

## Grondwaterkwaliteit Nederland 2020

Anorganische parameters, bestrijdingsmiddelen,  
farmaceutica en overige verontreinigende stoffen  
in de grondwatermeetnetten van de provincies

KWR 2020.067 | Mei 2020

Vastgesteld door Platform Meetnetbeheerders 25/06/2020



## Grondwaterkwaliteit Nederland 2020

Anorganische parameters, bestrijdingsmiddelen,  
farmaceutica en overige verontreinigende stoffen in de  
grondwatermeetnetten van de provincies

KWR 2020.067 | Juli 2020

### Opdrachtnummer

403125

### Projectmanager

Arnaut van Loon

### Opdrachtgever

Provincie Noord-Holland, namens Platform  
Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit

### Kwaliteitsborger

Dr. Thomas ter Laak

### Auteurs

dr. ir. Arnaut van Loon, dr. Ir. Tessa Pronk, ir. Bernard  
Raterman en ir. Steven Ros

### Verzonden aan

Janco van Gelderen (Provincie Utrecht), Anne Rispens  
(Provincie Drenthe) en Maik van der Wolf (Provincie  
Zuid-Holland)

Jaar van publicatie  
2020

#### Meer informatie

Arnaut van Loon  
T 030 60 69 550  
E [Arnaut.van.Loon@kwrwater.nl](mailto:Arnaut.van.Loon@kwrwater.nl)

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511  
F +31 (0)30 60 61 165  
E [info@kwrwater.nl](mailto:info@kwrwater.nl)  
I [www.kwrwater.nl](http://www.kwrwater.nl)



KWR KWR 2020.067 | Juli 2020 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag 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, zonder voorafgaande  
schriftelijke toestemming van de uitgever.

# Voorwoord

In 2015-2016 hebben de provincies een gecoördineerde meetronde uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de grondwaterkwaliteit van Nederland. De resultaten van deze meetronde zijn beschreven in het rapport

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.

Inmiddels hebben de provincies een nieuwe meetronde uitgevoerd in 2018-2019, waarbij tevens een aantal witte vlekken uit de voorgaande meetronde zijn opgevuld. Daarmee ontstond bij het Platform Meetnetbeheerders behoefte om de beschrijving van de grondwaterkwaliteit, inclusief het uitvoerige kaartmateriaal, te actualiseren. In dit rapport is daar invulling aangegeven, door het rapport van Sjerps et al (2017) te actualiseren op basis van de nieuw beschikbaar gekomen gegevens. Naast deze inhoudelijke actualisatie is het rapport van meer en nieuwe context voorzien. Ook zijn aanbevelingen toegevoegd om de grondwaterkwaliteitsdata te voorzien van meer strategische waarde. Stukken uit Sjerps et al (2017) waarvoor geen aanleiding voor actualisatie of herziening was, zijn ongewijzigd overgenomen in dit rapport.



# Samenvatting

## Aanleiding en doel

Provincies monitoren periodiek de kwaliteit van het grondwater voor zowel de Kaderrichtlijn Water (KRW) als provinciale doelstellingen. In 2015/2016 hebben de provincies, verenigd in het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit, een meetronde grondwaterkwaliteit uitgevoerd. In 2018/2019 is een tweede meetronde uitgevoerd. Op hoofdlijnen zijn hierbij de meetgegevens voor algemene stoffen en bestrijdingsmiddelen geactualiseerd en zijn witte vlekken in de gegevens voor farmaceutica en overige verontreinigende stoffen ingevuld. Beide meetronden tezamen geven daarmee een vollediger en actueler ruimtelijk beeld van de grondwaterkwaliteit dan elke afzonderlijke meetronde. De meetronden bevatten de KRW-locaties, aangevuld met locaties uit het provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit (PMG) en risicolocaties, zoals nabij RWZI-effluentlozingspunten of vuilstorten.

