A network diagram consisting of various sized light blue circles connected by thin white lines, set against a solid blue background. The circles vary in size and are scattered across the page, with some larger circles acting as hubs.

KWR 2026.028 | Februari 2026

# **Evaluatie van het Early Warning Meetnet in grondwater- beschermingsgebieden Vitens (2021-2025)**

## **Uitkomsten, meerwaarde en aanbevelingen**



# Colofon

## Evaluatie van het Early Warning Meetnet in grondwaterbeschermingsgebieden Vitens (2021-2025): Uitkomsten, meerwaarde en aanbevelingen

**KWR 2026.028 | Februari 2026**

### Projectnummer

405379

### Projectmanager

Eric Broers

### Opdrachtgever

Vitens N.V.

### Auteurs

Hans Peter Broers en Arnaut van Loon

### Kwaliteitsborger

Gijsbert Cirkel

### Verzonden naar

Vitens

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgever van het adviesproject. KWR zal zich onthouden van verspreiding van dit rapport en het rapport derhalve niet verstrekken aan derden, tenzij partijen anders overeenkomen. Opdrachtgever is gerechtigd het rapport te verspreiden mits KWR daarvoor vooraf toestemming heeft verleend. Aan de toestemming voor de verspreiding van (onderdelen van) het rapport kan KWR voorwaarden verbinden.

Werkwijzen, rekenmodellen, technieken, ontwerpen van proefinstallaties, prototypen en door KWR gedane voorstellen en ideeën alsmede instrumenten, waaronder software, die in het onderzoeksresultaat zijn opgenomen, zijn en blijven het eigendom van KWR. Ook alle rechten die voortvloeien uit intellectueel en industrieel eigendom, alsmede de auteursrechten, blijven bij KWR berusten en zijn derhalve eigendom van KWR.

### Keywords

Grondwaterkwaliteit, Early Warning, grondwaterwinning, organische microverontreinigingen, monitoring, landgebruik, kwetsbaarheid

Jaar van publicatie  
2026

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

**KWR**

Meer informatie  
Dr ir. Arnaut van Loon  
T +316 52826050  
E Arnaut.van.Loon@kwrwater.nl

T +31 (0)30 60 69 511  
E info@kwrwater.nl  
I www.kwrwater.nl

Februari 2026 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier.

# Samenvatting

## Aanleiding en doel

Provincies monitoring o.a. via het KRW Monitoringsprogramma (KRWMP) de kwaliteit van het Nederlandse grondwater op 10 en 25 m diepte. Uit deze monitoring blijkt dat het grondwater op grote schaal is verontreinigd met een grote diversiteit aan antropogene stoffen. De aangetroffen stoffen zijn bij signalering al meerdere jaren tot decennia onderweg. Hierdoor geven de meetresultaten geen betrouwbare informatie over de actuele belasting van het grondwater en daarmee over de effectiviteit van het huidige stelsel van wetten en regels ter bescherming van de grondwaterkwaliteit.

Om de terugkoppeling tussen monitoring en het grondwaterkwaliteitsbeheer te verbeteren is in het Programmateam Water afgesproken om early warning monitoring in de intrekgebieden van kwetsbare grondwaterwinningen in te richten. Hiermee wordt bedoeld de monitoring van de kwaliteit van nieuwgevormd grondwater met behulp van ondiepe bemonsteringsfilters. Door het nieuwgevormd grondwater te monitoren, komen verontreinigingen sneller na de emissie in beeld, zodat de waargenomen grondwaterkwaliteit een betere afspiegeling is van huidige emissiepatronen en daarmee van het vigerende stoffen- en grondwaterbeschermingsbeleid. Daarnaast maakt snellere signalering van verontreinigingen in het grondwater het mogelijk om tijdig maatregelen te nemen ter bescherming van de grondwaterwinning.

Vitens is één van de drinkwaterbedrijven die, in samenspraak met provincies, invulling geeft aan early warning monitoring van grondwater. In dit rapport worden de uitkomsten uit het Vitens Early Warning Monitoringsprogramma (VEWM) in beeld gebracht, wordt de meerwaarde van het VEWM ten opzichte van het KRWMP geduid en worden aanbevelingen gedaan voor voortzetting van het VEWM.

## Aanpak

Het VEWM bestaat uit ca. 600 ondiepe monitoringsfilters verspreid over de intrekgebieden van 80 kwetsbare grondwaterwinningen. Elk intrekgebied bevat acht tot vijftien filters, die zijn geselecteerd of bijgeplaatst onder landbouw, natuur, stedelijk gebied en infiltrerend oppervlaktewater. De meetfilters zijn in de periode 2021-2025 minimaal twee keer bemonsterd en geanalyseerd op zo'n 600 verschillende organische parameters. Deze parameters behoren tot de stofgroepen bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten, niet-relevante metabolieten, geneesmiddelen, PFAS en overig industriële stoffen.

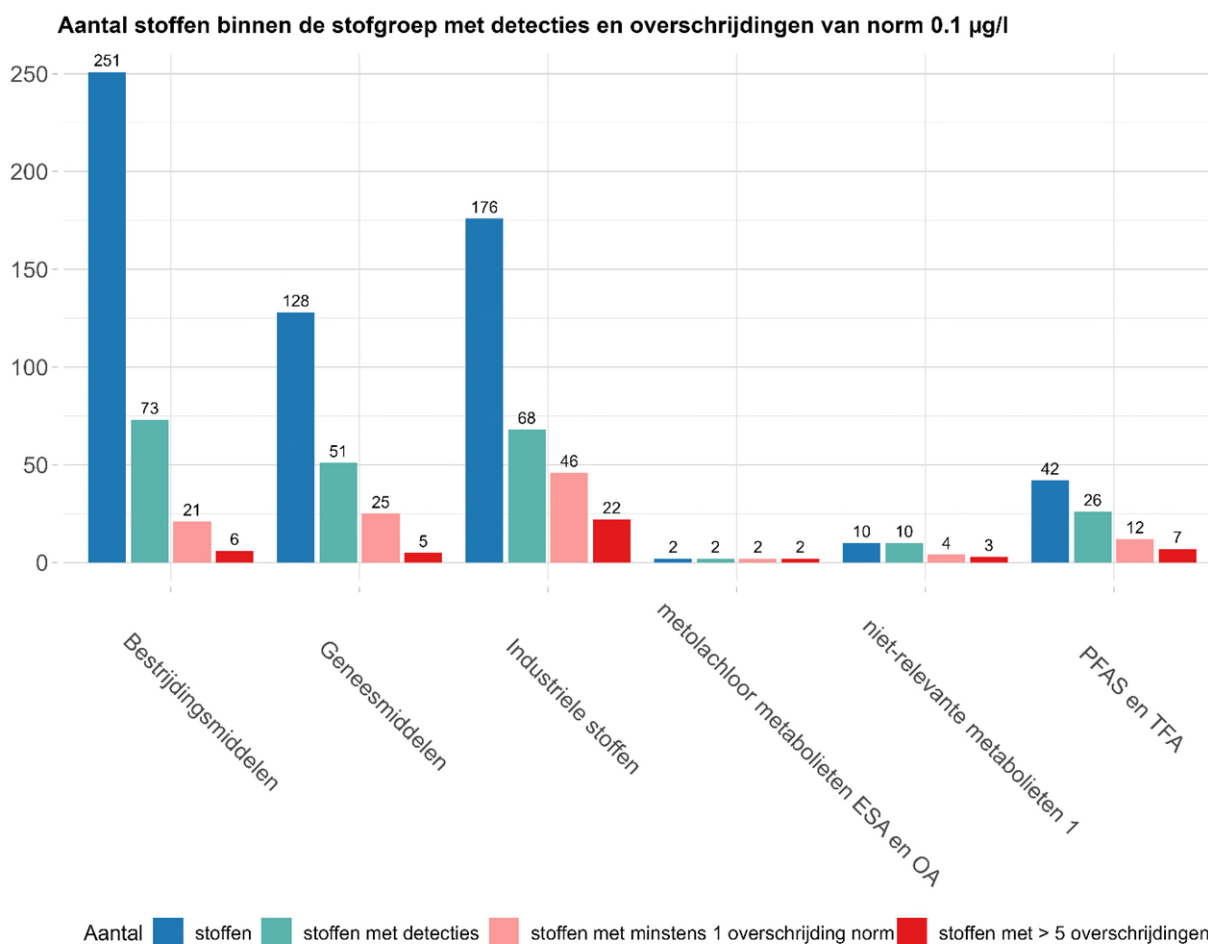
Voor elke stofgroep zijn frequentie- en overschrijdingstabellen opgesteld. Overschrijdingen zijn bepaald op basis van de normen voor bestrijdingsmiddelen en metabolieten, de voorlopige richtwaarde voor drinkwater voor PFAS-componenten, of de signaleringswaarde voor andere organische microverontreinigingen. In de tabellen is onderscheid gemaakt naar het meetnet als geheel, de landgebruiksklassen die ten grondslag liggen aan het meetnetontwerp en redoxklassen die zijn afgeleid van de beschikbare macrochemische data. Voor de vijf meest voorkomende stoffen binnen elke stofgroep is de spreiding van de concentratie met boxplots in beeld gebracht en zijn verschillen tussen groepen filters statistisch getoetst. Hierbij zijn concentratieverdelingen onder de rapportagegrenzen geschat op basis van de concentraties die wel bekend zijn.

Voor het in beeld brengen van de meerwaarde van het VEWM ten opzichte van het KRWMP zijn de meetpakketten, rapportagegrenzen en detecties op stofniveau voor beide monitoringsprogramma's met elkaar vergeleken. Daarnaast is gekeken of de aangetroffen stoffen in beide meetprogramma's samenhang vertonen met gemodelleerde stoffeigenschappen voor persistentie en mobiliteit. Hierbij is gebruik gemaakt van de tools die worden gebruikt in de milieुरisicobeoordeling van stoffen volgens de PMT-systematiek (Persistentie, Mobiliteit en Toxiciteit). Volgens deze systematiek is de verwachting dat in het KRWMP vooral persistente en mobiele stoffen worden aangetroffen, omdat deze een groter risico hebben om door te dringen tot het diepere grondwater.

## Resultaten en conclusies

De resultaten uit het VEWV voor de periode 2021-2025 laten zien dat het ondiepe, nieuwgevormde grondwater op grote schaal verontreinigd is met een grote diversiteit aan stoffen uit de stofgroepen bestrijdingsmiddelen en relevante metaboliëten, niet-relevante metaboliëten, geneesmiddelen, PFAS, en industriële stoffen. Voor de stofgroep PFAS (incl. TFA) zijn 26 van de 42 (62%) PFAS-componenten in het meetpakket aangetroffen, voor bestrijdingsmiddelen 73 van de 251 stoffen (29%), voor geneesmiddelen 51 van de 128 (40%) en voor industriële stoffen 68 van de 176 (39%, zie Figuur 1). Alle niet-relevante metaboliëten in het meetpakket zijn aangetroffen (12 van de 12), inclusief de twee metolachloormetaboliëten die binnenkort als relevante metaboliëten worden beschouwd. Het gaat in totaal om 230 verschillende stoffen, waarvan 110 stoffen de norm, signaleringswaarde of (voor PFAS-componenten) individueel de somnorm overschreden.

Veruit de meeste aangetroffen stoffen zijn nog toegelaten, en komen via infiltrerend oppervlaktewater, of door uitspoeling uit landbouw en stedelijk gebied in het grondwater terecht. Onder de 230 aangetroffen stoffen zitten echter ook een aantal metaboliëten van bestrijdingsmiddelen en een aantal PFAS-componenten die al één tot enkele decennia verboden zijn. Dit geeft het belang aan van minimalisatie van het gebruik van persistente antropogene stoffen om te voorkomen dat deze stoffen nog decennialang in het grondwater terecht komen en de kwaliteit van onttrokken grondwater voor drinkwaterproductie bedreigen.

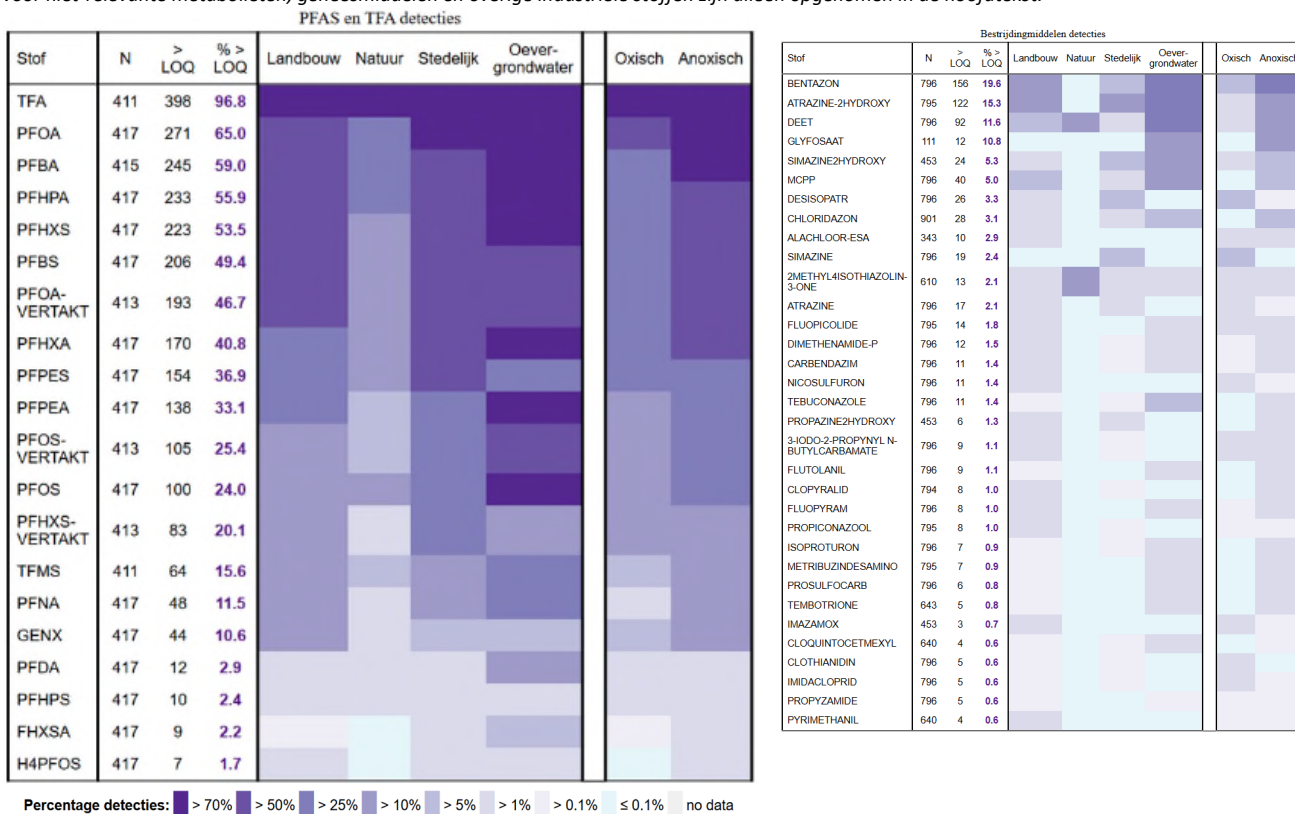


Figuur 1: Aantal individuele stoffen binnen de onderscheiden stofgroepen: aantal geanalyseerde stoffen (omvang meetpakket, blauw), aantal detecties (groen), aantal overschrijdingen (roze) en aantal stoffen waarvan meer dan 5 overschrijdingen werden gevonden.

PFAS-componenten zijn veruit het vaakst (in de meeste monsters) aangetroffen. TFA is onder alle landgebruiksklassen, inclusief natuur, aangetroffen (zie Tabel 1), maar in significant hogere concentraties onder landbouw en infiltrerend oppervlaktewater. Alle andere PFAS-componenten zijn veel vaker onder oevergrondwater, landbouw of stedelijk gebied aangetroffen dan onder natuur (zie Tabel 1). Dit suggereert dat naast diffuse belasting als gevolg van atmosferische depositie, aanvullende emissies plaatsvinden die gerelateerd zijn aan het landgebruik (lokaal) of infiltrerend oppervlaktewater (in het achterliggende stroomgebied). Omdat PFAS niet of nauwelijks afbreekt, is een effectieve bronaanpak en/of Europese PFAS-restrictie nodig om te voorkomen dat PFAS-emissies er in de toekomst toe leiden dat de richtwaarde van 4,4 ng PEQ/l in opgepompt grondwater voor drinkwaterproductie wordt overschreden.

Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten zijn procentueel vaker aangetroffen in oevergrondwater (83% van de filters), dan onder landbouw (57% van de filters) en stedelijk gebied (39% van de filters, zie Tabel 1). Een vergelijkbaar patroon is zichtbaar voor niet-relevante metabolieten en geneesmiddelen. Hoewel het grondwater onder stedelijk gebied minder vaak organische microverontreinigingen bevat, bevestigen de resultaten de relevantie van grondwaterkwaliteitsmonitoring en bronaanpak in stedelijk gebied.

Tabel 1: Relatief aantal detecties van stoffen binnen de stofgroepen bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten (links) en PFAS en TFA (rechts). Onderscheid is gemaakt tussen landbouw, natuur, stedelijk en oevergrondwater, en tussen oxisch en anoxisch grondwater. De tabellen voor niet-relevante metabolieten, geneesmiddelen en overige industriële stoffen zijn alleen opgenomen in de hoofdstekst.



Binnen elke stofgroep zijn veel meer en veel vaker organische microverontreinigingen aangetroffen in anoxisch grondwater dan in oxisch of suboxisch grondwater. Dit geldt verrassend genoeg ook voor de PFAS-componenten, met uitzondering van TFA. Daarnaast geven de gemodelleerde stoffeigenschappen voor sorptie en afbraak noch een verklaring voor het aantreffen van stoffen in het VEWM, noch voor verschillen in de detecties tussen het VEWM en het KRWMP. Dit zijn sterke aanwijzingen dat in het toelatingsbeleid onvoldoende aandacht is voor persistentie van stoffen in een ijzergereduceerd milieu dat kenmerkend is voor het Nederlandse grondwater. Hierdoor worden de stoffen die niet afbreken in een oxisch milieu er wel gericht uitgefilterd, terwijl hier geen sprake van is bij stoffen die niet afbreken in een gereduceerd milieu. Door deze werkwijze voor de milieusicobeoordeling van stoffen zijn

locaties met ondiep gereduceerd grondwater kwetsbaarder voor doordringen van verontreinigingen tot het diepere grondwater, dan locaties met een dikkere laag oxisch of suboxisch grondwater.

In het VEWM zijn 41 stoffen aangetroffen die niet in het KRWMP zijn gemeten, en zijn 40 stoffen met lagere rapportagegrenzen geanalyseerd en aangetroffen. Andersom zijn 22 stoffen niet in het VEWM gemeten, maar wel in het KRWMP aangetroffen, en zijn 23 met een hogere rapportagegrens.

### **Aanbevelingen**

Het VEWM levert in haar huidige vorm zeer bruikbare informatie voor het signaleren van antropogene stoffen die door diffuse verontreiniging in het grondwater terecht komen. Het VEWM levert daarnaast informatie over de globale herkomst van deze verontreinigingen. Om het meetprogramma effectiever op deze doelen in te richten bevelen wij aan om de meetpunten beter te verdelen over de landgebruiksklassen en de meetpakketten consequent toe te passen op alle meetpunten, inclusief de meetpunten in natuur. Daarnaast adviseren wij om de meetpakketten en rapportagegrenzen van het KRWMP en het VEWM met elkaar te harmoniseren. De meerkosten die dit vergt kunnen gecompenseerd worden door de meetfrequentie te verminderen naar één keer per zes jaar, voor alle meetpunten.

Ten slotte adviseren wij specifieke monitoring voor het verzamelen van informatie over de herkomst van verontreinigingen op het niveau van deelfuncties, zoals laanbomen, zonneparken, begraafplaatsen en afgekoppeld stedelijk gebied. Het huidige VEWM is niet op dit detailniveau ingericht. Als richtlijn voor deze specifieke monitoring adviseren wij structurele monitoring op minimaal 30 meetpunten per deelfunctie. Om deze aantallen te bereiken en continuïteit in de monitoring te borgen ligt het voor de hand om dergelijke monitoring in een landelijk meetprogramma op te nemen.

# Inhoud

<b>Colofon</b>	<b>2</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>Inhoud</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Aanleiding	9
1.2 Vitens Early Warning Meetnet (VEWM)	9
1.3 Doel en afkadering	10
1.4 Leeswijzer	11
<b>2 Methode</b>	<b>12</b>
2.1 Meetnetontwerp VEWM	12
2.2 Voorbewerkingen	13
2.3 Groeperen van de data	14
2.4 Detecties: omgang met wisselende rapportagegrenzen	15
2.5 Vergelijking met toetswaarden	16
2.6 Concentraties als functie van landgebruik en redoxklassen	18
2.7 Analyse van Persistentie en Mobiliteit	19
2.8 Vergelijking met het KRW Grondwatermeetnet	20
<b>3 Aantallen detecties en overschrijdingen binnen het meetpakket</b>	<b>22</b>
<b>4 Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten</b>	<b>24</b>
4.1 Detecties	24
4.2 Overschrijdingen	26
4.3 Concentratiebereik van vijf typische stoffen	26
<b>5 Niet-relevante metabolieten</b>	<b>31</b>
5.1 Detecties	31
5.2 Overschrijdingen	33
5.3 Concentratiebereik van vier typische stoffen	34
<b>6 Geneesmiddelen</b>	<b>39</b>
6.1 Detecties	39
6.2 Overschrijdingen	41
6.3 Concentratiebereik van vijf typische stoffen	42
<b>7 PFAS en TFA</b>	<b>48</b>
7.1 Detecties	48
7.2 Overschrijdingen	50
7.3 Concentratiebereik van vijf typische stoffen	51
<b>8 Overige industriële stoffen</b>	<b>57</b>
8.1 Detecties	57
8.2 Overschrijdingen	59
8.3 Concentratiebereik van vijf typische stoffen	60
<b>9 Persistentie en mobiliteit in het VEWM</b>	<b>65</b>
9.1 Redox en afbraak van stoffen	65
9.2 Mobiliteit en persistentie: Koc en DT50 analyse	67
9.3 Conclusies	71

<b>10</b>	<b>Vergelijking met KRWMP</b>	<b>73</b>
10.1	Inleiding	73
10.2	Welke stoffen zijn nu onvoldoende in beeld in één van de meetnetten?	74
10.3	Voor welke stoffen is de rapportagegrens te hoog in één van de meetnetten?	75
10.4	Meer detecties in het VEWM; mogelijke oorzaken	77
<b>11</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>79</b>
11.1	Uitkomsten VEWM	79
11.2	Meerwaarde VEWM ten opzichte van het KRWMP	81
11.3	Aanbevelingen voor monitoring en analyse	83
<b>12</b>	<b>Literatuur</b>	<b>86</b>
<b>Bijlage I Humaan toxicologisch niet-relevant verklaarde metabolieten van bestrijdingsmiddelen</b>		<b>88</b>
<b>Bijlage II: Detecties van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten voor de twee meetrondes van het VEWM</b>		<b>89</b>
II.I	Detecties van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten gegroepeerd per provincie	89
II.II	Detecties van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten gegroepeerd per redoxklasse	90
II.III	Overzichtstabel detecties bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten	91
II.IV	Detecties van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten gegroepeerd per winning	92
<b>Bijlage III: Detecties van niet-relevante metabolieten voor de twee meetrondes van het VEWM</b>		<b>93</b>
III.I	Detecties van niet-relevante metabolieten gegroepeerd per provincie	93
III.II	Detecties van niet-relevante metabolieten gegroepeerd per redoxklasse	95
III.III	Overzichtstabel detecties niet-relevante metabolieten	97
III.IV	Detecties van niet-relevante metabolieten gegroepeerd per winning	98
<b>Bijlage IV: Detecties van geneesmiddelen voor de twee meetrondes van het VEWM</b>		<b>99</b>
IV.I	Detecties van geneesmiddelen gegroepeerd per provincie	99
IV.II	Detecties van geneesmiddelen gegroepeerd per redoxklasse	100
IV.III	Overzichtstabel detecties van geneesmiddelen	101
IV.IV	Detecties van geneesmiddelen gegroepeerd per winning	102
<b>Bijlage V: Detecties van PFAS en TFA voor de twee meetrondes van het VEWM</b>		<b>103</b>
V.I	Detecties van PFAS en TFA gegroepeerd per provincie	103
V.II	Detecties van PFAS en TFA gegroepeerd per redoxklasse	104
V.III	Overzichtstabel detecties van PFAS en TFA	105
V.IV	Detecties van PFAS en TFA gegroepeerd per winning	106
<b>Bijlage VI: Detecties van overige industriële stoffen voor de twee meetrondes van het VEWM</b>		<b>107</b>
VI.I	Detecties van overige industriële stoffen gegroepeerd per provincie	107
VI.II	Detecties van overige industriële stoffen gegroepeerd per redoxklasse	108
VI.III	Overzichtstabel detecties van overige industriële stoffen	109
VI.IV	Detecties van overige industriële stoffen gegroepeerd per winning	110
<b>Bijlage VII: Analyse van persistentie en mobiliteit van stoffen</b>		<b>111</b>
VII.I	Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten	111
VII.II	Niet-relevante metabolieten	112
VII.III	Geneesmiddelen	113
VII.IV	PFAS en TFA	114
VII.V	Overige industriële stoffen	115
<b>Bijlage VIII Vergelijking tussen VEWM en KRW-meetnet</b>		<b>116</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Provincies en drinkwaterbedrijven monitoren de grondwaterkwaliteit in Nederland in monitoringsfilters en winputten vanaf 10 meter diepte. De resultaten uit deze monitoring geven aan dat het grondwater in Nederland diffuus is verontreinigd met een grote diversiteit aan antropogene stoffen (Driezum e.a. 2020, Arcadis, 2025; Driezum e.a., 2025; Broers e.a., 2024). Deze stoffen zijn in het verleden door menselijk toedoen in het grondwater geïntroduceerd en kunnen door grondwaterstroming op termijn in grondwaterwinningen of grondwater-gevoed oppervlaktewater terecht komen. Doordat interventies op diffuse verontreinigingen in de ondergrond niet mogelijk zijn, kunnen de effecten alleen met curatieve, 'end of pipe'-maatregelen gemitigeerd of beperkt worden. Alleen door een bronaanpak kan de voortdurende belasting van het grondwater gestopt worden, waardoor overschrijding van normen voor het ingenomen grondwater kunnen worden voorkomen en/of de kwaliteit van het grondwater in winputten van drinkwaterbedrijven langzaam maar zeker verbetert. Door de vaak lange verblijftijden van het grondwater duurt het vaak decennia tot eeuwen voordat het hele bepompte watervoerende pakket is doorgespoeld en het opgepompte grondwater weer schoon is.

De gangbare wijze van grondwatermonitoring in waarnemingsfilters en winputten is bedoeld om de kwalitatieve toestand en ontwikkeling van het grondwater dat bestemd is voor drinkwaterproductie in beeld te brengen. Het geeft echter geen betrouwbare informatie over de actuele belasting van het grondwater en daarmee over de effectiviteit van het huidige stelsel van wetten en regels ter bescherming van de grondwaterkwaliteit. Door de diepte van de meetfilters, zijn de meetresultaten representatief voor het grondwater dat jaren tot decennia geleden infiltreerde. Daarnaast is de herkomst van de verontreinigingen op deze diepte vaak niet eenduidig en onzeker. De bestaande meetnetten geven hierdoor geen goede terugkoppeling op het bestaande grondwaterbeschermingsbeleid, en zijn daarom beperkt ondersteunend aan de bronaanpak.

Provincies en drinkwaterbedrijven zien aanvullende, ondiepere grondwaterkwaliteitsmonitoring als één van de oplossingen om de terugkoppeling tussen grondwaterkwaliteitsmonitoring en de bronaanpak van grondwaterverontreinigingen te verbeteren. Uitgangspunten voor deze "early warning monitoring" zijn vastgelegd in het Protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW (Programmateam Water, 2015). Door ondieper te meten, komen verontreinigingen sneller na de emissie in beeld, zodat de waargenomen grondwaterkwaliteit een betere afspiegeling is van huidige emissiepatronen en daarmee van het vigerende beschermingsbeleid. Daarnaast maakt snellere signalering van verontreinigingen in het grondwater het mogelijk om tijdig maatregelen te nemen ter bescherming van de winning.

## 1.2 Vitens Early Warning Meetnet (VEWM)

Vitens is één van de drinkwaterbedrijven die, in samenspraak met provincies, invulling geeft aan early warning monitoring van grondwater, zoals vastgelegd in het Protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW (Programmateam Water, 2015). Het Vitens Early Warning Meetnet (VEWM) bestaat uit ca 600 ondiepe monitoringsfilters verspreid over de grondwaterbeschermingsgebieden van 80 kwetsbare grondwaterwinningen (zie Box 1). De betrokken partijen (Vitens en de provincies) zien het VEWM nadrukkelijk als aanvulling op de provinciale KRW-meetnetten (het KRW Monitoringsprogramma, KRWMP), met meetfilters op typische dieptes van 10 en 25 m-mv.

**Box 1: Definitie kwetsbare grondwaterwinningen**

Kwetsbare grondwaterwinningen zijn clusters van winputten voor het oppompen van grondwater uit watervoerende pakketten die niet of slechts gedeeltelijk zijn afgedekt door een beschermende kleilaag. Hierdoor ontbreekt een robuuste barrière om te voorkomen dat verontreinigingen die aan het maaiveld ontstaan, of via oppervlaktewater worden aangevoerd, in de winning terecht komen.

Voor het VEWM zijn inmiddels twee meetrondes uitgevoerd, waarbij in totaal 609 verschillende stoffen zijn geanalyseerd. Dit heeft geresulteerd in een enorme dataset bestaande uit 367.192 dataregels in zogenaamd long-format. Door de grote omvang en complexiteit van de dataset, en de complexiteit van de achterliggende processen, is het zonder grondige analyse nog niet duidelijk wat het VEWM heeft opgeleverd, en wat de aanvullende informatiewaarde ten opzichte van het KRWMP is. Vitens en de provincies willen de inzichten uit deze analyse benutten ter onderbouwing van een besluit over voortzetting en optimalisatie van het VEWM.

### 1.3 Doel en afkadering

Dit rapport geeft invulling aan de wens van Vitens en provincies om de uitkomsten uit het VEWM in beeld te brengen, en de meerwaarde van het VEWM ten opzichte van het KRWMP te duiden. Specifiek heeft dit rapport tot doel om

- (1) overzicht en inzicht te geven in de uitkomsten van de eerste twee meetrondes voor het VEWM,
- (2) inzicht te geven in de aanvullende informatiewaarde van het VEWM ten opzichte van het KRWMP,
- (3) verbetermogelijkheden voor het VEWM te identificeren. Dit betreft zowel het meetprogramma zelf, als de metadata die aan het meetnet zijn gekoppeld.

De uitkomsten van het VEWM worden gepresenteerd in de vorm van (relatieve) frequentietabellen voor detecties (aantal waarnemingen boven de rapportagegrens) en overschrijdingen van de relevante norm of signaleringswaarde. De tabellen bevatten informatie op het niveau van het hele VEWM, en op het niveau van vier landgebruiksklassen en vijf redoxklassen. De onderscheiden landgebruiksklassen zijn landbouw, natuur, stedelijk gebied en infiltrerend oppervlaktewater (in dit rapport wordt hiervoor de term oevergrondwater gebruikt). De onderscheiden redoxklassen zijn oxisch of suboxisch (zuurstof- of nitraathoudend), mangaangereduceerd, ijzgereduceerd, sulfaatgereduceerd of een mix van deze redoxklassen. Deze redoxklassen volgen elkaar langs een stroombaan in een vaste volgorde op, doordat onder invloed van organische stof en reactieve mineralen het grondwater steeds gereduceerder wordt.

Voor een selectie van stoffen is daarnaast de concentratieverdeling voor een aantal subsets van de data in beeld gebracht en zijn verschillen tussen de subsets statistisch getoetst. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de stofgroepen bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten, niet-relevante metabolieten, geneesmiddelen, PFAS en overige industriële stoffen. Binnen deze stofgroepen gaat het om in totaal 609 verschillende stoffen en/of somparameters.

De aanvullende informatiewaarde van het VEWM ten opzichte van het KRWMP is op twee manieren in beeld gebracht. Ten eerste door het vergelijken van de meetpakketten die zijn toegepast voor beide meetnetten, inclusief de rapportagegrenzen, detecties en overschrijdingen van norm of signaleringswaarde op stofniveau. Ten tweede door gesimuleerde stofeigenschappen voor mobiliteit en persistentie van de stoffen die zijn aangetroffen in beide meetnetten met elkaar te vergelijken. De achterliggende hypothese is dat in het KRWMP alleen stoffen worden aangetroffen die voldoende mobiel en persistent zijn om op 10 m diepte terug te meten te zijn. Stoffen met deze eigenschappen die wel in het VEWM, maar niet in het KRWMP worden aangetroffen, zijn mogelijke vroege detecties, die op termijn mogelijk ook de filters van het KRWMP bereiken en dan terug te meten zijn.

Verbetermogelijkheden voor het VEWM betreffen zowel de opzet van het meetprogramma zelf, als de metadata die aan het meetnet gekoppeld zijn.

## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 (Methode) wordt eerst het meetnet kort beschreven en daarna welke bewerkingen en analyses zijn uitgevoerd. Vervolgens worden in de hoofdstukken 0 tot en met 8 de uitkomsten van het VEWM per stofgroep gepresenteerd. Hoofdstuk 0 bevat een overzicht van de detecties en overschrijdingen van stoffen voor het VEWM als geheel. Dit geeft een overzicht van de stoffen die zijn gemeten, aangetroffen en de norm of signaleringswaarde overschrijden. In de hoofdstukken 4 tot en met 8 worden detecties en overschrijdingen in filters voor de stofgroepen beschreven. Dit geeft een overzicht van de schaal waarop stoffen zijn aangetroffen, en hoe detecties en overschrijdingen verdeeld zijn over de onderscheiden landgebruik- en redoxklassen. Achtereenvolgens komen aan de orde de stofgroepen

- (1) bestrijdingsmiddelen en (relevante) metabolieten (hoofdstuk 3),
- (2) niet-relevante metabolieten, inclusief de metolachloormetabolieten<sup>1</sup> (hoofdstuk 4),
- (3) geneesmiddelen, inclusief diergeneesmiddelen, afbraakproducten van (dier-)geneesmiddelen en cafeïne (hoofdstuk 5),
- (4) PFAS en TFA (hoofdstuk 6), en
- (5) overige industriële stoffen, inclusief metabolieten van industriële stoffen en de zoetstoffen acesulfaam en sucralose (hoofdstuk 7).

Om niet te veel in details te verzanden hebben we ons in deze hoofdstukken beperkt tot stoffen die in meer dan 1% van de waarnemingen werden aangetroffen. In bijlages II t/m VI (telkens de derde paragraaf) zijn voor de volledigheid ook de stoffen met een percentage detectie tussen 0,5 en 1,0% opgenomen. Daarnaast bevatten deze bijlages een overzicht van het percentage detecties per intrekgebied (telkens de vierde paragraaf in de bijlages).

De hoofdstukken 9 en 10 betreffen de resultaten van de analyse van de meerwaarde van het VEWM ten opzichte van het KRWMP. In hoofdstuk 9 wordt een vergelijking gemaakt tussen gemodelleerde transporteigenschappen van de stoffen die in beide meetnetten zijn gedetecteerd. In hoofdstuk 10 worden de meetpakketten en rapportagegrenzen van beide meetpakketten met elkaar vergeleken. Ten slotte bevat hoofdstuk 11 de conclusies en aanbevelingen uit dit rapport.

---

<sup>1</sup> de metolachloormetabolieten zijn ten tijde van het schrijven van dit rapport nog niet relevant, maar krijgen naar aanleiding van de herbeoordeling de status relevant, waarmee de norm wordt verlaagd van 1,0 µg/l naar 0,1 µg/l..

## 2 Methode

### 2.1 Meetnetontwerp VEWM

Het Vitens Early Warning Meetprogramma (VEWM) is ingericht voor de monitoring van diffuse, organische verontreinigingen in het bovenste (nieuwgevormde) grondwater in de omgeving van 80 kwetsbare grondwaterwinningen van Vitens. Per provincie is op basis van het Protocol Monitoring en Toetsing KRW een meetnet ontworpen. Hierbij is uitgegaan van een gestratificeerde, selecte steekproef. In tegenstelling tot een aselechte steekproef, worden bij een selecte steekproef de meetlocaties gericht gekozen, bijvoorbeeld omwille van de bereikbaarheid of om overlast te minimaliseren. In de steekproef zijn de grondwaterbeschermingsgebieden als hoofdstrata gebruikt, en infiltrerend oppervlaktewater (in het vervolg van dit rapport oevergrondwater genoemd), landbouw, stedelijk gebied en natuur als substrata. De definitie van deze strata is gebaseerd op veronderstelde verschillen in de belasting van het grondwater met antropogene stoffen (zie box 2). Bij uitzondering bevinden VEWM-filters zich buiten het grondwaterbeschermingsgebied, maar altijd binnen het betreffende intrekgebied.

#### Box 2: Veronderstelde relatie tussen landgebruik en antropogene stoffen in grondwater

De landbouwsector is de grootste gebruiker van bestrijdingsmiddelen in Nederland. Deze bestrijdingsmiddelen kunnen door uitspoeling in het grondwater terecht komen.

In natuur worden alleen bij hoge uitzondering antropogene stoffen toegepast, zoals het gebruik van herbiciden om uitschieten van gekapt hout te voorkomen. Wel kunnen door atmosferische depositie antropogene stoffen in natuur terecht komen en naar het grondwater uitspoelen

In stedelijk gebied worden antropogene stoffen vooral gebruikt voor huishoudelijk gebruik, zoals het oplosmiddelen bij het wassen van auto's en bestrijdingsmiddelen bij onderhoud van tuinen. Deze stoffen kunnen door afspoelend hemelwater van afgekoppelde oppervlakken en uitspoeling met regenwater in het grondwater terecht komen. Daarnaast kunnen stoffen die in huis worden gebruikt, zoals medicijnen en DEET, via de WC- of doucheafvoer in het riool terecht komen, en vervolgens door lekkage van het riool in het grondwater.

Infiltrerend oppervlaktewater (in dit rapport "oevergrondwater" genoemd) kan verontreinigd zijn met industriële stoffen als gevolg van industriële lozingen, medicijnresten door riooloverstorten en RWZI-effluent of bestrijdingsmiddelen door inwaaien, afspoeling en uitspoeling van landbouwpercelen.

Het VEWM bevat voor elk hoofdstratum (de winningen) acht tot vijftien meetfilters, verdeeld over de aanwezige substrata. Voor elk substratum "oevergrondwater" en "natuur" zijn telkens maximaal twee meetpunten geselecteerd, en voor elk substratum "landbouw" en "stedelijk gebied" zijn telkens maximaal zes meetpunten geselecteerd. De verschillen in het aantal meetpunten per substratum zijn gebaseerd op de verwachte verschillen in heterogeniteit tussen de substrata. De exacte locatie van de meetfilters is door Vitens bepaald, waarbij bij voorkeur bestaande meetfilters zijn ingepast. Het VEWM is niet ingericht voor het signaleren van verontreiniging van grondwater op het niveau van winningen, maar op het niveau van groepen winningen, zoals op provincieniveau.

In het oorspronkelijk meetnetontwerp is vastgelegd welke stofgroepen worden geanalyseerd binnen welk substratum. Voor natuur betrof dit enkel de macro-ionen, voor landbouw macro-ionen én bestrijdingsmiddelen en

metabolieten, voor oevergrondwater en stedelijk gebied macro-ionen, bestrijdingsmiddelen en metabolieten, geneesmiddelen én industriële stoffen. Tijdens de uitvoering van de monitoring, is van deze verdeling van het meetnetontwerp afgeweken (zie Tabel 2-1). Zo is in de meeste provincies PFAS vanwege de actualiteit later voor elk substratum als stofgroep toegevoegd. Binnen het substratum landbouw zijn in Gelderland ook (dier)geneesmiddelen gemeten en daarnaast in een aantal monsters verspreid over het hele Vitens-gebied vanwege analytisch-technische redenen ook industriële stoffen en geneesmiddelen (zie Tabel 2-2). In natuur zijn een klein aantal meetfilters op alle stoffen bemonsterd.

Tabel 2-1: Aantallen meetfilters die zijn gemeten voor elk van de vijf onderscheiden stofgroepen.

Substratum	Bestrijdingsmiddelen	Niet-relevante metabolieten	Geneesmiddelen	Industriële stoffen	PFAS
Oevergrondwater	41	41	41	41	26
Landbouw	251	250	216	251	191
Stedelijk gebied	148	147	147	148	100
Natuur	6 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	6 <sup>1</sup>	69

<sup>1</sup> in substratum Natuur is alleen PFAS systematisch gemeten en in maximaal 6 meetfilters voor de andere stofgroepen

Behalve het aantal meetpunten per substratum is ook de meetfrequentie verschillend. Volgens het oorspronkelijke meetnetontwerp zouden de filters in het substratum oevergrondwater jaarlijks worden bemonsterd en de andere substrata elke drie jaar. Dit verschil is zichtbaar in het aantal metingen dat gemiddeld per meetfilter beschikbaar is, met een groter gemiddeld aantal metingen voor oevergrondwater (2,6) dan voor de andere groepen (Tabel 2-2). Toch wijkt ook qua meetfrequentie de uiteindelijke uitvoering af van het oorspronkelijke plan (Tabel 2-2), waardoor de frequentie voor individuele stoffen kan afwijken van de hier getoonde gemiddeldes. Behalve de halverwege aangepaste keuzes voor de meetpakketten speelt een rol dat een groot aantal nieuwe meetfilters pas in de tweede meetronde beschikbaar was voor bemonstering.

Tabel 2-2: Gemiddeld aantal beschikbare metingen tijdens de meetperiode van het VEWM in filters voor de vier substrata; niet elk filter is in de meetjaren even vaak bemonsterd waardoor deze verschillen zijn ontstaan

Substratum	Bestrijdingsmiddelen	Niet-relevante metabolieten	Geneesmiddelen	Industriële stoffen	PFAS
Oevergrondwater	2,6	2,6	2,6	2,8	1,4
Landbouw	1,8	1,8	1,25	1,25	1,1
Stedelijk gebied	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0
Natuur	1,0 <sup>1</sup>	1,0 <sup>1</sup>	1,0 <sup>1</sup>	1,0 <sup>1</sup>	1,1

<sup>1</sup> in substratum natuur is alleen PFAS systematisch gemeten en in maximaal 6 meetfilters voor de andere stofgroepen (zie Tabel 2-1).

Het meetnetontwerp en de uiteindelijke uitvoering van het meetprogramma hebben invloed op de interpretatie van de resultaten van het VEWM. In Hoofdstuk 11 komen we hierop terug.

## 2.2 Voorbewerkingen

### 2.2.1 Inlezen datasets

Voor het VEWM zijn door Vitens de benodigde bestanden aangeleverd, inclusief een groot deel van de benodigde metadata. In het uiteindelijk gebruikte bestand is de concentratie uitgelezen uit de kolom 'Afg.Res' waarin waarden beneden de rapportagegrens zijn weergegeven als '< 0,05'. Het bestand is gekoppeld aan een door Vitens

aangeleverde lijst met CAS-nummers, om daarmee ook de vergelijking met stoffen uit het KRW-meetnet foutloos te kunnen maken. Enkele CAS-nummers ontbraken of klopten niet; die zijn gecorrigeerd. Omdat CAS-nummer 375-22-4 zowel HFBA als PFBA omvat en PFBA-data in eerste instantie ontbraken, zijn die toegevoegd. In het vervolg van dit rapport is de korte vorm van de stofnaam gebruikt, die overeenkomt met de code 'Component' uit het oorspronkelijke Vitensbestand.

### 2.2.2 Uniformering

In principe is geen data uit de datasets verwijderd, tenzij er sprake was van zeer hoge rapportagegrenzen voor specifieke stoffen binnen een meetronde. Dat was het geval voor PFOA, PFOS, PFBS en HFBA waarvan de eenheid in een specifiek deel van de VEWM-dataset in  $\mu\text{g/l}$  was opgegeven met een bijbehorende rapportagegrens van 10  $\mu\text{g/l}$ . Dit betrof een inmiddels verouderde analysemethode. Zowel meetwaarden als waarden beneden de rapportagegrens zijn daar verwijderd, omdat dit patronen in de frequentie van aantreffen vertekend. De dataset bevat daarnaast nog veel hoge kwaliteit data van deze stoffen met concentraties in  $\text{ng/l}$ .

## 2.3 Groeperen van de data

### 2.3.1 Landgebruiksklasse

In het meetnetontwerp zijn verschillende substrata gedefinieerd waarvoor meetlocaties zijn gezocht en meetfrequenties en analysepakketten zijn gedefinieerd. In het door Vitens aangeleverde basisbestand is de indeling van meetlocaties over de substrata in de kolom 'Subdoel' opgenomen. We hebben deze indeling overgenomen voor de onderscheiden vier landgebruiksklassen, waarbij we de categorie "Overig" niet hebben gebruikt vanwege onduidelijkheid van de classificatie en het geringe aantal meetpunten daarbinnen.

Tijdens het project hebben we nagegaan of een detaillering van de landgebruiksklassificatie haalbaar was binnen de projectomvang. Ondanks een aanpak met stroombaanalyses en analyses van specifieke landgebruiksdata bleek dit tot aanzienlijk meer ruis te leiden en is geconcludeerd dat daarvoor een specifieke aanpak nodig is buiten het onderhavige project (zie ook Hoofdstuk 11.3).

### 2.3.2 Redoxklasse

Op basis van de beschikbare macrochemische data is voor elk meetfilter bepaald wat de redoxklasse van het grondwater is. Dat is relevant omdat het een indruk geeft van de lokale microbiële omstandigheden en daarmee een relatie te leggen is met afbraakprocessen van organische verontreinigingen. Veel van die stoffen worden onder specifieke redoxomstandigheden wel of niet afgebroken door bacteriën. In dit rapport maken we dat zichtbaar door de data in verschillende redoxklassen in te delen. Deze redoxklassen komen in een vaste volgorde langs een stroombaan voor. Boven in het profiel is het grondwater zuurstofhoudend (oxisch). Door microbiologische activiteit en reactie met organische stof en mineralen wordt het zuurstof langs een stroombaan opgebruikt. Als de zuurstof is opgebruikt is er vaak nog nitraat in het grondwater aanwezig (suboxisch milieu). Onder invloed van denitrificerende bacteriën nemen die concentraties vaak met de diepte via reacties waarin organische stof of pyriet wordt opgebruikt; in dat milieu kunnen mangaan(hydr)oxiden worden opgelost waardoor mangaan vrijkomt (mangaan gereduceerd milieu) en zodra nitraat is opgebruikt worden ijzer(hydr)oxiden opgelost waardoor gereduceerd ijzer (FeII) in het water oplost (ijzergereduceerd milieu). Bij nog verdere reductie verdwijnt ook het sulfaat uit het grondwater (sulfaatgereduceerd milieu) door omzetting in het gasvormige  $\text{H}_2\text{S}$  en de vorming van metaalsulfiden. De opeenvolgende redoxzones zijn echter niet allemaal even groot, en de diepte van de overgangen varieert van plaats tot plaats, afhankelijk van oxideerbare mineralen en vooral organisch materiaal. Daarom kan bijvoorbeeld op dezelfde diepte in het grondwater zowel oxisch/suboxisch water als ijzergereduceerd water voorkomen, ook over korte afstanden (ruimtelijke heterogeniteit).

Omdat de redoxtoestand van het grondwater medebepalend is voor de microbiologische afbraak van antropogene stoffen, dringen sommige stoffen dieper in het grondwater door dan andere. Deze verschillen worden bepaald door de specifieke afbraakeigenschappen van de stoffen. Van stoffen die in alle redoxmilieus even snel afbreken kan verwacht worden dat binnen een landgebruiksklasse geen concentratieverschillen tussen de redoxklassen op zullen treden als de emissie van stoffen gelijk is. Stoffen die wel in een oxisch milieu afbreken, maar niet in een ijzergereduceerd milieu, zullen bij gelijke emissies binnen een landgebruiksklasse hogere concentraties behouden in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater, dan in oxisch/suboxisch grondwater waar de stoffen wel onder invloed van afbraak of omzetting verdwijnen.

Om de redoxklassen te bepalen is per meetfilter uitgegaan van de gemiddelde concentraties van Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Fe, Mn en CH<sub>4</sub> volgens het classificatieschema dat ook is gebruikt in Broers et al. (2024). De classificaties oxisch water (zuurstofhoudend) en suboxisch water (nitraathoudend) zijn samengenomen in de klasse oxic-suboxic, omdat de zuurstofmetingen in het veld niet altijd betrouwbaar bleken. De redoxklassen staan steeds in volgorde van afnemende redoxpotentiaal, van oxisch-suboxisch, via mangaangereduceerd, mix, ijzergereduceerd naar sulfaatgereduceerd. De klasse mix komt meestal uit een overgangszone en bevat vaak zowel ijzer als nitraat.

Verreweg de meeste filters zijn ingedeeld als oxisch-suboxisch water (nitraathoudend), ijzergereduceerd water (ijzer- en sulfaathoudend) of sulfaatgereduceerd water (sulfaatloos). Mangaangereduceerd en mixwater komen slechts incidenteel voor, maar zijn wel opgenomen in de resultaat tabellen omdat ze de trend van oxisch naar sulfaatgereduceerd visualiseren.

Voor statistische toetsing in hoofdstuk 9.1 is de redoxclassificatie versimpeld tot oxisch (Oxisch-suboxisch) en anoxisch (Fe-gereduceerd en SO<sub>4</sub>-gereduceerd). In die versimpelde redoxclassificatie zijn de klassen Mn-gereduceerd en Mix dus buiten beschouwing gelaten, en de klassen Fe-gereduceerd en SO<sub>4</sub>-gereduceerd samengenomen.

Landgebruik en redoxklasse blijken overigens in de dataset aan elkaar gerelateerd (Tabel 2-3). Met name oevergrondwater heeft een grote component ijzer- en sulfaatgereduceerd water (ca. 85%), wat mogelijk door passage van een organische stofrijke sli blaag wordt veroorzaakt. In landbouwgebieden komt in het meetnet ca. 40% van de gevallen oxisch/suboxisch water voor en in ca. 53% ijzer- en sulfaatgereduceerd water. Het is belangrijk om te realiseren dat dit niet met meetdieptes te maken heeft, maar vooral met ruimtelijke heterogeniteit in de diepte van de redoxgrens tussen oxisch en anoxisch water.

Tabel 2-3: Verdeling van het aantal waarnemingen binnen de landgebruiksklassen over de vijf onderscheiden redoxklassen. De kolommen tellen op tot 100%.

Redoxklasse	Landbouw (%)	Natuur (%)	Oevergrondwater (%)	Stedelijk (%)
Oxic/suboxic	39,5	94,9	7,3	50,2
Mn-reduced	2,3	0,0	4,9	1,3
Mix	5,5	5,1	2,9	2,9
Fe-reduced	45,7	0,0	76,5	38,6
SO <sub>4</sub> -reduced	7,0	0,0	8,4	7,1

## 2.4 Detecties: omgang met wisselende rapportagegrenzen

In het rapport zijn detecties gedefinieerd als waarden die boven de gehanteerde rapportagegrens (Engels; Limit of Quantification, LOQ) zijn aangetroffen. De LOQ kan binnen de metingen van een individuele stof verschillen, bijvoorbeeld tussen verschillende meetronden of vanwege complicaties bij de meting van een specifiek monster. Metingen onder LOQ worden “censored” genoemd, metingen daarboven “uncensored”. In het rapport tellen de uncensored data als detecties, ongeacht of er verschillen voorkomen tussen verschillende rapportagegrenzen voor

die stof. We tellen dus niet het aantal detecties boven de maximale LOQ voor die stof in de database, omdat we daarmee informatie verliezen. Ten slotte heeft het laboratorium voor ons bepaald of een stof te kwantificeren viel of niet.

In de resultaat hoofdstukken worden detecties getabelleerd als in Tabel 2-4. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet (% > LOQ). Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Uit de tabel blijkt dat er voor Atrazine-2-Hydroxy en Simazine-2-Hydroxy verschillende LOQ's voorkomen in de dataset; detecties kunnen dus waarden boven de 0,01 of 0,05 representeren in de gevolgde aanpak. Voor de onderscheiden landgebruiks- en redoxklassen is het werkelijke aantal detecties aangegeven met getallen, en het percentage detecties in zo'n klasse met kleurarcering. Voor een eerste visualisatie van patronen zijn vooral de kleuren van belang; de 52 bentazon detecties onder oevergrondwater representeren een hoger detectiepercentage dan de 91 detecties onder landbouw. Dat is logisch gezien het veel grotere aantal metingen in landbouw ten opzichte van oevergrondwater (zie bijv. Tabel 2-2). De getallen die het aantal detecties weergeven kunnen helpen om de precisie van het percentage enigszins in te schatten; een laag getal in combinatie met een paarse kleur betekent dat er maar weinig detecties zijn die dit percentage bepalen en geeft dus reden voor voorzichtigheid bij de interpretatie.

Tabel 2-4: Voorbeeld van resultaat tabel met detecties en detectiepercentages voor individuele bestrijdingsmiddelen, geclassificeerd naar landgebruik en redoxklasse.

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N		Bestrijdingsmiddelen detecties				Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced	
					> LOQ	% > LOQ	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater						
BENTAZON	25057-89-0	0.01	0.01	0.01	796	156	19.6	91	0	13	52	17	6	3	117	13
ATRAZINE-2HYDROXY	2163-68-0	0.01	0.02	0.02	795	122	15.3	55	0	23	44	10	7	3	87	15
DEET	134-62-3	0.01	0.01	0.01	796	92	11.6	36	1	10	43	4	2	2	69	15
GLYFOSAAT	1071-83-6	0.05	0.05	0.05	111	12	10.8	0	0	0	12	0	0	1	7	4
SIMAZINE2HYDROXY	2599-11-3	0.01	0.05	0.05	453	24	5.3	6	0	10	8	2	0	2	17	3

Legenda: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

## 2.5 Vergelijking met toetswaarden

De concentraties organische stoffen zijn vergeleken met de signaleringswaardes uit het Protocol Monitoring en Toetsing drinkwaterbronnen KRW (Programmteam Water, 2015), aangevuld met normen uit de Omgevingswet, normen uit de drinkwaterregeling, de drinkwaterrichtwaarde voor PFAS, zie Tabel 2-5)

Metolachloormetabolieten zijn nu nog niet-relevant, maar vallen binnenkort onder de relevante metabolieten<sup>2</sup>. De metolachloormetabolieten zijn daarom getoetst op de aangescherpte conceptnorm van 0,1 µg/l. Ze worden apart behandeld in het hoofdstuk over de niet-relevante metabolieten.

