekomen in opdracht van het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit. De opdracht is begeleid door de volgende instanties/personen:

- Provincie Noord-Brabant: Bas Nelemans (penvoerder / opdrachtgever namens overige provincies);
- Provincie Utrecht/Informatiehuis Water: Janco van Gelderen;
- Provincie Fryslân: Andries Oldenkamp;
- Provincie Groningen: Sander Rumahloine.



Inhoudsopgave

Voorwoord	6
Afkortingen	7
Publiekssamenvatting	8
Samenvatting	9
1 Inleiding	14
1.1 Aanleiding	14
1.2 Doelstelling	14
1.3 Leeswijzer	14
2 Materiaal en methode	15
2.1 Opzet meetronde grondwaterkwaliteit	15
2.2 Bewerking en interpretatie van de meetresultaten	19
2.3 Weergave van de resultaten op kaart	21
3 Overzicht resultaten	22
3.1 Aantallen stoffen	22
3.2 Frequentie van aantreffen	22
3.3 Frequentie normoverschrijdingen	23
3.4 Samenvatting milieuvreemde stoffen	24
4 Anorganische stoffen	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Anorganische stoffen met norm	27
4.3 Overige anorganische stoffen	32
4.4 Conclusies	32
5 Bestrijdingsmiddelen	34
5.1 Achtergrond	34
5.2 Aantreffen	34
5.3 Top 10 bestrijdingsmiddelen en metaboliëten	38
5.4 Overige bestrijdingsmiddelen met normoverschrijding	41
5.5 Extra geanalyseerde stoffen Noord-Brabant en Limburg	42
5.6 Conclusies	44



6	Medische stoffen	46
6.1	Achtergrond	46
6.2	Aantreffen	46
6.3	Top 10 medische stoffen	49
6.4	Andere medische stoffen boven de signaleringswaarde	51
6.5	Extra geanalyseerde stoffen Noord-Brabant en Limburg	52
6.6	Conclusies	53
7	Overige verontreinigende stoffen	55
7.1	Achtergrond	55
7.2	Aantreffen	55
7.3	Top 10 overige verontreinigende stoffen	58
7.4	Andere stoffen boven de signaleringswaarde	61
7.5	Extra geanalyseerde stoffen Noord-Brabant en Limburg	62
7.6	Conclusies	63
8	PFAS	64
8.1	Achtergrond	64
8.2	Aantreffen	64
8.3	Top 10 PFAS	67
8.4	Andere PFAS boven de norm	69
8.5	Invloed van rapportagegrenzen op de resultaten	69
8.6	Extra geanalyseerde stoffen Noord-Brabant en Limburg	71
8.7	Conclusies	73
9	Discussie, conclusies en aanbevelingen	74
9.1	Discussie	74
9.2	Conclusies	74
9.3	Aanbevelingen	77
10	Literatuurlijst	78
	Bijlagen	80
	Bijlagen	
	Bijlage A Anorganische stoffen	81
	Bijlage B Bestrijdingsmiddelen	82
	Algemene metingen	82
	Extra metingen Noord-Brabant en Limburg	86
	Bijlage C Medische stoffen	95
	Algemene metingen	95



Extra metingen Noord-Brabant en Limburg	97
Bijlage D Overige verontreinigende stoffen	99
Algemene metingen	99
Extra metingen Noord-Brabant en Limburg	102
Bijlage E PFAS	104
Algemene metingen	104
Extra metingen Noord-Brabant en Limburg	106
Colofon	107



Voorwoord

In 2020-2021 hebben de provincies een gecoördineerde meetronde uitgevoerd om zowel een provinciaal als een landsdekkend beeld van de grondwaterkwaliteit te verkrijgen van Nederland. De meest recente meetrondes waren in 2015/2016 (gerapporteerd door Sjerps et al., 2017), in 2018-2019 (gerapporteerd door Van Loon et al., 2020) en in 2021/2022. Voorliggend document is de rapportage over deze laatste meetronde, waar grondwatermonsters uit waarnemingsfilters zijn geanalyseerd op vijf stofgroepen, namelijk:

1. Anorganische parameters, i.e. KRW-drempelwaardestoffen en algemene stoffen;
2. Bestrijdingsmiddelen (gewasbeschermingsmiddelen en biociden) en hun afbraakproducten;
3. Medische stoffen (geneesmiddelen en medische hulpstoffen);
4. Overige verontreinigende stoffen;
5. PFAS.

De laatstgenoemde groep is in de meetronde 2021/2022 voor het eerst als afzonderlijke stofgroep onderzocht. Daarnaast zijn in deze meetronde ook metingen van PFAS door het RIVM opgenomen.



Afkortingen

Bkpw	Besluit kwaliteit en monitoring water
Ctgb	College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden
GIS	Geografisch informatiesysteem
HTNR metabolieten	Humaantoxicologisch niet relevante metabolieten
IHW	Informatiehuis Water
KRW	(Europese) Kaderrichtlijn Water
LMG	Landelijk meetnet grondwaterkwaliteit
MTR	Maximaal toelaatbaar risico
PFAS	Per- en polyfluoralkylstoffen
PMG	Provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit
PMT	Persistentie, Mobiliteit en Toxiciteit
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
ZZS	Zeer Zorgwekkende Stof



Publiekssamenvatting

Datum: 28-11-2023

Opgesteld door: Bas Nelemans (Provincie Noord-Brabant) en Janco van Gelderen (Provincie Utrecht & Informatiehuis Water).

De rapportage is vastgesteld voor vrijgave in de vergadering van de IPO Adviesgroep Waterbeleid.

De provincies meten, o.a. voor de Kader Richtlijn Water (KRW) en eigen beleidsdoelstellingen, periodiek de grondwaterkwaliteit. Hierover zijn in 2017 en 2020 landelijke rapportages opgesteld in opdracht van de provincies (KWR > [Rapportage grondwaterkwaliteit | Het Waterkwaliteitsportaal](#)). Ook van de meest recente meetronde (2021/2022) is weer een rapportage opgesteld, dit keer door Arcadis. Deze rapportage geeft, op basis van de recente provinciale datasets en een dataset over PFAS van het RIVM, een landelijk beeld van het voorkomen van stoffen in het grondwater. Naast nutriënten en metalen is er over een groot scala aan humaan geproduceerde milieuvreemde stoffen gerapporteerd verdeeld over de stofgroepen bestrijdingsmiddelen, geneesmiddelen, PFAS en overige verontreinigende stoffen. Daarnaast geeft de rapportage ook aan of de aangetroffen stoffen in het grondwater een probleem of risico kunnen vormen voor mens & milieu. Dit wordt aangegeven door ze te toetsen aan (indicatieve) normen, door deze stoffen te vergelijken met de PMT scores uit de door het RIVM opgestelde risicotoolbox en literatuur.

Uit de rapportage blijkt dat er in de meetfilters van het ondiepe grondwater (ca. 5-10 meter beneden maaiveld) vrijwel overal (84%) één of meerdere milieuvreemde stoffen worden aangetroffen. Ofwel, stoffen die er van nature niet thuishoren. Gesteld kan worden dat het grondwater in Nederland, ook in onverdachte natuurgebieden, vrijwel volledig is *vergruisd*. In het ondiepe grondwater zijn de meest aangetroffen stoffen gevonden binnen de stofgroepen: overige verontreinigende stoffen (76%), bestrijdingsmiddelen (70%) en PFAS (58%). Geneesmiddelen komen ook verspreid voor, maar in minder mate.

Momenteel is er veel maatschappelijke aandacht voor PFAS. De rapportage gaat daarom uitgebreider in op deze stofgroep. PFAS worden wijdverspreid gevonden in het Nederlandse grondwater. De meeste PFAS worden aangetroffen binnen enkele provincies die met een lagere rapportagegrens hebben gemeten. In Brabant en Limburg zijn bijvoorbeeld op alle onderzochte meetlocaties PFAS aangetroffen. Tijdens de komende meetronde 2024 zullen *alle* provincies met dezelfde lagere rapportagegrens op PFAS gaan meten, waardoor wordt verwacht dat het beeld van breed aantreffen PFAS in grondwater nog sterker zal worden aangetoond in het grondwater in alle provincies. Daarbij laat een indicatieve toetsing aan de voorgestelde EU-norm voor PFAS van 4,4 ng/l zien dat er veel normoverschrijdingen zijn. Wanneer dit herzieningsvoorstel zoals nu voorligt wordt aangenomen als onderdeel van de KRW, is er een grote kans dat een of meerdere KRW-grondwaterlichamen een slechte chemische toestand bereiken voor deze stofgroep.

Met deze rapportage bieden wij een objectieve en feitelijke weergave van de chemische samenstelling van het grondwater in Nederland. De rapportage helpt om de huidige situatie van het grondwater in Nederland beter te begrijpen. Daarnaast is ook het verontrustende signaal naar onder andere besturen van provincies dat het grondwater vrijwel overal verontreinigd is met één of meer milieuvreemde stoffen, en dat daarmee noodzaak is om verdere achteruitgang van deze grondwaterkwaliteit te voorkomen ten aanzien van o.a. drinkwatervoorziening en natuurkwaliteit. De volgende rapportage, verwacht in 2025 over de meetronde 2024 o.a. toestand en trend voor de KRW, zal eveneens een uitgebreid en compleet beeld gegeven worden van de grondwaterkwaliteit in Nederland met daarbij een (nog) scherper beeld van PFAS-voorkomens in het grondwater.

Samenvatting

Aanleiding en doel

De provincies voeren gecoördineerd via het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit metingen van het grondwater uit, volgens een vastgestelde systematiek. Deze meetrondes hebben tot doel om zowel een provinciaal als een landsdekkend beeld van de grondwaterkwaliteit te verkrijgen. De metingen zijn verricht met het oog op zowel de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) als voor provinciale doelstellingen met betrekking tot de grondwaterkwaliteit. Deze rapportage beschrijft het beeld van de kwaliteit van het grondwater op basis van de meest recente uitgevoerde meetronde, in 2021/2022. Hierbij zijn ook PFAS-metingen van het RIVM en PFAS-metingen van de provincie Overijssel uit 2020 meegenomen.

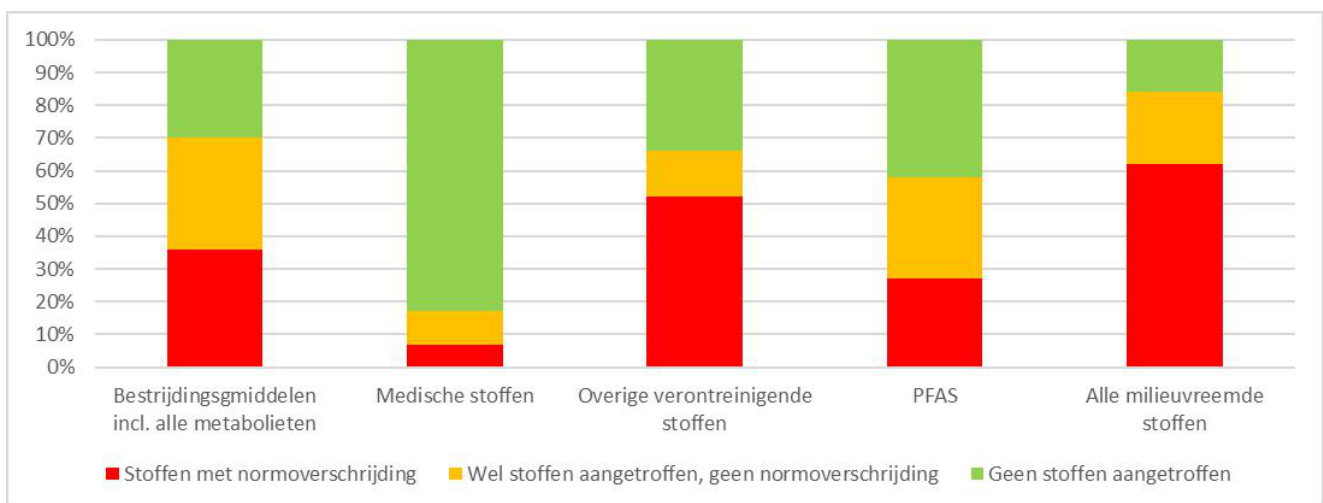
Het doel van dit rapport is de meetresultaten van 2021/2022 in overzichtelijke tabellen en kaarten te presenteren en de belangrijkste resultaten te duiden met korte, heldere toelichtingen. Voor dit doel is gebruik gemaakt van *indicatieve* toetsing aan normen, drempelwaarden en signaleringswaarden. Officiële toetsing, bijvoorbeeld ter vaststelling van de toestand van de KRW-grondwaterlichamen, is nadrukkelijk géén doel van deze rapportage en de resultaten dienen ook niet als zodanig te worden geïnterpreteerd.

Aanpak

Het ondiepe en het diepe(re) grondwater zijn op vijf stofgroepen onderzocht. Dit betreft een aantal anorganische stoffen, die van nature in het milieu voorkomen, en vier groepen van milieuvreemde stoffen: anorganische stoffen, bestrijdingsmiddelen, medische stoffen, overige verontreinigende stoffen en PFAS. De laatstgenoemde groep is in de meetronde 2021/2022 voor het eerst als afzonderlijke stofgroep onderzocht. Per stofgroep is bepaald voor welke 10 stoffen (top 10) de norm het vaakst wordt overschreden. Daarbij is getoetst aan de geldende norm of drempelwaarde. Indien er geen norm of drempelwaarde beschikbaar was, dan is getoetst aan de algemene signaleringswaarde voor drinkwaterbronnen. Per stofgroep en per individuele stof zijn de meetresultaten inzichtelijk gemaakt op kaarten.

Resultaten

De resultaten van de metingen van milieuvreemde stoffen in het ondiepe grondwater zijn samengevat in Figuur 1. De beschrijving van de resultaten in dit rapport is primair gericht op het ondiepe grondwater, omdat milieuvreemde stoffen die in het grondwater doordringen hier doorgaans het eerst worden aangetroffen. Ondiepe metingen hebben daardoor een zogenaamde 'early warning'-functie. Bovendien is het ondiepe grondwater het meest intensief en het meest homogeen bemeten. Resultaten voor het diepe grondwater zijn verderop in het rapport wel opgenomen.



Figuur 1. Samenvatting van het aantreffen van milieuvreemde stoffen in de ondiepe filters per stofgroep en voor alle milieuvreemde stoffen samen. Weergegeven is het percentage van de bemeten ondiepe filters waarin één of meer stoffen normoverschrijdend zijn aangetroffen (rood), waarin wel stoffen zijn aangetroffen maar geen enkele stof de norm overschrijdt (oranje), of waarin géén van de geanalyseerde stoffen is aangetroffen (groen).

Uit het onderzoek blijkt dat in maar liefst 84% van alle ondiepe filters één of meer milieuvreemde stoffen zijn aangetroffen. In het grootste deel is daarbij ook sprake van normoverschrijding(en). Dit beeld is ruimtelijk weergegeven in Figuur 2. Dit illustreert dat het grondwater in algemene zin sterk onderhevig is aan vergrijsing. Bestrijdingsmiddelen (inclusief metabolieten daarvan), overige verontreinigende stoffen en PFAS zijn in (ruim) meer dan de helft van de filters aangetroffen. Medische stoffen zoals geneesmiddelen en röntgencontrastmiddelen worden relatief weinig aangetroffen.



Figuur 2. Beeld van het aantreffen van milieuvreemde stoffen in het ondiepe grondwater in Nederland. Per filter is weergegeven hoeveel van de geanalyseerde milieuvreemde stoffen zijn aangetroffen boven de rapportagegrens (cijfer), of één of meer stoffen normoverschrijdend zijn aangetroffen (rood), of wel stoffen zijn aangetroffen maar geen enkele stof de norm overschrijdt (oranje), of dat géén van de geanalyseerde stoffen is aangetroffen (grijs).

Anorganische stoffen

Er zijn 45 anorganische stoffen onderzocht, die met uitzondering van thallium allemaal zijn aangetroffen boven de rapportagegrens. Van deze stoffen heeft alleen nitraat een generieke Europese norm en hebben er zes een drempelwaarde (= Nederlandse norm) per grondwaterlichaam: chloride, totaal-fosfor, arsenen, nikkel, cadmium en lood. Overschrijding van de norm of drempelwaarde komt bij al deze zeven stoffen voor. Het percentage filters waarin normoverschrijdingen zijn geconstateerd ligt rond de 5-8%; alleen voor lood is dat met 0,6% duidelijk lager.



Voor chloride is er alleen een drempelwaarde voor zoete grondwaterlichamen. Overschrijdingen komen vooral voor op de grens met de brakke en zoute grondwaterlichamen. Van de nutriënten doen de meeste overschrijdingen voor totaal-fosfor zich voor in de zoute grondwaterlichamen, vooral in venige gronden. Deze hoge waarden komen hier van nature voor. Nitraat overschrijdt de norm vooral op de zandgronden, naar verwachting vooral als gevolg van bemesting.

De drempelwaarden voor zware metalen worden relatief vaak overschreden in de oostelijke helft van Noord-Brabant en de noordelijke helft van Limburg. Ook koper en zink, waar geen norm of drempelwaarde voor is afgeleid, worden daar in relatief hoge concentraties gemeten. Dit is deels het gevolg van de voormalige zinkindustrie in deze regio, met name in de Kempen. Daarnaast speelt pyrietoxidatie als gevolg van uitspoeling van nitraat een belangrijke rol bij het aantreffen van nikkel en arseen.

Bestrijdingsmiddelen

In bijna 70% van de ondiepe filters zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen. In totaal zijn 102 bestrijdingsmiddelen gemeten, inclusief een aantal (al dan niet humaan-toxicologisch relevante) metabolieten. Hiervan zijn 68 stoffen aangetroffen, waarvan 53 normoverschrijdend. Zorgwekkend is dat in bijna de helft van alle filters meerdere verschillende bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen; in 15% van de filters zelfs meer dan tien. In Limburg en de meertonde Utrecht natuur zijn het vaakst stoffen aangetroffen.

In ca. 36% van de ondiepe filters zijn één of meer normoverschrijdingen aangetroffen. De meeste normoverschrijdingen komen voor in Limburg en in de bollenstreek, de minste in Gelderland, Utrecht en Noord-Holland.

Van de top 10 bestrijdingsmiddelen zijn er twee die in meer dan 3% van de ondiepe filters de norm overschrijden. Dit zijn desfenylchloridazon, een humaan-toxicologisch niet relevante (HTNR) metaboliet van het sinds 2022 niet meer toegelaten herbicide chloridazon, en het herbicide bentazon. Bij de overige stoffen ligt het percentage normoverschrijding lager.

De provincies Noord-Brabant en Limburg hebben een uitgebreider pakket bestrijdingsmiddelen gemeten dan de andere provincies. De 'extra' stoffen zijn bij het samenstellen van de top 10 weggelaten. Indien deze stoffen wél worden meegenomen, dan leidt dit tot drie nieuwe stoffen in de top 10-lijst en wel op de plaatsen 1, 2 en 4. Dit betreft een drietal zeer veel aangetroffen HTNR metabolieten; twee van het herbicide S-metolachlor en één van het herbicide metazachloor.

Medische stoffen

Medische stoffen zijn beduidend minder aangetroffen; in ca. 17% van de ondiepe filter. Er is op 50 medische stoffen geanalyseerd, waarvan bijna de helft ten minste éénmaal in het grondwater is aangetroffen. In Friesland en Zeeland zijn relatief weinig stoffen uit deze groep aangetroffen.

In ca. 7% van de ondiepe filters vinden één of meer overschrijdingen van de signaleringswaarde plaats. Overschrijdingen komen relatief vaak voor in Limburg en Overijssel. In totaal 16 stoffen overschrijden tenminste éénmaal de signaleringswaarde.

In ca. 15% van alle filters zijn medische stoffen aangetroffen. In Friesland en Zeeland zijn relatief weinig stoffen uit deze groep aangetroffen. In ruim 5% van de filters vinden één of meer overschrijdingen van de signaleringswaarde plaats. Overschrijdingen komen relatief vaak voor in Limburg en Overijssel.

De drie meest boven de signaleringswaarde aangetroffen stoffen zijn het geneesmiddel gabapentine (in 2,9% van de ondiepe metingen), het diergeneesmiddel clopidol (1,6%) en het röntgencontrastmiddel jopamidol (1,0%). Voor de overige 7 stoffen uit de top 10 bedraagt het overschrijdingspercentage minder dan 1%.

Net als bij de bestrijdingsmiddelen zijn in Noord-Brabant en Limburg extra medische stoffen gerapporteerd. Met name in Noord-Brabant leidt dit tot extra aangetroffen stoffen, ook met overschrijding van de signaleringswaarde. Door de toevoeging verschijnen drie stoffen nieuw in de top 10-lijst, waarvan het geneesmiddel oxypurinol met 3,6% op plaats 1 en het geneesmiddel valsartanzuur met 2,7% op plaats 3.



Overige verontreinigende stoffen

In ca. 66% van de ondiepe filters zijn één of meer overige verontreinigende stoffen aangetroffen. Dit is een hoog percentage, vergelijkbaar met het aantreffen van bestrijdingsmiddelen. In totaal zijn 76 overige verontreinigende stoffen geanalyseerd, waarvan er 51 zijn aangetroffen en 47 in één of meer filters de signaleringswaarde overschrijden. Het percentage overschrijdingen is met ca. 52% van de ondiepe filters zelfs hoger dan bij de bestrijdingsmiddelen.

De top 10-lijst omvat verschillende typen stoffen, maar worden voor het overgrote deel getypeerd als oplosmiddelen. De eerste zes stoffen op deze lijst worden in meer dan 5% van alle metingen in ondiep grondwater normoverschrijdend aangetroffen. Dit zijn de zoetstof acesulfaam K, de complexvormer EDTA, oplosmiddelen 1,3-xyleen, toluen en tetraethyleen-glycoldimethylether (tetraglyme) en corrosieremmer 1,2,3-benzotriazool. Acesulfaam K is zelfs in meer dan een derde van alle metingen aangetroffen. Deze stof is humaan toxicologisch weinig relevant, maar is wel een belangrijke indicator voor vergrijzing van het grondwater onder invloed van door RWZI-effluent belast oppervlaktewater. EDTA is beduidend minder aangetroffen dan in de vorige meetronde (2018/2019), waarschijnlijk als gevolg van een verhoogde rapportagegrens bij de analyse.

In Noord-Brabant en Limburg is ook een aanvullend pakket overige verontreinigende stoffen gemeten. Deze overschrijden de signaleringswaarde nauwelijks en leiden niet tot wijzigingen in de top 10 van overige verontreinigende stoffen.

PFAS

De groep van PFAS is voor het eerst afzonderlijk door de provincies onderzocht. PFAS staat voor per- en polyfluoralkylstoffen, een groep van duizenden verschillende industriële stoffen met een breed aantal toepassingen. PFAS worden onder andere gebruikt in brandblusschuim, anti-aanbaklagen in pannen, oplosmiddelen, plastics en voor de oppervlaktebehandeling van textiel, leer, papier en karton. Er is de afgelopen decennia een toenemende zorg over PFAS vanwege het feit dat ze persistent en mobiel zijn, toxische en bioaccumulatieve eigenschappen kunnen hebben en overal in het milieu voorkomen. Een deel van de PFAS is geclassificeerd als Zeer Zorgwekkende Stof (ZZS¹).

PFAS-stoffen zijn in ca. 58% van de ondiepe filters aangetroffen. De spreiding over het land is lastig vast te stellen, omdat in een aantal provincies de gehanteerde rapportagegrenzen lager zijn dan in de andere provincies. In provincies waar met de lagere rapportagegrenzen is gewerkt ligt het percentage van aantreffen van één of meer stoffen zelfs tussen 80 en 100% van de ondiepe filters. Van de 37 gemeten PFAS zijn er 16 boven de rapportagegrens aangetroffen, waarvan 11 met één of meer normoverschrijdingen.

Een deel van de PFAS-stoffen is (ook individueel) getoetst aan een door de Europese Commissie voorgestelde norm voor de som van een 24-tal PFAS. De overige PFAS zijn getoetst aan de algemene signaleringswaarde. Overschrijdingen van deze normwaarden zijn aangetroffen in ca. 36% van de ondiepe en 34% van de diepe filters. De meeste normoverschrijdingen komen voor bij Utrecht-natuur, in Zuid-Groningen en langs de kust. Een hypothese voor de hoge concentratie langs de kust is dat PFAS-oppervlakte actieve stoffen zijn die zich ophopen in het zeeschuim en door de wind (sea-spray) worden verspreid. Dat PFAS ook overal wordt aangetroffen in onverdachte locaties zoals de Utrechtse natuurgebieden doet vermoeden dat PFAS zeer heterogeen verspreid is en niet enkel wordt gevonden op locaties nabij puntbronnen.

Het relatieve aantal normoverschrijdingen varieert sterk tussen de stoffen. De nummer 1 uit de top 10 (PFOA) komt in meer dan 26% van de ondiepe filters normoverschrijdend voor en bepaalt in belangrijke mate het beeld voor de hele stofgroep. Andere PFAS-stoffen overschrijden de gehanteerde norm in minder dan 3% van de ondiepe metingen. Voor de laatste zes in de top 10-lijst bedraagt het overschrijdingspercentage minder dan 1%.

Toevoeging van de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg leidt tot één nieuwe stof op de top 10-lijst. Het betreft trifluorazijnzuur (TFA), een zeer kleine maar ook persistente en mobiele PFAS die in meer dan 90% van de

¹ ZZS zijn stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu omdat ze bijvoorbeeld de voortplanting belemmeren, kankerverwekkend zijn of zich in de voedselketen ophopen. Doel van het overheidsbeleid is om deze stoffen zoveel mogelijk uit de leefomgeving te weren.



ondiepe filters is aangetroffen. Vanwege een geringere toxiciteit dan PFOA belandt deze stof met een overschrijding van de voorgestelde somnorm in bijna 24% van de filters op nummer 2, net achter PFOA.

Risico's van vergrijzing

Veel van de milieuvreemde stoffen uit de top 10-lijstjes van de hiervoor genoemde stofgroepen hebben een hoge tot zeer hoge PMT-potentie. P staat hierin voor persistentie in het milieu, M voor mobiliteit in het milieu en T voor humane toxiciteit. Verontreiniging van het grondwater met deze stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk. Wanneer deze of vergelijkbare stoffen op kortere of langere termijn worden aangetroffen in grondwater dat wordt onttrokken voor menselijke consumptie, dan kan aanvullende zuiveringsinspanning noodzakelijk zijn. Dit is maatschappelijk ongewenst en bovendien niet toegestaan vanuit Europese wetgeving (KRW). Voor de PFAS, die allemaal een zeer hoge PMT-potentie hebben, geldt bovendien dat deze stoffen nauwelijks uit verontreinigd water te verwijderen zijn.

Aanbevelingen

Geconstateerd is dat het grondwater vergrijsd, als gevolg van het in het grondwater doordringen van tal van milieuvreemde stoffen. Er heeft binnen deze rapportage geen (poging tot) objectieve vaststelling van de mate van vergrijzing en onderzoek naar de ontwikkeling in de tijd plaatsgevonden. Aanbevolen wordt te overwegen om dit in een volgende rapportage toe te voegen. De resultaten van het Kennisimpuls Waterkwaliteit-project 'Grondwater' kunnen hiervoor handvatten bieden. Binnen dit project is onder meer gewerkt aan een indicator voor vergrijzing, op basis van PMT-eigenschappen.

In het kader van de 'early warning'-functie is in dit rapport de nadruk gelegd op resultaten van metingen in het ondiepe grondwater. Deze metingen vinden doorgaans plaats op een diepte van 5-10 meter onder het maaiveld. Aanbevolen wordt om op een deel van de meetlocaties, bijvoorbeeld op risicolocaties, ook zeer ondiepe filters te plaatsen (3-5 meter onder maaiveld). Hiermee kunnen nieuwe verontreinigingen nog eerder worden gesignaleerd.

Bij de anorganische stoffen koper en zink is gemeld dat deze de normen die voor oppervlaktewater gelden overschrijden. Aanbevolen wordt om voor deze stoffen landelijk of binnen Europa aan te dringen op het ontwikkelen en vaststellen van normen voor grondwater.

Tot slot volgen enkele aanbevelingen vanuit de analyse van de data:

- De dichtheid van de in deze rapportage gepresenteerde gegevens varieert per stofgroep en per provincie. Bovendien verschilt de verdeling van de meetinspanning tussen ondiep en diep grondwater per provincie. Voor een evenwichtiger landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit is het wenselijk dat alle provincies alle stofgroepen meten, in zowel ondiep als diep grondwater. Naar verwachting wordt hieraan met de volgende meetronde (2024) voor een belangrijk deel invulling gegeven. De door de Landelijke Werkgroep Grondwater vastgestelde monitoringsstrategie vormt hiervoor een belangrijke basis.
- De aanvullende metingen door de provincies Noord-Brabant en Limburg omvatten meerdere stoffen die relatief vaak zijn aangetroffen. Toevoeging van de extra gemeten stoffen aan de landelijke top 10-lijstjes zou op basis van het relatieve aantreffen tot meerdere nieuwe stoffen in deze lijstjes leiden. Daarnaast is een grote groep stoffen nergens aangetroffen boven de rapportagegrens. Aanbevolen wordt voor de volgende meetronde (2024) de standaard analysepakketten te herzien door 'nieuwe' stoffen hieraan toe te voegen en niet aangetroffen stoffen eventueel te schrappen. Deze aanbeveling is reeds opgepakt door het Platform Meetnetbeheerders. Hierdoor ontstaat na de volgende meetronde naar verwachting (ook) een evenwichtig landelijk beeld van het voorkomen van de stoffen die thans in Noord-Brabant en Limburg relatief veel zijn aangetroffen.
- Het aantreffen van aanvullend gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg duidt bovendien op de meerwaarde van het uitvoeren van een 'brede screening', zoals deze in het Maasstroomgebied wordt genoemd. Aanbevolen wordt om een dergelijke screening waarin méér dan de gebruikelijke stoffen worden gemeten ook op landelijk niveau periodiek te organiseren, bijvoorbeeld eens in de zes jaar. Uit kostenoverwegingen kan hiervoor een selectie van de thans bemonsterde filters worden gekozen. Ook kan voor één of meer specifieke stofgroepen worden gekozen, of voor inzet van een alternatieve screeningsmethode zoals target of non-target screening. Stoffen die hierbij als potentiële probleemstoffen worden geïdentificeerd kunnen daarna in de standaard analysepakketten worden opgenomen.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De provincies voeren gecoördineerd via het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit metingen van het grondwater uit, volgens vastgestelde meetrondes. Deze meetrondes hebben tot doel om een landsdekkend beeld van de grondwaterkwaliteit te verkrijgen. De metingen zijn zowel verricht met het oog op de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) als voor provinciale doelstellingen met betrekking tot de grondwaterkwaliteit. De meest recente meetrondes waren in 2015/2016 (gerapporteerd door Sjerps *et al.*, 2017), in 2018-2019 (gerapporteerd door Van Loon *et al.*, 2020) en in 2021/2022. Voorliggend document is de rapportage over deze laatste meetronde. Hierbij zijn ook metingen van PFAS door het RIVM en de metingen van PFAS van de provincie Overijssel uit 2020 opgenomen.

Voor het onderzoek zijn grondwatermonsters uit waarnemingsfilters geanalyseerd op vijf stofgroepen, namelijk:

1. Anorganische parameters, i.e. KRW-drempelwaardestoffen en algemene stoffen;
2. Bestrijdingsmiddelen (gewasbeschermingsmiddelen en biociden) en hun afbraakproducten;
3. Medische stoffen (geneesmiddelen en medische hulpstoffen);
4. Overige verontreinigende stoffen;
5. PFAS.

Arcadis is gevraagd de meetresultaten hiervan te presenteren in overzichtelijke tabellen en kaarten en hierbij een duiding van de resultaten te schrijven. Voorliggend document geeft daar invulling aan.

1.2 Doelstelling

De doelstelling is de meetresultaten van 2021/2022 in overzichtelijke tabellen en kaarten te presenteren en de belangrijkste resultaten te duiden met korte, heldere toelichtingen.

Let op: voor de duiding van de resultaten wordt gebruik gemaakt van indicatieve toetsing aan normen of daarmee vergelijkbare drempel- of signaleringswaarden. Officiële toetsing, bijvoorbeeld ter vaststelling van de toestand van de KRW-grondwaterlichamen, is nadrukkelijk géén doel van deze rapportage en de resultaten dienen ook niet als zodanig te worden geïnterpreteerd. Er worden soms ook normen gebruikt die bedoeld zijn voor drinkwaterbereiding of normen voor grondwaterbeschermingsgebieden, terwijl die officieel niet overal van toepassing zijn. Dit is toch gedaan om de resultaten beter te kunnen duiden, potentiële problemen te identificeren en stoffen te prioriteren ten behoeve van grondwaterkwaliteitsbeheer en -monitoring.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de opzet van de meetronde omschreven en de wijze van bewerkingen en interpretatie van de resultaten. In hoofdstuk 3 wordt een globaal overzicht gegeven van de omvang en resultaten. In de hoofdstukken 4 tot en met 8 komen achtereenvolgens de belangrijkste resultaten voor de vijf stofgroepen aan de orde: anorganische stoffen (hoofdstuk 4), bestrijdingsmiddelen (hoofdstuk 5), medische stoffen (hoofdstuk 6), overige verontreinigende stoffen (hoofdstuk 7) en PFAS (hoofdstuk 8). Elk hoofdstuk beschrijft de herkomst, de top 10 meest aangetroffen stoffen, opvallende waarnemingen en de potentiële gezondheidskundige risico's voor de drinkwaterbereiding en ecologie. Het afsluitende hoofdstuk 9 geeft de discussie, de belangrijkste conclusies en aanbevelingen weer. Detailgegevens staan in bijlagen en op kaarten. De kaarten kunnen separaat worden gedownload via het waterkwaliteitsportaal.

2 Materiaal en methode

2.1 Opzet meetronde grondwaterkwaliteit

Stofgroepen

In totaal zijn vijf stofgroepen in het grondwater onderzocht: anorganische stoffen, bestrijdingsmiddelen, medische stoffen, overige verontreinigende stoffen en PFAS. De laatstgenoemde groep is in de meetronde 2021/2022 voor het eerst als afzonderlijke stofgroep onderzocht, al zijn enkele stoffen uit deze groep wel eerder geanalyseerd (toen als onderdeel van de overige verontreinigende stoffen). Dit is gedaan vanwege de maatschappelijke problematiek rondom deze specifieke stofgroep.

Opgemerkt wordt dat de stofgroepen zoals ze in voorliggende rapportage zijn ingedeeld, bijna maar niet volledig overeenkomen met de analysepakketten van de laboratoria. Sommige stoffen kunnen op grond van hun eigenschappen en toepassing ook tot een andere stofgroep worden gerekend. Voor een aantal van deze stoffen is om die reden besloten deze te rapporteren binnen een andere stofgroep. In Tabel 2-1 is aangegeven welke stoffen dit betreft.

Tabel 2-1. Stoffen die zijn gerapporteerd binnen een andere stofgroep dan waarin ze zijn geanalyseerd.

Stof	Oorspronkelijk analysepakket	Gerapporteerd binnen stofgroep
2-Aminoacetofenon	Bestrijdingsmiddelen	Overige verontreinigende stoffen
4-Nitrofenol	Bestrijdingsmiddelen	Overige verontreinigende stoffen
Acesulfaam K	Medische stoffen	Overige verontreinigende stoffen
Antrachinon	Bestrijdingsmiddelen	Overige verontreinigende stoffen
Cafeïne	Medische stoffen	Overige verontreinigende stoffen
Som 3,5-dimethylfenol en 4-ethylfenol	Bestrijdingsmiddelen	Overige verontreinigende stoffen
Tributylfosfaat	Bestrijdingsmiddelen	Overige verontreinigende stoffen
Trifluorazijnzuur (TFA)	Bestrijdingsmiddelen	PFAS

Voorliggende rapportage omvat met deze verplaatsingen de volgende aantallen stoffen per stofgroep:

- 45 Anorganische stoffen en overige parameters. Onder deze groep vallen stoffen zoals chloride, nutriënten en diverse zware metalen.
- 102 Bestrijdingsmiddelen (gewasbeschermingsmiddelen en biociden), inclusief een aantal metabolieten van deze stoffen.
- 50 Medische stoffen. Deze groep omvat onder meer geneesmiddelen, diergeneesmiddelen, hormonen en röntgencontrastmiddelen.
- 75 Overige verontreinigende stoffen. Industriële, veelal niet natuurlijke, stoffen die in het milieu (kunnen) voorkomen.
- 37 PFAS-parameters.

De hierboven genoemde aantallen stoffen per stofgroep gelden in principe voor alle provincies, met uitzondering van de provincies Noord-Brabant en Limburg. Deze provincies hebben een uitgebreider pakket stoffen onderzocht. Dat is gedaan in het kader van afspraken binnen het Maasstroomgebied (Arcadis, *in prep.*). In de resultaten worden deze extra metingen telkens apart gepresenteerd.