Het doel van dit rapport is om het landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit volgens de meetronde 2015/2016 aan te scherpen op basis van de gegevens uit de meetronde 2018/2019. Hiertoe zijn de meetresultaten van de meetronde 2018/2019 aangevuld met die van de meetronde 2015/2016, zodat de meest actueel beschikbare meetresultaten zijn gepresenteerd. Aangezien alle resultaten uit de provinciale monitoringsprogramma's zijn gebruikt, reikt dit rapport verder dan enkel de KRW-locaties; het geeft een breder beeld van de grondwaterkwaliteit. Onderzoek naar trendontwikkeling is geen doelstelling van dit rapport. Wel wordt geëvalueerd of de metingen en voorkomens van stoffen voor beide meetrondes consistent zijn, uitgaande van de meetfilters waar twee metingen zijn uitgevoerd.

## Aanpak

Met beide meetrondes hebben de provincies grondwatermonsters uit 1.874 meetfilters geanalyseerd op anorganische stoffen, 1.517 filters op bestrijdingsmiddelen, 659 op farmaceutica en 669 op overige verontreinigende stoffen. In dit rapport wordt een selectie van deze analyseresultaten gepresenteerd, namelijk per meetlocatie één ondiep filter en één diep filter. Hiermee zijn de resultaten voor een eventuele derde of vierde filter in dit rapport buiten beschouwing gelaten. Hiervoor is gekozen omdat in de kaartbeelden en statistieken slechts één meetwaarde per diepte kan worden meegenomen.

Voor de selectie van de meetfilters is bij voorkeur uitgegaan van de filters die onderdeel zijn van het KRW-meetnet. Indien geen filter uit het KRW-meetnet aanwezig was, is voor de categorie "ondiep" de waarde voor het ondiepste meetfilter geselecteerd, en voor de categorie "diep" de waarde van het diepste meetfilter. Dit resulteerde in een database met 1.573 meetfilters voor anorganische parameters, 1.284 meetfilters voor bestrijdingsmiddelen, 633 meetfilters voor farmaceutica en 639 meetfilters voor overige verontreinigende stoffen. In totaal komt dit neer op 1.665 filters voor alle meetpakketten samen. De meetpakketten bevatten in totaal 49 anorganische parameters, 278 bestrijdingsmiddelen, 103 farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen) en 124 overige verontreinigende stoffen.

In dit rapport worden frequenties en patronen van aantreffen van deze parameters beschreven. Daarnaast wordt een inschatting gemaakt van de stoffen die landelijk, provinciaal en per grondwaterlichaam de grootste risico's vormen. Hiertoe zijn de waargenomen concentraties vergeleken met de waterkwaliteitseisen uit juridische en

beleidskaders voor grondwater in het algemeen of voor de bronnen voor drinkwatervoorziening. Daarnaast zijn gezondheidkundige risico's globaal in beeld gebracht op basis van drinkwaternormen en zijn ecologische risico's in beeld gebracht op basis van het maximaal toelaatbaar risiconiveau of beschikbare milieukwaliteitsnormen die gelden voor oppervlaktewater. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze waterkwaliteitseisen niet persé een wettelijke status hebben voor de provinciale meetnetten als geheel; de vergelijking van de concentraties ter plaatse van de waarnemingsfilters met de waterkwaliteitsnormen is dus geen toetsing, maar is enkel bedoeld als indicatie van een theoretisch risico ter prioritering van stoffen in beleid en monitoring. Dit rapport beschrijft daarmee geen formele verantwoording over de toestand en trend van grondwater voor de KRW op grondwaterlichaamniveau.

## Resultaten

### Anorganische parameters

Chloride overschrijdt, behalve in de kustzone, ook in het binnenland de drempelwaarde van 160 mg/l in ondiep grondwater, namelijk bij 10% van de filters. Het gaat in het binnenland vooral om locaties langs grote wegen of in stedelijk gebied. Deze overschrijdingen hangen vermoedelijk samen met het gebruik van strooizout. In sommige zoete grondwaterlichamen wordt door natuurlijke oorzaken de drempelwaarde voor chloride vaak overschreden. Een herziening van de begrenzing van deze zoete grondwaterlichamen t.o.v. de zoute grondwaterlichamen zal het aantal overschrijdingen verminderen.

Hoge fosfaatconcentraties worden vooral gevonden in venige gronden o.a. in de provincie Zuid-Holland. Deze hoge waarden komen hier van nature voor. In sommige delen van Nederland is de bodem verzadigd met fosfaat en spoelt het uit. Hoewel de drempelwaarden zelden worden overschreden, is op veel locaties de concentratie fosfaat in het grondwater zo hoog dat het bij uittreding in oppervlaktewater kan leiden tot eutrofiëring.