<sup>2</sup> Uitvoeringsverordening (EU) 2024/20 van de Commissie van 12 december 2023 tot niet-verlenging van de goedkeuring van de werkzame stof S-metolachloor overeenkomstig Verordening (EG) nr. 1107/2009 van het Europees Parlement en de Raad en tot wijziging van Uitvoeringsverordening (EU) nr. 540/2011 van de Commissie

Tabel 2-5 In het rapport gebruikte toetswaarden

Organische stof	Toetswaarde	Status	Grondslag
Benzeen	1,0 µg/l	Signaleringswaarde voor grondwater	Protocol Monitoring en Toetsing drinkwaterbronnen KRW (Programmateam Water, 2015)
N-nitrosodimethylamine (NDMA)	0,12 µg/l	Signaleringswaarde voor grondwater	Protocol Monitoring en Toetsing drinkwaterbronnen KRW
Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten	0,1 µg/l	Norm voor grondwater	Omgevingswet
Niet-relevante metabolieten van bestrijdingsmiddelen <sup>1</sup>	1,0 µg/l	Norm voor ingenomen oppervlaktewater	Drinkwaterregeling
Metolachloor-ESA en -OA	0,1 µg/l	Aangescherpte concept norm	Sinds 2024 is de toelating van S-metolachloor ingetrokken. De relevantverklaring van de metabolieten volgt binnenkort.
Som PFAS	100 µg/l	Norm voor onttrokken grondwater	Drinkwaterregeling
Som PFAS24	4,4 ng PEQ/l	Toekomstige norm voor drinkwater	Drinkwaterbesluit
Individuele PFAS uit die 24	4,4 ng PEQ/l	Indicatie in hoeverre een individuele stof al bijdraagt aan de PEQ somnorm	
Andere stoffen	0,1 µg/l		Protocol Monitoring en Toetsing drinkwaterbronnen KRW

<sup>1</sup>Zie bijlage I

In de resultaathoofdstukken worden overschrijdingen getabelleerd als in Tabel 2-6. De tabel is gesorteerd op het percentage overschrijdingen in het hele meetnet (% > relevante norm uit Tabel 2-5). Voor de onderscheiden landgebruiks- en redoxklassen is het werkelijke aantal overschrijdingen aangegeven met getallen, en het percentage overschrijdingen in zo'n klasse met kleurarcering. Voor een eerste visualisatie van patronen zijn vooral de kleuren van belang; de zeven Atrazine-2-Hydroxy overschrijdingen onder oevergrondwater representeren een hoger overschrijdingspercentage dan de 11 overschrijdingen onder landbouw. Dat is logisch gezien het veel grotere aantal metingen in landbouw ten opzichte van oevergrondwater (zie bijv. Tabel 2-2).

Tabel 2-6: Voorbeeld van een resultaat tabel voor normoverschrijdingen van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen opgesplitst naar redoxklasse.

Bestrijdingsmiddelen overschrijdingen, norm 0,1 µg/l

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> norm	% > norm	Landgebruik				Redoxklasse				
								Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
GLYFOSAAT	1071-83-6	0.05	0.05	0.05	111	6	5.4	0	0	0	6	0	0	1	1	4
ATRAZINE-2-HYDROXY	2163-68-0	0.01	0.02	0.02	795	24	3.0	11	0	6	7	0	1	1	20	2
BENTAZON	25057-89-0	0.01	0.01	0.01	796	22	2.8	16	0	2	4	3	0	1	18	0

**Legenda:** 
 > 70% (dark red) 
 > 50% (red) 
 > 25% (orange-red) 
 > 10% (orange) 
 > 5% (light orange) 
 > 1% (pale orange) 
 > 0.1% (yellow) 
 ≤ 0.1% (light blue) 
 no data (grey)

## 2.6 Concentraties als functie van landgebruik en redoxklassen

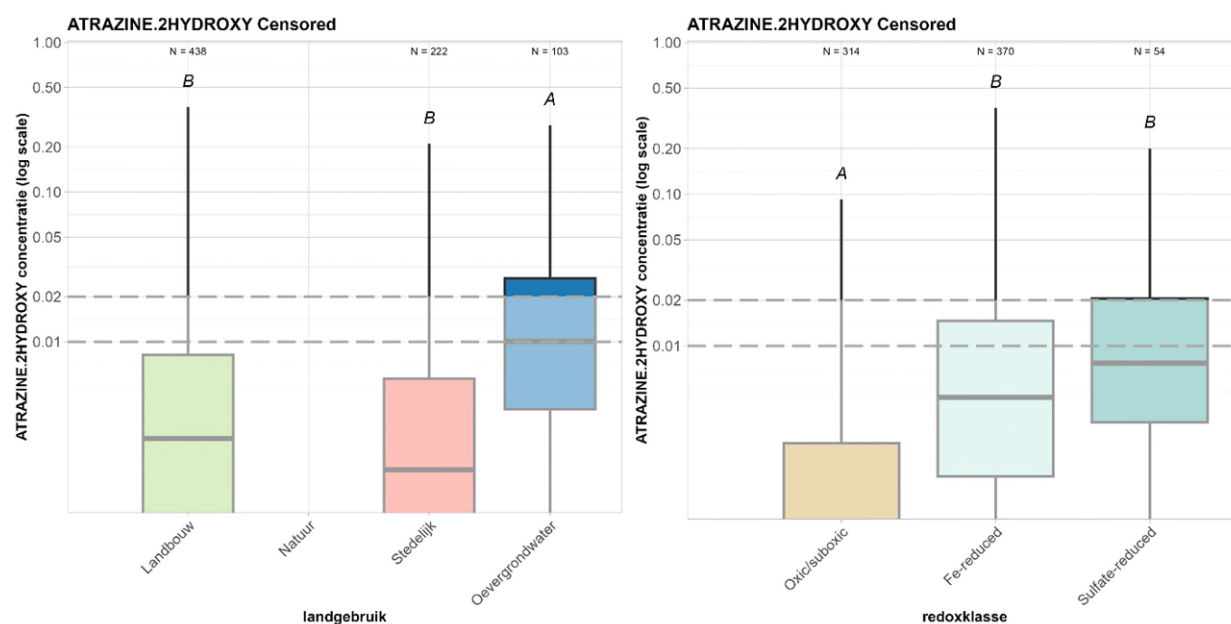
Percentages detecties en overschrijdingen vertellen niet het hele verhaal. Daarom is voor een selectie van individuele stoffen per onderscheiden stofgroep ook het concentratiebereik weergegeven met boxplots als functie van zowel landgebruiksklasse als redoxklasse. Stoffen zijn geselecteerd op basis van hoge detectiepercentages, omdat dat het beste past bij het meetdoel van het VEWM. Ook speelde het aantal beschikbare metingen een rol; zo zijn van glyfosaat in totaal maar 111 metingen beschikbaar en dan met name uit het substratum oevergrondwater. Dit maakt glyfosaat minder geschikt voor het weergeven van het concentratiebereik.

De dataset van het VEWM is typisch voor datasets met een zeer groot aantal waarnemingen onder de rapportagegrens en wisselende rapportagegrenzen per individuele stof. Om met een dergelijke dataset verantwoorde statistische analyses te doen is het belangrijk om daartoe geëigende tools in te zetten. Dat geldt ook voor relatief simpele visualisatie zoals boxplots. Het vervangen van de waarneming onder de rapportagegrens met een waarde van 0,5 x die grens is daarvoor ongeschikt (Helsel, 2005), omdat het de frequentieverdeling geweld aan doet met als gevolg dat verschillen tussen groepen niet meer kunnen worden vastgesteld. Daarom zijn in dit rapport zowel de boxplots, als de samenhangende hypothesetests, uitgevoerd met methoden voor zogenaamde 'left-censored' data. Daarbij wordt per stof en per landgebruikstype en/of redoxklasse op basis van de frequentieverdeling van de data boven de rapportagegrens een bijbehorende frequentieverdeling afgeleid voor de waarnemingen beneden die grens via zogenaamde 'imputatie'. Daarbij wordt rekening gehouden met het voorkomen van verschillende rapportagegrenzen per stof.

Figuur 2-1 geeft een voorbeeld van een boxplot met toetsing van concentratieverschillen voor atrazine-2-Hydroxy, waarbij concentraties onder de rapportagegrens zijn geschat door middel van imputatie. Boxplots geven een visualisatie van de frequentieverdeling waarbij de boven- en onderzijde van de box het 25- en 75-percentiel visualiseren, en de horizontale lijn de mediaan (het 50-percentiel). De verticale lijnen boven en onder de box worden *whiskers* genoemd. Whiskers geven dus waarden weer die boven het 75-percentiel of onder het 25-percentiel liggen; dus samen het bovenste kwart van de frequentieverdeling als er geen uitschieters in de data zitten (Figuur 2-1). Uitschieters buiten het bereik van de whiskers worden met een rond symbooltje weergegeven. Daar was voor atrazine-2-Hydroxy geen sprake van, zodat deze symbooltjes niet in Figuur 2-1 zijn opgenomen.

Voor atrazine-2hydroxy zijn de boxplots op log-schaal weergegeven en is te zien dat minder dan 25% van de data voor landbouw en stedelijk gebied boven de hoogste rapportagegrens ligt (bovenkant box blijft onder de 0,02), terwijl meer dan een kwart van de data voor oevergrondwater boven die rapportagegrens ligt (bovenkant box net boven de 0,02; zie Figuur 2-1). De verschillende rapportagegrenzen zijn met stippellijnen weergegeven, en waar de box boven de hoogste rapportagegrens ligt is de kleur van de box feller.

In het voorbeeld van Figuur 2-1, leidt statistische toetsing tot de conclusie dat de concentraties significant verschillen tussen oevergrondwater (groep A) en de andere landgebruiksklassen (groep B,  $\alpha=0,05$ ), waarbij gecorrigeerd is voor het aantal waarnemingen in de verschillende klassen (minder waarnemingen bij oevergrondwater, dan in de andere klassen). Omdat de frequentieverdeling niet is afgekapt met bijvoorbeeld 0,5 \* rapportagegrens is deze statistische toetsing verantwoord toe te passen. Op soortgelijke wijze is af te leiden dat concentraties van atrazine-2-Hydroxy in Fe- en SO<sub>4</sub>-gereduceerd water significant ( $p < 0,05$ ) hoger zijn (groep B) dan in oxisch-suboxisch water (groep A). Deze observaties zijn in lijn met de resultaattabellen Tabel 2-4 en Tabel 2-6, maar voegen een statistische toetsing toe waarbij de hele frequentieverdeling in ogenschouw is genomen.



Figuur 2-1: Voorbeeld van boxplots en Peto-Peto multiple comparison toetsing voor 2-hydroxy atrazine.

## 2.7 Analyse van Persistentie en Mobiliteit

In het rapport wordt een poging gedaan om de detecties en overschrijdingen te relateren aan de mobiliteit en persistentie van stoffen. Dat doen we op twee manieren:

1. We testen of een stof significant vaker wordt aangetroffen onder oxidische versus anoxische omstandigheden. Dat doen we aan de hand van de afgeleide, versimpelde redoxklassen (zie paragraaf 2.3.2). We testen dit aan de hand van een zogenaamde contingency tabel, waarin we het aantal 'detects' and 'non-detects' tellen voor de klassen oxidisch en anoxisch. Een significant verschil wordt gevonden als de p-waarde van de  $\chi^2$ -test kleiner is dan 0,05. Het vaker voorkomen van een stof onder anoxische omstandigheden wijst erop dat die stof minder goed afbreekt onder anoxische omstandigheden dan in de oxidische bovengrond; de stof blijft dan mobiel onder die anoxische omstandigheden.
2. We vergelijken de percentages overschrijdingen met van tevoren afgeleide waarden van Koc (de organic carbon distributiecöefficient) en de voorspelde halfwaardetijd DT50 aan de hand van het QSAR-model (Arp et al., 2022). Een hoge Koc wijst op sterke adsorptie aan organisch materiaal en dus een lage mobiliteit en uitspoeling. Een hoge DT50 wijst op een lange halfwaardetijd en daarmee op geringe afbraak en grote mobiliteit. Voor Koc zijn de waarden uit het OPERA-model gebruikt zoals in Aqua-priori opgenomen. Deze waarden zijn redelijk goed bekend. Voor de halfwaardetijd (DT50) is dit een lastiger verhaal. Een hoge halfwaardetijd wijst op moeizame afbraak en dus een grote persistentie. De QSAR-voorspellingen zijn gebaseerd op de molecuulstructuur van een stof, en de mogelijke manieren waarop die stof kan worden afgebroken in kleinere moleculen. Dit is gebaseerd op experimentele data die is verzameld onder oxidische of omstandigheden. Als alternatief zouden gemeten halfwaardetijden uit laboratoria kunnen worden gebruikt, maar die experimenten worden meestal uitgevoerd onder oxidische omstandigheden, waardoor ze nauwelijks representatief blijken voor grondwateromstandigheden.

Tabel 2-7 toont de manier waarop we mobiliteit en persistentie hebben samengevat. De tabel toont de gevonden percentages detecties voor het hele VEWM, en voor de versimpelde redoxklassen oxidisch en anoxisch. Als het verschil tussen beide percentages significant is, zijn de getallen vet afgedrukt; dat is bijvoorbeeld zo voor de rijen 1, 2, 3 en 5 uit de voorbeeldtabel (Tabel 2-7). In al die gevallen is het percentage detecties onder anoxische

omstandigheden significant groter dan onder oxische omstandigheden. Dat duidt dus op een matige of geringe afbraak onder anoxische omstandigheden; het zijn typisch de stoffen die we tot in de waterwinningen zelf terugvinden.

De laatste twee kolommen van Tabel 2-7 tonen de Koc en DT50 waarden, geklassificeerd naar mobiliteit en persistentie via kleurenklassen die zijn gedefinieerd onder de tabel. Bentazon, bijvoorbeeld, vormt vanuit stoffeigenschappen een risico voor het grondwater: de stof adsorbeert weinig (lage Koc) en is dus mobiel, en ze breekt redelijk langzaam af (matig hoge DT50) en is dus enigszins persistent. Glyfosaat daarentegen zou volgens het QSAR-model sterk adsorberen (hoge Koc, groen) en snel afbreken (lage DT50, groen); voor oxische bodems is dit mogelijk het geval, maar het aantreffen van de stof onder anoxische omstandigheden in oevergrondwater wijst mogelijk op iets anders. In hoofdstuk 9 gaan we nader in op de bruikbaarheid en interpreteerbaarheid van dit type gegevens.

Tabel 2-7: Voorbeeld van een resultaat tabel voor een analyse van mobiliteit en persistentie.

Bestrijdingsmiddelen detecties											
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	oxisch	anoxisch	Koc	DT50-QSAR
BENTAZON	25057-89-0	0.01	0.01	0.01	796	156	19.6	17	130	34	56.5
ATRAZINE-2HYDROXY	2163-68-0	0.01	0.02	0.02	795	122	15.3	10	102	213	
DEET	134-62-3	0.01	0.01	0.01	796	92	11.6	4	84	192	27.2
GLYFOSAAT	1071-83-6	0.05	0.05	0.05	111	12	10.8	0	11	2,078	12.3
SIMAZINE2HYDROXY	2599-11-3	0.01	0.05	0.05	453	24	5.3	2	20		

Detection percentage: ■ > 70% ■ > 50% ■ > 25% ■ > 10% ■ > 5% ■ > 1% ■ > 0.1% ■ ≤ 0.1% ■ no data

Mobility/persistence ■ very mobile/persistent ■ moderately mobile/persistent ■ somewhat mobile/persistent ■ somewhat immobile/not-persistent ■ moderately immobile/not-persistent ■ very immobile/not-persistent

## 2.8 Vergelijking met het KRW Grondwatermeetnet

### 2.8.1 Data

Grondwaterkwaliteitsdata voor de meest recente meetronde (2024-2025) in het KRW-grondwatermeetnet zijn opgevraagd bij het Informatiehuis Water. Met deze meetronde meten de provincies voor het eerst PFAS met een rapportagegrens passend bij de huidige waterkwaliteitseisen in de orde van ng/l. De data uit het KRW-meetnet omvat data uit het meetjaar 2024, plus een hulplijst met CAS-nummers voor de stoffen die zijn gemeten. Deze meetdata is gekoppeld aan de CAS-nummers en de indeling in stofgroepen en de eenheden (µg/l, ng/l) zijn gelijk getrokken met die van VEWM. Van het KRW-meetnet is alleen de data gebruikt waarvoor de ‘toetsdiepte KRW’ gelijk is aan ‘ondiep’. Daarmee zijn de ondiepe filters uit het KRW-meetnet geselecteerd (mond. med. Janco van Gelderen). Ook in het KRW-meetnet komen enkele hoge rapportagegrenzen voor; die zijn niet verwijderd. In de vergelijking van de rapportagegrenzen tussen beide meetnetten is gebruik gemaakt van het 5-percentiel en 95-percentiel, wat voor de huidige doelstelling voldoende bleek (zie hoofdstuk 10). Voor toekomstige toepassingen van de dataset is het zaak om aandacht te besteden aan deze hoge rapportagegrenzen omdat ze de interpretatie van de data sterk kunnen bemoeilijken.

### 2.8.2 Vergelijkingstabellen

Voor de vergelijking van stoffen die zijn aangetroffen in het VEWM en het KRW-meetnet maken we gebruik van vergelijkingstabellen zoals Tabel 2-8. In de tabellen wordt het percentage overschrijdingen vergeleken en ontstaat tegelijkertijd zicht op de rapportagegrenzen uit beide meetnetten. Vergelijking van het aantal detecties heeft namelijk alleen zin als ook de rapportagegrenzen enigszins gelijkwaardig zijn. Voor bentazon, bijvoorbeeld, kan het kleinere percentage overschrijdingen in de ondiepe filters van het KRW-meetnet (10,3%) zowel veroorzaakt worden door de hogere rapportagegrens (0,03-0,06 µg/l) ten opzichte van het VEWM (0,01 µg/l), maar ook doordat er

gemiddeld dieper wordt gemeten in het KRW-meetnet. Voor atrazine-2-hydroxy zijn de rapportagegrenzen gelijk; hier zou het grotere percentage overschrijdingen dus veroorzaakt kunnen zijn door het dieptebereik van het meetnet. Zonder uitgebreide analyse kan dit echter niet worden bevestigd; mogelijk zijn er in het VEWM bijvoorbeeld relatief meer filters in het substratum oevergrondwater.

In de tabellen is met kleurcodes weergegeven of er een groot verschil in de detectielimieten per stof aanwezig is via de P95/P5 ratio. Dat blijkt het geval voor Simazine-2-hydroxy in het VEWM-meetnet; de P95 grens is 5 keer hoger dan de P5 grens. In het KRW-meetnet is deze stof niet geanalyseerd.

Tabel 2-8: Voorbeeld van een vergelijkingstabel tussen VEWM en KRW

detecties pesticides EMW vs KRW

CAS	Stof	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	total-EMW	> LOQ	% > LOQ	P5 LOQ KRW	P50 LOQ KRW	P95 LOQ KRW	total-KRW	> LOQ KRW	% > LOQ KRW
25057-89-0	BENTAZON	0.01	0.01	0.01	796	156	19.6	0.03	0.03	0.06	604	62	10.3
2163-68-0	ATRAZINE-2HYDROXY	0.01	0.02	0.02	795	122	15.3	0.02	0.02	0.02	604	24	4.0
134-62-3	DEET	0.01	0.01	0.01	796	92	11.6	0.03	0.03	0.06	604	46	7.6
1071-83-6	GLYFOSAAT	0.05	0.05	0.05	111	12	10.8	0.03	0.03	0.06	604	10	1.7
2599-11-3	SIMAZINE2HYDROXY	0.01	0.05	0.05	453	24	5.3						
93-65-2	MCPP	0.01	0.02	0.02	796	40	5.0	0.03	0.03	0.06	604	20	3.3
1007-28-9	DESIOPATR	0.01	0.02	0.02	796	26	3.3	0.03	0.03	0.03	604	2	0.3
1698-60-8	CHLORIDAZON	0.01	0.01	0.02	901	28	3.1	0.03	0.03	0.03	604	5	0.8
140939-15-7	ALACHLOOR-ESA	0.02	0.02	0.02	343	10	2.9						
122-34-9	SIMAZINE	0.01	0.01	0.01	796	19	2.4	0.03	0.03	0.03	604	3	0.5
1912-24-9	ATRAZINE	0.01	0.01	0.01	796	17	2.1	0.01	0.01	0.01	604	4	0.7
2682-20-4	2METHYL4ISOTHIAZOLIN-3-ONE	0.02	0.03	0.03	610	13	2.1						

Ratio P95/P5: ■ > 30 ■ 10-30 ■ 5-10% ■ < 5

### 3 Aantallen detecties en overschrijdingen binnen het meetpakket

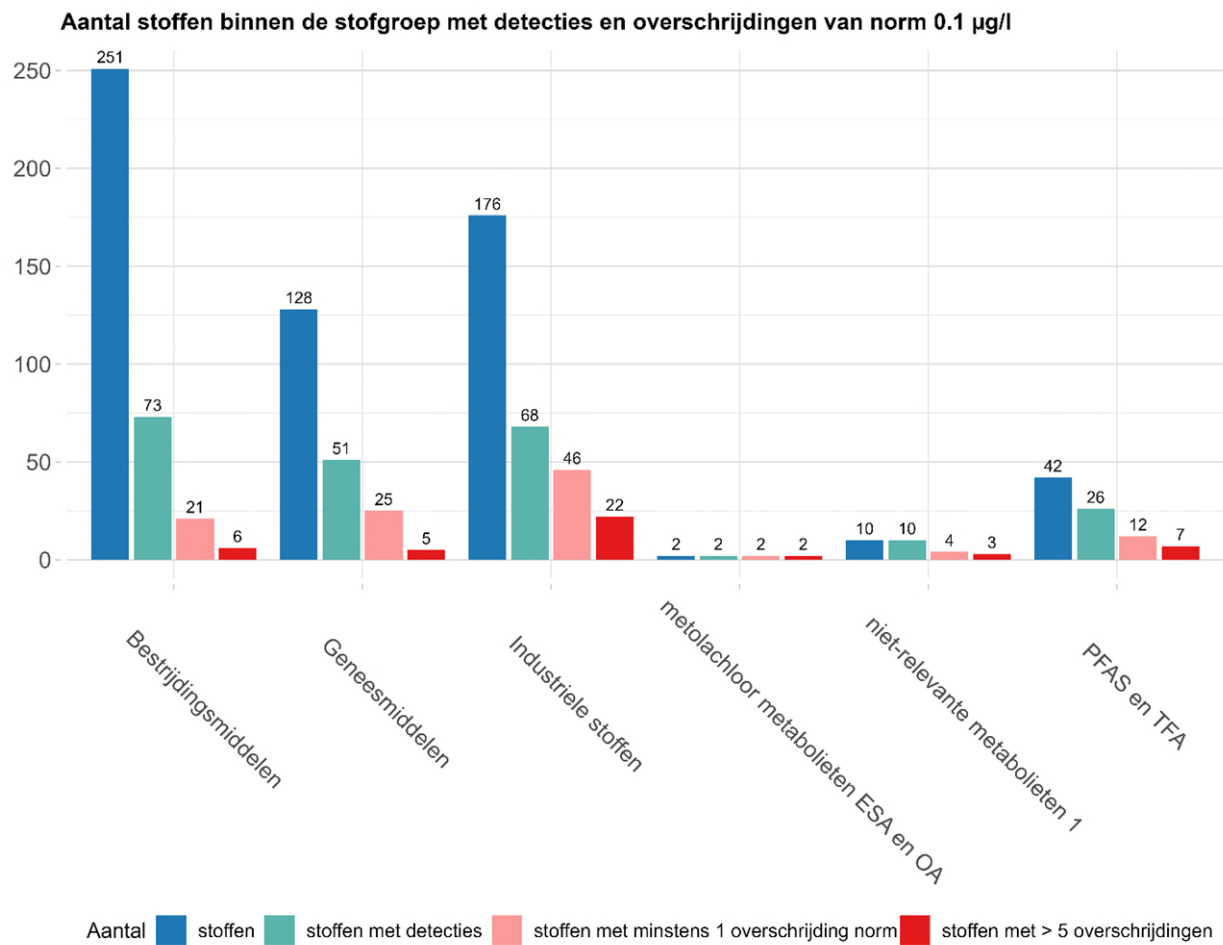
In het hoofdstuk turven we hoeveel stoffen er binnen elke stofgroep zijn geanalyseerd, hoeveel van deze stoffen zijn waargenomen, dan wel de norm of signaleringswaarde overschrijden. Het gaat in dit hoofdstuk dus om het turven van stoffen om een beeld te schetsen van de hoeveelheid stoffen en de mate van detecties en omvang van overschrijdingen per stofgroep. De hoofdstukken 4 t/m 8 betreffen de hoeveelheid filters waarin de verschillende stoffen binnen een stofgroep zijn aangetroffen. Deze hoofdstukken gaan dus over de schaal waarop stoffen zijn aangetroffen en hoe ze verspreid zijn over de landgebruik- en redoxklassen.

In Figuur 3-1 is voor elke stofgroep geturfd hoeveel

- individuele stoffen in het VEWM zijn geanalyseerd, c.q. waar naar gezocht is (blauw);
- individuele stoffen minstens éénmaal zijn gedetecteerd (groen);
- individuele stoffen minstens éénmaal de norm of signaleringswaarde overschreden (roze);
- individuele stoffen minimaal vijf keer de norm of signaleringswaarde overschreden (rood).

Deze figuur laat zien dat een groot deel van de stoffen binnen het meetpakket van elke stofgroep is aangetroffen (detecties; groen). Voor de stofgroep PFAS (incl. TFA) zijn 26 van de 42 (62%) PFAS-componenten in het meetpakket aangetroffen, voor bestrijdingsmiddelen 73 van de 251 stoffen (29%) in het meetpakket, voor geneesmiddelen 51 van de 128 (40%) en voor industriële stoffen 68 van de 176 (39%). Alle niet-relevante metabolieten in het meetpakket zijn (10/10 en 2/2) aangetroffen.

Qua overschrijdingen scoren PFAS-componenten het hoogst (29%, 12/42), gevolgd door niet-relevante metabolieten (30%, 3/10), industriële stoffen (26%, 46/176), geneesmiddelen (20%, 25/128) en bestrijdingsmiddelen (8%, 21/251). PFAS-componenten springen er ook uit qua stoffen waarvoor meer dan 5 x een overschrijding werd aangetroffen (17%, 7/42; op basis van de richtwaarde van 4,4 ng PEQ/l voor individuele componenten)), gevolgd door industriële stoffen (12,5%, 22/176; op basis van de signaleringswaarde).

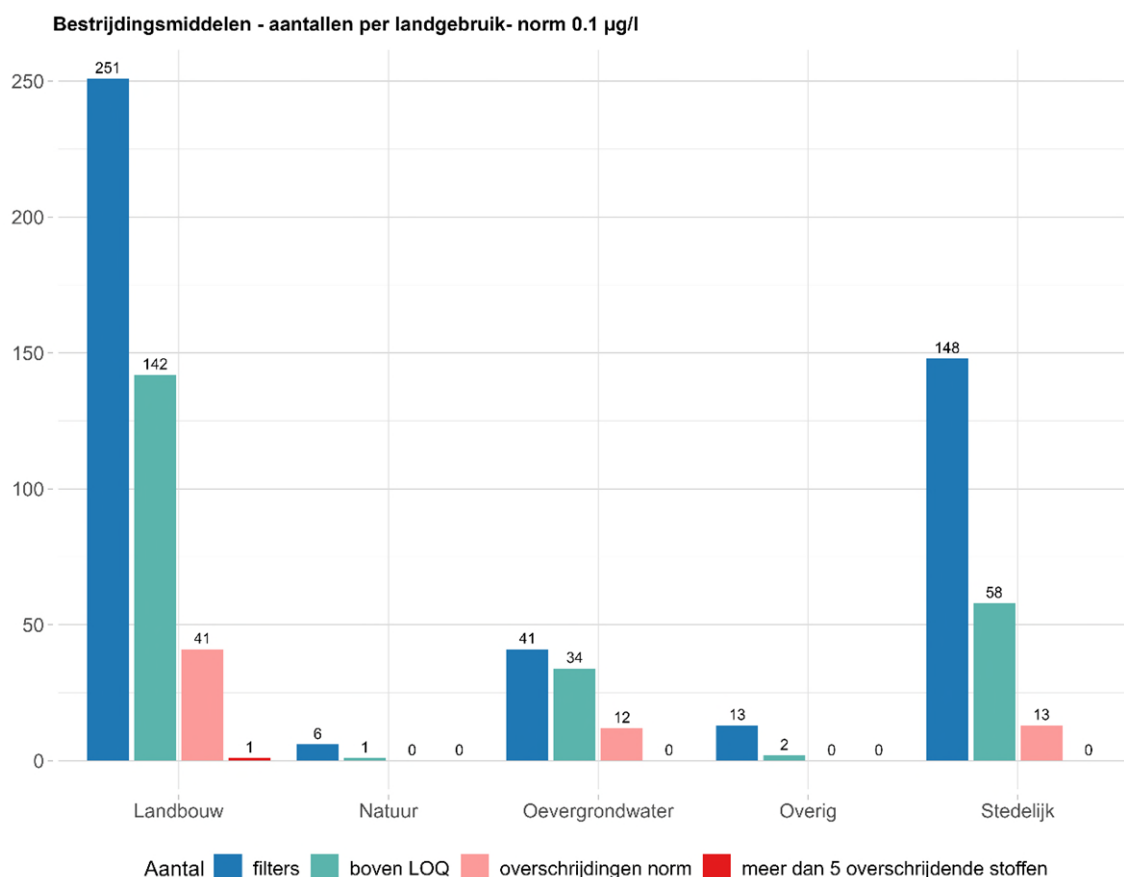


Figuur 3-1 Aantal individuele stoffen binnen de onderscheiden stofgroepen: aantal geanalyseerde stoffen (omvang meetpakket, blauw), aantal detecties (groen), aantal overschrijdingen (roze) en aantal stoffen waarvan meer dan 5 overschrijdingen werden gevonden.

## 4 Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten

### 4.1 Detecties

Figuur 4-1 geeft een overzicht van het aantal filters waarin bestrijdingsmiddelen zijn gemeten, gedetecteerd of de signaleringswaarde werd overschreden door minimaal één of minimaal vijf verschillende stoffen. Deze figuur laat zien dat het totaal aan detecties verdeeld is over 237 van de 459 (52%) filters waarin bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten minimaal één keer zijn gemeten. Opvallend is dat bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten procentueel vaker zijn aangetroffen in oevergrondwater (83% van de filters, 34/41) dan onder landbouw (57% van de filters, 142/251) en stedelijk gebied (39% van de filters, 58/148). Onder natuur zijn bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten in slechts één filter aangetroffen, maar dit betrof vanuit het ontwerp van het meetnet maar een zeer beperkte steekproef van zes filters.



Figuur 4-1: Aantal filters per landgebruiksklasse waarvoor bestrijdingsmiddelen zijn geanalyseerd, zijn waargenomen of waar de norm is overschreden.

Ook op het niveau van individuele stoffen zijn bestrijdingsmiddelen en metabolieten vaker in oppervlaktewater aangetroffen dan onder landbouw, en vaker onder landbouw dan onder stedelijk gebied (Tabel 4-1). In Tabel 4-1 worden de detecties in waarnemingsfilters samengevat voor de onderscheiden 4 landgebruiksklassen en 5 redoxklassen. De kleuren representeren de klassen met verschillende percentages detecties (zie legenda onder de figuur).

In Tabel 4-1 zijn de detecties van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten samengevat voor de onderscheiden vier landgebruiksklassen en vijf redoxklassen. De kleuren representeren de klassen met verschillende percentages detecties (zie legenda onder de figuur). Deze tabel laat zien dat vier stoffen in meer dan 10% van de filters zijn aangetroffen. Het herbicide bentazon (19,6% detecties) werd het vaakst aangetroffen. De toepassing van bentazon op mais is sinds 2016 verboden, waardoor het gebruik met een factor 5 is afgenomen (Broers e.a., 2024). Atrazine-2hydroxy (15,3% detecties) is een metaboliet van het herbicide atrazine, dat sinds 2004 niet meer is toegestaan. DEET (11,5% detecties) is een insecticide dat door consumenten wordt toegepast en geen formele toepassing in de landbouw heeft (Pronk e.a., 2022). Glyfosaat (10,8% detecties) is een herbicide dat tegenwoordig alleen is toegestaan voor professioneel gebruik op niet verharde oppervlakten.

Tabel 4-1 laat daarnaast zien dat meest frequent aangetroffen stoffen (>5% detecties; bentazon, atrazine-2hydroxy, DEET, glyfosaat, simazine2hydroxy, en MCPP) vaker zijn aangetroffen in oevergrondwater dan onder landbouw en stedelijk gebied. Dedisopatr (desisopropyl-atrazine) en simazine (2,4% detecties) zijn preferent onder stedelijk gebied waargenomen, en niet in oevergrondwater. Opvallend is dat slechts enkele bestrijdingsmiddelen of relevante metabolieten preferent onder landbouw zijn aangetroffen, namelijk alachloor-esa (2,9 % detecties), nicosulfuron (1,4%) en het fungicide en conserveermiddel joodpropynylbutylcarbamaat (1,1%).

Tabel 4-1 geeft ook aan dat veel bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten vaker voorkomen in ijzer- of sulfaatgereduceerd grondwater, hetgeen zeker geldt voor de 6 meest gedetecteerde stoffen (bentazon, atrazine-2hydroxy, DEET, glyfosaat, simazine2hydroxy, en MCPP). De werkzame stoffen simazine en atrazine en de atrazine-metaboliet desisopatr worden daarentegen juist in oxisch/suboxische omstandigheden vaker aangetroffen.

Tabel 4-1: Detecties en detectiepercentages voor individuele bestrijdingsmiddelen, geassocieerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Stoffen met detectiepercentages tussen 0,5 en 1,0 zijn opgenomen in bijlage II.III. Bestrijdingsmiddelen werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

Stof	CAS	Bestrijdingsmiddelen detecties					Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced	
		P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ										% > LOQ
BENTAZON	25057-89-0	0.01	0.01	0.01	796	156	19.6	91	0	13	52	17	6	3	117	13
ATRAZINE-2HYDROXY	21633-68-0	0.01	0.02	0.02	795	122	15.3	55	0	23	44	10	7	3	87	15
DEET	134-62-3	0.01	0.01	0.01	796	92	11.6	36	1	10	43	4	2	2	69	15
GLYFOSAAT	1071-83-6	0.05	0.05	0.05	111	12	10.8	0	0	0	12	0	0	1	7	4
SIMAZINE2HYDROXY	2599-11-3	0.01	0.05	0.05	453	24	5.3	6	0	10	8	2	0	2	17	3
MCPPE	93-65-2	0.01	0.02	0.02	796	40	5.0	23	0	6	11	0	1	2	34	3
DESIOPATR	1007-28-9	0.01	0.02	0.02	796	26	3.3	11	0	15	0	21	0	2	2	1
CHLORIDAZON	1698-60-8	0.01	0.01	0.02	901	28	3.1	9	0	5	14	0	0	0	28	0
ALACHLOOR-ESA	140939-15-7	0.02	0.02	0.02	343	10	2.9	10	0	0	0	3	0	0	7	0
SIMAZINE	122-34-9	0.01	0.01	0.01	796	19	2.4	0	0	19	0	19	0	0	0	0
2METHYL4ISOTHIAZOLIN-3-ONE	2682-20-4	0.02	0.03	0.03	610	13	2.1	7	1	3	2	8	0	0	5	0
ATRAZINE	1912-24-9	0.01	0.01	0.01	796	17	2.1	13	0	4	0	13	0	2	2	0
FLUOPICOLIDE	239110-15-7	0.01	0.01	0.01	795	14	1.8	11	0	0	3	5	0	1	8	0
DIMETHENAMIDE-P	163515-14-8	0.01	0.01	0.01	796	12	1.5	7	0	1	4	3	0	0	9	0
CARBENDAZIM	10605-21-7	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	7	0	2	2	3	0	0	8	0
NICOSULFURON	111991-09-4	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	11	0	0	0	8	0	0	3	0
TEBUCONAZOLE	107534-96-3	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	3	0	1	7	0	0	1	10	0
PROPazine2HYDROXY	7374-53-0	0.01	0.01	0.01	453	6	1.3	2	0	4	0	0	1	0	5	0
3-IODO-2-PROPYNYL N-BUTYL-CARBAMATE	55406-53-6	0.01	0.05	0.05	796	9	1.1	6	0	2	0	4	0	0	5	0
FLUTOLANIL	66332-96-5	0.01	0.01	0.01	796	9	1.1	4	0	0	5	0	0	0	6	3

Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

## 4.2 Overschrijdingen

Over het hele VEWM gezien, hebben 21 bestrijdingsmiddelen of relevante metabolieten de norm van 0,1 µg/l één of meerdere keren overschreden; zes stoffen overschreden minimaal vijf keer (in meerdere filters of meerdere momenten) de norm (Figuur 4-1). In totaal gaat het om 67 van de 459 (15%) filters (Tabel 4-2). Dit betreft in 29% van de filters in oevergrondwater, in 17% van de filters onder landbouw, in 9% van de filters onder stedelijk gebied en in geen enkel filter onder natuur (alleen in de Provincie Utrecht gemeten). De verdeling van normoverschrijdingen over de landgebruiksklassen en redoxklassen lijkt op de verdeling van de detecties. Echter, DEET en MCPP leiden vaker tot normoverschrijdingen onder landbouw, dan in oevergrondwater en onder stedelijk gebied.

Tabel 4-2 geeft een overzicht van de 12 bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten die de norm van 0,1 µg/l één of meerdere keren overschreden. Volgens deze tabel zijn, in tegenstelling tot de stofgroep als geheel (in ruim 80% van de filters), normoverschrijdingen van individuele stoffen, over het hele VEWM gezien, met maximaal 5,4% van de filters vrij zeldzaam.

Tabel 4-2: Aantal en relatief aandeel overschrijdingen van de norm voor bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten (0,1 µg/l) voor de twee meettrondes van het VEWM. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen opgesplitst naar redoxklasse.

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> norm	% > norm	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oevergrondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
GLYFOSAAT	1071-83-6	0.05	0.05	0.05	111	6	5.4	0	0	0	6	0	0	1	1	4
ATRAZINE-2HYDROXY	2163-68-0	0.01	0.02	0.02	795	24	3.0	11	0	6	7	0	1	1	20	2
BENTAZON	25057-89-0	0.01	0.01	0.01	796	22	2.8	16	0	2	4	3	0	1	18	0
SIMAZINE2HYDROXY	2599-11-3	0.01	0.05	0.05	453	9	2.0	3	0	5	1	2	0	2	2	3
DEET	134-62-3	0.01	0.01	0.01	796	6	0.8	6	0	0	0	0	1	1	3	1
MCPP	93-65-2	0.01	0.02	0.02	796	6	0.8	6	0	0	0	0	0	0	5	1
ALACHLOOR-ESA	140939-15-7	0.02	0.02	0.02	343	2	0.6	2	0	0	0	0	0	0	2	0
ATRAZINE	1912-24-9	0.01	0.01	0.01	796	5	0.6	5	0	0	0	4	0	1	0	0
DESIOPATR	1007-28-9	0.01	0.02	0.02	796	3	0.4	0	0	3	0	3	0	0	0	0
SIMAZINE	122-34-9	0.01	0.01	0.01	796	2	0.3	0	0	2	0	2	0	0	0	0
IMAZAMOX	114311-32-9	0.02	0.02	0.02	453	1	0.2	1	0	0	0	1	0	0	0	0
SPIROTETRAMAT	203313-25-1	0.01	0.01	0.01	453	1	0.2	0	0	1	0	1	0	0	0	0

Percentage overschrijding: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

## 4.3 Concentratiebereik van vijf typische stoffen

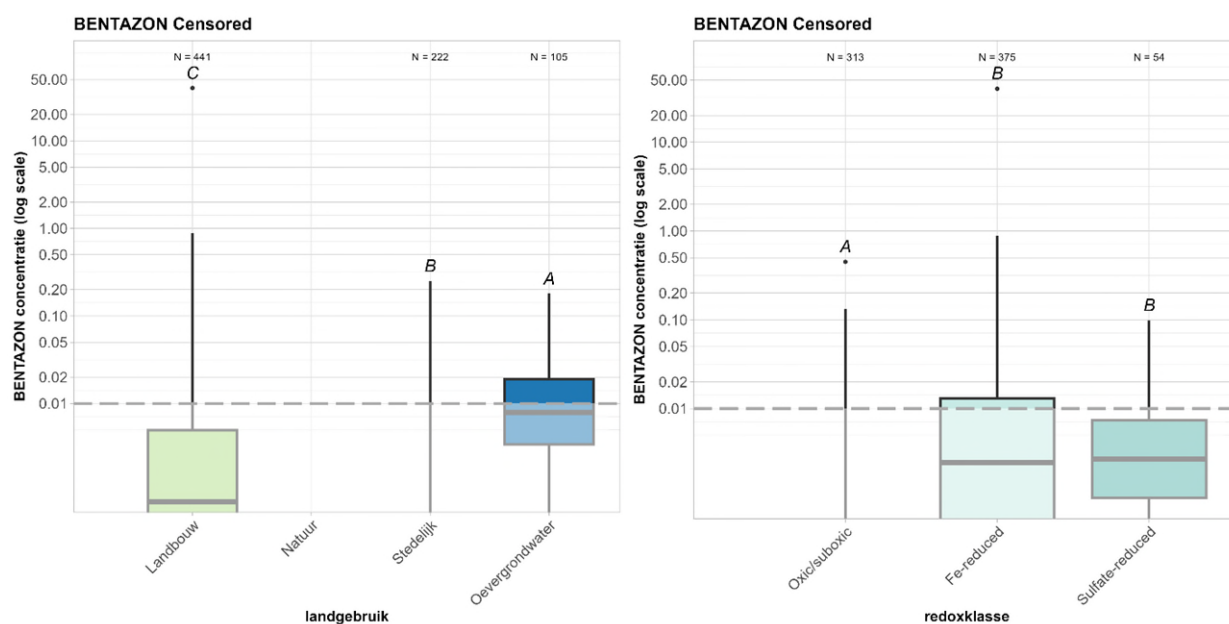
Voor vijf gedetecteerde bestrijdingsmiddelen of relevante metabolieten is het concentratiebereik binnen landgebruiks- en redoxklassen gevisualiseerd met behulp van boxplots (zie Figuur 4-2 tot en met Figuur 4-5). In de boxplots is de statistische verdeling van de ongecensureerde data (dus metingen boven de rapportagegrens) gebruikt om de verdeling onder de rapportagegrenzen te schatten (zie paragraaf 2.4). Het gedeelte van elke boxplot onder de hoogste rapportagegrens van de betreffende stof is versluierd weergegeven.

### 4.3.1 Bentazon

Bentazon is een herbicide dat gebruikt wordt voor de bestrijding van onkruiden in granen, grasland en vollegroondsgroente. Toepassing op mais is sinds 2016 niet meer toegestaan (Broers e.a., 2024). In de toelating is het gebruik, zowel binnen als buiten grondwaterbeschermingsgebieden, tevens beperkt tot professioneel gebruik in de landbouw; particulier gebruik is niet toegestaan.

Bentazon breekt snel af onder invloed van UV en aerobe microbiologische activiteit, zoals in oppervlaktewater. Onder anoxische omstandigheden, zoals in grondwater, is bentazon persistent, met halfwaardetijden van maanden tot jaren.

In het VEWM is bentazon het vaakst aangetroffen, namelijk in bijna 20% van de waarnemingen, en verspreid over 32 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage II.IV). In 2,8% van de waarnemingen overschreed bentazon de norm, met name onder landbouw en in oevergrondwater (Tabel 4-2). De meeste detecties en normoverschrijdingen vonden onder ijzergereduceerde omstandigheden plaats (Tabel 4-1 en Tabel 4-2). De boxplots van Figuur 4-2 laten zien dat de concentraties in ijzer- en sulfaatgereduceerde omstandigheden significant hoger zijn (B) dan onder oxische of suboxische omstandigheden (A; Figuur 4-2). Dit duidt op snellere afbraak onder oxische/suboxische omstandigheden, dan onder gereduceerde omstandigheden.

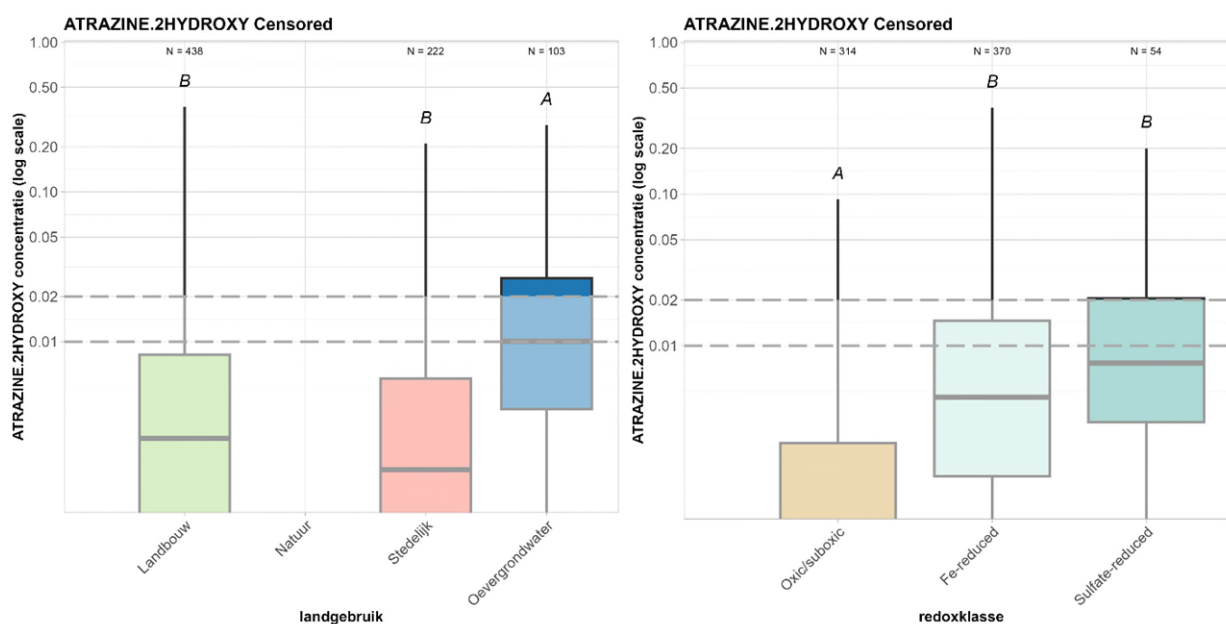


Figuur 4-2: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van bentazon over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 4.3.2 Atrazine-2hydroxy

Atrazine-2hydroxy (15,3% detecties en 3% normoverschrijding) is een metaboliet van het herbicide atrazine, dat sinds 2000 niet meer is toegelaten in Nederland. Atrazine werd in de landbouw toegepast in o.a. mais en sorghum, en buiten de landbouw voor berm, gazons en golfbanen.

Figuur 4-3 laat zien dat de waargenomen concentraties van Atrazine-2hydroxy significant hoger zijn in oevergrondwater (A) dan onder landbouw of stedelijk gebied (B). De concentraties zijn tevens significant hoger in ijzer- en sulfaatgereduceerd water (B) dan in oxisch of suboxisch water (A). Normoverschrijdingen komen niet voor in oxisch/suboxisch water (Tabel 4-2) wat wijst op afbraak onder die redoxomstandigheden. Het frequent voorkomen van atrazine-2-hydroxy in oevergrondwater is in overeenstemming met het hoge percentage ijzer- en sulfaatgereduceerd water in die landgebruiksklasse (Tabel 2-3). Uit onderzoek bij de infiltratie van duinwater is gebleken dat atrazine-2hydroxy vanwege haar elektrostatische eigenschappen sterk adsorbeert en daardoor later uitspoelt naar dieper grondwater dan verwacht; dat verklaart mogelijk de detecties in het ondiepe grondwater terwijl de stof al ca 20 jaar niet meer mag worden toegepast (Van der Grift en Meekel, 2023).

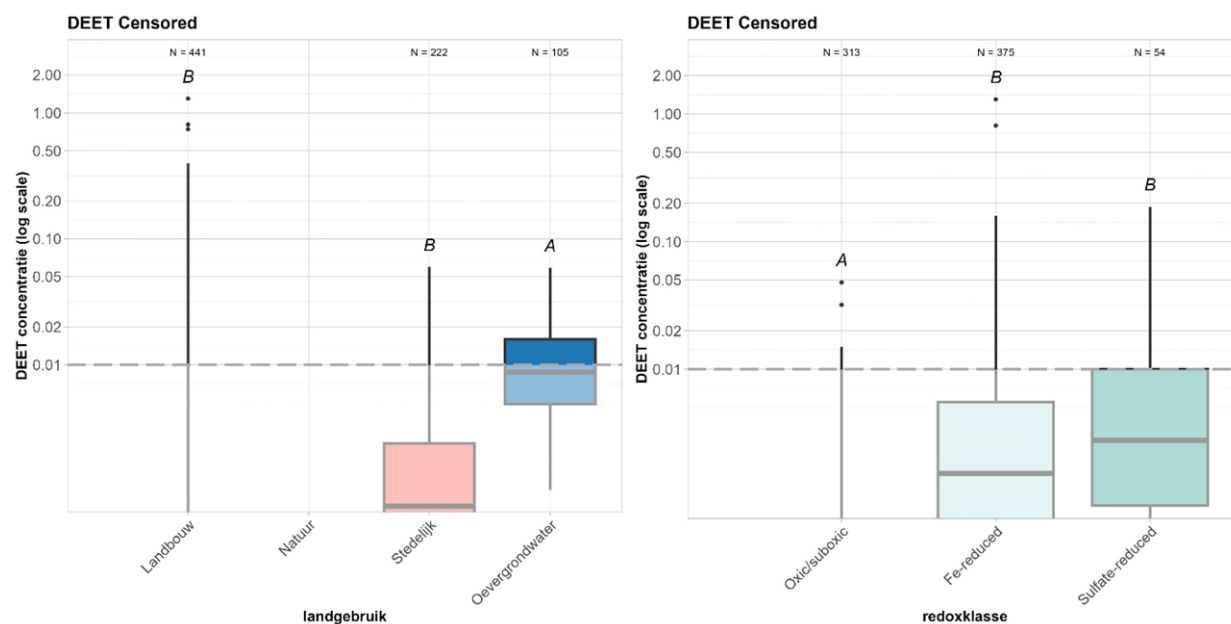


Figuur 4-3: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van atrazine-2hydroxy over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen de groepen significant verschillend zijn ( $\alpha=0,05$ ). De horizontale stippellijnen geven de spreiding van de rapportagegrens weer (5%, 50%- en 95%-percentiel, waarvan de laatste twee over elkaar heen liggen).

### 4.3.3 DEET

DEET (11,5% detecties, 0,8% normoverschrijdingen) is een insecticide dat door consumenten wordt toegepast en geen toepassing in de landbouw heeft. Onder oxische omstandigheden breekt DEET, met een halfwaardetijd van 30-120 dagen, redelijk goed af. Onder anoxische (ijzergereduceerde en sulfaatgereduceerde) omstandigheden is DEET nauwelijks microbiologisch afbreekbaar en bedraagt de halfwaardetijd meer dan 1 jaar.

Figuur 4-4 laat zien dat de waargenomen concentraties van DEET significant hoger zijn in oevergrondwater (A) dan onder landbouw of stedelijk gebied (B), die onderling niet significant verschillend zijn. Dit geeft een aanwijzing dat DEET, dat wordt gebruikt door consumenten, hoofdzakelijk via de waterketen (via het riool en RWZI) en infiltratie van oppervlaktewater om het grondwater terecht komt. De directe emissie vanuit stedelijk gebied lijkt van ondergeschikt belang. Figuur 4-4 laat tevens zien dat de concentraties in ijzer- en sulfaatgereduceerd water (B) significant hoger zijn dan in oxisch of suboxisch water (A). Dit patroon komt overeen met het verschil in microbiologische afbraak tussen beide milieus. Dit geeft aan dat gebieden met ondiep ijzer- of sulfaatgereduceerd grondwater kwetsbaar zijn voor DEET.



Figuur 4-4: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van DEET over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

#### 4.3.4 Glyfosaat

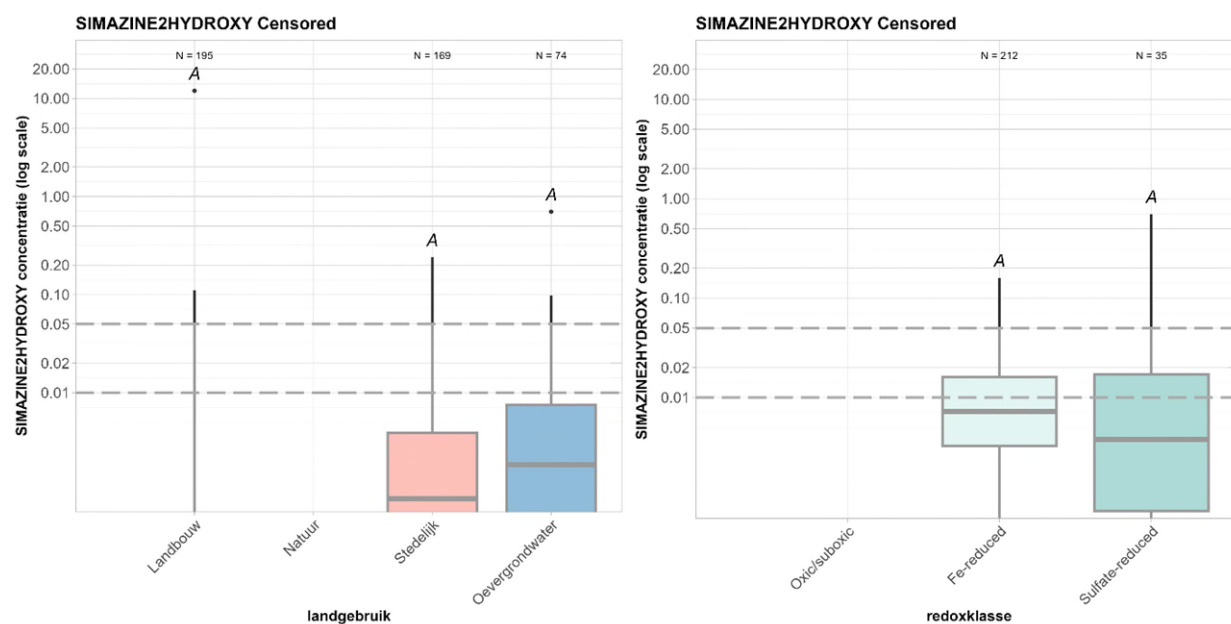
Glyfosaat (10,8% detecties, 5,4% overschrijdingen) is een herbicide dat nu alleen nog is toegestaan voor professioneel gebruik. Sinds 2016 mag glyfosaat niet meer gebruikt worden op verharde oppervlakten in verband met risico's voor oppervlaktewaterkwaliteit door afspoeling. Om deze reden mag glyfosaat sinds 2016 ook niet meer toegepast worden in particuliere tuinen. Glyfosaat heeft in de landbouw o.a. toepassing om percelen voor het zaaien onkruidvrij te krijgen, vanggewassen te doden of permanent grasland om te zetten in een akkerbouw. Eerder werd glyfosaat toegepast voor onderhoud van bermen, spoorwegen, industrieterreinen en openbaar groen. Vanuit de toelating zijn er geen aanvullende beperkingen voor het gebruik van glyfosaat in grondwaterbeschermingsgebieden. Dit herbicide kan dus zowel via landbouw, stedelijk gebied (wel sterk verminderd sinds verbod buiten landbouw) als infiltrerend oppervlaktewater het grondwater bereiken.