Bij de bespreking van de resultaten worden (soms) ook alle milieuvreemde stoffen als groep behandeld. Milieuvreemde stoffen zijn alle geanalyseerde bestrijdingsmiddelen en metabolieten hiervan, medische stoffen, PFAS en overige verontreinigende stoffen.

Merk op dat de genoemde aantallen stoffen (per stofgroep) vaak lang niet alle stoffen omvatten. In 2014 waren bijvoorbeeld 262 bestrijdingsmiddelen toegelaten door het Ctgb (2014). Wat betreft de geneesmiddelen zijn ongeveer 260 actieve stoffen in diergeneesmiddelen en ca. 2000 actieve stoffen in humane geneesmiddelen toegestaan op de Nederlandse markt (Moermond *et al.*, 2016; Rougoor *et al.*, 2016). Wat betreft overige verontreinigende stoffen zijn bijvoorbeeld 224.168 stoffen opgenomen in de REACH-verordening voor de Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van Chemische stoffen (ECHA, 2016). De samenstelling van de stofgroepen voor de monitoring van het grondwater is gebaseerd op relevantie (gebruik, voorkomen in het milieu) maar ook op basis van de beschikbaarheid van (relatief) eenvoudige analysemethoden. Dit rapport geeft daarom wel een goede indruk van het voorkomen van verontreinigende stoffen in het grondwater, maar het beeld is zeker niet compleet. Dat blijkt ook uit de analyseresultaten van de stoffen die de provincies Noord-Brabant en Limburg extra hebben uitgevoerd.

Meetlocaties

Een overzicht van alle bemonsterde meetlocaties en filters is weergegeven in Figuur 2-1. Een groot deel van de meetlocaties omvat de vaste bemonsteringslocaties uit het KRW-meetnet (2021/2022 was een KRW-tussenronde). Sommige provincies hebben deze locaties aangevuld met een selectie uit de provinciale meetnetten grondwaterkwaliteit (PMG) en het landelijk meetnet grondwaterkwaliteit (LMG). Een aantal locaties (minder dan 7%) is gesitueerd binnen een grondwaterbeschermingsgebied. Daarnaast zijn meetgegevens van het RIVM met betrekking tot PFAS meegenomen, alsmede grondwatermonsters in natuurgebieden van de provincie Utrecht. De meetgegevens van het RIVM zijn toegevoegd omdat het RIVM de monsters heeft geanalyseerd met lagere rapportagegrenzen dan de meeste provincies. Zodoende kan een vergelijking gemaakt worden met de (veelal) hogere provinciale rapportagegrenzen ten tijde van de meetronde uit 2021/2022. Overigens zijn inmiddels de provinciale contracten met het laboratorium aangepast zodat in nieuwe meetronden met lagere rapportagegrenzen wordt gemeten.

Filters

Op elke locatie zijn er meestal meerdere filters beschikbaar, waarmee het grondwater op verschillende dieptes bemonsterd kan worden. De bemonstering van de provinciale KRW-meetnetten vindt plaats volgens een vastgestelde monitoringstrategie. Aanvullend daarop hebben provincies soms extra filters bemonsterd voor diverse doeleinden. Om een homogeen landelijk beeld uit deze dataset te verkrijgen is ervoor gekozen om op elke locatie slechts één ondiep en één diep filter te selecteren en te presenteren in kaarten en overzichten (voor de keuze van de filters: zie paragraaf 2.2; voor de ligging: zie Figuur 2-1). In Tabel 2-2. staat per provincie het aantal bemonsterde filters weergegeven voor elk van de vijf analysepakketten. **Let op:** het gaat hier dus over de analysepakketten en niet over stofgroepen.

Zoals gezegd is in Utrecht een aparte meetronde uitgevoerd in (freatisch) grondwater in natuurgebieden. In de tabel zijn deze locaties apart vermeld. Het aantal filters ligt bij de meeste provincies in dezelfde orde van grootte. In Flevoland zijn relatief weinig bemonsterde filters; in Noord-Brabant relatief veel.

Deze rapportage: focus op ondiep filters

De beschrijving van de resultaten in dit rapport is primair gericht op het ondiepe grondwater (filterdiepte veelal tussen 5 en 10 m-mv), omdat milieuvreemde stoffen die in het grondwater doordringen hier doorgaans het eerst worden aangetroffen. Ondiepe metingen hebben daardoor een zogenaamde 'early warning'-functie. Bovendien is het ondiepe grondwater het meest intensief en het meest homogeen bemeten. Resultaten voor het diepe grondwater (filterdiepte groter dan 10 m-mv, veelal rond 25 m-mv) zijn verderop in het rapport en de bijbehorende bijlagen en kaarten wel opgenomen.



Figuur 2-1. Overzicht van alle bemonsterde meetlocaties, ongeacht de hier bemeeten stofgroep(en). De ondiepe filters zijn weergegeven met een groter open symbol, de diepe filters met een kleiner zwart gevuld symbol.

Bemonstering

Voor het KRW-meetnet liggen locaties en filters van alle stofgroepen vast. In beginsel hebben alle provincies de monitoring volgens deze afspraken uitgevoerd. Daarnaast hebben veel provincies zelf besloten om een extra meetinspanning te plegen door vooral in ondiepe filters extra stofpakketten te meten. De invulling was daarbij echter vrij en daarmee ook het aantal bemonsterde filters, de diepte van die filters en de analyse van medische en overige verontreinigende stoffen. Hierdoor varieert ook de omvang van de gegevenssets van de provincies in de database.

Door de decentrale uitvoering is ook de periode van de bemonstering verschillend per provincie. De provincies streven ernaar om bij de volgende KRW-meetronde in 2024 in hetzelfde kalenderjaar de bemonstering uit te voeren. Bemonstering is uitgevoerd conform voorschrift NTA8017 en het Handboek Monitoring Grondwaterkwaliteit KRW van het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit.

Tabel 2-2. Aantal bemonsterde filters per provincie/andere organisatie, per analysepakket en per diepte.

Provincie / organisatie	Anorganische stoffen		Bestrijdingsmiddelen ²		Medische stoffen ^{3,4}		PFAS ⁵		Overige verontreinigende stoffen	
	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
Drenthe	31	25	31	25	31	4	31	-	31	1
Flevoland	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Fryslân	62	48	61	46	39	24	37	23	61	2
Gelderland	67	55	67	55	67	55	67	55	66	54
Groningen	56	50	31	1	-	-	56	49	-	-
Limburg	66	12	66	11	56	-	56	-	57	1
Noord-Brabant	118	114	116	25	56	-	56	-	56	-
Noord-Holland	51	29	51	-	51	5	51	5	.*	.*
Overijssel	39	38	65	62	45	11	64	59	39	39
Utrecht	57	33	57	-	57	17	57	17	57	17
Utrecht (natuur)	23	-	23	-	23	-	23	-	22	-
Zeeland	26	6	26	6	23	3	23	3	.*	.*
Zuid-Holland	54	54	54	53	54	-	54	-	54	-
Niet gespecificeerd	30	13	15	3	9	1	15	1	-	-
RIVM	-	-	-	-	-	-	78	22	-	-
Totaal	685	482	668	292	516	125	673	239	448	119

* De provincies Noord-Holland en Zeeland hebben wel overige verontreinigende stoffen laten analyseren, maar pas laat in het totstandkomingsproces van deze rapportage is gebleken dat deze ten onrechte niet in de gezamenlijke dataset van de provincies zijn opgenomen. Deze gegevens konden niet meer worden verwerkt in deze rapportage en de bijbehorende kaarten.

² Benzylbutylfalaat, clofibrinezuur, en triethylamine zijn in Drenthe, Fryslân, Gelderland, Limburg, Noord-Brabant, Utrecht, Zuid-Holland, en Utrecht natuur in meer of minder filters gemeten.

³ In Drenthe en Noord-Holland zijn sommige medische stoffen in minder monsters geanalyseerd (bijvoorbeeld: jomeprol, jopromide en mestranol).

⁴ 17alpha-estradiol, estriol en oestron zijn minder of niet gemeten in alle provincies behalve Utrecht, Noord-Brabant, Limburg, en Flevoland (in Limburg zijn deze stoffen 1x vaker gemeten in zowel het ondiepe als diepe pakket).

⁵ Alleen Limburg en Noord-Brabant hebben ook trifluorazijnzuur (TFA), ADONA en FRD-903 (GenX) gemeten, de overige provincies niet.

2.2 Bewerking en interpretatie van de meetresultaten

Datavoorbewerking

De meetgegevens van de provincies zijn door het Informatiehuis Water (IHW) in één dataset samengevoegd en verstrekt als basis voor deze rapportage. Op de ontvangen dataset is een globale validatie uitgevoerd, waarbij niet-valide gegevens zijn uitgesloten van de verdere analyses.

Op een aantal meetlocaties zijn meer dan twee filters (op verschillende dieptes) bemonsterd. In voorliggende rapportage presenteren we per locatie echter slechts twee diepteklassen: diep en ondiep. In de kaartbeelden en statistieken kan maar één meetwaarde per diepteklasse worden meegenomen. Als er filters op meer dan twee dieptes bemonsterd zijn is daarom een praktische keuze gemaakt: voor de klasse 'diep' is de waarde van het diepste filter geselecteerd en voor de klasse 'ondiep' de waarde voor het meest ondiepe filter. Een gevolg van deze werkwijze is, dat een beperkt deel van de verzamelde meetgegevens in deze rapportage buiten beschouwing blijft.

Verder zijn per geselecteerd filter soms twee meetgegevens beschikbaar. In die gevallen is voor de rapportage één van beide meetwaarden geselecteerd. In beginsel is dit het meetresultaat uit het meest recente jaar. Als dit meerdere waarden betreft, dan is de hoogste concentratie voor de rapportage gebruikt. Hiermee wordt een worst-case beeld verkregen.

Duiding van meetwaarden

Let op: In deze rapportage zijn drie zaken van belang:

1. Als de gemeten concentratie van een stof boven de rapportagegrens ligt, spreken we van "aantreffen" van de stof.
2. De term "norm" gebruiken we als verzamelterm voor (al dan niet vastgestelde) normen, drempelwaarden en signaleringswaarden. Bij een gemeten concentratie boven een norm, drempelwaarde of signaleringswaarde spreken we van "normoverschrijding".
3. Het vergelijken van concentraties van stoffen met normen (in de breedste zin van het woord) is uitsluitend bedoeld als duiding van de waarden, niet als officiële normtoetsing.

Ter toelichting:

Om de analyseresultaten te kunnen duiden, is in de eerste plaats gekeken naar het aantreffen van de stoffen. Dat betekent dat de gemeten concentratie gelijk is aan of hoger is dan de rapportagegrens. Hierbij moet worden opgemerkt dat de analysetechnieken om stoffen te meten in de loop der tijd verbeteren. Concreet betekent dit dat de rapportagegrens soms wordt verlaagd en dat stoffen in lage concentraties sneller worden aangetoond. Dit is bijvoorbeeld bij PFAS het geval. Bij vergelijking met voorgaande meetrondes moet hiermee rekening worden gehouden.

Daarnaast is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van normen. Met de verzamelterm 'normen' wordt in dit geval bedoeld op grondwaterkwaliteitsnormen uit de Grondwaterrichtlijn en de KRW, maar ook op KRW-drempelwaarden, een norm uit het Drinkwaterbesluit en algemene signaleringswaarden voor drinkwaterbronnen. Deze normen zijn niet altijd van toepassing op al het grondwater. Ook zijn niet alle normen nog wettelijk vastgelegd, zoals het voorstel van de EU voor normering van 24 PFAS-stoffen. Zoals in de inleiding is aangegeven, zijn de normen toch gebruikt om de resultaten te kunnen duiden, potentiële problemen te identificeren en stoffen te prioriteren ten behoeve van grondwaterkwaliteitsbeheer en -monitoring. In Tabel is een overzicht gegeven van de gebruikte normen.

Top 10-lijsten

Bij alle stofgroepen, behalve bij de anorganische stoffen, zijn top 10-lijsten gemaakt. Deze zijn samengesteld aan de hand van het percentage filters met normoverschrijding(en) in de ondiepe filters. Indien dit voor twee stoffen gelijk is, is het percentage filters met aantreffen van de stoffen als criterium gebruikt. Deze methode wijkt af van de voorgaande rapportage (Van Loon *et al.*, 2020), waarin de top 10-stoffen alleen op basis van aantreffen zijn geselecteerd. Daarnaast hebben er sindsdien wijzigingen in de stoffen binnen deze stofgroep plaatsgevonden, wat tot nieuwe inzichten leidt. Hierdoor zijn de top 10-lijsten uit deze en de voorgaande rapportage niet goed met elkaar te vergelijken.

Tabel 2-3. Gebruikte normen om de analyseresultaten te kunnen duiden.

Stofgroep	Onderverdeling stoffen	Gebruikte norm voor duiding resultaten	Bron; opmerkingen
Anorganische stoffen	Arseen	13,2 of 18,7 µg/l	Drempelwaarde KRW. Per grondwaterlichaam verschillend
	Cadmium	0,35 µg/l	Drempelwaarde KRW
	Chloride	160 mg/l	Drempelwaarde KRW. Alleen voor zoete grondwaterlichamen
	Nikkel	20 µg/l	Drempelwaarde KRW
	Nitraat	50 mg NO ₃ /l = 11,3 mg N/l	Nitraatrichtlijn, KRW en Grondwaterrichtlijn
	Lood	7,4 mg/l	Drempelwaarde KRW
	Totaal-fosfor	2,0 of 6,9 mg P/l	Drempelwaarde KRW. Per grondwaterlichaam verschillend
	Overige anorganische stoffen	Geen norm beschikbaar	n.v.t.
Bestrijdingsmiddelen	Alle stoffen excl. HTNR⁶ metabolieten	0,1 µg/l	Grondwaterrichtlijn
	Som van de concentraties van alle aangetroffen stoffen exclusief HTNR metabolieten	0,5 µg/l	Grondwaterrichtlijn
	HTNR metabolieten	1 µg/l	Drinkwaterbesluit. Eigenlijk alleen van toepassing op (grond)water dat als bron voor drinkwaterproductie gebruikt wordt.
Medische stoffen		0,1 µg/l	Signaleringswaarde voor drinkwaterbronnen; Bkmw protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW
Overige verontreinigende stoffen		0,1 µg/l	Signaleringswaarde voor drinkwaterbronnen; Bkmw protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW
PFAS	24 specifieke PFAS	4,4 ng PEQ/l	Door EU voorgestelde somnorm ⁷ . Ook toegepast op TFA. Ook toegepast op individuele PFAS-stoffen (omgerekend naar PFOA-equivalenten met zgn. RPF-factor).
	Overige PFAS	0,1 µg/l	Signaleringswaarde overige antropogene stoffen, Bkmw protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW

⁶ HTNR = humaan toxicologisch niet relevant. Deze metabolieten van bestrijdingsmiddelen worden vanwege hun relatief geringe humane effecten niet getoetst aan de Europese normen voor bestrijdingsmiddelen en hun wél humaan toxicologisch relevante metabolieten.

⁷ Voor een deel van de PFAS is gebruik gemaakt van het voorstel van de Europese Commissie voor herziening van de KRW, de Grondwaterrichtlijn en de Richtlijn prioritair stoffen (COM(2022) 540). Hierin wordt een norm voorgesteld van 4,4 ng/l, op basis van PFOA-equivalenten, voor de som van 24 specifieke PFAS-stoffen (die overigens niet allemaal gemeten zijn). Deze voorgestelde norm is zowel op de betreffende individuele PFAS toegepast als op de som hiervan. Zie ook paragraaf 8.2.



PMT-scores

Bij de top 10-stoffen doet zich de vraag voor hoe 'erg' het is dat deze stoffen in relatief hoge concentraties (met normoverschrijding) zijn aangetroffen. Om hier wat meer duiding aan te geven is de PMT-screeningstool van het RIVM gebruikt⁸. P staat hierin voor persistentie in het milieu, M voor mobiliteit in het milieu en T voor humane toxiciteit. In de toolbox is voor een groot aantal stoffen voor elk van deze parameters een score van 0 tot 1 vastgelegd. Door middeling van deze de scores per parameter is per stof een gemiddelde PMT-score bepaald. Een waarde van 0 tot 0,33 indiceert een laag tot matig risico als gevolg van PMT-eigenschappen, 0,33 tot 0,5 indiceert een hoog risico, en 0,5 tot 1 een zeer hoog risico. In algemene zin zijn top 10-stoffen met (zeer) hoge PMT-scores zorgwekkender dan stoffen met lagere PMT-scores.

2.3 Weergave van de resultaten op kaart

De resultaten van de grondwatermetingen zijn middels een groot aantal kaarten inzichtelijk gemaakt. Deze kaarten zijn niet integraal in deze rapportage opgenomen, maar separaat beschikbaar gemaakt (in pdf-formaat).

Ten eerste zijn er per analysepakket (dus niet per stofgroep) twee overzichtskaarten met de locaties van de bemonsterde diepe en ondiepe filters.

Vervolgens zijn per stofgroep of per stof de volgende kaarten gemaakt:

- Anorganische stoffen:
 - per individuele stof (alle stoffen): 'bollenkaarten' met visualisatie van ruimtelijke patronen in waargenomen concentraties;
 - per stof met een norm of drempelwaarde: kaarten met inzicht in normoverschrijdingen;
- Overige stofgroepen:
 - per individuele stof: kaarten met inzicht in normoverschrijdingen;
 - per stofgroep: 'totaalkaarten', met het aantal aangetroffen stoffen (cijfer) en (met een kleur) of er normoverschrijdingen zijn;
 - specifiek voor bestrijdingsmiddelen en PFAS: 'somkaarten' met inzicht in normoverschrijding van de gesommeerde concentraties van de aangetroffen stoffen per stofgroep;
 - een set totaalkaarten voor alle milieuvreemde stoffen samen (alle stofgroepen met uitzondering van de anorganische stoffen).

Van alle bovengenoemde kaarten zijn telkens vier varianten gemaakt, gebaseerd op:

- a. de selectie van meetpunten (alleen KRW-meetpunten of alle meetpunten) en;
- b. de filterdiepte (ondiep of diep).

Aanvullend hierop zijn voor de totaal- en somkaarten extra varianten gemaakt, gebaseerd op:

- c. de selectie van stoffen: exclusief en inclusief de door Noord-Brabant en Limburg extra gemeten stoffen (zie paragraaf 2.1, onder 'stofgroepen');
- d. voor bestrijdingsmiddelen: alle stoffen (inclusief HTNR metabolieten) versus alleen de humaan toxicologisch relevante stoffen (exclusief HTNR metabolieten).

In totaal zijn van de totaal- en somkaarten dus acht varianten gemaakt (criteria a, b en c) en voor de bestrijdingsmiddelen zelfs 16 (criteria a t/m d).

Als achtergrond zijn op alle kaarten de verschillende grondwaterlichamen weergegeven.

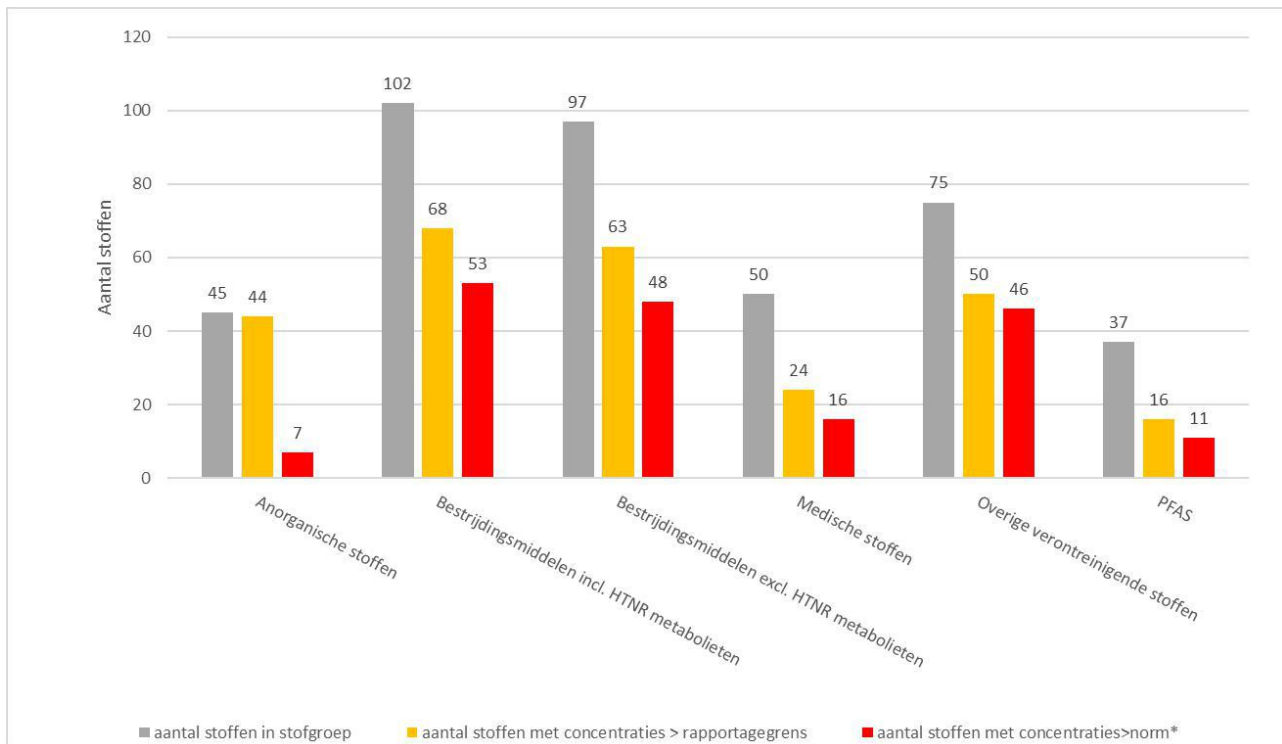
⁸ <https://rvszoekstool.rivm.nl/PmtTool>

3 Overzicht resultaten

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de resultaten per stofgroep. De extra geanalyseerde bestrijdingsmiddelen en PFAS in Noord-Brabant en Limburg zijn hierbij buiten beschouwing gelaten.

3.1 Aantallen stoffen

In Figuur 3-1 is per stofgroep het aantal geanalyseerde stoffen, het aantal aangetroffen stoffen en het aantal stoffen dat ten minste eenmaal de gehanteerde normwaarde overschrijdt aangegeven. Merk op dat van de organische stoffen er maar zeven een norm of drempelwaarde hebben.

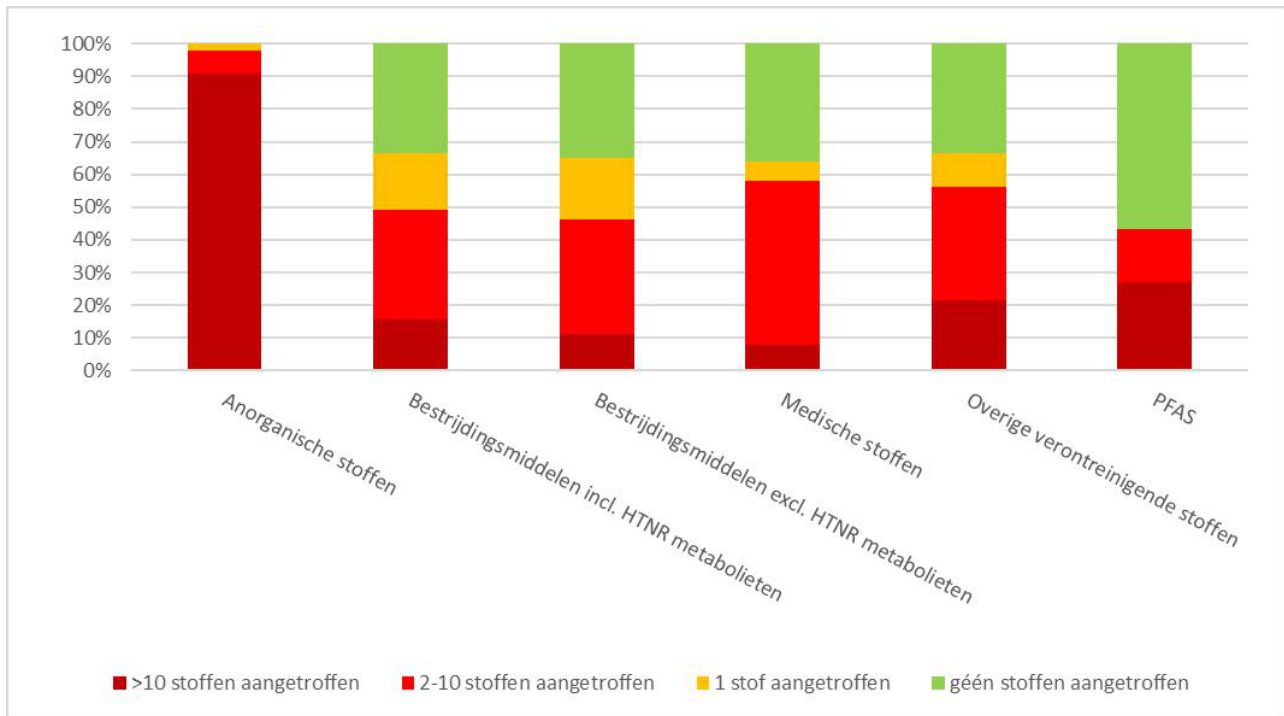


*Figuur 3-1. Het aantal geanalyseerde stoffen, het aantal aangetroffen stoffen en het aantal stoffen met normoverschrijding; per stofgroep. Van de anorganische stoffen hebben maar 7 stoffen een norm. * De verzamelterm 'norm' kan duiden op een (vastgestelde of voorgestelde) norm, een drempelwaarde (voor enkele anorganische stoffen) of een algemene signaleringswaarde (voor niet genormeerde organische stoffen).*

Binnen elke stofgroep (anorganische stoffen uitgezonderd) wordt circa de helft tot twee derde van de geanalyseerde stoffen aangetroffen en ongeveer een derde tot twee derde boven de norm. Wat betreft de bestrijdingsmiddelen dient opgemerkt te worden dat hierbij ook de HTNR metabolieten zijn meegenomen. Als deze metabolieten buiten beschouwing worden gelaten, dan zijn niet 53 maar 48 bestrijdingsmiddelen boven de norm aangetroffen. De geanalyseerde HTNR metabolieten overschrijden namelijk allemaal minimaal één keer de norm.

3.2 Frequentie van aantreffen

In Figuur 3-2 is een indicatie gegeven van de frequentie van het aantreffen van stoffen. Per stofgroep is aangegeven in welk deel van de filters (als percentage van alle bemonsterde filters, ondiep én diep) géén, één, twee tot tien of meer dan tien stof(fen) is of zijn aangetroffen.



Figuur 3-2. Percentage van het totaal aantal filters waarbij 1, 2-10 of meer dan 10 stoffen zijn aangetroffen

De anorganische stoffen worden zeer vaak aangetoond. Dit is ook te verwachten: het gaat om stoffen die van nature in het milieu voorkomen of om fysisch-chemische kenmerken van het water, zoals de zuurgraad. Bij de overige stoffen is in ongeveer een derde van de bemonsterde filters geen enkele stof aangetroffen. Alleen bij PFAS ligt dit percentage met 57% duidelijk hoger. Het aantal filters waar veel stoffen (meer dan 10) zijn aangetroffen, is beperkt; het minst bij de medische stoffen en het meest bij de PFAS.

3.3 Frequentie normoverschrijdingen

In Tabel 3-1 is per stofgroep exclusief de anorganische stoffen een overzicht gegeven van de frequentie van aantreffen en normoverschrijding van de stoffen, waarbij ook een onderscheid is gemaakt tussen de ondiepe en diepe filters.

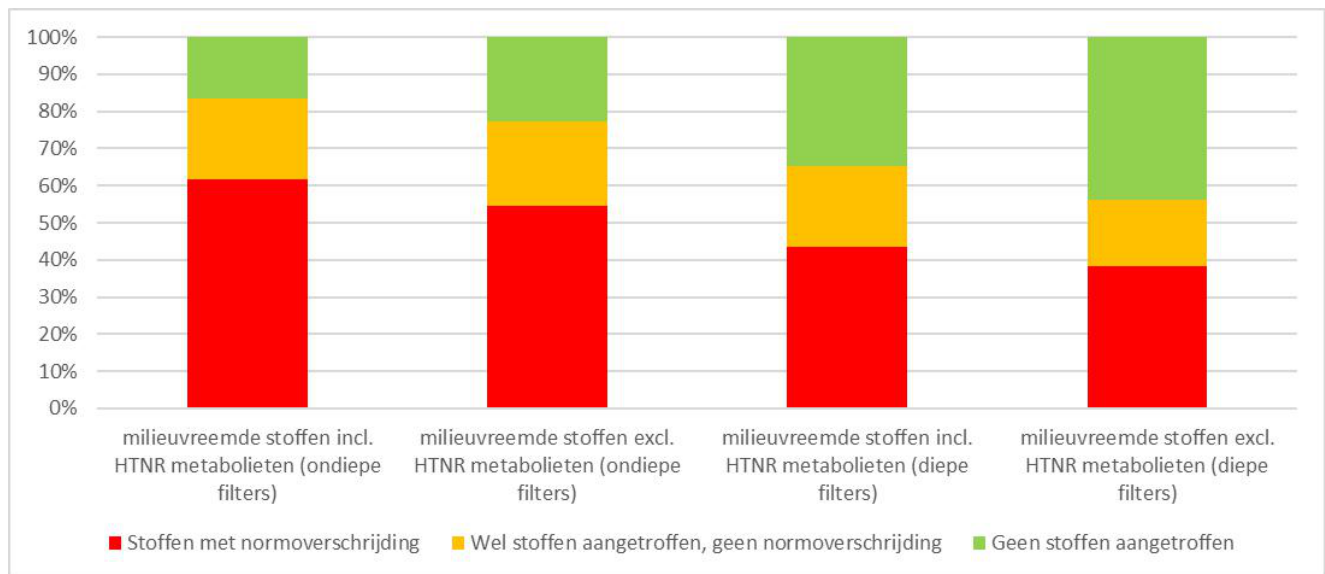
Tabel 3-1. Aantal en tussen haakjes het percentage diepe en ondiepe filters waar milieuvreemde stoffen zijn aangetroffen.

Stofgroep	Ondiep		Diep		Totaal	
	Stof(fen) aangetoond boven rapportage-grens	Stof(fen) met normoverschrijding	Stof(fen) aangetoond boven rapportage-grens	Stof(fen) met normoverschrijding	Stof(fen) aangetoond boven rapportage-grens	Stof(fen) met normoverschrijding
Bestrijdingsmiddelen met HTNR metabolieten	467 (70%)	242 (36%)	169 (58%)	99 (34%)	636 (66%)	343 (35%)
Bestrijdingsmiddelen zonder HTNR metabolieten	291 (44%)	198 (30%)	112 (38%)	89 (30%)	403 (42%)	287 (30%)
Medische stoffen	86 (17%)	37 (7%)	18 (15%)	6 (5%)	104 (16%)	43 (7%)
Overige verontreinigende stoffen	295 (66%)	231 (52%)	62 (52%)	48 (40%)	357 (63%)	279 (49%)
PFAS	392 (58%)	184 (27%)	64 (27%)	20 (8%)	456 (50%)	204 (22%)

Voor alle stofgroepen geldt dat in de diepe filters minder stoffen worden aangetroffen en er ook minder normoverschrijdingen zijn. Bij alle stofgroepen zijn er echter filters (zowel diep als ondiep) waarbij één of meer stoffen worden aangetoond, ook bij boven de norm.

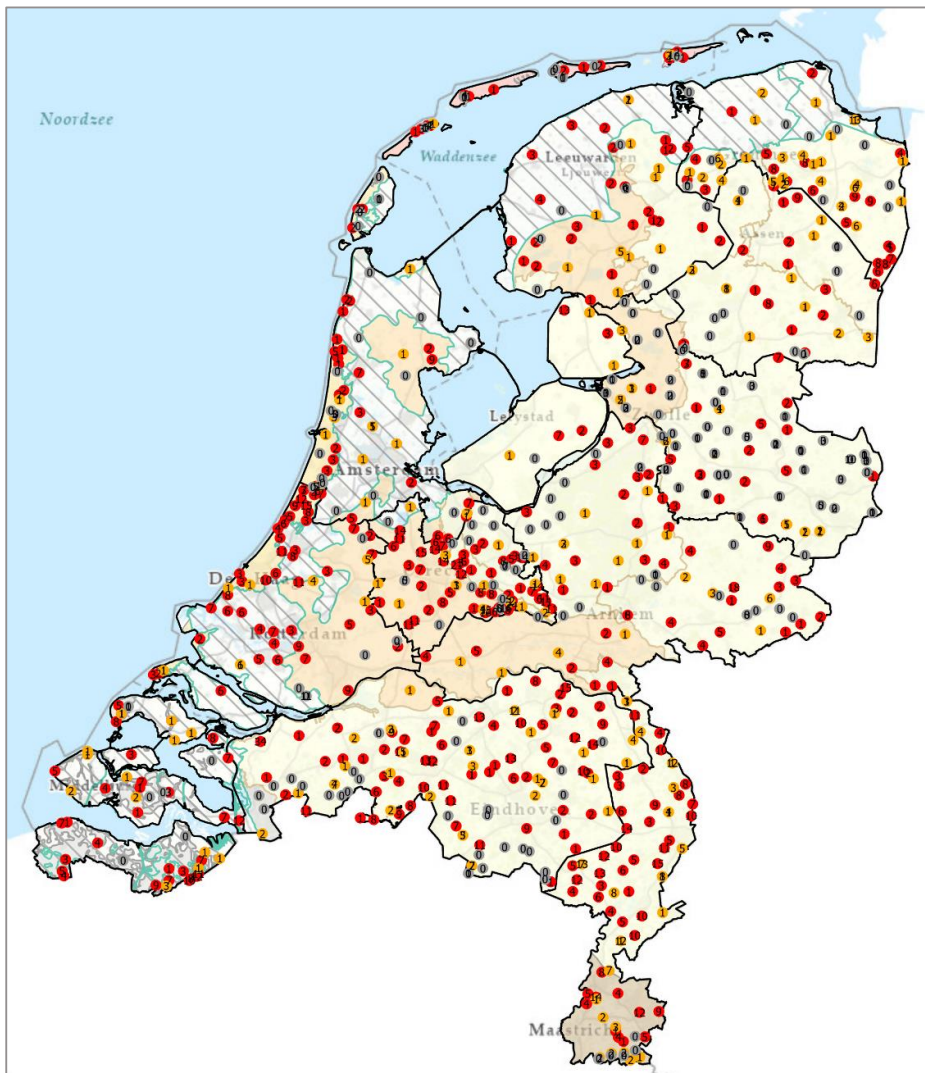
3.4 Samenvatting milieuvreemde stoffen

In deze paragraaf zijn alle milieuvreemde stoffen samengenomen. Milieuvreemde stoffen zijn alle geanalyseerde bestrijdingsmiddelen en metabolieten, medische stoffen, PFAS en overige verontreinigende stoffen (kortom: alle stoffen behalve de anorganische). In Figuur 3-3 is van de milieuvreemde stoffen het percentage van de filters aangegeven waarin géén stoffen zijn aangetroffen, waarin wel stoffen zijn aangetroffen maar geen van allen boven de norm en waarin één of meer stoffen normoverschrijdend zijn aangetroffen. Daarbij is onderscheid is gemaakt tussen diepe en ondiepe filters, en tussen inclusief of exclusief de HTNR metabolieten van bestrijdingsmiddelen.



Figuur 3-3. Samenvatting van het aantreffen van stoffen in de ondiepe en de diepe filters voor alle milieuvreemde stoffen samen. Weergegeven is het percentage van de bemeeten filters waarin één of meer stoffen normoverschrijdend zijn aangetroffen (rood), waarin wel stoffen zijn aangetroffen maar geen enkele stof de norm overschrijdt (oranje), of waarin géén van de geanalyseerde stoffen is aangetroffen (groen).

In 16% van de ondiepe van de filters is geen enkele milieuvreemde stof aangetroffen. Anders gezegd: in bijna 85% van de ondiepe filters worden wél één of meer milieuvreemde stoffen aangetroffen. In meer dan 60% van de ondiepe filters overschrijden één of meer milieuvreemde stoffen de gehanteerde norm. Figuur 3-4 geeft een ruimtelijk beeld. Bij de diepe filters liggen deze percentages lager. Hier zijn in 65% van de filters stoffen aangetroffen. In 44% van de diepe filters is ten minste één stof boven de norm aangetroffen. Dit illustreert dat het grondwater sterk onderhevig is aan 'vergrijzing' (merk op dat de analysepakketten slechts een beperkte selectie omvatten van alle milieuvreemde stoffen).



Figuur 3-4. Beeld van het aantreffen van milieuvreemde stoffen in het ondiepe grondwater in Nederland. Per filter is weergegeven hoeveel van de geanalyseerde milieuvreemde stoffen zijn aangetroffen boven de rapportagegrens (cijfer), of één of meer stoffen normoverschrijdend zijn aangetroffen (rood), of wel stoffen zijn aangetroffen maar geen enkele stof de norm overschrijdt (oranje), of dat géén van de geanalyseerde stoffen is aangetroffen (grijs).