De overschrijdingen van de nitraatnorm in 6,3% van de bemonsterde filters zijn waarschijnlijk gevolg van bemesting. Op sommige zandgronden komen zowel nitraat als ammonium in verhoogde waarden voor.

De meeste zware metalen blijken in een zone van midden Noord-Brabant naar midden Limburg voor te komen. Dit is deels toe te schrijven aan historische uitstoot vanuit de metaalindustrie en smelterijen en de toepassing van reststoffen in de omgeving van de industrie. Daarnaast speelt pyrietoxidatie als gevolg van uitspoeling van nitraat een belangrijke rol in het voorkomen van arseen en nikkel in het grondwater. In 10% van de filters ligt de concentratie in het grondwater van één of meerdere zware metalen meer dan een factor 10 boven de MAC-MKN waarde voor 'oppervlaktewater' en is bij uittredende kwel dus potentieel schadelijk voor aquatische natuur.

### Bestrijdingsmiddelen

Sporen van bestrijdingsmiddelen zijn in 796 van de 1284 (62%) filters aangetroffen. In 34% van de filters was sprake van overschrijding van de norm uit de Europese grondwaterrichtlijn voor individuele bestrijdingsmiddelen en humaan-toxicologisch relevante metabolieten van 0,1 µg/l. In 7% van de filters werd de norm voor de somconcentratie aan bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten uit de Europese grondwaterrichtlijn overschreden (0,5 µg/l).

Bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen in het grondwater in heel Nederland. De hoogste concentraties zijn aangetroffen in gebieden met bollenteelt (West Nederland) en op de Noord-Brabantse zandgronden. Het toegelaten bestrijdingsmiddel bentazon en de



metaboliëten methyl-desphenyl-chloridazon, desphenyl-chloridazon, n,n-dimethylsulfamide (dms) en 2,6-dichloorbenzamide (bam) zijn het meest frequent aangetroffen, in meer dan 10% van de bemonsterde filters.

### **Farmaceutica**

Sporen van farmaceutica zijn in 158 van de 633 (35%) filters aangetroffen en in 7% van de filters boven de signaleringwaarde (0,1 µg/l) die geldt voor de bronnen voor drinkwatervoorziening. De helft van de gemeten geneesmiddelen is gemeten met een rapportagegrens die tien keer hoger ligt dan de signaleringswaarde, waardoor de kans op aantreffen voor deze stoffen laag is. De meest voorkomende farmaceutica, of stoffen met hormoonverstorende werking, in grondwater zijn bisfenol-A, fenazon en carbamazepine. Deze stoffen komen voor in meer dan 5% van de filters. De risico's van farmaceutica bij deze aangetroffen concentraties in grondwater zijn echter klein.

### **Overige verontreinigende stoffen**

Overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen in 454 van de 639 (71%) filters. Deze stoffen overschrijden in 66% van de filters de signaleringswaarde (0,1 µg/l) die geldt voor drinkwaterbronnen. Met name EDTA is vaak aangetroffen. De concentraties van EDTA liggen ruim onder de gezondheidskundige drinkwaterrichtlijn van de WHO (600 µg/l), er is dus geen gezondheidskundig risico. Als EDTA buiten beschouwing wordt gelaten, dan is in 43% van de filters één of meerdere stoffen aangetroffen, en is in 30% van de filters de signaleringswaarde overschreden door één of meerdere overige verontreinigende stoffen. Dit betreft in relatief veel filters (>5%) de stoffen tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat, perfluorooctaanzuur (PFOA), fenantreen en toluëen. De risico's van deze stoffen bij de aangetroffen concentraties zijn, met uitzondering van enkele filters, echter klein.