Van glyfosaat is slechts een beperkt aantal metingen beschikbaar (111) waarbij 12 detecties zijn geregistreerd in Oevergrondwater (11%, Tabel 4-1), verspreid over vijf van de 18 grondwaterwinningen (Bijlage II.IV). Glyfosaat overschreed in 5,4% van de waarnemingen relatief (ten opzichte van het totaal aan waarnemingen) het vaakst de norm (Tabel 4-2). De metingen voor het VEWM bevestigen enkel de route via infiltrerend oppervlaktewater, doordat noch onder landbouw, noch onder stedelijk gebied glyfosaat is gemeten. Een kanttekening is dat de rapportagegrens voor glyfosaat met  $0,05 \mu\text{g/l}$  relatief hoog was. Dat glyfosaat de norm alleen in infiltrerend oppervlaktewater overschrijdt, kan dus een gevolg van de wijze waarop de monitoring is uitgevoerd. Glyfosaat werd vooral onder ijzer- en sulfaatgereduceerde omstandigheden aangetroffen, wat aangeeft dat de persistentie onder oxidische omstandigheden beperkt is, waarschijnlijk ten gevolge van afbraakprocessen.

#### 4.3.5 Simazine-2hydroxy

Simazine-2-hydroxy is een relevante metabool van het herbicide simazine, dat sinds 2004 niet meer is toegelaten. De stof werd toegepast in de akkerbouw, fruitteelt, beheer van verhardingen en openbaar groen en bosbouw. Zowel simazine als het metabool simazine-2hydroxy breken onder oxidische omstandigheden langzaam chemisch of microbiologisch af, met een halfwaardetijd van meer dan 70 dagen. Beide stoffen zijn onder anoxische omstandigheden persistent, met halfwaardetijden van maanden tot jaren.

Figuur 4-5 laat zien dat de waargenomen concentraties van simazine-2hydroxy onder de verschillende landgebruiksklassen onderling niet statistisch verschillend is. Dit komt overeen met de brede toepassing die de stof had. Het effect van de aanscherpte toelating in 2004 is dus nog niet zichtbaar in de metingen in het nieuwgevormde grondwater. Dat simazine-2hydroxy ondanks het verbod nog steeds in jong grondwater aanwezig is, heeft, net als voor atrazine-2hydroxy (zie paragraaf 4.3.2), waarschijnlijk te maken met sterke elektrostatische sorptie die tot een grote vertraging van het transport van beide metabolieten leiden (Van der Grift en Meekel, 2023). Figuur 4-5 laat tevens zien dat de concentraties van simazine-2hydroxy in de verschillende redoxklassen evenmin statistische verschillend zijn.



Figuur 4-5 Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van simazine-2hydroxy over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

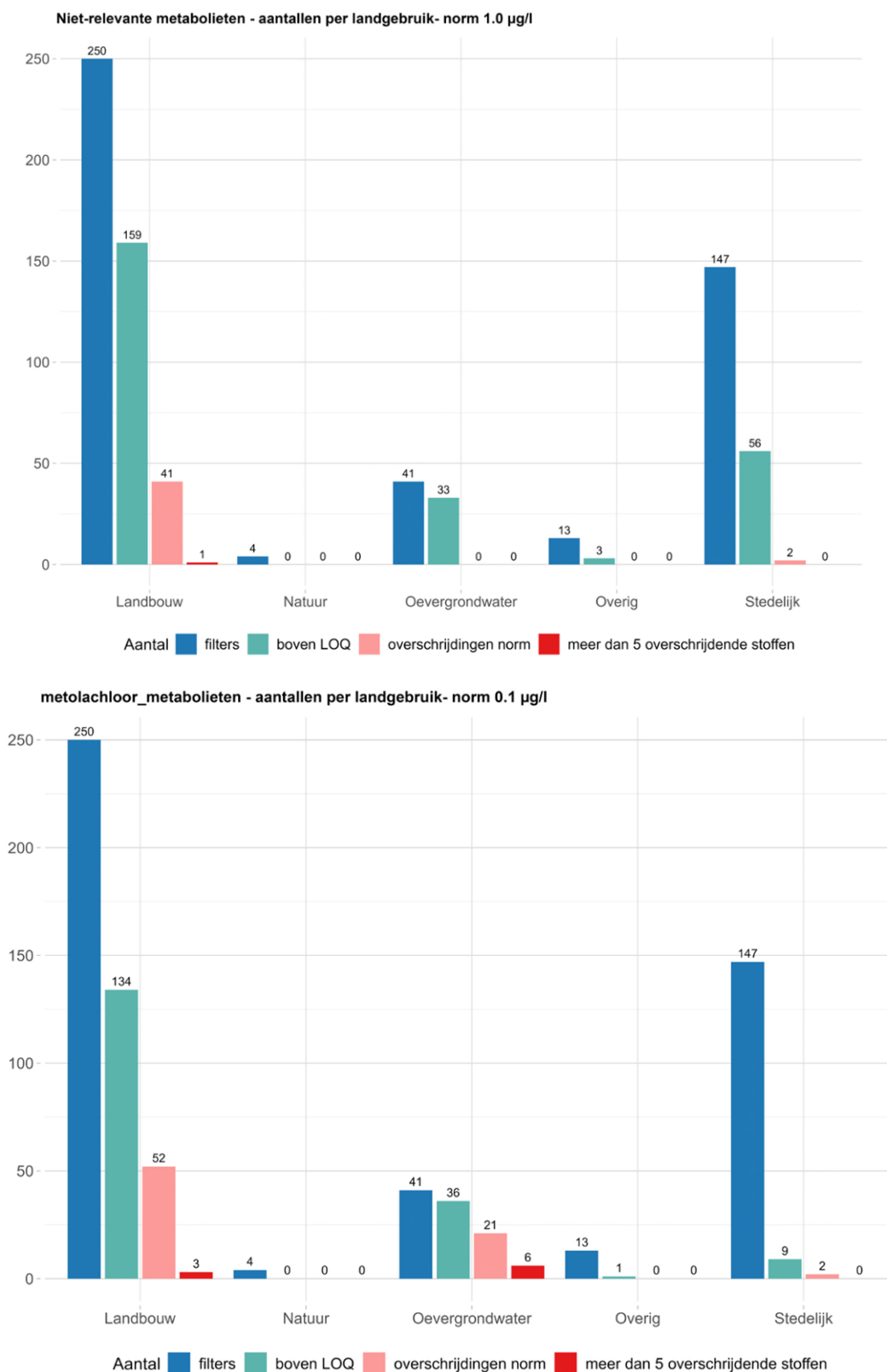
## 5 Niet-relevante metabolieten

### 5.1 Detecties

Figuur 5-1 geeft een overzicht van het aantal filters waarin niet-relevante metabolieten en de metolachloor-metabolieten (wordt binnen afzienbare tijd relevant verklaard) zijn gemeten, gedetecteerd of de signaleringswaarde werd overschreden door minimaal één of minimaal vijf verschillende stoffen.

Deze figuur laat zien dat het totaal aan detecties voor de niet-relevante metabolieten verdeeld is over 251 van de 455 (55%) filters waarin deze stoffen minimaal één keer zijn gemeten. Opvallend is dat niet-relevante metabolieten, net als bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten, vaker zijn aangetroffen in oevergrondwater (80% van de filters, 33/41) dan onder landbouw (64% van de filters, 159/250) en stedelijk gebied (38% van de filters, 56/147). Voor de metolachloor-metabolieten zijn deze verschillen nog groter. Onder stedelijk gebied zijn niet-relevante metabolieten en metolachloor-metabolieten dus opmerkelijk weinig aangetroffen. Onder natuur zijn niet-relevante metabolieten in slechts één filter aangetroffen, maar dit betrof vanuit het ontwerp van het meetnet maar een zeer beperkte steekproef van zes filters.

In Tabel 5-1 zijn de detecties van individuele niet-relevante metabolieten samengevat voor de onderscheiden vier landgebruiksklassen en vijf redoxklassen. De kleuren representeren de klassen met verschillende percentages detecties (zie legenda onder de figuur). Deze tabel laat zien dat acht stoffen in meer dan 10% van de filters zijn aangetroffen. Dit zijn hoofdzakelijk metabolieten van herbiciden. Dimethenamide-ESA (38,2% detecties) en dimethenamide-OA (22,5% detecties) zijn metabolieten van het toegelaten herbicide dimethenamide-P, dat voornamelijk op mais en bieten wordt toegepast. Metolachloor ESA (37,5% detecties) en metolachloor OA (21,6% detecties) zijn metabolieten van het herbicide metolachloor, dat sinds 2024 niet meer gebruikt mag worden. De niet-relevant-verklaring voor deze metabolieten komt te vervallen, waardoor ze in de toekomst getoetst moeten worden aan de strengere norm van 0,1 µg/l (zie paragraaf 5.2). AMPA (26,1% detecties, alleen gemeten in oevergrondwater) is het voornaamste metaboliet van het herbicide glyfosaat, dat alleen is toegestaan voor professioneel gebruik op niet verharde oppervlakten. Chloridazon-desphenyl (24,4% detecties) en chloridazon-methyl-desphenyl (15,9% detecties) zijn metabolieten van het herbicide chloridazon, dat sinds 2020 niet meer is toegestaan. BAM (18,1% detecties) is een metaboliet van het herbicide dichlobenil dat sinds 2008 verboden is en het PFAS-fungicide fluopicolide dat nog steeds is toegestaan.



Figuur 5-1: Aantal filters per landgebruiksklassen waarvoor niet-relevante metabolieten (boven) en metolachloormetabolieten (onder) zijn geanalyseerd, waargenomen of de norm overschreden. In de bovenste figuur is de signaleringswaarde van 1,0 µg/l die geldt voor niet-relevante metabolieten gebruikt, en in de onderste figuur de toekomstige signaleringswaarde van 0,1 µg/l die geldt zodra de niet-relevantverklaring voor de metolachloormetabolieten is beëindigd.

Tabel 5-1 laat daarnaast zien dat niet-relevante metabolieten in vergelijkbare mate of vaker zijn aangetroffen onder oevergrondwater dan onder landbouw. Niet-relevante metabolieten zijn minder vaak onder stedelijk gebied aangetroffen, met uitzondering van BAM. Dit komt doordat dichlobenil in het verleden in stedelijk gebied werd toegepast voor onkruidbestrijding in tuinen, bij heesters en op onverharde terreinen. Ten slotte laat Tabel 5-1 zien dat de redoxstatus van het grondwater nauwelijks van invloed is op het voorkomen van niet-relevante metabolieten.

Tabel 5-1: Detecties en detectiepercentages voor individuele niet-relevante metabolieten, geassocieerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Stoffen met detectiepercentages tussen 0,5 en 1,0 zijn opgenomen in bijlage III.III. Niet-relevante metabolieten werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

Niet relevante metabolieten detecties																
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
DIMETHENAMIDE-ESA	205939-58-8	0.01	0.05	0.05	793	303	38.2	233	0	8	61	116	10	10	152	15
METOLACHLOOR-ESA	171118-09-5	0.01	0.05	0.05	786	295	37.5	196	0	11	87	99	9	8	164	15
AMPA	1066-51-9	0.02	0.02	0.02	111	29	26.1	0	0	0	29	0	0	2	23	4
CHLORIDAZON-DESPHENYL	6339-19-1	0.03	0.03	0.05	258	63	24.4	13	0	1	49	9	6	1	41	6
DIMETHENAMIDE-OA	380412-59-9	0.01	0.05	0.05	796	178	22.4	139	0	4	35	67	4	4	93	10
METOLACHLOOR-OA	152019-73-3	0.01	0.05	0.05	796	172	21.6	117	0	1	54	44	7	5	106	10
BAM	2008-58-4	0.01	0.05	0.05	796	144	18.1	62	0	69	12	79	4	4	50	7
CHLORIDAZON-METHYL-DESPHENYL	17254-80-7	0.01	0.01	0.02	258	41	15.9	12	0	0	29	10	2	0	25	4
METAZACHL-ESA	172960-62-2	0.05	0.05	0.05	353	27	7.6	11	0	0	16	4	0	1	22	0
METAZACHL-OA	1231244-60-2	0.1	0.1	0.1	353	12	3.4	8	0	0	4	3	0	0	9	0

Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

## 5.2 Overschrijdingen

Over het hele VEWM gezien, hebben vier niet-relevante metabolieten de norm van 1,0 µg/l één of meerdere keren overschreden (Tabel 5-2). Ten opzichte van detecties, zijn normoverschrijdingen voor de niet-relevante metabolieten met maximaal 6,2% van de waarnemingen relatief zeldzaam. Opvallend is dat normoverschrijdingen vrijwel uitsluitend zijn waargenomen onder landbouwgebied, wat aangeeft dat de concentraties onder landbouw relatief hoog zijn ten opzichte van de andere landgebruiksklassen.

Tabel 5-3 geeft de uitkomst van de toetsing van de twee metolachloor-metabolieten op de nieuwe, aangescherpte norm van 0,1 µg/l. De hoogste percentages (>50%) overschrijdingen voor beide metabolieten werden gevonden onder oevergrondwater. Onder landbouw overschreden de concentraties voor beide stoffen in meer dan 25% van de waarnemingen de toekomstige norm.

Tabel 5-2: Aantal en relatief aandeel normoverschrijdingen van niet-relevante metabolieten (1,0 µg/l) voor de twee meetrondes van het VEWM. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen opgesplitst naar redoxklasse.

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> norm	% > norm	Landgebruik				Redoxklasse				
								Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
DIMETHENAMIDE-ESA	205939-58-8	0.01	0.05	0.05	793	49	6.2	49	0	0	0	29	0	2	18	0
BAM	2008-58-4	0.01	0.05	0.05	796	16	2.0	13	0	3	0	12	2	0	2	0
DIMETHENAMIDE-OA	380412-59-9	0.01	0.05	0.05	796	14	1.8	14	0	0	0	9	0	0	5	0
CHLORIDAZON-DESPHENYL	6339-19-1	0.03	0.03	0.05	258	2	0.8	2	0	0	0	1	0	0	1	0

Percentage overschrijding: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

Tabel 5-3: Aantal en relatief aandeel overschrijdingen van de toekomstige norm voor metolachloor-metabolieten (0,1 µg/l) voor de twee meetrondes van het VEWM. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen opgesplitst naar redoxklasse.

overschrijdingen metolachloor metabolieten ESA en OA, norm 0,1 µg/l

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> norm	% > norm	Landgebruik				Redoxklasse				
								Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
METOLACHLOOR-ESA	171118-09-5	0.01	0.05	0.05	786	134	17.0	84	0	3	47	39	6	3	80	6
METOLACHLOOR-OA	152019-73-3	0.01	0.05	0.05	796	87	10.9	50	0	1	36	19	3	2	60	3

Percentage overschrijding: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

### 5.3 Concentratiebereik van vier typische stoffen

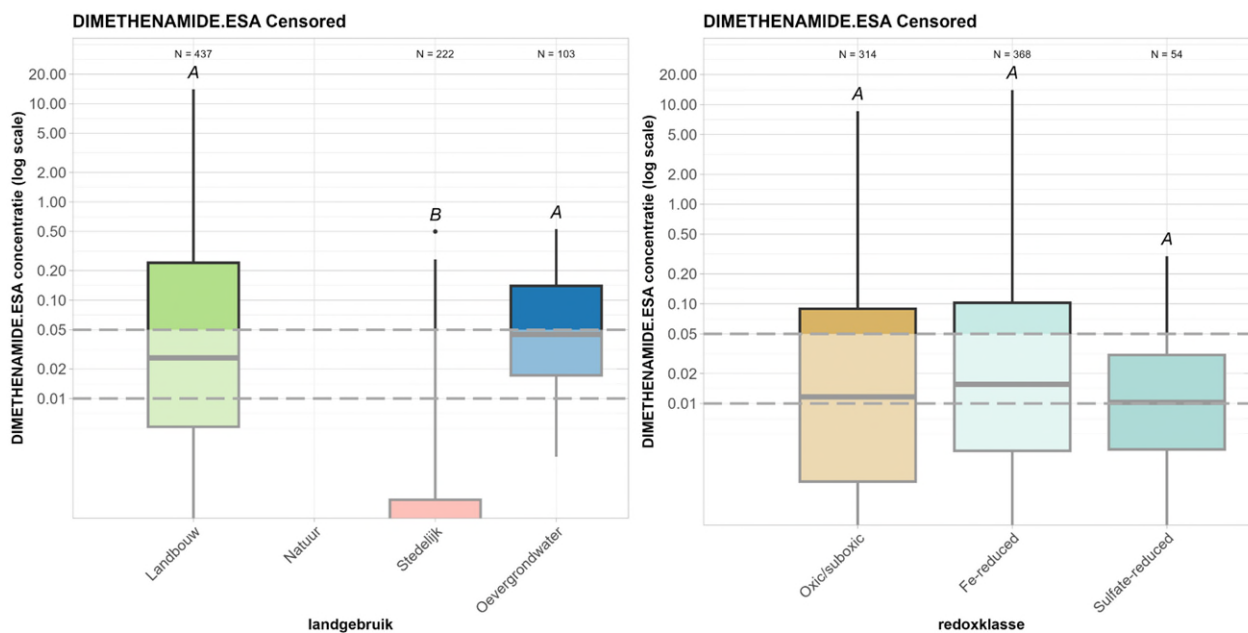
Voor vier gedetecteerde niet-relevante metabolieten is het concentratiebereik binnen landgebruiks- en redoxklassen gevisualiseerd met behulp van boxplots (zie Figuur 5-2 tot en met Figuur 5-5). In de boxplots is de statistische verdeling van de ongecensureerde data (dus metingen boven de rapportagegrens) gebruikt om de verdeling onder de rapportagegrenzen te schatten (zie paragraaf 2.6). Het gedeelte van elke boxplot onder de hoogste rapportagegrens van de betreffende stof is versluierd weergegeven.

#### 5.3.1 Dimethenamide-ESA

Dimethenamide-ESA is één van de stabiele metabolieten van de herbiciden dimethenamide (verboden sinds 2003) en dimethenamide-P, dat met restricties is toegestaan in grondwaterbeschermingsgebieden. De moederstof dimethenamide-P wordt voornamelijk op mais en bieten toegepast en is 12 keer in het VEWM gedetecteerd (zie Tabel 5-1).

In het VEWM is dimethenamide-ESA het vaakst is aangetroffen, namelijk in ruim 38% van de waarnemingen (Tabel 5-1), en verspreid over 45 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). In ruim 6% van de waarnemingen en uitsluitend onder landbouw overschreed dimethenamide-ESA de norm (Tabel 5-2). Toch is de concentratieverdeling van dit niet-relevante metaboliet niet significant verschillend voor landbouw en oevergrondwater (beide A, Figuur 5-2). Wel is de concentratieverdeling onder stedelijk gebied significant lager (B in Figuur 5-2) dan onder landbouw en oevergrondwater). Dit komt overeen met de landbouwkundige toepassing van dimethenamide-P.

Het aantal detecties (Tabel 5-1) en normoverschrijdingen (Tabel 5-2) voor dimethenamide-ESA is vergelijkbaar voor de verschillende redoxzones. Ook de concentratieverdeling is niet significant verschillend voor de drie redoxzones waarvoor toetsing mogelijk was (Figuur 5-2).



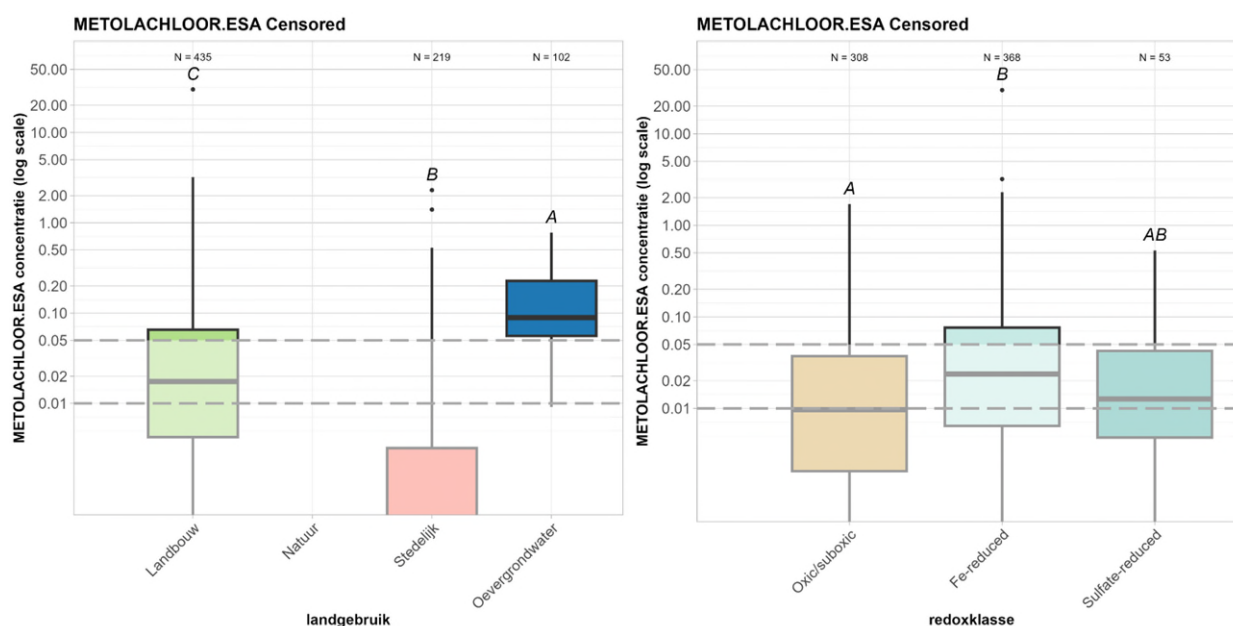
Figuur 5-2: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van dimethenamide-ESA over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 5.3.2 Metolachloor-ESA

Metolachloor-ESA is één van de stabiele metabolieten van het herbicide metolachloor, dat sinds 2024 niet meer gebruikt mag worden. De niet-relevant verklaring voor deze metabolieten komt te vervallen, waardoor ze in de toekomst getoetst moeten worden aan de strengere norm van  $0,1 \mu\text{g/l}$ . Metolachloor kende een brede toepassing in de landbouw, o.a. voor mais en akkerbouw, en daarbuiten, o.a. voor onderhoud van bermen en in de bosbouw.

In het VEWM is metolachloor-ESA gedetecteerd in ruim 37% van de waarnemingen (Tabel 5-1), en verspreid over 48 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). In ruim 17% van de waarnemingen, vooral in oevergrondwater en in iets mindere mate onder landbouw, overschreed metolachloor-ESA de toekomstige norm voor relevante metabolieten (Tabel 5-3). Detecties en overschrijdingen onder stedelijk gebied zijn zeldzaam. Dit patroon is ook zichtbaar in de concentratieverdeling van metolachloor-ESA binnen de landgebruiksklassen (Figuur 5-3): de gemiddelde concentratie is significant hoger in oevergrondwater (A) dan onder landbouw (C), en significant hoger in landbouw (C) dan onder stedelijk (B).

Het aantal detecties (Tabel 5-1) en normoverschrijdingen (Tabel 5-2) voor metolachloor-ESA is vergelijkbaar voor de verschillende redoxzones. Toch is de gemiddelde concentratie in een ijzergereduceerd grondwater (B) significant hoger dan in oxidisch of suboxidisch grondwater (A). De gemiddelde concentratie in sulfaatgereduceerd grondwater (AB) is echter niet significant verschillend van beide andere redoxzones (Figuur 5-3).



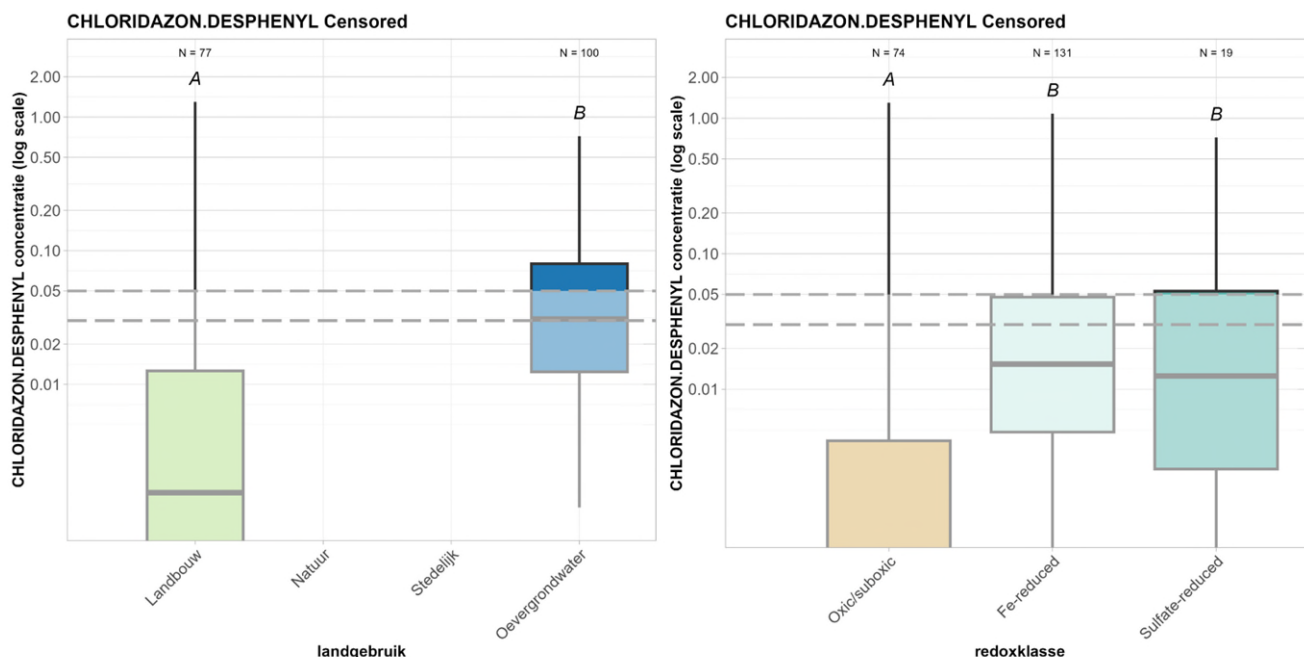
Figuur 5-3: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van metolachloor-ESA over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen de groepen significant verschillend zijn ( $\alpha=0,05$ ). De horizontale stippellijnen geven de spreiding van de rapportagegrens weer (5%, 50%- en 95%-percentiel, waarvan de laatste twee over elkaar heen liggen).

### 5.3.3 Chloridazon-desphenyl

Chloridazon-desphenyl is een van de stabiele metabolieten van het herbicide chloridazon, dat sinds 2020 niet meer is toegestaan. Het werd voornamelijk toegepast bij de teelt van suikerbieten, vollegrondsgroenten en bloembollen en in de boomteelt.

In het VEWM is chloridazon-desphenyl gedetecteerd in ruim 24% van de waarnemingen (Tabel 5-1), en verspreid over 16 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). De stof is vooral aangetroffen in oevergrondwater en in iets mindere mate onder landbouw. Onder stedelijk gebied is de stof slechts één keer aangetroffen. In slechts 0,8% van de waarnemingen, maar uitsluitend onder landbouw, overschreed chloridazon-desphenyl de norm voor niet-relevante metabolieten (Tabel 5-2). Dit patroon is ook zichtbaar in de concentratieverdeling van chloridazon-desphenyl binnen de landgebruiksklassen (Figuur 5-4): de gemiddelde concentratie is significant hoger in oevergrondwater (B) dan onder landbouw (A), terwijl onder stedelijk gebied de stof te weinig is gedetecteerd om een concentratieverdeling voor af te leiden (niet geplote).

Chloridazon-desphenyl is vaker gedetecteerd in gereduceerd grondwater, dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 5-1). De twee normoverschrijdingen vonden plaats in oxisch grondwater en ijzergereduceerd grondwater (Tabel 5-2). Toch is de gemiddelde concentratie in een ijzer- of sulfaatgereduceerd grondwater (B) significant hoger dan in oxisch of suboxisch grondwater (A). De gemiddelde concentratie in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B) is echter niet significant verschillend (Figuur 5-4).



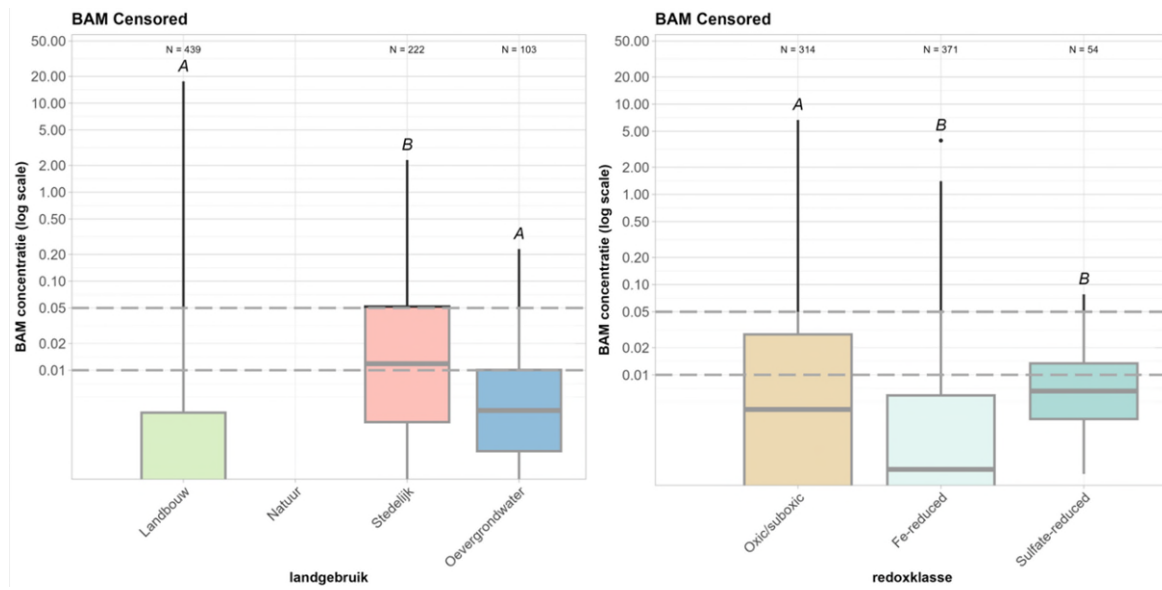
Figuur 5-4: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van chloridazon-desphenyl over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 5.3.4 BAM

BAM is een metaboliet van zowel het herbicide dichlobenil (sinds 2008 verboden), als van het PFAS-fungicide fluopicolide dat nog steeds is toegestaan. Dichlobenil werd toegepast voor onkruidbestrijding in tuinen, wegbermen en andere infrastructuur en in boomgaarden voor het afdoden van de bodembedekking. BAM is een zeer persistente stof in grondwater, met gerapporteerde halfwaardetijden van honderden dagen tot geen meetbare afbraak.

In het VEWM is BAM gedetecteerd in ruim 18% van de waarnemingen (Tabel 5-1), en verspreid over 48 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). De stof is vooral aangetroffen onder stedelijk gebied en iets minder onder landbouw en nog minder vaak in oevergrondwater. In 2% van de waarnemingen, en in vergelijkbare mate onder stedelijk gebied als onder landbouw, overschreed BAM de norm voor niet-relevante metabolieten (Tabel 5-2). De concentratieverdeling van BAM binnen de landgebruiksklassen geeft een iets ander beeld (Figuur 5-5): de gemiddelde concentratie is significant hoger onder stedelijk gebied (B) dan onder landbouw en oevergrondwater, terwijl de gemiddelde concentratie onder landbouw en oevergrondwater niet significant verschillend is (beide A).

BAM is in vergelijkbare mate gedetecteerd in de onderscheiden redoxzones (Tabel 5-1). Ook de normoverschrijdingen van BAM geven geen duidelijke relatie met de redoxtoestand van het grondwater (Tabel 5-2). Toch is de gemiddelde concentratie in een ijzer- of sulfaatgereduceerd grondwater (B) significant hoger dan in oxidisch of suboxidisch grondwater (A). De gemiddelde concentratie in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B) is echter niet significant verschillend (Figuur 5-5).

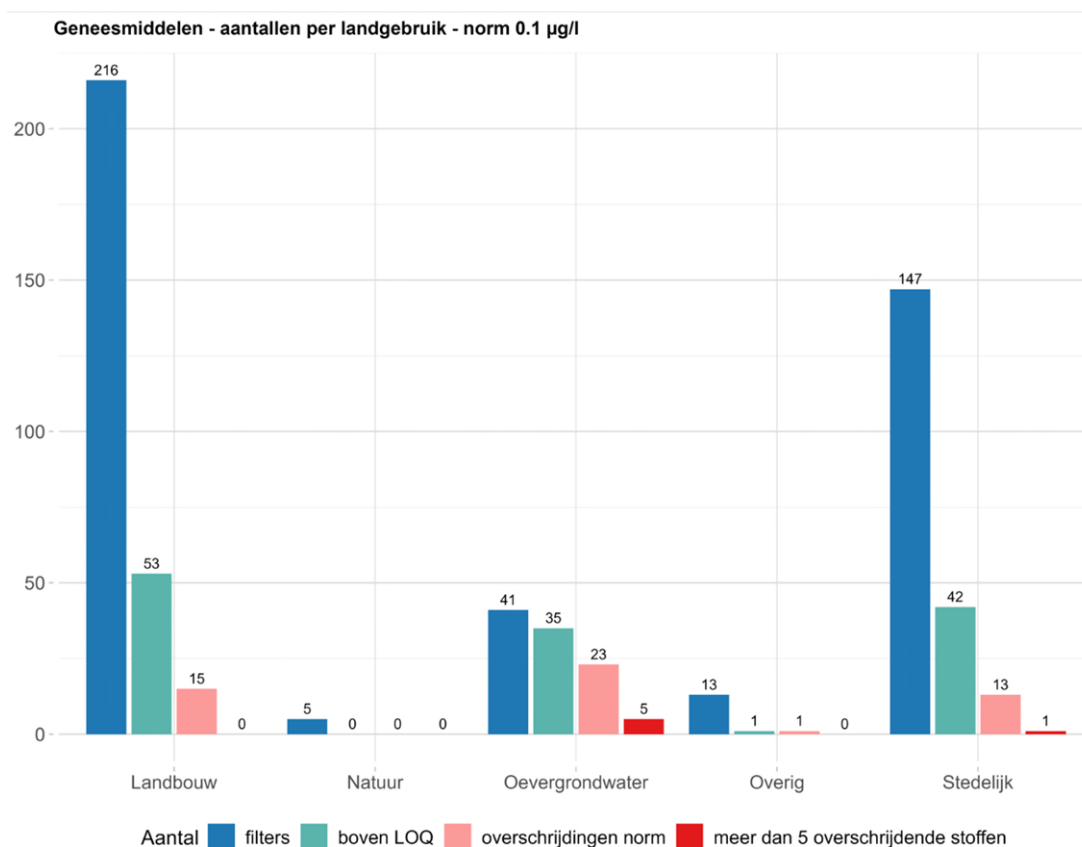


Figuur 5-5: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van chloridazon-desphenyl over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

## 6 Geneesmiddelen

### 6.1 Detecties

Figuur 6-1 geeft een overzicht van het aantal filters waarin geneesmiddelen zijn gemeten, gedetecteerd of de signaleringswaarde werd overschreden door minimaal één of minimaal vijf verschillende stoffen. Deze figuur laat zien dat het totaal aan detecties verdeeld is over 131 van de 422 (31%) filters waarin geneesmiddelen minimaal één keer zijn gemeten. Geneesmiddelen zijn vaker aangetroffen in oevergrondwater (85% van de filters, 35/41), dan onder stedelijk gebied (29%, 42/147) en landbouw (25%, 53/216). In oevergrondwater zijn ook vaker (56% van de filters, 23/41) overschrijdingen van de signaleringswaarde aangetroffen, dan onder stedelijk gebied (9%, 13/147) en landbouw (7%, 15/216). Onder natuur zijn geneesmiddelen niet aangetroffen, maar dit betrof vanuit het ontwerp van het meetnet maar een zeer beperkte steekproef van zes filters.



Figuur 6-1: Aantal filters per landgebruiksklassen waarvoor geneesmiddelen zijn geanalyseerd, zijn waargenomen of de signaleringswaarde overschreden.

Tabel 6-1 zijn de detecties van individuele stoffen samengevat voor de onderscheiden vier landgebruiksklassen en vijf redoxklassen. De kleuren representeren de klassen met verschillende percentages detecties (zie legenda onder de figuur). Deze tabel laat zien dat zes stoffen in meer dan 10% van de filters zijn aangetroffen. 4formylaminoanti, ook wel bekend als “Metamizole EP Impurity A”, is met 22,1% detecties het vaakst aangetroffen. Deze stof kent geen medische toepassing, maar is een metaboliet van de pijnstiller metamizole die vooral als diergeneesmiddel (paarden, runderen, varkens en honden) wordt toegepast. Carbamazepine (17,2% detecties) is een anti-epileptica, met als metaboliet trans1011dihydro (12,7% detecties). Gabapentin (16,6% detecties) is zowel een anti-epileptica als een neuropathische-pijnremmer, met als metaboliet gabapentinlactam (13,9% detecties). De vijfde meest

gedetecteerde stof, candesartan (11,6% detecties), is een bloeddrukverlager en wordt ingezet bij de behandeling van hartfalen.

Deze tabel laat daarnaast zien dat alle geneesmiddelen, met uitzondering van clopidol (1,6% detecties), vaker zijn aangetroffen onder oevergrondwater dan onder landbouw en stedelijk gebied. Clopidol is diergeneesmiddel, dat in de pluimveehouderij aan het voer wordt toegevoegd ter bestrijding van parasieten. Daarnaast valt op dat de vier meest voorkomende stoffen die hierboven zijn genoemd, vaker zijn aangetroffen onder landbouw dan onder stedelijk gebied.

Onder de aangetroffen geneesmiddelen, zijn er zeven die (primair) als diergeneesmiddel worden toegepast of daaraan zijn gerelateerd. Dit zijn 4formylaminoant (veehouderij en huisdieren), phenazone (honden en paarden), sotalol (honden), sulfapyridine (honden, katten en paarden), clopidol (pluimvee), sulfamethoxazol (veehouderij en huisdieren). Van deze stoffen is alleen 4formylaminoant relatief vaker onder landbouw dan onder stedelijk gebied aangetroffen. Phenazone, sotalol en sulfapyridine zijn juist relatief vaker onder stedelijk gebied dan onder landbouw aangetroffen. Clopidol en sulfamethoxazol zijn even vaak onder stedelijk gebied als onder landbouw aangetroffen. Merk op dat al deze stoffen, met uitzondering van clopidol preferent onder oevergrondwater zijn aangetroffen, en dat diergeneesmiddelen alleen in de Provincie Gelderland zijn gemeten.

Tabel 6-1 laat tevens zien dat alle geneesmiddelen, wederom met uitzondering van clopidol en sulfamethoxazol, preferent zijn aangetroffen in gereduceerd grondwater. Wij vermoeden dat dit samenhangt met het gereduceerde karakter van het water waarin geneesmiddelen zich normaal gesproken bevinden, namelijk als gevolg van passage van de organisch rijke onderwaterbodem bij oevergrondwater (zie ook Tabel 2-3), dan wel als gevolg van lekkende riolen in stedelijk gebied. Met andere woorden: de emissie vindt preferent plaats via gereduceerd water, zodat geneesmiddelen mogelijk minder frequent zijn aangetroffen in oxisch- of suboxisch grondwater. Zonder aanvullende informatie blijft dit voorlopige nog wel een niet-onderbouwde hypothese. Van sulfamethoxazol is wel bekend dat het onder denitrificerende omstandigheden wordt afgebroken (Heberer et al. 2018) wat de preferentie in oxisch/suboxisch water bevestigt; het diergeneesmiddel werd eerder in Nederland in diep en oud water aangetroffen (Kivits et al., 2018).

Tabel 6-1: Detecties en detectiepercentages voor individuele geneesmiddelen, geassocieerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Stoffen met detectiepercentages tussen 0,5 en 1,0 zijn opgenomen in bijlage IV.III. Geneesmiddelen werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

Geneesmiddelen detecties																
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oevergrondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
4FORMYLAMINOANTI	1672-58-8	0.01	0.01	0.02	453	100	22.1	32	0	16	52	8	4	1	74	13
CARBAMAZEPINE	298-46-4	0.01	0.01	0.01	616	106	17.2	20	0	10	76	13	5	2	77	9
GABAPENTIN	60142-96-3	0.01	0.01	0.01	616	102	16.6	23	0	8	71	7	3	0	77	15
GABAPENTINLACTAM	64744-50-9	0.01	0.01	0.01	605	84	13.9	21	0	4	59	3	4	0	64	13
TRANS1011DIHYDRO	58955-93-4	0.01	0.03	0.03	616	78	12.7	9	0	6	63	3	1	0	65	9
CANDESARTAN	139481-59-7	0.02	0.02	0.02	353	41	11.6	15	0	2	24	7	1	0	31	2
PHENAZONE	60-80-0	0.01	0.01	0.01	616	51	8.3	9	0	13	29	3	2	0	43	3
N-ACETYL4AMINOANTIP	83-15-8	0.01	0.01	0.01	353	25	7.1	8	0	2	15	3	1	0	20	1
IRBESATAN	138402-11-6	0.01	0.01	0.01	605	25	4.1	5	0	1	19	2	0	0	18	5
SOTALOL	3930-20-9	0.01	0.02	0.02	616	22	3.6	2	0	3	17	2	0	0	16	4
VALSARTAN	137862-53-4	0.01	0.02	0.02	616	21	3.4	1	0	2	18	1	0	0	18	2
METOPROLOL	51384-51-1	0.01	0.01	0.01	616	19	3.1	1	0	5	13	4	0	3	9	3
IOPAMIDOL	62883-00-5	0.03	0.1	0.1	612	18	2.9	2	0	0	16	1	1	0	15	1
PRIMIDONE	125-33-7	0.01	0.1	0.1	613	16	2.6	0	0	3	13	0	1	0	14	1
SULFAPYRIDINE	144-83-2	0.01	0.02	0.02	623	16	2.6	1	0	3	12	0	0	0	16	0
AMINOANTIPYRINE-4	83-07-8	0.05	0.05	0.05	616	11	1.8	1	0	1	9	0	0	0	11	0
CLOPIDOL	2971-90-6	0.01	0.02	0.02	615	10	1.6	4	0	6	0	6	0	0	4	0
DICLOFENAC	15307-86-5	0.01	0.02	0.02	616	10	1.6	1	0	2	7	0	0	1	9	0
AMANTADINE	665-66-7	0.01	0.02	0.02	616	9	1.5	0	0	2	7	1	0	0	8	0
PROPYLPHENAZONE	479-92-5	0.01	0.01	0.01	616	9	1.5	1	0	5	3	0	0	0	9	0
SULFAMETHOXAZOL	723-46-6	0.01	0.02	0.02	622	8	1.3	2	0	2	4	5	0	0	3	0
IOMEPROL	78649-41-9	0.03	0.1	0.1	612	7	1.1	0	0	0	7	0	1	0	5	1

Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

## 6.2 Overschrijdingen

Over het hele VEWM gezien, hebben 25 geneesmiddelen de signaleringswaarde van 0,1 µg/l één of meerdere keren overschreden; zes stoffen overschreden minimaal vijf keer (in meerdere filters of meerdere momenten) de norm (Tabel 6-2). In totaal gaat het om 67 van de 459 (15%) filters (Figuur 6-1). Dit betreft in 29% van de filters in oevergrondwater, in 17% van de filters onder landbouw, in 9% van de filters onder stedelijk gebied en in geen enkel filter onder natuur (alleen in de Provincie Utrecht gemeten). Geen enkel geneesmiddel overschreed in meer dan 10% van de waarnemingen de signaleringswaarde.

Van de geneesmiddelen overschrijdt 4formylaminoanti met 7,5% van de waarnemingen het vaakst de signaleringswaarde, vooral in oevergrondwater. Overeenkomend met het patroon in detecties zijn overschrijdingen het vaakst aangetroffen onder oevergrondwater en in ijzergereduceerd water. Opvallend is dat carbamazepine slechts sporadisch (in 0,3% van de waarnemingen) de signaleringswaarde overschrijdt, terwijl dit anti-epileptica relatief vaak was aangetroffen. Als gevolg van de hoge rapportagegrens van 0,1 µg/l voor cafeïne, kon deze stof alleen in concentraties boven de signaleringswaarde worden waargenomen. Om deze reden staat cafeïne hoog op de lijst van overschrijdingen.

Tabel 6-2: Aantal en relatief aandeel overschrijdingen van de signaleringswaarde voor geneesmiddelen (0,1 µg/l) voor de twee meetrondes van het VEWM. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen

Geneesmiddelen overschrijdingen, norm 0,1 µg/l																
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> norm	% > norm	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
4FORMYLAMINOANTI	1672-58-8	0.01	0.01	0.02	453	34	7.5	5	0	6	23	3	2	0	28	1
GABAPENTIN	60142-96-3	0.01	0.01	0.01	616	24	3.9	0	0	1	23	0	0	0	24	0
TRANS1011DIHYDRO	58955-93-4	0.01	0.03	0.03	616	17	2.8	0	0	2	15	0	0	0	17	0
CANDESARTAN	139481-59-7	0.02	0.02	0.02	353	9	2.5	3	0	1	5	1	0	0	7	1
COFFEINE	58-08-2	0.1	0.1	0.1	616	6	1.0	3	0	1	1	3	0	0	3	0
CLOPIDOL	2971-90-6	0.01	0.02	0.02	615	5	0.8	3	0	2	0	3	0	0	2	0
IOPAMIDOL	62883-00-5	0.03	0.1	0.1	612	5	0.8	1	0	0	4	0	0	0	5	0
GABAPENTINLACTAM	64744-50-9	0.01	0.01	0.01	605	4	0.7	1	0	0	3	0	0	0	4	0
PHENAZONE	60-80-0	0.01	0.01	0.01	616	4	0.6	0	0	4	0	0	0	0	4	0
PIPAMPERONE	2448-68-2	0.02	0.1	0.1	522	3	0.6	1	0	2	0	1	0	0	2	0
IOMEPROL	78649-41-9	0.03	0.1	0.1	612	3	0.5	0	0	0	3	0	0	0	3	0
SOTALOL	3930-20-9	0.01	0.02	0.02	616	3	0.5	0	0	3	0	2	0	0	1	0
VALSARTAN	137862-53-4	0.01	0.02	0.02	616	3	0.5	0	0	0	3	0	0	0	3	0
CARBAMAZEPINE	298-46-4	0.01	0.01	0.01	616	2	0.3	0	0	1	1	0	0	0	2	0
CIPROFLOXACIN	85721-33-1	0.02	0.1	0.1	592	2	0.3	1	0	0	1	1	0	0	1	0
IOPROMIDE	73334-07-3	0.03	0.1	0.1	615	2	0.3	0	0	0	2	0	0	0	1	1
N-ACETYL4AMINOANTIP	83-15-8	0.01	0.01	0.01	353	1	0.3	1	0	0	0	0	0	0	1	0
IOHEXOL	66108-95-0	0.03	0.1	0.1	612	1	0.2	0	0	0	1	0	0	0	1	0
IRBESATAN	138402-11-6	0.01	0.01	0.01	605	1	0.2	0	0	0	1	0	0	0	1	0
METOPROLOL	51384-51-1	0.01	0.01	0.01	616	1	0.2	0	0	1	0	0	0	1	0	0
PARACETAMOL	103-90-2	0.01	0.05	0.05	616	1	0.2	1	0	0	0	0	0	0	1	0
SULFADIAZINE	68-35-9	0.01	0.02	0.02	623	1	0.2	0	0	0	1	0	0	0	0	1
SULFAMETHAZINE	57-68-1	0.02	0.05	0.05	623	1	0.2	1	0	0	0	0	0	0	1	0
TOLBUTAMIDE	64-77-7	0.02	0.02	0.02	438	1	0.2	1	0	0	0	1	0	0	0	0
TRIMETHOPRIM	738-70-5	0.01	0.02	0.02	623	1	0.2	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Percentage overschrijding: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

opgesplitst naar redoxklasse.

### 6.3 Concentratiebereik van vijf typische stoffen

Voor vijf gedetecteerde geneesmiddelen is het concentratiebereik binnen landgebruiks- en redoxklassen gevisualiseerd met behulp van boxplots (zie Figuur 6-2 tot en met 6-6). In de boxplots is de statistische verdeling van de ongecensureerde data (dus metingen boven de rapportagegrens) gebruikt om de verdeling onder de rapportagegrenzen te schatten (zie paragraaf 2.6). Het gedeelte van elke boxplot onder de hoogste rapportagegrens van de betreffende stof is versluierd weergegeven.

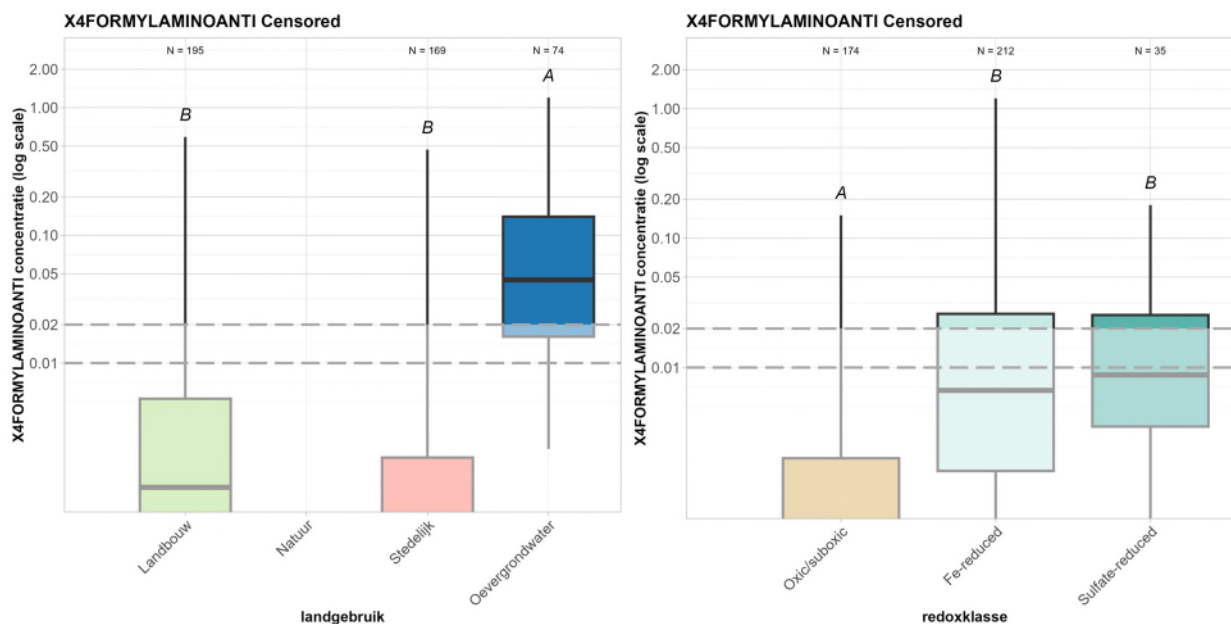
#### 6.3.1 4Formylaminoanti

4Formylaminoanti wordt gebruikt in de farmaceutische industrie en het is een metaboliet van de pijnstiller metamizole die wordt ingezet voor bestrijding van ernstige pijn of als koortsremmend middel. Metamizole wordt vooral als diergeneesmiddel (paarden, runderen, varkens en honden) toegepast. Toepassingen voor menselijk gebruik zijn beperkt en alleen na tussenkomst van een medisch specialisten van ziekenhuizen.

In het VEWM is 4formylaminoanti gedetecteerd in ruim 22% van de waarnemingen (Tabel 6-1), en verspreid over 22 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). De stof is vooral aangetroffen in oevergrondwater en in iets mindere mate onder landbouw en nog minder vaak onder stedelijk gebied. In ruim 7% van de waarnemingen, en vooral in oevergrondwater en in vergelijkbare mate onder stedelijk gebied als onder landbouw, overschreed 4formylaminoanti de signaleringswaarde (Tabel 6-2). De concentratieverdeling van 4formylaminoanti bevestigt dat deze stof vooral hoge concentraties bereikt onder oevergrondwater (Figuur 6-2): de gemiddelde concentratie is

significant hoger onder oevergrondwater (A) dan onder landbouw en stedelijk gebied, die onderling niet significant verschillend zijn (beide B).

4Formylaminoanti is vaker gedetecteerd in mangaan-, ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater, dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 6-1). Normoverschrijdingen vertonen een soortgelijk patroon (Tabel 6-2). Statistische toetsing geeft aan dat de gemiddelde concentratie in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (B) significant hoger is dan in oxisch of suboxisch grondwater (A). De gemiddelde concentraties in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B) zijn niet significant verschillend (Figuur 6-2).



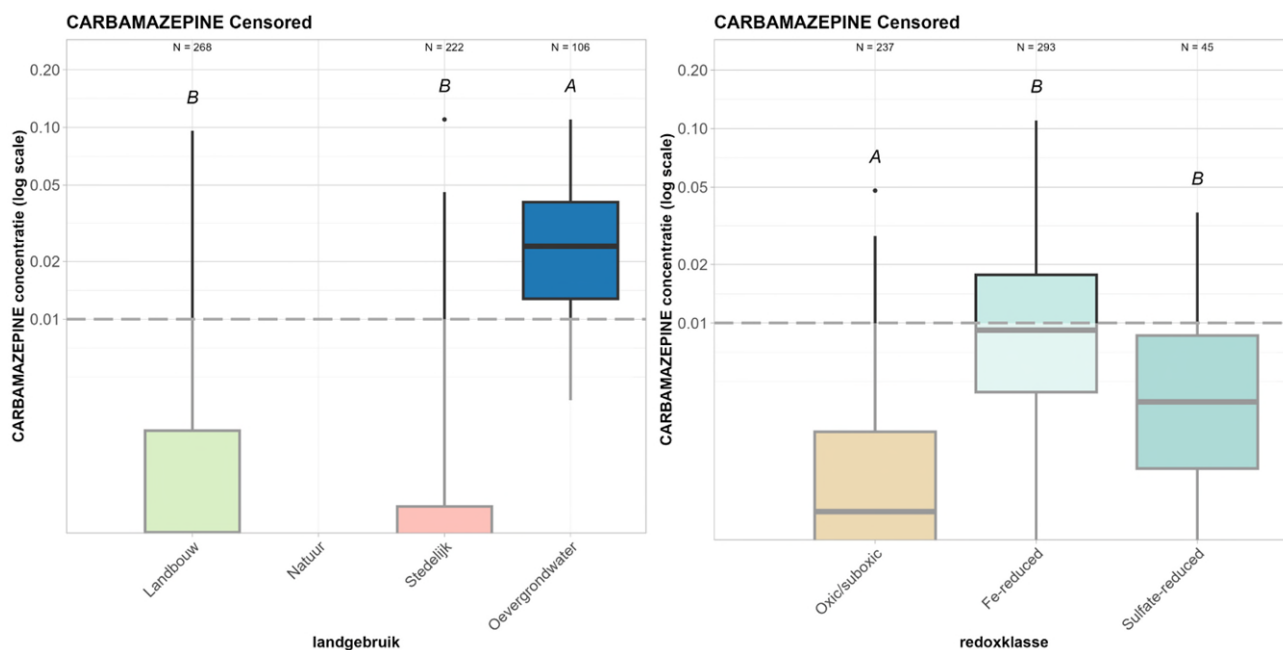
Figuur 6-2: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van 4formylaminoanti over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 6.3.2 Carbamazepine

Carbamazepine is een anti-epilepticum dat ook wel wordt voorgeschreven bij bipolaire stoornissen, alcoholontwenning en diabetes insipidus (een nieraandoening). Het medicijn is geïntroduceerd in 1962 en kan door huisartsen voorgeschreven worden. Carbamazepine bereikt via het riool het oppervlaktewater, en wordt daarin veelvuldig aangetroffen.