4 Anorganische stoffen

4.1 Inleiding

De categorie anorganische stoffen omvat zogenaamde macroparameters (ordegrootte mg/l) en sporenelementen (ordegrootte µg/l). De stoffen komen van nature in het milieu voor, en worden dus niet als milieuvreemd beschouwd. Een analyse van de frequentie van aantreffen van stoffen, zoals bij de andere stofgroepen is gedaan, is voor de anorganische stoffen niet zo zinvol. Hoge concentraties van anorganische stoffen zijn echter ongewenst, vanwege toxische of ecologische effecten. Daarom is wel naar overschrijding van normen gekeken. Er zijn, zoals in paragraaf 2.2 is aangegeven, maar voor een beperkt aantal anorganische stoffen normen beschikbaar. Deze stoffen worden in de volgende paragraaf besproken. Anorganische stoffen zonder norm worden in paragraaf 4.3 besproken.

Redactionele noot: de beschrijvingen van de achtergronden bij de in dit hoofdstuk behandelde anorganische stoffen zijn grotendeels integraal overgenomen uit de KWR-rapportage over de meetronde van 2018-2019 (Van Loon *et al.*, 2020).

4.2 Anorganische stoffen met norm

In Tabel 4-1 is het percentage overschrijdingen van de normen per provincie weergegeven. Per stof ligt het percentage (landelijk gemiddeld) rond de 8-14% voor de ondiepe filters en 2-6% voor de diepe filters, met uitzondering van lood (1,5% en niet boven de drempelwaarde). In de volgende paragrafen worden de resultaten voor de drempelwaardestoffen en nitraat afzonderlijk besproken.

Chloride (Cl)

Achtergrond

Chloride is een zeer algemeen voorkomend element. Op basis van het chloridegehalte wordt onderscheid gemaakt in zoet, brak en zout water. Voor de bereiding van drinkwater, het gebruik bij (veel) voedselindustrie en voor de landbouw zijn te hoge chlorideconcentraties ongewenst. Omdat chloride zeer lastig uit water te verwijderen is, zijn er chlorideconcentratienormen voor water dat gebruikt wordt voor menselijke consumptie of gebruik in de landbouw. Ten behoeve van deze rapportage is getoetst aan de drempelwaarde van 160 mg/l voor de KRW-grondwaterlichamen. Deze is alleen van toepassing voor zoete grondwaterlichamen.

Resultaten

De gemeten chlorideconcentraties liggen tussen 2 en 24.000 mg/l. In 10% van alle metingen in zoete grondwaterlichamen wordt de drempelwaarde overschreden. Dit komt zowel in ondiep (11,6%) als in diep grondwater voor (7,5%). Deze overschrijdingen vinden met name plaats rond de kust en langs de randen van brakke of zoute grondwaterlichamen. De overige overschrijdingen zijn te vinden rond de rivieren, kanalen, de randmeren en een enkele keer nog verder landinwaarts.

Met name de grondwaterlichamen Wadden Rijn-Noord, Zoet grondwater kreekgebieden en Duin Rijn-West kennen procentueel gezien veel overschrijdingen (gemiddeld 25%). Dit zijn grondwaterlichamen waarin sprake is van natuurlijk verhoogde chlorideconcentraties, als gevolg van de invloed van zeewater. Onduidelijk (want binnen deze rapportage niet onderzocht) is of hier sprake is van een toenemende invloed van zoutwaterindringing, of dat de begrenzing van de grondwaterlichamen wellicht niet voldoende accuraat is.

Andere mogelijke oorzaken voor verhoogde chlorideconcentraties, ook verder landinwaarts, zijn verticale verschuivingen van het zoet/zout-grensvlak (bijvoorbeeld als gevolg van 'upconing' bij grote grondwateronttrekkingen) of antropogene zoutbronnen (bijvoorbeeld als gevolg van strooizout).



Tabel 4-1. Aantal bemeten ondiepe en diepe filters en percentage drempelwaarde- (d.w.) of normoverschrijdingen per dieptecategorie, per stof en per provincie.

Provincie	Aantal filters		As (% > d.w.)		Cd (% > d.w.)		Cl (% > d.w.)		Ptot (% > d.w.)		Pb (% > d.w.)		Ni (% > d.w.)		NO3 (% > norm)	
	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
Drenthe	31	25	3,2	8,0	19,4	16,0	3,2	0	3,2	0	0	0	6,5	0	22,6	16,0
Flevoland	5	5	40,0	0	0	0	40,0	60,0	0	0	0	0	0	12,0	0	0
Fryslân	62	48	3,2	4,2	1,6	0	17,7	20,8	4,8	0	1,6	0	0	0	0	0
Gelderland	67	55	1,5	3,6	7,5	1,8	7,5	1,8	0	1,8	3,0	0	3,0	0	11,9	16,4
Groningen	56	50	10,7	4,0	0	2,0	17,9	8,0	7,1	4,0	1,8	0	3,6	1,8	1,8	2,0
Limburg	66	12	4,5	8,3	24,2	0	6,1	0	0	0	1,5	0	24,2	2,0	30,3	0
Noord-Brabant	118	114	5,9	7,0	26,3	3,5	3,4	1,8	0	0	1,7	0	21,2	0	17,8	0
Noord-Holland	51	29	5,9	6,9	0	3,4	3,9	6,9	11,8	20,7	0	0	3,9	5,3	3,9	3,4
Overijssel	39	38	10,3	10,5	7,7	0	12,8	2,6	0	0	0	0	7,7	3,4	10,3	0
Utrecht	57	33	1,8	0	0	3,0	5,3	0	1,8	0	0	0	1,8	0	3,5	0
Utrecht natuur	23	0	8,7		0		4,3		4,3		0		4,3		0	
Zeeland	26	6	23,1	0	0	0	19,2	0	7,7	0	0	0	0	0	0	0
Zuid-Holland	54	54	13,0	1,9	0	0	22,2	11,1	42,6	20,4	0	0	1,9	0	0	0
Totaal	655	469														
% Totaal			9,6	5,1	13,2	2,6	13,9	6,2	8,7	4,3	1,5	0	11,7	2,6	13,9	3,2

Totaal-fosfor (P-tot)

Achtergrond

Fosfor komt in bodem- en grondwater voor als vrij fosfaat (orthofosfaat) en organisch gebonden fosfaat. De hoeveelheid totaal fosfaat wordt dikwijls uitgedrukt als totaal fosfor (P-tot). Op landbouwgronden wordt fosfaat in de vorm van dierlijke- en kunstmest aangevoerd. Daarnaast komt veel fosfaat via het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in het milieu en vervolgens in grondwater door infiltratie van waterlopen en door beregening met oppervlaktewater. Fosfaat uit mest spoelt zeer beperkt uit en accumuleert in de bodem, waardoor fosfaat het ondiepe grondwater aanvankelijk niet bereikt. Pas na langdurige overbemesting met langdurig 'opladen' van de bodem met fosfaat, kan deze verzadigd raken. Bij een fosfaatverzadigde bodem zal het fosfaat zich niet meer binden aan bodemdeeltjes en gaan 'doorlekken' naar het grondwater. Vooral de arme zandgronden, met een laag organisch stof- en lutumgehalte, zijn daar gevoelig voor.

Op zandige locaties zonder veen is de fosfaatconcentratie van nature in het algemeen zeer laag. Verhoogde fosfaatconcentraties duiden daar op menselijke invloed zoals mestuitspoeling of infiltratie van verontreinigd oppervlaktewater. Op meetlocaties waar in de ondergrond Holoceen organisch materiaal (veen) aanwezig is, kan als gevolg van mineralisatie (door peilverlaging of nitraatgiften) een verhoogde fosfaatconcentratie worden verwacht. Omdat langs de gehele kust inclusief polders en droogmakerijen in de ondergrond venige lagen voorkomen, worden langs de gehele kust hogere fosfaatconcentraties aangetroffen die samenhangen met de drooglegging van de veengronden. Lokaal komt fosfaatrijke (zoute) kwel voor.

Resultaten

Er zijn geen fosforconcentraties onder de rapportagegrens gemeten; de stof is dus altijd aangetoond. De gemiddelde concentratie bedraagt ca. 0,76 mg P/l maar de variatie is groot: van 0,03 tot ca. 20 mg P/l. De concentratie in ondiepe filters is gemiddeld hoger dan in de diepe filters (respectievelijk 0,83 en 0,66 mg P/l).

In ca. 9% van alle metingen in de ondiepe filters en 4% in de diepe filters overschrijdt fosfor de drempelwaarde (die overigens per provincie en grondwaterlichaam verschilt). De hoogste concentraties en de meeste overschrijdingen worden aangetroffen in de kustprovincies met als ondergrond zeelei of laagveen. Dit geldt zowel voor de diepe als ondiepe filters. De (historische) invloed van de zee en de hierboven beschreven ontginning van veengronden zijn hierin duidelijk terug te vinden. Op de hoge zandgronden voldoet fosfor meestal wel aan de drempelwaarde. Wel wordt in een enkel geval een hogere fosfaatconcentratie (maar nog onder de norm) gemeten. Dit kan samenhangen met het landgebruik of andere bronnen zoals effluentlozingen van RWZI's.

Dat het grondwater grotendeels voldoet aan de drempelwaarde wil niet zeggen dat fosfaat in het grondwater geen probleem is. Indien de drempelwaarden voor het grondwater (2 of 6,9 mg P/l) worden afgezet tegen de kwaliteitsdoelstellingen voor oppervlaktewater (afhankelijk van het type water variërend van 0,02 tot 0,5 mg P/l), dan kan uittredend grondwater, ook met niveaus binnen de drempelwaarden voor het grondwater, een ernstige bron van eutrofiëring voor oppervlaktewater vormen.

Arseen (As)

Achtergrond

Arseen is een (natuurlijk) element (zwaar metaal) dat in lage concentraties extreem giftig is. Arseen is voornamelijk afkomstig van de oxidatie van arseenhoudende sulfides (met name pyriet) en van de reductieve oplossing van arseenhoudende ijzer(hydr)oxides (HFO). Pyrietoxidatie wordt sterk gestimuleerd door de uitspoeling van nitraat naar het anoxische grondwater, terwijl de reductieve oplossing van HFO vooral optreedt waar veel organische stof in watergangen, meren of plassen accumuleert, of waar de grondwaterstand drastisch omhoogkomt of inundatie plaatsvindt (Stuyfzand *et al.*, 2008a). Het aanwezige arseen in de ondergrond is van natuurlijke oorsprong, maar komt onder natuurlijke omstandigheden nauwelijks vrij. Door uitspoeling van nitraat of door menselijk ingrijpen in de hydrologie wordt dit van nature aanwezige arseen gemobiliseerd en komt dit arseen vrij in het grondwater. Naast de dominante natuurlijke arseenbronnen, zijn er ook enkele van antropogene aard, zoals arseenhoudende houtverduurzamingsmiddelen, lijm, verf en pesticiden.



Resultaten

De gemeten concentraties voor arseen liggen tussen $< 0,15$ en $268 \mu\text{g/l}$. In bijna 6% van de metingen is de stof niet aangetroffen. Van de metingen boven de rapportagegrens is de gemiddelde concentratie $5,3 \mu\text{g/l}$. De gemiddelde concentratie in de ondiepe filters is $5,7 \mu\text{g/l}$ en in de diepe filters $4,6 \mu\text{g/l}$.

In 6,1% van de metingen is sprake van overschrijding van de drempelwaarde. In de ondiepe filters bedraagt dit percentage 9,6% en in de diepe filters 5,1%. Overschrijdingen worden over heel Nederland waargenomen. In de ondiepe filters komen lokaal ook overschrijdingen van meer dan 10x de drempelwaarde voor. Opvallend is dat in beide filters overschrijdingen rond de IJssel tussen Deventer en Zwolle zijn aangetroffen en in de ondiepe filters ook in het duingebied in West-Nederland.

Nitraat (NO_3)

Achtergrond

Nitraat is een van nature voorkomende meststof en is noodzakelijk voor de groei van algen en planten. Te hoge concentraties in het oppervlaktewater kunnen leiden tot verschijnselen van eutrofiëring zoals algenbloei. De stof spoelt na (over)bemesting uit naar het grondwater. Een andere bron van nitraat is de atmosferische depositie van NH_γ en NO_x , die in Nederland nog steeds sterk verhoogd is. De depositie bestaat uit gassen (NH_3 , NO en NO_2) en opgelost ammonium en nitraat. De gassen en ammonium worden vervolgens tijdens bodempassage grotendeels omgezet in nitraat. Nitraat is zeer mobiel zolang er geen reducerende omstandigheden heersen. Indien de bodem geheel uit zand bestaat en het grondwater (sub)oxisch blijft, dan wordt het nitraat niet of langzaam afgebroken en kan het tot diep in het grondwater uitspoelen. Indien er wel reactief organisch materiaal of pyriet in de bodem zit, dan wordt nitraat zeer snel gedenitrificeerd (omgezet in stikstofgas) en verdwijnt het zo uit het grondwater, dat dan zeer lage concentraties nitraat ($< 0,5 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$) vertoont. Bij deze denitrificatieprocessen in de ondergrond kunnen echter weer andere stoffen vrijkomen zoals zware metalen, ammonium, sulfaat etc.

In (aerobe) zandgronden hoort de nitrificatie van ammonium nagenoeg volledig te zijn zolang de grond niet te zuur is ($\text{pH} > 6$) en temperaturen niet te laag zijn (onder of nabij het vriespunt). In anaerobe gronden, die doorgaans rijk zijn aan organische stof, is geen sprake van nitrificatie (dit proces heeft zuurstof nodig), maar van denitrificatie. In dergelijke bodems is ammonium de enige minerale stikstofvorm. Nitraat en ammonium horen dus eigenlijk niet tegelijkertijd in de grond voor te komen.

Wanneer in niet-verzuurde zandgronden zowel nitraat als ammonium voorkomt, duidt dat op een te grote input van organisch materiaal waardoor de zuurstofhuishouding in de bodem is verstoord. Hierdoor verloopt de nitrificatie onvolledig en spoelt ook ammonium uit naar het grondwater. Dit is ongewenst, tenzij nitraat of het hieruit ontstane nitriet in staat is om ammonium te oxideren tot stikstofgas via het zogenaamde ANAMMOX-proces. Dit pleit voor het opnemen van een ammoniumnorm in zandgronden. Ammonium kan dus dienstdoen als indicator voor een verstoorde zuurstofhuishouding in de bodem indien er geen sprake is van ernstige verzuring en de temperatuur niet te laag is ($< 10^\circ\text{C}$).

Resultaten

Nitraat is in ruim de helft (54%) van alle metingen niet aangetroffen. De gemiddelde concentratie van alle metingen boven de rapportagegrens bedraagt $5,7 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$. In de ondiepe filters is bedraagt de concentratie in de stof is aangetroffen gemiddeld $7,1 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$ en in de diepe filters $2,7 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$.

Bij 7,1% van de metingen is een overschrijding van de nitraatnorm van $11,3 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$ (= $50 \text{ mg NO}_3\text{/l}$) geconstateerd. In ondiep grondwater betreft dit 13,9% van de metingen en in diep grondwater 3,2%. De overschrijdingen vinden met name plaats op de zandgronden in Zuid- en Oost-Nederland en in het Zuid-Limburgse krijtgebied. Opvallend zijn de hoge concentraties in diepe filters rond de Gelderse Vallei, mogelijk samenhangend met de intensieve veehouderij (mest).

Nikkel (Ni)

Achtergrond

Nikkel is een (natuurlijk) element (zwaar metaal) dat in lage concentraties giftig is. Bronnen van nikkel in het milieu zijn niet altijd duidelijk; in het buitengebied betreft het waarschijnlijk een combinatie van grootschalige diffuse verontreiniging uit metaalverwerkende industrie, verzuring van de bodem (nikkel zit o.a. in magnesiumsilicaten) en oxidatie van nikkelhoudende mineralen (vooral pyriet, mogelijk ook glauconiet). Het voorkomen van die



nikkelhoudende mineralen kan regionaal en lokaal erg verschillen. In en om stedelijk gebied vormen o.a. afvalstortplaatsen en -toepassingen, gegalvaniseerde leidingen, vangrails en lantaarnpalen een mogelijke bron.

Nikkel is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH. (<6), bij hogere sulfaatconcentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep anoxisch milieu als nikkelsulfide neer.

Resultaten

Nikkel is in 15% van de metingen niet aangetroffen. De gemiddelde concentratie van alle metingen boven de rapportagegrens is 6,5 µg/l. In de ondiepe filters is dit 7,8 µg/l en in de diepe filters 4,2 µg/l.

Overschrijding van de drempelwaarde vindt bij 6% van de metingen plaats (ondiep 11,7%; diep 2,6%). De overschrijdingen vinden met name plaats in Noord-Brabant, vooral in een zone langs de Belgische grens, en in Noord-Limburg. In deze provincies zijn ook enkele overschrijdingen van meer dan 10x de drempelwaarde geconstateerd. Van deze regio's is bekend dat hier veel nikkelhoudende mineralen voorkomen en dat die door de hoge nitraatbelasting in sterke mate kunnen oxideren.

Cadmium (Cd)

Achtergrond

Cadmium is een (natuurlijk) element dat in lage concentraties giftig is. Cadmium is mobieler in een (sub)oxisch milieu, bij lagere pH-waarden (<6) bij hogere chloride, sulfaat en DOC-concentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep zuurstofarm milieu als cadmiumsulfide neer.

Resultaten

Bij het merendeel van de metingen (82%) is de stof niet aangetroffen. De gemiddelde concentratie van de metingen boven de rapportagegrens bedraagt 0,62 µg/l. In de ondiepe filters bedraagt dit gemiddelde 0,77 µg/l en in de diepe filters 0,29 µg/l.

Bij 6,6% van alle metingen wordt de drempelwaarde overschreden. In het ondiepe grondwater bedraagt dit 13,2%, in het diepe grondwater 2,6%. De overschrijdingen vinden met name plaats in Noord-Brabant, Limburg (beide ondiep; soms met overschrijding van meer dan 10x de drempelwaarde) en Drenthe (diep). Bekend is dat cadmium in het milieu terecht kan komen via dierlijke mest en kunstmest. In de Noord-Brabantse Kempen-regio is het voorkomen van verhoogde cadmiumconcentraties vooral gerelateerd aan de (voormalige) zinkindustrie, waarbij ook veel cadmium is uitgestoten of geloosd, of waar de toepassing (in het verleden) van zinkassen uit deze industrie een diffuse verontreinigingsbron vormt. Naast de Kempen is ook in de Peel, in het grensgebied van Noord-Brabant en Limburg, sprake van een verhoogde regionale uitspoeling van cadmium, zij het minder sterk. De exacte oorzaak is niet bekend, maar vanwege de vele parallelle breukvlakken in de ondergrond is het waarschijnlijk dat verhoogde concentraties in de ondergrond een rol spelen (Altena & Osté, 2020).

Lood (Pb)

Achtergrond

Lood is een (natuurlijk) element dat in lage concentraties al giftig is. Lood komt van nature in Nederlands grondwater nauwelijks voor en is een indicatie van antropogene invloed vanuit PVC (oplossen, doorgaans alleen tijdens eerste jaar), landbouw, runoff van wegen (vooral toen gelode benzine werd gebruikt) en industriële emissies.

Lood is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH (<6), bij hogere Cl⁻, SO₄⁻, en DOC-concentraties (dankzij complexering) en slaat in diep anoxisch milieu als loodsulfide neer.

Resultaten

Bij het merendeel van de metingen (bijna 84%) is lood niet aangetroffen. De gemiddelde concentratie van metingen boven de rapportagegrens is 1,5 µg/l. In de ondiepe filters bedraagt dit gemiddelde 1,7 µg/l en in de diepe filters 0,7 µg/l.

In 7 ondiepe filters wordt de drempelwaarde overschreden. Dit betreft 1,5% van de metingen in ondiep grondwater en 0,6% van alle metingen. De betreffende meetpunten bevinden zich verspreid over het land, met uitzondering van West-Nederland. In de diepe filters doen zich geen overschrijdingen voor.

4.3 Overige anorganische stoffen

Resultaten

De overige anorganische zijn de macroparameters en sporenelementen zonder norm. Van deze stoffen wordt alleen thallium (Tl) nergens aangetroffen.

In de rapportage over de vorige meetronde (2018-2019; Van Loon *et al.*, 2020) is aangegeven dat voor koper en zink 1-5% van de waarnemingen ruim boven de norm voor oppervlaktewater ligt en dat daarom een drempelwaarde (voor grondwater) voor deze stoffen zinvol zou zijn. Om deze reden wordt in de volgende alinea's nader ingegaan op de resultaten van respectievelijk koper en zink.

Koper (Cu)

Achtergrond

Koper is een (natuurlijk) element dat in lage concentraties giftig is. Koper is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH (<6), bij hogere DOC-concentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep anoxisch milieu als sulfide neer. Koper komt voornamelijk via atmosferische depositie en mestuitspoeling in het grondwater, lokaal kan beïnvloeding optreden via afgifte van afval en leidingen in stedelijk gebied, huishoudelijke lozingen of RWZI-effluent.

Resultaten

De gemeten concentraties variëren van < 2 tot 237 µg/l. In 2018/2019 werd een maximum concentratie van 3500 µg/l gemeten (Van Loon *et al.*, 2020). Hogere concentraties in de ondiepe filters zijn vooral in Noord-Brabant gemeten en daarnaast verspreid over de oostelijke helft van Nederland. In de diepe filters zijn de concentraties beduidend minder hoog.

Zink (Zn)

Achtergrond

Zink is een (natuurlijk) element dat in lage concentraties giftig is. Zink komt via industriële emissies, uitstoot van verkeer en via mestuitspoeling in het grondwater. In Brabant en Limburg zijn in het verleden ook zinkassen (winning van non-ferro metalen) toegepast. Lokaal kan beïnvloeding optreden via huishoudelijke lozingen of RWZI-effluent. Verhoogde zinkconcentraties komen hoofdzakelijk in het ondiepe grondwater voor en zijn doorgaans geassocieerd met een lage pH, gebrek aan diep anoxische (sulfaatreducerende of methanogene) omstandigheden en lage SiO₂-concentraties.

Resultaten

De gerapporteerde concentraties variëren van < 2 tot 8.860 µg/l. In 2018/2019 bedroeg de maximale gemeten concentratie 12.000 µg/l (Van Loon *et al.*, 2020). Hoge concentraties worden met name gemeten in de ondiepe filters in Noord-Brabant, specifiek in de Kempen-regio waar de (voormalige) zinkindustrie en het gebruik van afvalstoffen als zinkassen bij grondwerkzaamheden tot aanzienlijke emissies hebben geleid, en in mindere mate in het noorden van Nederland, ook op de Waddeneilanden.

4.4 Conclusies

Anorganische stoffen zijn door alle provincies onderzocht. De volgende conclusies over anorganische stoffen worden getrokken:

- Er zijn 45 anorganische stoffen onderzocht, met uitzondering van thallium zijn deze allemaal aangetroffen.
- Van deze stoffen heeft alleen nitraat een generieke Europese norm en hebben er zes een drempelwaarde per grondwaterlichaam: chloride, totaal-fosfor, arseen, nikkel, cadmium en lood. Overschrijding van de norm of drempelwaarde komt bij al deze zeven stoffen voor. Het percentage filters waarin normoverschrijdingen zijn geconstateerd ligt rond de 5-8%; alleen voor lood is dat met 0,6% duidelijk lager.
- Voor chloride is er alleen een drempelwaarde voor zoete grondwaterlichamen. Overschrijdingen komen daar vooral voor op de grens met de brakke en zoute grondwaterlichamen. Binnen deze rapportage is niet onderzocht of hier sprake is van een toenemende invloed van zoutwaterindringing, of dat de begrenzing van de grondwaterlichamen wellicht niet voldoende accuraat is.



- Van de nutriënten doen de meeste overschrijdingen voor totaal-fosfor zich voor in de zoute grondwaterlichamen, vooral in venige gronden. Deze hoge waarden komen hier van nature voor. Nitraat overschrijdt de norm vooral op de zandgronden, naar verwachting vooral als gevolg van bemesting.
- De drempelwaarden voor zware metalen worden relatief vaak overschreden in de oostelijke helft van Noord-Brabant en de noordelijke helft van Limburg. Ook koper en zink (zonder norm) worden daar in relatief hoge concentraties gemeten. Dit is deels het gevolg van de voormalige zinkindustrie in deze regio, met name in de Kempen. Daarnaast speelt pyrietoxidatie als gevolg van uitspoeling van nitraat een belangrijke rol bij het aantreffen van nikkel en arseen.

5 Bestrijdingsmiddelen

5.1 Achtergrond

Binnen de stofgroep 'bestrijdingsmiddelen' vallen zowel gewasbeschermingsmiddelen als biociden. Beide groepen bestrijden (of in een enkel geval: stimuleren) verschillende soorten organismen. Gewasbeschermingsmiddelen worden vooral toegepast in de landbouw, biociden worden in andere sectoren en/of voor andere doelen gebruikt. Een nadere toelichting:

- **Gewasbeschermingsmiddelen** worden zoals gezegd toegepast in de land- en (glas)tuinbouw. De middelen dienen ter bescherming van de gewassen tegen schadelijke invloed door insecten (insecticiden), onkruid (herbiciden) of schimmels (fungiciden), of om de groei van het gewas te stimuleren (groeiregulators). Daarnaast wordt een deel van deze middelen ook gebruikt als bestrijdingsmiddel in tuinen (particulieren) en op recreatieterreinen zoals sportvelden of golfterreinen (gemeenten).
- **Biociden** zijn ook middelen om schadelijke organismen te bestrijden maar kennen een toepassing buiten de landbouw. Voorbeelden zijn aangroeiwerende verf voor schepen, desinfectiemiddelen voor ziekenhuizen, conserveermiddelen voor materialen en middelen tegen ongedierte.

Bestrijdingsmiddelen kunnen zich op verschillende manieren in het milieu verspreiden en in het grondwater terecht komen. Van belang zijn: drift (bij toepassing), afspoeling naar het oppervlaktewater, uitspoeling vanaf het maaiveld, lozing via (al of niet gezuiverd) afvalwater en infiltratie van oppervlaktewater naar grondwater. Het voorkomen van bestrijdingsmiddelen hangt sterk af van de lokale toepassing, desorptie aan bodem en (bio)degradatie (afbraak). Stoffen kunnen ook op grote diepte in het grondwater voorkomen. Door grondwateronttrekkingen met grote volumes (bijvoorbeeld voor drinkwaterbereiding) kan jonger verontreinigd water van boven tot op grotere diepte worden aangetrokken. Door afbraak tijdens bodempassage en verdunning met grondwater van een andere herkomst zijn de concentraties op grote diepte vaak lager. Daardoor komen op grotere diepte minder vaak normoverschrijdingen voor, of worden de stoffen in het geheel (nog) niet aangetoond.

Door (bio)degradatie van bestrijdingsmiddelen kunnen ook metabolieten van deze stoffen ontstaan, die al dan niet humaan toxicologisch relevant zijn. Het analysepakket omvat ook een aantal van deze metabolieten (zowel wel als niet humaan toxicologisch relevant).

5.2 Aantreffen

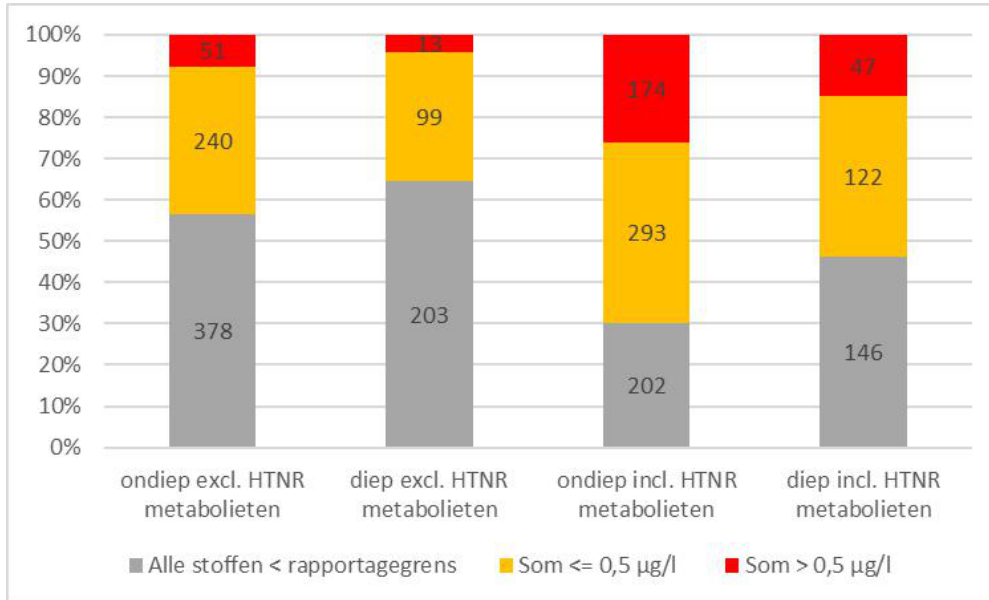
De geanalyseerde bestrijdingsmiddelen en metabolieten zijn weergegeven in Bijlage A. Tabel 5-1 geeft een samenvatting van het (al dan niet normoverschrijdend) aantreffen van bestrijdingsmiddelen, inclusief humaan toxicologisch relevante en niet relevante metabolieten, per diepte en per provincie. Het percentage van de filters waarin één of meer stoffen zijn aangetroffen is hoog: ca. 70% van de ondiepe en 58% van de diepe filters. In meer dan de helft hiervan overschrijden tevens één of meer stoffen de norm; dit geldt voor ca. 36% van de ondiepe en 34% van de diepe filters. Dit zijn hoge percentages, die aangeven dat de grondwaterkwaliteit in een groot deel van Nederland beïnvloed wordt door bestrijdingsmiddelen. De som van alle aangetroffen bestrijdingsmiddelen, exclusief de HTNR metabolieten, overschrijdt de somnorm van 0,5 µg/l in beduidend minder gevallen; in 7,6 % van de ondiepe en 4,5% van de diepe metingen. In Figuur 5-1 is de overschrijding van deze somnorm verder uitgewerkt naar het onderscheid diep/ondiep en met onderscheid inclusief of exclusief humaan toxicologisch niet relevante (HTNR) metabolieten⁹.

⁹ Deze metabolieten van bestrijdingsmiddelen worden vanwege hun relatief geringe humane effecten niet getoetst aan de Europese normen voor bestrijdingsmiddelen en hun wél humaan toxicologisch relevante metabolieten



Tabel 5-1. Aantal en percentage filters (ondiep en diep) per provincie waar bestrijdingsmiddelen inclusief metabolieten zijn aangetroffen boven de rapportagegrens en boven de norm voor bestrijdingsmiddelen (0,1 µg/l) of voor HTNR metabolieten (1,0 µg/l).

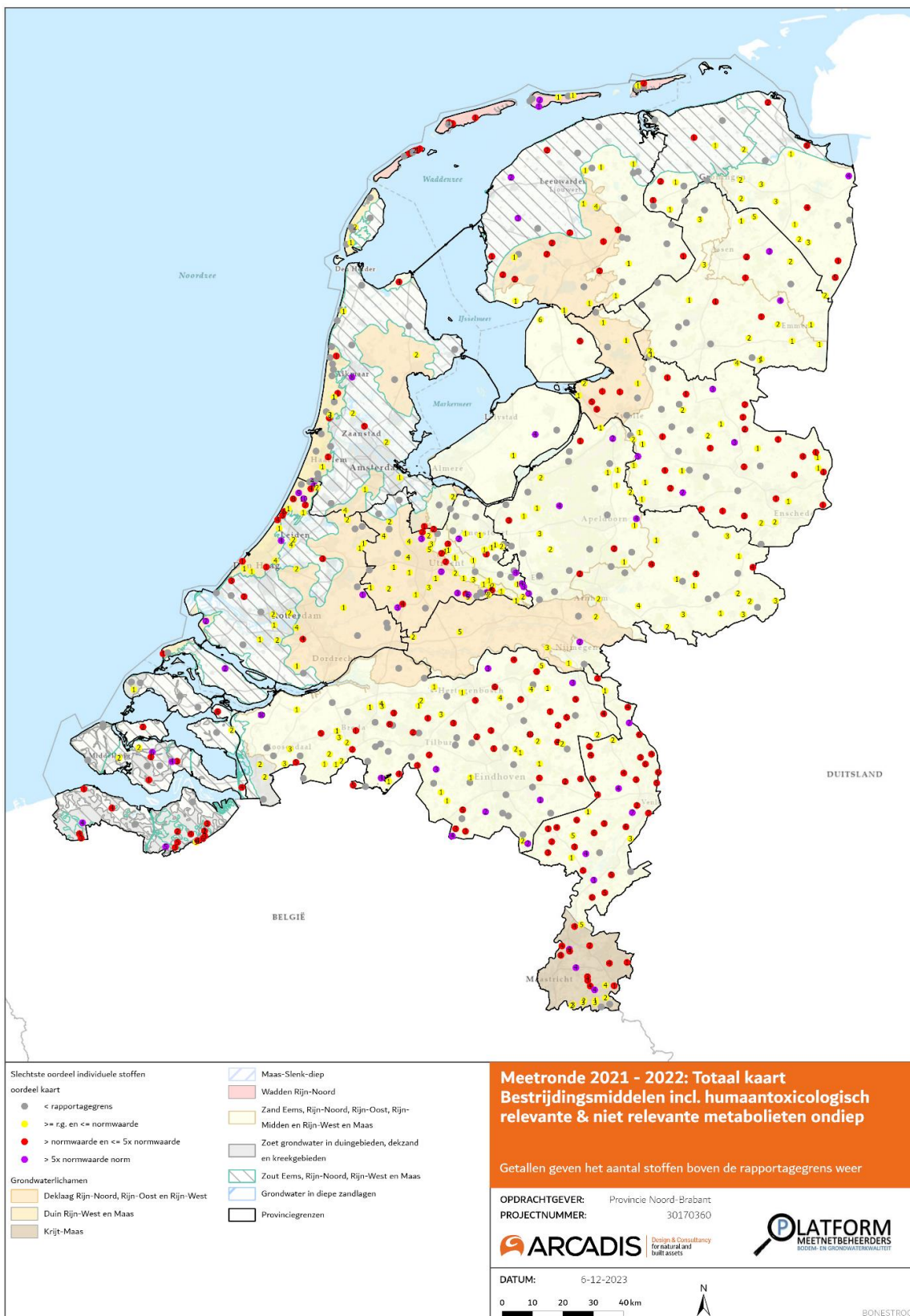
Provincie	Ondiep				Diep			
	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)	% Filters met overschrijding somnorm	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)	% Filters met overschrijding somnorm
Drenthe	31	67.7%	19.4%	0.0%	25	48.0%	32.0%	4.0%
Flevoland	5	80.0%	40.0%	0.0%	5	40.0%	40.0%	0.0%
Friesland	61	60.7%	37.7%	6.6%	46	45.7%	23.9%	2.2%
Gelderland	67	61.2%	16.4%	4.5%	55	54.5%	14.5%	0.0%
Groningen	31	71.0%	29.0%	3.2%	1	0.0%	0.0%	0.0%
Limburg	66	95.5%	72.7%	10.6%	11	81.8%	81.8%	9.1%
Noord-Brabant	116	67.2%	37.1%	6.0%	25	64.0%	36.0%	0.0%
Noord-Holland	51	43.1%	15.7%	3.9%	0	-	-	-
Overijssel	65	76.9%	43.1%	4.6%	62	72.6%	48.4%	8.1%
Utrecht	57	73.7%	15.8%	8.8%	0	-	-	-
Utrecht natuur	23	82.6%	52.2%	34.8%	0	-	-	-
Zeeland	26	61.5%	50.0%	11.5%	6	66.7%	50.0%	0.0%
Zuid-Holland	54	72.2%	37.0%	14.8%	53	50.9%	30.2%	9.4%
Niet gespecificeerd	15	86.7%	66.7%	0.0%	3	100.0%	100.0%	0.0%
Totaal	668	69.9%	36.2%	7.6%	292	57.9%	33.9%	4.5%



Figuur 5-1. Percentage filters met een somconcentratie bestrijdingsmiddelen groter of kleiner dan de somnorm van 0,5 µg/l, onderverdeeld in ondiepe of diepe filters en inclusief of exclusief niet humaantoxicologisch relevante metabolieten.

In alle provincies zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen, ook boven de norm. In Limburg en (opvallend) de meetronde Utrecht natuur zijn het meest frequent bestrijdingsmiddelen aangetroffen; in Noord-Holland het minst vaak. De relatief hoge percentages bij de meetronde Utrecht natuur zijn niet alleen opvallend omdat het om locaties in natuur gaat (waar mag worden aangenomen dat er geen of weinig bestrijdingsmiddelen worden gebruikt), maar ook omdat de percentages in het reguliere meetnet van Utrecht juist relatief laag zijn. De natuurmetingen betreffen alleen ondiep grondwater.