### **Conclusies**

De grondwaterkwaliteit is in Nederland op grote schaal antropogeen beïnvloedt. Dit blijkt het duidelijkste uit het diffuse voorkomen van antropogene stoffen, namelijk in 86% van de filters. Het gaat daarbij vooral om bestrijdingsmiddelen (60% van de filters) en overige verontreinigende stoffen (70% van de filters). Farmaceutica zijn minder vaak (35% van de filters) in het grondwater aangetroffen, en meestal nabij infiltrerend oppervlaktewater of in verstedelijkt gebied. Wat betreft de algemene stoffen vallen vooral de regionaal hoge concentraties aan nitraat, sulfaat en diverse spore-elementen, waar onder arseen, nikkel en zink, op.

In totaal zijn 236 verschillende stoffen in het grondwater aangetroffen. Vooral de twee niet-relevante metaboliëten van het inmiddels verboden chloridazon en EDTA zijn op grote schaal in het grondwater aanwezig. Daar staat tegenover dat veruit de meeste van de aangetroffen stoffen, zo'n 60%, slechts incidenteel is aangetroffen, namelijk in minder dan 2% van de filters. De antropogene invloeden op de grondwaterkwaliteit zijn dus weliswaar diffuus, maar lokaal kunnen daar verschillende typen bronnen aan ten grondslag liggen.

Voor enkele tientallen antropogene stoffen, vooral overige verontreinigende stoffen, zijn risico's voor de volksgezondheid en ecologie mogelijk aan de orde. De betreffende normen worden echter meestal slechts eenmalig (in één filter) overschreden, en in maximaal 5,8% van de filters (fenantreen). Het geheel overziend zijn de risico's van algemene stoffen minstens zo groot: nitraat, sulfaat en diverse zware metalen zijn in een substantieel deel van de filters (tot bijna 30%) boven de drinkwaternorm waargenomen, en in ongeveer 10% van de filters overschreden meerdere zware metalen de MAC-MKN waarde voor oppervlaktewater met een factor 10 of meer.



Dit rapport bevestigt het beeld dat de grondwaterkwaliteit in Nederland onder druk staat als gevolg van diverse antropogene activiteiten, waaronder het gebruik van medicijnen en consumentenproducten, industriële processen en landbouwactiviteiten. Hoewel van acute risico's geen sprake is, is structurele en gecoördineerde monitoring van de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit van belang om eventuele risico's op de lange termijn uit te kunnen sluiten.

### **Aanbevelingen**

Uit deze studie zijn diverse aanbevelingen voor nadere analyse van de dataset en optimalisatie van de monitoring voortgekomen. Over deze aanbevelingen kan zonder bestuurlijke tussenkomst besloten worden. Een aantal aanbevelingen betreft de strategische benutting van de dataset, waarvoor een zorgvuldig proces en bestuurlijke commitment noodzakelijk zijn. Dit betreft de volgende punten:

Door de productie van steeds maar nieuwe stoffen en mogelijke voortschrijdende inzichten in de risico's van reeds bestaande stoffen, vraagt het up to date houden van de analysepakketten telkens weer aandacht. Dit kan vorm gegeven worden in een integraal stoffen overleg, waarin alle relevante sectoren vertegenwoordigd zijn. In dit overleg kunnen nieuwe inzichten uit monitoring worden gedeeld, ontwikkelingen van gebruiksvolumina en eigenschappen van nieuwe stoffen worden besproken en handelingsperspectief van de verschillende actoren worden ontwikkeld.

De effecten van emissies aan het maaiveld werken met toenemende diepte steeds trager door op de grondwaterkwaliteit. Hierdoor zijn de analyseresultaten niet representatief voor de actuele emissies, c.q. het actueel gebruik van diverse stoffen en komen de risico's van opkomende stoffen pas enkele jaren na gebruik in beeld. Dit bemoeilijkt de toepassing van de analyseresultaten in beleidsprocessen en de toelating van stoffen. Daarom wordt geadviseerd om ook het bovenste grondwater, o.a. ook bij risicolocaties te bemonsteren, zodat de data te gebruiken is als 'early warning' voor verdere grondwaterverontreiniging. Een optie kan zijn de PMG/LMG locaties te voorzien van ondiepe 3-5 meter filters (als die ontbreken). Ook is het zinvol voor provincies die dat nog niet hebben gedaan om een leeftijdsbepaling van het grondwater in de meetfilters te doen. Ten slotte is het zinvol om ook de meetgegevens van de oppervlaktewaterbeheerders hierbij te betrekken.