In het VEWM is carbamazepine gedetecteerd in ruim 17% van de waarnemingen (Tabel 6-1), en verspreid over 23 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). De stof is vooral aangetroffen in oevergrondwater en in iets mindere mate onder landbouw en nog minder vaak onder stedelijk gebied. In slechts twee (0,3%) waarnemingen werd de signaleringswaarde overschreden, één keer onder stedelijk gebied en één keer in oevergrondwater (Tabel 6-2). De concentratieverdeling van carbamazepine binnen de onderscheiden landgebruiksklassen (Figuur 6-3) geeft aan dat de gemiddelde concentratie onder oevergrondwater (A) significant hoger is dan de gemiddelde concentratie onder landbouw en stedelijk gebied, die onderling niet significant verschillend zijn (beide B).

Carbamazepine is vaker gedetecteerd in mangaan- en ijzergereduceerd grondwater, dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 6-1). De twee normoverschrijdingen betreffen beide ijzergereduceerd grondwater (Tabel 6-2). Statistische toetsing geeft aan dat de gemiddelde concentratie in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B) significant hoger is dan in oxisch of suboxisch grondwater (A). De gemiddelde concentraties in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B) zijn niet significant verschillend (Figuur 6-3).



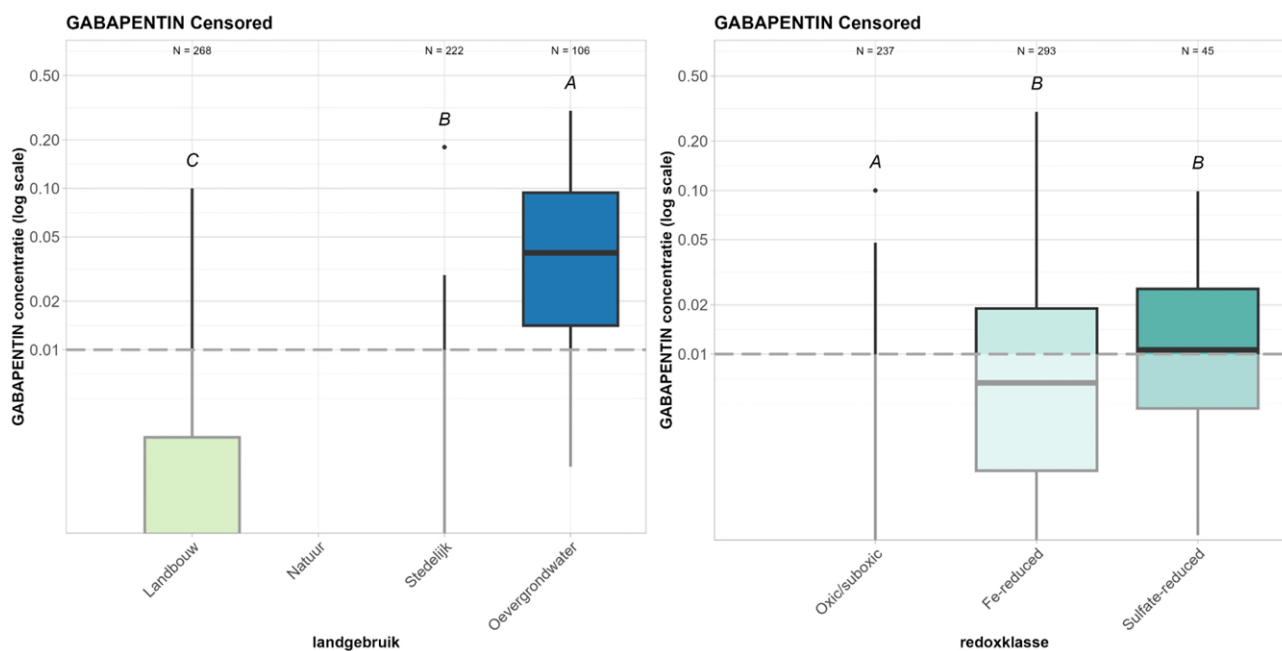
Figuur 6-3: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van carbamazepine over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen de groepen significant verschillend zijn ( $\alpha=0,05$ ). De horizontale stippellijnen geven de spreiding van de rapportagegrens weer (5%-, 50%- en 95%-percentiel, waarvan de laatste twee over elkaar heen liggen).

### 6.3.3 Gabapentin

Gabapentin is zowel een anti-epilepticum als een neuropathische-pijnremmer en kan voorgeschreven worden door huisartsen, neurologen, pijnspecialisten en in specifieke gevallen (o.a. bij angststoornissen) door psychiaters. Het medicijn werd al in de jaren 1970 gesynthetiseerd, maar was pas sinds 1994 als medicijn beschikbaar.

In het VEWM is gabapentin gedetecteerd in ruim 16% van de waarnemingen (Tabel 6-1), en verspreid over 21 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). De stof is vooral aangetroffen in oevergrondwater en in iets mindere mate onder landbouw en nog minder vaak onder stedelijk gebied. In 3,9% van de waarnemingen, en vrijwel uitsluitend in oevergrondwater, werd de signaleringswaarde overschreden (Tabel 6-2). De concentratieverdeling van gabapentin binnen de onderscheiden landgebruiksklassen (Figuur 6-4) geeft aan dat de gemiddelde concentratie onder oevergrondwater (A) significant hoger is dan de gemiddelde concentratie onder stedelijk gebied, en dat de gemiddelde concentratie onder stedelijk gebied (B) weer significant hoger is dan die onder landbouw (C).

Gabapentin is vaker gedetecteerd in gereduceerd grondwater, dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 6-1). De signaleringswaarde werd uitsluitend in ijzgereduceerd grondwater overschreden (Tabel 6-2). Statistische toetsing geeft aan dat de gemiddelde concentratie in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (B) significant hoger is dan in oxisch of suboxisch grondwater (A). De gemiddelde concentraties in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B) zijn niet significant verschillend (Figuur 6-4).



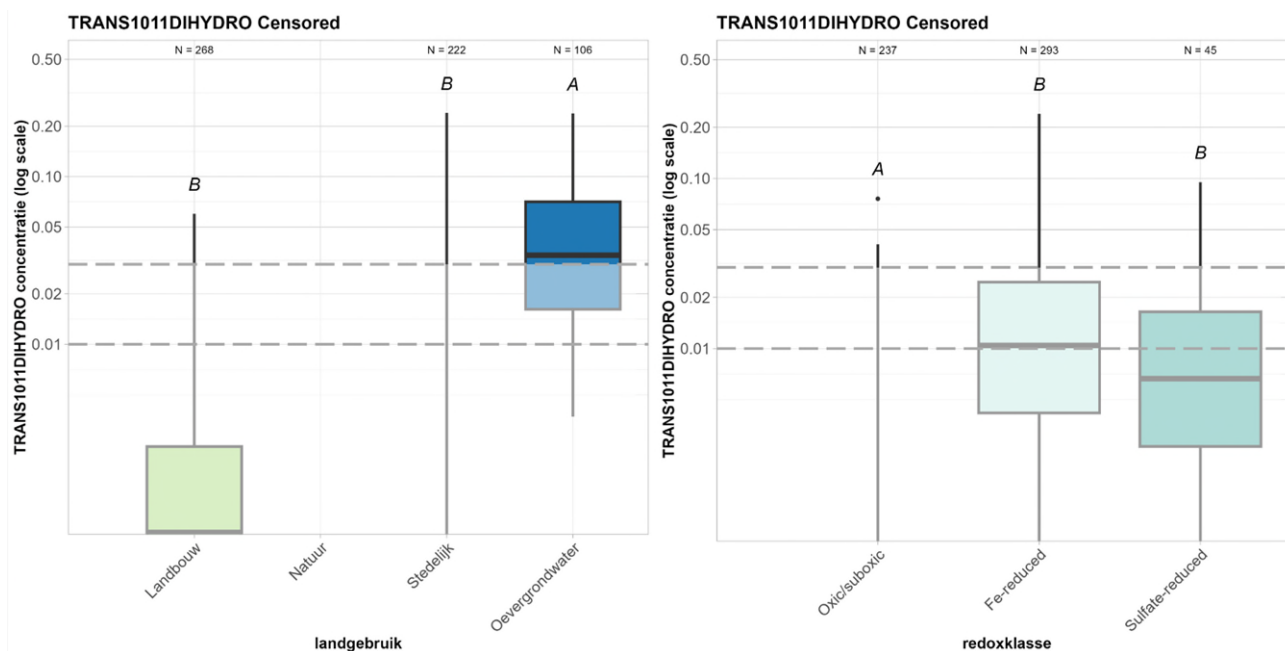
Figuur 6-4: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van simazine-2hydroxy over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 6.3.4 Trans1011hydro

Trans1011hydro is een metaboliet van het anti-epilepticum carbamazepine. Het medicijn wordt ook gebruikt bij de behandeling van bipolaire stoornissen, alcoholontwenning en diabetes insipidus (een nieraandoening). Het medicijn is geïntroduceerd in 1962 en kan door huisartsen voorgeschreven worden. Carbamazepine bereikt via het riool het oppervlaktewater, en wordt daarin veelvuldig aangetroffen. In het VEWM is carbamazepine alleen in gereduceerd grondwater aangetroffen (zie paragraaf 6.3.2).

In het VEWM is trans1011hydro gedetecteerd in ruim 12% van de waarnemingen (Tabel 6-1), en verspreid over 17 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). De stof is vooral aangetroffen in oevergrondwater en in iets mindere mate onder landbouw en stedelijk gebied. In 2,8% van de waarnemingen, en vrijwel uitsluitend in oevergrondwater, werd de signaleringswaarde overschreden (Tabel 6-2). De concentratieverdeling van trans1011hydro binnen de onderscheiden landgebruiksklassen (Figuur 6-5) geeft aan dat de gemiddelde concentratie onder oevergrondwater (A) significant hoger is dan de gemiddelde concentratie onder stedelijk gebied en landbouw, terwijl de gemiddelde concentratie onder deze laatste twee landgebruiksklassen niet significant verschillend is (beide A).

Trans1011hydro is vaker gedetecteerd in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater, dan in mangaangereduceerd en oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 6-1). De signaleringswaarde werd uitsluitend in ijzergereduceerd grondwater overschreden (Tabel 6-2). Statistische toetsing geeft aan dat de gemiddelde concentratie in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (B) significant hoger is dan in oxisch of suboxisch grondwater (A). De gemiddelde concentraties in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B) zijn niet significant verschillend (Figuur 6-5).



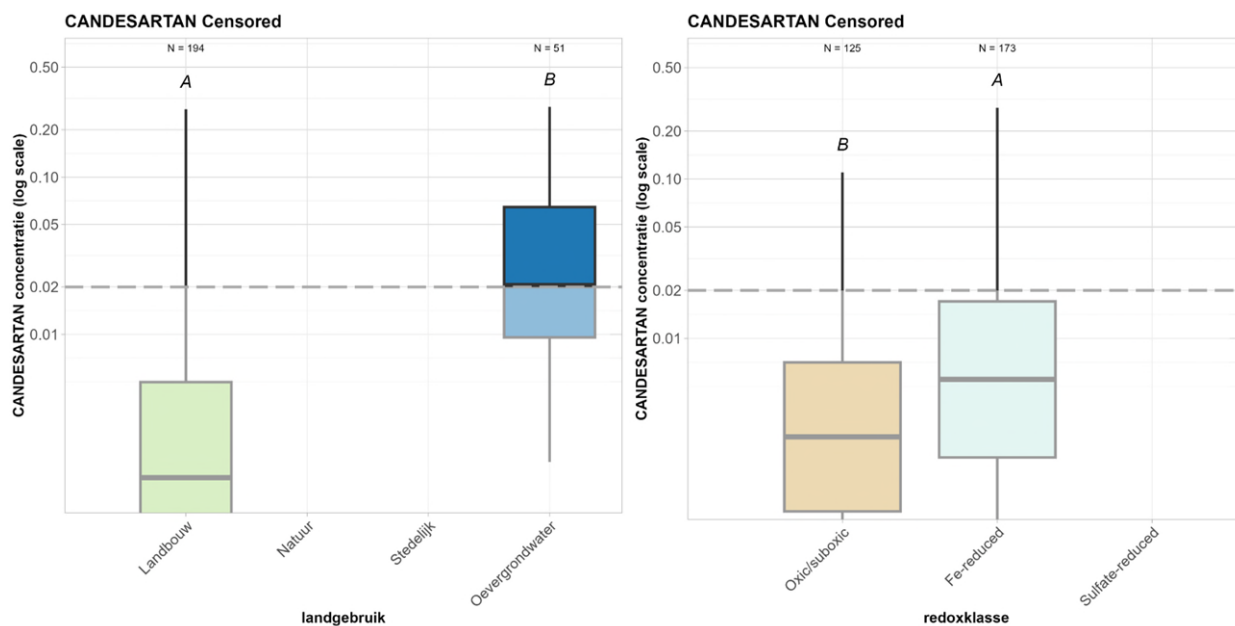
Figuur 6-5: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van trans1011hydro over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 6.3.5 Candesartan

Candesartan is een bloeddrukverlager die wordt ingezet bij de behandeling van hartfalen. Het medicijn is sinds 1997 beschikbaar op de Europese markt. Candesartan kan door huisartsen, cardiologen, internisten en (beperkt) door kinderartsen worden voorgeschreven.

In het VEWM is candesartan gedetecteerd in ruim 11% van de waarnemingen (Tabel 6-1), en verspreid over 15 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage III.IV). De stof is vooral aangetroffen in oevergrondwater en in iets mindere mate onder landbouw en nog minder vaak onder stedelijk gebied. In 2,5% van de waarnemingen, en preferent in oevergrondwater, werd de signaleringswaarde overschreden (Tabel 6-2). De concentratieverdeling van candesartan binnen de onderscheiden landgebruiksklassen (Figuur 6-6) geeft aan dat de gemiddelde concentratie onder oevergrondwater (A) significant hoger is dan de gemiddelde concentratie onder landbouw (B). Het aantal detecties onder stedelijk gebied was te laag om een concentratieverdeling af te kunnen leiden.

Candesartan is vaker gedetecteerd in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater, dan in mangaangereduceerd en oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 6-1). De signaleringswaarde werd hoofdzakelijk in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater overschreden (Tabel 6-2). Statistische toetsing geeft aan dat de gemiddelde concentratie in ijzergereduceerd grondwater (A) significant hoger is dan in oxisch of suboxisch grondwater (B). Het aantal detecties in sulfaatgereduceerd grondwater was te laag om een concentratieverdeling af te kunnen leiden (Figuur 6-6).

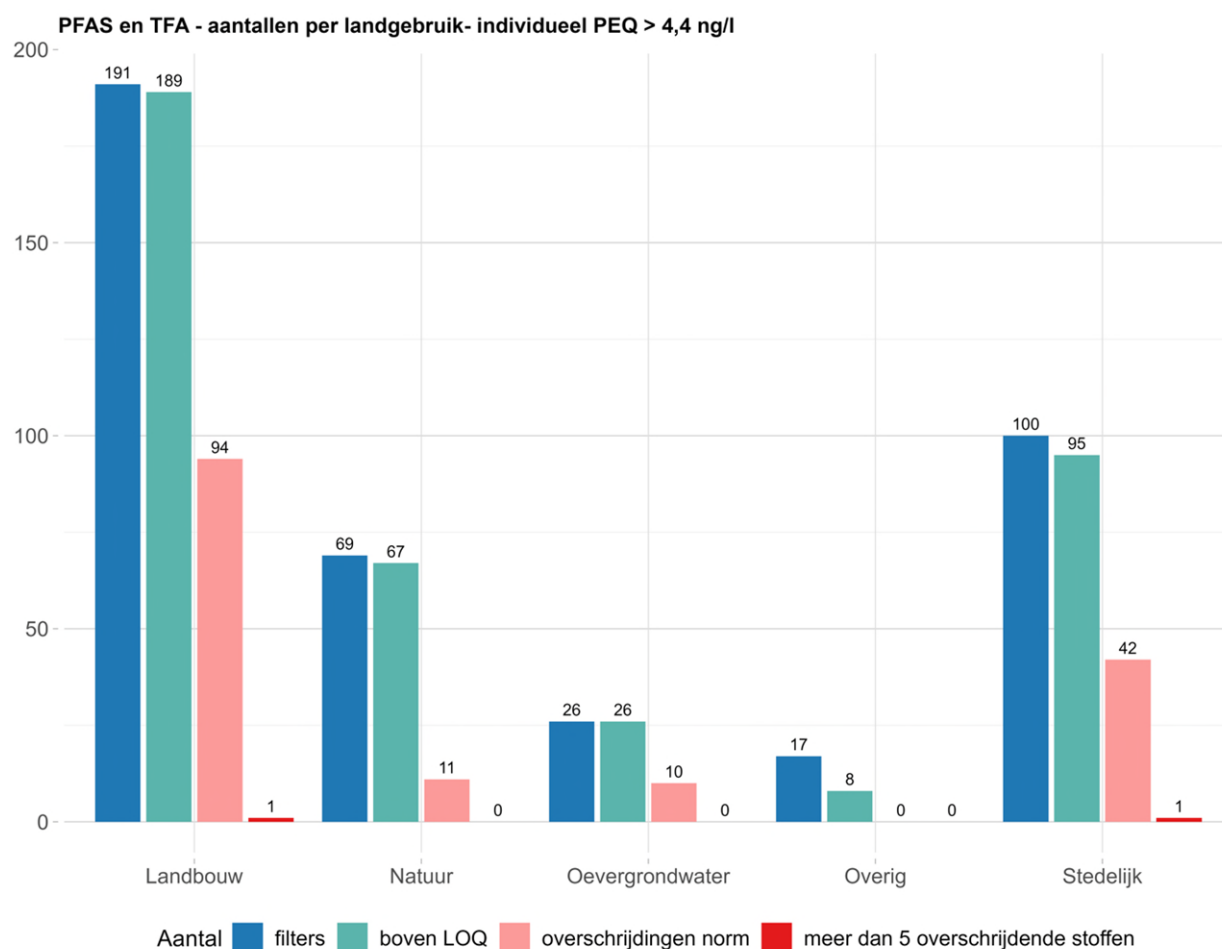


Figuur 6-6: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van candesartan over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

## 7 PFAS en TFA

### 7.1 Detecties

Tabel 7-1 geeft een overzicht van de detecties van PFAS en TFA. Om normtoetsing voor PFAS en TFA uit te kunnen voeren zijn gezien de steeds strenger wordende normen voor PFAS ook de rapportagegrenzen voor PFAS en TFA mettertijd steeds lager geworden. In de nieuwste meetrondes voor veel stoffen onder de 1 of 0,5 ng/l (zie Figuur 7-2). Met die lage rapportagegrenzen is het percentage detecties, zeker voor de PFAS met korte ketens en laagmoleculair volume, zeer hoog in vergelijking tot de meeste andere onderzochte stoffen. In tegenstelling tot de andere stofgroepen zijn PFAS en TFA ook gemeten onder Natuur, waardoor een vergelijking met de andere landgebruiksklassen in dit hoofdstuk mogelijk is.



Figuur 7-1: Aantal filters per landgebruiksklassen waarvoor PFAS-componenten zijn geanalyseerd, zijn waargenomen of de signaleringswaarde overschreden.

Volgens Tabel 7-1 zijn maar liefst 16 PFAS-componenten in meer dan 10% van de filters aangetroffen, waarvan 5 componenten (vier met een carboxylgroep en één met een sulfongroep), in meer dan de helft van de filters. TFA is in vrijwel alle filters (96,8%) gedetecteerd, zonder onderscheid naar landgebruik of redoxklasse. Dit bevestigt het karakter van TFA als diffuse verontreiniging, en de grote mobiliteit en persistentie van TFA ongeacht het redoxmilieu. Tabel 7-1 laat daarnaast zien dat alle PFAS-componenten, met uitzondering van TFA, veel vaker onder oevergrondwater, landbouw of stedelijk gebied zijn aangetroffen dan onder natuur. Dit suggereert dat naast een eventuele diffuse belasting als gevolg van atmosferische depositie, aanvullende emissies plaatsvinden die gerelateerd zijn aan het landgebruik (lokaal) of infiltrerend oppervlaktewater (in het achterliggende stroomgebied).

Een aantal PFAS-componenten, waaronder PFBA, PFHPA en PFHXS, zijn (iets) vaker aangetroffen in oevergrondwater ten opzichte van stedelijk gebied en landbouw. PFOA is in vergelijkbare mate aangetroffen onder stedelijk gebied en in oevergrondwater, en minder vaak onder landbouw, terwijl de vertakte PFOA vaker onder landbouw is aangetroffen.

Kijken we naar patronen in het voorkomen van PFAS-componenten in relatie tot het redoxmilieu, dan laat Tabel 7-1 zien dat alle PFAS-componenten, met uitzondering van TFA, meer preferent zijn aangetroffen in gereduceerd grondwater (mangaan-gereduceerd tot en met sulfaatgereduceerd), dan in oxisch/suboxisch grondwater. Dit patroon is het duidelijkst zichtbaar voor PFOA en PFBA, en hangt waarschijnlijk samen met het sorptiegedrag van PFAS. Door de combinatie van hydrofobe en hydrofiële eigenschappen, neigen veel PFAS-componenten om zich op het lucht-watergrensvlak in onverzadigde zones te bevinden. Door de dikke onverzadigde zones op de stuwwallen leidt dit er toe dat PFAS zich in de bodems ophopen en geleidelijk naar het onderliggende oxische grondwater uitspoelen. Mogelijk zijn PFAS-componenten hierdoor minder frequent in oxisch en suboxisch grondwater aangetroffen. Een aanvullende mogelijke verklaring voor dit patroon is dat veel PFAS-componenten al in een zwakzuur milieu positief geladen zijn, en daardoor goed binden aan ijzerhydroxiden en organisch materiaal. Deze combinatie van factoren (een zwakzuur milieu en aanwezigheid van ijzerhydroxiden) is ook kenmerkend voor stuwwallen. Van TFA is bekend dat sorptie geen invloed heeft op het transport door bodems en ondergrond, waardoor bovengenoemde mechanismen niet voor TFA spelen, en TFA over elke redoxklasse even frequent is aangetroffen.

Tabel 7-1: Detecties en detectiepercentages voor individuele PFAS en TFA, geassocieerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Stoffen met detectiepercentages tussen 0,5 en 1,0 zijn opgenomen in bijlage V.III. PFAS en TFA werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

PFAS en TFA detecties																
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oevergrondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
TFA	76-05-1	0.1	0.1	0.1	411	398	96.8	204	69	95	26	191	8	18	155	26
PFOA	335-67-1	0.5	0.5	0.5	417	271	65.0	144	26	75	24	103	6	14	123	25
PFBA	375-22-4	2.0	2.0	2.0	415	245	59.0	131	21	67	25	77	7	13	123	25
PFHPA	375-85-9	0.2	0.2	0.5	417	233	55.9	126	20	65	22	82	4	12	114	21
PFHXS	355-46-4	0.2	0.2	0.2	417	223	53.5	119	18	63	23	95	6	13	91	18
PFBS	375-73-5	2.0	2.0	2.0	417	206	49.4	108	11	69	18	78	7	8	97	16
PFOA-VERTAKT	NVT	0.5	0.5	0.5	413	193	46.7	108	13	56	16	77	6	12	82	16
PFHXA	307-24-4	1.0	1.0	1.0	417	170	40.8	82	14	54	20	53	6	10	83	18
PFPEP	2706-91-4	0.2	0.2	0.2	417	154	36.9	80	9	55	10	70	5	8	62	9
PFPEA	2706-90-3	1.0	1.0	1.0	417	138	33.1	63	7	47	21	39	5	5	73	16
PFOS-VERTAKT	NVT	0.5	0.5	0.5	413	105	25.4	51	4	32	18	23	3	6	58	15
PFOS	1763-23-1	0.2	0.2	0.2	417	100	24.0	41	9	30	20	26	2	6	52	14
PFHXS-VERTAKT	NVT	0.2	0.2	0.2	413	83	20.1	45	3	30	5	35	3	4	33	8
TFMS	1493-13-6	0.01	0.01	0.01	411	64	15.6	39	5	13	7	15	1	1	39	8
PFNA	375-95-1	0.2	0.2	0.5	417	48	11.5	25	3	11	9	8	1	0	28	11
GENX	13252-13-6	0.2	0.2	0.2	417	44	10.6	32	2	8	2	17	2	4	17	4
PFDA	335-76-2	0.3	0.3	0.3	417	12	2.9	5	1	3	3	2	1	0	7	2
PFHPS	375-92-8	0.2	0.2	0.2	417	10	2.4	3	2	4	1	2	0	1	5	2
FHXSA	41997-13-1	0.2	0.2	0.2	417	9	2.2	2	0	5	2	1	0	0	6	2
H4PFOS	27619-97-2	0.5	0.5	1.0	417	7	1.7	4	0	2	1	0	1	0	3	3

Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

## 7.2 Overschrijdingen

Voor PFAS is, net als voor andere opkomende stoffen (stoffen waarvoor nog geen wettelijke norm is) in de bronnen van drinkwater, de signaleringswaarde van 0,1 µg/l van toepassing. Deze signaleringswaarde is op dit moment echter niet scherp genoeg vanwege de indicatieve drinkwaterrichtwaarde van 4,4 ng/l PEQ (PFOA-equivalenten), die in de toekomst mogelijk als norm voor drinkwater gaat gelden. Daarom zijn in Tabel 7-2 de gemeten PFAS-concentraties vergeleken met deze somnorm. Omdat nog onduidelijk is of en wanneer TFA in deze toetsing meegenomen moet worden, is deze toetsing uitgevoerd voor alle PFAS-componenten waarvoor een potentiefactor bekend is (somPFASTFA), en voor alle PFAS-componenten excl. TFA (somPFAS PEQ). Tabel 7-2 laat zien dat overschrijdingen van deze norm in alle landgebruiksklassen voorkomt, met de hoogste percentages (>70%) onder oevergrondwater. Ook wordt deze norm vaker overschreden in gereduceerd water dan in oxisch water.

Tabel 7-2: Aantal en relatief aandeel normoverschrijdingen van de som PEQ norm van 4,4 ng/l voor de twee meetrondes van het VEWM. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen opgesplitst naar redoxklasse.

Som PEQ overschrijdingen, norm 4,4 ng/l

Stof	CAS	N	> norm	% > norm	Landgebruik				Redoxklasse				
					Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
SOMPFASTFA		390	238	61.0	139	19	58	22	92	5	15	104	22
SOMPFAPEQ		395	169	42.8	91	9	49	20	59	4	7	80	19

Percentage overschrijding: ■ > 70% ■ > 50% ■ > 25% ■ > 10% ■ > 5% ■ > 1% ■ ≤ 0.1% ■ no data

Daarnaast zijn de concentraties ook vergeleken met de PFAS20-norm uit de Europese Drinkwaterrichtlijn. Hierbij zijn de gemeten concentraties bij elkaar opgeteld zonder correctie voor toxiciteit op basis van potentiefactoren. Twee benaderingen zijn gangbaar om bij het sommeren van de concentraties om te gaan met waarnemingen onder de rapportagegrens. Bij de lower bound benadering zijn waarnemingen onder de rapportage grens niet in de optelling meegenomen, terwijl bij de middle bound benadering de waarnemingen onder de rapportagegrens als de helft van de rapportagegrens zijn meegenomen. Het resultaat daarvan is getoond in Tabel 7-3. Met die ruime norm is het aantal overschrijdingen met 5-10% beperkt, ongeacht de wijze van omgang met waarnemingen onder de rapportagegrens.

Tabel 7-3: Aantal en relatief aandeel normoverschrijdingen van de som PFAS20 norm van 100 ng/l voor de twee meetrondes van het VEWM. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen opgesplitst naar redoxklasse.

Som PFAS20 overschrijdingen, norm 100 ng/l

Stof	CAS	N	> norm	% > norm	Landgebruik				Redoxklasse				
					Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
SOMPFA_LB		367	10	2.7	5	1	4	0	2	0	1	7	0
SOMPFA_MB		367	10	2.7	5	1	4	0	2	0	1	7	0

Percentage overschrijding: ■ > 70% ■ > 50% ■ > 25% ■ > 10% ■ > 5% ■ > 1% ■ ≤ 0.1% ■ no data

Ten slotte is voor alle individuele PFAS geturfd hoe vaak ze de 4,4 ng/l PEQ-norm individueel zouden overschrijden (Tabel 7-4). Dit als indicatie voor de PFAS die het meest bijdragen aan de overschrijding van de som PEQ-norm uit Tabel 7-2. Uit Tabel 7-4 wordt duidelijk dat de PFAS-componenten met een carboxylgroep (geen S), en dan met name PFOA (29,5%) en TFA (13,1%), verantwoordelijk zijn voor verreweg de meeste overschrijdingen van de som PEQ-norm. Deze overschrijdingen zijn voornamelijk onder stedelijk gebied en landbouwgebied aangetroffen. Opvallend is dat de lange-keten-PFAS (PFNA, PFOS en PFDA) juist voor overschrijdingen zorgen in grondwater dat is gevoed vanuit infiltrerend oppervlaktewater. Mogelijk speelt het ontbreken van een onverzadigde zone onder infiltrerend oppervlaktewater hier een rol in; adsorptie aan het lucht-watergrensvlak is daar niet aan de orde, terwijl onder landbouw, natuur en stedelijk wel een onverzadigde zone met lucht-watergrensvlak aanwezig is.

Tabel 7-4: Aantal en relatief aandeel PEQ normoverschrijdingen van individuele PFAS en TFA voor de twee meetrondes van het VEWM. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen opgesplitst naar redoxklasse.

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> norm	% > norm	Individuele PFAS als PEQ, norm 4,4 ng/l				Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
								Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oevergrondwater					
PFOA	335-67-1	0.5	0.5	0.5	417	123	29.5	69	6	39	9	35	4	6	62	16
TFA	76-05-1	0.2	0.2	0.2	411	54	13.1	44	4	5	1	30	0	4	18	2
PFHPA	375-85-9	0.2	0.2	0.5	417	22	5.3	13	0	9	0	5	3	1	11	2
PFOA-VERTAKT	NVT	0.5	0.5	0.5	413	20	4.8	12	0	8	0	6	1	3	9	1
PFNA	375-95-1	2.0	2.0	5.0	417	16	3.8	10	1	3	2	2	0	0	11	3
PFOS	1763-23-1	0.4	0.4	0.4	417	16	3.8	4	3	5	4	0	1	0	9	6
PFDA	335-76-2	3.0	3.0	3.0	417	7	1.7	2	1	1	3	1	1	0	3	2
PFHXS	355-46-4	0.1	0.1	0.1	417	2	0.5	1	0	1	0	1	0	0	0	1
PFHXS-VERTAKT	NVT	0.1	0.1	0.1	413	2	0.5	1	0	1	0	1	0	0	0	1
PFPEs	2706-91-4	0.1	0.1	0.1	417	2	0.5	1	0	1	0	1	0	0	0	1
PFBA	375-22-4	0.1	0.1	0.1	415	1	0.2	0	1	0	0	0	0	0	1	0
PFHPS	375-92-8	0.4	0.4	0.4	417	1	0.2	0	0	1	0	1	0	0	0	0

Percentage overschrijding: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

### 7.3 Concentratiebereik van vijf typische stoffen

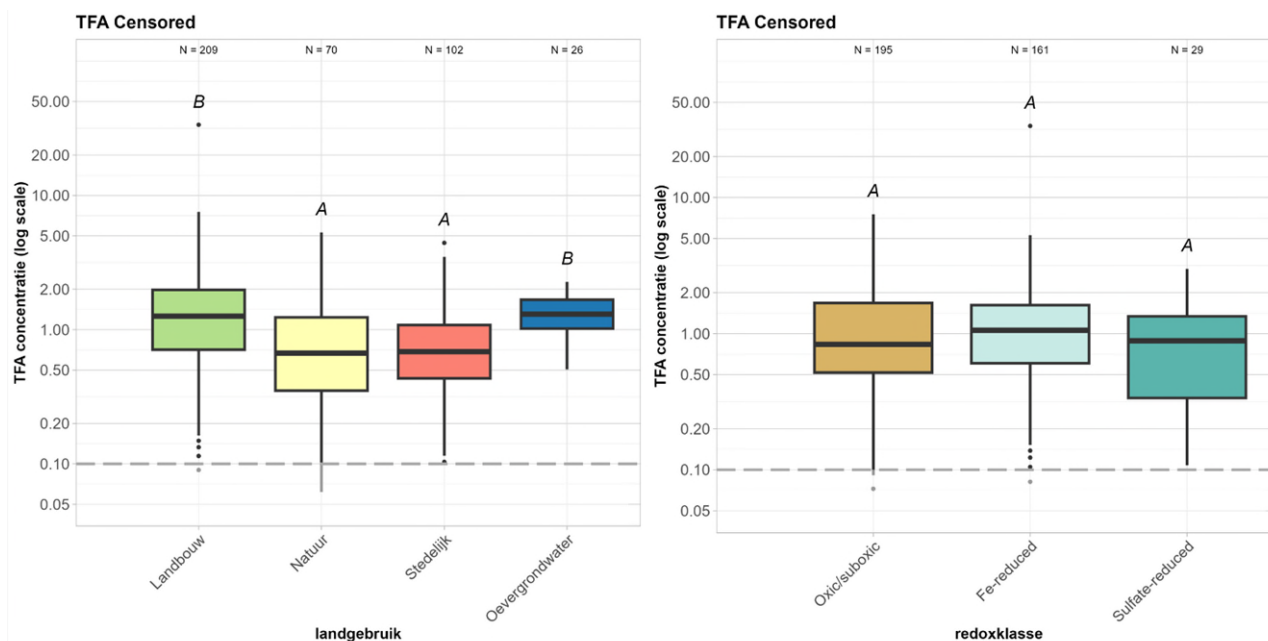
Voor TFA en vier gedetecteerde PFAS is het concentratiebereik binnen landgebruiks- en redoxklassen gevisualiseerd met behulp van boxplots (zie Figuur 7-2 tot en met Figuur 7-6). In de boxplots is de statistische verdeling van de ongecensureerde data (dus metingen boven de rapportagegrens) gebruikt om de verdeling onder de rapportagegrenzen te schatten (zie paragraaf 2.6). Het gedeelte van elke boxplot onder de hoogste rapportagegrens van de betreffende stof is versluierd weergegeven.

#### 7.3.1 TFA

TFA is een ultrakorte PFAS (C2) die toepassingen als grondstof en katalysator kent bij de industriële productie van PFAS-componenten, waar onder pesticiden, geneesmiddelen en polymeren die o.a. worden toegepast in electronica en smeermiddel. Daarnaast ontstaat TFA bij de degradatie van HFC en van diverse PFAS-precursoren die worden toegepast in consumentenproducten en industriële toepassingen, biociden, gewasbeschermingsmiddelen en geneesmiddelen (Amato e.a., 2025). TFA verspreidt zich gemakkelijk door de lucht, en kan in regen hoge concentraties in de orde van microgrammen per liter bereiken. Vanwege het ontbreken van een hydrofobe staart, adsorbeert TFA niet of nauwelijks aan sediment en breekt het niet af. Hierdoor lijkt het transportgedrag van TFA in de ondergrond sterk op dat van chloride (Stofberg e.a., 2025). TFA is diffuus aanwezig in het grondwater dat sinds 1991 is ontstaan (Albers en Sulftenfuss, 2024) en wordt al in veel kwetsbare en matig kwetsbare grondwaterwinningen aangetroffen (Amato e.a., 2025). Met een relatieve potentiefactor van 0,002 PEQ (PFOA Equivalenten) is TFA beperkt toxisch; ondanks die lage potentiefactor is TFA toch al individueel verantwoordelijk voor 13% van de overschrijdingen van de som PEQ-norm.

In het VEWM is TFA met 96,8% detecties (Tabel 7-1), in 64 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage V.IV), veruit de meest aangetroffen stof. Door de diffuse verspreiding is de stof evenredig over alle landgebruiksklassen en alle redoxklassen aangetroffen. Door de lage RPF van TFA (0,002), leidde TFA in “slechts” 13% van de waarnemingen al tot overschrijding van de PEQ-norm voor 20 PFAS-componenten. Deze overschrijdingen zijn vooral waargenomen onder landbouw, en in mindere mate onder natuur, en in nog mindere mate onder stedelijk gebied en in oevergrondwater (Tabel 7-4). Uit de concentratieverdelingen van TFA voor de landgebruiksklassen blijkt echter dat de gemiddelde TFA-concentratie onder landbouw niet significant verschilt van die in oevergrondwater (beide B,

Figuur 7-2), terwijl de gemiddelde concentratie onder beide landgebruikstypen wel significant hoger is dan onder natuur en stedelijk gebied (beide A, Figuur 7-2). Dit bevestigt de diffuse belasting van het grondwater met TFA voor alle landgebruiksklassen, en de additionele belasting uit landbouw en door infiltrerend oppervlaktewater. Zowel de detecties als de overschrijdingen van de PEQ-norm door TFA zijn vrijwel evenredig verdeeld over de onderscheiden redoxklassen. Ook uit de concentratieverdeling over de redoxklassen blijkt dat de gemiddelde TFA-concentratie niet significant verschillend voor de drie redoxzones waarvoor toetsing mogelijk was (Figuur 7-2). Dit bevestigt het persistente karakter van TFA onder alle redoxcondities.



Figuur 7-2: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van TFA over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

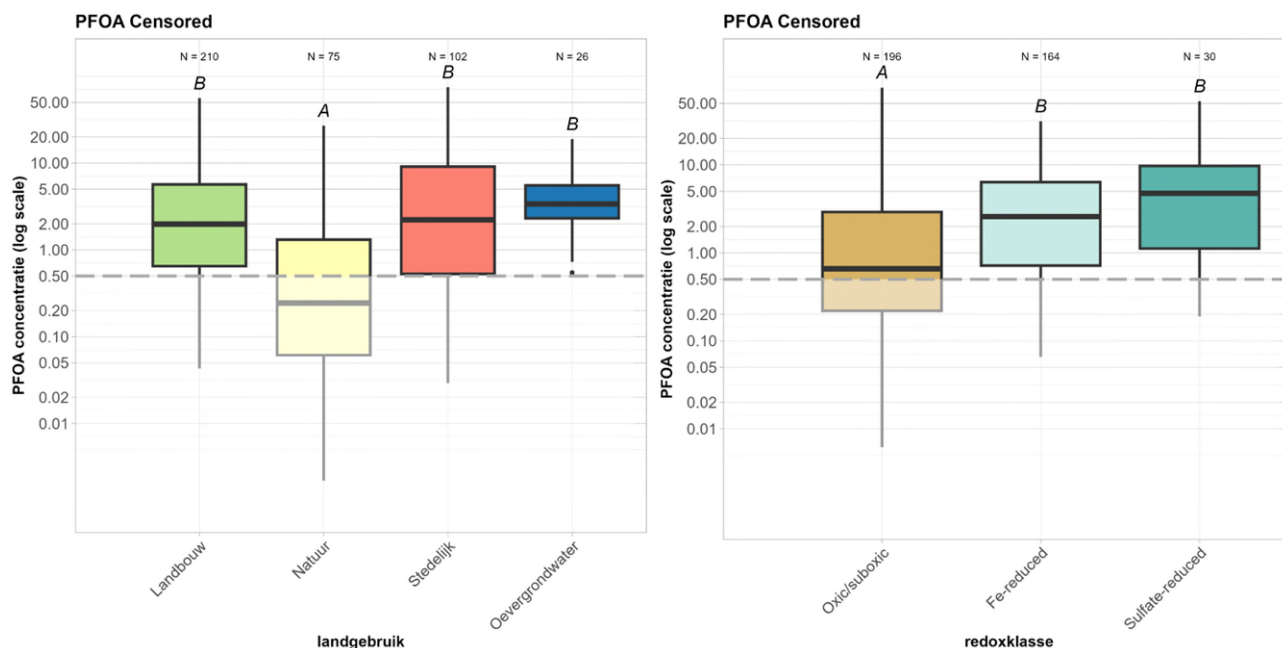
### 7.3.2 PFOA

PFOA is een PFAS-component (C8) die extreem hittebestendig, water- en vetafstotend en chemisch stabiel is. Door deze eigenschappen werd de stof op grote schaal toegepast voor de productie van polymeren (zoals teflon), antiaanbaklagen, water-, vet- en vuilafstotende materialen in o.a. textiel en tapijten, brandblusschuim, elektronica en coatings en lakken. PFOA is sinds 2015 in Europa en Verenigde Staten uitgefaseerd, maar kan nog wel via producten uit Azië geïmporteerd worden. Omdat PFOA in veel producten aanwezig is, zijn er veel emissieroutes, waaronder mogelijk ook vuilverbrandingsinstallaties, vuilstorten en huishoudelijk afvalwater.

In het VEWM is PFOA gedetecteerd in 65% van de waarnemingen (Tabel 7-1), verspreid over 61 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage V.IV). De stof werd het vaakst aangetroffen in oevergrondwater en in stedelijk gebied, in iets mindere mate onder landbouw, en in nog mindere mate onder natuur. In 29% van de waarnemingen leidde de PFOA-concentratie alleen al tot overschrijding van de PEQ-norm voor 20 PFAS-componenten. Deze overschrijdingen zijn vrijwel evenredig verdeeld over de landgebruiksklassen landbouw, stedelijk gebied en oevergrondwater. Onder natuur overschreed PFAS duidelijk minder vaak de PEQ-norm (Tabel 7-4). Dit patroon komt overeen met de concentratieverdeling van PFOA binnen de landgebruiksklassen (Figuur 7-3): de gemiddelde PFOA-concentratie onder natuur is significant lager onder natuur (B), dan onder landbouw en stedelijk gebied en in oevergrondwater (alle B).

Zowel detecties van PFOA (Tabel 7-1), als overschrijdingen van de PEQ-norm door PFOA (Tabel 7-4), zijn vaker waargenomen in gereduceerd grondwater dan in oxidisch of suboxidisch grondwater. Ook uit de concentratieverdeling over de redoxklassen blijkt dat de gemiddelde PFOA-concentratie significant hoger is in ijzergereduceerd en

sulfaatgereduceerd grondwater (beide A), dan in oxisch of suboxisch grondwater (beide B, zie Figuur 7-3). Dit wijst op de mogelijkheid dat PFOA mobieler is in een gereduceerd milieu (gebieden met een dunne of afwezige onverzadigde zone), dan in een oxisch of suboxisch milieu (gebieden met een dikkere onverzadigde zone), mogelijk vanwege het ontbreken van lucht-water grensvlakken. Dit zou betekenen dat gebieden met een dikke onverzadigde zone in de toekomst langer te maken blijven houden met uitspoeling van PFOA naar het grondwater.



Figuur 7-3: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling (ng/l) van PFOA over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen de groepen significant verschillend zijn ( $\alpha=0,05$ ). De horizontale stippellijnen geven de spreiding van de rapportagegrens weer (5%-, 50%- en 95%-percentiel, waarvan de laatste twee over elkaar heen liggen).

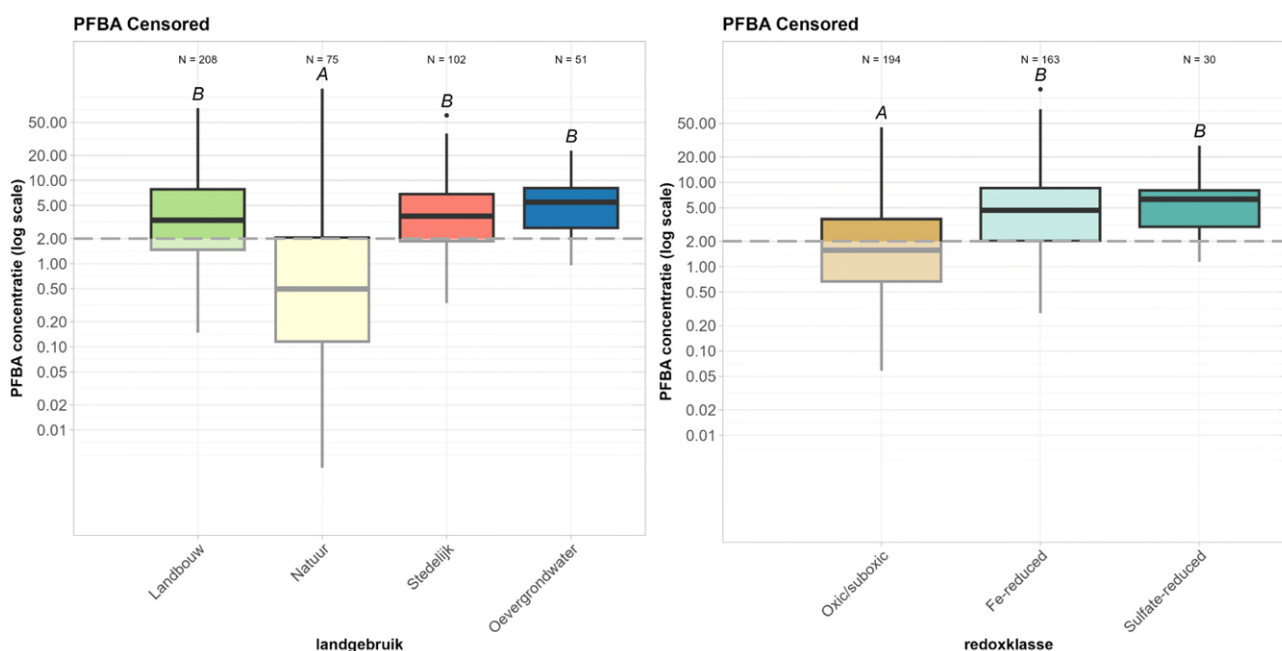
### 7.3.3 PFBA

PFBA is een korte-keten PFAS (C3) dat o.a. gebruikt werd bij de synthese van eiwitten en (voor 1998) bij de productie van de fotografische film. Het is daarnaast een bekende onzuiverheid bij de productie van PFOA (Broers e.a., 2025), en ontstaat tevens uit diverse andere PFAS-precursoren. Volgens Broers e.a. (2025) spoelt PFBA mogelijk al uit sinds de jaren 1970 en werd het als conservatieve tracer gebruikt in kolomexperimenten door Nelson et al. (2003). PFBA heeft een RPF van 0,05 PEQ (PFOA-equivalenten). Productie en gebruik van PFBA zijn nog steeds toegestaan in de EU. Wel wordt de emissie van PFBA gereguleerd via waterkwaliteitsnormen en afvalwatervergunningen, en is de stof onderdeel van het Europese PFAS-restrictievoorstel.

In het VEWM is PFBA gedetecteerd in 59% van de waarnemingen (Tabel 7-1), verspreid over 59 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage V.IV). De stof werd het vaakst aangetroffen in oevergrondwater, in iets mindere mate onder landbouw en stedelijk gebied, en in nog mindere mate onder natuur. Door de lage RPF van 0,05 PEQ leidde PFBA slechts bij één (0,2%) waarneming tot een individuele overschrijding van de PEQ-norm voor 20 PFAS-componenten (Tabel 7-4). Deze overschrijding betrof ijzergereduceerd grondwater onder natuur, en kan op basis van de concentratiespreiding (Figuur 7-5) gezien worden als een uitschieter. De gemiddelde PFBA-concentratie onder natuur (A) is namelijk significant lager dan onder landbouw en stedelijk gebied en in oevergrondwater, die onderling niet significant verschillend zijn (allen B).

Detecties van PFBA zijn vaker waargenomen in gereduceerd grondwater dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 7-1). Ook uit de concentratieverdeling over de redoxklassen blijkt dat de gemiddelde PFBA-concentratie significant hoger is in ijzergereduceerd en sulfaatgereduceerd grondwater (beide A), dan in oxisch of suboxisch

grondwater (B, zie Figuur 7-3). Dit wijst op de mogelijkheid dat PFBA mobieler is in een gereduceerd milieu, dan in een oxisch of suboxisch milieu.



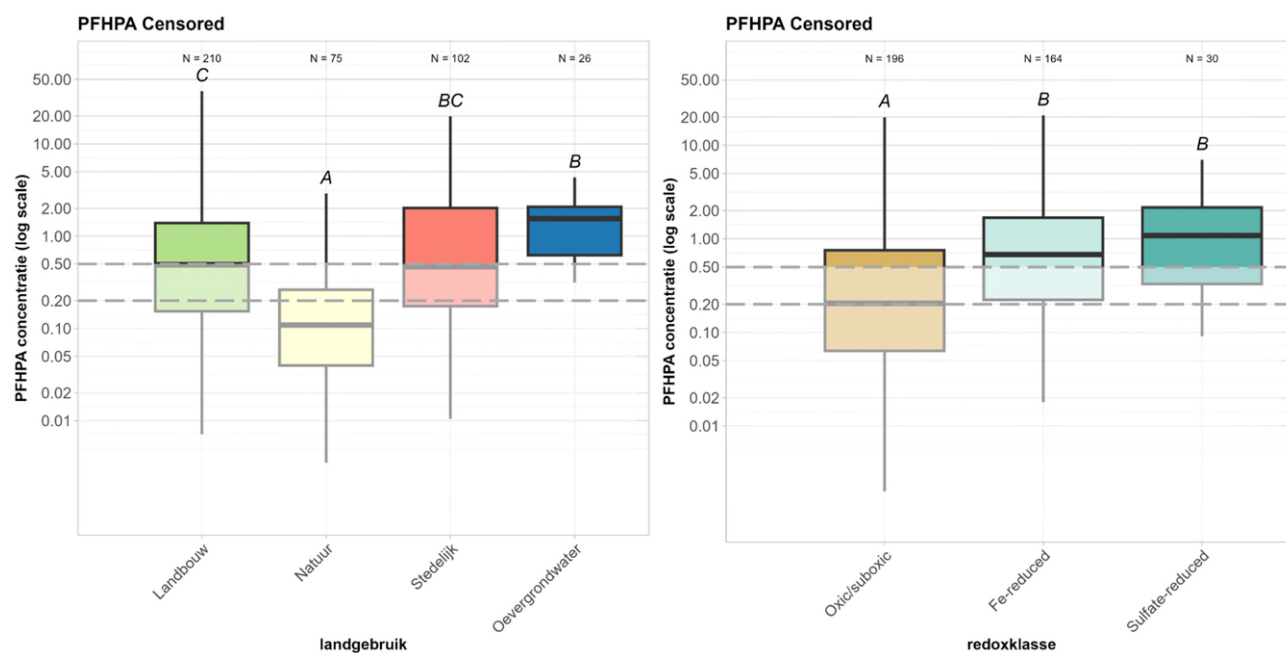
Figuur 7-4: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling (ng/l) van PFBA over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 7.3.4 PFHpA

PFHpA is een korte-keten PFAS (C6) dat zowel direct wordt toegepast in de industrie, als indirect wordt gevormd door afbraak van PFAS-precursoren. PFHpA is echter niet geregistreerd voor gebruik in de EU, en is daarom waarschijnlijk een afbraakproduct van PFAS-componenten die zijn verwerkt in brandblusschuim, textiel, cosmetica, elektronica en coatings. PFHpA heeft een RPF van 1,0 PEQ en is dus vergelijkbaar toxisch als PFOA.

In het VEWM is PFHpA gedetecteerd in 56% van de waarnemingen (Tabel 7-1), verspreid over 48 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage V.IV). De stof werd het vaakst aangetroffen in oevergrondwater, in iets mindere mate onder landbouw en stedelijk gebied, en in nog mindere mate onder natuur. PFHpA overschreed in 5,3% van de waarnemingen tot overschrijding van de PEQ-norm voor 20 PFAS-componenten (Tabel 7-4), en enkel onder stedelijk gebied en landbouw. Figuur 7-5 laat zien dat deze overschrijdingen uitschieters zijn. De gemiddelde concentratie van PFHpA in oevergrondwater (B) is namelijk significant hoger dan die onder landbouw (C), terwijl alle waargenomen concentraties in oevergrondwater niet leiden tot overschrijding van de PEQ-norm voor 20 PFAS-componenten. Figuur 7-5 laat tevens zien dat PFHpA onder stedelijk gebied (BC) niet significant afwijkt van onder landbouw (C) en in oevergrondwater (B), en dat de concentratie onder natuur (A) significant lager is dan onder de andere landgebruiksklassen.

Detecties van PFHpA zijn vaker waargenomen in gereduceerd grondwater dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 7-1). Ook uit de concentratieverdeling over de redoxklassen blijkt dat de gemiddelde PFHpA-concentratie significant hoger is in ijzgereduceerd en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B), dan in oxisch of suboxisch grondwater (A, zie Figuur 7-3). Dit wijst op de mogelijkheid dat PFHpA mobieler is in een gereduceerd milieu, dan in een oxisch of suboxisch milieu.



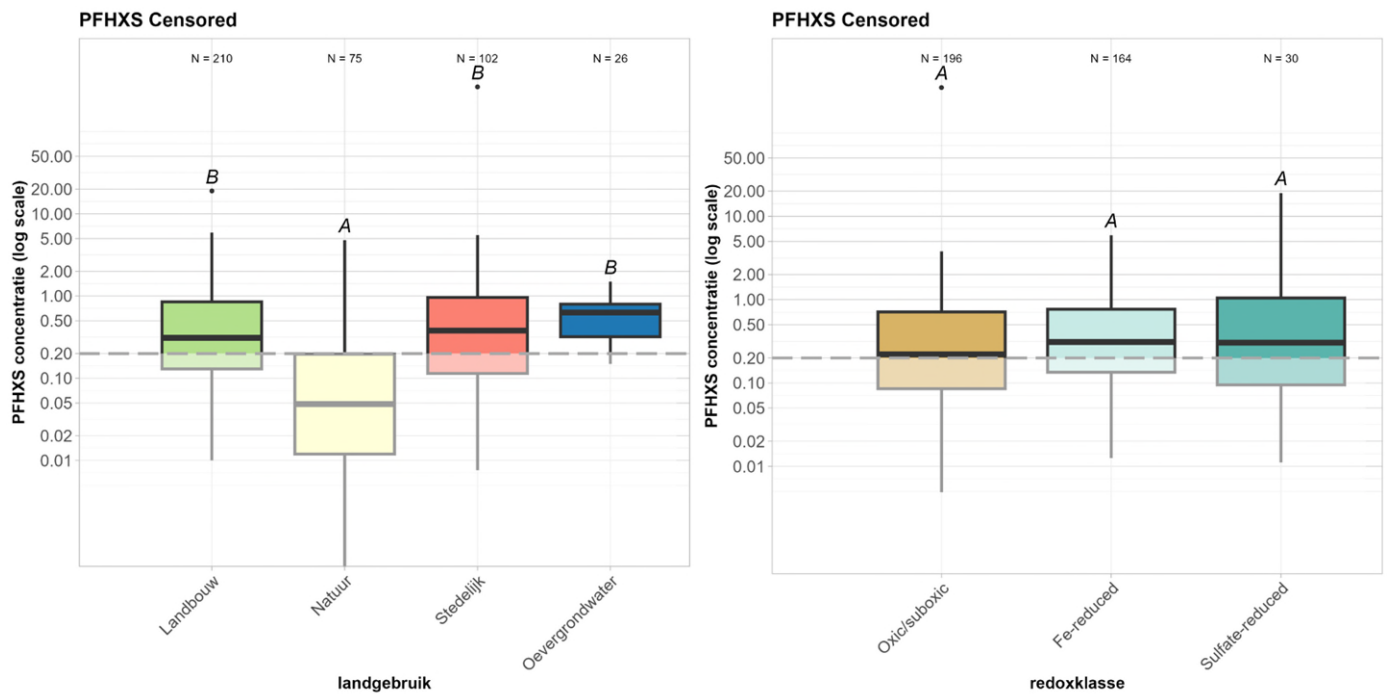
Figuur 7-5: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling (ng/l) van PFHPa over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 7.3.5 PFHxS

PFHxS is een korte-keten PFAS (C6) die in de periode 1958-2015 werd toegepast in de industrie, en indirect kan worden gevormd door afbraak van PFAS-precursoren. Dit betreft PFAS-componenten die zijn verwerkt in brandblusschuim, textiel, cosmetica, elektronica en coatings. PFHxS is tevens een bekende onzuiverheid bij de productie van PFOS en is in de EU niet meer toegestaan. PFHxS heeft een RPF van 0,6 PEQ (PFOA-equivalenten).