De totaalkaart in Figuur 5-2 geeft aan of er in de ondiepe filters één of meer bestrijdingsmiddelen en/of metabolieten zijn aangetroffen (het weergegeven aantal), al dan niet boven de norm voor individuele bestrijdingsmiddelen of HTNR metabolieten (rood) of boven het niveau van 5x de norm (paars). Deze figuur laat zien dat de norm verspreid over Nederland wordt overschreden, vaak door één of (minder vaak) twee stoffen. In een veel geringer aantal gevallen wordt de norm door meer dan twee stoffen overschreden. Met uitzondering van Drenthe en Friesland is dit verspreid over Nederland het geval. Vooral in Noord-Brabant en Limburg zijn relatief veel normoverschrijdende stoffen aangetroffen (NB: de extra stoffen die in deze provincies gemeten zijn, zijn in dit kaartbeeld niet meegenomen). Buiten deze twee provincies valt de bollenstreek in Zuid-Holland op, maar hier is de dichtheid aan locaties ook groter. Opvallend is dat in het diepe grondwater in de bollenstreek niet veel bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen.



Figuur 5-2. Voorkomen bestrijdingsmiddelen en metabolieten in ondiepe filter op alle meetlocaties

5.3 Top 10 bestrijdingsmiddelen en metabolieten

In Tabel 5-2 is de top 10-lijst van de bestrijdingsmiddelen opgenomen, gebaseerd op het percentage van normoverschrijdend aantreffen in de ondiepe filters. Van de tien stoffen zijn er vier HTNR metabolieten. De top 10-stoffen worden hierna kort beschreven.

Tabel 5-2. Top 10 van bestrijdingsmiddelen en metabolieten, gebaseerd op het normoverschrijdend aantreffen in de ondiepe filters.

Nr.	Stof	HTNR metaboliet	# Filters waarin stof is gemeten	% Filters met norm-overschrijding	% Filters aangetroffen
1	Desfenylochlordazon	Ja	649	9.1%	43.5%
2	Bentazon	Nee	665	3.9%	10.7%
3	Methyl-desfenylochlordazon	Ja	654	2.8%	17.0%
4	Diethyltoluamide (DEET)	Nee	668	2.2%	4.3%
5	2,6-dichloorbenzamide (BAM)	Ja	668	2.1%	22.2%
6	Som dithiocarbamaten*	Nee	668	1.5%	19.9%
7	Dikegulac	Nee	668	1.5%	1.5%
8	Glyfosaat	Nee	665	1.2%	2.3%
9	Dimethylsulfamide	Ja	666	1.1%	20.6%
10	2-methyl-4-chloorfenoxypionzuur (mecoprop)	Nee	649	1.1%	3.3%

* De parameter som dithiocarbamaten is getoetst aan de somnorm voor bestrijdingsmiddelen van 0,5 µg/l, in plaats van de norm van 0,1 µg/l voor individuele stoffen.

De beschikbare PMT-scores van deze stoffen staan in Tabel 5-3. Voor de HTNR metabolieten en de somparameter voor dithiocarbamaten zijn in de risicotoolbox van het RIVM geen PMT-scores beschikbaar. Van de overige top 10-stoffen hebben er twee zeer hoge en twee hoge PMT-potenties. Vooral de hoge mobiliteit van de stoffen is hierin bepalend, maar ook de score voor toxiciteit duidt in deze gevallen tenminste op een hoog of zeer hoog risico. Glyfosaat heeft een lage tot matige PMT-potentie, als gevolg van de relatief geringe persistentie van deze stof. De toxiciteitsscore duidt echter wel op een hoog risico. Verontreiniging van het grondwater met deze stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk. Wanneer deze of vergelijkbare stoffen op kortere of langere termijn worden aangetroffen in grondwater dat wordt onttrokken voor menselijke consumptie, dan kan aanvullende zuiveringsinspanning noodzakelijk zijn. Dit is maatschappelijk ongewenst en bovendien niet toegestaan vanuit Europese wetgeving (KRW).

Tabel 5-3. PMT-scores van de top 10 bestrijdingsmiddelen (bron: PMT-screeningstool RIVM). Geel = laag tot matig (0-0,33), oranje – hoog (0,33-0,5), rood – zeer hoog (0,5-1). Indien geen PMT-score is ingevuld dan is voor deze stof geen informatie beschikbaar.

Nr.	Stof	Persistentie	Mobiliteit	Humane toxiciteit	Eindscore
1	Desfenylochlordazon				
2	Bentazon	0,23	0,48	0,33	0,35
3	Methyl-desfenylochlordazon				
4	Diethyltoluamide (DEET)	0,24	0,52	0,44	0,40
5	2,6-Dichloorbenzamide (BAM)				
6	Som dithiocarbamaten				
7	Dikegulac	0,52	0,75	0,33	0,53
8	Glyfosaat	0,05	0,96	0,34	0,25
9	Dimethylsulfamide				
10	2-Methyl-4-chloorfenoxypropionzuur (mecoprop)	0,18	0,50	0,61	0,43

1: Desfenylochlordazon

Desfenylochlordazon is een HTNR metaboliet van chlordazon. Het herbicide chlordazon is sinds 2022 niet meer toegelaten in de EU. Chlordazon is voornamelijk toegepast in de bollenteelt en akkerbouw, voornamelijk bij suikerbieten. De stof is weinig oplosbaar in water, weinig vluchtig en redelijk afbreekbaar in de bodem. Van desfenylochlordazon is bekend dat deze stof makkelijker uitspoelt naar grondwater dan de moederstof chlordazon (RIVM, 2016).

Desfenylochlordazon is gemeten in 649 ondiepe filters en is in 43,5 van deze ondiepe metingen aangetroffen. In ruim 9% van de filters overschrijdt de stof de signaleringswaarde voor HTNR metabolieten. Overschrijdingen doen zich verspreid over grote delen van Nederland lokaal voor. In Noord- en Midden-Limburg, de Gronings-Drentse veenkoloniën en langs de Belgische grens zijn hogere dichtheden van overschrijdingen te zien, zowel in het ondiepe als in het diepe grondwater.

2: Bentazon

Bentazon is een in de EU toegelaten werkzame stof die wordt gebruikt als herbicide. Bentazon wordt in veel teelten toegepast, waaronder graan-, maïs en bollenteelt.

Bentazon wordt gebruikt voor de bestrijding van breedbladige onkruiden. De mate waarin de stof uitspoelt naar grondwater is afhankelijk van de binding aan organisch stof in de bodem als gevolg van de zuurgraad. De stof is zeer mobiel in bodems met een hoge pH (kleigronden) en zeer weinig mobiel in bodems met een lage pH (zandgronden). De stof bentazon is sinds de eerste toelating in 1972 toegepast in een groot aantal teelten, waaronder graan-, maïs en bollenteelt. Inmiddels is de maximale dosering verlaagd en is de toepassing van de werkzame stof bentazon ingeperkt. Daarnaast wordt bentazon als werkzame stof gebruikt voor gazons, op speelweiden en sportvelden (over het gewas). Echter is in deze toepassingen de uitspoeling (emissie) van bentazon naar grondwater, in vergelijking met de landbouw, een stuk lager (Kruijne & Ickenroth, 2020).

Bentazon is gemeten in 665 ondiepe filters en is in 10,7% van die metingen aangetroffen. In 3,9% van de ondiepe metingen overschrijdt de stof de norm. Normoverschrijdingen komen verspreid over het land voor, maar niet in Groningen, Friesland, Drenthe en Zuid-Holland. In Gelderland en Flevoland komen slechts sporadisch overschrijdingen voor.



3: Methyl-desfenylchloridazon

Methyl-desfenylchloridazon is net als desfenylchloridazon een HTNR metaboliet van chloridazon, een herbicide dat niet meer is toegelaten in de EU.

Methyl-desfenylchloridazon is gemeten in 654 ondiepe filters en in 17% hiervan aangetroffen. In 2,8% van de filters is sprake van een overschrijding van de signaleringswaarde voor HTNR metabolieten. Net als bij desfenylchloridazon zijn de meeste overschrijdingen gesitueerd in Oost-Brabant, Noord- en Midden-Limburg en Noordoost-Drenthe.

4: Diethyltoluamide (DEET)

Diethyltoluamide (DEET) is een werkzame stof die binnen de EU is goedgekeurd als biocide voor het weren of lokken van plaagdieren. Er zijn in Nederland veel toegelaten producten met DEET tegen insectenbeten, zoals sprays die worden toegepast op de huid maar ook geïmpregneerde klamboes en kleding.

DEET is gemeten in 668 ondiepe filters en in 4,3% hiervan aangetroffen. In 2,2% van de filters overschrijdt de stof de norm. De hoogste concentraties, boven 1,0 µg/l, zijn allen in ondiepe filters in Utrecht gemeten.

5: 2,6-dichloorbenzamide (BAM)

BAM (2,6-dichloorbenzamide) is de HTNR metaboliet van het sinds 2008 niet meer toegelaten dichlobenil, een herbicide dat onder andere werd toegepast in wijngaarden. Ook is BAM een metaboliet van de sinds 2007 toegelaten fungicide fluopicolide, dat onder andere wordt toegepast in de fruitteelt. Deze stof is ook samen met propamocarb toegepast in het middel Infinito, dat is toegelaten ter bestrijding van *Phytophthora* (soort schimmel) in aardappelen. Ook wordt het middel gebruikt in sla, spinazie en kool (Kruijne & Ickenroth, 2020).

BAM is gemeten in 668 ondiepe filters, verspreid over Nederland. De stof is daarbij in ruim 22% van de metingen aangetroffen en overschrijdt in 2,1% van de filters de signaleringswaarde voor HTNR metabolieten. Deze concentraties boven 1,0 µg/l doen zich vooral voor in het zuiden en oosten van Brabant en in Midden-Limburg.

6: Som dithiocarbamaten

Dithiocarbamaten vormen een groep organische zwavelverbindingen die wordt gebruikt ter bestrijding van schimmels. Deze stoffen kennen een wijdverspreid gebruik binnen de landbouw. Inzet vindt vooral plaats in de fruitteelt (druiven, peren en appels) en akkerbouw (aardappels, tarwe en bieten). Onder de groep van dithiocarbamaten vallen onder andere de gewasbeschermingsmiddelen metiram, ziram, maneb, mancozeb, propineb en thiram. Deze stoffen zijn alleen als groep geanalyseerd, uitgedrukt in koolstofdissulfide (CS₂). Analyse vindt plaats na behandeling met tinchloride, waarmee CS₂ wordt losgemaakt van de dithiocarbamaten.

Bij gebrek aan gegevens voor de individuele stoffen is deze somparameter ten behoeve van deze rapportage getoetst aan de norm van 0,5 µg/l voor de som van alle bestrijdingsmiddelen. Bij toetsing aan de norm van 0,1 µg/l voor individuele bestrijdingsmiddelen wordt deze norm in alle metingen waarin de parameter is aangetroffen (19,9% in ondiep grondwater en 20,8% van alle metingen) overschreden. Daarmee zou deze parameter op 1 staan in de top 10. Dit is zeker het geval indien uit nader onderzoek zou blijken dat de concentraties voornamelijk worden veroorzaakt door slechts één van de genoemde middelen. Vooralsnog moet het resultaat in beide gevallen als indicatief worden beschouwd.

De parameter som dithiocarbamaten is in 668 ondiepe filters gemeten en in ongeveer 20% van de filters aangetroffen. Omdat de rapportagegrens gelijk is aan norm voor individuele bestrijdingsmiddelen, leidt aantreffen van de parameter gelijk tot overschrijding van deze normwaarde. Deze waarnemingen doen zich verspreid over het land voor. Enkele overschrijdingen van de somnorm voor bestrijdingsmiddelen, waarop de positie in de top 10 is gebaseerd, doen zich ook verspreid over het land voor.

7: Dikegulac

Dikegulac wordt gebruikt als groeiregulator voor planten in met name de sierteelt. Deze stof is sinds 2002 niet meer toegelaten.



Dikegulac is gemeten in 668 ondiepe filters verspreid over Nederland. Vanwege de hoogte van de rapportagegrens (0,1 µg/l) wordt bij aantreffen van de stof ook gelijk de norm overschreden. Dit is het geval in 1,5% van de ondiepe filters. Overschrijdingen zijn lokaal aangetroffen in Zeeland, Zuid-Holland, Utrecht, Overijssel, Noord-Holland en Friesland.

8: Glyfosaat

Glyfosaat is een toegelaten herbicide met veel toepassingen in de landbouw. Daarnaast wordt daarnaast de stof onder meer door gemeenten en particulieren gebruikt als onkruidbestrijdingsmiddel (in het middel Round Up).

Glyfosaat is gemeten in 665 ondiepe filters en is in 2,3% van die metingen aangetroffen. In 1,2% van de ondiepe metingen overschrijdt de stof de norm. De meeste van deze normoverschrijdingen doen zich voor in de Zuid-Hollandse bollenstreek. Daarnaast zijn twee overschrijdingen aangetroffen in Noord-Brabant en één in Zeeland. In het diepe grondwater is glyfosaat niet normoverschrijdend aangetroffen.

9: Dimethylsulfamide

Dimethylsulfamide is een metaboliet van tolylfluanide en van dichlofluanide. Dit zijn beide middelen tegen schimmels, bijvoorbeeld voor de verduurzaming van hout. Beide stoffen zijn niet meer toegelaten.

Dimethylsulfamide is gemeten in 666 ondiepe filters en in meer dan 20% hiervan aangetroffen. In 1,1% van de filters overschrijdt de stof de signaleringswaarde voor HTNR metabolieten. Overschrijdingen doen zich het meest voor in Limburg, Noord-Brabant, Utrecht en Noord-Holland en daarnaast in mindere mate in de andere provincies, met uitzondering van Groningen en Flevoland.

10: 2-methyl-4-chloorfenoxypionzuur (mecoprop)

Mecoprop (MCP) is een veel gebruik middel tegen onkruid en wordt vooral op grasvelden, gazons en golfbanen gebruikt, maar bijvoorbeeld ook in de graanteelt.

Mecoprop is met 3,3% van de 649 ondiepe filters waarin deze stof gemeten is niet vaak aangetroffen. In 1,1% van de ondiepe filters overschrijdt de stof de norm. Ook in diepe filters is de stof gevonden, maar zelden met normoverschrijding. De normoverschrijdingen in ondiepe (en diepe filters) komen verspreid over het land voor.

5.4 Overige bestrijdingsmiddelen met normoverschrijding

Naast de hierboven beschreven top10-stoffen zijn ook andere bestrijdingsmiddelen boven de norm aangetroffen. Deze stoffen zijn opgesomd in Tabel 5-4. We geven verder geen toelichting bij deze stoffen.

Tabel 5-4. Aangetroffen bestrijdingsmiddelen boven de norm (of de signaleringswaarde voor HTNR metabolieten).

Stof	Stof	Stof	Stof
1,1-dichloorethaan	Chlorantraniliprol	Fluopicolide	Metolachloor
2,4'-dichloordifenyldichloorethaan	Chloridazon	Fluopyram	Nicosulfuron
2,4-dichloorfenol	Clofibrinezuur	Fluroxypyr	Pentachloorfenol
2,4-dimethylfenol	Clopyralid	Flutolanil	Propamocarb
2-hydroxyatrazine	Desisopropylatrazine	Fluxapyroxad	Propiconazol (som cis- en trans-)
2-methyl-4-chloorfenoxiazijnzuur	Diflufenican	Glufosinaat	Prothioconazol-desthio
Aminomethylfosfonzuur	Dikegulac-natrium	Imidacloprid	Prothioconazool

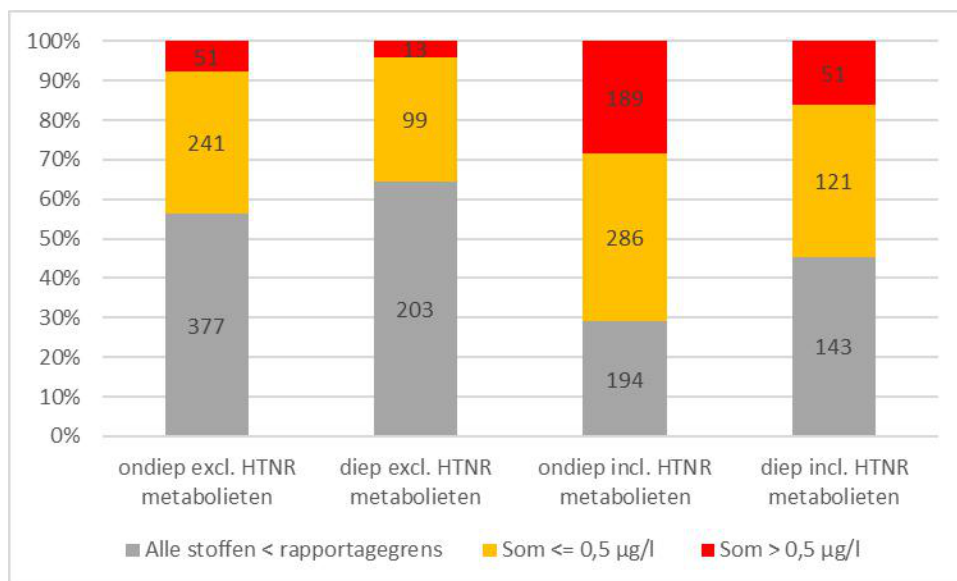
Stof	Stof	Stof	Stof
Atrazine	Dimethenamide	Isoproturon	Simazine
Bromacil	Dimethomorf	Lenacil	Som 2,4- en 2,5-dichlooraniline
Carbendazim	Diuron	Metalaxyl	Tebuconazol
Chloorprofam	Ethofumesaat	Metaldehyde	

5.5 Extra geanalyseerde stoffen Noord-Brabant en Limburg

Zoals in paragraaf 2.1 is aangegeven, zijn in Noord-Brabant en Limburg in het kader van afspraken binnen het Maasstroomgebied naast het basismetpakket extra stoffen onderzocht. Het doel daarvan was een brede screening, gericht op het aantreffen van (normaliter weinig bemeten) bestrijdingsmiddelen en overige verontreinigende stoffen. In Tabel 5-5 is aangegeven wat de gevolgen voor het aantal aangetroffen stoffen en het aantal normoverschrijdingen is, als deze stoffen bij de gegevens van het basismetpakket van beide provincies worden betrokken. In Figuur 5-3 zijn de gevolgen voor de toetsing van de somconcentratie van bestrijdingsmiddelen weergegeven.

Tabel 5-5. Wijziging in aantal aangetroffen stoffen en stoffen met normoverschrijding als de extra geanalyseerde stoffen in Noord-Brabant en Limburg bij de gegevens worden betrokken.

Pakket	Provincie	Ondiep				Diep			
		Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding	% Filters met overschrijding somnorm	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding	% Filters met overschrijding somnorm
Basis	Limburg	66	95.5%	72.7%	10.6%	11	81.8%	81.8%	9.1%
	Noord-Brabant	116	67.2%	37.1%	6.0%	25	64.0%	36.0%	0.0%
Basis + extra	Limburg	66	97.0%	72.7%	10.6%	11	81.8%	81.8%	9.1%
	Noord-Brabant	116	73.3%	47.4%	6.0%	25	76.0%	44.0%	0.0%



Figuur 5-3. Percentage filters, wanneer de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg zijn meegenomen, met een somconcentratie bestrijdingsmiddelen groter of kleiner dan de somnorm van 0,5 µg/l, onderverdeeld in ondiepe of diepe filters en inclusief of exclusief HTNR metabolieten.

In beide provincies, maar met name in Brabant is door de toevoeging van de extra gemeten stoffen het aantal filters waarin tenminste één stof wordt aangetroffen toegenomen, en ook het aantal filters waarin tenminste één normoverschrijding voorkomt.

In Tabel 5-6 is aangegeven wat de top 10-stoffen zijn als de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg bij de overige metingen betrokken worden. De stoffen die door de toevoeging nieuw in de top 10-lijst verschijnen, zijn en de tabel met een asterix gemarkeerd en worden onder de tabel besproken.

Tabel 5-6. Top 10 bestrijdingsmiddelen in ondiep grondwater als de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg aan de gegevens worden toegevoegd. De met een asterix gemarkeerde stoffen zijn door deze toevoeging nieuw in de top 10-lijst.

Nr.	Stof	HTNR metaboliet	# Filters waarin stof is gemeten	% Filters met norm-overschrijding	% Filters aangetroffen
1	Metolachlor ethaansulfonzuur*	Ja	182	19.8%	58.8%
2	Metolachlor oxo azijnzuur*	Ja	182	15.4%	44.5%
3	Desfenylchloridazon	Ja	649	9.1%	43.5%
4	Metazachloor-ethaansulfonzuur*	Ja	182	8.2%	25.8%
5	Bentazon	Nee	665	3.9%	10.7%
6	Methyl-desfenylchloridazon	Ja	654	2.8%	17.0%
7	Diethyltoluamide (DEET)	Nee	668	2.2%	4.3%
8	2,6-dichloorbenzamide (BAM)	Ja	668	2.1%	22.2%
9	Som dithiocarbamaten	Nee	668	1.5%	19.9%
10	Dikegulac	Nee	668	1.5%	1.5%

Nieuwe # 1: Metolachlor ethaansulfonzuur

Metolachlor ethaansulfonzuur (ook wel metolachlor-ESA genoemd) is een HTNR metaboliet van het in de EU toegelaten herbicide S-metolachlor. Dit middel wordt met name toegepast op maïs, suikerbieten en in de bollenteelt. S-metolachlor is matig oplosbaar in water en goed afbreekbaar in de bodem. Daarnaast is het vluchtig (in de atmosfeer) en weinig mobiel (in de bodem).

Metolachlor ethaansulfonzuur is in bijna 60% van de ondiepe metingen aangetroffen boven de rapportagegrens. Concentraties boven de signaleringswaarde voor HTNR metabolieten zijn in bijna 20% van de ondiepe metingen aangetroffen, met name in Midden-Limburg, Noord-Limburg, Noordoost-Brabant en langs de Brabantse grens met België.

Nieuwe # 2: Metolachlor oxo azijnzuur

Metolachlor oxo azijnzuur is net als metolachlor ethaansulfonzuur een HTNR metaboliet van het herbicide S-metolachlor.

Metolachlor oxo azijnzuur is in bijna 45% van de ondiepe metingen in Noord-Brabant en Limburg aangetroffen. Overschrijdingen van de signaleringswaarde doen zich voor in 15,4% van de ondiepe filters, hoofdzakelijk in dezelfde regio's als voor metolachlor ethaansulfonzuur: Midden-Limburg, Noord-Limburg, Noordoost-Brabant en langs de Brabantse grens met België.

Nieuwe # 4: Metazachloor-ethaansulfonzuur

Metazachloor-ethaansulfonzuur is een HTNR metaboliet van metazachloor, een in de EU toegelaten herbicide dat wordt toegepast in koolzaad- en sierteelt.

In 25,8% van de ondiepe filters is metazachloor-ethaansulfonzuur aangetroffen. De signaleringswaarde voor HTNR metabolieten wordt in 8,2% van de ondiepe filters overschreden. Overschrijdingen doen zich verspreid door de provincie Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg voor.

In Tabel 5-7 zijn de overige bestrijdingsmiddelen aangegeven die alleen in Noord-Brabant en Limburg gemeten zijn en één of meer keer boven de norm zijn aangetroffen, maar niet tot de top 10-stoffen behoren. We sommen de stoffen op, maar geven verder geen toelichting op deze stoffen.

Tabel 5-7. Aangetroffen bestrijdingsmiddelen boven de norm van stoffen die alleen in Noord-Brabant en Limburg zijn gemeten, maar niet tot de top 10 behoren

Stof	Stof	Stof	Stof
Asulam	Fenmedifam	Fluoxastrobin	Prosulfocarb
Cyproconazool	Fludioxonil	Mandipropamide	Terbutylazine
Difenoconazool			

5.6 Conclusies

Bestrijdingsmiddelen zijn door alle provincies onderzocht. De volgende conclusies over bestrijdingsmiddelen worden getrokken:

- Er zijn inclusief de (al dan niet humaan toxicologisch relevante) metabolieten 102 bestrijdingsmiddelen onderzocht. Hiervan zijn 68 stoffen aangetroffen en 53 stoffen met normoverschrijding(en).
- In bijna 70% van de ondiepe en 58% van de diepe filters zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen. In Limburg en de meetronde Utrecht natuur zijn het vaakst stoffen aangetroffen. In bijna de helft van alle filters zijn meerdere verschillende bestrijdingsmiddelen aangetroffen; in 15% van de filters zelfs meer dan tien.



- In ca. 36% van de ondiepe en 34% van de diepe filters zijn één of meer normoverschrijdingen aangetroffen. De meeste normoverschrijdingen komen voor in Limburg en in de bollenstreek, de minste in Gelderland, Utrecht en Noord-Holland.
- Van de top 10 bestrijdingsmiddelen zijn er twee die in meer dan 3% van de ondiepe filters de norm overschrijden. Dit zijn desfenylchloridazon en bentazon. De eerstgenoemde stof is echter een HTNR metaboliet. Bij de overige stoffen ligt het percentage normoverschrijding onder de 3% van de filters.
- Bij de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg zijn nieuwe stoffen aangetoond, ook boven de norm. De toevoeging van de extra gemeten stoffen leidt tot drie nieuwe stoffen in de top 10-lijst en wel op de plaatsen 1, 2 en 4. Het betreft een drietal HTNR metabolieten.
- De meeste van de top 10-stoffen hebben een hoge tot zeer hoge PMT-potentie. Verontreiniging van het grondwater met deze stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk. Wanneer deze of vergelijkbare stoffen op kortere of langere termijn worden aangetroffen in grondwater dat wordt onttrokken voor menselijke consumptie, dan kan aanvullende zuiveringsinspanning noodzakelijk zijn. Dit is maatschappelijk ongewenst en bovendien niet toegestaan vanuit Europese wetgeving (KRW).

6 Medische stoffen

6.1 Achtergrond

De groep van medische stoffen omvat hoofdzakelijk humane geneesmiddelen (chemische stoffen met een medische werking) en medische hulpstoffen (zoals röntgencontrastmiddelen). Daarnaast is een beperkter aantal metabolieten van medische stoffen, veterinaire of diergeneesmiddelen en hormonen in dit pakket opgenomen. Kortheidshalve spreken we in deze rapportage van “medische stoffen”, tenzij expliciet anders vermeld.

Na gebruik van humane geneesmiddelen worden deze al dan niet gemetaboliseerd uitgescheiden door het menselijk lichaam en komen in het (huishoudelijk) afvalwater terecht. RWZI's zijn niet specifiek ontworpen om microverontreinigingen zoals geneesmiddelen te verwijderen. Zeker persistente en mobiele stoffen kennen een relatief laag verwijderingspercentage (Verlicchi *et al.*, 2012). Via RWZI-effluent komen de stoffen in het oppervlaktewater terecht. Vanuit het oppervlaktewater kunnen de stoffen zich, afhankelijk van de stofeigenschappen en de hydrologische omstandigheden, ook naar het grondwater verspreiden. Daarnaast kunnen veterinaire geneesmiddelen via dierlijke diffuus op het land komen en uitspoelen naar het grondwater. Er is de afgelopen decennia veel onderzoek gedaan naar de emissie en het voorkomen van geneesmiddelen in oppervlaktewater (de Voogt *et al.*, 2009; Derksen & Ter Laak, 2013b; Ter Laak *et al.*, 2014; Hofman-Caris *et al.*, 2016; Moermond *et al.*, 2016; Moermond *et al.*, 2020). In effluent en oppervlaktewater wordt een breed scala aan geneesmiddelen en omzettingsproducten geanalyseerd én aangetroffen. Dit betreft voornamelijk humane geneesmiddelen en middelen met zowel humane als veterinaire toepassingen. Concentraties verschillen sterk per stof maar overschrijden regelmatig de signaleringswaarde van 0,1 µg/l. Voor grondwater in het algemeen zijn nog geen normen voor medische stoffen vastgesteld.

Bovengenoemde studies richten zich voornamelijk op humane geneesmiddelen, maar bevatten soms ook middelen die alleen veterinair worden toegepast (Derksen & Ter Laak 2013a, b). Er zijn minder studies specifiek gericht op het voorkomen van diergeneesmiddelen in water. Van de emissie en uitspoeling van diergeneesmiddelen naar grondwater is dan ook nog maar weinig bekend (Rougoor *et al.*, 2016; Ter Laak & Kools, 2016). In grondwater worden zowel humane als veterinaire geneesmiddelen onderzocht. De hoeveelheid literatuur over geneesmiddelen in grondwater is echter beperkter dan voor oppervlaktewater.

6.2 Aantreffen

De geanalyseerde medische stoffen zijn te vinden in Bijlage C. Het betreft slechts een klein gedeelte van het totaal aan gebruikte medische stoffen. Van de 50 onderzochte medische stoffen zijn er 24 aangetroffen.

Tabel 6-1 geeft de verschillen weer in het aantreffen van medische stoffen tussen de provincies. Medische stoffen zijn in bijna provincies aangetroffen, behalve in Groningen waar in deze meetronde niet op dit pakket is geanalyseerd. Het gemiddelde percentage van aantreffen bedraagt ruim 16% in de ondiepe en ruim 14% in de diepe filters; dit zijn beduidend lagere percentages dan bij de bestrijdingsmiddelen. In Friesland en Zeeland zijn relatief weinig medische stoffen aangetroffen. Wellicht speelt de relatief lage bevolkingsdichtheid hier een rol. De waargenomen concentraties zijn vaak lager dan de signaleringswaarde. Slechts in een klein deel van de filters (ca. 7% ondiep en 5% diep) zijn één of meerdere medische stoffen boven de signaleringswaarde aangetroffen. Normoverschrijdingen komen relatief vaak voor in Limburg en Overijssel. In de provincies Limburg, Noord-Brabant en Zuid-Holland is alleen het ondiepe grondwater bemonsterd.



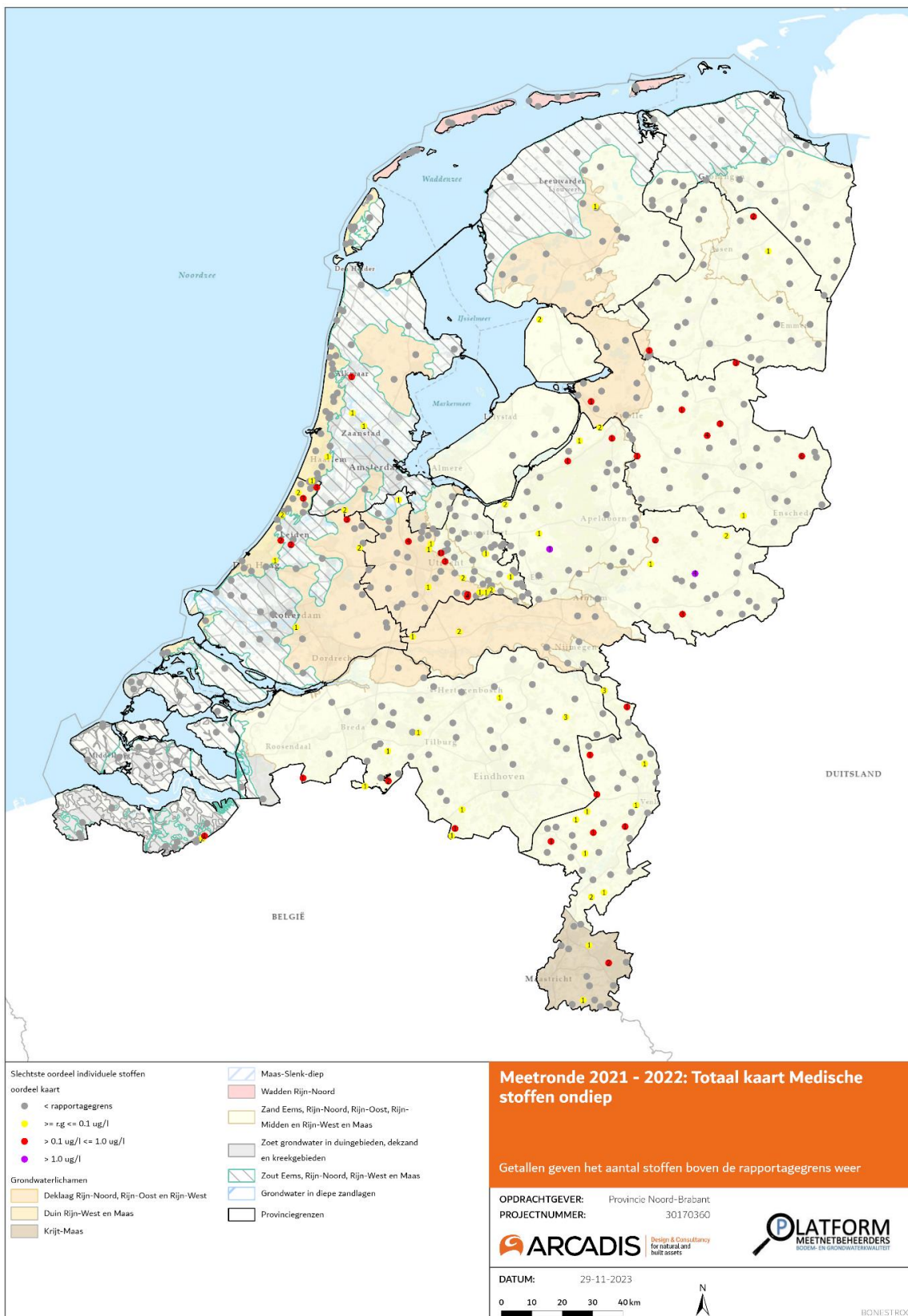
Tabel 6-1. Aantal en percentage filters (ondiep en diep) per provincie waar medische stoffen zijn aangetroffen boven de rapportagegrens en boven de signaleringswaarde (aangeduid als normoverschrijding).

Provincie	Ondiep			Diep		
	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)
Drenthe	31	9.7%	6.5%	4	0.0%	0.0%
Flevoland	5	20.0%	0.0%	5	0.0%	0.0%
Friesland	39	2.6%	0.0%	24	8.3%	0.0%
Gelderland	67	19.4%	9.0%	55	16.4%	3.6%
Groningen	0	-	-	0	-	-
Limburg	56	30.4%	12.5%	0	-	-
Noord-Brabant	56	16.1%	5.4%	0	-	-
Noord-Holland	51	11.8%	2.0%	5	20.0%	0.0%
Overijssel ¹⁰	45	17.8%	15.6%	11	18.2%	18.2%
Utrecht	57	24.6%	8.8%	17	23.5%	11.8%
Utrecht natuur	23	13.0%	0.0%	0	-	-
Zeeland	23	8.7%	4.3%	3	0.0%	0.0%
Zuid-Holland	54	16.7%	9.3%	0	-	-
Niet gespecificeerd	11	0.0%	0.0%	2	0.0%	0.0%
Totaal	516	16.7%	7.2%	125	14.6%	4.9%

De totaalkaart in

Figuur 6-1 vat het voorkomen van medische stoffen in het ondiepe grondwater samen. Daarbij is middels een cijfer weergegeven hoeveel stoffen per filter zijn aangetroffen en middels een kleur hoe de hoogst gemeten concentraties zich verhouden tot de signaleringswaarde (oranje betekent een overschrijding, rood een overschrijding van 10x de signaleringswaarde). In de provincies Flevoland en Friesland vinden geen overschrijdingen plaats, in de andere provincies wel. Alleen in Gelderland is sprake van een tweetal overschrijdingen van meer dan 10 maal de signaleringswaarde.

¹⁰ Over het voorkomen van geneesmiddelen in het grondwater van Overijssel is een KennisHub te raadplegen. Zie: [Geneesmiddelen in het grondwater van Overijssel | KennisHub Overijssel](#)



Figuur 6-1. Voorkomen medische stoffen in ondiepe filters op alle meetlocaties



Medische stoffen in grondwater zijn hoofdzakelijk te verwachten in gebieden die worden voorzien met oppervlaktewater waarop RWZI-effluent wordt geloosd. Daarbuiten, bijvoorbeeld op de hoge zandgronden van Oost-Drenthe, Oost-Overijssel en de Veluwe maar ook in de Noord-Hollandse duinen en op de Waddeneilanden zijn ze nauwelijks aangetroffen.

Voor enkele waarnemingen, zoals in Oost-Gelderland en delen van zuidelijk Brabant, ligt de relatie met infiltrerend oppervlaktewater minder voor de hand. Waar dit geen veterinaire geneesmiddelen betreft kan sprake zijn van lekkende riolen, uitspoeling van een vuilstort, beregening met oppervlaktewater en/of nog onbekende oorzaken.

6.3 Top 10 medische stoffen

De top 10-lijst van medische stoffen is weergegeven in Tabel 6-2. Deze top 10 is gebaseerd op het percentage van normoverschrijdend aantreffen in de ondiepe filters. De betreffende stoffen worden hierna kort beschreven.