In het VEWM is PFHxS gedetecteerd in ruim 53% van de waarnemingen (Tabel 7-1), verspreid over 57 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage V.IV). De stof werd het vaakst aangetroffen in oevergrondwater, in iets mindere mate onder landbouw en stedelijk gebied, en in nog mindere mate onder natuur. PFHxS overschreed twee keer (0,5% van de waarnemingen) de PEQ-norm voor 20 PFAS-componenten (Tabel 7-4), en enkel onder stedelijk gebied en landbouw. Figuur 7-6 laat zien dat deze overschrijdingen uitschieters zijn. De gemiddelde concentratie van PFHxS onder landbouw, stedelijke gebied en in oevergrondwater is niet significant verschillend (alle B), terwijl de gemiddelde concentratie onder natuur (A) wel significant lager is dan onder de andere landgebruiksklassen.

Detecties van PFHxS zijn vaker waargenomen in gereduceerd grondwater dan in oxidisch of suboxidisch grondwater (Tabel 7-1). Figuur 7-6 laat echter zien dat de gemiddelde PFHxS-concentratie niet significant verschillend is voor de drie onderscheiden redoxklassen. Mogelijk wijkt het gedrag van PFHxS door de sulfogroep af van de eerder besproken PFAS-componenten met een carboxylgroep die wel een redoxafhankelijkheid lijken te hebben.

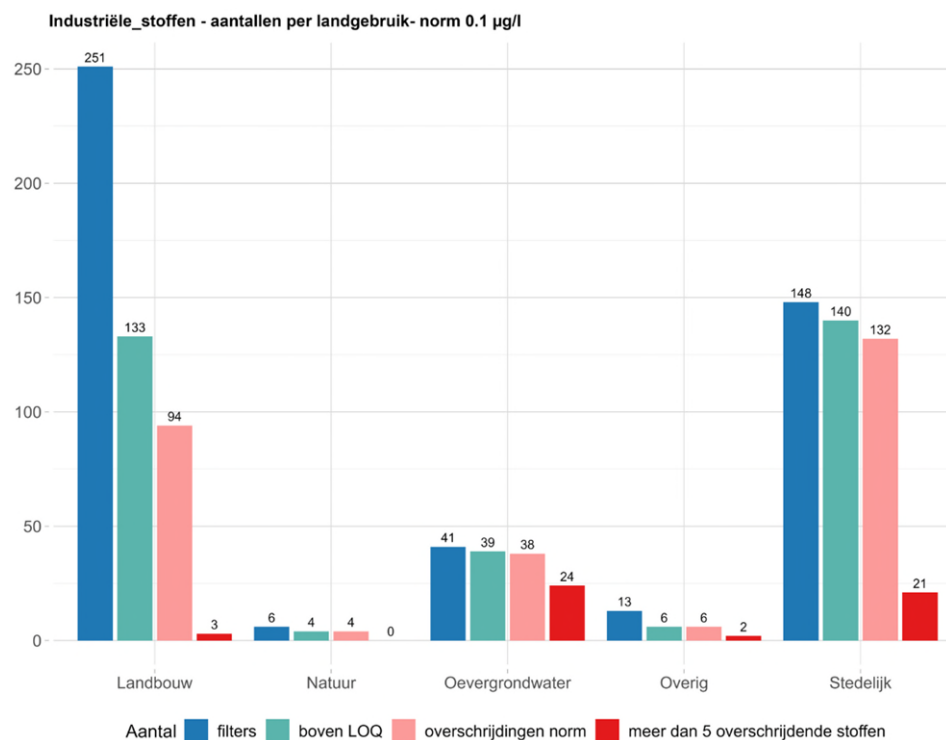


Figuur 7-6: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling (ng/l) van PFHxS over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

## 8 Overige industriële stoffen

### 8.1 Detecties

Figuur 8-1 geeft een overzicht van het aantal filters waarin (overige) industriële stoffen zijn gemeten, gedetecteerd of de signaleringswaarde werd overschreden door minimaal één of minimaal vijf verschillende stoffen. Deze figuur laat zien dat het totaal aan detecties verdeeld is over 322 van de 459 (70%) filters waarin industriële stoffen minimaal één keer zijn gemeten. Opvallend is dat industriële stoffen vaker zijn aangetroffen in oevergrondwater en onder stedelijk gebied (beide 95% van de filters, 39/41 respectievelijk 140/148) dan onder landbouw (53% van de filters, 133/251). Onder natuur zijn industriële stoffen ook aangetroffen, maar dit betrof gezien het ontwerp van het meetnet maar een zeer beperkte steekproef van zes filters.



Figuur 8-1: Aantal filters per landgebruiksklassen waarvoor industriële stoffen zijn geanalyseerd, zijn waargenomen of de signaleringswaarde overschreden.

In Tabel 8-1 zijn de detecties van individuele stoffen samengevat voor de onderscheiden vier landgebruiksklassen en vijf redoxklassen die als substrata zijn gebruikt. De kleuren representeren de klassen met verschillende percentages detecties (zie legenda onder de figuur). Deze tabel laat zien dat 14 stoffen in meer dan 10% van de filters zijn aangetroffen. EDTA is met 74,3% detecties veruit het vaakst aangetroffen, terwijl de rapportagegrens met 0,2-0,5 µg/l relatief hoog was. Opvallend is dat de detecties van EDTA noch verband lijken te hebben met het landgebruik, noch met het redoxmilieu. Hierbij dient opgemerkt te worden dat EDTA nauwelijks onder landbouw is gemeten (bewust buiten het meetpakket gelaten vanwege hoge kosten), terwijl deze complexator toepassing kent als additief in veevoeders en meststoffen. TEP heeft de op een na hoogste detecties (36.4%), maar is in slechts 11 filters gemeten.

Deze tabel laat daarnaast zien dat veel industriële stoffen vaker zijn aangetroffen in oevergrondwater, dan onder stedelijk gebied en landbouw. De meest frequent aangetroffen industriële stoffen (>10% detecties), waaronder

acesulfaam, 1HBenzotriazole, MTBE, diphenylphosphinic, 25dimethylbenz en sucralose, komen preferent onder oevergrondwater voor. Stoffen met minder detecties (<5% detecties), zoals cletheen (chlooretheen), tri (trichlooretheen), TCEE (tetrachlooretheen), methylmetacrylaat en trichloorFCH4 (trichloorfluormethaan) zijn juist preferent onder stedelijk gebied aangetroffen. Voor chlooretheen, tri en TCEE is dat logisch, aangezien deze stoffen vaak als bodemverontreiniging voorkomen.

Alle industriële stoffen, met uitzondering van 44diaminodiphenylmethane (1,1% detecties), zijn vaker aangetroffen onder oevergrondwater of stedelijk gebied, dan onder landbouw.

Tabel 8-1 laat tevens zien dat vrijwel alle industriële stoffen preferent zijn aangetroffen in gereduceerd grondwater. Dit geldt ook voor EDTA en acesulfaam, twee stoffen waarvan bekend is dat ze niet of nauwelijks afbreken. Waarschijnlijk wordt de verdeling van de detecties over de redoxklassen mede bepaald doordat het hogere aantal filters in gereduceerd grondwater (het meetnetontwerp is niet ingericht op spreiding over redoxklassen), en de correlatie tussen oevergrondwater en gereduceerd grondwater als gevolg van de reducerende onderwaterbodem (Tabel 2-3). 1HBenzotriazole en TCM (chloroform) zijn twee stoffen die het duidelijkst afwijken van bovengenoemd patroon. 1HBenzotriazole komt in gelijke mate voor in oxisch en gereduceerd grondwater, terwijl TCM preferent voorkomt in oxisch grondwater. Omdat TCM relatief veel detecties onder stedelijk gebied heeft, en stedelijk gebied veel op de stuwwallen voorkomt waar TCM van nature wordt gevormd, lijkt ook hier de correlatie tussen landgebruiksklasse en redoxklasse een rol te spelen.

Tabel 8-1: Detecties en detectiepercentages voor individuele industriële stoffen, geclassificeerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Stoffen met detectiepercentages tussen 0,5 en 1,0 zijn opgenomen in bijlage VI.III. Industriële stoffen werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

Stof	CAS	Industriële stoffen detecties			N	> LOQ	% > LOQ	Landgebruik				Redoxklasse				
		P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ				Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
EDTA	60-00-4	0.2	0.5	0.5	323	240	74.3	2	0	151	83	76	7	6	131	20
TEP	78-40-0	0.05	0.05	0.05	11	4	36.4	0	0	0	4	0	0	0	4	0
ACESULFAAM	55589-62-3	0.01	0.05	0.05	727	252	34.7	95	0	79	77	46	8	6	165	27
1HBENZOTRIAZOLE	95-14-7	0.01	0.05	0.05	610	154	25.2	67	2	45	39	61	5	3	78	7
MTBE	1634-04-4	0.05	0.05	0.05	387	85	22.0	0	0	40	45	13	0	0	66	6
DIPHENYLPHOSPHINIC	1707-03-5	0.01	0.01	0.01	453	87	19.2	19	0	25	43	6	3	2	68	8
25DIMTETHYLBENZ	609-54-1	0.02	0.02	0.02	453	70	15.5	21	0	13	34	5	3	0	54	8
SUCRALOSE	56038-13-2	0.05	0.2	0.2	734	99	13.5	31	0	11	57	15	1	1	71	11
CYCLAMATE	100-88-9	0.01	0.02	0.02	727	90	12.4	30	0	23	36	17	6	1	63	3
THF	109-99-9	0.1	0.1	0.1	327	47	12.1	0	0	26	17	13	1	1	28	4
GLYMETETRA	143-24-8	0.01	0.02	0.02	610	73	12.0	20	0	14	38	11	2	1	51	8
5METHYL1HBENZOTRIAZOLE	136-85-6	0.01	0.02	0.02	610	68	11.1	21	0	4	43	12	4	0	49	3
14DIOXAAN	123-91-1	0.3	0.3	1.0	387	42	10.9	0	0	11	29	4	2	1	34	1
GLYMETRI	112-49-2	0.01	0.02	0.02	610	62	10.2	8	0	16	38	4	4	0	48	6
4METHYL1HBEN	29878-31-7	0.01	0.02	0.05	610	57	9.3	10	0	6	41	10	2	0	41	4
DBP	84-74-2	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
TCIPPSOM	13674-84-5	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
DTPA	67-43-6	0.5	1.0	1.0	323	27	8.4	0	0	18	8	9	1	0	13	4
PTOLUENESULFONICACID	104-15-4	0.05	0.05	0.05	453	33	7.3	12	0	15	3	3	0	1	26	3
C12DCEE	156-59-2	0.05	0.05	0.05	387	28	7.2	0	0	10	18	0	0	0	28	0
TOLUEEN	108-88-3	0.05	0.05	0.05	387	28	7.2	0	0	22	6	13	1	1	12	1
TCM	67-66-3	0.05	0.05	0.05	387	22	5.7	0	2	19	1	20	0	1	1	0
13DIPHENYLGUANIDINE	102-06-7	0.01	0.01	0.01	610	29	4.8	6	0	10	13	4	1	1	19	4
BUTANOLTERT	75-65-0	0.3	0.3	1.0	387	17	4.4	0	0	9	7	2	1	1	13	0
CLETHEEN	75-01-4	0.03	0.03	0.1	387	16	4.1	0	0	12	0	4	0	0	12	0
TRI	79-01-6	0.05	0.05	0.05	387	13	3.4	1	0	12	0	9	1	0	3	0
GLYMEDI	111-96-6	0.03	0.1	0.1	610	20	3.3	3	0	6	11	1	2	0	16	1
TPPO	791-28-6	0.05	0.1	0.1	610	16	2.6	5	1	2	8	3	0	0	12	1
TCEE	127-18-4	0.05	0.05	0.05	387	9	2.3	0	0	9	0	7	1	0	1	0
T12DCEE	156-60-5	0.05	0.05	0.05	387	8	2.1	0	0	3	5	0	0	0	8	0
METHYLMETACRYLAAT	80-62-6	0.05	0.05	0.1	387	6	1.6	0	0	4	0	4	0	0	2	0
MPXYLEEN	NVT	0.05	0.05	0.05	387	6	1.6	0	0	4	2	4	0	0	2	0
DCM	75-09-2	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3	0	0	4	1	4	0	0	1	0
TRICHOORFCH4	75-69-4	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3	0	0	4	0	4	0	0	0	1
44DIAMINODIPHENYLMETHANE	101-77-9	0.03	0.03	0.03	453	5	1.1	5	0	0	0	0	0	0	4	1

Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

## 8.2 Overschrijdingen

Over het hele VEWM gezien, hebben 46 industriële stoffen de signaleringswaarde van 0,1 µg/l één of meerdere keren overschreden; 22 stoffen overschreden minimaal vijf keer (in meerdere filters of meerdere momenten) de signaleringswaarde (Tabel 8-2). In totaal gaat het om 274 van de 459 (60%) filters met één of meerdere overschrijdingen van de signaleringswaarde (Figuur 8-1). Dit betreft in 93% van de filters in oevergrondwater, in 89% van de filters onder stedelijk gebied, in 37% van de filters onder landbouw en in 67% van de filters onder natuur (alleen in de Provincie Utrecht gemeten). Zeven industriële stoffen overschreden in minimaal 10% van de filters de signaleringswaarde.

EDTA heeft met 74,3% overschrijdingen op het totaal een groot aandeel in deze overschrijdingen. Dit aandeel wordt nog onderschat doordat de gehanteerde rapportagegrens van 0,2-0,5 µg/l hoger zijn dan de signaleringswaarde. Daarnaast is EDTA nauwelijks onder landbouw gemeten. De mate waarin overschrijdingen zijn aangetroffen, en de verdeling daarvan over de landgebruik- en redox-classes lijkt sterk op die van de detecties. Voor TEP (36,4% detecties) zijn geen overschrijdingen van de signaleringswaarde waargenomen, maar dit beeld is

mogelijk vertekend door het lage aantal waarnemingen (11 stuks). Diphenylphosphinic is in 19,2% van de filters aangetroffen, maar altijd in concentraties lager dan de signaleringswaarde. 25Dimethylbenz en cyclamate zijn meestal in concentraties onder de signaleringswaarde aangetroffen.

Tabel 8-2: Aantal en relatief aandeel overschrijdingen van de signaleringswaarde voor industriële stoffen (0,1 µg/l) voor de twee meetrondes van het VEWM. Onderscheid is gemaakt naar (a) alle waarnemingen, (b) waarnemingen opgesplitst naar landgebruik, en (c) waarnemingen opgesplitst naar redoxklasse.

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> norm	% > norm	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
EDTA	60-00-4	0.2	0.5	0.5	323	240	74.3	2	0	151	83	76	7	6	131	29
ACESULFAAM	55589-62-3	0.01	0.05	0.05	727	167	23.0	50	0	52	65	25	6	3	114	19
1HBENZOTRIAZOLE	95-14-7	0.01	0.05	0.05	610	119	19.5	53	2	37	26	48	2	3	59	7
MTBE	1634-04-4	0.05	0.05	0.05	387	51	13.2	0	0	29	22	11	0	0	35	5
SUCRALOSE	56038-13-2	0.05	0.2	0.2	734	94	12.8	26	0	11	57	14	1	1	67	11
THF	109-99-9	0.1	0.1	0.1	387	47	12.1	0	0	26	17	13	1	1	28	4
14DIOXAAN	123-91-1	0.3	0.3	1.0	387	42	10.9	0	0	11	29	4	2	1	34	1
DBP	84-74-2	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
TCIPPSOM	13674-84-5	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
DTPA	67-43-6	0.5	1.0	1.0	323	27	8.4	0	0	18	8	9	1	0	13	4
C12DCEE	156-59-2	0.05	0.05	0.05	387	19	4.9	0	0	9	10	0	0	0	19	0
BUTANOLTERT	75-65-0	0.3	0.3	1.0	387	17	4.4	0	0	9	7	2	1	1	13	0
PTOLUENESULFONICACID	104-15-4	0.05	0.05	0.05	453	20	4.4	7	0	10	0	3	0	1	14	2
TOLUEEN	108-88-3	0.05	0.05	0.05	387	15	3.9	0	0	11	4	5	1	1	8	0
5METHYL1HBENZOTRIAZOLE	136-85-6	0.01	0.02	0.02	610	19	3.1	5	0	0	14	4	1	0	14	0
25DIMETHYLBENZ	609-54-1	0.02	0.02	0.02	453	12	2.6	3	0	2	6	1	1	0	7	3
CLETHEEN	75-01-4	0.03	0.03	0.1	387	10	2.6	0	0	8	0	2	0	0	8	0
TCM	67-66-3	0.05	0.05	0.05	387	10	2.6	0	3	7	1	8	0	1	1	0
TRI	79-01-6	0.05	0.05	0.05	387	9	2.3	0	0	9	0	5	1	0	3	0
TCEE	127-18-4	0.05	0.05	0.05	387	8	2.1	0	0	8	0	7	0	0	1	0
4METHYL1HBEN	29878-31-7	0.01	0.02	0.05	610	12	2.0	1	0	3	8	0	1	0	11	0
CYCLAMATE	100-88-9	0.01	0.02	0.02	727	11	1.5	4	0	7	0	0	0	0	11	0
TPPO	791-28-6	0.05	0.1	0.1	610	9	1.5	5	0	1	3	1	0	0	8	0
TRICHLORFCH4	75-69-4	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3	0	0	4	0	4	0	0	0	1
DCM	75-09-2	0.1	0.1	0.1	387	4	1.0	0	0	4	0	3	0	0	1	0
GLYMEDI	111-96-6	0.03	0.1	0.1	610	6	1.0	1	0	4	1	0	0	0	6	0
CHEXAAN	110-82-7	0.05	0.05	0.05	387	3	0.8	0	0	3	0	0	0	0	3	0
T12DCEE	156-60-5	0.05	0.05	0.05	387	3	0.8	0	0	3	0	0	0	0	3	0
13DIPHENYLGUANIDINE	102-06-7	0.01	0.01	0.01	610	4	0.7	4	0	0	0	0	0	1	3	0
ETBE	637-92-3	0.05	0.05	0.05	387	2	0.5	0	0	2	0	0	0	0	2	0
SACCHARIN	81-07-2	0.05	0.05	0.2	735	4	0.5	1	0	3	0	0	0	0	3	1
112TCEA	79-00-5	0.05	0.05	0.05	387	1	0.3	0	0	1	0	1	0	0	0	0
11DCEA	75-34-3	0.5	0.5	0.5	387	1	0.3	0	0	1	0	0	0	0	1	0
12DCEA	107-06-2	0.05	0.05	0.05	387	1	0.3	0	0	1	0	0	0	0	1	0
ASPARTAME	22839-47-0	0.02	0.1	0.1	737	2	0.3	0	0	2	0	0	0	0	0	2
DIFE	108-20-3	0.05	0.05	0.05	387	1	0.3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
METHYLMETACRYLAAT	80-62-6	0.05	0.05	0.1	387	1	0.3	0	0	1	0	0	0	0	1	0
MPXYLEEN	NVT	0.05	0.05	0.05	387	1	0.3	0	0	1	0	1	0	0	0	0
SOM13DCPE	542-75-6	0.05	0.05	0.05	387	1	0.3	0	0	1	0	0	0	0	1	0
T13DCPE	10061-02-6	0.05	0.05	0.05	387	1	0.3	0	0	1	0	0	0	0	1	0
THIOFEEN	110-01-0	0.05	0.05	0.05	387	1	0.3	0	0	1	0	0	0	0	1	0
13BENZOTHIAZOLE	934-34-9	0.1	0.1	0.1	453	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
13DICYCLOHEXYLUREA	2387-23-7	0.3	0.3	0.3	610	1	0.2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
BISPHENOLS	80-09-1	0.02	0.02	0.02	453	1	0.2	1	0	0	0	0	0	0	1	0
GLYMETETRA	143-24-8	0.01	0.02	0.02	610	1	0.2	0	0	0	1	0	0	0	1	0
GLYMETRI	112-49-2	0.01	0.02	0.02	610	1	0.2	0	0	1	0	0	0	0	1	0

Percentage overschrijding: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

### 8.3 Concentratiebereik van vijf typische stoffen

Voor vier gedetecteerde industriële stoffen is het concentratiebereik binnen landgebruiks- en redoxklassen gevisualiseerd met behulp van boxplots (zie Figuur 8-2 tot en met Figuur 8-5). In de boxplots is de statistische verdeling van de ongecensureerde data (dus metingen boven de rapportagegrens) gebruikt om de verdeling onder

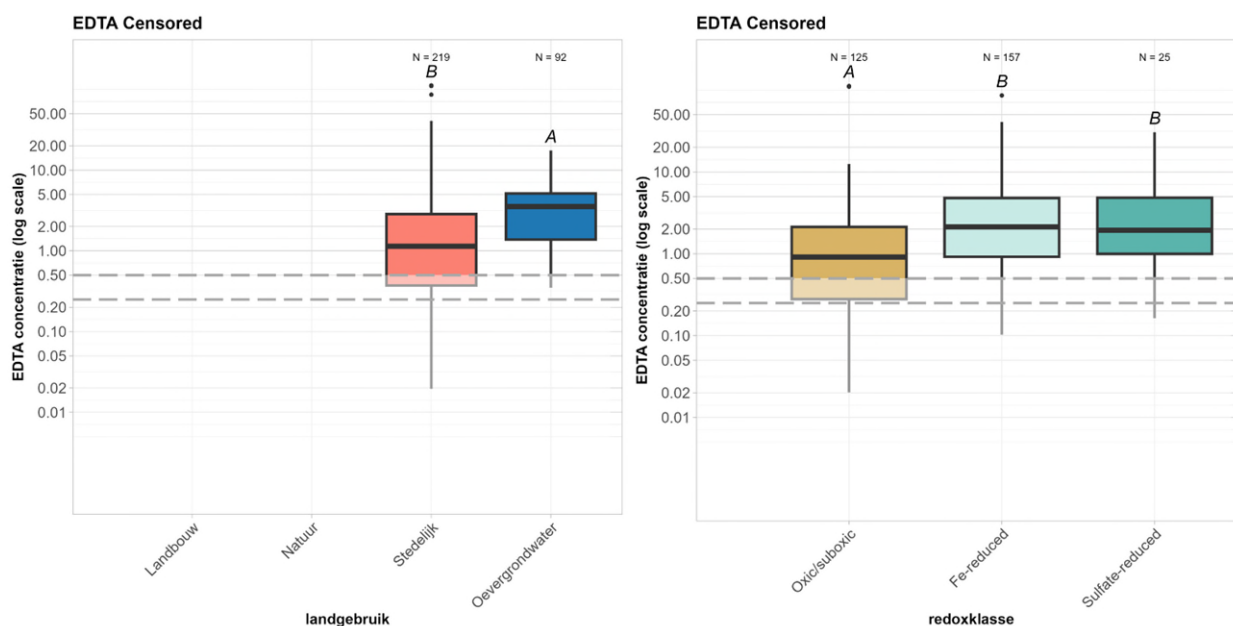
de rapportagegrenzen te schatten (zie paragraaf 2.6). Het gedeelte van elke boxplot onder de hoogste rapportagegrens van de betreffende stof is versluierd weergegeven.

### 8.3.1 EDTA

EDTA is een breed toegepaste complexvormer dat als stabilisator en metaalbinder verwerkt zit in industriële en huishoudelijke reinigingsmiddelen, meststoffen, voedingsmiddelen (o.a. conserven), cosmetica (o.a. shampoo, zeep, crèmes) en papier. De stof wordt sinds 1960 toegepast en is sinds 1980 de vervanger van fosfaat in reinigings- en wasmiddelen.

In het VEWM is EDTA met ruim 74% detecties de meest aangetroffen industriële stof, terwijl de rapportagegrens met 0,2-0,5 µg/l relatief hoog was (Tabel 8-1). De stof werd het vaakst aangetroffen in oevergrondwater en onder landbouw, en iets minder vaak onder stedelijk gebied. Hierbij dient opgemerkt te worden dat EDTA nauwelijks onder landbouw is gemeten, terwijl deze complexator toepassing kent als additief in veevoeders en meststoffen. Onder natuur zijn geen metingen van EDTA verricht. Figuur 8-2 laat zien dat de gemiddelde EDTA-concentratie in oevergrondwater (A) significant hoger is dan onder stedelijk gebied (B). Onder natuur en landbouw zijn te weinig metingen verricht om de concentratiespreiding van EDTA in beeld te kunnen brengen en verschillen met de andere landgebruiksklassen statistisch te kunnen toetsen.

EDTA is vaker waargenomen in gereduceerd grondwater dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 8-1). Ook uit de concentratieverdeling over de redoxklassen blijkt dat de gemiddelde EDTA-concentratie significant hoger is in ijzergereduceerd en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B), dan in oxisch of suboxisch grondwater (A, zie Figuur 8-2).



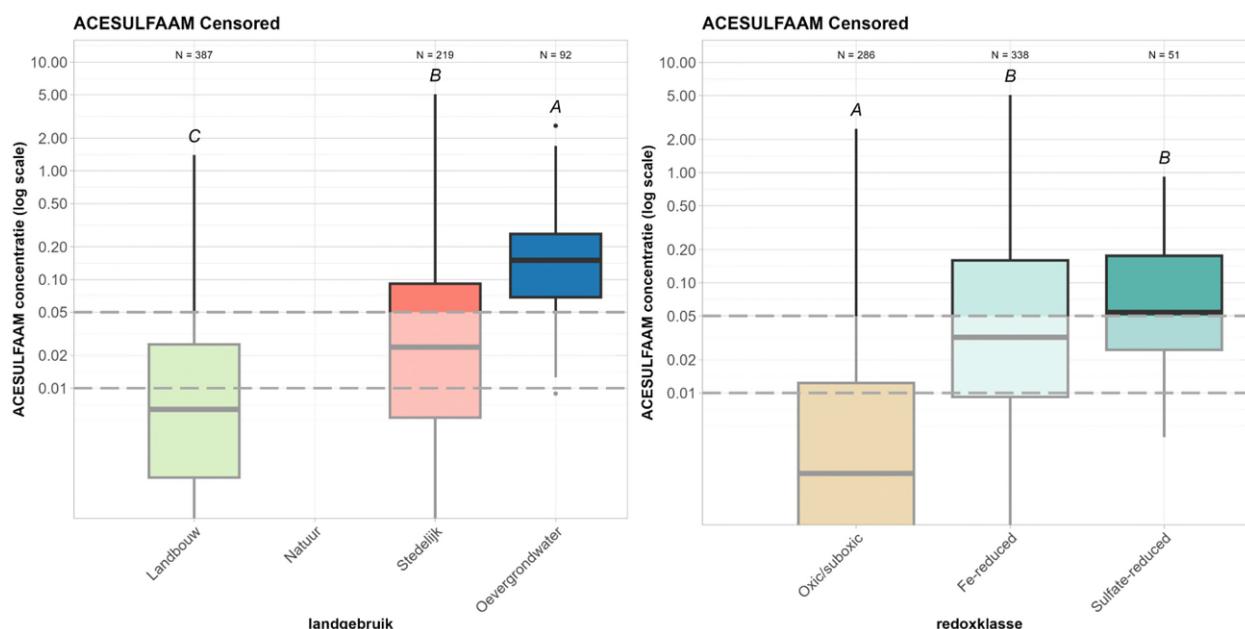
Figuur 8-2: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling (µg/l) van EDTA over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 8.3.2 Acesulfaam

Acesulfaam is een kunstmatige zoetstof die in de jaren 1960 is ontdekt, maar pas in de jaren 1980 is goedgekeurd als zoetstof voor humane voeding en op de markt kwam. De zoetstof wordt toegepast in voedingsmiddelen, dranken, geneesmiddelen, mondverzorgingsproducten. Acesulfaam is in Europa niet toegestaan als additief in diervoeding.

In het VEWM is acesulfaam gedetecteerd in ruim 34% van de waarnemingen (Tabel 8-1), en verspreid over 54 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage VI.IV). De stof is vooral aangetroffen in oevergrondwater en in iets mindere mate onder stedelijk gebied en nog minder vaak onder landbouw. In 23% van de waarnemingen werd de signaleringswaarde overschreden, waarvan vaker in oevergrondwater dan onder landbouw en stedelijk gebied (Tabel 8-2). De concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van acesulfaam binnen de onderscheiden landgebruiksklassen (Figuur 8-3) geeft aan dat de gemiddelde concentratie onder oevergrondwater (A) significant hoger is dan de gemiddelde concentratie onder stedelijk gebied (B), en dat de concentratie onder stedelijk gebied significant hoger is dan onder landbouw (C).

Acesulfaam is vaker gedetecteerd in mangaan-, ijzer- en (vooral) sulfaat gereduceerd grondwater, dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 8-1). Overschrijdingen van de signaleringswaarde vertonen een soortgelijk patroon (Tabel 8-2). Statistische toetsing geeft aan dat de gemiddelde concentratie in ijzer- en sulfaatgereduceerd grondwater (beide B) significant hoger is dan in oxisch of suboxisch grondwater (A, zie Figuur 8-3). Dit bevestigt het persistente karakter van acesulfaam onder alle redoxcondities.



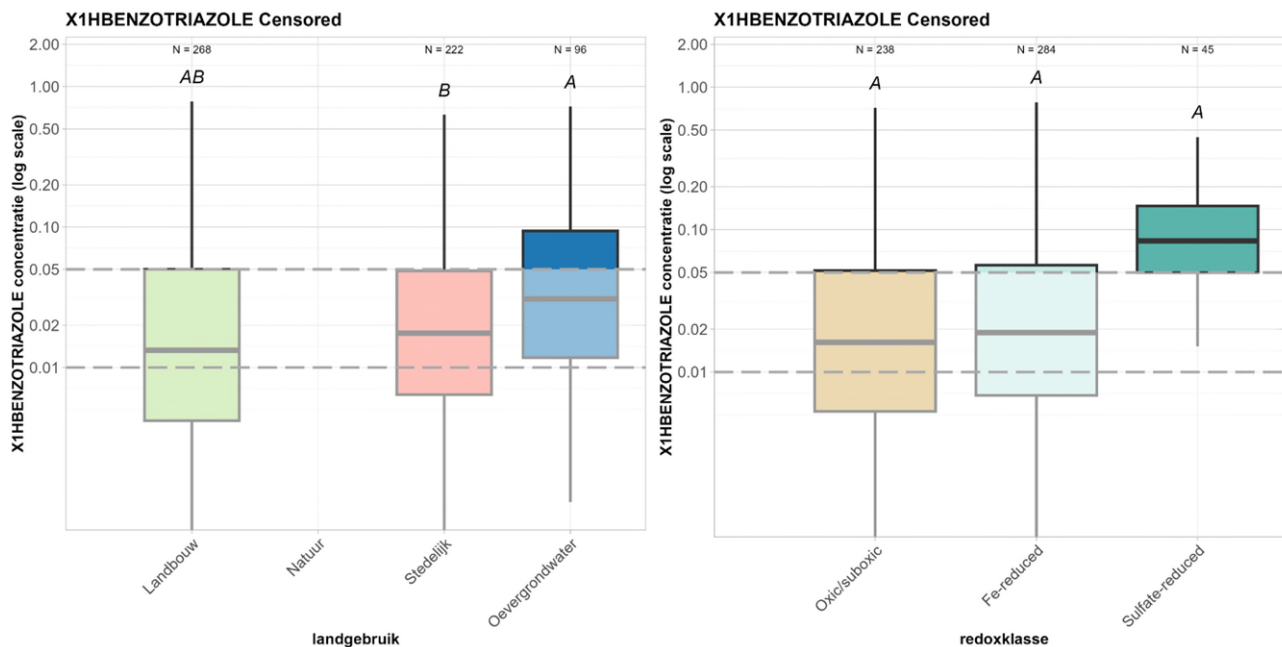
Figuur 8-3: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van acesulfaam over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen de groepen significant verschillend zijn ( $\alpha=0,05$ ). De horizontale stippellijnen geven de spreiding van de rapportagegrens weer (5%-, 50%- en 95%-percentiel, waarvan de laatste twee over elkaar heen liggen).

### 8.3.3 1H-Benzotriazole

1H-benzotriazole is een stof die in de industrie breed wordt toegepast als corrosieremmer, zoals in metaalbewerkingsbedrijven, installaties met circulerend koel-/proceswater en conserveermiddelen. Daarnaast is het verwerkt in dooi- en antivriesmiddelen, koelmiddelen, reinigingsmiddelen en vaatwastabletten.

In het VEWM is 1H-Benzotriazole gedetecteerd in ruim 25% van de waarnemingen (Tabel 8-1), verspreid over 47 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage VI.IV). Deze tabel laat ook zien dat 1H-Benzotriazole onder alle landgebruiksklassen is aangetroffen, en relatief vaak in oevergrondwater. De stof is ook relatief vaak onder natuur aangetroffen, maar dit is gebaseerd op een zeer beperkt aantal metingen. Overschrijdingen van de signaleringswaarde vertonen een vergelijkbaar patroon (Tabel 8-2). Figuur 8-4 laat zien dat de gemiddelde concentratie in oevergrondwater (A) significant hoger is dan onder stedelijk gebied (B). De gemiddelde concentratie onder landbouw (AB) wijkt niet significant af van de andere landgebruikstypen.

Detecties (Tabel 8-1) en overschrijdingen (Tabel 8-2) van 1H-Benzotriazole zijn vrijwel gelijkmatig verspreid over de redoxklassen. Daarnaast wijken de gemiddelde concentraties in oxisch of suboxisch, ijzergereduceerd en sulfaatgereduceerd grondwater niet significant van elkaar af (allen A, Figuur 8-4).



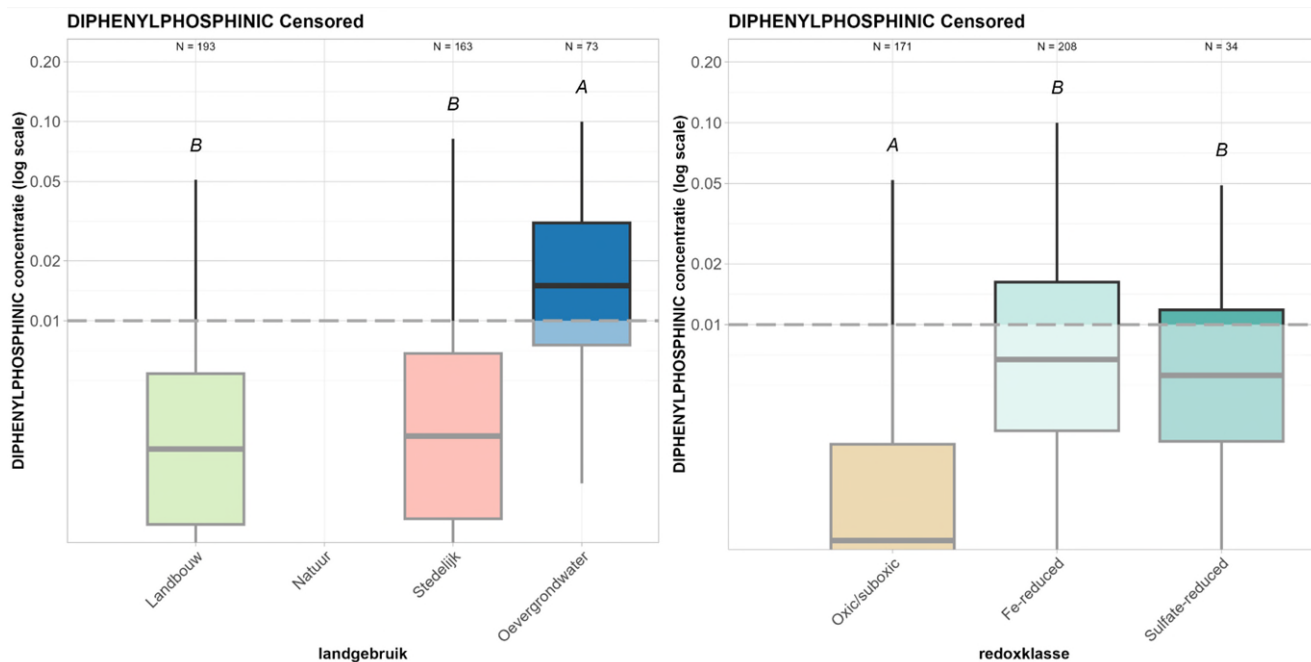
Figuur 8-4: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van 1H-Benzotriazole over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

### 8.3.4 Diphenylphosphinic

Diphenylphosphinic is een industriële stof die als grondstof of katalysator wordt toegepast in o.a. de organische chemie, metaalchemie en als brandvertrager. De stof zit waarschijnlijk niet in consumentenproducten, en heeft daarmee uitsluitend een industriële herkomst.

In het VEWM is diphenylphosphinic gedetecteerd in ruim 19% van de waarnemingen (Tabel 8-1), verspreid over 21 grondwaterbeschermingsgebieden (bijlage VI.IV). De stof werd het vaakst aangetroffen in oevergrondwater, in mindere mate onder stedelijk gebied, en nog minder vaak onder landbouw. Diphenylphosphinic overschreed geen enkele keer de signaleringwaarde. Figuur 8-5 laat zien dat de gemiddelde concentratie van diphenylphosphinic significant hoger is in oevergrondwater (A), dan onder stedelijk gebied en landbouw (beide B).

Diphenylphosphinic werd in alle redoxklassen aangetroffen, maar vaker in gereduceerd grondwater dan in oxisch of suboxisch grondwater (Tabel 8-1). De gemiddelde concentraties in ijzergereduceerd en sulfaatgereduceerd grondwater (bieden B) zijn significant hoger dan in oxisch of suboxisch grondwater (A).



Figuur 8-5: Waargenomen en geschatte (onder rapportagegrens) concentratieverdeling ( $\mu\text{g/l}$ ) van Diphenylphosphinic over drie landgebruiksklassen (links) en drie redoxklassen (rechts), weergegeven als boxplots. De lettercodes geven aan of de concentratieverdelingen tussen landgebruiksklassen significant verschillend is ( $\alpha=0,05$ ).

## 9 Persistentie en mobiliteit in het VEWM

In het rapport wordt een poging gedaan om de detecties en overschrijdingen te relateren aan de mobiliteit en persistentie van stoffen. Dat doen we op twee manieren. In paragraaf 9.1 testen we voor alle stofgroepen of individuele stoffen vaker worden aangetroffen onder oxische dan wel anoxische omstandigheden, of andersom. Dat doen we aan de hand van de afgeleide, versimpelde redoxklassen (zie paragraaf 2.3.2). In de tabellen in dit hoofdstuk tonen we de resultaten van die analyse. In paragraaf 9.2 maken we een analyse van de stoffeigenschappen qua sorptie en biodegradatie eigenschappen. In die paragraaf maken we direct ook een vergelijking met de stoffen zoals die in het KRW-meetnet zijn aangetroffen.

### 9.1 Redox en afbraak van stoffen

In bijlage VII zijn alle tabellen opgenomen waarin de toetsing is samengevat voor de verschillen in detecties tussen anoxisch en oxisch water. In die tabellen zijn verschillen tussen anoxische en oxische subsets vergeleken aan de hand van het percentage detecties en zijn stoffen waarvoor de oxische en anoxische subsets onderling statistisch significant verschillen in vette font weergegeven. De resultaten worden in Tabel 9-1 samengevat.

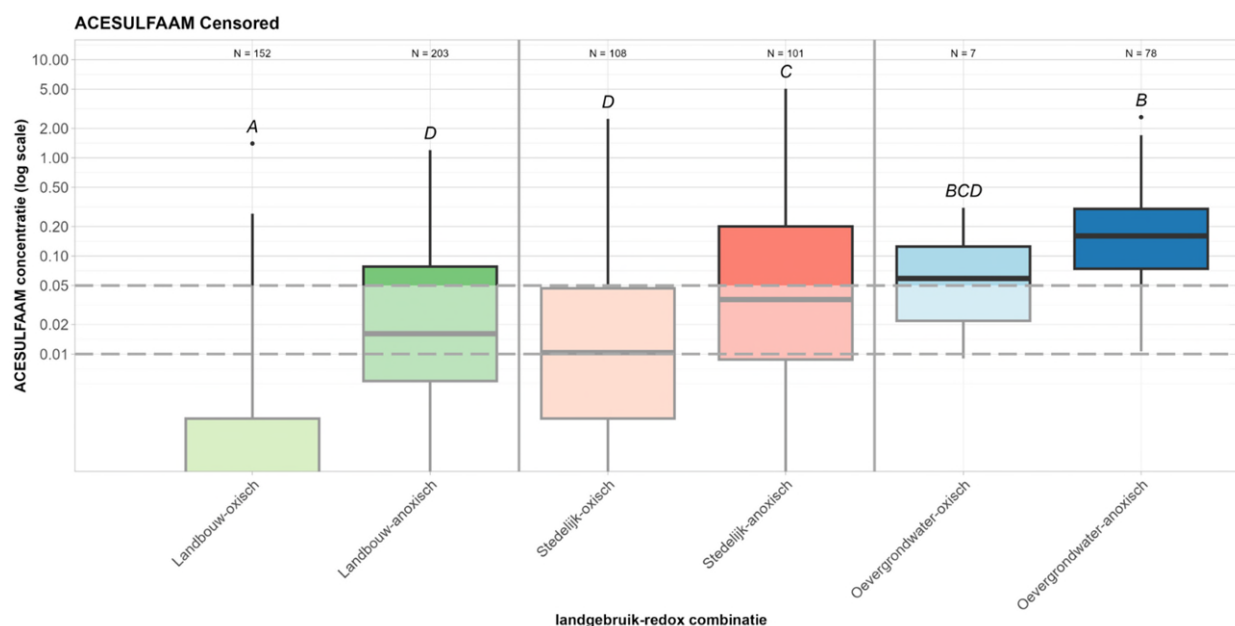
Uit de tabel blijkt duidelijk dat er veel meer stoffen zijn aangetroffen in anoxisch grondwater dan in oxisch grondwater. Dit betekent dat bij de huidige toepassing, c.q. toelating, van stoffen, juist de stoffen die onder anoxische omstandigheden mobiel en persistent zijn een potentieel risico vormen voor het diepere grondwater en waterwinning uit gereduceerde watervoerende pakketten. De stoffen in de rechterkolom van Tabel 9-1 zijn dan ook de belangrijkste aandachtstoffen voor early warning in gebieden waar grondwater uit gereduceerde pakketten wordt gewonnen. Dat zijn andere antropogene stoffen dan die relevant zijn voor grondwaterwinningen uit aerobe pakketten (zie middelste kolom van Tabel 9-1) en voor (zuurstofhoudend) oppervlaktewater.

Bij de tabel zijn nog wel een aantal kanttekeningen te plaatsen. De statistische toets op significantie tussen anoxisch en oxisch water hield geen rekening met landgebruikstypen en de representativiteit van het meetnet onder die landgebruikstypen. Dat zou in principe tot een vertekening kunnen leiden, met name voor stoffen die veel vanuit infiltrerend oppervlaktewater afkomstig zijn, en dus met name de geneesmiddelen (zie Hoofdstuk 6). Immers, onder het substratum oevergrondwater komt relatief veel anoxisch water voor (Tabel 2-3) en juist in het oevergrondwater worden veel geneesmiddelen gevonden. De invloed van redoxstatus van het grondwater en herkomst (landgebruikstype) moet van elkaar gescheiden worden om vast te stellen welke stoffen redoxgevoelig zijn. Figuur 9-1 geeft een voorbeeld van zo'n analyse voor de stof acesulfaam; voor elk type landgebruik werden hogere concentraties acesulfaam aangetroffen in anoxisch water. Dit bevestigt dat acesulfaam inderdaad redoxgevoelig is: de stof breekt sneller af onder oxische of suboxische omstandigheden dan onder anoxische omstandigheden.

Omdat de analyse achter Figuur 9-1 lastig te automatiseren is, zijn we kwalitatief nagegaan of het patroon van verschillen tussen oxisch en anoxisch water uit de tabellen in bijlagen II t/m VII voor verschillende landgebruikstypen kan worden bevestigd. Dat blijkt het geval voor de stoffen die in Tabel 9-1 vet en cursief zijn weergegeven; deze stoffen zijn in meerdere substrata voor landgebruik vaker aangetroffen onder anoxische dan wel oxische omstandigheden.

Tabel 9-1: Stoffen die preferent zijn aangetroffen in oxisch water (tweede kolom) dan wel anoxisch grondwater (derde kolom) voor de twee meetrondes van het VEWM. Voor de vet en cursief gedrukte stoffen zijn deze verschillen onder meerdere landgebruikstypen zichtbaar.

Stofgroep	Meer detecties in oxisch water	Meer detecties in anoxisch water
Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten	<i>Desisopatr</i> Simazine Atrazine <i>Clothiandin</i>	<i>Bentazon</i> <i>Atrazine-2-hydroxy</i> <i>DEET</i> <i>Simazine-2-hydroxy</i> <i>MCPP</i> <i>Chloridazon</i> <i>Tebuconazole</i> <i>Flutolanil</i> Clopyralid
Niet-relevante metabolieten	<i>BAM</i>	AMPA Choridazon-desphenyl <i>Metazachl-ESA</i>
Geneesmiddelen		<i>4Formylaminoanti</i> <i>Carbamazepine</i> <i>Gabapentin</i> <i>Gabapentinlactam</i> Candesartan <i>Phenazone</i> N-acetyl4aminoantip <i>Irbesatan</i> Sotalol Valsartan Iopamidol Primidone Sulfapyridine Aminoantipyrine-4 Diclofenac Propylphenazone
PFAS en TFA		<i>PFOA</i> <i>PFBA</i> <i>PFHpA</i> <i>PFBS</i> <i>PFHxA</i> <i>PFPeA</i> <i>PFOS</i> <i>TFMS</i> PFNA FHxSA H4PFOS
Overige industriële stoffen	TCM TCEE TRI	<i>EDTA</i> <i>Acesulfaam</i> <i>MTBE</i> <i>Diphenylphospinic</i> <i>25Dimethylbenz</i> <i>Sucralose</i> Cyclamate <i>Glymetetra</i> 5Methyl1Hbenzotriazole 14Dioxaan <i>Glymetri</i> 4methyl1hben <i>Ptoluenesulfonicacid</i> C12DCEE 13Diphenylguanidine Glymedi T12DCEE



Figuur 9-1: Voorbeeld van een stof (Acesulfaam) waarbij het significante verschil tussen anoxische en oxische monsters bij alle landgebruikstypen tot uiting komt in hogere concentraties in het anoxische water. (**vet/cursief** in Tabel 9-1. Voor acsulfaam is het patroon overigens duidelijker dan voor veel andere stoffen in de tabel.

Een andere kanttekening is dat de meetfrequentie niet in alle landgebruikstypen gelijk is geweest. Dat betekent dat we de resultaten uit de vaker gemeten groepen in de statistische analyse vaker tegenkomen. Dat is statistisch niet zuiver omdat die resultaten niet werkelijk onafhankelijke data bevatten; de resultaten van de statistische analyses moeten daarom met voorzichtigheid en vooral kwalitatief worden gebruikt. Qua statistische analyse zou een meer gelijke meetdichtheid en -frequentie in de verschillende landgebruikstypen sterk de voorkeur genieten. Hierop komen we in de aanbevelingen terug.

## 9.2 Mobiliteit en persistentie: Koc en DT50 analyse

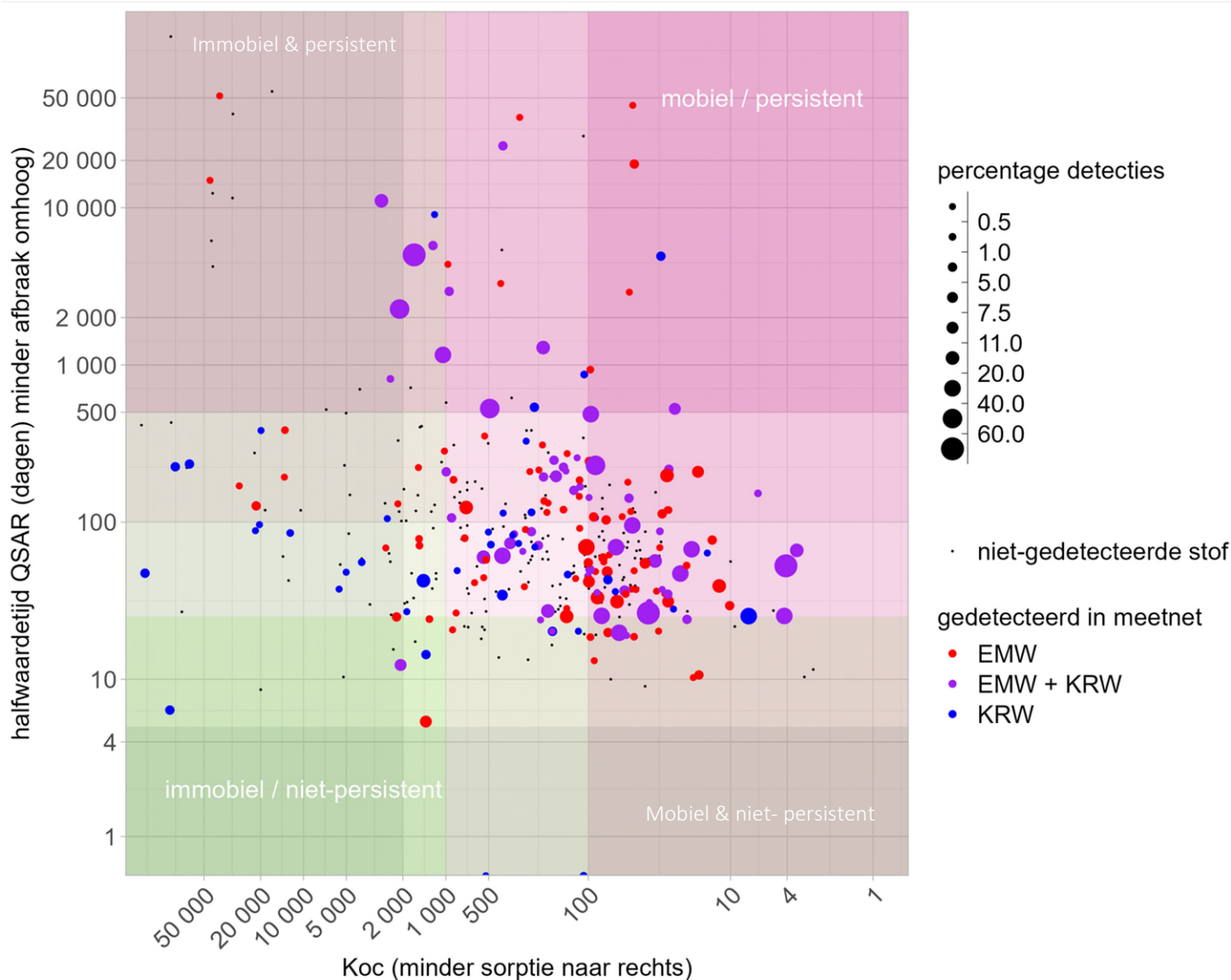
Mobiliteit en persistentie van stoffen kunnen we karakteriseren via de sorptie-eigenschappen en het biodegradatie profiel van de stoffen. Die eigenschappen zijn zowel te meten in het laboratorium of het veld maar kunnen ook worden voorspeld vanuit de moleculaire structuur van de stoffen. Omdat we in het onderzoek circa 600 organische stoffen hebben onderzocht, is voor die laatste aanpak gekozen. De stoffeigenschappen zijn beschikbaar via databases, zoals OPERA, en tools zoals de EPISuite tool van de US-EPA (EPA, 2012). Voor een deel zijn dit soort eigenschappen ook beschikbaar gemaakt in de Aquapriori gereedschapskist (<https://aquapriori-acc.kwrwater.nl>). Op basis van de ervaringen met de implementatie van Aquapriori is in dit onderzoek gekozen voor een tweetal eigenschappen, die onzes inziens op dit moment het meest geëigend lijken voor de analyse:

- De *Koc*, ofwel 'organic carbon distribution coefficient', zoals we die uit het OPERA model hebben overgenomen, waarvan de waarden zijn opgenomen in Aquapriori. Deze waarden zijn redelijk goed bekend, al zijn er tussen verschillende modelbenaderingen wel verschillen. Een hoge *Koc* wijst op sterke adsorptie aan organisch materiaal en dus een lage mobiliteit en uitspoeling.
- De DT50 (halfwaardetijd) zoals die uit een gecombineerde analyse van EPISuite-modellen is afgeleid door Arp (Arp en Hale, 2022) op basis van het QSAR-model en de daarin opgenomen Molecular Connectivity Index (MCI, EPA 2012). Een hoge DT50 waarde duidt op een lange halfwaardetijd en daarmee op geringe afbraak en daardoor grote persistentie. De QSAR-voorspellingen zijn gebaseerd op de molecuulstructuur van een stof, en de mogelijke manieren waarop die stof kan worden afgebroken in kleinere moleculen. De halfwaardetijd die met het model wordt bepaald moet met een grove korrel zout worden genomen, omdat de Biowin-modules uit het EPISuite-model, waarop de waarde is gebaseerd, vooral uitgaan van

afbraak onder *aerobe* omstandigheden. De door Arp afgeleide DT50\_QSAR-waarde correleert ook het best met een model dat uitgaat van initiële aerobe afbraak van een stof, als het ware representatief voor de eerste component van het molecuul dat door afbraak wordt afgesnoept. Voor ons gebruik lijkt dit ook de belangrijkste eigenschap, al is de afgeleide DT50 *niet representatief* voor de anoxische omstandigheden die we in veel Nederlands grondwater aantreffen (zie ook de voorgaande paragraaf). Gebruik van de alternatieve Biowin-resultaten voor afbraak onder methanogene afbraak (Biowin 7, EPA 2012) bleek geen meerwaarde te hebben voor ons doel (ongepubliceerde resultaten KWR).

In bijlage VII is voor elke stof de op deze manier verkregen Koc en DT50 QSAR-waarde samengevat in de laatste twee kolommen. We hebben beide eigenschappen geclassificeerd naar mobiliteit en persistentie via kleurenklassen; rode kleuren wijzen op een stof die gemakkelijk uitspoelt naar grondwater vanwege lage sorptie en/of persistent is omdat ze een lange halfwaardetijd heeft en dus slecht wordt afgebroken onder aerobe omstandigheden. Groene kleuren wijzen op een stof die sterk adsorbeert en of relatief snel aerob afbreekt. Rode kleuren refereren dus naar een potentieel hoog risico voor de grondwaterkwaliteit, terwijl groene kleuren refereren naar een potentieel beperkt risico voor de grondwaterkwaliteit.