Tabel 6-2. Top 10 van medische stoffen, gebaseerd op het normoverschrijdend aantreffen in de ondiepe filters.

Nr. Stof	Subgroep	# Filters waarin stof is gemeten	% Filters met normoverschrijding	% Filters aangetroffen
1 Gabapentine	Geneesmiddelen	516	2.91%	4.3%
2 Clopidol	Diergeneesmiddelen	516	1.55%	2.9%
3 Jopamidol	Röntgencontrastmiddelen	483	1.04%	1.7%
4 Fenazon (antipyrene)	Geneesmiddelen	516	0.97%	4.1%
5 Amidotrizoïnezuur	Röntgencontrastmiddelen	483	0.41%	1.0%
6 Carbamazepine	Geneesmiddelen	516	0.39%	3.1%
7 Sulfadimidine	Geneesmiddelen	516	0.39%	1.2%
8 Paracetamol	Geneesmiddelen	516	0.39%	0.8%
9 Furosemide	Geneesmiddelen	516	0.39%	0.6%
10 Sulfapyridine	Diergeneesmiddelen	516	0.39%	0.6%

De PMT-scores van deze stoffen staan in Tabel 6-3. Van de negen stoffen met een PMT-score hebben er vijf zeer hoge en drie hoge PMT-potenties. Vooral de hoge mobiliteit van de stoffen is hierin bepalend. Daarnaast duiden echter ook voor alle stoffen de toxiciteit en voor zes van de acht stoffen de persistentie op een hoog of zeer hoog risico. Alleen gabapentine, de meest aangetroffen stof, heeft lage tot matige PMT-potenties, als gevolg van de relatief geringe persistentie van deze stof. De toxiciteitsscore duidt echter wel op een hoog risico. Verontreiniging van het grondwater met deze stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk. Wanneer deze of vergelijkbare stoffen op kortere of langere termijn worden aangetroffen in grondwater dat wordt onttrokken voor menselijke consumptie, kan aanvullende zuiveringsinspanning noodzakelijk zijn. Dit is maatschappelijk ongewenst en bovendien niet toegestaan vanuit Europese wetgeving (KRW).



Tabel 6-3 PMT-scores van de top 10 medische stoffen (bron: PMT-screeningstool RIVM). Geel = laag tot matig (0-0,33), oranje – hoog (0,33-0,5), rood – zeer hoog (0,5-1). Indien geen PMT-score is ingevuld dan is voor deze stof geen informatie beschikbaar.

Nr.	Stof	Persistentie	Mobiliteit	Humane toxiciteit	Eindscore
1	Gabapentine	0,09	0,85	0,34	0,29
2	Clopidol				
3	Jopamidol	0,74	0,93	0,33	0,61
4	Fenazon (antipyrine)	0,16	0,66	0,61	0,40
5	Amidotrizoïnezuur	0,89	0,69	0,33	0,59
6	Carbamazepine	0,22	0,47	0,33	0,33
7	Sulfadimidine	0,50	0,58	0,83	0,62
8	Paracetamol	0,33	0,62	0,57	0,36
9	Furosemide	0,57	0,60	0,42	0,52
10	Sulfapyridine	0,50	0,60	0,75	0,61

1: Gabapentine

Gabapentine is een geneesmiddel voor de behandeling van epilepsie en zenuwpijn. De stof komt via urine in het riool terecht. Er zijn geen metingen van diepe filters in de provincies Groningen, Noord- en Zuid-Holland, Zeeland, Brabant en Limburg. Gabapentine is gemeten in 516 ondiepe filters en aangetroffen in 4,3% hiervan. In 2,9% van de metingen in ondiep grondwater is de signaleringswaarde overschreden. Overschrijdingen zijn zowel in ondiep als in diep grondwater aangetroffen, verspreid over de provincies Zuid-Holland, Utrecht, Gelderland, Overijssel en Drenthe.

2: Clopidol

Clopidol is een diergeneesmiddel dat wordt gebruikt tegen de ziekte coccidiose, een parasitaire infectie in de darmen. De stof wordt met name ingezet in de pluimveehouderij. Clopidol is in 516 ondiepe filters gemeten en in 2,9% hiervan aangetroffen. De signaleringswaarde wordt in bijna 1,6% van de ondiepe filters overschreden. De meeste overschrijdingen van de signaleringswaarde doen zich voor in de provincies Limburg en Noord-Brabant.

3: Jopamidol

Jopamidol is een röntgencontrastmiddel, dat op grote schaal wordt toegepast in röntgenonderzoek. Het röntgencontrastmiddel is persistent en wordt na uitscheiding via de urine en via lozing van RWZI-effluent veelvuldig aangetroffen in oppervlaktewater. Jopamidol is gemeten in 483 verschillende ondiepe filters. In 1,7% van deze filters is de stof aangetroffen en in ruim 1% overschrijdt deze de signaleringswaarde. Overschrijdingen doen zich voor in de provincies Utrecht, Gelderland en Overijssel.

4: Fenazon

Fenazon is een pijnstiller (antipyrine) die op grote schaal is gebruikt maar momenteel niet meer is toegelaten. Toch wordt de stof nog aangetroffen in oppervlaktewater. In Duitsland wordt de stof nog wel als geneesmiddel toegepast (Moermond *et al.*, 2020), mogelijk speelt verspreiding via Rijnwater een rol. In het ondiepe grondwater is fenazon in 516 filters gemeten en in 4,1% hiervan aangetroffen. In iets minder dan 1% van de metingen wordt de signaleringswaarde overschreden. Deze overschrijdingen doen zich voor in Overijssel, Noord- en Zuid-Holland.



5: Amidotrizoïnezuur

Amidotrizoïnezuur is de werkzame stof in röntgencontrastmiddelen. Deze stof is in 483 ondiepe filters gemeten en in vijf van deze filters (1%) aangetroffen boven de rapportagegrens. Overschrijdingen van de signaleringswaarde doen zich voor in 2 van de filters (0,4%), in Utrecht en Zuid-Limburg. Daarnaast is er sprake van één overschrijding in het diepe grondwater in Gelderland.

6: Carbamazepine

Carbamazepine wordt veel gebruikt als anti-epilepticum. De stof komt via urine in het riool terecht en vervolgens via RWZI-effluent in het oppervlaktewater. De stof is gemeten in 516 ondiepe filters en is in 3,1% hiervan aangetroffen. In twee filters (0,4%) overschrijdt carbamazepine de signaleringswaarde. Deze bevinden zich in Utrecht en Zuid-Holland. In het diepe grondwater doen zich geen overschrijdingen voor.

7: Sulfadimidine

Sulfadimidine is een antibacterieel veterinaire geneesmiddel dat wordt toegepast in rundvee, varkens en pluimvee. Het middel beschermt tegen ziekten en wordt gebruikt als groeibevorderend middel. De stof is gemeten in 516 ondiepe filters en in 1,2% hiervan aangetroffen. Er doen zich twee overschrijdingen van de signaleringswaarde voor (0,4%): één in Drenthe en één van meer dan 10x de signaleringswaarde in de Gelderse Vallei. In het diepe grondwater doen zich geen overschrijdingen voor.

8: Paracetamol

Paracetamol is een pijnstiller en één van de meest gebruikte geneesmiddelen. De stof komt via urine in het riool terecht. De stof is gemeten in 516 ondiepe filters en in 0,8% hiervan aangetroffen. Er doen zich twee overschrijdingen van de signaleringswaarde voor (0,4%), beide in Overijssel. Eén van deze overschrijdingen, in de Achterhoek, bedraagt meer dan 10x de signaleringswaarde. In het diepe grondwater doen zich geen overschrijdingen voor.

9: Furosemide

Furosemide wordt gebruikt als een diureticum (plasmiddel) en bevordert de water- en zoutuitscheiding via de urine. Daarbij wordt het gebruikt tegen onder andere een verhoogde bloeddruk en vochtophoping als gevolg van hart-, lever- of nieraandoeningen. Via de urine komt het in het riool terecht. Furosemide is gemeten in 516 ondiepe filters en in 0,6% hiervan aangetroffen. Er doen zich twee overschrijdingen van de signaleringswaarde voor (0,4%), in Overijssel en in Utrecht. In het diepe grondwater doen zich geen overschrijdingen voor.

10: Sulfapyridine

Sulfapyridine is een metaboliet van sulfasalazine. Dit is een geneesmiddel dat wordt gebruikt bij de behandeling van inflammatoire darmziekten en artritis. Deze stof komt via urine in het riool terecht. De stof is gemeten in 516 ondiepe filters en in 0,6% hiervan aangetroffen. Er doen zich twee overschrijdingen van de signaleringswaarde voor (0,4%), beide in Utrecht. In het diepe grondwater doen zich geen overschrijdingen voor.

6.4 Andere medische stoffen boven de signaleringswaarde

Naast de hierboven beschreven stoffen zijn ook andere medische stoffen boven de signaleringswaarde aangetroffen. Deze zijn opgenomen in Tabel 6-4. Deze stoffen worden niet verder toegelicht.

Tabel 6-4. Overige geneesmiddelen met overschrijding van de signaleringswaarde

Stof	Substofgroep	Stof	Substofgroep
17beta-estradiol	Hormonen	Sotalol	Geneesmiddelen
Jomeprol	Röntgencontrastmiddelen	Diclofenac	Geneesmiddelen
Johexol	Röntgencontrastmiddelen	Lidocaïne	Geneesmiddelen
Ibuprofen	Geneesmiddelen	Metoprolol	Geneesmiddelen
Ethinylestradiol	Hormonen	Acesulfaam-K	Zoetstof

6.5 Extra geanalyseerde stoffen Noord-Brabant en Limburg

In Tabel 6-5 is voor Noord-Brabant en Limburg aangegeven wat er verandert in de percentages aangetroffen en normoverschrijdende stoffen als de door de provincies Noord-Brabant en Limburg extra geanalyseerde medische stoffen aan de gegevens van het basispakket worden toegevoegd.

Tabel 6-5. Wijziging in aantal aangetroffen stoffen en stoffen met normoverschrijding als de extra geanalyseerde stoffen in Noord-Brabant en Limburg bij de gegevens worden betrokken

Pakket	Provincie	Ondiep			Diep		
		Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)
Basis	Limburg	56	30.4%	12.5%	0	-	-
	Noord-Brabant	56	16.1%	5.4%	0	-	-
Basis + extra	Limburg	56	30.4%	14.3%	0	-	-
	Noord-Brabant	56	21.4%	14.3%	0	-	-

In Limburg heeft het toevoegen van de extra gemeten stoffen nauwelijks effect op de resultaten. Alleen het percentage filters met overschrijding(en) van de signaleringswaarde neemt iets toe. In Noord-Brabant zijn de verschillen groter: het percentage filters met aangetroffen stoffen neemt toe, maar vooral het aantal filters met overschrijding(en).

In Tabel 6-6 is de top 10-lijst van medische stoffen opgenomen waarbij nu ook de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg zijn opgenomen. De middelen die met een asterisk gemarkeerd zijn, zijn nieuw ten opzichte van de lijst die gebaseerd is op alleen de stoffen uit het basispakket.

Tabel 6-6. Top 10 medische stoffen als de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg aan de gegevens worden toegevoegd. De met een asterix gemarkeerde stoffen zijn door deze toevoeging nieuw in de top 10-lijst.

Nr. Stof	Subgroep	# Filters waarin stof is gemeten	% Filters met normoverschrijding	% Filters aangetroffen
1 Oxypurinol*	Geneesmiddelen	112	3.57%	3.6%
2 Gabapentine	Geneesmiddelen	516	2.91%	4.3%
3 Valsartanzuur*	Geneesmiddelen	112	2.68%	2.7%
4 Clopidol	Diergeneesmiddelen	516	1.55%	2.9%
5 Jopamidol	Röntgencontrastmiddelen	483	1.04%	1.7%
6 Fenazon (antipyrene)	Geneesmiddelen	516	0.97%	4.1%
7 Lamotrigine*	Diergeneesmiddelen	112	0.89%	0.9%
8 Amidotrizoïnezuur	Röntgencontrastmiddelen	483	0.41%	1.0%
9 Carbamazepine	Geneesmiddelen	516	0.39%	3.1%
10 Sulfadimidine	Geneesmiddelen	516	0.39%	1.2%

Nieuwe # 1: Oxypurinol

Oxypurinol is de belangrijkste metabooliet van allopurinol, een geneesmiddel tegen jicht. Oxypurinol komt via de urine in het riool terecht. De stof is in 112 verschillende ondiepe filters gemeten. In vier van deze filters (3,6%) is de stof daadwerkelijk aangetroffen en overschrijdt deze ook de signaleringswaarde. Drie van deze waarnemingen, waarvan één met 2,2 µg/l meer dan 10x boven de signaleringswaarde, zijn geconcentreerd in Noordoost-Brabant en Noord-Limburg.

Nieuwe # 3: Valsartanzuur

Valsartanzuur is een metabooliet van valsartan, een geneesmiddel dat wordt gebruikt tegen hoge bloeddruk. De stof is in 112 ondiepe filters gemeten en alleen in drie filters (2,7%) in de provincie Noord-Brabant aangetroffen. In elk van deze metingen wordt de signaleringswaarde overschreden.

Nieuwe # 7: Lamotrigine

Lamotrigine is een geneesmiddel voor de behandeling van epilepsie en depressie bij mensen met een bipolaire stoornis. De stof is in 112 ondiepe filters gemeten. In Noord-Limburg is de stof bij één meting (0,9%) aangetroffen, met overschrijding van de signaleringswaarde.

Naast de drie stoffen die nieuw in de top 10-lijst zijn genoemd, zijn er geen andere stoffen uit het extra meetpakket van Noord-Brabant en Limburg met overschrijding(en) van de signaleringswaarde.

6.6 Conclusies

Medische stoffen zijn door alle provincies onderzocht, met uitzondering van de provincie Groningen (al zijn hier wel meetwaarden voor primidon gerapporteerd). Over de medische stoffen worden de volgende conclusies getrokken:

- Er is op 50 medische stoffen geanalyseerd, waarvan bijna de helft ten minste éénmaal in het grondwater is aangetroffen. In totaal 16 stoffen overschrijden tenminste éénmaal de signaleringswaarde.



- In ca. 17% van de ondiepe en 15% van de diepe filters zijn medische stoffen aangetroffen. Dit zijn beduidend lagere percentages dan voor de bestrijdingsmiddelen. In Friesland en Zeeland zijn relatief weinig stoffen uit deze groep aangetroffen.
- In ca. 7% van de ondiepe en 5% van de diepe filters vinden één of meer overschrijdingen van de signaleringswaarde plaats. Overschrijdingen komen relatief vaak voor in Limburg en Overijssel.
- De drie meest boven de signaleringswaarde aangetroffen stoffen zijn het geneesmiddel gabapentine (in 2,9% van de ondiepe metingen), het diergeneesmiddel clopidol (1,6%) en het röntgencontrastmiddel jopamidol (1,0%). Voor de overige 7 stoffen uit de top 10 bedraagt het overschrijdingspercentage minder dan 1%.
- Toevoegen van de extra metingen in Noord-Brabant en Limburg aan de overige gegevens leidt met name in Noord-Brabant tot extra aangetroffen stoffen, ook met overschrijding van de signaleringswaarde. In Limburg is dat minder het geval. Door de toevoeging verschijnen drie stoffen nieuw in de top 10-lijst, waarvan het geneesmiddel oxypurinol met 3,6% op plaats 1 en het geneesmiddel valsartanzuur met 2,7% op plaats 3.
- Bijna alle top 10-stoffen hebben een hoge tot zeer hoge PMT-potentie. Verontreiniging van het grondwater met deze stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk. Wanneer deze of vergelijkbare stoffen op kortere of langere termijn worden aangetroffen in grondwater dat wordt onttrokken voor menselijke consumptie, dan kan aanvullende zuiveringsinspanning noodzakelijk zijn. Dit is maatschappelijk ongewenst en bovendien niet toegestaan vanuit Europese wetgeving (KRW).

7 Overige verontreinigende stoffen

7.1 Achtergrond

De verspreiding van de overige verontreinigende stoffen is sterk afhankelijk van lokale toepassingen en de emissies naar oppervlakte- en grondwater. Het voorkomen in grondwater wordt waarschijnlijk veroorzaakt door velerlei producttoepassingen en uiteenlopende emissieroutes. Oplosmiddelen kunnen via lekkages of vermorsingen, bijvoorbeeld uit brandstof, naar grondwater uitspoelen. Andere hulpstoffen zoals weekmakers in kunststoffen, oppervlakte-actieve stoffen en oplosmiddelen komen met name in het oppervlaktewater terecht via RWZI-effluent. Ze kunnen echter ook vanuit oude vuilstorten of bodemverontreinigingen uitspoelen naar het grondwater. Daarnaast kunnen actuele of historische diffuse emissies (via de lucht) van invloed zijn.

7.2 Aantreffen

De geanalyseerde overige verontreinigende stoffen zijn te vinden in Bijlage D. Tijdens de monitoringsronde 2021/2022 zijn 75 overige verontreinigende stoffen geanalyseerd. Hiervan zijn er 50 aangetroffen (Figuur 7-1). In totaal zijn in ca. 66% van de ondiepe en 52% van de diepe filters één of meer overige verontreinigende stoffen aangetroffen. Ook het percentage van de filters met overschrijdingen van de signaleringswaarde is hoog (Tabel).

Tabel 7-1. Aantal en percentage filters (ondiep en diep) per provincie waar overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen boven de rapportagegrens en boven de signaleringswaarde (aangeduid als normoverschrijding).

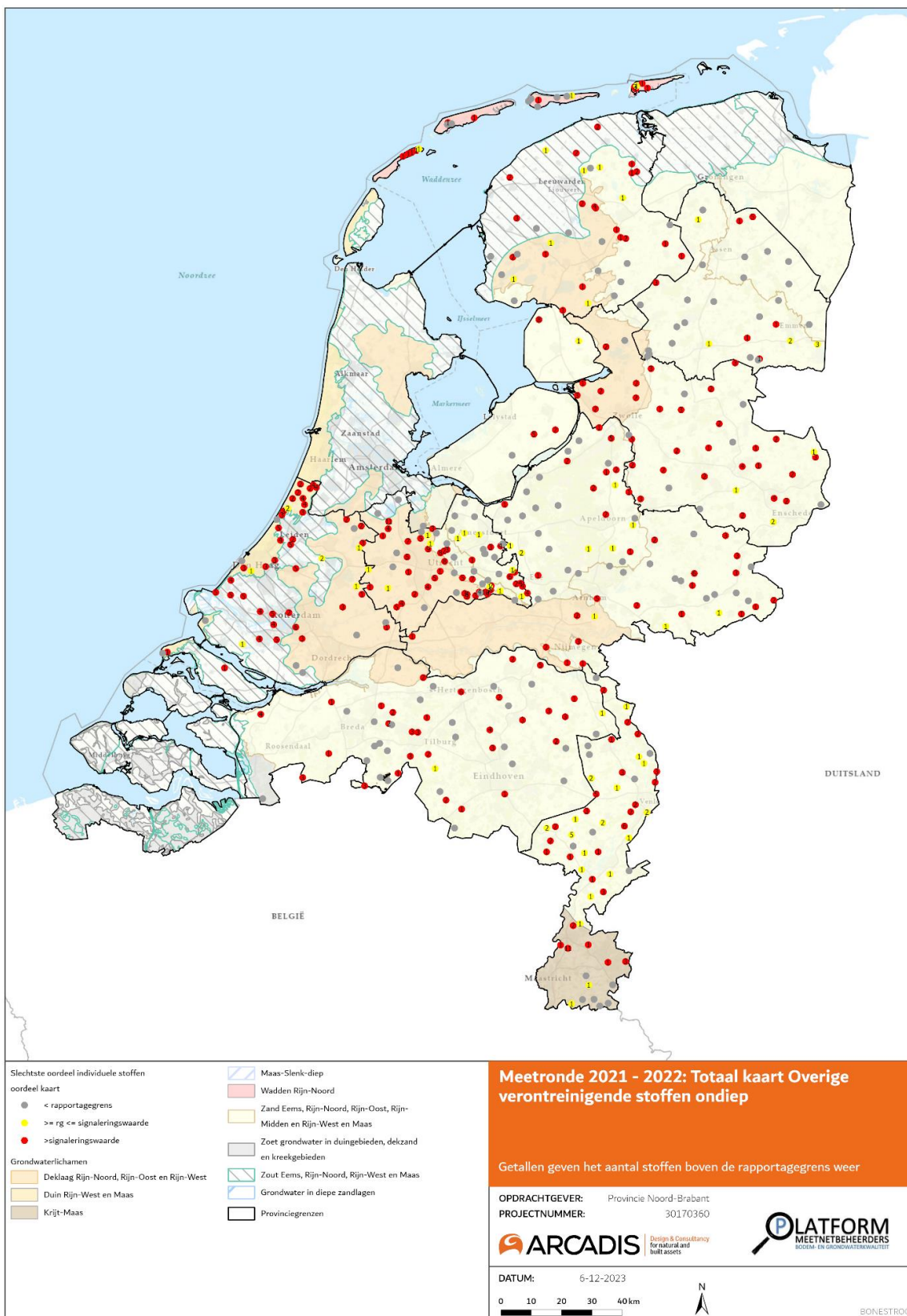
Provincie	Ondiep			Diep		
	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)
Drenthe	31	32.3%	19.4%	1	0.0%	0.0%
Flevoland	5	80.0%	60.0%	5	100.0%	100.0%
Friesland	61	67.2%	50.8%	2	50.0%	50.0%
Gelderland	66	56.1%	42.4%	54	42.6%	33.3%
Groningen	0	-	-	0	-	-
Limburg	57	75.4%	43.9%	1	100.0%	100.0%
Noord-Brabant	56	55.4%	51.8%	0	-	-
Noord-Holland	0	-	-	0	-	-
Overijssel	39	82.1%	74.4%	39	53.8%	41.0%
Utrecht	57	63.2%	45.6%	17	64.7%	41.2%
Utrecht natuur	22	77.3%	72.7%	0	-	-
Zeeland	0	-	-	0	-	-
Zuid-Holland	54	81.5%	70.4%	0	-	-
Niet gespecificeerd	0	-	-	0	-	-
Totaal	448	65.8%	51.6%	119	52.1%	40.3%



Per provincie verschilt het aantal bemonsterde filters (Tabel 7-1). In de provincie Groningen is niet geanalyseerd op overige verontreinigende stoffen. De provincies Noord-Holland en Zeeland hebben wel overige verontreinigende stoffen laten analyseren, maar pas laat in het totstandkomingsproces van deze rapportage is gebleken dat deze ten onrechte niet in de gezamenlijke dataset van de provincies zijn opgenomen. Deze gegevens konden niet meer worden verwerkt in deze rapportage en de bijbehorende kaarten.

In de provincies Noord-Brabant en Zuid-Holland is alleen het ondiepe grondwater bemonsterd.

De totaalkaart in Figuur 7-1 vat het voorkomen van overige verontreinigende stoffen in het ondiepe grondwater samen. Daarbij is middels een cijfer weergegeven hoeveel stoffen per filter zijn aangetroffen en middels een kleur hoe de hoogst gemeten concentraties zich verhouden tot de signaleringswaarde (rood betekent een overschrijding). Het kaartbeeld is vergelijkbaar met dat van de bestrijdingsmiddelen (inclusief de HTNR metabolieten): in alle provincies waar de overige verontreinigende stoffen gemeten zijn, zijn in een groot deel van de filters één of meer stoffen aangetroffen. Ook het aandeel van de filters waar overschrijdingen van de signaleringwaarde zijn aangetroffen is hoog.



Figuur 7-1. Voorkomen overige verontreinigende stoffen in ondiepe filters op alle meetlocaties

7.3 Top 10 overige verontreinigende stoffen

De top 10 overige verontreinigde stoffen is weergegeven in Tabel 7-2. Deze top 10 is gebaseerd op het percentage van normoverschrijdend aantreffen in de ondiepe filters. De lijst omvat verschillende typen stoffen. De helft van de top 10-stoffen wordt (o.a.) toegepast als oplosmiddel.

Tabel 7-2. Top 10 van overige verontreinigende stoffen, gebaseerd op het normoverschrijdend aantreffen in de ondiepe filters.

Nr. Stof	Type	# Filters waarin stof is gemeten	% Filters met normoverschrijding	% Filters aangetroffen
1 Acesulfaam K	Voedingsadditief	512	19.3%	35.9%
2 Ethyleendiaminetetraethaanzuur (EDTA)	Complexvormer	412	15.8%	15.8%
3 1,3-xyleen	Oplosmiddel	447	8.9%	10.3%
4 Tolueen	Oplosmiddel/bestanddeel benzine	447	8.9%	8.9%
5 Tetraethyleenglycoldimethylether	Oplosmiddel	446	8.5%	12.8%
6 1,2,3-benzotriazool	Corrosieremmer (o.a.)	446	6.1%	9.9%
7 Tributylfosfaat	Oplosmiddel	513	4.3%	4.3%
8 Tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat (TCPP)	Brandvertrager	386	4.1%	7.8%
9 2-methylbenzothiazool	Overige verontreinigende stoffen	175	3.4%	5.1%
10 Tetrahydrofuraan	Oplosmiddel	447	3.4%	3.4%

De PMT-scores van deze stoffen staan in Tabel 7-3. Van de zeven stoffen met een PMT-score heeft er één een zeer hoge PMT-potentie: TCPP. Twee stoffen, 1,3-xyleen en tetrahydrofuraan, hebben hoge PMT-potenties. Hier wordt bij de beschrijving van de betreffende stoffen nader op ingegaan. De overige vier stoffen hebben lage tot matige PMT-potenties. Dit is vooral het gevolg van de relatief lage persistentie; de scores voor mobiliteit en toxiciteit zijn vrijwel allemaal hoog tot zeer hoog. Ondanks het gegeven dat de PMT-potenties van de meeste top 10-stoffen lager zijn dan die van de meest (normoverschrijdend) aangetroffen bestrijdingsmiddelen, medische stoffen en PFAS is verontreiniging van het grondwater met deze stoffen zeer onwenselijk. Wanneer deze of vergelijkbare stoffen op kortere of langere termijn worden aangetroffen in grondwater dat wordt onttrokken voor menselijke consumptie, dan kan aanvullende zuiveringsinspanning noodzakelijk zijn. Dit is maatschappelijk ongewenst en bovendien niet toegestaan vanuit Europese wetgeving (KRW).

Tabel 7-3. PMT-scores van de top 10 overige relevante stoffen (bron: PMT-screeningstool RIVM). Geel = laag tot matig (0-0,33), oranje – hoog (0,33-0,5), rood – zeer hoog (0,5-1). Indien geen PMT-score is ingevuld dan is voor deze stof geen informatie beschikbaar.

Nr.	Stof	Persistentie	Mobiliteit	Humane toxiciteit	Eindscore
1	Acesulfaam K	-	-	-	-
2	Ethyleendiamine-tetraethaan- zuur (EDTA)	0,02	0,95	0,68	0,23
3	1,3-xyleen	0,15	0,37	0,68	0,34
4	Tolueen	0,11	0,44	0,69	0,32
5	Tetraethyleen- glycoldimethylether	-	-	-	-
6	1,2,3-benzotriazol	0,11	0,54	0,35	0,27
7	Tributylfosfaat	0,01	0,30	0,80	0,14
8	Tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat (TCPP)	0,66	0,42	0,83	0,61
9	2-methylbenzothiazool	-	-	-	-
10	Tetrahydrofuraan	0,08	0,65	0,80	0,35

1: Acesulfaam K

Acesulfaam K is een in de EU toegelaten synthetische zoetstof, die onder de noemer E-950 als additief wordt toegepast in voedselproducten. De stof is wel 200 keer zoeter dan gewone suiker en is niet dikmakend. Acesulfaam K wordt daarom toegevoegd aan veel voedingsmiddelen, maar ook in medicijnen en drogisterijproducten. De stof lost goed op in water, wordt snel geabsorbeerd en verlaat onveranderd het menselijk lichaam via de urine.

Acesulfaam K is in maar liefst 36% van de 512 ondiepe filters waarin deze stof is gemeten aangetroffen. In ruim 19% van de filters overschrijdt de stof de signaleringswaarde van 0,1 µg/l. Overschrijdingen komen verspreid voor, maar het vaakst in Overijssel, Gelderland, Utrecht en Zuid- en Noord-Holland. Ook overschrijdingen van meer dan 10x de signaleringswaarde komen meermaals voor. Hoewel er geen PMT-score is afgeleid zijn de humaan toxicologische risico's beperkt: voor de stof is door het RIVM een indicatieve drinkwaterrichtwaarde¹¹ afgeleid van 3200 µg/l. Hoewel het voorkomen van acesulfaam K als een indicatie van de vergrijzing van het grondwater kan worden gezien, lijkt de stof zelf dus vooralsnog geen probleemstof voor de drinkwatervoorziening te vormen.

2: Ethyleendiamineteraethaan- zuur (EDTA)

EDTA is een complexvormer en wordt wijdverbreid gebruikt in diverse industrieën en consumentenproducten. De meest belangrijke sectoren qua verbruik zijn de landbouw, foto-industrie, vervaardiging van pulp en papier en vervaardiging van huishoudelijke schoonmaakmiddelen. EDTA kan metalen complexeren en daardoor de verspreiding van zware metalen bevorderen.

De voor EDTA gehanteerde rapportagegrens was tijdens de meetronde van 2020-2021 hoog; in de meeste gevallen 1,0 µg/l. In de meetronde van 2018-2019 was EDTA met 60% van de filters de meest aangetroffen overige verontreinigende stof, toen met een rapportagegrens van 0,5 µg/l. Nu is de stof met bijna 16% van de 412 ondiepe filters beduidend minder aangetroffen. Dit is vermoedelijk in ieder geval ten dele het gevolg van de verhoogde

¹¹ Een drinkwaterrichtwaarde is een gezondheidskundig onderbouwde veilige risicogrens voor een individuele stof in drinkwater die niet wettelijk is vastgelegd.



rapportagegrens. Wanneer de stof is aangetroffen wordt in de meeste gevallen ook meteen de signaleringswaarde 10x of meer overschreden (op enkele metingen na, waarbij een lagere rapportagegrens is gehaald en de signaleringswaarde minder dan 10x wordt overschreden). De overschrijdingen doen zich verspreid door Nederland voor.

3: 1,3-Xyleen

1,3-Xyleen behoort tot de BTEX (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen), stoffen die vaak in het grondwater terecht komen door lekkages of verbranding van fossiele brandstoffen. Toluen en xyleen zijn beide ook oplosmiddelen die onder andere worden toegepast in verven en coatings en voorkomen in allerlei olieproducten. Xyleen bestaat in drie vormen; ortho-xyleen (1,2-dimethylbenzeen), meta-xyleen (1,3-dimethylbenzeen) en para-xyleen (1,4-dimethylbenzeen). De stof 1,3-xyleen heeft een hoge PMT-potentie, vooral als gevolg van de zeer hoge toxiciteit van de stof. De mobiliteit is als hoog beoordeeld, de persistentie laag tot matig.

Van de 447 ondiepe filters waarin 1,3-xyleen is gemeten is deze stof in 10,3% aangetroffen. In de meeste gevallen (8,9% van de filters) overschrijdt de stof dan ook de signaleringswaarde. De stof wordt vooral in Utrecht en Zuid-Holland relatief vaak normoverschrijdend aangetroffen. Overschrijdingen van meer dan 10x de signaleringswaarde komen in de metingen in het ondiepe grondwater niet voor; wel eenmaal in het diepe grondwater in Flevoland.

4: Toluen

Toluen behoort tot de BTEX (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen), stoffen die vaak in het grondwater terecht komen door lekkages of verbranding van fossiele brandstoffen. Toluen en xyleen zijn ook beide oplosmiddelen die onder andere worden toegepast in verven en coatings en voorkomen in allerlei olieproducten.

Het verspreidingsbeeld van toluen is vergelijkbaar met dat van 1,3-xyleen. De stof is in bijna 9% van de 447 bemeten ondiepe filters aangetroffen, altijd boven de signaleringswaarde. Ook voor toluen betreft dit vooral de provincies Utrecht en Zuid-Holland. Overschrijdingen van meer dan 10x de signaleringswaarde zijn in twee ondiepe filters waargenomen; in Utrecht en Gelderland. Daarnaast doet zich dit éénmaal voor in het diepe grondwater in Flevoland.

5: Tetraethyleenglycoldimethylether

Tetraglyme of TEGDME is een ethyleenglycol ether, en wordt gebruikt als oplosmiddel, voor gaswassing en als bestanddeel van inkt (Kelsey, 2022). Mono-, di-, tri- en tetraglyme zijn geclassificeerd als reprotoxisch (OSPA substance list, 2022) en staan op de SVHC lijst sinds 2013 (Annex XIV REACH) (diglyme), 2016 (triglyme) en 2021 (tetraglyme). Dit heeft geleid tot een sterke afname van het gebruik van glymes in de laatste jaren. Voor de ethers die zijn geclassificeerd als reprotoxisch wordt actief aangeraden om dit alleen te gebruiken als er geen goede vervanging voor is (Glycol ether website, 2022).

Tetraglyme is gemeten in 446 ondiepe filters en in 12,8% hiervan aangetroffen boven de rapportagegrens. In 8,5% van de filters wordt de signaleringwaarde overschreden. Overschrijdingen zijn alleen vastgesteld in het Rijnstroomgebied, in de provincies Friesland, Overijssel, Gelderland en Zuid-Holland. De hoogste overschrijdingen van meer dan 10x de signaleringswaarde doen zich voor in Gelderland; naast twee in ondiepe filters ook drie in diepe filters.

6: 1,2,3-Benzotriazool

De belangrijkste toepassing van benzotriazool is als corrosieremmer. Benzotriazool wordt samen met methylbenzotriazool (tolyltriazool) gebruikt voor de anticorrosieve eigenschappen. Het vormt stabiele complexen met verschillende metalen, waaronder koper. Hierdoor ontstaat een passieve laag op het metaal. Benzotriazolen worden veel gebruikt in koeltorens, metaaloppervlaktebehandeling, productie koelvloeistoffen, productie antivries en dooimiddelen, in de zeep-, was en reinigingsmiddelen (o.a. vaatwasmiddelen) en snij- en smeermiddelen.

Benzotriazool is in bijna 10% van de 446 bemeten ondiepe filters aangetroffen. In 6,1% van de filters overschrijdt de stof de signaleringswaarde. Deze overschrijdingen doen zich verspreid over alle provincies waar de stof gemeten is voor. De hoogste overschrijdingen van meer dan 10x de signaleringswaarde zijn waargenomen in het westen van Zuid-Holland en in Noordoost-Friesland. Het diepe grondwater is in deze provincies niet bemeten.



7: Tributylfosfaat

Tributylfosfaat wordt gebruikt in veel verschillende toepassingen, zowel door consumenten als binnen industriële toepassingen. Zo wordt de stof onder andere gebruikt als oplosmiddel in verfproducten, lijmen, kitten en bestrijdingsmiddelen, maar ook als antischuimmiddel in cement. De belangrijkste toepassing van tributylfosfaat is als brandvertrager in hydraulische vloeistof in vliegtuigen en als oplosmiddel voor de extractie van mineralen.

De stof is gemeten in 513 ondiepe filters en in 4,3% hiervan aangetroffen. Bij aantreffen wordt ook altijd de signaleringswaarde overschreden. Overschrijdingen van meer dan 10x de signaleringswaarde komen niet voor. De stof is vooral verspreid door de provincie Noord-Brabant aangetroffen. Daarnaast doen zich uitsluitend enkele overschrijdingen voor in Limburg. Het diepe grondwater is minder intensief bemeaten, maar hier is het beeld vergelijkbaar.

8: Tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat (TCPP)

TCPP wordt voornamelijk gebruikt als brandvertrager voor polyurethaan. Hierbij wordt het aan polyurethaan toegevoegd in een hoeveelheid van 8-10% (o.b.v. gewicht). De stof heeft een zeer hoge PMT-potentie, vooral als gevolg van de zeer hoge humane toxiciteit en persistentie. Daarnaast is de mobiliteit als hoog beoordeeld.

De stof is in 387 ondiepe filters gemeten en in 7,8% hiervan aangetroffen boven de rapportagegrens. Overschrijdingen van de signaleringswaarde doen zich verspreid voor, in 4,1% van de ondiepe metingen. In Friesland, Drenthe, Flevoland en Noord-Brabant zijn geen overschrijdingen waargenomen.

9: 2-methylbenzothiazool

2-Methylbenzothiazool kent verschillende toepassingen. De stof wordt onder meer gebruikt als tussenproduct in de chemische synthese van andere verbindingen, zoals kleurstoffen, geneesmiddelen en landbouwchemicaliën. Daarnaast wordt de stof gebruikt als additief in de rubberindustrie, als versneller voor de vulkanisatie van rubber, en als corrosieremmer in verschillende industrieën.