Voor bentazon (Bijlage VII.I) wijst de berekende Koc op weinig adsorptie, zodat deze stof mobiel is. De berekende DT50 geeft aan dat bentazon redelijk langzaam afbreekt en dus enigszins persistent is. Het feit dat beide kleuren in het rood schieten geeft aan dat bentazon een potentieel risicovolle stof voor de grondwaterkwaliteit is. Glyfosaat daarentegen zou volgens de berekende Koc en DT 50 (Bijlage VII.I) sterk adsorberen en snel afbreken, en daarom een laag risico voor de grondwaterkwaliteit vormen. Voor oxische bodems is dit waarschijnlijk het geval, maar het frequent aantreffen van de stof onder anoxische omstandigheden in oevergrondwater wijst waarschijnlijk op aanzienlijk minder afbraak van glyfosaat in grondwater dan het model dat voor de toelating van stoffen wordt gebruikt voorspelt.



Figuur 9-2: Persistentie/mobiliteitsdiagram voor alle onderzochte stoffen in het VEWM en de ondiepe filters in het KRWMP. De achtergrondkleuren komen overeen met die in de tabellen VII.I tot en met VII.V. Rode kleuren wijzen op een relatief groot risico voor de grondwaterkwaliteit, groene kleuren op relatief gering risico. De grootte van de symbolen is gebaseerd op het percentage detecties: voor VEWM en VEWM+KRWMP gaat het om de percentages uit deze studie, voor KRWMP voor de percentages uit het KRWMP zelf (zie hoofdstuk 10).

In Figuur 9-2 is een samenvatting gegeven van alle organische stoffen die in deze studie zijn onderzocht in relatie tot de gemodelleerde waarden van Koc en DT50\_QSAR. Daarbij zijn zowel de stoffen uit het VEWM als die van het KRWMP meegenomen. De kleuren van de bollen geven aan of een stof zowel in het VEWM als KRWMP voorkomt (paars), alleen in het VEWM (rood) of alleen in het KRWMP (blauw). De grootte van het symbool geeft het percentage detecties weer. Op het eerste oog is weliswaar sprake van een kluit, maar bij nadere beschouwing is er toch wel een patroon zichtbaar.

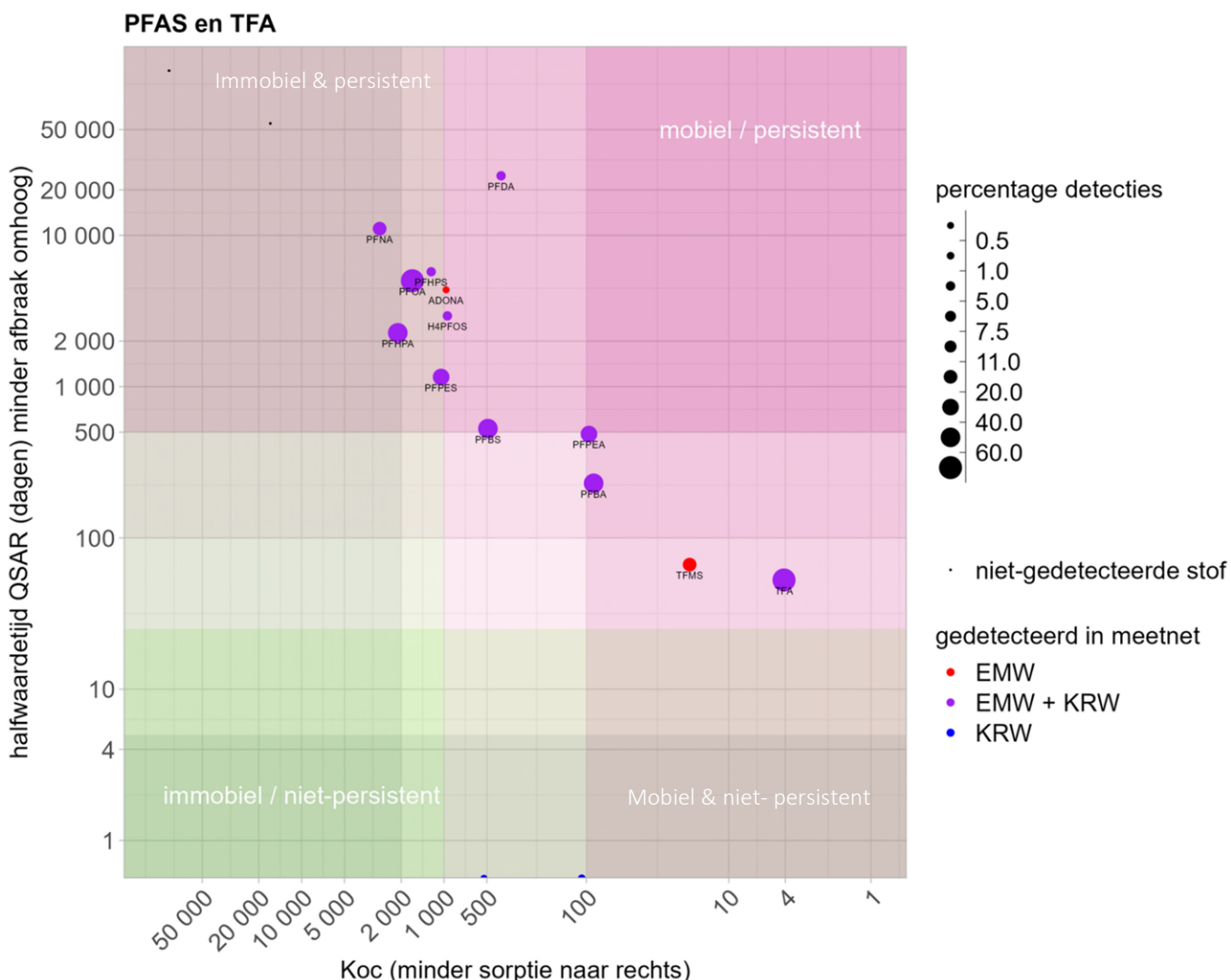
- Stoffen met aanzienlijke percentages detecties (grote stippen) komen merendeels voor:
  - ofwel bij een lage Koc waarde (< 500 of 1000 L/kg, wijzend op weinig sorptie)
  - of bij een lange halfwaardetijd (> 500 dagen, wijzend op persistentie)
- Er bestaan blijkbaar weinig stoffen die weinig adsorberen (Koc < 500) en tegelijkertijd weinig *aerobe* afbraak kennen; als die er zouden zijn, zouden we toch verwachten ze te hebben aangetroffen.
- De meeste detecties vinden we bij een Koc < 500 L/kg (weinig sorptie) en een DT50\_QSAR tussen 20 en 500 dagen (beperkt persistent). Aangezien de meeste detecties juist stoffen binnen dit deel van het

spectrum betroffen, wordt de gemodelleerde afbraak kennelijk sterk overschat. Dat versterkt de waarneming dat in het VEWM veel stoffen zijn gedetecteerd die in een anoxisch milieu nauwelijks of slecht afbreken. De aerobe afbraak die het QSAR- model veronderstelt is dus niet per se de bepalende factor. De halfwaardetijd voor anoxische afbraak is naar verwachting dus veel langer dan de modelvoorspelling nu suggereert. Eigenlijk zou een flink deel van de kluit dus veel hoger in het diagram moeten liggen dan nu het geval is.

- Een combinatie van een lage *Koc* (weinig mobiel) en een korte aerobe halfwaardetijd (mobiel) garandeert echter niet dat een stof ook wordt aangetroffen; zie de vele zwarte puntjes in het centrum van het diagram. Behalve de stofeigenschappen speelt vanzelfsprekend ook de emissie van die stof een rol; als een stof immers weinig wordt geëmitteerd zal die ook niet worden gedetecteerd. Het gebruik van alleen gemodelleerde *Koc* en DT50 is dus niet zomaar toepasbaar om stoffen te markeren die mogelijk het grondwater kunnen bereiken; met andere woorden: de voorspellende waarde is gering.

Als we kijken naar de twee onderzochte meetnetten (VEWM en KRWMP), dan komen er uit Figuur 9-2 geen duidelijke patronen naar voren die te relateren zijn aan mobiliteit en persistentie van stoffen. In hoofdstuk 10 komen we daarop terug.

In de tabellen in bijlage VII is voor vrijwel elke stof de *Koc* en DT50 berekend waarmee de positie van die stof in het diagram bij benadering kan worden geplaatst. In dit hoofdstuk lichten we er nog één stofgroep uit omdat die wel een duidelijk patroon laat zien in het mobiliteit/persistentie diagram: PFAS en TFA (Figuur 9-3). De PFAS zijn duidelijk in een diagonaal gegroepeerd, met de kleinste moleculen zoals TFMS en TFA rechtsonder en de grotere linksboven. Dat de lange keten PFAS sterker sorberen is bekend, en de figuur suggereert dat de afbraak van de grotere PFAS duidelijk trager verloopt dan die van de korte PFAS. De hoge waarden van *Koc* voor de lange keten PFAS verhinderen blijkbaar hun detecties niet, want ze worden veelvuldig aangetroffen met de hoogste detecties voor PFOA. Mogelijk dat hun negatieve lading het transport aanzienlijk vergemakkelijkt, wat niet verdisconteerd is in het *Koc* model. Van der Grift en Meekel (2023) signaleerden deze beperking van de *Koc* waarden al eerder en adviseerden om een onderzoek te starten naar de consequenties van het niet meenemen van elektrostatistische interacties in de verspreidingsmodellen die zijn gebaseerd op de *Koc*. Die interacties kunnen zowel extra mobiliteit induceren (zoals in het voorbeeld van PFAS), maar ook tot extra retardatie in het geval van positief geladen stoffen in een pH-neutraal milieu. In het Waterwijsprogramma loopt hier op het moment van schrijven van dit rapport een verkennend onderzoek naar.



Figuur 9-3: Persistentie/mobiliteitsdiagram voor PFAS en TFA in het VEWM en de ondiepe filters in het KRWMP. De achtergrondkleuren komen overeen met die in de tabellen III.1 tot en met III.5. Rode kleuren wijzen op relatief groot risico voor de grondwaterkwaliteit, groene kleuren op een relatief klein risico. De grootte van de symbolen is gebaseerd op het percentage detecties: voor VEWM en VEWM+KRWMP gaat het om de percentages uit deze studie, voor KRWMP voor de percentages uit het KRWMP zelf (zie hoofdstuk 10).

### 9.3 Conclusies

De belangrijkste conclusies uit dit hoofdstuk zijn dat

- (1) in het VEWM veel meer organische microverontreinigingen zijn aangetroffen in anoxisch grondwater dan in oxisch of suboxisch grondwater, ongeacht de stofgroep en herkomst van het grondwater (paragraaf 9.1), en
- (2) de gemodelleerde stoffeigenschappen voor sorptie en afbraak geven noch een verklaring voor het aantreffen van stoffen in het VEWM, noch voor verschillen in de detecties tussen het VEWM en het KRWMP (paragraaf 9.2). Vermoedelijk komt dit doordat de gebruikte modellen uitgaan van aerobe omstandigheden en daardoor niet representatief zijn voor de ijzer- en sulfaat-gereduceerde omstandigheden die ook kenmerkend zijn voor het Nederlandse grondwater.

Dit wijst erop dat de mobiliteit en persistentie van veel stoffen in gereduceerd grondwater worden onderschat in de milieurisico-beoordeling die ten grondslag ligt aan de toelating van stoffen. Dit betekent dat het toelatingsbeleid niet goed in staat is om alle stoffen die een risico vormen voor de grondwaterkwaliteit uit te bannen, specifiek de stoffen die mobiel en persistent zijn in een gereduceerd milieu. Juist veel kwetsbare grondwaterwinningen bevinden zich in (ijzer-)gereduceerde watervoerende pakketten, zodat deze stoffen op termijn de winputten

kunnen bereiken. Om deze omissie in de milieubeoordeling te ondervangen is het nodig de achterliggende modellen te verbeteren door zowel met redox-condities, als met elektrostatische sorptie rekening te houden. Deze ontwikkeling is echter niet op de korte termijn te realiseren. Des te belangrijker is het om meetgegevens over de verspreiding van stoffen te (blijven) verzamelen en deze bij de milieurisico-beoordeling te benutten.

De stoffen in de rechterkolom van Tabel 9-1 zijn daarom belangrijke aandachtstoffen voor early warning rond kwetsbare winningen met ondiep gereduceerd grondwater, terwijl de stoffen in de middelste kolom van Tabel 9-1 aandachtstoffen zijn voor early warning rond kwetsbare winningen uit een oxisch of suboxisch watervoerend pakket. Overigens is verdere differentiatie op basis van veilige gezondheidskundige waarden voor de stoffen mogelijk.

# 10 Vergelijking met KRWMP

## 10.1 Inleiding

Provincies monitoren vanuit hun verantwoordelijkheid voor de grondwaterkwaliteit en de bescherming van drinkwaterbronnen de grondwaterkwaliteit in provinciale grondwatermeetnetten, die zijn samengebracht in het KRWMP. Sinds 2015 stemmen de provincies hun meetpakketten voor het KRWMP onderling af, en worden de data in een dataset bijeengebracht. Dit levert coherente overzichten van het voorkomen en overschrijden van antropogene stoffen in monitoringsfilters op 10 en 25 m diepte. Het KRWMP heeft o.a. als inzichten geleverd dat het grondwater op deze dieptes op grote schaal met antropogene stoffen is verontreinigd en om welke stoffen het gaat (Sjerps e.a., 2017; van Loon e.a., 2020; Arcadis, 2025). Toch bieden de resultaten uit het KRWMP maar beperkt handelingsperspectief doordat (1) de metingen een weerslag geven van een situatie van mogelijk tientallen jaren geleden, zodat de waargenomen stoffen geen representatief beeld geven van het huidige beleid, en (2) de herkomst van, en omstandigheden waaronder verontreinigingen zich verspreiden niet in beeld zijn gebracht. In de Noord-Brabantse en Limburgse provinciale KRW-meetnetten is het via dateringen van het water gelukt om relaties te leggen tussen infiltratieperiode en de emissies van de stoffen, en zijn ook ondiepere filters beschouwd (Broers et al., 2024). Dergelijke informatie ontbreekt in de provinciale grondwatermeetnetten van de meeste andere provincies. Het idee van de early warning meetnetten is om ondieper en dichter op de emissiebronnen te meten dan in de provinciale meetnetten, om op die manier meer zicht te krijgen op recente ontwikkelingen in emissies en uitspoeling naar het grondwater.

Monitoring van het ondiepe, nieuwgevormde grondwater levert niet alleen een directere feedback met het grondwaterkwaliteitsbeheer, maar heeft ook een grotere relevantie voor de risicobeoordeling voor verschillende receptoren ten opzichte van monitoring in dieper grondwater. Onttrokken grondwater uit kwetsbare winningen bestaat namelijk voor een aanzienlijk deel uit jong grondwater van enkele maanden tot jaren oud. Monitoring in het bovenste grondwater is daarom tevens beter signalerend voor de ontwikkeling van de kwaliteit van onttrokken grondwater en grondwatergevoed oppervlaktewater.

De resultaten van het VEWM zijn vergeleken met de resultaten uit de ondiepe filters uit het KRWMP (bron: IHW) voor de provincies Utrecht, Gelderland, Overijssel, Drenthe en Friesland<sup>3</sup>. Gemiddeld zijn die filters van het KRW-meetnet dieper gesteld dan in het VEWM. In Bijlage VIII zijn de resultaten voor de individuele stoffen weergegeven, waarbij een vergelijking kan worden gemaakt tussen het aantal meetfilters in de beide meetnetten, tussen het bereik van de rapportagegrenzen (via 5-percentiel (P5), mediaan (P50) en 95-percentiel (P95)) en tussen de detectiepercentages in beide meetnetten. In dit hoofdstuk vatten we de resultaten samen in een viertal overzichtstabellen.

We richten ons daarbij op drie aspecten:

1. In hoeverre zijn er in het VEWM en het KRW-meetnet stoffen die we naar aanleiding van deze studie ook zouden moeten opnemen in het meetnet; met andere woorden; “welke stoffen zijn er relevant qua detectiepercentages en early warning die we nu in één van de meetnetten niet in beeld hebben door dat ze niet in het analysepakket voorkomen?”
2. Welke stoffen zijn wel gemeten maar worden nooit aangetroffen in één van de meetnetten, maar wel in het andere meetnet?

---

<sup>3</sup> De gegevens van de provincie Noord-Holland zijn buiten beschouwing gelaten gezien het kleine areaal en de geringe representativiteit van het meetnet voor dit areaal. Gegevens van Flevoland zijn niet betrokken omdat daar geen kwetsbare winningen zijn die in het VEWM zijn vertegenwoordigd.

3. Voor welke stoffen is het belangrijk om de rapportagegrens te verlagen, omdat uit het andere meetnet blijkt dat er dan meer detecties worden gemeten en de stof dus zichtbaar relevant is in het kader van early warning?
4. Welke stoffen worden in het VEWM aanzienlijk vaker gedetecteerd, en kan dit te maken hebben met de rapportagegrens, ja dan nee?

Deze aspecten komen in de volgende paragrafen aan de orde.

## 10.2 Welke stoffen zijn nu onvoldoende in beeld in één van de meetnetten?

Tabel 10-1 toont de stoffen die we nu in één van de meetnetten onvoldoende in beeld hebben doordat ze niet in het analysepakket zijn opgenomen. Met name de metaboliëten dimethenamide-esa en dimethenamide-oa zijn in het KRWMP nog niet in beeld, maar worden systematisch aangetroffen in het VEWM, wat wil zeggen in meer dan 10% van de gevallen. Hetzelfde geldt voor de geneesmiddelen 4formylaminoanti, gabapentinlactam en candesartan en voor de mobiele PFAS TFMS. De industriële stoffen diphenylphospinic, 2,5-dimethylbenz, sucralose, cyclamate en 5-methyl-1H-benzotriazole zijn eveneens onvoldoende in beeld in het KRWMP en komen veelvuldig voor in het VEWM. Omgekeerd worden DMS (dimethylsulfamide) en TEP niet gemeten in het VEWM, terwijl deze stoffen in meer dan 10% van de waarnemingen van het KRWMP zijn aangetroffen. Aanbevolen wordt om te overwegen of de genoemde stoffen alsnog in het meetpakket opgenomen zouden moeten worden, eventueel na weging op basis van toxiciteit.

Tabel 10-1: Stoffen die onvoldoende in beeld zijn in het VEWM dan wel in het KRWMP. De grens voor de vergelijking is gelegd bij minimaal 1,0% detecties in één van de meetnetten. In **vet** zijn stoffen weergegeven die in meer dan 10% van de gevallen werden gedetecteerd.

Stofgroep	Alsnog meten in VEWM	Alsnog meten in KRWMP
Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten	<b>Dimethylsulfamide</b> Dikegulac Diuron	Simazine-2-hydroxy Alachloor-esa 2methyl4isothiazolin-3-one Dimethenamide-p Propazine2hydroxy 3-iodo-2-propynyl N-butylcarbamate Clopyralid Propiconazool
Niet-relevante metabolieten		<b>Dimethenamide-esa</b> <b>Dimethenamide-oa</b> Metazachl-oa
Geneesmiddelen	Estriol 17alpha-estradiol	<b>4formylaminoanti</b> <b>Gabapentinlactam</b> <b>Candesartan</b> N-acetyl4aminoantip Irbesatan Valsartan Aminoantipyrene-4 Amantadine Losartan Sulfamethizole Coffeine Pentoxifylline
PFAS en TFA	PFDpA 4:2 fluortelomerfosfaatmonoester 82DIPAP PFOPA PFODA	<b>TFMS</b> FHxSA
Overige industriële stoffen	<b>TEP</b> TCIPPSOM DBP DIPB Methyl-1h-benzotriazool Fenanthr <sup>4</sup> 2,6-xylidine Pyreen Fluorantheen triisobutylfosfaat TBEP Acenafte	<b>Diphenylphospinic</b> <b>25Dimtethylbenz</b> <b>Sucralose</b> <b>Cyclamate</b> <b>5methyl1hbenzotriazole</b> 4methyl1hben Ptoluenesulfonicacid DTPA Butanoltert Tri Methylmetacrylaat Mpxyleen Trichloorfch4 44Diaminodiphenylmethane DIPE chexaan

### 10.3 Voor welke stoffen is de rapportagegrens te hoog in één van de meetnetten?

Tabel 10-2 toont de stoffen waarvan de rapportagegrenzen onderling aanzienlijk afwijken, óf waarvoor met de 50-percentiel (P50) en/of het 95-percentiel (P95) onvoldoende kan worden nagegaan of er sprake is van normoverschrijding. Als een rapportagegrens te dicht op de norm ligt is een goede beoordeling namelijk onzeker. Voor geneesmiddelen, bestrijdingsmiddelen en industriële stoffen gaat het dan om de 0,1 µg/l grens, voor de meeste niet-relevante metabolieten om de 1,0 µg/l grens. Voor PFAS is nagegaan of het in beeld brengen van de bijdrage van een stof aan richtwaarde van 4,4 ng/l PEQ in gevaar komt door een te hoge rapportagegrens. Binnen het VEWM gaat het slechts om enkele genees- en bestrijdingsmiddelen en voor de metolachloor-metabolieten waarvoor een verscherpte norm gaat gelden. Ook voor een tiental industriële stoffen zijn de rapportagegrenzen te hoog om ze goed in beeld te krijgen. Uit de tabel blijkt dat het bij het KRWMP om een aanzienlijk groter aantal

<sup>4</sup> Waarschijnlijk vals positieve waarneming (pers. Med. Martin de Jonge)

stoffen gaat waarvoor de rapportagegrens eigenlijk te hoog is. In Bijlage VIII is dit voor elke individuele stof na te gaan; daar zijn de rapportagegrenzen van KRWMP en VEWM gezamenlijk gerapporteerd en zijn verschillen geduid met kleurcodes.

Tabel 10-2: Stoffen waarvoor de rapportagegrens te hoog is in ofwel het VEWM of het KRWMP. De evaluatie is gebaseerd op de mediane en 95-percentiel rapportagegrenzen (LOQ) in de beide datasets. **Vet** gemarkeerde stoffen duiden op een rapportagegrens die bezwaarlijk is om een normoverschrijding goed te kunnen onderscheiden (meestal gaat het dan om een verhoogd P95 in een deel van de dataset). \* = LOQ te hoog in verband met de verscherpte norm. Stoffen zijn alleen beschouwd bij > 1% detecties in één van de meetnetten. \*\* = niet aangetroffen in VEWM, wel in KRWMP

Stofgroep	Te hoge LOQ in VEWM	Te hoge LOQ in KRWMP
Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten	Glyfosaat Fluroxypyr	<b>Bentazon</b> <b>DEET</b> <b>MCPP</b> Desisopatr Chloridazon Simazine Fluopicolide Carbendazim Tebuconazole Nicosulfuron Fluopyram Flutolanil Dinoterb Dikegulac
Niet-relevante metabolieten	<b>Metolachloor-ESA*</b> <b>Metolachloor-OA*</b> Metazachl-ESA Matazachl-OA	AMPA Desphenyl-chloridazon Methyl-desphenyl-chloridazon
Geneesmiddelen	Iopamidol Primidone Iomeprol Ibuprofen**	<b>Gabapentin</b> Phenazone Sotalol Clopidol Diclofenac Propylphenazone Iomeprol
PFAS en TFA	PFHxDA**	<b>TFA</b> <b>PFOA</b> <b>PFBA</b> <b>PFHPA</b> <b>PFHXS</b> PFHXA PFPEA <b>PFES</b> <b>PFOS</b> <b>PFDA</b> <b>PFNA</b> <b>N-MEFOSA</b>
Overige industriële stoffen	<b>Bisphenol-A**</b> Glymedi TPPO Sucralose THF 1,4-dioxaan DTPA Butanoltert Cletheen Methyketacryaat DCM TrichloorFCH4	EDTA TEP MTBE THF 14DIOXAAN C12DCEE Tolueen TCM TCEE Cletheen T12DCEE DCM DBP

## 10.4 Meer detecties in het VEWM; mogelijke oorzaken

Tabel 10-3 toont de stoffen die vaker worden gedetecteerd in het Early Warning Meetnet dan in het KRW-meetnet. Dat kan verschillende oorzaken hebben:

1. de stoffen worden vaker aangetroffen omdat we op een ondieper niveau meten om daarmee stoffen *eerder* te detecteren (het idee achter het Early Warning Meetnet)
2. de rapportagegrens in het KRW-meetnet ligt hoger waardoor logischerwijs ook minder stoffen worden aangetoond (zie ook paragraaf 10.3)
3. de opzet en indeling van het meetnet is sterk verschillend, waarbij bepaalde omstandigheden, zoals landgebruik of redox gemiddeld verschillen tussen beide meetnetten. Bijvoorbeeld omdat er in het VEWM meer aandacht is besteed aan metingen in stedelijk gebied en/of infiltrerend oppervlaktewater.

De analyse die nodig is voor een antwoord op vraag 3 valt buiten de reikwijdte van dit rapport. Wel is nagegaan of mogelijkheid 2 een rol kan hebben gespeeld. Bij alle stoffen die in de tabel vet zijn weergegeven zou de rapportagegrens inderdaad een rol gespeeld kunnen hebben (zie ook de gedetailleerde tabellen in bijlage VIII).

Uit de tabel blijkt dat een groot aantal stoffen uit elke stofgroep meer detecties heeft in het VEWM dan in het KRWMP. Dat is in overeenstemming met de verwachting dat het early warning meetnet een rol kan spelen bij het *sneller signaleren* van stoffen in vergelijking met het KRWMP dat iets dieper is gesteld. Uit de tabel blijkt ook dat voor een flink aantal stoffen ook de hoge rapportagegrens in het KRWMP een rol kan spelen in het niet signaleren van stoffen, maar dit geldt niet voor alle stoffen. Grosso modo is de verwachting dat de belangrijkste verschillen wel op diepteniveau zijn te herleiden, maar hard bewijs kunnen we daar door de verschillen in de opzet van de meetprogramma's helaas niet voor leveren.

Tabel 10-3: Stoffen waarvoor hogere detectiepercentages zijn vastgesteld in het VEWM ten opzichte van het KRWMP. Bij **vet** gemarkeerde stoffen kan de rapportagegrens waarschijnlijk een deel van de verschillen verklaren. Stoffen die zij gemarkeerd met een \* zijn in het KRWMP wel gemeten, maar niet aangetroffen.

Stofgroep	Meer detecties in VEWM tov KRWMP
Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten	<b>Bentazon</b> Atrazine-2hydroxy <b>Deet</b> Glyfosaat <b>MCP</b> <b>Desisopatr</b> <b>Chloridazon</b> <b>Simazine</b> Atrazine <b>Fluopicolide*</b> <b>Nicosulfuron*</b> <b>Fluopyram*</b> <b>Carbendazim*</b> Tebuconazole
Niet-relevante metabolieten	Metolachloor-esa <b>AMPA</b> Metolachloor-ESA BAM <b>Methyl-desphenyl-chloridazon</b>
Geneesmiddelen	Carbamazepine <b>Gabapentin</b> <b>Phenazone</b> <b>Sotalol</b> Metoprolol <b>Iopamidol</b> Sulfapyridine Trans-10,11-dihydro* Primidone* Sulfapyridine* <b>Propylphenazone*</b> Sulfamethoxazol* <b>Iomeprol*</b> Paracetamol*
PFAS en TFA	<b>TFA</b> <b>PFOA</b> <b>PFHPA</b> <b>PFHXS</b> <b>PFPEs</b> <b>PFOS</b> <b>PFNA</b> <b>GENX</b> <b>PFDA</b> <b>PFHPS</b>
Industriële stoffen	Acesulfaam 1hbenzotriazole <b>MTBE</b> THF* <b>Glymetetra</b> <b>14DIOXAAN*</b> <b>Glymetri</b> TCIPPSOM DBP* <b>Tolueen</b> <b>C12DCEE</b> <b>TCM*</b> 13diphenylguanidine <b>Cletheen</b> Glymedi TPPO <b>TCEE*</b> <b>T12DCEE</b> <b>DCM</b>

# 11 Conclusies en aanbevelingen

## 11.1 Uitkomsten VEWM

De resultaten uit het VEWM voor de periode 2021-2025 laten zien dat het ondiepe, nieuwgevormde grondwater op grote schaal verontreinigd is met een grote diversiteit aan stoffen uit de stofgroepen bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten, niet-relevante metabolieten, geneesmiddelen, PFAS, en industriële stoffen. Het gaat in totaal om 230 verschillende aangetroffen stoffen, waarvan 110 stoffen de norm, signaleringswaarde of (voor PFAS-componenten) individueel de somnorm overschreden. Dit is inclusief de twee metolachloor-metabolieten, waarvoor met de relevantie-verklaring een norm van 0,1 µg/l van kracht wordt. Veruit de meeste aangetroffen stoffen zijn nog toegelaten, en komen via infiltrerend oppervlaktewater, of door uitspoeling uit landbouw en stedelijk gebied in het grondwater terecht. Een aantal stoffen kent een zeer brede toepassing, zoals de industriële stof EDTA (74% detecties) dat als complexvormer bestanddeel is van diverse reinigingsmiddelen, meststoffen, voedingsmiddelen, cosmetica en papier. Andere stoffen hebben een vrij specifieke toepassing, zoals de bloeddrukverlager candesartan. Het achterhalen van de bronnen van de aangetroffen stoffen vereist aanvullend onderzoek en waarschijnlijk ook aanvullende monitoring.

Binnen de meetrondes van het VEWM zijn PFAS-componenten veruit het vaakst aangetroffen. Van de zes stoffen die in meer dan 50% van de waarnemingen zijn aangetroffen, behoren er vijf tot de stofgroep PFAS. Deze PFAS-componenten zijn TFA (97% detecties), PFOA (65% detecties), PFBA (59% detecties), PFHPA (56% detecties) en PFHXS (54% detecties). Dit geeft aan dat bodems en het nieuwgevormde grondwater op grote schaal met diverse PFAS-componenten verontreinigd zijn geraakt en dat deze verontreiniging waarschijnlijk nog altijd doorgaat. TFA is onder alle landgebruiksklassen, inclusief natuur, aangetroffen, maar in significant hogere concentraties onder landbouw en infiltrerend oppervlaktewater. Dit bevestigt de diffuse belasting van het grondwater met TFA door atmosferische depositie (Amato e.a., 2025), en de additionele belasting uit landbouw en door infiltrerend oppervlaktewater gerelateerd aan omzetting van precursoren. Alle andere PFAS-componenten zijn veel vaker onder oevergrondwater, landbouw of stedelijk gebied aangetroffen dan onder natuur. Dit suggereert dat naast een eventuele diffuse belasting als gevolg van atmosferische depositie, aanvullende emissies plaatsvinden die gerelateerd zijn aan het landgebruik (lokaal) of infiltrerend oppervlaktewater (in het achterliggende stroomgebied). Omdat PFAS niet of nauwelijks afbreekt, is een effectieve bronaanpak en/of Europese PFAS-restrictie nodig om te voorkomen dat PFAS-emissies er in de toekomst toe leiden dat de richtwaarde van 4,4 ng PEQ/l in opgepompt grondwater voor drinkwaterproductie wordt overschreden.

Onder de 230 stoffen die in het VEWM zijn aangetroffen, zitten ook een aantal metabolieten van bestrijdingsmiddelen en een aantal PFAS-componenten die al één tot enkele decennia verboden zijn. Voorbeelden van deze metabolieten zijn atrazine-2hydroxy (metaboliet van atrazine), simazine-2hydroxy (metaboliet van simazine), diemethenamide-ESA (metaboliet van diemethenamide) en BAM (metaboliet van dichlobenil). Tot de verboden PFAS-componenten behoren PFOA, PFBA en PFHXS. Deze stoffen zijn zonder uitzondering persistent en zwerven door sterke adsorptie nog in bodems en het oppervlaktewater rond, of hun moederstoffen doen dat. De moederstoffen zijn in dit geval de betreffende bestrijdingsmiddelen of precursoren waar de PFAS-componenten door omzetting uit voortkomen. Het VEWM laat daarmee zien dat voor deze stoffen het effect van restricties en verboden binnen het toelatingsbeleid nog niet zichtbaar is in de metingen van het nieuwgevormde grondwater. Dit geeft het belang aan van het minimaliseren van het gebruik van persistente antropogene stoffen om te voorkomen dat deze stoffen nog decennialang in het grondwater terecht komen en de kwaliteit van onttrokken grondwater voor drinkwaterproductie bedreigen.

Van de 230 aangetroffen stoffen zijn er 224 in minder dan 50% van de filters aangetroffen, waarvan een groot aantal incidenteel (<1% van de filters). Dit bevestigt de grote heterogeniteit van verontreinigingen in het ondiepe grondwater gerelateerd aan wisselende, lokale emissies door een grote diversiteit aan menselijke activiteiten, en daarmee de complexiteit van het vraagstuk. Het geeft daarnaast aan dat early warning-meetnetten van voldoende omvang moeten zijn om een signalerende functie te kunnen vervullen. Gezien de grote verscheidenheid aan stoffen die is aangetroffen, voldoet het VEWM aan deze randvoorwaarde, al zijn er nog enkele verbeteringen mogelijk (zie paragraaf 11.3).

Ondanks de heterogeniteit van de grondwaterkwaliteit hebben de meetresultaten door de gestratificeerde meetnetopzet en het grote aantal metingen twee patronen zichtbaar gemaakt die relevant zijn voor het grondwaterkwaliteitsbeheer. Het eerste patroon heeft betrekking op de globale herkomst van de verontreinigingen en het tweede op het redoxmilieu waarin verontreinigingen preferent zijn aangetroffen.

1. Wat betreft de herkomst van de verontreinigingen geven de resultaten aan dat diverse stoffen uit elke stofgroep frequenter zijn aangetroffen in oevergrondwater (infiltrerend oppervlaktewater), dan onder landbouw of stedelijk gebied. Daarnaast blijken veel verontreinigingen frequenter voor te komen onder landbouw dan onder stedelijk gebied. Dit betreft meerdere industriële stoffen, geneesmiddelen, bestrijdingsmiddelen, relevante en niet-relevante metabolieten. Ten slotte verschillen landbouw en stedelijk gebied nauwelijks wat betreft het aantal detecties van industriële stoffen en PFAS. Deze patronen bevestigen de risico's van infiltrerend oppervlaktewater voor de grondwaterkwaliteit in wateraanvoergebieden en in vrij afwaterende gebieden met afvalwaterlozingen, overstorten of oppervlakkige afstroming. Daarnaast bevestigen ze dat de risico's van de landbouw voor de grondwaterkwaliteit breder zijn dan alleen de emissie van bestrijdingsmiddelen-gerelateerde stoffen. Stedelijk gebied en landbouw hebben wat betreft PFAS en industriële stoffen betreft een vergelijkbaar risico voor de grondwaterkwaliteit. Op het niveau van het VEWM kunnen de verontreinigingsbronnen niet gedetailleerd genoeg in beeld worden gebracht om concreter maatregelen te kunnen treffen. Het is daarom voor de gebiedsdossiers van belang om bovenstaande tot nog toe onderbelichte emissies in de risico-inventarisatie mee te nemen, en in de uitvoeringsprogramma's van de gebiedsdossiers brongerichte maatregelen op te nemen. Dit betreft o.a. de aanpak van de lozing van industriële stoffen op het oppervlaktewater, het beperken van het gebruik van PFAS-houdende bestrijdingsmiddelen en het voorkomen van afspoeling naar het oppervlaktewater.
2. De meetresultaten laten daarnaast een duidelijke relatie zien tussen enerzijds de verspreiding (aan- versus afwezigheid) en concentraties van stoffen en anderzijds de redoxtoestand van het grondwater. In totaal zijn 8 stoffen preferent in oxisch of suboxisch grondwater aangetroffen, terwijl 56 stoffen preferent in anoxisch grondwater zijn aangetroffen. Dit betrof stoffen uit elke stofgroep (Tabel 11-1) en ongeacht de landgebruiksklasse. Dit patroon geeft aan dat locaties met ondiep gereduceerd grondwater kwetsbaarder zijn voor doordringen van verontreinigingen tot het diepere grondwater, dan locaties met een dikkere laag oxisch of suboxisch grondwater. Wij vermoeden dat dit patroon samenhangt met de wijze waarop de milieurisico's van stoffen in de toelatingsprocedure worden beoordeeld, namelijk onder het uitgangspunt van een oxisch milieu. Hierdoor worden de stoffen die niet afbreken in een oxisch milieu er wel gericht uitgefilterd, terwijl hier geen sprake van is bij stoffen die niet afbreken in een gereduceerd milieu. Dit is een omissie in de risicobeoordeling van stoffen die zeer relevant is voor de Nederlandse situatie, waar het grondwater vaak op geringe diepte ijzergereduceerd is en een substantiële oxische zone ontbreekt. Deze omissie wordt bevestigd door het ontbreken van een relatie tussen het aantreffen van stoffen in het VEWM en het KRWMP en de bijbehorende theoretisch afgeleide stoffeigenschappen voor sorptie en afbraak volgens het modelinstrumentarium dat in de toelating wordt toegepast (zie hoofdstuk 9). Wij bevelen de provincies en Vitens daarom aan om deze omissie bij het ministerie van I&W als systeemverantwoordelijke aan te kaarten en te pleiten voor herziening van de risicobeoordelingsprocedure door (microbiologische) afbraak in ijzergereduceerde milieus expliciet mee te nemen. Het is echter niet waarschijnlijk dat de benodigde

uitbreidingen van de instrumentaria op korte termijn beschikbaar zullen zijn, zodat de risicobeoordeling van stoffen vergaand afhankelijk is van grondwaterkwaliteitsmonitoring. Voortzetting van het VEWM is daarom ook vanuit de toelating sterk aan te bevelen.

Tabel 11-1: Aantal stoffen binnen de vijf onderscheiden stofgroepen die preferent in oxisch dan wel in anoxisch zijn aangetroffen.

Stofgroep	Preferent in oxisch	Preferent in anoxisch
Bestrijdingsmiddelen	4	9
Niet-relevante metabolieten	1	3
Geneesmiddelen	0	16
PFAS en TFA	0	11
Industriële stoffen	3	17
<b>Totaal</b>	<b>8</b>	<b>56</b>

## 11.2 Meerwaarde VEWM ten opzichte van het KRWMP

### 11.2.1 Ondieper meten

Het idee van de early warning meetnetten is om ondieper en dichter op de emissiebronnen te meten dan in de provinciale meetnetten, om op die manier meer zicht te krijgen op recente ontwikkelingen in emissies en uitspoeling naar het grondwater. In deze paragraaf trekken we op basis van voorgaande hoofdstukken conclusies over de meerwaarde van ondieper meten voor de signalering van stoffen die een risico vormen voor de grondwaterkwaliteit.

Hoewel niet precies te herleiden is waar, hoe en wanneer de stoffen die zijn gedetecteerd in het VEWM in het grondwater terecht zijn gekomen, laat dit rapport zien dat de monitoring van het bovenste grondwater meerwaarde heeft ten opzichte van het KRWMP. Voor de vergelijking met het VEWM zijn alle ondiepe metingen van het KRWMP (ca. 10 m – mv) van de zes deelnemende provincies gebruikt. Vrijwel alle moederstoffen worden relatief vaker aangetroffen in het VEWM dan in het KRWMP, terwijl metabolieten in beide meetnetten met een vergelijkbare frequentie zijn aangetroffen. Dit is in ieder geval voor een deel het gevolg van het verschil in ouderdom van het water, en de daarin opgeloste stoffen, waardoor de concentraties van moederstoffen in het ondiepere grondwater gemiddeld hoger zijn. Het bevestigt dat de meetfilters van het VEWM inderdaad dichter op de emissiebron zijn geplaatst, zodat de meetresultaten beter representatief zijn voor de actualiteit en eenduidiger te koppelen zijn aan een herkomst. Het VEWM geeft dus inderdaad een beeld van de grondwaterkwaliteit in recenter gevormd grondwater ten opzichte van het KRWMP, en kan daarmee directere feedback op het grondwaterbeschermingsbeleid en het toelatingsbeleid leveren.

### 11.2.2 Focus op drinkwaterfunctie

Zoals in paragraaf 10.1 beschreven, is de monitoring van ondiep, nieuw gevormd grondwater sterker signalerend voor de stoffen die onderweg zijn naar kwetsbare winningen, dan de standaard grondwaterkwaliteitsmonitoring op 10 en 25 m diepte zoals het KRWMP. Daar komt bij dat het VEWM specifiek is ontworpen om de bedreigingen van de grondwaterkwaliteit van kwetsbare grondwaterwinningen in beeld te kunnen brengen. Hiertoe is het VEWM geheel gefocust op de intrekgebieden van kwetsbare grondwaterwinningen, terwijl het KRWMP is gericht op de veel grotere KRW-grondwaterlichamen, waarin intrekgebieden van kwetsbare winningen een klein aandeel hebben. Hierdoor levert het VEWM ten opzichte van het KRWMP op twee manieren aanvullende informatie op over de chemische bedreigingen van kwetsbare grondwaterwinningen.

1. De eerste meerwaarde betreft de monitoring van bestrijdingsmiddelen en niet-relevante metabolieten in grondwaterbeschermingsgebieden. Met het oog op de risico's voor drinkwaterfunctie gelden voor een

aanzienlijk deel van de bestrijdingsmiddelen restricties voor grondwaterbeschermingsgebieden. Deze restricties variëren van een verbod op het gebruik van bestrijdingsmiddelen, tot beperkingen aan het gebruik op bepaalde teelten of tijdvakken in het jaar via de etikettering. Metingen buiten de grondwaterbeschermingsgebieden zijn daarmee per definitie ongeschikt om de effectiviteit van deze restricties te monitoren, en om de wenselijkheid van aanvullende restricties met het oog op de bescherming van drinkwaterbronnen te onderbouwen. Dit is van belang omdat bestrijdingsmiddelen met restricties veelvuldig worden aangetroffen in het onttrokken grondwater van kwetsbare grondwaterwinningen.

2. De tweede meerwaarde betreft de brede insteek van het VEWM, met focus op alle mogelijke bedreigingen van de grondwaterkwaliteit. Hier is invulling aan gegeven door in het meetnetontwerp onderscheid te maken tussen landbouw, stedelijk gebied én oevergrondwater. Deze landgebruiksklassen zijn als substrata voor de verdeling van meetpunten gebruikt. Het meetnetontwerp van het KRWMP, dat is samengesteld uit meetpunten van de provinciale meetnetten, is daarentegen veel eenzijdiger op het landelijk gebied gericht. Hierdoor is in het KRWMP het stedelijk gebied ondervertegenwoordigd, en is de invloed van infiltrerend oppervlaktewater niet eenduidig te onderscheiden van landbouwinvloed. Het VEWM geeft door deze verschillen in meetnetontwerp unieke informatie over de risico's van stedelijk gebied en infiltrerend oppervlaktewater voor de grondwaterkwaliteit, en welke stoffen dit betreft. Deze informatie biedt een inhoudelijke onderbouwing voor maatregelen ter bescherming van drinkwaterbronnen, zoals in het kader van de gebiedsdossiers en het toelatingsbeleid van stoffen, die niet of minder goed ontleend kan worden aan het KRWMP.

Het KRWMP heeft overigens wel meetpunten onder natuur. Deze meetpunten blijken een goede referentie voor andere landgebruiksklassen te vormen. In het VEWM zijn, in lijn met het initiële meetnetontwerp, organische microverontreinigingen nauwelijks onder natuur gemeten. In het meetnetontwerp werd die mogelijke referentiefunctie niet als zodanig onderkend. In de tweede meetronde van het VEWM zijn de filters onder natuur wel voor PFAS-analyse bemonsterd. Deze meetronde laat zien dat alle PFAS-componenten, met uitzondering van TFA, veel minder vaak binnen de landgebruiksklasse natuur, dan onder de andere landgebruiksklassen zijn aangetroffen. Dit bevestigt dat meetfilters in natuur als referentie voor de andere filters kunnen dienen. Wij bevelen daarom aan om voor alle meetpunten analyses op hetzelfde meetpakket uit te voeren.

### 11.2.3 Breed meetpakket, lage rapportagegrenzen

Zoals in paragrafen 11.2.1 en 11.2.2 beschreven, levert het VEWM door de ondiepe filterstelling en de brede oriëntatie (grote ruimtelijke spreiding) in potentie een vollediger beeld van de stoffen die in het grondwater terecht komen, en een bedreiging vormen voor de kwetsbare winningen en grondwatergevoed oppervlaktewater, dan het KRWMP. Deze potentie is in de uitgevoerde meetrondes goeddeels benut door met een breed meetpakket en lage rapportagegrenzen te werken. De vergelijking van de meetpakketten die voor beide meetnetten zijn toegepast (zie Hoofdstuk 10) geeft daar een indruk van. In totaal zijn 41 stoffen in het VEWM aangetroffen die niet in het KRWMP zijn gemeten, en zijn 40 stoffen in het VEWM met lagere rapportagegrenzen geanalyseerd dan in het KRWMP (Tabel 11.2). Andersom zijn 22 stoffen niet in het VEWM gemeten, maar wel in het KRWMP aangetroffen, en zijn 23 stoffen in het VEWM met een hogere rapportagegrens gemeten dan in het KRWMP (Tabel 11.2). We bevelen aan beide meetnetten voor deze stoffen te harmoniseren, door de meetpakketten uit te breiden en door te werken met vergelijkbare lage rapportagegrenzen.

Tabel 11-2: Aantal stoffen die niet, of minder goed, in beeld zijn gebracht in het VEWM ten opzichte van het KRWMP en vice versa. Zie Hoofdstuk 10 voor de specifieke stoffen.

	Advies VEWM		Advies KRWMP	
	Niet in VEWM, wel in KRWMP	LoQ VEWM > LoQ KRWMP	Wel in VEWM, niet in KRWMP	LoQ VEWM < LoQ KRWMP
Bestrijdingsmiddelen	3	2	8	14
Niet-relevante metabolieten	0	4	3	3
Geneesmiddelen	2	4	12	5
PFAS en TFA	5	1	2	12
Industriële stoffen	12	12	16	13
Totaal	22	23	41	47

### 11.3 Aanbevelingen voor monitoring en analyse

In paragraaf 11.1 zijn de belangrijkste uitkomsten van het VEWM beschreven, en in paragraaf 11.2 de meerwaarde van het VEWM ten opzichte van het KRWMP. Uit deze paragrafen volgt dat het hoofddoel van het VEWM is het zo breed mogelijk in beeld brengen van de stoffen die in het grondwater terecht komen en door kunnen werken op het diepere grondwater in kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden. Een tweede doel van het VEWM is om de herkomst van de verontreinigingen te kunnen duiden, zodat feedback kan worden geleverd aan het beleid dat gemeenten, provincies, waterschappen en het Rijk op het gebied van grondwaterkwaliteit voeren. De manier waarop het VEWM nu is ingevuld, geeft hiervoor zeer bruikbare informatie. Om het meetprogramma effectiever op bovenstaande doelstellingen in te richten bevelen wij de volgende aanpassingen in het meetnetontwerp, de meetpakketten en de analyse aan:

#### 1. Signaleren als primair meetdoel

Ten eerste bevelen wij aan de monitoring niet in te richten op het waarnemen van trends (in de tijd). Het waarnemen van trends is namelijk voor vrijwel alle stoffen zeer gecompliceerd (TFA vanwege het diffuse karakter wellicht uitgezonderd), doordat ze om verschillende redenen niet continue worden aangetroffen. Deze redenen kunnen o.a. zijn veranderingen in rapportagegrenzen, landgebruiksveranderingen, variaties in neerslagoverschot en stromingsrichtingen. Hierdoor zijn trends pas na enkele decennia monitoring aan te tonen, of via datering van het water (Broers et al., 2024).

#### 2. Meetfrequentie omlaag

Voor het signaleren van stoffen is de ruimtelijke spreiding van het meetnet belangrijker dan het meetinterval, omdat waarnemingen sterker in de tijd correleren dan in de ruimte. Met andere woorden: de pakkans van een verontreiniging hangt sterker samen met het aantal meetpunten, dan met het meetinterval. Daarom stellen wij voor om de meetfrequentie voor alle substrata te verminderen naar 1 keer per 6 jaar, aansluitend bij de KRW-rapportagecyclus. Omwille van de uitvoerbaarheid kunnen de verschillende substrata wel in opeenvolgende jaren bemonsterd worden. Belangrijk is om van tevoren vast te leggen bij welke meetronde de data uit verschillende meetjaren behoren, zodat de rapportage steeds over één meetronde gaat en meetrondes wel onderling kunnen worden vergeleken. Het onderling vergelijken van meetrondes levert namelijk informatie over temporele veranderingen op meetnetschaal, mits veranderende rapportagegrenzen en indelingen goed worden betrokken in de interpretatie.

### 3. Uniforme monitoring van onderscheiden strata

In de huidige opzet zijn de onderscheiden strata niet consequent bemeten door verschillen in stofpakketten en een onevenredige verdeling van de meetpunten over de strata. Dit bemoeilijkt de interpretatie van de resultaten. Wij bevelen daarom aan om de onderscheiden strata eenduidiger te monitoren door:

- a) Consequent toepassen van de meetpakketten op alle meetpunten. In de huidige meetnetopzet zijn diergeneesmiddelen bijvoorbeeld alleen in Gelderland gemeten en bestrijdingsmiddelen onder natuur alleen in Utrecht. Wij stellen voor om dezelfde monitoring op alle waarnemingsfilters toe te passen.
- b) Conform het meetnetontwerp van de provinciale meetnetten opnemen van natuur als stratum ter referentie voor de andere landgebruikstypen. In de huidige meetnetopzet zijn onder natuur alleen anorganische parameters en PFAS gemeten. Door het volledige meetpakket voor natuur te hanteren kan dit stratum als referentie worden gebruikt. Het geeft daarmee een beeld van de achtergrondbelasting uit bijvoorbeeld atmosferische depositie.
- c) Evenredig verdelen van het aantal meetpunten over de onderscheiden landgebruiksklassen, inclusief natuur. Wij stellen voor om het meetnetontwerp aan te passen naar ca 100-130 meetpunten per substratum. Dit betekent dat het aantal meetpunten voor natuur (30 extra) en oevergrondwater (60 extra) uitgebreid moet worden, en dat de meetpunten voor landbouw opgesplitst kunnen worden in twee deelgroepen, bijvoorbeeld gras & mais en akker- en tuinbouw (inclusief fruitteelt). Dit levert een duidelijker beeld van de verontreinigingsbronnen op, en wordt de informatiewaarde voor de gebiedsdossiers en de bijbehorende uitvoeringsprogramma's versterkt.
- d) Herindeling van meetpunten onder landbouw op basis van een combinatie van stroombaananalyses met een regionaal grondwatermodel en een waterlopenkaart met stromingsrichtingen. Met deze aanpak kunnen de meetpunten voor het stratum landbouw opgesplitst worden in een groep voor gras & mais en een groep voor akker- en tuinbouw. Het gebruik van stroombaananalyses met een boven-regionaal model raden wij af, vanwege de beperkte betrouwbaarheid op de schaal van lokale stroombanen naar een zeer klein waarnemingsfilter ten opzichte van het hele stromingsveld.

Wij beseffen dat het uitbreiden van het aantal meetpunten, en het meten van organische microverontreinigingen onder natuur, tot extra kosten leidt. Deze stijging van de kosten kunnen echter opgevangen worden door de meetfrequentie te verlagen (zie punt 2).

### 4. Inzoomen door specifieke monitoring

Vanwege de grote heterogeniteit zijn voor het signaleren van stoffen in de praktijk minimaal 30 meetpunten per stratum noodzakelijk. Om deze reden raden wij het af om op de data in te zoomen door de meetpunten achteraf opnieuw in te delen, bijvoorbeeld voor laanbomen, fruitteelt, afgekoppelde woonwijken en zonneparken, waarbij het aantal meetpunten lager wordt dan 30. Inzoomen op een specifiek landgebruikstype, bijvoorbeeld, kan weliswaar een hogere resolutie opleveren, maar de precisie van de resultaten neemt sterk af, waardoor toeval dominant kan worden. Indien het gewenst is om de grondwaterkwaliteit voor een specifiek landgebruikstype in beeld te krijgen, adviseren wij om daar specifieke monitoring, met minimaal 30 meetpunten per stratum, voor in te richten.

### 5. Registratie van rapportagegrenzen

In de aangeleverde datum werden rapportagegrenzen alleen vermeld voor de dataregels waarvoor de concentratie lager was dan de rapportagegrens. Dit betekent dat het lastig, en soms onmogelijk, is om overzicht te krijgen in de rapportagegrenzen voor elke stof. Wij adviseren daarom om de rapportagegrens voor elke analyse in de database op te nemen. Dit komt ten goede aan een eenduidige analyse. Wellicht ten overvloede adviseren wij daarnaast om hoge rapportagegrenzen omwille van een uniforme detectie zo veel als mogelijk te vermijden.

## 6. Harmoniëren meetpakket met KRWMP

In de vergelijking van de meetpakketten en de rapportagegrenzen tussen het KRWMP en het VEWM zijn enkele verschillen aan het licht gekomen. In totaal werden 22 stoffen niet in het VEWM gemeten, terwijl die wel in het KRWMP zijn aangetroffen. Daarnaast was voor 23 stoffen de rapportagegrens in het VEWM substantieel hoger dan in het KRWMP. De stoffen waar dit om gaat zijn opgenomen in paragrafen 10.2 en 10.3. Wij adviseren om de ontbrekende stoffen in beide meetprogramma's op te nemen en de rapportagegrenzen te verlagen.

## 12 Literatuur

Albers, C.N., en Sultenfuss, J., 2024. A 60-Year increase in the ultrashort-chain PFAS trifluoroacetate and its suitability as a tracer for groundwater age. *Environmental Science and Technology Letters* 11 (10), p1090-1095. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.4c00525>

Amato, E., Vughs, D., Shaikh, S.M., Van Leeuwen, J., 2025. Trifluoroacetic acid (and other ultrashort-chain PFAS) in abstracted groundwater for drinking water production. KWR, Nieuwegein, KWRW 2025.027.

Arcadis, 2025. Grondwaterkwaliteit Nederland 2024. QT36QUTEF7R3-1071769577-138571:1. Grondwaterkwaliteit Nederland 2024

Arp, H. P. H., & Hale, S. E. (2022). Assessing the persistence and mobility of organic substances to protect freshwater resources. *ACS Environmental Au*, 2(6), 482-509.

Broers, H.P., Kivits, T., Sultenfuss, J., Harkel, M. ten, Vliet, M. van, 2024. Mobility and persistence of pesticides and emerging contaminants in age-dated and redox-classified groundwater under a range of land use types. *Science of the Total Environment* 954. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724065008?via%3Dihub>

Driezum, I. van, Beekman, J., Loon, A. van, Leerdam, R.C. van, Wuijts, S., Rutgers, M., Boekhold, S., en Zijp, M.C., 2020. Staat drinkwaterbronnen, RIVM, Bilthoven, RIVM-rapport 2020-0179.

Driezum, I. van, Pronk, T., Clevers, S., Loon, A. van, 2025. Bestrijdingsmiddelen in Nederlandse bronnen voor drinkwater (2018-2022). KWR, Nieuwegein, KWRW 2025.005. Microsoft Word - KWRW 2025 005 Bestrijdingsmiddelen in Nederlandse drinkwaterbronnen 2018 2024 Driezum EA.docx

EPA, U. (2012) Estimation Programs Interface Suite™ for Microsoft® Windows, v 4.11

Grift, B. van der & N. Meekel (2023). Verkenning verhoogde concentraties organische microverontreinigingen na duinpassage. KWR BTO-rapport 2023.054

Heberer, T., Massmann, G., Fanck, B., Taute, T., & Dünnebier, U. (2008). Behaviour and redox sensitivity of antimicrobial residues during bank filtration. *Chemosphere*, 73(4), 451-460.

Helsel, D. R. (2005). Nondetects and data analysis. *Statistics for censored environmental data*. Wiley.

Kivits, T., Broers, H. P., Beeltje, H., van Vliet, M., & Griffioen, J. (2018). Presence and fate of veterinary antibiotics in age-dated groundwater in areas with intensive livestock farming. *Environmental Pollution*, 241, 988-998.

Programmateam Water, 2015. Protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiM\\_4HLq-iSAXUlxgIHHaydED4QFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fiplo.nl%2Fpublish%2Fpages%2F132419%2Fprotocol-monitoring-en-toetsing-drinkwaterbronnen-krw.pdf&usq=AOvVaw2EDYf1wzfHelgLNphhkeyV&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiM_4HLq-iSAXUlxgIHHaydED4QFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fiplo.nl%2Fpublish%2Fpages%2F132419%2Fprotocol-monitoring-en-toetsing-drinkwaterbronnen-krw.pdf&usq=AOvVaw2EDYf1wzfHelgLNphhkeyV&opi=89978449)

Pronk, T., Wezenbeek, J., Roessink, I., Van den Berg, S., Buddendorf, B., Ter Laak, T., 2022. Factsheet biociden: N,N-diethyl-m-toluamide (DEET), [www.kiwk.nl](http://www.kiwk.nl).

Sjerps, R.M.A., Maessen, M., Raterman, B.W., Laak, T.L. ter and Stuyfzand, P.J. (2017) Grondwaterkwaliteit Nederland 2015-2016: chemie grondwatermeetnetten en nulmeting nieuwe stoffen. KWR, Nieuwegein.

Stofberg, S.F., Kose, O. en van Leeuwen, J., 2025. PFAS uitspoeling in Nederlandse bodems. KWR, Nieuwegein, KWRW 2025.043.

Van Loon, A.H., Pronk, T.E., Raterman, B.W. en Ros, S.E.M., 2020. Grondwaterkwaliteit Nederland 2020: Anorganische parameters, bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen in de grondwatermeetnetten van de provincies. KWR, Nieuwegein, KWR 2020.067.

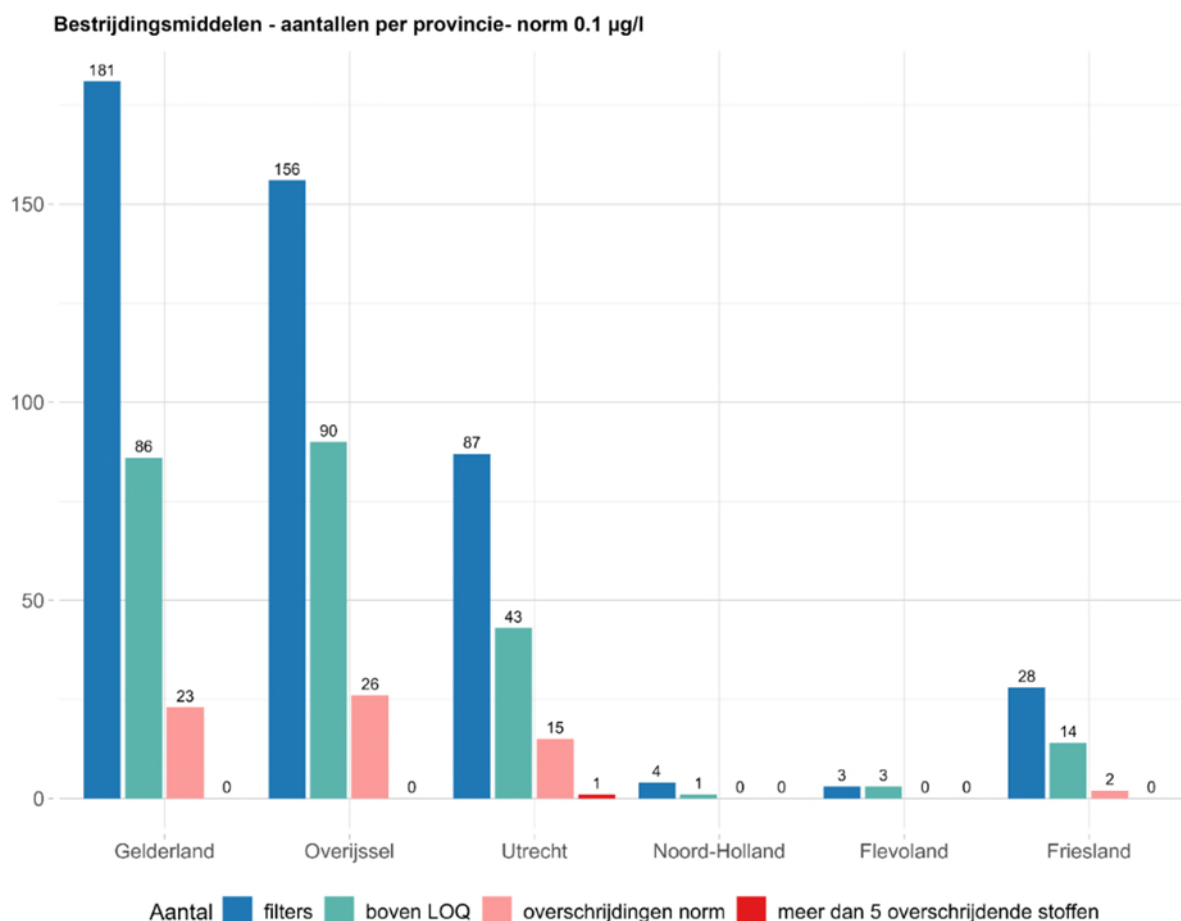
## Bijlage I Humaan toxicologisch niet-relevant verklaarde metabolieten van bestrijdingsmiddelen

Stofnaam	CAS-nummer	Metaboliet van
2,6-dichlorobenzamide (BAM)	2008-58-4	dichlobenil
aminomethylfosfonzuur (AMPA)	1066-51-9	glyfosaat*
desamino metamitron	36993-94-9	metamitron
desethyl terbuthylazine (MT1)	30125-63-4	terbuthylazine
desfenyl-chloridazon	6339-19-1	chloridazon
dimethenamide-ESA	205939-588	dimethenamide
dimethenamide-OA	380412-59-9	dimethenamide
metazachloor-S-metaboliet (metazachloor-sulfonzuur of metazachloor-ESA)	172960-62-2	metazachloor
metazachloor-zuur (metazachloor-oxalamic acid)	1231244-60-2	metazachloor
methyl-desfenyl-chloridazon	17254-80-7	chloridazon
metolachloor-S-metaboliet (metolachloor-sulfonzuur of metolachloor-ESA)	171118-09-5	metolachloor
metolachloor-zuur (metolachloor-OA of metolachloor-C-metaboliet)	152019-73-3	metolachloor
propachloor-ESA	123732-85-4	propachloor

\*AMPA kan ook afkomstig zijn van industriële bronnen

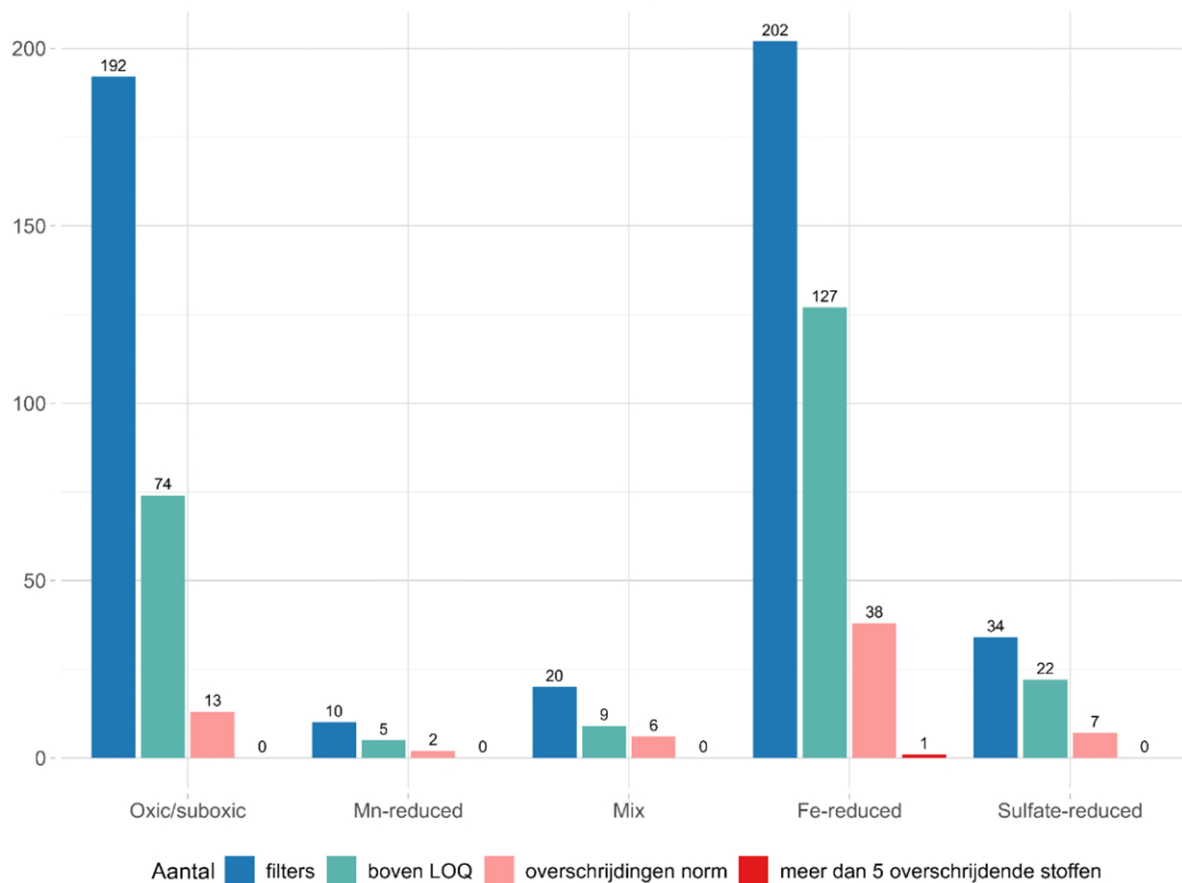
## Bijlage II: Detecties van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten voor de twee meetrondes van het VEWM

### II.I Detecties van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten gegroepeerd per provincie



## II.II Detecties van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten gegroepeerd per redoxklasse

Bestrijdingsmiddelen - aantallen per redoxklasse- norm 0.1 µg/l



### II.III Overzichtstabel detecties bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten

Detecties en detectiepercentages voor individuele bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten met een minimaal detectiepercentage van 0,5%, en geassocieerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Bestrijdingsmiddelen werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	Bestrijdingsmiddelen detecties				Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
								Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater					
BENTAZON	25057-89-0	0.01	0.01	0.01	796	156	19.6	91	0	13	52	17	6	3	117	13
ATRAZINE-2HYDROXY	2163-68-0	0.01	0.02	0.02	796	122	15.3	55	0	23	44	10	7	3	87	15
DEET	134-62-3	0.01	0.01	0.01	796	92	11.6	36	1	10	43	4	2	2	69	15
GLYFOSAAT	1071-83-6	0.05	0.05	0.05	111	12	10.8	0	0	0	12	0	0	1	7	4
SIMAZINE2HYDROXY	2599-11-3	0.01	0.05	0.05	453	24	5.3	6	0	10	8	2	0	2	17	3
MCPP	93-65-2	0.01	0.02	0.02	796	40	5.0	23	0	6	11	0	1	2	34	3
DESIOPATR	1007-28-9	0.01	0.02	0.02	796	26	3.3	11	0	15	0	21	0	2	2	1
CHLORIDAZON	1698-60-8	0.01	0.01	0.02	901	28	3.1	9	0	5	14	0	0	0	28	0
ALACHLOOR-ESA	140939-15-7	0.02	0.02	0.02	343	10	2.9	10	0	0	0	3	0	0	7	0
SIMAZINE	122-34-9	0.01	0.01	0.01	796	19	2.4	0	0	19	0	19	0	0	0	0
2METHYL4ISOTHIAZOLIN-3-ONE	2682-20-4	0.02	0.03	0.03	610	13	2.1	7	1	3	2	8	0	0	5	0
ATRAZINE	1912-24-9	0.01	0.01	0.01	796	17	2.1	13	0	4	0	13	0	2	2	0
FLUOPICOLIDE	239110-15-7	0.01	0.01	0.01	795	14	1.8	11	0	0	3	5	0	1	8	0
DIMETHENAMIDE-P	163515-14-8	0.01	0.01	0.01	796	12	1.5	7	0	1	4	3	0	0	9	0
CARBENDAZIM	10605-21-7	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	7	0	2	2	3	0	0	8	0
NICOSULFURON	111991-09-4	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	11	0	0	0	8	0	0	3	0
TEBUCONAZOLE	107534-96-3	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	3	0	1	7	0	0	1	10	0
PROPAZINE2HYDROXY	7374-53-0	0.01	0.01	0.01	453	6	1.3	2	0	4	0	0	1	0	5	0
3-iodo-2-propynyl N-butylcarbamate	55406-53-6	0.01	0.05	0.05	796	9	1.1	6	0	2	0	4	0	0	5	0
FLUTOLANIL	66332-96-5	0.01	0.01	0.01	796	9	1.1	4	0	0	5	0	0	0	6	3
CLOPYRALID	1702-17-6	0.02	0.1	0.1	794	8	1.0	6	0	1	0	0	0	0	8	0
FLUOPYRAM	658066-35-4	0.01	0.01	0.01	796	8	1.0	6	0	0	2	1	0	1	6	0
PROPICONAZOOL	60207-90-1	0.01	0.01	0.01	795	8	1.0	6	0	2	0	3	0	1	4	0
ISOPROTURON	34123-59-6	0.01	0.01	0.01	796	7	0.9	2	0	1	4	0	0	0	7	0
METRIBUZINDESAMINO	52236-30-3	0.01	0.01	0.01	795	7	0.9	2	0	0	5	0	0	0	7	0
PROSULFOCARB	52888-80-9	0.01	0.01	0.01	796	6	0.8	3	0	0	3	0	0	1	4	1
TEMBOTRIONE	335104-84-2	0.01	0.01	0.01	643	5	0.8	3	0	0	2	0	0	0	5	0
IMAZAMOX	114311-32-9	0.02	0.02	0.02	453	3	0.7	3	0	0	0	2	0	0	1	0
CLOQUINTOCETMEXYL	99607-70-2	0.01	0.01	0.03	640	4	0.6	1	0	1	2	0	1	0	3	0
CLOTHIANIDIN	210880-92-5	0.01	0.03	0.03	796	5	0.6	4	0	1	0	5	0	0	0	0
IMIDACLOPRID	138261-41-3	0.01	0.02	0.02	796	5	0.6	3	0	2	0	4	0	0	1	0
PROPYZAMIDE	23950-58-5	0.01	0.01	0.01	796	5	0.6	4	0	0	1	2	0	0	3	0
PYRIMETHANIL	53112-28-0	0.01	0.01	0.01	640	4	0.6	4	0	0	0	1	0	0	3	0

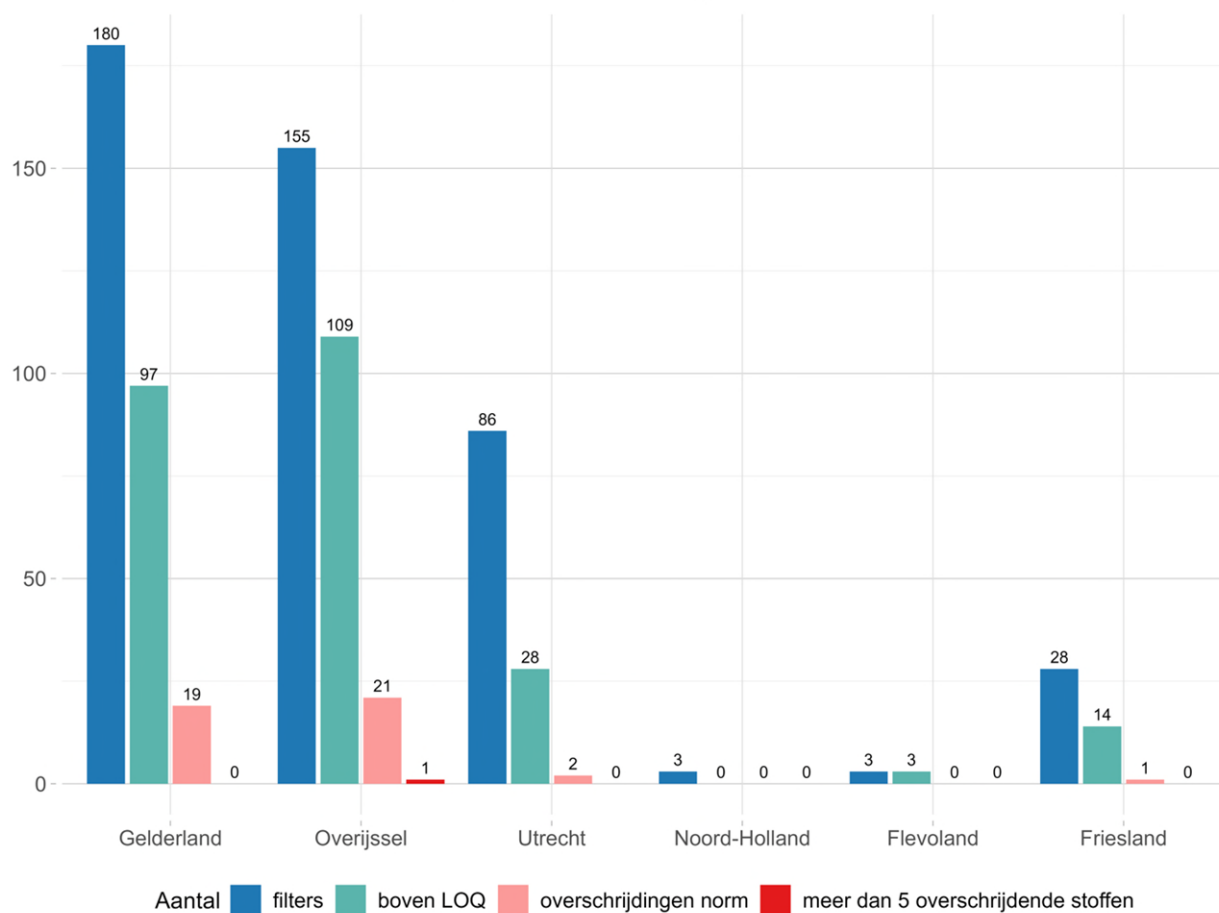
Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

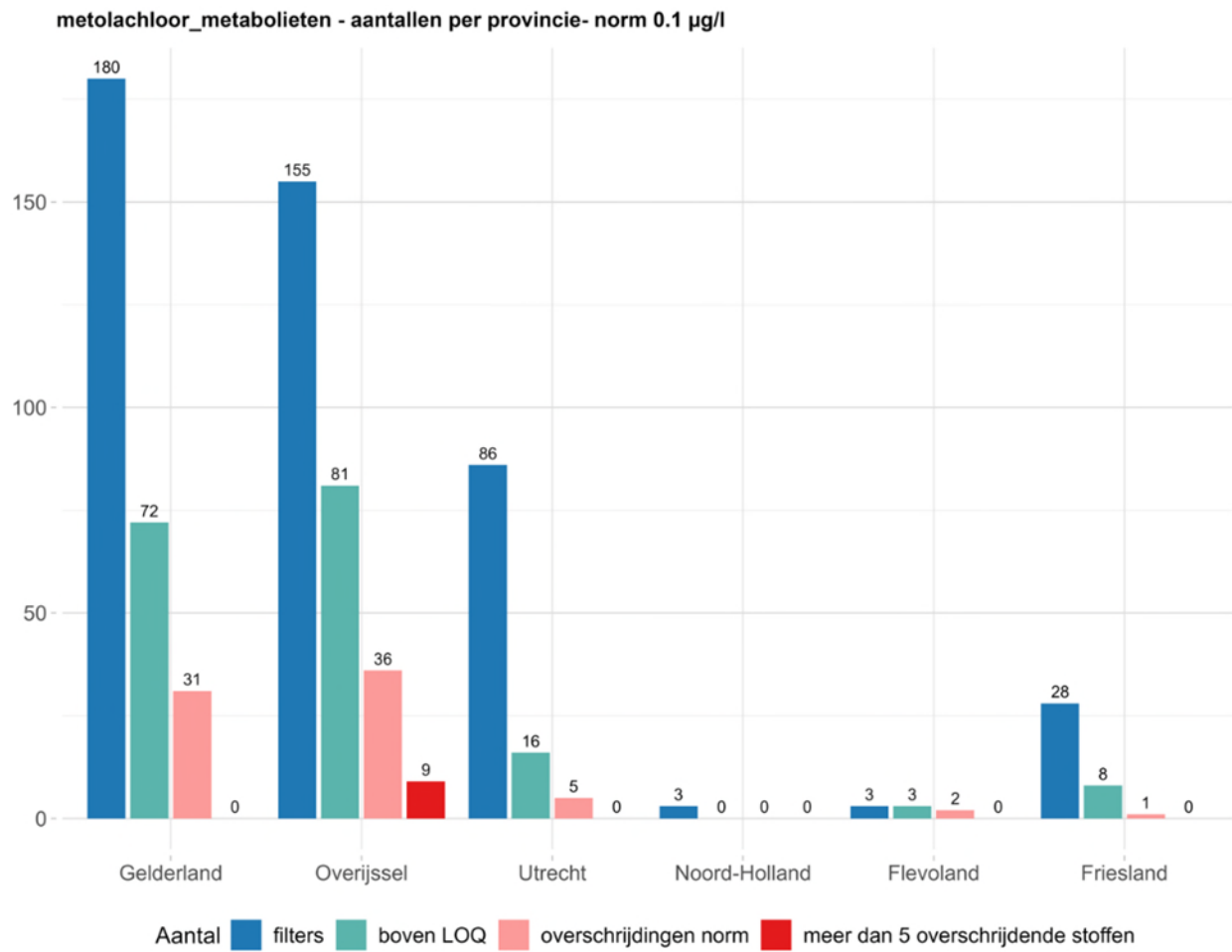


## Bijlage III: Detecties van niet-relevante metabolieten voor de twee meetrondes van het VEWM

### III.1 Detecties van niet-relevante metabolieten gegroepeerd per provincie

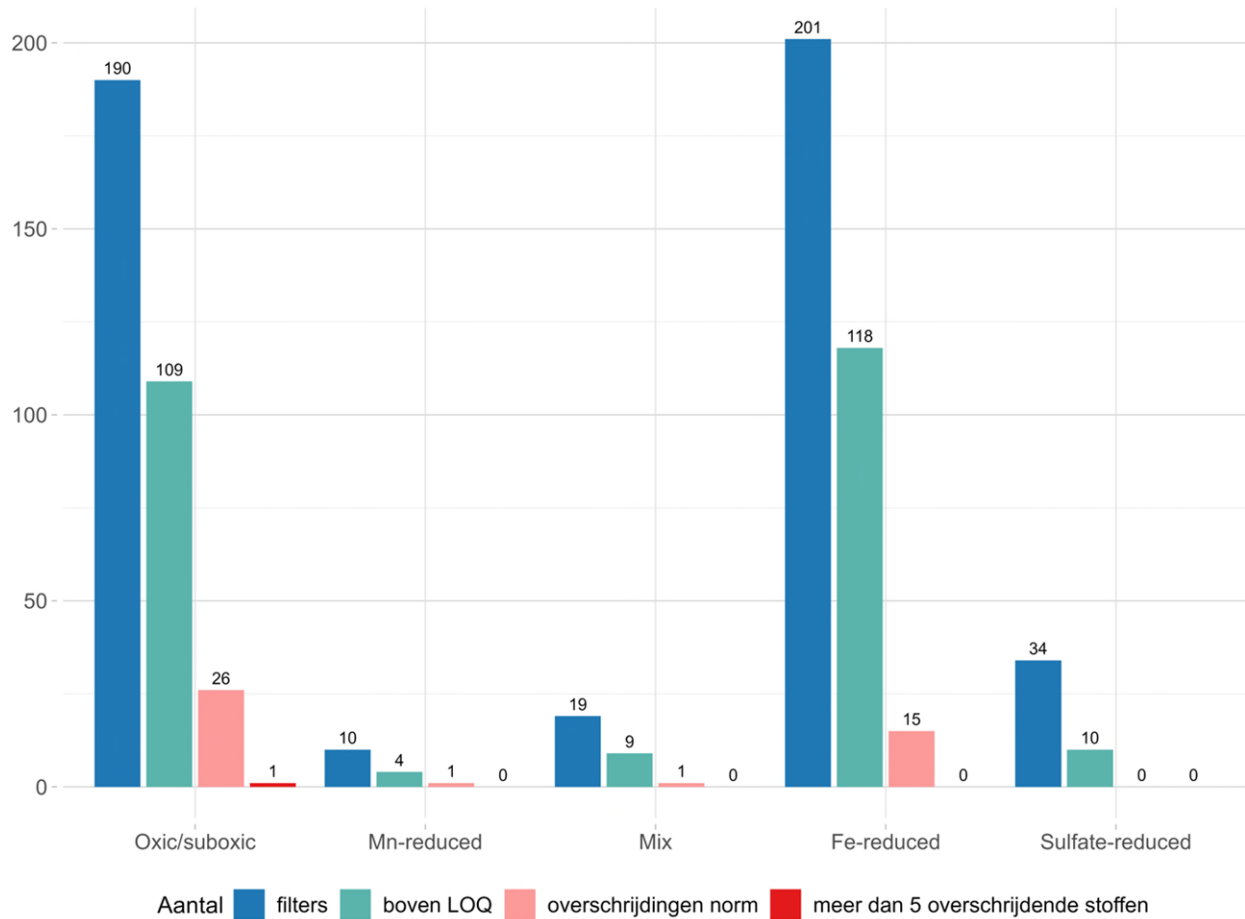
Niet-relevante metabolieten - aantallen per provincie- norm 1.0 µg/l

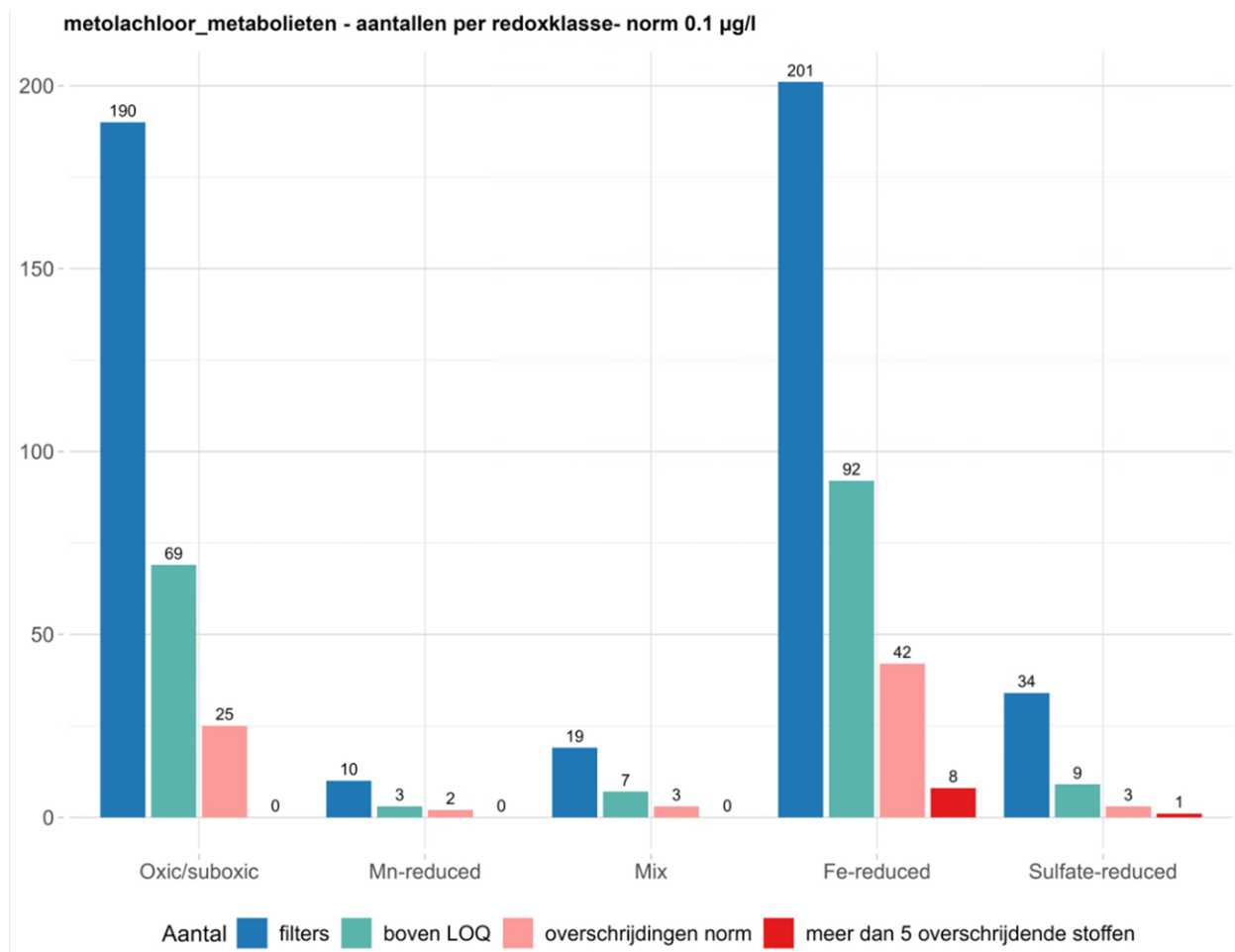




### III.II Detecties van niet-relevante metabolieten gegroepeerd per redoxklasse

Niet-relevante metabolieten - aantallen per redoxklasse- norm 1.0 µg/l





### III.III Overzichtstabel detecties niet-relevante metabolieten

Detecties en detectiepercentages voor individuele niet-relevante metabolieten met een minimaal detectiepercentage van 0,5%, en geassocieerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Niet-relevante metabolieten werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

Niet relevante metabolieten detecties

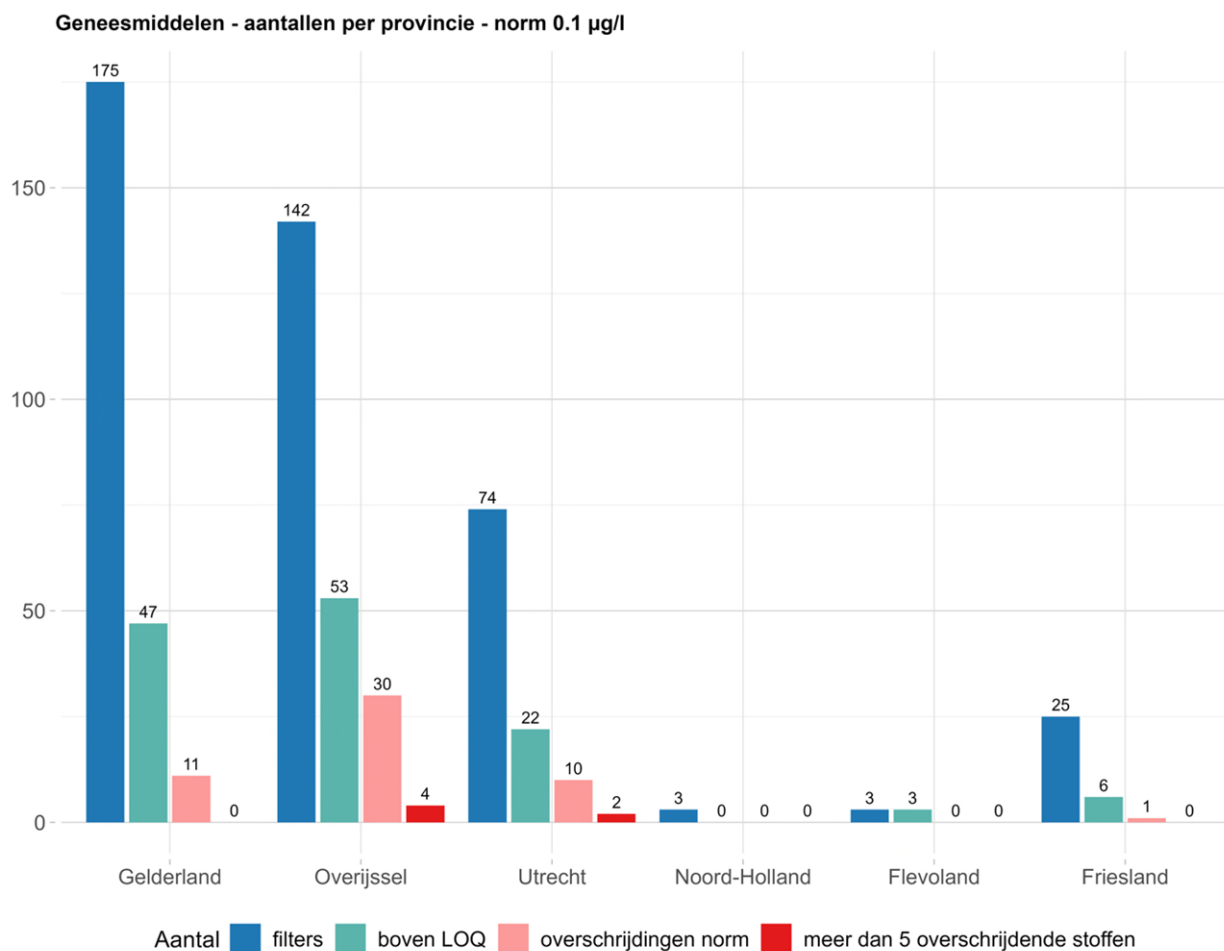
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
DIMETHENAMIDE-ESA	205939-58-8	0.01	0.05	0.05	793	303	38.2	233	0	8	61	116	10	10	152	15
METOLACHLOOR-ESA	171118-09-5	0.01	0.05	0.05	786	295	37.5	196	0	11	87	99	9	8	164	15
AMPA	1066-51-9	0.02	0.02	0.02	111	29	26.1	0	0	0	29	0	0	2	23	4
CHLORIDAZON-DESPHENYL	6339-19-1	0.03	0.03	0.05	258	63	24.4	13	0	1	49	9	6	1	41	6
DIMETHENAMIDE-OA	380412-59-9	0.01	0.05	0.05	796	178	22.4	139	0	4	35	67	4	4	93	10
METOLACHLOOR-OA	152019-73-3	0.01	0.05	0.05	796	172	21.6	117	0	1	54	44	7	5	106	10
BAM	2008-58-4	0.01	0.05	0.05	796	144	18.1	62	0	69	12	79	4	4	50	7
CHLORIDAZON-METHYL-DESPHENYL	17254-80-7	0.01	0.01	0.02	258	41	15.9	12	0	0	29	10	2	0	25	4
METAZACHL-ESA	172960-62-2	0.05	0.05	0.05	353	27	7.6	11	0	0	16	4	0	1	22	0
METAZACHL-OA	1231244-60-2	0.1	0.1	0.1	353	12	3.4	8	0	0	4	3	0	0	9	0

Percentage detecties: ■ > 70% ■ > 50% ■ > 25% ■ > 10% ■ > 5% ■ > 1% ■ > 0.1% ■ ≤ 0.1% ■ no data

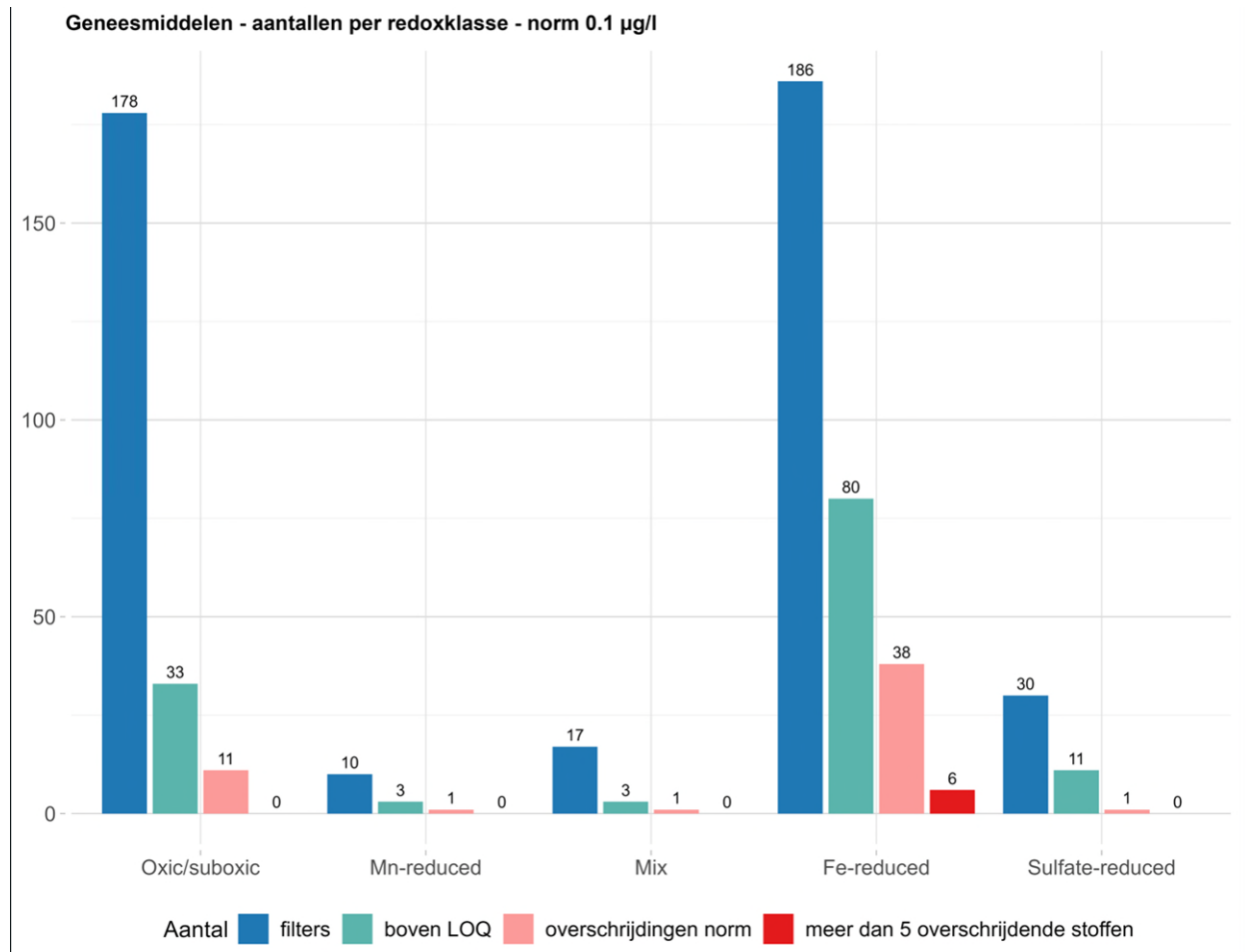


## Bijlage IV: Detecties van geneesmiddelen voor de twee meetrondes van het VEWM

### IV.1 Detecties van geneesmiddelen gegroepeerd per provincie



## IV.II Detecties van geneesmiddelen gegroepeerd per redoxklasse



### IV.III Overzichtstabel detecties van geneesmiddelen

Detecties en detectiepercentages voor individuele geneesmiddelen, geclassificeerd naar landgebruik en redoxklasse, met een minimaal detectiepercentage van 0,5%. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Geneesmiddelen werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	Geneesmiddelen detecties				Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
								Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater					
4FORMYLAMINOANTI	1672-58-8	0.01	0.01	0.02	453	100	22.1	32	0	16	52	8	4	1	74	13
CARBAMAZEPINE	298-46-4	0.01	0.01	0.01	616	106	17.2	20	0	10	76	13	5	2	77	9
GABAPENTIN	60142-96-3	0.01	0.01	0.01	616	102	16.6	23	0	8	71	7	3	0	77	15
GABAPENTINLACTAM	64744-50-9	0.01	0.01	0.01	605	84	13.9	21	0	4	59	3	4	0	64	13
TRANS1011DIHYDRO	58955-93-4	0.01	0.03	0.03	616	78	12.7	9	0	6	63	3	1	0	65	9
CANDESARTAN	139481-59-7	0.02	0.02	0.02	353	41	11.6	15	0	2	24	7	1	0	31	2
PHENAZONE	60-80-0	0.01	0.01	0.01	616	51	8.3	9	0	13	29	3	2	0	43	3
N-ACETYL4AMINOANTIP	83-15-8	0.01	0.01	0.01	353	25	7.1	8	0	2	15	3	1	0	20	1
IRBESATAN	138402-11-6	0.01	0.01	0.01	605	25	4.1	5	0	1	19	2	0	0	18	5
SOTALOL	3930-20-9	0.01	0.02	0.02	616	22	3.6	2	0	3	17	2	0	0	16	4
VALSARTAN	137862-53-4	0.01	0.02	0.02	616	21	3.4	1	0	2	18	1	0	0	18	2
METOPROLOL	51384-51-1	0.01	0.01	0.01	616	19	3.1	1	0	5	13	4	0	3	9	3
IOPAMIDOL	62883-00-5	0.03	0.1	0.1	612	18	2.9	2	0	0	16	1	1	0	15	1
PRIMIDONE	125-33-7	0.01	0.1	0.1	613	16	2.6	0	0	3	13	0	1	0	14	1
SULFAPYRIDINE	144-83-2	0.01	0.02	0.02	623	16	2.6	1	0	3	12	0	0	0	16	0
AMINOANTIPYRINE-4	83-07-8	0.05	0.05	0.05	616	11	1.8	1	0	1	9	0	0	0	11	0
CLOPIDOL	2971-90-6	0.01	0.02	0.02	615	10	1.6	4	0	6	0	6	0	0	4	0
DICLOFENAC	15307-86-5	0.01	0.02	0.02	616	10	1.6	1	0	2	7	0	0	1	9	0
AMANTADINE	665-66-7	0.01	0.02	0.02	616	9	1.5	0	0	2	7	1	0	0	8	0
PROPYLPHENAZONE	479-92-5	0.01	0.01	0.01	616	9	1.5	1	0	5	3	0	0	0	9	0
SULFAMETHOXAZOL	723-46-6	0.01	0.02	0.02	622	8	1.3	2	0	2	4	5	0	0	3	0
IOMEPROL	78649-41-9	0.03	0.1	0.1	612	7	1.1	0	0	0	7	0	1	0	5	1
COFFEINE	58-08-2	0.1	0.1	0.1	616	6	1.0	3	0	1	1	3	0	0	3	0
LOSARTAN	114798-26-4	0.01	0.02	0.02	616	6	1.0	0	0	1	5	0	0	0	4	2
PARACETAMOL	103-90-2	0.01	0.05	0.05	616	6	1.0	4	0	1	1	2	1	0	3	0
PENTOXYFILLINE	6493-05-6	0.01	0.01	0.01	616	6	1.0	0	0	2	4	0	0	0	6	0
SULFAMETHIZOLE	144-82-1	0.01	0.02	0.02	622	6	1.0	0	0	3	3	0	0	0	6	0
FUROSEMIDE	54-31-9	0.01	0.02	0.02	616	5	0.8	0	0	2	3	0	0	0	5	0
PIPAMPERONE	2448-68-2	0.02	0.1	0.1	522	4	0.8	1	0	3	0	2	0	0	2	0
IOHEXOL	66108-95-0	0.03	0.1	0.1	612	4	0.7	0	0	0	4	0	1	0	3	0
LIDOCAINE	137-58-6	0.01	0.01	0.01	597	4	0.7	0	0	2	2	1	0	0	3	0
CARB1011EPOXY	36507-30-9	0.01	0.01	0.01	616	4	0.6	0	0	1	3	0	0	0	3	1
SULFADIAZINE	68-35-9	0.01	0.02	0.02	623	4	0.6	1	0	1	2	0	0	0	3	1

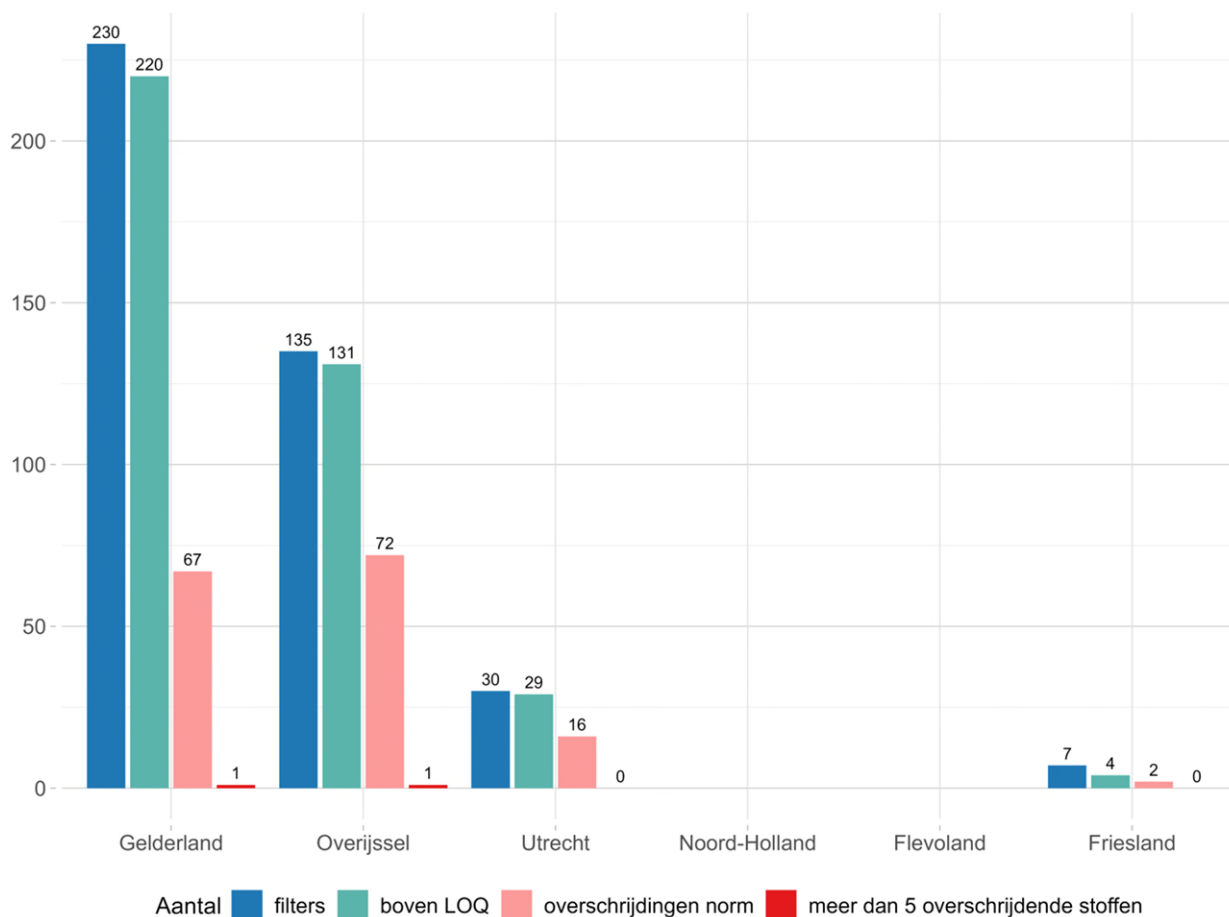
Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data



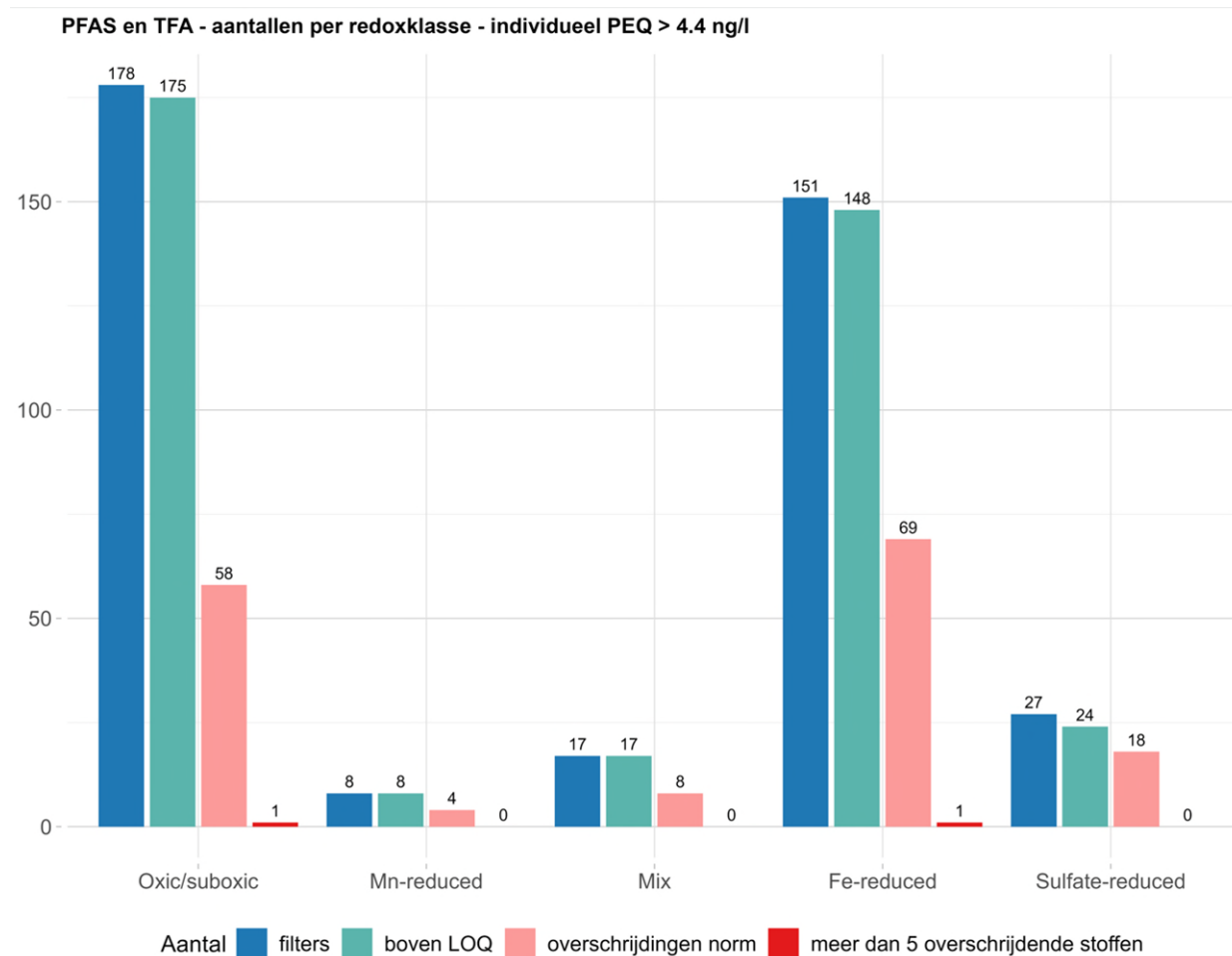
## Bijlage V: Detecties van PFAS en TFA voor de twee meetrondes van het VEWM

### V.1 Detecties van PFAS en TFA gegroepeerd per provincie

PFAS en TFA - aantallen per provincie- individueel PEQ > 4.4 ng/l



## V.II Detecties van PFAS en TFA gegroepeerd per redoxklasse



### V.III Overzichtstabel detecties van PFAS en TFA

Detecties en detectiepercentages voor PFAS en TFA met een minimaal detectiepercentage van 0,5% en geassocieerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven.