De stof is gemeten in 175 ondiepe filters, waarvan de meeste in Noord-Brabant en Limburg. Daarnaast zijn metingen gedaan in Drenthe, Flevoland, Utrecht en Zuid-Holland. De stof is aangetroffen in 5,1% van deze metingen en overschrijdt in 3,4% de signaleringswaarde. Van de zes filters met een overschrijding bevinden zich er vijf verspreid door Noord-Brabant en één in Midden-Limburg. In diepe filters zijn alleen metingen gedaan in Flevoland. Daar is de stof niet aangetroffen.

10: Tetrahydrofuraan

Tetrahydrofuraan (THF) is een stof met diverse toepassingen, waaronder als oplosmiddel voor polymeren (o.a. PVC), harsen en inkt, en in de farmaceutische industrie. Vanwege de zeer hoge humane toxiciteit en mobiliteit heeft de stof een hoge PMT-potentie. De persistentie is relatief gering en is als laag tot matig beoordeeld.

THF is gemeten in 447 ondiepe filters en in 3,4% hiervan aangetroffen. Bij aantreffen wordt ook altijd de signaleringswaarde overschreden. De meeste overschrijdingen bedragen zelfs meer dan 10x de signaleringswaarde. Deze doen zich voor in Zuid-Holland (5 filters), Noordwest-Overijssel (zes filters) en bij de Friese Kust (één filter). Het diepe grondwater is vrijwel uitsluitend bemeaten in Overijssel, Gelderland en Utrecht. Net als in het ondiepe grondwater valt hier een zestal overschrijdingen van meer dan 10x de signaleringswaarde in Noordwest-Overijssel op.

7.4 Andere stoffen boven de signaleringswaarde

Naast de hierboven beschreven stoffen zijn ook andere overige verontreinigende stoffen boven de signaleringswaarde aangetroffen. Deze zijn opgenomen in Tabel 7-4. Deze stoffen worden niet verder toegelicht.

Tabel 7-4. Overige aangetroffen overige verontreinigende stoffen boven signaleringswaarde.

Stof	Substofgroep	Stof	Substofgroep
1,1,1-trichloorethaan	Overige verontreinigende stoffen	Cyclohexaan	Overige verontreinigende stoffen
1,1-dichlooretheen	Overige verontreinigende stoffen	Dichloormethaan	Overige verontreinigende stoffen
1,2-xyleen	Oplosmiddelen	Diisobutylftalaat	Oplosmiddelen
2,5,8,11-tetraoxadodecaan	Overige verontreinigende stoffen	Ethylbenzeen	Overige verontreinigende stoffen
Acenafteen	PAK	Fenanthreen	PAK
Acetonitril	Overige verontreinigende stoffen	Fluorantheen	PAK
Benzeen	Overige verontreinigende stoffen	Indaan	Overige verontreinigende stoffen
Benzo(a)antraceen	#N/A	Methyl-1H-benzotriazool	#N/A
Benzo(a)pyreen	PAK	Methyl-tertiar-butylether	Overige verontreinigende stoffen
Benzo(b)fluorantheen	PAK	Naftaleen	PAK
Benzo(ghi)peryleen	PAK	Pyreen	PAK
Benzo(k)fluorantheen	PAK	Tetrachlooretheen (per)	Oplosmiddelen
Bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	Overige verontreinigende stoffen	Trichloormethaan (chloroform)	Oplosmiddelen
Bis(2-methoxyethyl)ether	Oplosmiddelen	Triethylfosfaat	Oplosmiddelen
Bisfenol-A	Overige verontreinigende stoffen	Trifenyfosfineoxide	Overige verontreinigende stoffen
Chlooretheen (vinylchloride)	#N/A	Triisobutylfosfaat	Overige verontreinigende stoffen
Chryseen	PAK	Tris(2-butoxyethyl)fosfaat	Brandvertragers
Cis-1,2-dichlooretheen	Overige verontreinigende stoffen	Tris(2-ethylhexyl)fosfaat	Overige verontreinigende stoffen

7.5 Extra geanalyseerde stoffen Noord-Brabant en Limburg

In Tabel 7-5 is voor Noord-Brabant en Limburg aangegeven wat er verandert in de percentages aangetroffen stoffen en overschrijdingen van de signaleringswaarde als de extra geanalyseerde stoffen aan de gegevens van het basispakket worden toegevoegd. Hieruit blijkt dat er slechts minieme wijzigingen optreden. Dit komt doordat de extra gemeten stoffen nauwelijks zijn aangetroffen en alleen cafeïne en de som van 3,5-dimethylfenol en 4-ethylfenol één of enkele malen de signaleringswaarde overschrijden (zie Bijlage D). Er treden derhalve ook geen wijziging op in de top 10-lijst als het extra meetpakket in Noord-Brabant en Limburg bij de overige gegevens worden betrokken.

Tabel 7-5. Wijziging in aantal aangetroffen stoffen en stoffen met normoverschrijding als de extra geanalyseerde stoffen in Noord-Brabant en Limburg bij de gegevens worden betrokken.

Pakket	Provincie	Ondiep			Diep		
		Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)
Basis	Limburg	57	75.4%	43.9%	1	100.0%	100.0%
	Noord-Brabant	56	55.4%	51.8%	0	-	-
Basis + extra	Limburg	57	77.2%	43.9%	1	100.0%	100.0%
	Noord-Brabant	56	57.1%	53.6%	0	-	-

7.6 Conclusies

Overige verontreinigende stoffen zijn ongelijk over het land onderzocht. In Groningen is niet gemeten en de gegevens van Noord-Holland en Zeeland konden niet in de deze rapportage worden meegenomen. Daarnaast hebben niet alle andere provincies het diepe grondwater bemeten. De volgende conclusies worden getrokken over de (gemeten) overige verontreinigende stoffen:

- Er zijn in totaal 75 overige verontreinigende stoffen geanalyseerd, waarvan er 50 zijn aangetroffen en 46 in één of meer filters de signaleringswaarde overschrijden.
- In ca. 66% van de ondiepe en 52% van de diepe filters zijn één of meer overige verontreinigende stoffen aangetroffen. Dit zijn hoge percentages, vergelijkbaar met het aantreffen van bestrijdingsmiddelen.
- Het percentage 'norm'overschrijdingen is met ca. 52% van de ondiepe en 40% van de diepe filters zelfs hoger dan bij de bestrijdingsmiddelen. Hierbij zijn alle stoffen indicatief getoetst aan een algemene signaleringswaarde.
- De top 10-lijst omvat verschillende typen stoffen, maar het meest oplosmiddelen. De eerste zes stoffen op deze lijst worden in meer dan 5% van alle metingen in ondiep grondwater normoverschrijdend aangetroffen. Dit zijn de zoetstof acesulfaam K, de complexvormer EDTA, oplosmiddelen 1,3-xyleen, toluen en tetraethyleen-glycoldimethylether (tetraglyme) en corrosieremmer 1,2,3-benzotriazool. Acesulfaam K is zelfs in meer dan een derde van alle metingen aangetroffen (ruim 19% boven de signaleringswaarde). Deze stof is humaan toxicologisch weinig relevant, maar is wel een belangrijke indicator voor vergrijsing van het grondwater onder invloed van door RWZI-effluent belast oppervlaktewater.
- De in Noord-Brabant en Limburg extra gemeten stoffen overschrijden de signaleringswaarde nauwelijks en leiden niet tot wijzigingen in de top 10 van overige verontreinigende stoffen.
- Ondanks het gegeven dat de PMT-potenties van de meeste top 10-stoffen lager zijn dan die van de meest (normoverschrijdend) aangetroffen bestrijdingsmiddelen, medische stoffen en PFAS is verontreiniging van het grondwater met deze stoffen zeer onwenselijk. Wanneer deze of vergelijkbare stoffen op kortere of langere termijn worden aangetroffen in grondwater dat wordt onttrokken voor menselijke consumptie, dan kan aanvullende zuiveringsinspanning noodzakelijk zijn. Dit is maatschappelijk ongewenst en bovendien niet toegestaan vanuit Europese wetgeving (KRW).

8 PFAS

8.1 Achtergrond

PFAS staat voor per- en polyfluoralkylstoffen, een groep van duizenden verschillende industriële stoffen met een breed aantal toepassingen vanwege onder andere de water-, vet- en vuilafstotende eigenschappen. Ook hebben PFAS-oppervlaktespanning verlagende eigenschappen en zijn ze bestand tegen hoge temperaturen. PFAS worden onder andere gebruikt in brandblusschuim, anti-aanbaklagen in pannen, oplosmiddelen, plastics en voor de oppervlaktebehandeling van textiel, leer, papier en karton. Er is de afgelopen decennia een toenemende zorg over PFAS vanwege het feit dat ze persistent en mobiel zijn, toxische en bioaccumulatieve eigenschappen kunnen hebben en overal in het milieu voorkomen. Een deel van de PFAS is geclassificeerd als Zeer Zorgwekkende Stof (ZZS).

Perfluorverbindingen (PFAS) worden veelvuldig toegepast in de industrie vanwege hun relevante eigenschappen: inert, bestand tegen hoge temperaturen, oppervlaktespanning verlagend en (zoals gezegd) water-, vet- en vuilafstotend. Vandaar dat deze stoffen in kleine hoeveelheden op veel teflon-gecoate producten voorkomen, zoals in bakpapier, pizzadozen, tapijten en textiel. De goede olie- en waterwerende werking maken van deze stoffen een industrieel succes. Tegelijkertijd zorgen deze eigenschappen er ook voor dat ze in het milieu persistent, relatief mobiel en in sommige gevallen bio-accumulatief en toxisch zijn.

PFAS zijn onder te verdelen in verschillende subgroepen, waarvan de perfluoralkylcarboxylzuren (PFCA's) en de perfluoralkylsulfonzuren (PFSA's) het meest onderzocht zijn op de verspreiding en risico's voor het milieu. PFCA's en PFSA's komen zowel in lineaire als vertakte vormen voor. Voor zowel PFCA's als PFSA's geldt dat voor de PFAS met een langere keten (6 koolstofatomen of langer) in de afgelopen jaren de regelgeving steeds strenger geworden is. Deze PFAS zijn daarbij in toenemende mate vervangen door PFAS met een kortere keten (bijvoorbeeld 4 koolstofatomen). Deze kortere PFAS, zoals PFBA en PFPeA zijn daarentegen weer mobieler in het milieu. Momenteel wordt door de Europese Unie gewerkt aan een brede restrictie voor (nagenoeg alle) PFAS.

8.2 Aantreffen

De PFAS die zijn geanalyseerd, zijn te vinden in Bijlage E. Van de 37 onderzochte PFAS zijn 16 stoffen aangetroffen. Dit is inclusief de metingen van het RIVM. In 8% van de filters zijn één of meerdere stoffen boven de norm aangetroffen (Tabel 8-1).

Indicatieve toetsing PFAS

Voor toetsing van een deel van de PFAS is gebruik gemaakt van het voorstel van de Europese Commissie voor herziening van de KRW, de Grondwaterrichtlijn en de Richtlijn prioritair stoffen (COM(2022) 540). Een deel van de gemeten PFAS maakt onderdeel uit van de hierin voorgestelde norm voor de som van 24 specifieke PFAS-stoffen. De betreffende stoffen zijn gespecificeerd in Bijlage E. Toetsing aan deze norm vindt plaats na omrekening naar equivalenten van PFOA, met behulp van een zogenaamde RPF (Relatieve Potentie Factor, of in het Engels Relative Potency Factor). Omrekening vindt plaats door gemeten concentratie van de betreffende stof te vermenigvuldigen met de stofspecifieke RPF. De aldus per stof berekende concentraties in PFOA-equivalenten zijn individueel getoetst aan de voorgestelde somnorm van 4,4 ng PFOA-equivalenten per liter. Daarnaast heeft ten behoeve van de somkaart een toetsing van de som van de gemeten concentraties plaatsgevonden.

De overige PFAS, die geen onderdeel uitmaken van de voorgestelde somnorm, zijn uitsluitend individueel getoetst aan de signaleringwaarde van 0,1 µg/l voor nieuwe, opkomende stoffen in grondwater uit het protocol drinkwaterbronnen KRW. De enige uitzondering hierop is trifluorazijnzuur (TFHAc). Deze stof is vanwege het vele aantreffen hiervan (in Noord-Brabant en Limburg) en het advies van het RIVM om deze stof mee te nemen in de somtoetsing ook getoetst aan de door de EC voorgestelde somnorm.

Tabel 8-1 geeft de verschillen in het aantreffen van PFAS tussen de provincies weer. In Figuur 8-1 is de ruimtelijke spreiding van voorkomen in Nederland in de ondiepe filters weergegeven. Een belangrijks kanttekening bij de tabel en de kaart is dat PFAS niet door alle partijen met dezelfde rapportagegrenzen zijn gemeten. Dit is van invloed op het beeld van het (al dan niet normoverschrijdend) aantreffen van PFAS-stoffen. In paragraaf 8.5 wordt hier nader op ingegaan.

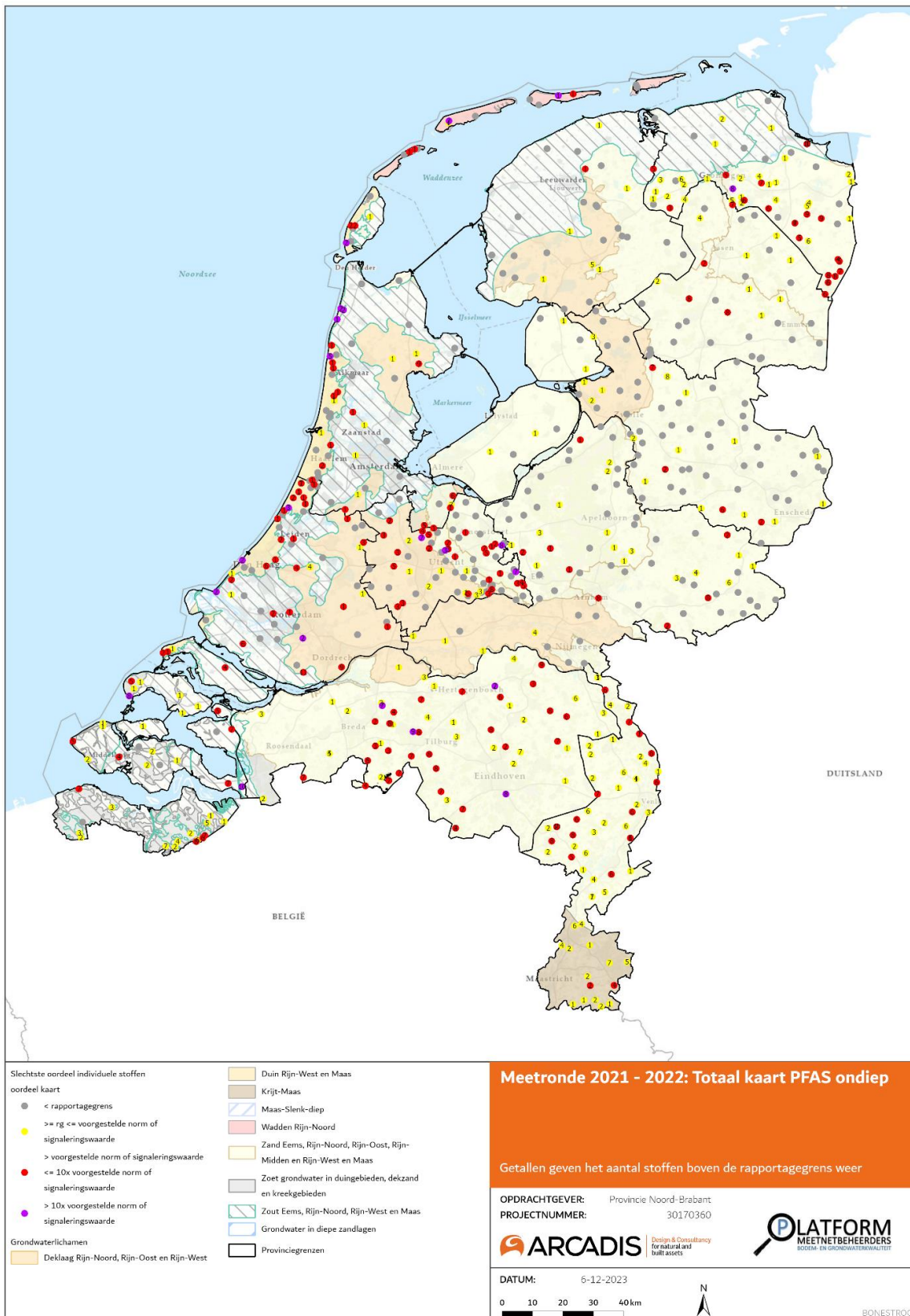


PFAS worden in elke provincie aangetroffen, waarvan in alle filters van het RIVM, Utrecht-natuur, Noord-Brabant en Limburg. Tevens wordt in bijna elke provincie wel PFAS aangetroffen boven de gehanteerde norm, alleen niet in de provincie Flevoland. De meeste normoverschrijdingen komen voor bij Utrecht-natuur, in zuid-Groningen en langs de kust. Een hypothese voor de hoge concentratie langs de kust is dat PFAS-oppervlakte actieve stoffen zijn die zich ophopen in het zeeschuim en door de wind (sea-spray) worden verspreid.

Tabel 8-1. Aantal en percentage filters (ondiep en diep) per provincie waar PFAS zijn aangetroffen boven de rapportagegrens en boven de voorgestelde (som)norm of signaleringswaarde voor overige antropogene stoffen in grondwater (aangeduid als normoverschrijding).

Provincie	Ondiep			Diep		
	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)
Drenthe	31	9.7%	3.2%	0	-	-
Flevoland	5	20.0%	0.0%	5	0.0%	0.0%
Friesland	37	16.2%	16.2%	23	39.1%	30.4%
Gelderland	67	20.9%	9.0%	55	9.1%	5.5%
Groningen	56	78.6%	32.1%	49	44.9%	8.2%
Limburg	56	100.0%	28.6%	0	-	-
Noord-Brabant	56	100.0%	55.4%	0	-	-
Noord-Holland	51	41.2%	37.3%	5	0.0%	0.0%
Overijssel ¹²	64	15.6%	4.7%	59	5.1%	1.7%
Utrecht	57	31.6%	21.1%	17	11.8%	0.0%
Utrecht natuur	23	100.0%	91.3%	0	-	-
Zeeland	23	82.6%	17.4%	3	66.7%	0.0%
Zuid-Holland	54	51.9%	48.1%	0	-	-
Niet gespecificeerd	15	100.0%	53.3%	1	0.0%	0.0%
RIVM	78	100.0%	16.7%	22	95.5%	22.7%
Totaal	673	58.2%	27.3%	239	26.8%	8.4%

¹² Over het voorkomen van geneesmiddelen in het grondwater van Overijssel is een KennisHub te raadplegen. Zie: [PFAS in het grondwater | KennisHub Overijssel](#)



Figuur 8-1. Voorkomen PFAS in ondiepe filters op alle meetlocaties

8.3 Top 10 PFAS

De top 10-lijst voor PFAS is weergegeven in Tabel 8-2. Deze top 10 is gebaseerd op het percentage van normoverschrijdend aantreffen in de ondiepe filters, inclusief de metingen door het RIVM. Alle top 10-lijst stoffen maken onderdeel uit van de door de EC voorgestelde somnorm voor PFAS. Na de tabel volgt een toelichting op de groep van PFAS en enkele van de top 10-stoffen in het bijzonder.

Tabel 8-2. Top 10 van PFAS, gebaseerd op het normoverschrijdend aantreffen in de ondiepe filters, met informatie over de subgroep en de ketenlengte (tussen haakjes).

Nr. Stof	Parameter-code	Subgroep + ketenlengte (zie tekst)	# Filters waarin stof is gemeten	% Filters met norm-overschrijding	% Filters aangetroffen	
1	Perfluorooctaanzuur	PFOA	PFCA's (8)	678	26.4%	51.8%
2	Perfluorooctaansulfonzuur	PFOS	PFSA's (8)	678	2.9%	6.0%
3	Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	L_PFHxS	PFSA's (6)	673	2.5%	12.0%
4	Perfluorheptaanzuur	PFHpA	PFCA's (7)	673	1.5%	15.2%
5	Perfluornonaanzuur	PFNA	PFCA's (9)	673	0.7%	0.7%
6	Perfluorbutaanzuur	PFBA	PFCA's (4)	673	0.6%	36.0%
7	Perfluorpentaan-1-sulfonzuur	PFC5asfzr	PFSA's (5)	673	0.3%	2.7%
8	Perfluor-1-heptaansulfonaat (lineair)	L_PFHpS	PFSA's (7)	673	0.1%	0.3%
9	Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	L_PFBS	PFSA's (4)	673	0.0%	22.6%
10	Perfluorhexaanzuur	PFHxA	PFCA's (6)	673	0.0%	19.5%

De PMT-scores van de top 10-stoffen staan in Tabel 8-3. De stoffen hebben zonder uitzondering een zeer hoge PMT-potentie. Alle stoffen hebben een zeer hoge persistentie en een zeer hoge humane toxiciteit en op twee na is ook de mobiliteit als zeer hoog beoordeeld. Alleen PFOS en PFNA hebben 'slechts' een hoge mobiliteit. Verontreiniging van het grondwater met PFAS-stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk, temeer omdat de stoffen nauwelijks uit verontreinigd water te verwijderen zijn.



Tabel 8-3 PMT-scores van de top 10 PFAS (bron: PMT-screeningstool RIVM). Geel = laag tot matig (0-0,33), oranje – hoog (0,33-0,5), rood – zeer hoog (0,5-1). Indien geen PMT-score is ingevuld dan is voor deze stof geen informatie beschikbaar.

Nr.	Stof	Persistentie	Mobiliteit	Humane toxiciteit	Eindscore
1	Perfluorooctaanzuur	0,99	0,36	0,61	0,60
2	Perfluorooctaansulfonzuur	1,00	0,27	0,55	0,53
3	Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	0,99	0,39	0,55	0,60
4	Perfluorheptaanzuur	0,98	0,42	0,61	0,63
5	Perfluornonaanzuur	1,00	0,31	0,61	0,57
6	Perfluorbutaanzuur	0,62	0,61	0,48	0,57
7	Perfluorpentaaan-1-sulfonzuur	0,97	0,45	0,77	0,69
8	Perfluor-1-heptaansulfonaat (lineair)	1,00	0,33	0,55	0,57
9	Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0,92	0,51	0,52	0,63
10	Perfluorhexaanzuur	0,93	0,49	0,61	0,65

1: Perfluorooctaanzuur (PFOA)

PFOA is gemeten in 678 ondiepe filters en in meer dan de helft hiervan (51,8%) ook aangetroffen. In 26,4% van de filters is een overschrijding van de voorgestelde somnorm vastgesteld. Als alle provincies met lagere rapportagegrenzen meten vallen deze percentages naar verwachting nog hoger uit. De hoogste concentraties, met een overschrijding van meer dan 10x de norm, zijn overwegend gemeten langs de Noord- en Zuid-Hollandse kust, op enkele Waddeneilanden en in de provincies Utrecht en Noord-Brabant. In diep grondwater is PFOA beduidend minder gemeten, maar ook minder aangetroffen.

2: Perfluorooctaansulfonzuur (PFOS)

PFOS is net als PFOA in 678 ondiepe filters gemeten, maar is met 6% beduidend minder aangetroffen. In 2,9% van de metingen overschrijdt de stof de voorgestelde somnorm. De meeste overschrijdingen zijn waargenomen in Noord-Brabant en Limburg. Alleen in de provincies Utrecht en Zeeland (nabij de Scheldemonding) vinden overschrijdingen van meer dan 10x de voorgestelde somnorm plaats (één per provincie). Opvallend is dat PFOS in de kuststrook niet normoverschrijdend is aangetroffen.

3: Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair) (L_PFHxS)

L-PFHxS is in 12% van de 673 bemeten ondiepe filters aangetroffen en overschrijdt in 2,5% van de filters de norm. Voor deze stof treden wel relatief veel overschrijdingen op in de kuststrook. De drie hoogste overschrijdingen, van meer dan 10x de voorgestelde somnorm, doen zich voor in Zeeland (nabij de Scheldemonding), Noord-Brabant en Groningen.

4: Perfluorheptaanzuur (PFHpA)

PFHpA is in 673 ondiepe filters gemeten en in ruim 15% hiervan aangetroffen boven de rapportagegrens. De stof overschrijdt in 1,5% van de filters de voorgestelde somnorm, verspreid over Nederland. Er is één overschrijding van meer dan 10x de norm waargenomen, in Midden-Brabant.



5: Perfluornonaanzuur (PFNA)

PFNA is in 0,7% van de 673 bemeten ondiepe filters aangetroffen en overschrijdt bij aantreffen altijd de voorgestelde somnorm. Drie van de vijf overschrijdingen zijn waargenomen in West-Groningen, de andere in Gelderland (bij Arnhem) en Zuid-Holland (bij Dordrecht).

6: Perfluorbutaanzuur (PFBA)

PFBA is met 36% van de 673 bemeten filters één van de meest aangetroffen PFAS-stoffen. Vanwege de relatief (!) beperkte humane toxiciteit (zie ook Tabel 8-3) is het percentage normoverschrijdingen met 0,6% relatief gering. In de provincies Zeeland, Noord-Brabant, Utrecht en Overijssel is steeds één overschrijding vastgesteld.

7: Perfluoropentaan-1-sulfonzuur (PFC5asfzr)

Perfluoropentaan-1-sulfonzuur is in 673 ondiepe filters gemeten en in 2,7% hiervan aangetroffen boven de rapportagegrens. De stof overschrijdt in twee ondiepe filters (0,3%) de voorgestelde somnorm; in Groningen en Zeeland.

8: Perfluor-1-heptaansulfonaat (lineair) (L_PFHpS)

L_PFHpS is in twee van de 673 ondiepe filters (0,3%) aangetroffen en overschrijdt in één geval, in Groningen, de voorgestelde somnorm.

9: Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair) (L_PFBS)

L_PFBS is in 673 ondiepe filters gemeten en met 22,6% relatief veel aangetroffen. De hoogste percentages van aantreffen doen zich voor in Zeeland, Noord-Brabant, Limburg, Utrecht en Groningen. Dit hangt samen met de lagere rapportagegrenzen die hier gehanteerd zijn. Er zijn nergens overschrijdingen van de voorgestelde somnorm vastgesteld.

10: Perfluorhexaanzuur (PFHxA)

Voor PFHxA is het beeld vergelijkbaar met L_PFBS. De stof is in bijna 20% van de 673 bemeten ondiepe filters aangetroffen, maar overschrijdt in geen van deze filters de voorgestelde somnorm. Ook hier doen de hoogste percentages van aantreffen zich voor in Zeeland, Noord-Brabant, Limburg, Utrecht en Groningen. In het diepe grondwater is de stof wel éénmaal normoverschrijdend aangetroffen, in Midden-Gelderland.

8.4 Andere PFAS boven de norm

Naast de hierboven beschreven stoffen zijn in het ondiepe grondwater géén andere stoffen boven de voorgestelde somnorm of signaleringswaarde aangetroffen. Wel is de stof is 2-(perfluorhexyl)ethaan-1-sulfonzuur (6:2 FTS) in één diep filter in Overijssel aangetroffen in een concentratie boven de signaleringswaarde. Ditzelfde geldt voor perfluoropentaanzuur (PFPA) in één diep Gelders filter.

8.5 Invloed van rapportagegrenzen op de resultaten

Het RIVM heeft in 2020 en 2021 een onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen van PFAS in grondwater (zie RIVM, 2021). Hierbij zijn lagere rapportagegrenzen gehanteerd dan op dat moment gebruikelijk was binnen de monitoring door de provincies. In 2022 zijn de rapportagegrenzen binnen het PFAS-pakket van de provincies echter aangepast, tot beneden het niveau dat het RIVM in 2020/2021 hanteerde. De resultaten van de monitoring door de provincies die in dit rapport zijn weergegeven, zijn in de meeste gevallen afkomstig van monitoring in 2021, dus met de hogere rapportagegrenzen. Alleen de provincies Groningen, Limburg, Noord-Brabant en Zeeland hebben in 2022 gemeten, met de lagere rapportagegrenzen (zie Tabel 8-4). Dit geldt ook voor de meetronde Utrecht natuur.

De lagere rapportagegrenzen bij deze genoemde provincies en ook bij Utrecht natuur leiden tot meer metingen die toetsbaar zijn (zie Tabel 8-4). Een meetresultaat is niet toetsbaar als de meetwaarde (na omrekening naar PFOA-equivalenten met behulp van de RPF-factor, indien van toepassing) lager is dan de rapportagegrens én de rapportagegrens hoger is dan de norm of signaleringswaarde. Daar waar het bij de overige provincies om ongeveer 33% niet toetsbare metingen, is dat bij deze provincies zo'n 5%. De meetresultaten van het RIVM, met een



rapportagegrens van 0,002 µg/l, zitten hier tussenin met 10 tot 11% niet toetsbare metingen. De stoffen die niet toetsbaar zijn, vallen alle onder de voorgestelde somnorm voor PFAS van 4,4 ng/l (0,0044 µg/l).

Een lagere rapportagegrens leidt vanzelfsprekend ook tot meer metingen die aangetroffen worden boven de rapportagegrens. Ook is het aantal geconstateerde overschrijdingen van de norm of signaleringswaarde ongeveer tweemaal zo hoog in de provincies waar met de lagere rapportagegrenzen is gemeten (zie Tabel 8-5).

De metingen door het RIVM duiden op een vergelijkbaar percentage van aantreffen van PFAS boven de rapportagegrens als de metingen door de provincies uit 2022, met de lagere rapportagegrenzen. Qua percentage overschrijdingen komt het beeld van de RIVM-metingen echter beter overeen met de metingen door de provincies uit 2021, met de hogere rapportagegrenzen (zie Tabel 8-5). Deze bevindingen moeten echter als indicatief worden beschouwd, aangezien het RIVM een kleiner stoffenpakket heeft bemeten dan de provincies en de meetdichtheid veel geringer was.

Duidelijk is wel dat de lagere rapportagegrenzen, zoals thans door de provincies gehanteerd, tot een aanzienlijk hoger percentage van toetsbare metingen leiden dan de oude, hogere rapportagegrenzen. Als gevolg hiervan is een hoger aandeel metingen boven de rapportagegrens en boven de (som)norm of de signaleringswaarde vastgesteld. De zeggingskracht van de metingen is dus beduidend groter.

Tabel 8-4. Meest voorkomende rapportagegrens voor PFAS en aantal bemonsterde filters per organisatie. Het aantal filters is gebaseerd op de aantallen in het meetpakket PFAS. Bij Noord-Brabant en Limburg is tussen haakjes ook het aantal filters benoemd als de extra stoffen, als TFA vanuit een ander meetpakket, worden meegenomen

	Metingen door provincie		Metingen door RIVM	
	Rapportagegrens	Aantal filters	Rapportagegrens	Aantal filters
Drenthe	0,01	31	0,002	9
Flevoland	0,01	10	0,002	4
Fryslân	0,01	58	0,002	7
Gelderland	0,01	122	0,002	14
Groningen	0,001	101	0,002	7
Limburg	0,001	56 (77)	0,002	7
Noord-Brabant	0,001	56 (141)	0,002	16
Noord-Holland	0,01	55	0,002	8
Overijssel	0,01	123	0,002	8
Utrecht	0,01	74	0,002	4
Utrecht natuur	0,001	23		
Zeeland	0,001	26	0,002	1
Zuid-Holland	0,01	54	0,002	10



Tabel 8-5. Aantal PFAS-metingen per provincie (onderzoek RIVM in 2020 en 2021), met percentage metingen boven de rapportagegrens, percentage boven de norm of signaleringswaarde en percentage niet toetsbare metingen. Metingen door de provincies uit 2022 met lagere rapportagegrenzen) zijn cursief weergegeven.

	Aantal metingen		% Metingen aangetroffen stof(fen)		% Metingen met normoverschrijding		% Metingen niet toetsbaar	
	Provincie	RIVM	Provincie	RIVM	Provincie	RIVM	Provincie	RIVM
Drenthe	1023	280	0,4%	11,8%	0,1%	1,1%	33,2%	10,7%
Flevoland	330	140	0,3%	8,6%	0,0%	0,0%	33,3%	10,7%
Fryslân	1914	196	1,1%	5,6%	0,8%	0,0%	32,5%	10,7%
Gelderland	4027	420	1,0%	10,0%	0,4%	1,0%	33,1%	10,5%
Groningen	3737	196	5,9%	7,1%	0,7%	0,5%	5,4%	10,7%
Limburg	2261	196	13,0%	8,2%	1,5%	0,0%	5,1%	10,7%
Noord-Brabant	2325	504	16,1%	15,1%	3,2%	1,2%	4,8%	10,7%
Noord-Holland	1815	224	1,9%	9,8%	1,4%	0,4%	32,0%	10,7%
Overijssel	4059	224	0,6%	9,4%	0,1%	0,4%	33,3%	10,7%
Utrecht	2442	112	1,6%	7,1%	0,7%	0,9%	32,6%	10,7%
Utrecht natuur	847		11,8%		2,6%		5,4%	
Zeeland	962	280	6,5%	16,4%	0,4%	2,1%	5,4%	10,4%
Zuid-Holland	1782	28	2,7%	3,6%	1,7%	0,0%	31,6%	10,7%
Gewogen gemiddelde o.b.v. aantal metingen provincies 2021			1,2%		0,6%		32,8%	
Gewogen gemiddelde o.b.v. aantal metingen provincies 2022			10,4%		3,0%		5,2%	
Gewogen gemiddelde o.b.v. aantal metingen RIVM				10,8%		0,8%		10,6%

8.6 Extra geanalyseerde stoffen Noord-Brabant en Limburg

In Tabel 8-6 zijn de gegevens over aantreffen van PFAS en normoverschrijdingen weergegeven, waarbij de extra geanalyseerde PFAS in Noord-Brabant en Limburg aan de overige metingen (basispakket) zijn toegevoegd. Dit betreft één extra stof: trifluorazijnzuur (TFA). De percentages van aantreffen in het ondiepe grondwater wijzigen logischerwijs niet; deze waren al 100%. Wel stijgt het percentage van de filters met normoverschrijding voor één of meer stoffen in beide provincies, het sterkst in Limburg.



Tabel 8-6. Wijziging in aantal aangetroffen stoffen en stoffen met normoverschrijding als de extra geanalyseerde stoffen in Noord-Brabant en Limburg bij de gegevens worden betrokken.

Pakket	Provincie	Ondiep			Diep		
		Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)	Totaal aantal filters	% Filters met aangetroffen stof(fen)	% Filters met normoverschrijding(en)
Basis	Limburg	56	100.0%	28.6%	0	-	-
	Noord-Brabant	56	100.0%	55.4%	0	-	-
Basis + extra	Limburg	56	100.0%	44.6%	0	-	-
	Noord-Brabant	56	100.0%	60.7%	0	-	-

In Tabel 8-7 is de top 10-lijst van PFAS gegeven, waarbij de extra metingen in Noord-Brabant en Limburg aan de overige gegevens (basispakketten provincies en RIVM) zijn toegevoegd.

Tabel 8-7. Top 10-lijst PFS waarbij de extra metingen in Noord-Brabant en Limburg zijn meegenomen

Nr.	Stof	Parameter-code	Subgroep + ketenlengte (zie tekst)	# Filters aangetroffen	% Filters met normoverschrijding	% Filters aangetroffen
1	Perfluorooctaanzuur	PFOA	PFCA's (8)	678	26.4%	51.8%
2	Trifluorazijnzuur	TFHAc	TFA (2)	182	23.6%	90.7%
3	Perfluorooctaansulfonzuur	PFOS	PFSA's (8)	678	2.9%	6.0%
4	Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	L_PFHxS	PFSA's (6)	673	2.5%	12.0%
5	Perfluorheptaanzuur	PFHpA	PFCA's (7)	673	1.5%	15.2%
6	Perfluornonaanzuur	PFNA	PFCA's (9)	673	0.7%	0.7%
7	Perfluorbutaanzuur	PFBA	PFCA's (4)	673	0.6%	36.0%
8	Perfluorpentaan-1-sulfonzuur	PFC5asfzr	PFSA's (5)	673	0.3%	2.7%
9	Perfluor-1-heptaansulfonaat (lineair)	L_PFHpS	PFSA's (7)	673	0.1%	0.3%
10	Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	L_PFBS	PFSA's (4)	673	0.0%	22.6%

In deze lijst is alleen trifluorazijnzuur nieuw ten opzichte van de in paragraaf 8.3 gepresenteerde top 10, en wel dicht achter PFOA op nummer 2. De stof wordt hieronder besproken.

Trifluorazijnzuur

Trifluorazijnzuur is de kleinste PFCA (keten van twee koolstofatomen) en wordt gebruikt in de chemische industrie in synthese van organische chemicaliën, geneesmiddelen, bestrijdingsmiddelen en in laboratoria als reagens, oplosmiddel en katalysator. Daarnaast komt het vrij bij afbraak van chemicaliën waar een CF₃-groep aan zit. Dit zijn onder andere medicijnen, pesticiden en polymeren, maar voornamelijk fluorkoolwaterstoffen (HFK's), die sinds de jaren '80 worden gebruikt als vervanging van chloorkoolwaterstoffen (CFK's). De afbraak van deze producten draagt



bij aan het voorkomen van TFA in het milieu. TFA is persistent, hoewel minder dan de meeste andere PFAS, en zeer mobiel. De PMT-potentie is volgens de PMT-tool van het RIVM met 0,34 hoog. Dit is de resultante van een lage tot matige persistentie (0,16), een zeer hoge mobiliteit (0,75) en een hoge humane toxiciteit (0,34).