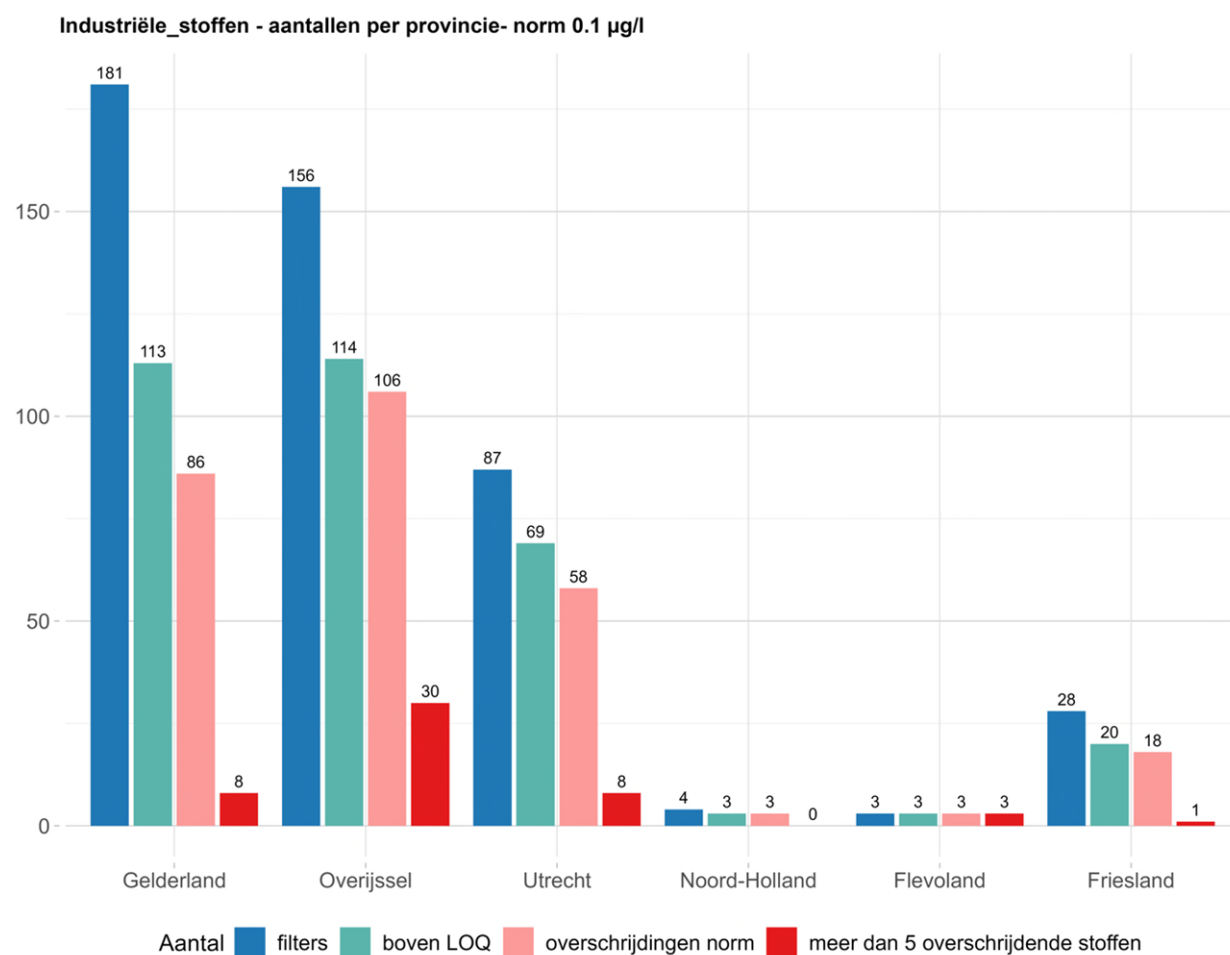
PFAS en TFA detecties																
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxic-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
TFA	76-05-1	0.1	0.1	0.1	411	398	96.8	204	69	95	26	191	8	18	155	26
PFOA	335-67-1	0.5	0.5	0.5	417	271	65.0	144	26	75	24	103	6	14	123	25
PFBA	375-22-4	2.0	2.0	2.0	415	245	59.0	131	21	67	25	77	7	13	123	25
PFHPA	375-85-9	0.2	0.2	0.5	417	233	55.9	126	20	65	22	82	4	12	114	21
PFHXS	355-46-4	0.2	0.2	0.2	417	223	53.5	119	18	63	23	95	6	13	91	18
PFBS	375-73-5	2.0	2.0	2.0	417	206	49.4	108	11	69	18	78	7	8	97	16
PFOA-VERTAKT	NVT	0.5	0.5	0.5	413	193	46.7	108	13	56	16	77	6	12	82	16
PFHXA	307-24-4	1.0	1.0	1.0	417	170	40.8	82	14	54	20	53	6	10	83	18
PFPEES	2706-91-4	0.2	0.2	0.2	417	154	36.9	80	9	55	10	70	5	8	62	9
PFPEA	2706-90-3	1.0	1.0	1.0	417	138	33.1	63	7	47	21	39	5	5	73	16
PFOS-VERTAKT	NVT	0.5	0.5	0.5	413	105	25.4	51	4	32	18	23	3	6	58	15
PFOS	1763-23-1	0.2	0.2	0.2	417	100	24.0	41	9	30	20	26	2	6	52	14
PFHXS-VERTAKT	NVT	0.2	0.2	0.2	413	83	20.1	45	3	30	5	35	3	4	33	8
TFMS	1493-13-6	0.01	0.01	0.01	411	64	15.6	39	5	13	7	15	1	1	39	8
PFNA	375-95-1	0.2	0.2	0.5	417	48	11.5	25	3	11	9	8	1	0	28	11
GENX	13252-13-6	0.2	0.2	0.2	417	44	10.6	32	2	8	2	17	2	4	17	4
PFDA	335-76-2	0.3	0.3	0.3	417	12	2.9	5	1	3	3	2	1	0	7	2
PFHPS	375-92-8	0.2	0.2	0.2	417	10	2.4	3	2	4	1	2	0	1	5	2
FHXSA	41997-13-1	0.2	0.2	0.2	417	9	2.2	2	0	5	2	1	0	0	6	2
H4PFOS	27619-97-2	0.5	0.5	1.0	417	7	1.7	4	0	2	1	0	1	0	3	3

Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

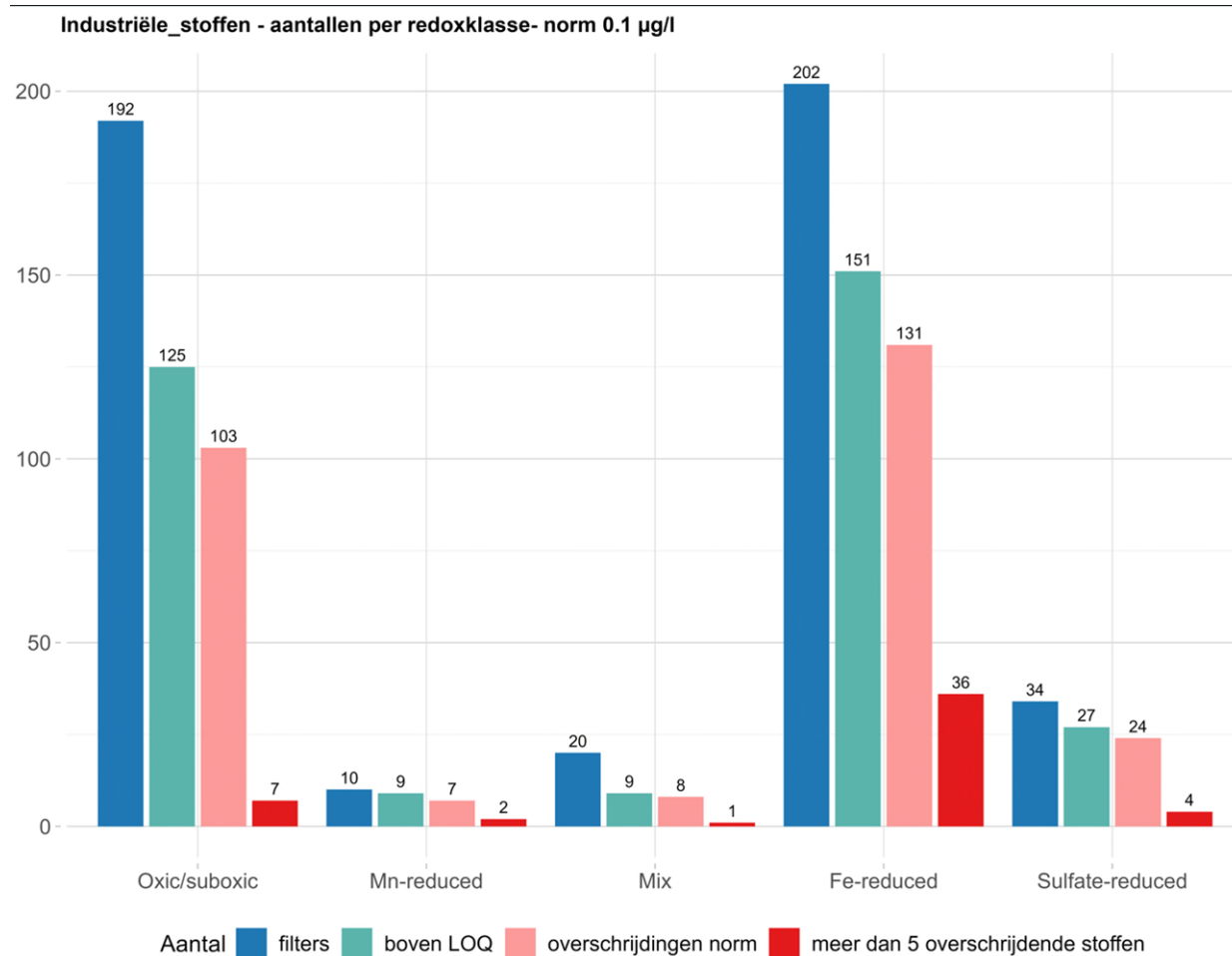


## Bijlage VI: Detecties van overige industriële stoffen voor de twee meetrondes van het VEWM

### VI.1 Detecties van overige industriële stoffen gegroepeerd per provincie



## VI.II Detecties van overige industriële stoffen gegroepeerd per redoxklasse



### VI.III Overzichtstabel detecties van overige industriële stoffen

Detecties en detectiepercentages voor individuele industriële stoffen met een minimaal detectiepercentage van 0,5%, en geassocieerd naar landgebruik en redoxklasse. Kleuren representeren het percentage detecties per klasse, getallen geven het aantal detecties in die klasse. De tabel is gesorteerd op het percentage detecties in het hele meetnet. Met de kolommen P5 LOQ (5-percentiel), P50 LOQ (mediaan) en P95 LOQ (95-percentiel) is het bereik van de voorkomende rapportagegrenzen voor de betreffende stof aangegeven. Industriële stoffen werden zelden gemeten in de landgebruiksklasse natuur.

Industriële stoffen detecties																
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	Landbouw	Natuur	Stedelijk	Oever-grondwater	Oxio-suboxic	Mn-reduced	Mix	Fe-reduced	Sulfate-reduced
EDTA	60-00-4	0.2	0.5	0.5	323	240	74.3	2	0	151	83	76	7	6	131	20
TEP	78-40-0	0.05	0.05	0.05	11	4	36.4	0	0	0	4	0	0	0	4	0
ACESULFAAM	55589-62-3	0.01	0.05	0.05	727	252	34.7	95	0	79	77	46	8	6	165	27
1HBENZOTRIAZOLE	95-14-7	0.01	0.05	0.05	610	154	25.2	67	2	45	39	61	5	3	78	7
MTBE	1634-04-4	0.05	0.05	0.05	387	85	22.0	0	0	40	45	13	0	0	66	6
DIPHENYLPHOSPHINIC	1707-03-5	0.01	0.01	0.01	453	87	19.2	19	0	25	43	6	3	2	68	8
25DIMETHYLBENZ	609-54-1	0.02	0.02	0.02	453	70	15.5	21	0	13	34	5	3	0	54	8
SUCRALOSE	56038-13-2	0.05	0.2	0.2	734	99	13.5	31	0	11	57	15	1	1	71	11
CYCLAMATE	100-98-9	0.01	0.02	0.02	727	90	12.4	30	0	23	36	17	6	1	63	3
THF	109-99-9	0.1	0.1	0.1	387	47	12.1	0	0	26	17	13	1	1	28	4
GLYMETETRA	143-24-8	0.01	0.02	0.02	610	73	12.0	20	0	14	38	11	2	1	51	8
5METHYL1HBENZOTRIAZOLE	136-85-6	0.01	0.02	0.02	610	68	11.1	21	0	4	43	12	4	0	49	3
14DIOXAAN	123-91-1	0.3	0.3	1.0	387	42	10.9	0	0	11	29	4	2	1	34	1
GLYMETRI	112-49-2	0.01	0.02	0.02	610	62	10.2	8	0	16	38	4	4	0	48	6
4METHYL1HBEN	29878-31-7	0.01	0.02	0.05	610	57	9.3	10	0	6	41	10	2	0	41	4
DBP	84-74-2	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
TCIPPSOM	13874-84-5	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
DTPA	67-43-6	0.5	1.0	1.0	323	27	8.4	0	0	18	8	9	1	0	13	4
PTOLUENESULFONICACID	104-15-4	0.05	0.05	0.05	453	33	7.3	12	0	15	3	3	0	1	26	3
C12DCEE	156-59-2	0.05	0.05	0.05	387	28	7.2	0	0	10	18	0	0	0	28	0
TOLUEEN	108-88-3	0.05	0.05	0.05	387	28	7.2	0	0	22	6	13	1	1	12	1
TCM	67-86-3	0.05	0.05	0.05	387	22	5.7	0	2	19	1	20	0	1	1	0
13DIPHENYLGUANIDINE	102-06-7	0.01	0.01	0.01	610	29	4.8	6	0	10	13	4	1	1	19	4
BUTANOLTERT	75-85-0	0.3	0.3	1.0	387	17	4.4	0	0	9	7	2	1	1	13	0
CLETHEEN	75-01-4	0.03	0.03	0.1	387	16	4.1	0	0	12	0	4	0	0	12	0
TRI	79-01-6	0.05	0.05	0.05	387	13	3.4	1	0	12	0	9	1	0	3	0
GLYMEDI	111-96-6	0.03	0.1	0.1	610	20	3.3	3	0	6	11	1	2	0	16	1
TPPO	791-28-6	0.05	0.1	0.1	610	16	2.6	5	1	2	8	3	0	0	12	1
TCEE	127-18-4	0.05	0.05	0.05	387	9	2.3	0	0	9	0	7	1	0	1	0
T12DCEE	156-60-5	0.05	0.05	0.05	387	8	2.1	0	0	3	5	0	0	0	8	0
METHYLMETACRYLAAT	80-82-6	0.05	0.05	0.1	387	6	1.6	0	0	4	0	4	0	0	2	0
MPXYLEEN	NVT	0.05	0.05	0.05	387	6	1.6	0	0	4	2	4	0	0	2	0
DCM	75-09-2	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3	0	0	4	1	4	0	0	1	0
TRICHLOROFCH4	75-89-4	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3	0	0	4	0	4	0	0	0	1
44DIAMINODIPHENYLMETHANE	101-77-9	0.03	0.03	0.03	453	5	1.1	5	0	0	0	0	0	0	4	1
CHEXAAN	110-82-7	0.05	0.05	0.05	387	4	1.0	0	0	3	0	0	0	0	4	0
DIPE	108-20-3	0.05	0.05	0.05	387	4	1.0	0	1	3	0	0	1	1	2	0
1NAPHTHALENESULFONICACID	85-47-2	0.03	0.03	0.05	453	4	0.9	2	0	2	0	0	0	0	4	0
BISPHENOLS	80-09-1	0.02	0.02	0.02	453	4	0.9	1	0	0	3	0	0	0	4	0
DMSA	4710-17-2	0.01	0.05	0.05	798	7	0.9	2	0	1	4	0	0	0	7	0
13DIETHYL13DIPHENYLUREA	85-98-3	0.01	0.01	0.01	610	4	0.7	1	0	3	0	0	0	0	4	0
SACCHARIN	81-07-2	0.05	0.05	0.2	735	5	0.7	1	0	4	0	1	0	0	3	1
34DICHLOROPHENYL3METHYLUREA	3587-82-2	0.01	0.01	0.01	798	5	0.6	4	0	1	0	2	0	1	2	0

Percentage detecties: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data



# Bijlage VII: Analyse van persistentie en mobiliteit van stoffen

## VII.I Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten

Analyse van mobiliteit en persistentie van bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten. Vette getallen in de kolommen oxisch en anoxisch duiden op een significant verschil in de detecties tussen beide redox toestanden.

Bestrijdingsmiddelen detecties

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	oxisch	anoxisch	Koc	DT50-QSAR
BENTAZON	25057-89-0	0.01	0.01	0.01	796	156	19.6	17	130	34	56.5
ATRAZINE-2-HYDROXY	2163-68-0	0.01	0.02	0.02	795	122	15.3	10	102	213	
DEET	134-62-3	0.01	0.01	0.01	796	92	11.6	4	84	192	27.2
GLYFOSAAT	1071-83-6	0.05	0.05	0.05	111	12	10.8	0	11	2,078	12.3
SIMAZINE-2-HYDROXY	2599-11-3	0.01	0.05	0.05	453	24	5.3	2	20		
MCPP	93-65-2	0.01	0.02	0.02	796	40	5.0	0	37	20	
DESISOPATR	1007-28-9	0.01	0.02	0.02	796	26	3.3	21	3	52	141.9
CHLORIDAZON	1698-60-8	0.01	0.01	0.02	901	28	3.1	0	28	120	
ALACHLOOR-ESA	140939-15-7	0.02	0.02	0.02	343	10	2.9	3	7	302	
SIMAZINE	122-34-9	0.01	0.01	0.01	796	19	2.4	19	0	126	159.2
2-METHYL-4-ISOTHIAZOLIN-3-ONE	2682-20-4	0.02	0.03	0.03	610	13	2.1	8	5	55	
ATRAZINE	1912-24-9	0.01	0.01	0.01	796	17	2.1	13	2	174	247.6
FLUOPICOLIDE	239110-15-7	0.01	0.01	0.01	795	14	1.8	5	8	2,373	
DIMETHENAMIDE-P	163515-14-8	0.01	0.01	0.01	796	12	1.5	3	9	237	
CARBENDAZIM	10605-21-7	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	3	8	224	71.0
NICOSULFURON	111991-09-4	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	8	3	30	112.8
TEBUCONAZOLE	107534-96-3	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	0	10	994	208.8
PROPABINE-2-HYDROXY	7374-53-0	0.01	0.01	0.01	453	6	1.3	0	5	51	
3-iodo-2-propynyl N-butylcarbamate	55406-53-6	0.01	0.05	0.05	796	9	1.1	4	5	13	76.8
FLUTOLANIL	66332-96-5	0.01	0.01	0.01	796	9	1.1	0	9	1,574	
CLOPYRALID	1702-17-6	0.02	0.1	0.1	794	8	1.0	0	8	36	
FLUOPYRAM	658066-35-4	0.01	0.01	0.01	796	8	1.0	1	6	193	
PROPICONAZOOL	60207-90-1	0.01	0.01	0.01	795	8	1.0	3	4	2,452	814.9
ISOPROTURON	34123-59-6	0.01	0.01	0.01	796	7	0.9	0	7	100	45.2
METRIBUZINDESAMINO	52236-30-3	0.01	0.01	0.01	795	7	0.9	0	7	88	
PROSULFOCARB	52888-80-9	0.01	0.01	0.01	796	6	0.8	0	5	1,531	70.9
TEMBOTRIONE	335104-84-2	0.01	0.01	0.01	643	5	0.8	0	5	97	933.1
IMAZAMOX	114311-32-9	0.02	0.02	0.02	453	3	0.7	2	1	27	119.3
CLOQUINTOCETMEXYL	99607-70-2	0.01	0.01	0.03	640	4	0.6	0	3	1,304	24.1
CLOTHIANIDIN	210880-92-5	0.01	0.03	0.03	796	5	0.6	5	0	8	152.3
IMIDACLOPRID	138261-41-3	0.01	0.02	0.02	796	5	0.6	4	1	114	167.8
PROPYZAMIDE	23950-58-5	0.01	0.01	0.01	796	5	0.6	2	3	204	136.1
PYRIMETHANIL	53112-28-0	0.01	0.01	0.01	640	4	0.6	1	3	737	79.0

Detection percentage: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

Mobility/persistence: very mobile/persistent moderately mobile/persistent somewhat mobile/persistent somewhat immobile/not-persistent moderately immobile/not-persistent very immobile/not-persistent

## VII.II Niet-relevante metabolieten

Analyse van mobiliteit en persistentie niet-relevante metabolieten. Vette getallen in de kolommen oxisch en anoxisch duiden op een significant verschil in de detecties tussen beide redox toestanden

niet-relevante metabolieten I detecties

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	oxisch	anoxisch	Koc	DT50-QSAR
DIMETHENAMIDE-ESA	205939-58-8	0.01	0.05	0.05	793	303	38.2	116	167	103	69.2
AMPA	1066-51-9	0.02	0.02	0.02	111	29	26.1	0	27	4	25.3
CHLORIDAZON-DESPHENYL	6339-19-1	0.03	0.03	0.05	258	63	24.4	9	47	64	69.3
DIMETHENAMIDE-OA	380412-59-9	0.01	0.05	0.05	796	178	22.4	67	103	33	
BAM	2008-58-4	0.01	0.05	0.05	796	144	18.1	79	57	3	66.1
CHLORIDAZON-METHYL-DESPHENYL	17254-80-7	0.01	0.01	0.02	258	41	15.9	10	29	36	
METAZACHL-ESA	172960-62-2	0.05	0.05	0.05	353	27	7.6	4	22	353	73.3
METAZACHL-OA	1231244-60-2	0.1	0.1	0.1	353	12	3.4	3	9	73	19.8

Detection percentage: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

Mobility/persistence very mobile/persistent moderately mobile/persistent somewhat mobile/persistent somewhat immobile/not-persistent moderately immobile/not-persistent very immobile/not-persistent

metolachloor metabolieten ESA en OA detecties

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	oxisch	anoxisch	Koc	DT50-QSAR
METOLACHLOOR-ESA	171118-09-5	0.01	0.05	0.05	786	295	37.5	99	179	400	61.1
METOLACHLOOR-OA	152019-73-3	0.01	0.05	0.05	796	172	21.6	44	116	80	25.3

Detection percentage: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

Mobility/persistence very mobile/persistent moderately mobile/persistent somewhat mobile/persistent somewhat immobile/not-persistent moderately immobile/not-persistent very immobile/not-persistent

### VII.III Geneesmiddelen

Analyse van mobiliteit en persistentie van geneesmiddelen. Vette getallen in de kolommen oxisch en anoxisch duiden op een significant verschil in detecties tussen beide redox toestanden

Geneesmiddelen detecties											
Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	oxisch	anoxisch	Koc	DT50-QSAR
4FORMYLAMINOANTI	1672-58-8	0.01	0.01	0.02	453	100	22.1	8	87	173	
CARBAMAZEPINE	298-46-4	0.01	0.01	0.01	616	106	17.2	13	86	544	59.8
GABAPENTIN	60142-96-3	0.01	0.01	0.01	616	102	16.6	7	92	127	
GABAPENTINLACTAM	64744-50-9	0.01	0.01	0.01	605	84	13.9	3	77	142	25.1
TRANS1011DIHYDRO	58955-93-4	0.01	0.03	0.03	616	78	12.7	3	74		54.5
CANDESARTAN	139481-59-7	0.02	0.02	0.02	353	41	11.6	7	33	720	123.8
PHENAZONE	60-80-0	0.01	0.01	0.01	616	51	8.3	3	46	112	
N-ACETYL4AMINOANTIP	83-15-8	0.01	0.01	0.01	353	25	7.1	3	21	162	
IRBESATAN	138402-11-6	0.01	0.01	0.01	605	25	4.1	2	23	21,488	126.8
SOTALOL	3930-20-9	0.01	0.02	0.02	616	22	3.6	2	20	97	49.9
VALSARTAN	137862-53-4	0.01	0.02	0.02	616	21	3.4	1	20		173.8
METOPROLOL	51384-51-1	0.01	0.01	0.01	616	19	3.1	4	12	1,279	
IOPAMIDOL	62883-00-5	0.03	0.1	0.1	612	18	2.9	1	16	76	
PRIMIDONE	125-33-7	0.01	0.1	0.1	613	16	2.6	0	15	79	59.1
SULFAPYRIDINE	144-83-2	0.01	0.02	0.02	623	16	2.6	0	16	149	223.6
AMINOANTIPYRINE-4	83-07-8	0.05	0.05	0.05	616	11	1.8	0	11	215	
CLOPIDOL	2971-90-6	0.01	0.02	0.02	615	10	1.6	6	4	281	
DICLOFENAC	15307-86-5	0.01	0.02	0.02	616	10	1.6	0	9	5,738	
AMANTADINE	665-66-7	0.01	0.02	0.02	616	9	1.5	1	8	2,219	24.9
PROPYLPHENAZONE	479-92-5	0.01	0.01	0.01	616	9	1.5	0	9	683	
SULFAMETHOXAZOL	723-46-6	0.01	0.02	0.02	622	8	1.3	5	3	92	107.9
IOMEPROL	78649-41-9	0.03	0.1	0.1	612	7	1.1	0	6	47	18,960.4
COFFEINE	58-08-2	0.1	0.1	0.1	616	6	1.0	3	3	62	
LOSARTAN	114798-26-4	0.01	0.02	0.02	616	6	1.0	0	6	13,490	384.4
PARACETAMOL	103-90-2	0.01	0.05	0.05	616	6	1.0	2	3	48	18.6
PENTOXYFILLINE	6493-05-6	0.01	0.01	0.01	616	6	1.0	0	6		
SULFAMETHIZOLE	144-82-1	0.01	0.02	0.02	622	6	1.0	0	6	149	120.0
FUROSEMIDE	54-31-9	0.01	0.02	0.02	616	5	0.8	0	5	31	87.4
PIPAMPERONE	2448-68-2	0.02	0.1	0.1	522	4	0.8	2	2	1,165	
IOHEXOL	66108-95-0	0.03	0.1	0.1	612	4	0.7	0	3	48	
LIDOCAINE	137-58-6	0.01	0.01	0.01	597	4	0.7	1	3	330	84.0
CARB1011EPOXY	36507-30-9	0.01	0.01	0.01	616	4	0.6	0	4	883	185.8
SULFADIAZINE	68-35-9	0.01	0.02	0.02	623	4	0.6	0	4	115	184.9

Detection percentage: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

Mobility/persistence: very mobile/persistent moderately mobile/persistent somewhat mobile/persistent somewhat immobile/not-persistent moderately immobile/not-persistent very immobile/not-persistent

### VII.IV PFAS en TFA

Analyse van mobiliteit en persistentie van PFAS en TFA. Vette getallen in de kolommen oxisch en anoxisch duiden op een significant verschil in detecties tussen beide redox toestanden

PFAS en TFA detecties

Stof	CAS	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ	oxisch	anoxisch	Koc	DT50-QSAR
TFA	76-05-1	0.1	0.1	0.1	411	398	96.8	191	181	4	52.7
PFOA	335-67-1	0.5	0.5	0.5	417	271	65.0	103	148	1,669	5,014.1
PFBA	375-22-4	2.0	2.0	2.0	415	245	59.0	77	148	89	229.6
PFHPA	375-85-9	0.2	0.2	0.5	417	233	55.9	82	135	2,112	2,267.3
PFHXS	355-46-4	0.2	0.2	0.2	417	223	53.5	95	109	2,303	
PFBS	375-73-5	2.0	2.0	2.0	417	206	49.4	78	113	491	527.7
PFOA- VERTAKT	NVT	0.5	0.5	0.5	413	193	46.7	77	98		
PFHXA	307-24-4	1.0	1.0	1.0	417	170	40.8	53	101	1,067	
PFPEP	2706-91-4	0.2	0.2	0.2	417	154	36.9	70	71	1,048	1,157.8
PFPEA	2706-90-3	1.0	1.0	1.0	417	138	33.1	39	89	96	486.0
PFOS- VERTAKT	NVT	0.5	0.5	0.5	413	105	25.4	23	73		
PFOS	1763-23-1	0.2	0.2	0.2	417	100	24.0	26	66	354	
PFHXS- VERTAKT	NVT	0.2	0.2	0.2	413	83	20.1	35	41		
TFMS	1493-13-6	0.01	0.01	0.01	411	64	15.6	15	47	19	66.6
PFNA	375-95-1	0.2	0.2	0.5	417	48	11.5	8	39	2,833	11,071.5
GENX	13252-13-6	0.2	0.2	0.2	417	44	10.6	17	21	410	
PFDA	335-76-2	0.3	0.3	0.3	417	12	2.9	2	9	397	24,762.2
PFHPS	375-92-8	0.2	0.2	0.2	417	10	2.4	2	7	1,230	5,746.0
FHXSA	41997-13-1	0.2	0.2	0.2	417	9	2.2	1	8	1,039	
H4PFOS	27619-97-2	0.5	0.5	1.0	417	7	1.7	0	6	947	2,936.6

**Detection percentage:** > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

**Mobility/persistence:** very mobile/persistent moderately mobile/persistent somewhat mobile/persistent somewhat immobile/not-persistent moderately immobile/not-persistent very immobile/not-persistent

## VII.V Overige industriële stoffen

Analyse van mobiliteit en persistentie van overige industriële stoffen. Vette getallen in de kolommen oxisch en anoxisch duiden op een significant verschil in detecties tussen beide redox toestanden

Stof	CAS	Industriële stoffen detecties						oxisch	anoxisch	Koc	DT50-QSAR
		P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	N	> LOQ	% > LOQ				
EDTA	60-00-4	0.2	0.5	0.5	323	240	74.3	76	151	38	26.4
TEP	78-40-0	0.05	0.05	0.05	11	4	36.4	0	4	61	19.8
ACESULFAAM	55589-62-3	0.01	0.05	0.05	727	252	34.7	46	192	23	47.0
1HBENZOTRIAZOLE	95-14-7	0.01	0.05	0.05	610	154	25.2	61	85	49	95.3
MTBE	1634-04-4	0.05	0.05	0.05	387	85	22.0	13	72	19	67.2
DIPHENYLPHOSPHINIC	1707-03-5	0.01	0.01	0.01	453	87	19.2	6	76	294	
25DIMETHYLBENZ	609-54-1	0.02	0.02	0.02	453	70	15.5	5	62	49	
SUCRALOSE	56038-13-2	0.05	0.2	0.2	734	99	13.5	15	82	28	198.0
CYCLAMATE	100-88-9	0.01	0.02	0.02	727	90	12.4	17	66	86	33.1
THF	109-99-9	0.1	0.1	0.1	387	47	12.1	13	32	12	39.2
GLYMETETRA	143-24-8	0.01	0.02	0.02	610	73	12.0	11	59	207	1,288.7
5METHYL1HBENZOTRIAZOLE	136-85-6	0.01	0.02	0.02	610	68	11.1	12	52	63	31.2
14DIOXAAN	123-91-1	0.3	0.3	1.0	387	42	10.9	4	35	17	208.9
GLYMETRI	112-49-2	0.01	0.02	0.02	610	62	10.2	4	54	25	525.5
4METHYL1HBEN	29878-31-7	0.01	0.02	0.05	610	57	9.3	10	45	27	31.2
DBP	84-74-2	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0	1	1,382	5.4
TCIPPSON	13674-84-5	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0	1	168	195.6
DTPA	67-43-6	0.5	1.0	1.0	323	27	8.4	9	17	99	41.8
PTOLUENESULFONICACID	104-15-4	0.05	0.05	0.05	453	33	7.3	3	29	74	48.4
C12DCEE	156-59-2	0.05	0.05	0.05	387	28	7.2	0	28	55	36.5
TOLUEEN	108-88-3	0.05	0.05	0.05	387	28	7.2	13	13	117	
TCM	67-66-3	0.05	0.05	0.05	387	22	5.7	20	1	40	54.7
13DIPHENYLGUANIDINE	102-06-7	0.01	0.01	0.01	610	29	4.8	4	23	206	193.8
BUTANOLTERT	75-65-0	0.3	0.3	1.0	387	17	4.4	2	13	10	29.4
CLETHEEN	75-01-4	0.03	0.03	0.1	387	16	4.1	4	12	20	24.0
TRI	79-01-6	0.05	0.05	0.05	387	13	3.4	9	3	100	55.1
GLYMEDI	111-96-6	0.03	0.1	0.1	610	20	3.3	1	17	27	216.8
TPPO	791-28-6	0.05	0.1	0.1	610	16	2.6	3	13	911	106.4
TCEE	127-18-4	0.05	0.05	0.05	387	9	2.3	7	1	250	86.9
T12DCEE	156-60-5	0.05	0.05	0.05	387	8	2.1	0	8	55	36.1
METHYLMETACRYLAAT	80-62-6	0.05	0.05	0.1	387	6	1.6	4	2	17	10.7
MPXYLEEN	NVT	0.05	0.05	0.05	387	6	1.6	4	2		
DCM	75-09-2	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3	4	1	28	34.8
TRICHOORFCH4	75-69-4	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3	4	1	75	103.2
44DIAMINODIPHENYLMETHANE	101-77-9	0.03	0.03	0.03	453	5	1.1	0	5	98	243.3
CHEXAAN	110-82-7	0.05	0.05	0.05	387	4	1.0	0	4	97	18.5
DIPE	108-20-3	0.05	0.05	0.05	387	4	1.0	0	2	34	59.0
1NAPHTHALENESULFONICACID	85-47-2	0.03	0.03	0.05	453	4	0.9	0	4	1,045	
BISPHENOLS	80-09-1	0.02	0.02	0.02	453	4	0.9	0	4	522	57.5
DMSA	4710-17-2	0.01	0.05	0.05	798	7	0.9	0	7	55	34.9
13DIETHYL13DIPHENYLUREA	85-98-3	0.01	0.01	0.01	610	4	0.7	0	4	1,541	78.2
SACCHARIN	81-07-2	0.05	0.05	0.2	735	5	0.7	1	4	20	52.9
34DICHLOROPHENYL3METHYLUREA	3567-62-2	0.01	0.01	0.01	796	5	0.6	2	2	288	

Detection percentage: > 70% > 50% > 25% > 10% > 5% > 1% > 0.1% ≤ 0.1% no data

Mobility/persistence very mobile/persistent moderately mobile/persistent somewhat mobile/persistent somewhat immobile/not-persistent moderately immobile/not-persistent very immobile/not-persistent

## Bijlage VIII Vergelijking tussen VEWM en KRW-meetnet

Vergelijking van de detectiepercentages en rapportagegrenzen voor bestrijdingsmiddelen tussen het VEWM en de KRWMP (meetronde 2024). Verschillen in detectiepercentages zijn weergegeven in paarse tot groene kleuren. Verschillen in rapportagegrenzen met oranje tot groene kleuren

CAS	Stof	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	total-EMW	> LOQ	% > LOQ	P5 LOQ KRW	P50 LOQ KRW	P95 LOQ KRW	total-KRW	> LOQ KRW	% > LOQ KRW
25057-89-0	BENTAZON	0.01	0.01	0.01	796	156	19.6	0.03	0.03	0.03	203	9	4.4
2163-68-0	ATRAZINE-2HYDROXY	0.01	0.02	0.02	795	122	15.3	0.02	0.02	0.02	203	7	3.4
134-62-3	DEET	0.01	0.01	0.01	796	92	11.6	0.03	0.03	0.03	203	7	3.4
1071-83-6	GLYFOSAAT	0.05	0.05	0.05	111	12	10.8	0.03	0.03	0.03	203	1	0.5
2599-11-3	SIMAZINE2HYDROXY	0.01	0.05	0.05	453	24	5.3						
93-65-2	MCPPE	0.01	0.02	0.02	796	40	5.0	0.03	0.03	0.03	203	3	1.5
1007-28-9	DESIOPATR	0.01	0.02	0.02	796	26	3.3	0.03	0.03	0.03	203	2	1.0
1698-60-8	CHLORIDAZON	0.01	0.01	0.02	901	28	3.1	0.03	0.03	0.03	203	1	0.5
140939-15-7	ALACHLOOR-ESA	0.02	0.02	0.02	343	10	2.9						
122-34-9	SIMAZINE	0.01	0.01	0.01	796	19	2.4	0.03	0.03	0.03	203	2	1.0
1912-24-9	ATRAZINE	0.01	0.01	0.01	796	17	2.1	0.01	0.01	0.01	203	2	1.0
2682-20-4	2METHYL4ISOTHIAZOLIN-3-ONE	0.02	0.03	0.03	610	13	2.1						
239110-15-7	FLUOPICOLIDE	0.01	0.01	0.01	795	14	1.8						
163515-14-8	DIMETHENAMIDE-P	0.01	0.01	0.01	796	12	1.5						
107534-96-3	TEBUCONAZOLE	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4	0.03	0.03	0.03	203	1	0.5
10605-21-7	CARBENDAZIM	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4						
111991-09-4	NICOSULFURON	0.01	0.01	0.01	796	11	1.4						
7374-53-0	PROPAZINE2HYDROXY	0.01	0.01	0.01	453	6	1.3						
66332-96-5	FLUTOLANIL	0.01	0.01	0.01	796	9	1.1	0.02	0.02	0.02	203	1	0.5
55406-53-6	3-IODO-2-PROPYNYL N-BUTYLCARBAMATE	0.01	0.05	0.05	796	9	1.1						
1702-17-6	CLOPYRALID	0.02	0.1	0.1	794	8	1.0	0.05	0.05	0.10	203	1	0.5
60207-90-1	PROPICONAZOOL	0.01	0.01	0.01	795	8	1.0	0.02	0.02	0.02	203	1	0.5
658066-35-4	FLUOPYRAM	0.01	0.01	0.01	796	8	1.0						
34123-59-6	ISOPROTURON	0.01	0.01	0.01	796	7	0.9						
52236-30-3	METRIBUZINDESAMINO	0.01	0.01	0.01	795	7	0.9						
335104-84-2	TEMBOTRIONE	0.01	0.01	0.01	643	5	0.8						
52888-80-9	PROSULFOCARB	0.01	0.01	0.01	796	6	0.8						
114311-32-9	IMAZAMOX	0.02	0.02	0.02	453	3	0.7						
138261-41-3	IMIDACLOPRID	0.01	0.02	0.02	796	5	0.6	0.05	0.05	0.05	203	1	0.5
210880-92-5	CLOTHIANIDIN	0.01	0.03	0.03	796	5	0.6						
23950-58-5	PROPYZAMIDE	0.01	0.01	0.01	796	5	0.6						
53112-28-0	PYRIMETHANIL	0.01	0.01	0.01	640	4	0.6						
99607-70-2	CLOQUINTOCETMEXYL	0.01	0.01	0.03	640	4	0.6						
3984-14-3	dimethylsulfamide							0.03	0.03	0.06	203	32	15.8
18467-77-1	DIKEGULAC							0.1	0.1	0.1	203	3	1.5
330-54-1	DIURON							0.03	0.03	0.03	203	3	1.5
330-54-1	DIFENOXURON							0.03	0.03	0.03	203	3	1.5
314-40-9	BROMACIL							0.03	0.03	0.03	203	2	1.0
69377-81-7	FLUROXYPYR							0.01	0.01	0.05	203	2	1.0
69377-81-7	FLUROXYPYR1METHYLHEPTYLESTER							0.01	0.01	0.05	203	2	1.0
108-62-3	metaldehyde							0.03	0.03	0.03	203	1	0.5
110488-70-5	DIMETHOMORPH							0.02	0.02	0.02	203	1	0.5
120-83-2	2,4-dichloorfenol							0.02	0.02	0.02	203	1	0.5
1420-07-1	DINOTERB							0.03	0.03	0.1	203	1	0.5
153719-23-4	THIAMETHOXAM							0.02	0.02	0.02	203	1	0.5
51218-45-2	METOLACHL							0.03	0.03	0.03	203	1	0.5
52508-35-7	dikegulac-natrium							0.05	0.05	0.05	203	1	0.5
55219-65-3	TRIADIMENOL							0.03	0.03	0.03	203	1	0.5
57837-19-1	METALAXYL							0.03	0.03	0.03	203	1	0.5
87674-68-8	dimethenamide							0.03	0.03	0.03	203	1	0.5

Detection percentage hoger bij EMW: > 3 x > 2 x > 1,5 x > 1,2 x > 1,1 x gelijk/nodata < 0.9 x  
 rapportagegrens hoger bij KRW: > 30 x > 10 x > 5 x > 3 x 1-3 x gelijk/nodata < 0.9 x

Vergelijking van de detectiepercentages en rapportagegrenzen voor niet-relevante metaboliëten tussen het VEWM en het KRWMP (meetronde 2024). Verschillen in detectiepercentages zijn weergegeven in paarse tot groene kleuren. Verschillen in rapportagegrenzen met oranje tot groene kleuren

CAS	Stof	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	total-EMW	> LOQ	% > LOQ	P5 LOQ KRW	P50 LOQ KRW	P95 LOQ KRW	total-KRW	> LOQ KRW	% > LOQ KRW
205939-58-8	DIMETHENAMIDE-ESA	0.01	0.05	0.05	793	303	38.2						
171118-09-5	METOLACHLOOR-ESA	0.01	0.05	0.05	786	295	37.5	0.02	0.02	0.05	203	44	21.7
1066-51-9	AMPA	0.02	0.02	0.02	111	29	26.1	0.03	0.03	0.03	203	2	1.0
6339-19-1	CHLORIDAZON-DESPHENYL	0.03	0.03	0.05	258	63	24.4	0.02	0.04	0.2	203	73	36.0
380412-59-9	DIMETHENAMIDE-OA	0.01	0.05	0.05	796	178	22.4						
152019-73-3	METOLACHLOOR-OA	0.01	0.05	0.05	796	172	21.6	0.02	0.02	0.05	203	38	18.7
2008-58-4	BAM	0.01	0.05	0.05	796	144	18.1	0.02	0.02	0.02	203	27	13.3
17254-80-7	CHLORIDAZON-METHYL-DESPHENYL	0.01	0.01	0.02	258	41	15.9	0.02	0.05	0.2	203	20	9.9
172960-62-2	METAZACHL-ESA	0.05	0.05	0.05	353	27	7.6	0.02	0.02	0.05	203	16	7.9
1231244-60-2	METAZACHL-OA	0.1	0.1	0.1	353	12	3.4						

Detection percentage hoger bij EMW: > 3 x > 2 x > 1,5 x > 1,2 x > 1,1 x gelijk/nodata < 0.9 x  
 rapportagegrens hoger bij KRW > 30 x > 10 x > 5 x > 3 x 1-3 x gelijk/nodata < 0.9 x

Vergelijking van de detectiepercentages en rapportagegrenzen voor geneesmiddelen tussen het VEWM en het KRWMP (meetronde 2024). Verschillen in detectiepercentages zijn weergegeven in paarse tot groene kleuren. Verschillen in rapportagegrenzen met oranje tot groene kleuren.

CAS	Stof	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	total-EMW	> LOQ	% > LOQ	P5 LOQ KRW	P50 LOQ KRW	P95 LOQ KRW	total-KRW	> LOQ KRW	% > LOQ KRW
1672-58-8	4FORMYLAMINOANTI	0.01	0.01	0.02	453	100	22.1						
298-46-4	CARBAMAZEPINE	0.01	0.01	0.01	616	106	17.2	0.01	0.01	0.01	202	11	5.4
60142-96-3	GABAPENTIN	0.01	0.01	0.01	616	102	16.6	0.05	0.05	0.05	202	9	4.5
64744-50-9	GABAPENTINLACTAM	0.01	0.01	0.01	605	84	13.9						
58955-93-4	TRANS1011DIHYDRO	0.01	0.03	0.03	616	78	12.7						
139481-59-7	CANDESARTAN	0.02	0.02	0.02	353	41	11.6						
60-80-0	PHENAZONE	0.01	0.01	0.01	616	51	8.3	0.03	0.03	0.03	202	3	1.5
83-15-8	N-ACETYL4AMINOANTIP	0.01	0.01	0.01	353	25	7.1						
138402-11-6	IRBESATAN	0.01	0.01	0.01	605	25	4.1						
3930-20-9	SOTALOL	0.01	0.02	0.02	616	22	3.6	0.03	0.03	0.03	202	1	0.5
137862-53-4	VALSARTAN	0.01	0.02	0.02	616	21	3.4						
51384-51-1	METOPROLOL	0.01	0.01	0.01	616	19	3.1						
62883-00-5	IOPAMIDOL	0.03	0.1	0.1	612	18	2.9	0.03	0.09	0.3	202	4	2.0
125-33-7	PRIMIDONE	0.01	0.1	0.1	613	16	2.6						
144-83-2	SULFAPYRIDINE	0.01	0.02	0.02	623	16	2.6						
83-07-8	AMINOANTIPYRINE-4	0.05	0.05	0.05	616	11	1.8						
15307-86-5	DICLOFENAC	0.01	0.02	0.02	616	10	1.6	0.03	0.03	0.03	202	2	1.0
2971-90-6	CLOPIDOL	0.01	0.02	0.02	615	10	1.6	0.03	0.03	0.03	202	1	0.5
479-92-5	PROPYLPHENAZONE	0.01	0.01	0.01	616	9	1.5						
665-66-7	AMANTADINE	0.01	0.02	0.02	616	9	1.5						
723-46-6	SULFAMETHOXAZOL	0.01	0.02	0.02	622	8	1.3						
78649-41-9	IOMEPROL	0.03	0.1	0.1	612	7	1.1						
103-90-2	PARACETAMOL	0.01	0.05	0.05	616	6	1.0						
114798-26-4	LOSARTAN	0.01	0.02	0.02	616	6	1.0						
144-82-1	SULFAMETHIZOLE	0.01	0.02	0.02	622	6	1.0						
58-08-2	COFFEINE	0.1	0.1	0.1	616	6	1.0						
6493-05-6	PENTOXYPHILLINE	0.01	0.01	0.01	616	6	1.0						
2448-68-2	PIPAMPERONE	0.02	0.1	0.1	522	4	0.8						
54-31-9	FUROSEMIDE	0.01	0.02	0.02	616	5	0.8						
137-58-6	LIDOCAINE	0.01	0.01	0.01	597	4	0.7						
66108-95-0	IOHEXOL	0.03	0.1	0.1	612	4	0.7						
36507-30-9	CARB1011EPOXY	0.01	0.01	0.01	616	4	0.6						
68-35-9	SULFADIAZINE	0.01	0.02	0.02	623	4	0.6						
50-27-1	estriol							0.001	0.001	0.01	192	7	3.6
57-68-1	SULFAMETHAZINE							0.02	0.02	0.02	202	6	3.0
57-91-0	17alpha-estradiol							0.001	0.001	0.002	192	3	1.6
15687-27-1	IBUPROFEN							0.01	0.01	0.05	202	2	1.0
50-28-2	17beta-estradiol							0.001	0.03	0.1	394	3	0.8
57-63-6	ethinylestradiol							0.001	0.03	0.1	394	3	0.8
117-96-4	DIATROZOIC_ACID							0.03	0.09	0.3	202	1	0.5

Detection percentage hoger bij EMW: > 3 x > 2 x > 1,5 x > 1,2 x > 1,1 x gelijk/nodata < 0.9 x  
 rapportagegrens hoger bij KRW: > 30 x > 10 x > 5 x > 3 x 1-3 x gelijk/nodata < 0.9 x

Vergelijking VAN de detectiepercentages en rapportagegrenzen voor PFAS en TFA tussen het VEWM en KRWMP (meetronde 2024). Verschillen in detectiepercentages zijn weergegeven in paarse tot groene kleuren. Verschillen in rapportagegrenzen met oranje tot groene kleuren

CAS	Stof	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	total-EMW	> LOQ	% > LOQ	P5 LOQ KRW	P50 LOQ KRW	P95 LOQ KRW	total-KRW	> LOQ KRW	% > LOQ KRW
76-05-1	TFA	0.1	0.1	0.1	411	398	96.8	0.05	0.05	1.0	203	149	73.4
335-67-1	PFOA	0.5	0.5	0.5	417	271	65.0	1.0	1.0	1.0	201	118	58.7
375-22-4	PFBA	2.0	2.0	2.0	415	245	59.0	1.0	1.0	10.0	201	114	56.7
375-85-9	PFHPA	0.2	0.2	0.5	417	233	55.9	1.0	1.0	1.0	201	74	36.8
355-46-4	PFHXS	0.2	0.2	0.2	417	223	53.5	1.0	1.0	1.0	201	44	21.9
375-73-5	PFBS	2.0	2.0	2.0	417	206	49.4	1.0	1.0	1.0	201	97	48.3
NVT	PFOA-VERTAKT	0.5	0.5	0.5	413	193	46.7						
307-24-4	PFHXA	1.0	1.0	1.0	417	170	40.8	1.0	1.0	1.0	201	79	39.3
2706-91-4	PFPEs	0.2	0.2	0.2	417	154	36.9	1.0	1.0	1.0	201	8	4.0
2706-90-3	PFPEA	1.0	1.0	1.0	417	138	33.1	1.0	1.0	4.6	201	76	37.8
NVT	PFOS-VERTAKT	0.5	0.5	0.5	413	105	25.4						
1763-23-1	PFOS	0.2	0.2	0.2	417	100	24.0	1.0	1.0	1.0	201	24	11.9
NVT	PFHXS-VERTAKT	0.2	0.2	0.2	413	83	20.1						
1493-13-6	TFMS	0.01	0.01	0.01	411	64	15.6						
375-95-1	PFNA	0.2	0.2	0.5	417	48	11.5	1.0	1.0	1.0	201	4	2.0
13252-13-6	GENX	0.2	0.2	0.2	417	44	10.6	1.0	1.0	1.0	201	7	3.5
335-76-2	PFDA	0.3	0.3	0.3	417	12	2.9	1.0	1.0	1.0	201	1	0.5
375-92-8	PFHPS	0.2	0.2	0.2	417	10	2.4	1.0	1.0	1.0	201	1	0.5
41997-13-1	FHXSA	0.2	0.2	0.2	417	9	2.2						
27619-97-2	H4PFOS	0.5	0.5	1.0	417	7	1.7	1.0	1.0	1.0	201	22	10.9
16517-11-6	PFODA							1.0	1.0	10.0	201	7	3.5
67905-19-5	PFHXDA							1.0	1.0	10.0	201	7	3.5
678-41-1	82DIPAP							1.0	1.0	10.0	201	6	3.0
52299-26-0	PFDPa							5.0	5.0	5.0	201	5	2.5
150065-76-2	4:2 fluortelomerfosfaatmonoester							5.0	5.0	5.0	201	4	2.0
376-06-7	PFTEDA							1.0	1.0	1.0	201	3	1.5
31506-32-8	MeFOSA							1.0	1.0	10.0	201	2	1.0
40143-78-0	PFOPA							5.0	5.0	5.0	201	2	1.0
754-91-6	PFOSA							1.0	1.0	1.0	201	2	1.0
39108-34-4	H4PFDS							1.0	1.0	1.0	201	1	0.5
68259-12-1	PFNS							1.0	1.0	1.0	201	1	0.5

Detection percentage hoger bij EMW: > 3 x > 2 x > 1,5 x > 1,2 x > 1,1 x gelijk/nodata < 0.9 x  
 rapportagegrens hoger bij KRW: > 30 x > 10 x > 5 x > 3 x 1-3 x gelijk/nodata < 0.9 x

Vergelijking van de detectiepercentages en rapportagegrenzen voor industriële stoffen tussen het VEWMP en het KRWMP (meetronde 2024). Verschillen in detectiepercentages zijn weergegeven in paarse tot groene kleuren. Verschillen in rapportagegrenzen met oranje tot groene kleuren

CAS	Stof	P5 LOQ	P50 LOQ	P95 LOQ	total-EMW	> LOQ	% > LOQ	P5 LOQ KRW	P50 LOQ KRW	P95 LOQ KRW	total-KRW	> LOQ KRW	% > LOQ KRW
60-00-4	EDTA	0.2	0.5	0.5	323	240	74.3	10.0	10.0	10.0	183	117	63.9
78-40-0	TEP	0.05	0.05	0.05	11	4	36.4	0.1	0.1	0.1	192	2	1.0
55589-62-3	ACESULFAAM	0.01	0.05	0.05	727	252	34.7	0.01	0.01	0.02	202	51	25.2
95-14-7	1HBENZOTRIAZOLE	0.01	0.05	0.05	610	154	25.3	0.02	0.02	0.05	192	15	7.8
1634-04-4	MTBE	0.05	0.05	0.05	387	85	22.0	0.2	0.2	0.2	192	3	1.6
1707-03-5	DIPHENYLPHOSPHINIC	0.01	0.01	0.01	453	87	19.2						
609-54-1	25DIMETHYLBENZ	0.02	0.02	0.02	453	70	15.5						
56038-13-2	SUCRALOSE	0.05	0.2	0.2	734	99	13.5						
100-88-9	CYCLAMATE	0.01	0.02	0.02	727	90	12.4						
109-99-9	THF	0.1	0.1	0.1	387	47	12.1						
143-24-8	GLYMETETRA	0.01	0.02	0.02	610	73	12.0	0.03	0.03	0.03	192	3	1.6
136-85-6	5METHYL1HBENZOTRIAZOLE	0.01	0.02	0.02	610	68	11.1						
123-91-1	14DIOXAAN	0.3	0.3	1.0	387	42	10.9						
112-40-2	GLYMETRI	0.01	0.02	0.02	610	62	10.2	0.03	0.03	0.03	192	3	1.6
29878-31-7	4METHYL1HBEN	0.01	0.02	0.05	610	57	9.3						
13674-64-5	TCIPPSOM	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1	0.05	0.05	0.05	192	11	5.7
84-74-2	DBP	0.1	0.1	0.1	11	1	9.1						
67-43-6	DTPA	0.5	1.0	1.0	323	27	8.4						
104-15-4	PTOLUENESULFONICACID	0.05	0.05	0.05	453	33	7.3						
156-50-2	C12DCEE	0.05	0.05	0.05	387	28	7.2	0.1	0.1	0.1	192	4	2.1
108-88-3	TOLUEEN	0.05	0.05	0.05	387	28	7.3	0.2	0.2	0.2	192	3	1.6
67-86-3	TCM	0.05	0.05	0.05	387	22	5.7						
102-06-7	13DIPHENYLGUANIDINE	0.01	0.01	0.01	610	29	4.8	0.01	0.01	0.01	192	2	1.0
75-85-0	BUTANOLTERT	0.3	0.3	1.0	387	17	4.4						
75-01-4	CLETHEEN	0.03	0.03	0.1	387	16	4.1	0.2	0.2	0.2	192	2	1.0
79-01-6	TRI	0.05	0.05	0.05	387	13	3.4						
111-96-6	GLYMEDI	0.03	0.1	0.1	610	20	3.3	0.05	0.05	0.05	192	6	3.1
791-28-6	TPPO	0.05	0.1	0.1	610	16	2.6	0.03	0.03	0.03	192	6	3.1
127-18-4	TCEE	0.05	0.05	0.05	387	9	2.3						
156-80-5	T12DCEE	0.05	0.05	0.05	387	8	2.1	0.1	0.1	0.1	192	2	1.0
80-82-6	METHYLMETACRYLAAT	0.05	0.05	0.1	387	6	1.6						
NVT	MPXYLEEN	0.05	0.05	0.05	387	6	1.6						
75-09-2	DCM	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3	0.2	0.2	0.2	192	1	0.5
75-69-4	TRICHLORFCH4	0.1	0.1	0.1	387	5	1.3						
101-77-9	44DIAMINODIPHENYLMETHANE	0.03	0.03	0.03	453	5	1.1						
108-20-3	DIPE	0.05	0.05	0.05	387	4	1.0						
110-82-7	CHEXAAN	0.05	0.05	0.05	387	4	1.0						
4710-17-2	DMSA	0.01	0.05	0.05	798	7	0.9						
80-09-1	BISPHENOLS	0.02	0.02	0.02	453	4	0.9						
85-47-2	1NAPHTHALENESULFONICACID	0.03	0.03	0.05	453	4	0.9						
81-07-2	SACCHARIN	0.05	0.05	0.2	735	5	0.7						
85-98-3	13DIETHYL13DIPHENYLUREA	0.01	0.01	0.01	610	4	0.7						
3567-62-2	34DICHLOROPHENYL3METHYLUREA	0.01	0.01	0.01	796	5	0.6						
80-05-7	BISFENOL-A							0.005	0.005	0.005	192	32	16.7
53-16-7	ESTRONE							0.001	0.001	0.005	192	10	5.2
84-89-5	DIPB							0.5	0.5	0.5	192	8	4.2
29385-43-1	methyl-1H-benzotriazool							0.02	0.02	0.05	175	7	4.0
85-01-8	FENANTHR							0.01	0.01	0.01	192	5	2.6
87-62-7	2,6-xylidine							0.02	0.02	0.02	203	4	2.0
129-00-0	PYREEN							0.01	0.01	0.01	192	3	1.6
208-44-0	FLUORANTHEEN							0.01	0.01	0.01	192	3	1.6
91-20-3	NAFTALEEN							0.02	0.02	0.02	192	3	1.6
117-81-7	DEHP							0.5	0.5	0.5	192	2	1.0
128-71-6	trisobutylfosfaat							0.05	0.05	0.05	192	2	1.0
71-55-8	111TCEA							0.05	0.05	0.05	192	2	1.0
78-51-3	TBEP							0.1	0.1	0.1	192	2	1.0
83-32-9	ACENAFTE							0.05	0.05	0.05	192	2	1.0
105-67-9	24DMFENOL							0.02	0.02	0.02	203	1	0.5
108-38-3	1,3-xyleen							0.1	0.1	0.1	192	1	0.5
115-86-6	trifenyfosfaat							0.1	0.1	0.1	192	1	0.5
115-96-8	TCEP							0.1	0.1	0.1	192	1	0.5
120-12-7	ANTHR							0.01	0.01	0.01	192	1	0.5
208-96-8	acenaftyleen							0.05	0.05	0.05	192	1	0.5
75-34-3	11DCEA							0.2	0.2	5.0	203	1	0.5
75-35-4	11DCEE							0.1	0.1	0.1	192	1	0.5
86-73-7	FLUOREEN							0.05	0.05	0.05	192	1	0.5
87-86-5	PENTCHLFEN							0.02	0.02	0.02	203	1	0.5
95-47-6	OXYLEEN							0.05	0.05	0.05	192	1	0.5

Detection percentage hoger bij EMW: > 3 x > 2 x > 1.5 x > 1.2 x > 1.1 x gelijk/nodata < 0.9 x  
 rapportagegrens hoger bij KRW: > 30 x > 10 x > 5 x > 3 x 1-3 x gelijk/nodata < 0.9 x