TFA is in 182 ondiepe filters gemeten. Met meer dan 90% is de stof met afstand de (relatief) meest aangetroffen PFAS. De voorgestelde somnorm wordt in 23,6% van de metingen overschreden, waardoor de stof net onder PFOA in de top 10 belandt. Dit hangt samen met de geringere toxiciteit van TFA dan van PFOA. Overschrijdingen van meer dan 10x de voorgestelde somnorm doen zich niet voor. In het diepe grondwater is TFA beduidend minder gemeten, maar ook (relatief) minder aangetroffen.

De hierboven beschreven resultaten vormen aanleiding om TFA in heel Nederland te meten.

8.7 Conclusies

De PFAS zijn door alle provincies gemeten. Bij deze rapportage zijn ook de metingen van het RIVM betrokken. Ten aanzien van de resultaten van de metingen worden de volgende conclusies getrokken:

- Van de 37 onderzochte PFAS zijn er 16 aangetroffen, waarvan 11 met één of meer normoverschrijdingen.
- PFAS-stoffen zijn in ca. 58% van de ondiepe en 27% van de diepe filters aangetroffen. De spreiding over het land is lastig vast te stellen, omdat in een aantal provincies de gehanteerde rapportagegrenzen lager zijn dan in de andere provincies. In Noord-Brabant, Limburg, de meetronde Utrecht-natuur en de metingen van het RIVM zijn PFAS in alle ondiepe filters (100%) aangetroffen; hier zijn de lagere rapportagegrenzen gebruikt. Die lagere rapportagegrenzen zijn echter ook in Groningen en Zeeland gebruikt, waar de percentages van aantreffen met respectievelijk ca. 79 en 83% lager liggen.
- Overschrijdingen van de voorgestelde somnorm of signaleringswaarde zijn aangetroffen in ca. 36% van de ondiepe en 34% van de diepe filters. De meeste normoverschrijdingen komen voor bij Utrecht-natuur, in Zuid-Groningen en langs de kust. Een hypothese voor de hoge concentratie langs de kust is dat PFAS-oppervlakte actieve stoffen zijn die zich ophopen in het zeeschuim en door de wind (sea-spray) worden verspreid. Dat PFAS ook overal wordt aangetroffen in onverdachte locaties zoals de Utrechtse natuurgebieden doet vermoeden dat PFAS zeer heterogeen verspreid is en niet enkel wordt gevonden op locaties nabij puntbronnen.
- Het relatieve aantal normoverschrijdingen varieert sterk tussen de stoffen. De nummer 1 uit de top 10 (PFOA: perfluorooctaanzuur) komt in meer dan 26% van de ondiepe filters normoverschrijdend voor en bepaalt in belangrijke mate het beeld voor de hele stofgroep. Andere PFAS-stoffen overschrijden de door de Europese Commissie voorgestelde somnorm voor PFAS in minder dan 3% van de ondiepe metingen. Voor de laatste zes in de top 10-lijst bedraagt het overschrijdingspercentage minder dan 1%.
- Duidelijk is dat de lagere rapportagegrenzen, zoals thans door de provincies gehanteerd, tot een aanzienlijk hoger percentage van toetsbare metingen leiden dan de oude, hogere rapportagegrenzen. Als gevolg hiervan is een hoger aandeel metingen boven de rapportagegrens en boven de (som)norm of de signaleringswaarde vastgesteld. De zeggingskracht van de metingen is dus beduidend groter. Dit betekent ook dat de percentages van aantreffen en van normoverschrijding van de top 10-stoffen, waaronder ook PFOA, naar verwachting nog significant zal stijgen als alle provincies met de lagere rapportagegrenzen meten.
- Toevoeging van de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg leidt tot één nieuwe stof op de top 10-lijst. Het betreft trifluorazijnzuur (TFA), een zeer kleine maar ook persistente en mobiele PFAS die in meer dan 90% van de ondiepe filters is aangetroffen. Vanwege een geringere toxiciteit dan PFOA belandt deze stof met een overschrijding van de voorgestelde somnorm in bijna 24% van de filters net achter PFOA op nummer 2.
- De top 10-stoffen hebben zonder uitzondering een zeer hoge PMT-potentie. De stoffen zijn over het algemeen zeer persistent, zeer mobiel en zeer toxisch. Verontreiniging van het grondwater met PFAS-stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk, temeer omdat de stoffen nauwelijks uit verontreinigd water te verwijderen zijn.

9 Discussie, conclusies en aanbevelingen

9.1 Discussie

Ten aanzien van de methodiek worden de volgende discussiepunten gesignaleerd:

- Indicatieve toetsing van meetgegevens aan 'normen' (al dan niet vastgestelde normen, drempelwaarden, signaleringswaarden) is in deze rapportage alleen gebruikt voor een betere duiding van de resultaten. Normtoetsing is nadrukkelijk geen doel van deze rapportage. Dit is zo nadrukkelijk mogelijk in de inleidende hoofdstukken aangegeven. De onoplettende lezer kan echter op het verkeerde been gezet worden, omdat er veelal van 'normoverschrijding' gesproken wordt.
- De gepleegde meetinspanning (aantal locaties, stofgroepen) verschilt soms sterk tussen de provincies. Hierdoor varieert de dichtheid van de in deze rapportage gepresenteerde gegevens per provincie en per stofgroep. In beginsel hebben alle provincies een vergelijkbare basisinspanning geleverd door de KRW-metpunten te bemeten, maar hier is af en toe ook iets van afgeweken. Bovendien hebben veel provincies ook aanvullende metingen verricht, maar niet allemaal en niet allemaal in dezelfde mate. In algemene zin valt Flevoland op door een geringere meetinspanning (in aantal meetlocaties) dan de andere provincies. Daarnaast zijn overige relevante stoffen en medische stoffen in Groningen niet gemeten. De provincies Noord-Holland en Zeeland hebben wel overige verontreinigende stoffen gemeten, maar deze konden niet meer worden meegenomen in deze rapportage. Ook hebben provincies verschillende keuzes gemaakt ten aanzien van de meetinspanning voor de organische stofgroepen in het diepe grondwater. Vergelijking van de resultaten en het verkrijgen van een evenwichtig landelijk beeld is daarom in veel gevallen lastig.
- De gehanteerde rapportagegrenzen verschillen soms. Met name de aanscherping van de rapportagegrenzen voor PFAS in 2022 heeft ertoe geleid dat de provincies die in dat jaar gemeten hebben vaker PFAS-stoffen hebben aangetroffen en dat de gehanteerde normwaarden in deze provincies vaker overschreden worden. Dit geeft een onevenwichtig landelijk beeld van de PFAS-problematiek. Het aanscherpen van de rapportagegrenzen is in algemene zin natuurlijk altijd wel zinvol. Naar verwachting zal na de meetronde van 2024, waarin alle provincies met de lagere rapportagegrenzen zullen meten, een evenwichtiger landelijk beeld ontstaan.

9.2 Conclusies

Uit het onderzoek worden de volgende algemene conclusies getrokken:

- Uit alle stofgroepen komen stoffen wijd verspreid in het grondwater voor. Bij alle stofgroepen geldt dat er filters zijn waarin stoffen worden aangetoond, ook in het diepe grondwater en ook boven de gehanteerde normwaarden.
- In ca. 84% van de ondiepe en 65% van de diepe filters zijn één of meer milieuvreemde stoffen aangetroffen, uit de stofgroepen bestrijdingsmiddelen, medische stoffen, overige verontreinigende stoffen en PFAS. In totaal zijn in slechts 22% van alle filters géén milieuvreemde stoffen aangetoond. In ca. 62% van de ondiepe filters overschrijden één of meer milieuvreemde stoffen de gehanteerde normwaarde. Het diepe grondwater is minder beïnvloed, maar toch wordt in 44% van de diepe filters ten minste één milieuvreemde stof boven de norm aangetroffen. Dit illustreert dat het grondwater sterk onderhevig is aan 'vergrijzing' (merk op dat de analysepakketten slechts een beperkte selectie omvatten van alle milieuvreemde stoffen).
- De mate waarin stoffen worden aangetroffen, verschilt erg per stofgroep. Naast anorganische stoffen (die op thallium na altijd worden aangetroffen) worden uit de groepen bestrijdingsmiddelen en overige verontreinigende stoffen het vaakst één of meer stoffen aangetroffen: in ca. twee derde van de ondiepe en meer dan de helft van de diepe filters. De groep van PFAS-stoffen volgt hier niet ver achter. Medische stoffen worden het minst aangetroffen. De betreffende percentages worden hierna per stofgroep weergegeven.
- Ook de mate waarin normoverschrijdingen voorkomen verschilt per stofgroep sterk. Voor bestrijdingsmiddelen en medische stoffen is het relatieve aantal filters met één of meer normoverschrijdingen in ondiep en diep grondwater vergelijkbaar. Overige verontreinigende stoffen en PFAS zijn in de ondiepe filters relatief vaker normoverschrijdend aangetroffen dan in het diepe grondwater. De betreffende percentages worden hierna per stofgroep weergegeven.
- De toevoeging van de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg heeft tot meer waargenomen stoffen geleid, en tot extra stoffen met normoverschrijding. Bij bestrijdingsmiddelen, medische stoffen en PFAS leiden de extra metingen ook tot één of meer wijzigingen in de top 10-lijstjes van meest normoverschrijdend aangetroffen stoffen.



De conclusies per stofgroep zijn aan het eind van de desbetreffende hoofdstukken opgenomen. We herhalen ze hier voor het overzicht.

Anorganische stoffen

- Er zijn 45 anorganische stoffen onderzocht, met uitzondering van thallium zijn deze allemaal aangetroffen.
- Van deze stoffen heeft alleen nitraat een generieke Europese norm en hebben er zes een drempelwaarde per grondwaterlichaam: chloride, totaal-fosfor, arseen, nikkel, cadmium en lood. Overschrijding van de norm of drempelwaarde komt bij al deze zeven stoffen voor. Het percentage filters waarin normoverschrijdingen zijn geconstateerd ligt rond de 5-8%; alleen voor lood is dat met 0,6% duidelijk lager.
- Voor chloride is er alleen een drempelwaarde voor zoete grondwaterlichamen. Overschrijdingen komen daar vooral voor op de grens met de brakke en zoute grondwaterlichamen. Binnen deze rapportage is niet onderzocht of hier sprake is van een toenemende invloed van zoutwaterindringing, of dat de begrenzing van de grondwaterlichamen wellicht niet voldoende accuraat is.
- Van de nutriënten doen de meeste overschrijdingen voor totaal-fosfor zich voor in de zoute grondwaterlichamen, vooral in venige gronden. Deze hoge waarden komen hier van nature voor. Nitraat overschrijdt de norm vooral op de zandgronden, naar verwachting vooral als gevolg van bemesting.
- De drempelwaarden voor zware metalen worden relatief vaak overschreden in de oostelijke helft van Noord-Brabant en de noordelijke helft van Limburg. Ook koper en zink (zonder norm) worden daar in relatief hoge concentraties gemeten. Dit is deels het gevolg van de voormalige zinkindustrie in deze regio, met name in de Kempen. Daarnaast speelt pyrietoxidatie als gevolg van uitspoeling van nitraat een belangrijke rol bij het aantreffen van nikkel en arseen.

Bestrijdingsmiddelen

- Er zijn inclusief de (al dan niet humaan-toxicologisch relevante) metabolieten 102 bestrijdingsmiddelen onderzocht. Hiervan zijn 68 stoffen aangetroffen en 53 stoffen met normoverschrijding(en).
- In bijna 70% van de ondiepe en 58% van de diepe filters zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen. In Limburg en de meetronde Utrecht natuur zijn het vaakst stoffen aangetroffen. In bijna de helft van alle filters zijn meerdere verschillende bestrijdingsmiddelen aangetroffen; in 15% van de filters zelfs meer dan tien.
- In ca. 36% van de ondiepe en 34% van de diepe filters zijn één of meer normoverschrijdingen aangetroffen. De meeste normoverschrijdingen komen voor in Limburg en in de bollenstreek, de minste in Gelderland, Utrecht en Noord-Holland.
- Van de top 10 bestrijdingsmiddelen zijn er twee die in meer dan 3% van de ondiepe filters de norm overschrijden. Dit zijn desfenylchloridazon en bentazon. De eerstgenoemde stof is echter een HTNR metaboliet. Bij de overige stoffen ligt het percentage normoverschrijding onder de 3% van de filters.
- Bij de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg zijn nieuwe stoffen aangetoond, ook boven de norm. De toevoeging van de extra gemeten stoffen leidt tot drie nieuwe stoffen in de top 10-lijst en wel op de plaatsen 1, 2 en 4. Het betreft een drietal HTNR metabolieten.
- De meeste van de top 10-stoffen hebben een hoge tot zeer hoge PMT-potentie. Verontreiniging van het grondwater met deze stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk. Wanneer deze of vergelijkbare stoffen op kortere of langere termijn worden aangetroffen in grondwater dat wordt onttrokken voor menselijke consumptie, dan kan aanvullende zuiveringsinspanning noodzakelijk zijn. Dit is maatschappelijk ongewenst en bovendien niet toegestaan vanuit Europese wetgeving (KRW).

Medische stoffen

- Er is op 50 medische stoffen geanalyseerd, waarvan bijna de helft ten minste éénmaal in het grondwater is aangetroffen. In totaal 16 stoffen overschrijden tenminste éénmaal de signaleringswaarde.
- In ca. 17% van de ondiepe en 15% van de diepe filters zijn medische stoffen aangetroffen. Dit zijn beduidend lagere percentages dan voor de bestrijdingsmiddelen. In Friesland en Zeeland zijn relatief weinig stoffen uit deze groep aangetroffen.
- In ca. 7% van de ondiepe en 5% van de diepe filters vinden één of meer overschrijdingen van de signaleringswaarde plaats. Overschrijdingen komen relatief vaak voor in Limburg en Overijssel.
- De drie meest boven de signaleringswaarde aangetroffen stoffen zijn het geneesmiddel gabapentine (in 2,9% van de ondiepe metingen), het diergeneesmiddel clopidol (1,6%) en het röntgencontrastmiddel jopamidol (1,0%). Voor de overige 7 stoffen uit de top 10 bedraagt het overschrijdingspercentage minder dan 1%.
- Toevoegen van de extra metingen in Noord-Brabant en Limburg aan de overige gegevens leidt met name in Noord-Brabant tot extra aangetroffen stoffen, ook met overschrijding van de signaleringswaarde. In Limburg is dat minder het geval. Door de toevoeging verschijnen drie stoffen nieuw in de top 10-lijst, waarvan het geneesmiddel oxypurinol met 3,6% op plaats 1 en het geneesmiddel valsartanzuur met 2,7% op plaats 3.



- Bijna alle top 10-stoffen hebben een hoge tot zeer hoge PMT-potentie. Verontreiniging van het grondwater met deze stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk (zie bij bestrijdingsmiddelen).

Overige verontreinigende stoffen

- Er zijn in totaal 75 overige verontreinigende stoffen geanalyseerd, waarvan er 50 zijn aangetroffen en 46 in één of meer filters de signaleringswaarde overschrijden.
- In ca. 66% van de ondiepe en 52% van de diepe filters zijn één of meer overige verontreinigende stoffen aangetroffen. Dit zijn hoge percentages, vergelijkbaar met het aantreffen van bestrijdingsmiddelen.
- Het percentage 'norm'overschrijdingen is met ca. 52% van de ondiepe en 40% van de diepe filters zelfs hoger dan bij de bestrijdingsmiddelen. Hierbij zijn alle stoffen indicatief getoetst aan een algemene signaleringswaarde.
- De top 10-lijst omvat verschillende typen stoffen, maar het meest oplosmiddelen. De eerste zes stoffen op deze lijst worden in meer dan 5% van alle metingen in ondiep grondwater normoverschrijdend aangetroffen. Dit zijn de zoetstof acesulfaam K, de complexvormer EDTA, oplosmiddelen 1,3-xyleen, toluen en tetraethyleen-glycoldimethylether (tetraglyme) en corrosieremmer 1,2,3-benzotriazool. Acesulfaam K is zelfs in meer dan een derde van alle metingen aangetroffen (ruim 19% boven de signaleringswaarde). Deze stof is humaan-toxicologisch weinig relevant, maar is wel een belangrijke indicator voor vergrijzing van het grondwater onder invloed van door RWZI-effluent belast oppervlaktewater.
- De in Noord-Brabant en Limburg extra gemeten stoffen overschrijden de signaleringswaarde nauwelijks en leiden niet tot wijzigingen in de top 10 van overige verontreinigende stoffen.
- Ondanks het gegeven dat de PMT-potenties van de meeste top 10-stoffen lager zijn dan die van de meest (normoverschrijdend) aangetroffen bestrijdingsmiddelen, medische stoffen en PFAS is verontreiniging van het grondwater met deze stoffen zeer onwenselijk (zie bij bestrijdingsmiddelen).

PFAS

- Van de 37 onderzochte PFAS zijn er 16 aangetroffen, waarvan 11 met één of meer normoverschrijdingen.
- PFAS-stoffen zijn in ca. 58% van de ondiepe en 27% van de diepe filters aangetroffen. De spreiding over het land is lastig vast te stellen, omdat in een aantal provincies de gehanteerde rapportagegrenzen lager zijn dan in de andere provincies. In Noord-Brabant, Limburg, de meetronde Utrecht-natuur en de metingen van het RIVM zijn PFAS in alle ondiepe filters (100%) aangetroffen; hier zijn de lagere rapportagegrenzen gebruikt. Die lagere rapportagegrenzen zijn echter ook in Groningen en Zeeland gebruikt, waar de percentages van aantreffen met respectievelijk ca. 79 en 83% lager liggen.
- Overschrijdingen van de voorgestelde somnorm of signaleringswaarde zijn aangetroffen in ca. 36% van de ondiepe en 34% van de diepe filters. De meeste normoverschrijdingen komen voor bij Utrecht-natuur, in Zuid-Groningen en langs de kust. Een hypothese voor de hoge concentratie langs de kust is dat PFAS-oppervlakte actieve stoffen zijn die zich ophopen in het zeeschuim en door de wind (sea-spray) worden verspreid. Dat PFAS ook overal wordt aangetroffen in onverdachte locaties zoals de Utrechtse natuurgebieden doet vermoeden dat PFAS zeer heterogeen verspreid is en niet enkel wordt gevonden op locaties nabij puntbronnen.
- Het relatieve aantal normoverschrijdingen varieert sterk tussen de stoffen. De nummer 1 uit de top 10 (PFOA) komt in meer dan 26% van de ondiepe filters normoverschrijdend voor en bepaalt in belangrijke mate het beeld voor de hele stofgroep. Andere PFAS-stoffen overschrijden de door de Europese Commissie voorgestelde somnorm voor PFAS in minder dan 3% van de ondiepe metingen. Voor de laatste zes in de top 10-lijst bedraagt het overschrijdingspercentage minder dan 1%.
- Duidelijk is dat de lagere rapportagegrenzen, zoals thans door de provincies gehanteerd, tot een aanzienlijk hoger percentage van toetsbare metingen leiden dan de oude, hogere rapportagegrenzen. Als gevolg hiervan is een hoger aandeel metingen boven de rapportagegrens en boven de (som)norm of de signaleringswaarde vastgesteld. De zeggingskracht van de metingen is dus beduidend groter. Dit betekent ook dat de percentages van aantreffen en van normoverschrijding van de top 10-stoffen, waaronder ook PFOA, naar verwachting nog significant zal stijgen als alle provincies met de lagere rapportagegrenzen meten.
- Toevoeging van de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg leidt tot één nieuwe stof op de top 10-lijst. Het betreft trifluorazijnzuur (TFA), een zeer kleine maar ook persistente en mobiele PFAS die in meer dan 90% van de ondiepe filters is aangetroffen. Vanwege een geringere toxiciteit dan PFOA belandt deze stof met een overschrijding van de voorgestelde somnorm in bijna 24% van de filters net achter PFOA op nummer 2.
- De top 10-stoffen hebben zonder uitzondering een zeer hoge PMT-potentie. De stoffen zijn over het algemeen zeer persistent, zeer mobiel en zeer toxisch. Verontreiniging van het grondwater met PFAS-stoffen is daarom vanuit (onder meer) gezondheidskundig perspectief zeer onwenselijk, temeer omdat de stoffen nauwelijks uit verontreinigd water te verwijderen zijn.

9.3 Aanbevelingen

Geconstateerd is dat het grondwater vergrijsst, als gevolg van het in het grondwater doordringen van tal van milieuvreemde stoffen. Er heeft binnen deze rapportage geen (poging tot) objectieve vaststelling van de mate van vergrijsing en onderzoek naar de ontwikkeling in de tijd plaatsgevonden. Aanbevolen wordt te overwegen om dit in een volgende rapportage toe te voegen. De resultaten van het Kennisimpuls Waterkwaliteit-project 'Grondwater' (Verweij *et al.*, 2022) kunnen hiervoor handvatten bieden. Binnen dit project is onder meer gewerkt aan een indicator voor vergrijsing, op basis van PMT-eigenschappen.

In het kader van de 'early warning'-functie is in dit rapport de nadruk gelegd op resultaten van metingen in het ondiepe grondwater. Deze metingen vinden doorgaans plaats op een diepte van 5-10 meter onder het maaiveld. Aanbevolen wordt om op een deel van de meetlocaties, bijvoorbeeld op risicolocaties, ook zeer ondiepe filters te plaatsen (3-5 meter onder maaiveld). Hiermee kunnen nieuwe verontreinigingen nog eerder worden gesignaleerd.

Bij de anorganische stoffen koper en zink is gemeld dat deze de normen die voor oppervlaktewater gelden overschrijden. Aanbevolen wordt om voor deze stoffen landelijk of binnen Europa aan te dringen op het ontwikkelen en vaststellen van normen voor grondwater.

Hierna volgen enkele aanbevelingen vanuit de analyse van de data:

- Zoals benoemd in paragraaf 9.1 varieert de dichtheid van de in deze rapportage gepresenteerde gegevens per stofgroep en per provincie. Bovendien verschilt de verdeling van de meetinspanning tussen ondiep en diep grondwater per provincie. Voor een evenwichtiger landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit is het wenselijk dat alle provincies alle stofgroepen meten, in zowel ondiep als diep grondwater. Naar verwachting wordt hieraan met de volgende meetronde (2024) voor een belangrijk deel invulling gegeven. De monitoringsstrategie die in de vergadering van de Landelijke Werkgroep Grondwater van 25 juni 2020 is vastgesteld vormt hiervoor een belangrijke basis.
- De aanvullende metingen door de provincies Noord-Brabant en Limburg omvatten meerdere stoffen die relatief vaak zijn aangetroffen. De toevoeging van de extra gemeten stoffen in Noord-Brabant en Limburg heeft tot meer waargenomen stoffen geleid, en tot extra stoffen met normoverschrijding. Bij bestrijdingsmiddelen, medische stoffen en PFAS horen één of meer van deze stoffen op basis van het percentage overschrijdingen van de betreffende norm of signaleringswaarde zelfs tot de top 10. Tekenend is de PFAS trifluorazijnzuur die in meer dan 90% van de bemeten ondiepe filters is aangetroffen en door het betrekken van de extra metingen met stip op plaats 2 van de top 10 verschijnt. Aanbevolen wordt om tenminste de stoffen die top 10-lijstjes 'binnenkomen', maar idealiter ook andere 'nieuwe' stoffen die normoverschrijdend zijn aangetroffen, toe te voegen aan de standaard analysepakketten. Deze aanbeveling is reeds opgepakt door het Platform Meetnetbeheerders. Hierdoor ontstaat na de volgende meetronde (2024) naar verwachting een evenwichtig landelijk beeld van het voorkomen van deze stoffen.
- De bevindingen bij het vorige punt duiden bovendien op de meerwaarde van het uitvoeren van een 'brede screening', zoals deze in het Maasstroomgebied wordt genoemd. Aanbevolen wordt om een dergelijke screening waarin méér dan de gebruikelijke stoffen worden gemeten ook op landelijk niveau periodiek te organiseren, bijvoorbeeld eens in de zes jaar. Uit kostenoverwegingen kan hiervoor een selectie van de thans bemonsterde filters worden gekozen. Ook kan voor één of meer specifieke stofgroepen worden gekozen, of voor inzet van een alternatieve screeningsmethode zoals target of non-target screening. Stoffen die hierbij als potentiële probleemstoffen worden geïdentificeerd kunnen daarna in de standaard analysepakketten worden opgenomen.
- Een grote groep stoffen is nergens aangetroffen boven de rapportagegrens. Overwogen kan worden om deze stoffen uit de analysepakketten te halen en eventueel alleen nog in een screeningsronde (zie vorige punt) te meten. Deze aanbeveling is reeds opgepakt door het Platform Meetnetbeheerders.

Tot slot: het is de vraag of een rapportage met een zeer groot aantal (ruim boven de 1000) statische kaarten nog van deze tijd is. Gebruiksvriendelijker zou een interactieve, online tool zijn. Hierbij valt te denken aan een webviewer, eventueel gecombineerd met een platform als Story Maps (van ArcGIS online). Hierin kan worden ingezoomd op een provincie, of kunnen specifieke meetpunten geselecteerd worden. Ook kan hierin gefilterd kan worden op stofgroep, stof, type meetpunt (KRW, provinciaal of landelijk meetnet), diepteklasse van het filter, etc. Door ook resultaten van vorige meetrondes hierin op te nemen, kunnen ook ontwikkelingen in de loop der tijd (interactief) onderzocht worden. Enkele voorbeelden die hierbij ter inspiratie kunnen dienen zijn de website [Brabant InZicht](#) en dataaansluiting op de [KennisHub Overijssel](#).



10 Literatuurlijst

Altena W & L Osté (2020). Bronnen van metalen in de Maasregio. Deltares rapport 11205929-002.

Arcadis, *in prep.* Feitenrapportage Brede Screening Maasstroomgebied 2022. Arcadis-project 30086024.

Ctgb (2014). Jaarverslag 2014.

Derksen A & TL ter Laak (2013a). Human pharmaceuticals in the water cycle, p. 59, KWR Watercycle Research Institute, STOWA, Amersfoort.

Derksen A & TL ter Laak (2013b). Humane geneesmiddelen in de waterketen, p. 59, KWR Watercycle Research Institute, STOWA, Amersfoort.

Hofman-Caris CHM, D Harmsen, B Wols, K Groot Kormelinck & W van Pol (2016). Hoe kun je geneesmiddelen uit drinkwater verwijderen?

Kruijne R & PSG Ickenroth (2020). Aanpak bestrijdingsmiddelen in het grondwater van het Maasstroomgebied; Oorzakenanalyse en verkenning van maatregelen. Wageningen Environmental Research, Rapport 3000.

Loon A van, T Pronk, B Raterman & S Roos (2020). Grondwaterkwaliteit Nederland 2020. Anorganische parameters, bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen in de grondwatermeetnetten van de provincies. KWR 2020.067. In opdracht van Provincie Noord-Holland, namens Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit.

Moermond CTA, CE Smit, RC van Leerdam, NGFM van der Aa & MHMM Montforts (2016). Geneesmiddelen en waterkwaliteit. RIVM Briefrapport 2016-0111.

Moermond CTA, MHMM Montforts, EWM Roex & BJ Venhuis (2020). Medicijnresten en waterkwaliteit: een update. RIVM-briefrapport 2020-0088.

RIVM (2016). Bestrijdingsmiddelen in grondwater bij drinkwaterwinningen: huidige belasting en mogelijke maatregelen. RIVM Rapport 2016-0083.

RIVM (2021). Landsdekkend beeld van PFAS in Nederlands grondwater. RIVM-briefrapport 2021-0205.

RIVM (2022). RIVM-VSP Advies 14434A02 – Drinkwaterrichtwaarde voor trifluorazijnzuur, d.d. 13-10-2022.

Rougoor CW, AB Allema, P Leendertse & J van Vliet (2016). Diergeneesmiddelen en waterkwaliteit, p. 70, STOWA, Amersfoort, the Netherlands.

Sjerps RMA, M Maessen, BW Raterman, TL laak & PJ ter Stuyfzand (2017). Grondwaterkwaliteit Nederland 2015-2016: chemie grondwatermeetnetten en nulmeting nieuwe stoffen. KWR.

Ter Laak TL, PJF Kooij, H Tolkamp, & J Hofman (2014). Different compositions of pharmaceuticals in Dutch and Belgian rivers explained by consumption patterns and treatment efficiency. Environmental Science and Pollution Research International 21(22), 12843-12855.

Ter Laak TL & S Kools (2016). Quickscan Diergeneesmiddelen in de waterketen, p. 27, KWR, Watercycle Research Institute; Dutch Ministry of Infrastructure and the Environment, Nieuwegein, the Netherlands.

Verlicci P, M Al Aukidy & E Zambello (2012). Occurrence of pharmaceutical compounds in urban wastewater: Removal, mass load and environmental risk after a secondary treatment—A review. Science of the Total Environment 429, 123-155.

Verweij W, H Passier, N Hoekstra, R van den Meiracker, K Ouwerkerk, A van Loon, F Swartjes, J Hartmann, M van Vliet, J Dijkstra, J Bloem & P Schipper (2022). Vergrijzing van grondwater: handelingsperspectieven voor de



voortschrijdende aantasting van grondwaterkwaliteit door menselijke invloeden – Eindrapport van het KIWK-project grondwater. Kennisimpuls Waterkwaliteit. KIWK 2022-23.

Voogt P de, M Janex-Habibi, F Sacher, L Puijker & M Mons (2009). Development of a common priority list of pharmaceuticals relevant for the water cycle. *Water Science and Technology* 59(1), 39-46.



Bijlagen

- Geanalyseerde stoffen per stofgroep
- Tabellen aantreffen stoffen per (on)diepe KRW-locaties



Bijlage A Anorganische stoffen

Tabel 10-1 Gemeten Anorganische stoffen

Parameternaam	Parametercode	Parameternaam	Parametercode
Aluminium	Al	Lithium	Li
Ammonium	NH4	Lood	Pb
Antimoon	Sb	Magnesium	Mg
Arseen	As	Mangaan	Mn
Barium	Ba	Molybdeen	Mo
Beryllium	Be	Natrium	Na
Bicarbonaat	HCO3	Nikkel	Ni
Boor	B	Nitraat	NO3
Bromide	Br	Nitriet	NO2
Cadmium	Cd	Seleen	Se
Calcium	Ca	Strontium	Sr
Chloride	Cl	Sulfaat	SO4
Chroom	Cr	Thallium	Tl
Fluoride	F	Tin	Sn
Fosfaat	PO4	Titaan	Ti
Fosfor totaal	Ptot	Troebelheid	TROEBHD
Tellurium	Te	Uranium	U
Ijzer	Fe	Vanadium	V
Kalium	K	Wolfraam	W
Kobalt	Co	Zilver	Ag
Koolstof organisch	Corg	Zink	Zn
Koper	Cu	Zirkonium	Zr
Kwik	Hg		

Bijlage B Bestrijdingsmiddelen

Algemene metingen

Tabel 10-2 Gemeten bestrijdingsmiddelen vanuit het algemene analysepakket

Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
1-(4-isopropylfenyl)ureum	14iC3yFyurum		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
1,1-dichloorethaan	11DCIC2a		668	0.3%	0.3%	292	0.3%	0.3%	960	0.3%	0.3%
2,3,4-trichloorfenol	234TCIFol		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
2,3,5-trichloorfenol	235TCIFol		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
2,3,6-trichloorfenol	236TCIFol		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
2,4,5-trichloorfenol	245TCIFol		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
2,4,6-trichloorfenol	246TCIFol		668	0.0%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.1%
2,4'-dichloordifenyl-dichloorethaan	24DDD		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
2,4'-dichloordifenyltrichloorethaan	24DDT		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
2,4-dichloorfenol	24DCIFol		668	0.0%	2.8%	292	0.3%	0.3%	960	0.1%	2.1%
2,4-dichloorfenoxiazijnzuur	24D		668	0.0%	0.0%	291	0.0%	0.0%	959	0.0%	0.0%
2,4-dichloorfenoxypropionzuur	24DP		665	0.0%	0.0%	288	0.0%	0.0%	953	0.0%	0.0%
2,4-dimethylfenol	24DC1yFol		667	0.3%	0.6%	292	0.7%	0.7%	959	0.4%	0.6%
2,6-dichloorbenzamide	26DCIBenAd	Ja	668	2.1%	22.2%	292	0.7%	9.9%	960	1.7%	18.4%
2,6-xylidine	26xyl dne		668	0.0%	1.2%	292	0.0%	1.0%	960	0.0%	1.1%
2-hydroxyatrazine	2HOxatzne		668	1.0%	5.7%	292	0.0%	1.4%	960	0.7%	4.4%
2-methyl-4-chloorfenoxiazijnzuur	MCPA		665	0.3%	0.5%	288	0.0%	0.0%	953	0.2%	0.3%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
2-methyl-4-chloorfenoxypionzuur (mecoprop)	MCPP		666	1.1%	3.3%	289	1.4%	6.2%	955	1.2%	4.2%
3,4,5-trichloorfenol	345TCIFol		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
4,4'-dichloordifenyldichlooretheen	44DDE		668	0.0%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.1%
4,6-dinitro-o-cresol	DNOC		665	0.0%	0.0%	288	0.0%	0.0%	953	0.0%	0.0%
4-chloorfenol	4CIFol		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
4-dimethylaminosulfotoluidide	DMST		668	0.0%	0.4%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.3%
alfa-endosulfan	aedsfn		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
aminomethylfosfonzuur	AMPA	Ja	668	0.3%	4.3%	291	0.0%	1.0%	959	0.2%	3.3%
Atrazine	atzne		668	0.1%	0.9%	292	0.0%	1.0%	960	0.1%	0.9%
Bentazon	bentzn		665	3.9%	10.7%	288	4.9%	10.4%	953	4.2%	10.6%
Benzylbutylftalaat	benzC4yFt		347	0.0%	0.0%	78	0.0%	0.0%	425	0.0%	0.0%
beta-endosulfan	bedsfn		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Boscalid	bosclid		668	0.0%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.1%
Bromacil	bromcl		668	0.6%	0.7%	292	0.0%	0.0%	960	0.4%	0.5%
Carbendazim	carbdrm		668	0.1%	0.6%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.4%
Chloorprofam	Clpfm		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
Chloortoluron	Cltlm		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Chlorantraniliprol	chloratnpl		668	0.3%	0.4%	291	0.0%	0.0%	959	0.2%	0.3%
Chloridazon	Clidzn		668	0.3%	1.6%	292	1.0%	1.0%	960	0.5%	1.5%
Clofibrinezuur	clofbnzr		595	0.2%	0.5%	274	0.4%	0.4%	869	0.2%	0.5%
Clopyralid	cloprld		668	0.3%	0.6%	292	0.0%	0.0%	960	0.2%	0.4%
Clothianidine	clotandne		668	0.0%	0.6%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.4%
Deltamethrin	dmtn		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Desethylatrazine	desC2yatzne		668	0.0%	0.1%	292	0.0%	0.3%	960	0.0%	0.2%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Desfenylchloridazon	desFyClidzn	Ja	649	9.1%	43.5%	291	7.2%	33.0%	940	8.5%	40.2%
Desisopropylatrazine	desiC3yatzne		668	0.1%	0.3%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.2%
Dicamba	Dcba		667	0.0%	0.0%	291	0.0%	0.0%	958	0.0%	0.0%
Diethyltoluamide	DEET		668	2.2%	4.3%	292	0.0%	1.4%	960	1.6%	3.4%
Diflufenican	Dffncn		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
Dikegulac	Dikglc		668	1.5%	1.5%	292	2.1%	2.1%	960	1.7%	1.7%
dikegulac-natrium	dikglNa		668	0.6%	0.6%	292	1.7%	1.7%	960	0.9%	0.9%
Dimethenamide	DmtAd		668	0.1%	0.3%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.2%
Dimethomorf	Dmtmf		668	0.1%	0.3%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.2%
Dimethylsulfamide	DC1ysAd	Ja	666	1.1%	20.6%	291	1.4%	16.5%	957	1.1%	19.3%
Dinoseb	Dnsb		665	0.0%	0.0%	288	0.0%	0.0%	953	0.0%	0.0%
Dinoterb	Dntb		663	0.0%	0.2%	291	0.0%	0.3%	954	0.0%	0.2%
Diuron	Dum		668	0.3%	1.0%	292	0.0%	1.0%	960	0.2%	1.0%
endosulfan (som alfa- en beta-isomeer)	endsfn		668	0.0%	0.3%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.2%
Ethofumesaat	etfmst		668	0.3%	0.4%	292	0.0%	0.0%	960	0.2%	0.3%
Fenuron	fenrm		668	0.0%	0.3%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.2%
Fipronil	fipnl		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Fluopicolide	fluopclde		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
Fluopyram	fluoprm		668	0.1%	0.7%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.5%
Fluroxypyr	flurOxpr		639	0.2%	0.5%	289	0.0%	0.0%	928	0.1%	0.3%
Flutolanil	flutlnl		668	0.4%	0.7%	292	0.0%	0.0%	960	0.3%	0.5%
Fluxapyroxad	fluxprxd		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan)	cHCH		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Glufosinaat	glufsnt		665	0.2%	0.2%	290	0.0%	0.0%	955	0.1%	0.1%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Glyfosaat	glyfst		665	1.2%	2.3%	289	0.0%	1.0%	954	0.8%	1.9%
Imazalil	imzll		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Imidacloprid	imdcpd		668	0.3%	0.4%	292	0.0%	0.0%	960	0.2%	0.3%
Iprodion	ipDon		668	0.0%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.1%
Isoproturon	iptrn		668	0.1%	0.3%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.2%
Lenacil	lencl		668	0.3%	0.6%	292	0.0%	0.0%	960	0.2%	0.4%
Metabenzthiazuron	metbtazm		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Metalaxyl	mxl		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
Metaldehyde	mAh		668	0.3%	2.1%	292	0.3%	1.7%	960	0.3%	2.0%
Metazachloor	mzCl		668	0.0%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.1%
Methidathion	metdton		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Methoxyfenozide	C1oxfnzde		668	0.0%	0.3%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.2%
methyl-desfenylchloridazon	C1ydesFyClid	Ja	654	2.8%	17.0%	290	0.0%	9.0%	944	1.9%	14.5%
Metolachloor	metlCl		668	0.3%	0.4%	292	0.0%	0.0%	960	0.2%	0.3%
Metoxuron	metxm		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Monuron	monm		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Nicosulfuron	nicstrm		668	0.1%	0.3%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.2%
paraoxon-methyl	paroonC1y		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Pendimethalin	pendmtln		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Pentachloorfenol	PeClFol		668	0.0%	0.0%	292	0.3%	0.3%	960	0.1%	0.1%
Pirimicarb	pirmcb		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Procymidon	procmdn		606	0.0%	0.0%	266	0.0%	0.0%	872	0.0%	0.0%
Propamocarb	propmcb		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
propiconazol (som cis- en trans-)	propcnzl		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
prothioconazol-desthio	protocnzdto		637	0.2%	0.2%	267	0.0%	0.0%	904	0.1%	0.1%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metabooliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Prothioconazool	<i>protocnzl</i>		213	0.5%	0.9%	61	0.0%	0.0%	274	0.4%	0.7%
Pyrimethanil	<i>pymtnl</i>		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Simazine	<i>simzne</i>		668	0.1%	0.4%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.3%
som 2,4- en 2,5-dichlooraniline	<i>s2425DCIAn</i>		668	0.1%	0.7%	292	0.0%	1.0%	960	0.1%	0.8%
som dithiocarbamaten	<i>sDtocbmt</i>		668	1.5%	19.9%	292	1.0%	22.9%	960	1.4%	20.8%
Tebuconazol	<i>tebcnzl</i>		668	0.1%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.1%	0.1%
Terbutrin	<i>terbtn</i>		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Thiamethoxam	<i>thiamtxm</i>		668	0.0%	0.1%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.1%
Triadimefon	<i>Tadmfn</i>		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Triadimenol	<i>Tadmnl</i>		668	0.0%	0.0%	292	0.0%	0.0%	960	0.0%	0.0%
Triclopyr	<i>Tcpr</i>		665	0.0%	0.3%	288	0.0%	0.0%	953	0.0%	0.2%
Triethylamine	<i>TC2yAe</i>		300	0.0%	0.0%	77	0.0%	0.0%	377	0.0%	0.0%

Extra metingen Noord-Brabant en Limburg

Tabel 10-3 Extra gemeten bestrijdingsmiddelen door de provincies Noord-Brabant en Limburg.

Parameternaam	Parametercode	HTNR metabooliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
1-(3,4-dichloorfenyl)-3-methylureum	<i>134DCIFy3C1y</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
1-(3,4-dichloorfenyl)ureum	<i>134DCIFyurum</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
2,4,5-trichloorfenoxazyazijnzuur	<i>245T</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
2,4-dichloorfenoxylboterzuur	<i>24DB</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
2,4-dinitrofenol	<i>24DNO2Fol</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
2-nitrofenol	<i>2NO2Fol</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
4,5-dichloor-2-octyl-2H-isothiazool-3-on	45DCI2C8y2Hi		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
4-chloor-3-methylfenol	4Cl3C1yFol		6	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%	7	0.0%	0.0%
4-chloorfenoxijzuur	4CPA		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
5-acetyl-1,1,2,3,3,6-hexamethylindaan	AHMI		-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Abamectine	abmtne		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Acenaftyleen	AcNy		113	0.0%	0.9%	2	0.0%	0.0%	115	0.0%	0.9%
Acetamiprid	actmpd		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Aclonifen	acnfn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Aldicarbulfoxide	alDcSO		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Alfa-cypermethrin	acpmtn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Ametoctradin	amtttn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Aminopyralid	Aoprid		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Amisulbrom	amsbm		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Amitrol	amtl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Asulam	aslm		182	0.5%	0.5%	36	0.0%	2.8%	218	0.5%	0.9%
Azadirachtin	azdrtn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Azimsulfuron	azsfrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Azoxystrobin	azoxsbn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Benalaxyl	benlxl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Bendiocarb	benDocb		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Benefin	benfn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Benthiavdicarb-isopropyl	bentavlcbiC3		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Bifenazaat	bifnzt		6	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%	7	0.0%	0.0%
Bifenox	bfnx		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Bifenthrin	<i>biftn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Bitertanol	<i>bittnl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Bixafen	<i>bixfn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Brodifacum	<i>brodfcm</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Bromadiolon	<i>bromdoln</i>		112	0.0%	0.0%	-	-	-	112	0.0%	0.0%
Bromuconazool	<i>bromcnzl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Broomoxynil	<i>BrOxnl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Bupirimaat	<i>buprmt</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Buprofezin	<i>bupfzn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Carbaryl	<i>carbtl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Carbetamide	<i>carbtAd</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Carfentrazon-ethyl	<i>carftznC2y</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Chlofentezin	<i>chloftzn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Chloorbenzeen	<i>ClBen</i>		-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Chloorthalonil	<i>Cltnl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Chloorxylenol	<i>clxlnl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Clethodim	<i>cletdm</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Clodinafop-propargyl	<i>clodnfppgl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Clomazon	<i>clomzn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Coumatetralyl	<i>coumttll</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Cyanazine	<i>CNazne</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Cyazofamide	<i>cyazfAd</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Cycloxydim	<i>cycxdm</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Cyflufenamide	<i>cyffAd</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Cyfluthrin	<i>cyftn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
<i>Cymoxanil</i>	<i>cymOanI</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Cyproconazool</i>	<i>cypcnzl</i>		182	0.5%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.5%	0.5%
<i>Cyprodinil</i>	<i>cypdnl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Cyromazine</i>	<i>cymzne</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Daminozide</i>	<i>damnzde</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Desethylterbutylazine</i>	<i>desC2ytC4yaz</i>		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
<i>Desmedifam</i>	<i>desmdfm</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Diazinon</i>	<i>Daznn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Dichlobenil</i>	<i>Dcbnl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Dichloorvos</i>	<i>DClvs</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Dieldrin</i>	<i>dieldn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Difenoconazool</i>	<i>Dfncnzl</i>		182	0.5%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.5%	0.5%
<i>Diflubenzuron</i>	<i>Dfbzrn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Dimethachloor</i>	<i>DmtCl</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Dimethoat</i>	<i>Dmtat</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Dimethyldisulfide</i>	<i>DC1yDS</i>		-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
<i>Dithianon</i>	<i>Dtann</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Dodemorf</i>	<i>dodmf</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Dodine</i>	<i>dodne</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Emamectin</i>	<i>emmtn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Epoxiconazool</i>	<i>epxcnzl</i>		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
<i>Esfenvaleraat</i>	<i>esfvlrt</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Ethefon</i>	<i>etfn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Ethoprosfos</i>	<i>etpfs</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
<i>Ethoxysulfuron</i>	<i>C2oxsfrn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Ethylazinfos	C2yazfs		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Ethylchlorpyrifos	C2yClprfs		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Etoxazool	etxzl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Etridiazol	eTDazl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fenamidon	fenmdn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fenamifos	fenamfs		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fenhexamide	fenhxAd		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fenitrothion	feNO2ton		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fenmedifam	fenmdfm		182	1.1%	1.1%	36	0.0%	0.0%	218	0.9%	0.9%
Fenoxycarb	fenOxcb		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fenpropidin	fenppdn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fenpropimorf	fenppmf		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Fenpyrazamine	fenprAe		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fonicamid	floncmd		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Florasulam	flursim		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fluazinam	fluaznm		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Flubendiamide	flubDad		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fluconazol	flucznl		112	0.0%	0.0%	-	-	-	112	0.0%	0.0%
Fludioxonil	fludoxnl		182	0.5%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.5%	0.5%
Flufenacet	flufnct		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Flumioxazin	flumoxzn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fluoxastrobin	fluoxsbn		182	0.5%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.5%	0.5%
Foramsulfuron	forasfrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Fosthiazaat	fostzatz		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Hexazinon	Hxznn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Hexythiazox	hextazx		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Imazamox	imzmx		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Ioxynil octanoaat	ioxnOcnat		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Isochloridazon	iClidzn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Isopyrazam	isprzm		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Isoxaben	isxbn		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Isoxadifen-ethyl	ixdfnC2y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Isoxaflutool	iOaftl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Jodosulfuron-methyl	lsfrnC1y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Joodpropynylbutylcarbamaat	lppnC4ycbmt		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Kresoxim-methyl	kresOxmC1y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Lambda-cyhalothrin	lcyhltN		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Linuron	linrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Lufenuron	lufnrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Malathion	malton		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Mandipropamide	mandppAd		182	0.5%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.5%	0.5%
Mefenpyr-diethyl	mefpDC2y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Mepanipyrim	mepnprm		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Mepiquatchloride	mepqCl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Mesosulfuron-methyl	messfrnC1y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Mesotrion	meston		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Metaflumizon	mfmzn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Metamitron	mmtn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Metazachloor-ethaansulfonzuur	metzClC2asfz	Ja	182	8.2%	25.8%	36	5.6%	30.6%	218	7.8%	26.6%
Metconazool	metcnzl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metabooliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Methiocarb	metacb		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Methylazinfos	C1yazfs		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Methyl-metsulfuron	C1ymsfrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Methyloxydemeton	C1yOxdmtn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Methylpirimifos	C1yprmfjs		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Metobromuron	metbmrn		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Metolachlor ethaansulfonzuur	metlClC2asfz	Ja	182	19.8%	58.8%	36	16.7%	47.2%	218	19.3%	56.9%
Metolachlor oxo azijnzuur	metlClOoHac	Ja	182	15.4%	44.5%	36	19.4%	44.4%	218	16.1%	44.5%
Metrafenon	metfnn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Metribuzin	metbzn		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Mevinfos	mevjs		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Monolinuron	Mlnrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Napropamide	nappAd		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Oryzalin	orzln		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Oxadiazon	OaDazn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Oxamyl	Oaml		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Oxasulfuron	Oasfrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Paclobutrazol	pacbtzl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Penconazool	pencnzl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Pencycuron	pencrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Penthiopyrad	pentoprd		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Permethrin	permtn		112	0.0%	0.0%	-	-	-	112	0.0%	0.0%
Pinoxaden	pinadn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Piperonyl-butoxide	piprnbO		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Prochloraz	proClaz		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Propaquizafop	<i>propqzfp</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Propoxur	<i>propxr</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Propyzamide	<i>propAd</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Prosulfocarb	<i>prosfcb</i>		182	0.5%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.5%	0.5%
Prosulfuron	<i>prosfrn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Pymetrozine	<i>pymtzne</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Pyraclostrobin	<i>pyrcsbn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Pyraflufen-ethyl	<i>pyrffnC2y</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Pyridaat	<i>pyrdt</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Pyridaben	<i>pyrdbn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Pyridalyl	<i>pyrdll</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Pyriproxyfen	<i>pyrpxfn</i>		112	0.0%	0.0%	-	-	-	112	0.0%	0.0%
Pyroxsulam	<i>pyrslm</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Quinmerac	<i>quinmrc</i>		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Quinoclamín	<i>quincmn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Quizalofop-ethyl	<i>quizlfC2y</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Rimsulfuron	<i>rimsfrn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Sedaxane	<i>sedxne</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Silthiofam	<i>siltofm</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Som indoxacarb (S- en R-isomeer)	<i>sindxcb</i>		112	0.0%	0.0%	-	-	-	112	0.0%	0.0%
Spinosad	<i>spinsd</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Spirodiclofen	<i>spirdcfn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Spirotetramat	<i>spirtmt</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Sulcotrion	<i>sulcton</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Sulfosulfuron	<i>sulfsfrn</i>		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	HTNR metaboliet	Ondiep			Diep			Totaal		
			Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Teflubenzuron	tefbzrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Tefluthrin	teftn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Tembotrione	tembtone		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Terbutylazine	terC4yazne		182	0.5%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.5%	0.5%
Tetraconazool	T4cnzl		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Tetramethrin	T4mnt		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Thiabendazol	tabdzt		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Thiacloprid	thiacpd		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Thiencarbazone-methyl	tecrbzneC1y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Thifensulfuron-methyl	thiifsfrnC1y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Thiodicarb	toDcb		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Thiofanaat-methyl	tofnC1y		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Tolclofos-methyl	tolcfsC1y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Tolyfluanide	toIfande		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Topramezon	topmzn		182	0.0%	0.5%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.5%
Triallaat	Talt		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Tribenuronmethyl	TbnrC1y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Trifloxystrobin	Tfxsbn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Triflusulfuron-methyl	TfsfrnC1y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Trinexapac-ethyl	TnxpcC2y		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Tritosulfuron	tritsfrn		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Zoxamide	zOaAd		182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%



Bijlage C Medische stoffen

Algemene metingen

Tabel 10-4 Gemeten medische stoffen vanuit het algemene analysepakket

Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
17alpha-estradiol	17aestDol	290	0.00%	0.00%	75	0.00%	0.00%	365	0.00%	0.00%
17beta-estradiol	17bestDol	481	0.21%	0.42%	123	0.00%	0.00%	604	0.17%	0.33%
Amidotrizoïnezuur	amdTzinr	483	0.41%	1.04%	121	0.83%	2.48%	604	0.50%	1.32%
Atenolol	atnll	516	0.00%	1.16%	125	0.00%	0.80%	641	0.00%	1.09%
Carbamazepine	carbmzpe	516	0.39%	3.10%	125	0.00%	1.60%	641	0.31%	2.81%
Chloortetracycline	CIT4ccne	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Ciprofloxacine	cipfxcne	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Clarithromycine	clartmcne	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Clopidol	clopdl	516	1.55%	2.91%	125	0.80%	1.60%	641	1.40%	2.65%
Clotrimazol	clotmzl	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Crotamiton	crotmtn	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Cyclofosfamide	cycffAd	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Diclofenac	Dclofnc	516	0.19%	0.58%	125	0.00%	0.00%	641	0.16%	0.47%
Enrofloxacin	enrxfcne	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Erytromycine	ertmcne	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Estriol	esTol	300	0.00%	0.00%	76	0.00%	0.00%	376	0.00%	0.00%
Ethinylestradiol	etnetDol	502	0.20%	0.20%	126	0.00%	1.59%	628	0.16%	0.48%
Fenazon (antipyrine)	fenzn	516	0.97%	4.07%	125	0.80%	4.00%	641	0.94%	4.06%
Furosemide	fursmde	516	0.39%	0.58%	125	0.00%	0.00%	641	0.31%	0.47%
Gabapentine	gabptne	516	2.91%	4.26%	125	2.40%	3.20%	641	2.81%	4.06%



Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens
Gemfibrozil	gemfbzl	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Hydrochloorthiazide	HClitazde	516	0.00%	0.39%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.31%
Ibuprofen	ibpfn	494	0.20%	0.61%	124	0.00%	0.00%	618	0.16%	0.49%
Ifosfamide	iffAd	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Johexol	johxl	492	0.00%	1.83%	123	0.81%	0.81%	615	0.16%	1.63%
Jomeprol	jompl	485	0.21%	0.41%	121	0.00%	0.00%	606	0.17%	0.33%
Jopamidol	jopmdl	483	1.04%	1.66%	121	1.65%	1.65%	604	1.16%	1.66%
Jopromide	jopmde	483	0.00%	0.41%	121	0.00%	0.00%	604	0.00%	0.33%
Jotalaminezuur	jotlmnZR	485	0.00%	0.00%	121	0.00%	0.83%	606	0.00%	0.17%
Joxaglinezuur	joxgnZR	483	0.00%	0.00%	121	0.00%	0.00%	604	0.00%	0.00%
Lidocaïne	lidcine	516	0.19%	0.39%	125	0.00%	0.00%	641	0.16%	0.31%
Mestranol	mesnl	492	0.00%	0.00%	124	0.00%	0.00%	616	0.00%	0.00%
Metformine	metfmne	516	0.00%	0.58%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.47%
Metoprolol	metpll	516	0.19%	0.39%	125	0.00%	0.00%	641	0.16%	0.31%
Naproxen	napxn	516	0.00%	0.19%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.16%
Norfloxacine	norfxcne	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Oestron	oestn	300	0.00%	0.00%	76	0.00%	0.00%	376	0.00%	0.00%
Ofloxacin	ofxcne	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Oxytetracycline hydrochloride	OxT4ccnHCl	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Paracetamol	parctml	516	0.39%	0.78%	125	0.00%	0.00%	641	0.31%	0.62%
Primidon	primdn	548	0.00%	0.73%	126	0.00%	0.00%	674	0.00%	0.59%
Propranolol	propnll	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Propyfenazon	propfnzn	516	0.00%	0.19%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.16%
Sotalol	sotll	516	0.19%	1.16%	125	0.00%	1.60%	641	0.16%	1.25%
Sulfadimidine	sulfdmdne	516	0.39%	1.16%	125	0.00%	0.80%	641	0.31%	1.09%



Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens
Sulfamethoxazol	sulfmtoazl	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Sulfapyridine	sulfprdne	516	0.39%	0.58%	125	0.00%	0.00%	641	0.31%	0.47%
Trans-10,11-dihydroxy-10,11-dihydrocarbamazepine	t1011DHOx101	516	0.00%	0.19%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.16%
Trimethoprim	Tmtpm	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%
Valium	valum	516	0.00%	0.00%	125	0.00%	0.00%	641	0.00%	0.00%

Extra metingen Noord-Brabant en Limburg

Tabel 10-5 Extra gemeten medische stoffen door de provincies Noord-Brabant en Limburg.

Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens
4-formylaminoantipyrine	4formAoaatprn	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Azitromycine	aztmcne	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Bezafibraat	bezafbt	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Bisoprolol	bispll	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Carprofen	carpfn	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Chlooramfenicol	Clafncl	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Chloorethaan	ClC2a	-	-	-	1	0.00%	0.00%	1	0.00%	0.00%
Doxycycline	doxccne	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Fenofibraat	fenfbt	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Indometacine	indmtcne	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Ketoprofen	ketpfn	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%



Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens
Lamotrigine	lamtgne	112	0.89%	0.89%	-	-	-	112	0.89%	0.89%
N-acetyl-4-aminoantipyrine	Nact4Aoaatprn	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Oxazepam	oxzpm	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Oxypurinol	Oxprnl	112	3.57%	3.57%	-	-	-	112	3.57%	3.57%
Roxitromycine	roxtmcne	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Sulfadiazine	sulfdazne	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Sulfathiazol	sulftzl	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Tetracycline hydrochloride	T4cycnHCl	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Tramadol	tramdl	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Tylosine	tylsne	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Valsartan	valstan	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%
Valsartanzuur	valstzr	112	2.68%	2.68%	-	-	-	112	2.68%	2.68%
Venlafaxine	venlfxne	112	0.00%	0.00%	-	-	-	112	0.00%	0.00%

Bijlage D Overige verontreinigende stoffen

Algemene metingen

Tabel 10-6 Gemeten overige verontreinigende stoffen vanuit het algemene analysepakket

Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
1,1,1-trichloorethaan	111TCIC2a	447	0.2%	0.2%	118	0.8%	0.8%	565	0.4%	0.4%
1,1-dichlooretheen	11DCIC2e	348	0.3%	0.3%	78	0.0%	1.3%	426	0.2%	0.5%
1,2,3-benzotriazool	123benztazl	446	6.1%	9.9%	118	3.4%	5.1%	564	5.5%	8.9%
1,2,3-trimethylbenzeen	123TC1yBen	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%
1,2,4-trimethylbenzeen	124TC1yBen	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%
1,2-xyleen	12xyln	447	2.5%	7.4%	118	1.7%	2.5%	565	2.3%	6.4%
1,3,5-trimethylbenzeen	135TC1yBen	390	0.0%	0.0%	117	0.0%	0.0%	507	0.0%	0.0%
1,3-diethylbenzeen	13DC2yBen	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%
1,3-difenyguanidine	13DFyganthe	447	0.0%	2.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	1.6%
1,3-xyleen	13xyln	447	8.9%	10.3%	118	2.5%	3.4%	565	7.6%	8.8%
1,4-diethylbenzeen	14DC2yBen	390	0.0%	0.0%	117	0.0%	0.0%	507	0.0%	0.0%
1,4-dioxaan	14DOxan	390	0.0%	0.0%	117	0.0%	0.0%	507	0.0%	0.0%
2,5,8,11-tetraoxadodecaan	25811T4OaC12	359	0.3%	2.8%	116	0.9%	1.7%	475	0.4%	2.5%
2-benzothiazolethiol	2benztazetol	234	0.0%	0.0%	76	0.0%	0.0%	310	0.0%	0.0%
2-hydroxybenzothiazol	2HOxbenztazl	333	0.0%	0.0%	116	0.0%	0.0%	449	0.0%	0.0%
2-methylbenzothiazool	2C1ybztazl	175	3.4%	5.1%	6	0.0%	0.0%	181	3.3%	5.0%
Acenafteen	AcNe	343	0.3%	0.6%	111	0.0%	0.9%	454	0.2%	0.7%
Acesulfaam K	acsfmeK	512	19.3%	35.9%	126	10.3%	20.6%	638	17.6%	32.9%
Acetonitril	actntrl	447	0.7%	0.7%	118	0.8%	0.8%	565	0.7%	0.7%
Antraceen	Ant	345	0.0%	1.7%	111	0.0%	0.9%	456	0.0%	1.5%



Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Benzeen	Ben	447	0.2%	0.2%	118	0.8%	0.8%	565	0.4%	0.4%
Benzo(a)antraceen	BaA	345	0.3%	1.4%	111	0.0%	0.0%	456	0.2%	1.1%
Benzo(a)pyreen	BaP	345	0.3%	0.6%	111	0.0%	0.0%	456	0.2%	0.4%
Benzo(b)fluorantheen	BbF	270	0.4%	0.4%	59	0.0%	0.0%	329	0.3%	0.3%
Benzo(ghi)peryleen	BghiPe	345	0.3%	0.6%	111	0.0%	0.0%	456	0.2%	0.4%
Benzo(k)fluorantheen	BkF	345	0.3%	0.3%	111	0.0%	0.0%	456	0.2%	0.2%
Benzothiazool	bentazl	399	0.0%	0.0%	117	0.0%	0.0%	516	0.0%	0.0%
Bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	DEHP	446	0.2%	0.2%	118	0.8%	0.8%	564	0.4%	0.4%
Bis(2-methoxyethyl)ether	bis2C1oxC2yE	446	0.7%	3.1%	118	0.8%	4.2%	564	0.7%	3.4%
Bisfenol-A	bisFoA	444	0.9%	10.6%	115	0.0%	4.3%	559	0.7%	9.3%
Chlooretheen (vinylchloride)	C1C2e	447	2.2%	2.2%	118	2.5%	2.5%	565	2.3%	2.3%
Chryseen	Chr	345	0.3%	1.2%	111	0.0%	0.0%	456	0.2%	0.9%
Cis-1,2-dichlooretheen	c12DC1C2e	447	2.9%	2.9%	118	0.8%	0.8%	565	2.5%	2.5%
Cumeen	cumn	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%
Cyclohexaan	cycC6a	447	0.4%	0.4%	118	0.0%	0.0%	565	0.4%	0.4%
Dibutylftalaat	DC4yFt	446	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	564	0.0%	0.0%
Dichloormethaan	DC1C1a	447	0.2%	0.2%	118	0.0%	0.0%	565	0.2%	0.2%
Dicyclohexylftalaat	DccC6yFt	347	0.0%	0.0%	78	0.0%	0.0%	425	0.0%	0.0%
Dicyclopentadieen	DccPeDen	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%
Diethylftalaat	DC2yFt	347	0.0%	0.0%	78	0.0%	0.0%	425	0.0%	0.0%
Diheptylftalaat	DC7yFt	347	0.0%	0.0%	78	0.0%	0.0%	425	0.0%	0.0%
Dihexylftalaat	DC6yFt	347	0.0%	0.0%	78	0.0%	0.0%	425	0.0%	0.0%
Diisobutylftalaat	DiC4yFt	446	0.4%	0.4%	118	0.0%	0.0%	564	0.4%	0.4%
Dimethylftalaat	DC1yFt	347	0.0%	0.0%	78	0.0%	0.0%	425	0.0%	0.0%
Diocetylftalaat	DC8yFt	446	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	564	0.0%	0.0%
Dipentylftalaat	DC5yFt	347	0.0%	0.0%	78	0.0%	0.0%	425	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Dipropyftalaat	DC3yFt	347	0.0%	0.0%	78	0.0%	0.0%	425	0.0%	0.0%
Ethylbenzeen	C2yBen	447	0.2%	0.2%	118	0.8%	0.8%	565	0.4%	0.4%
Ethyleendiaminetetraethaanzuur (EDTA)	EDTA	412	15.8%	15.8%	106	7.5%	7.5%	518	14.1%	14.1%
Fenantheen	Fen	345	0.6%	2.0%	111	0.0%	0.0%	456	0.4%	1.5%
Fluoranteen	Flu	345	0.3%	2.6%	111	0.0%	0.0%	456	0.2%	2.0%
Fluoreen	Flu	343	0.0%	0.0%	111	0.0%	0.0%	454	0.0%	0.0%
Indaan	inda	447	0.2%	0.2%	118	0.0%	0.0%	565	0.2%	0.2%
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	InP	345	0.0%	0.3%	111	0.0%	0.0%	456	0.0%	0.2%
Methyl-1H-benzotriazol	C1y1Hbzazl	232	1.3%	3.0%	99	1.0%	2.0%	331	1.2%	2.7%
Methyl-tertiar-butylether	C1yttC4yEtr	447	2.7%	2.7%	118	1.7%	1.7%	565	2.5%	2.5%
Naftaleen	Naf	345	1.2%	2.3%	111	3.6%	5.4%	456	1.8%	3.1%
Pyreen	Pyr	343	0.3%	2.3%	111	0.0%	0.9%	454	0.2%	2.0%
Styreen	stym	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%
Tetrachlooretheen (per)	T4CIC2e	447	1.8%	1.8%	118	0.0%	0.0%	565	1.4%	1.4%
Tetraethyleenglycoldimethylether	TEGDME	446	8.5%	12.8%	118	12.7%	16.1%	564	9.4%	13.5%
Tetrahydrofuraan	T4Hfm	447	3.4%	3.4%	118	7.6%	7.6%	565	4.2%	4.2%
Tolueen	Tol	447	8.9%	8.9%	118	3.4%	3.4%	565	7.8%	7.8%
Trans-1,2-dichlooretheen	t12DCIC2e	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%
Tri(2-chloorethyl)fosfaat	T2CIC2yPO4	447	0.0%	0.2%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.2%
Tributylfosfaat	TC4yPO4	513	4.3%	4.3%	156	3.2%	3.2%	669	4.0%	4.0%
Trichloormethaan (chloroform)	TCIC1a	447	0.7%	0.7%	118	0.8%	0.8%	565	0.7%	0.7%
Triethylfosfaat	TC2yPO4	447	0.2%	0.2%	118	0.0%	0.0%	565	0.2%	0.2%
Trifenyfosfaat	TFyPO4	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%
Trifenyfosfineoxide	TPPO	446	0.7%	2.0%	118	0.0%	1.7%	564	0.5%	2.0%
Triisobutylfosfaat	TIC4yPO4	447	0.2%	0.2%	118	0.0%	0.8%	565	0.2%	0.4%
Trimethylfosfaat	TC1yPO4	447	0.0%	0.0%	118	0.0%	0.0%	565	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens
Tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat	TCIC3yPO4	386	4.1%	7.8%	116	0.9%	0.9%	502	3.4%	6.2%
Tris(2-butoxyethyl)fosfaat	tris2C4oxC2y	447	0.9%	1.1%	117	0.0%	0.0%	564	0.7%	0.9%
Tris(2-ethylhexyl)fosfaat	tris2C2yC6yP	447	0.2%	0.2%	117	0.0%	0.0%	564	0.2%	0.2%

Extra metingen Noord-Brabant en Limburg

Tabel 10-7 Extra gemeten overige verontreinigende stoffen door de provincies Noord-Brabant en Limburg.

Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% \geq rapportagegrens
1,1,2,2-tetrachloorethaan	1122T4CIC2a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
1,1,2-trichloorethaan	112TCIC2a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
1,1-dichloorpropaan	11DCIC3a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
1,2-dichloorethaan	12DCIC2a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
1,3,5-trichloorbenzeen	135TCIBen	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
1,3-dichloorpropaan	13DCIC3a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
2-aminoacetofenon	2Aoaactfnn	182	0.0%	0.0%	36	0.0%	2.8%	218	0.0%	0.5%
2-ethoxy-2-methylpropaan	2C2ox2C1yC3a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
4-methyl-2-pentanon (MIBK)	4C1y2C5on	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
4-nitrofenol	4NO2Fol	182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Acetylcedreen	ATCD	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Alfa-methylstyreen	aC1ysm	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Amberonne	OTNE	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Antrachinon	antcnn	182	0.0%	0.0%	36	0.0%	0.0%	218	0.0%	0.0%
Caffeine	caffine	112	0.9%	1.8%	-	-	-	112	0.9%	1.8%
Cashmeran	DPMI	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Celestolide	ADBI	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Cyclohexeen	cycC6e	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Decaan	C10a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Dibenzo(a,h)antraceen	DBahAnt	113	0.0%	0.9%	2	0.0%	0.0%	115	0.0%	0.9%
Diethylether	DC2yEtr	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Diisopropylether	DiC3yEtr	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Dimethylformamide	DC1yfAd	99	0.0%	0.0%	40	0.0%	0.0%	139	0.0%	0.0%
Heptaan	C7a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Hexaan	C6a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Hexachloorethaan	HxC1C2a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Hexahydrohexamethylcyclopentabenzopyran (HHCB)	HHCB	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Methylmethacrylaat	C1ymtclt	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Nonaan	C9a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Octaan	C8a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Pentaaan	C5a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Sandacanol	ETCB	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Som 3,5-dimethylfenol en 4-ethylfenol	s35DC1yFol4C	181	182	0.5%	36	2.8%	2.8%	218	0.9%	0.9%
Tetrachloormethaan (tetra)	T4C1C1a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Tonalide	AHTN	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Traseolide	ATTI	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Tribroommethaan	TBrC1a	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Trichlooretheen (tri)	TC1C2e	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Verdox	verdx	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
Verdyl acetaat	DDPA	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%

Bijlage E PFAS

Algemene metingen

Tabel 10-8 Gemeten PFAS vanuit het algemene analysepakket

Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
1H,1H,2H,2H-perfluordodecaansulfonzuur (10:2 FTS)	H-PFC12asfzr	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
2-(perfluorbutyl)ethaan-1-sulfonzuur (4:2 FTS)	H-PFC6asfzr	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
2-(perfluorhexyl)ethaan-1-sulfonzuur (6:2 FTS)	2PFC6yC2a1sf	673	0.0%	6.1%	239	0.4%	5.0%	912	0.1%	5.8%
2-(perfluorocetyl)ethaan-1-sulfonzuur (8:2 FTS)	H-PFC10asfzr	673	0.0%	0.4%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.3%
4:2 fluortelomerfosfaatmonoester	42monoPAP	595	0.0%	0.8%	217	0.0%	1.4%	812	0.0%	1.0%
Bisperfluordecyl fosfaat	bisPFC10yPO4	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
N-methylperfluorocetaansulfonamide	MeFOSA	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
N-methylperfluorocetaan sulfonamidoazijnzuur	N-MeFOSAA	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	L_PFBs	673	0.0%	22.6%	239	0.0%	9.2%	912	0.0%	19.1%
Perfluor-1-decaansulfonaat (lineair)	L_PFDS	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluor-1-heptaansulfonaat (lineair)	L_PFHpS	673	0.1%	0.3%	239	0.0%	0.0%	912	0.1%	0.2%
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	L_PFHxS	673	2.5%	12.0%	239	2.1%	5.4%	912	2.4%	10.3%
Perfluorbutaanzuur	PFBA	673	0.6%	36.0%	239	0.4%	16.7%	912	0.5%	30.9%
Perfluordecaanzuur	PFDA	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%



Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
Perfluordecylfosfonzuur	PFDPa	595	0.0%	0.8%	217	0.0%	0.9%	812	0.0%	0.9%
Perfluordodecaansulfonzuur	PFDoAS	229	0.0%	0.0%	53	0.0%	0.0%	282	0.0%	0.0%
Perfluordodecaanzuur	PFDoA	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluorethylethanol 4:2	42FTOH	595	0.0%	0.0%	217	0.0%	0.0%	812	0.0%	0.0%
Perfluorheptaanzuur	PFHpA	673	1.5%	15.2%	239	0.4%	5.4%	912	1.2%	12.6%
Perfluorhexaanzuur	PFHxA	673	0.0%	19.5%	239	0.4%	5.9%	912	0.1%	15.9%
Perfluorhexadecaanzuur	PFC16azr	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluornonaan-1-sulfonzuur	PFC9asfzr	229	0.0%	0.0%	53	0.0%	0.0%	282	0.0%	0.0%
Perfluornonaanzuur	PFNA	673	0.7%	0.7%	239	0.4%	0.4%	912	0.7%	0.7%
Perfluoroctaansulfonamide	PFOSA	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluoroctaansulfonylamide(N-EtFOSAA ethyl)acetaat		673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluoroctaansulfonzuur	PFOS	678	2.9%	6.0%	234	0.9%	2.1%	912	2.4%	5.0%
Perfluoroctaanzuur	PFOA	678	26.4%	51.8%	234	8.1%	16.2%	912	21.7%	42.7%
Perfluoroctadecaanzuur	PFC18azr	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluorocetylfosfonzuur	PFOPA	595	0.0%	0.7%	217	0.0%	0.0%	812	0.0%	0.5%
Perfluorpentaaan-1-sulfonzuur	PFC5asfzr	673	0.3%	2.7%	239	0.0%	1.7%	912	0.2%	2.4%
Perfluorpentaanzuur	PFPA	673	0.0%	14.4%	239	0.4%	4.6%	912	0.1%	11.8%
Perfluorpentadecaanzuur	PFPeDA	595	0.0%	0.0%	217	0.0%	0.0%	812	0.0%	0.0%
Perfluortetradecaanzuur	PFTeDA	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluortridecaansulfonzuur	PFTDAS	229	0.0%	0.0%	53	0.0%	0.0%	282	0.0%	0.0%
Perfluortridecaanzuur	PFTDA	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%
Perfluorundecaansulfonzuur	PFUdAS	229	0.0%	0.0%	53	0.0%	0.0%	282	0.0%	0.0%
Perfluorundecaanzuur	PFUdA	673	0.0%	0.0%	239	0.0%	0.0%	912	0.0%	0.0%



Extra metingen Noord-Brabant en Limburg

Tabel 10-9 Extra gemeten PFAS door de provincies Noord-Brabant en Limburg.

Parameternaam	Parametercode	Ondiep			Diep			Totaal		
		Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens	Totaal aantal metingen	% normoverschrijdingen	% ≥ rapportagegrens
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propionzuur	FRD-903	112	0.0%	4.5%	-	-	-	112	0.0%	4.5%
ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoaat	ADONA	112	0.0%	0.0%	-	-	-	112	0.0%	0.0%
perfluorbutaansulfonylamide(N-methyl)acetaat	MeFBSAA	-	-	-	1	0.0%	0.0%	1	0.0%	0.0%
trifluorazijnzuur	TFHAc	182	23.6%	90.7%	36	13.9%	80.6%	218	22.0%	89.0%



Colofon

GRONDWATERKWALITEIT NEDERLAND 2021-2022

KLANT

Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit

AUTEUR

Arcadis Nederland B.V.

PROJECTNUMMER

30170360

ONZE REFERENTIE

QT36QUTEF7R3-1071769577-136545:3

DATUM

6 december 2023

STATUS

Definitief

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

T +31 (0)88 4261 261