De dataset is al vrij beschikbaar via [www.waterkwaliteitsportaal.nl](http://www.waterkwaliteitsportaal.nl), maar deze is nog niet geïntegreerd met de data van andere bronhouders. Voor bestrijdingsmiddelen biedt de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen daarvoor reeds een geschikte infrastructuur en is geregeld dat de gegevens beschikbaar zijn voor het College voor Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden (CTGB) ten behoeve van de herbeoordeling van bestrijdingsmiddelen. Een soortgelijk initiatief om data van verschillende bronhouders centraal op te slaan en te ontsluiten via een digitale atlas wordt aanbevolen voor farmaceutica en (subcategorieën van) overige verontreinigende stoffen. Voor internationale toepassingen biedt de Norman EMPODAT Database goede aanknopingspunten, hoewel ook in deze database nog weinig grondwaterdata zijn opgenomen.

# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>11</b>
1.1 Aanleiding	11
1.2 Doelstelling	11
1.3 Leeswijzer	12
<b>2 Materiaal en methode</b>	<b>13</b>
2.1 Opzet meetrondes grondwaterkwaliteit	13
2.2 Bewerking en interpretatie van de meetresultaten	14
<b>3 Overzicht meetpakketten en aangetroffen stoffen</b>	<b>18</b>
3.1 Meetpakketten	18
3.2 Aantallen aangetroffen stoffen	19
<b>4 Anorganische parameters</b>	<b>25</b>
4.1 Inleiding	25
4.2 Drempelwaardestoffen en nitraat	25
4.3 Overige anorganische parameters	32
4.4 Gezondheidskundige risico's	34
4.5 Ecologische risico's	36
<b>5 Bestrijdingsmiddelen</b>	<b>37</b>
5.1 Herkomst	37
5.2 Voorkomen	37
5.3 Top-10 bestrijdingsmiddelen en metabolieten	46
5.4 Overige bestrijdingsmiddelen boven waterkwaliteitseisen	49
5.5 Gezondheidskundige risico's	52
5.6 Conclusies	56
<b>6 Farmaceutica</b>	<b>57</b>
6.1 Herkomst	57
6.2 Voorkomen	57
6.3 Top-10 farmaceutica	61
6.4 Andere stoffen boven de signaleringswaarde	64
6.5 Opmerkelijke bevindingen	65
6.6 Gezondheidskundige risico's	66
6.7 Conclusies	67
<b>7 Overige verontreinigende stoffen</b>	<b>69</b>
7.1 Herkomst	69
7.2 Voorkomen	69
7.3 Top-10 Overige verontreinigende stoffen	74
7.4 Andere stoffen boven de signaleringswaarde	77
7.5 Gezondheidskundige risico's	78
7.6 Conclusies	80

<b>8</b>	<b>Discussie en conclusies</b>	<b>81</b>
8.1	Reflectie op de methodiek	81
8.2	Conclusies	84
<b>9</b>	<b>Aanbevelingen</b>	<b>86</b>
9.1	Benutten van de strategische waarde van de dataset	86
9.2	Aanbevelingen voor data-analyse	87
9.3	Aanbevelingen voor optimaliseren grondwaterkwaliteitsmonitoring	87
<b>10</b>	<b>Begrippenlijst</b>	<b>89</b>
<b>11</b>	<b>Referenties</b>	<b>91</b>
<b>Bijlage I</b>		<b>96</b>
	Overzichtskarten voor de meetronden 2015/2016 en 2018/2019	96
<b>Bijlage II</b>		<b>97</b>
	Wet- en regelgeving: Landelijk en Europees kader	97
<b>Bijlage III</b>		<b>103</b>
	Geanalyseerde stoffen per meetpakket	103
<b>Bijlage IV</b>		<b>120</b>
	Tabellen aantreffen stoffen (on)diepe (KRW)-locaties	120
<b>Bijlage V</b>		<b>127</b>
	Kaarten anorganische stoffen in pdf files	127
<b>Bijlage VI</b>		<b>128</b>
	Somkaarten en totaalkaarten organische stoffen	128
<b>Bijlage VII</b>		<b>129</b>
	Kaarten voor de top-10 stoffen	129
<b>Bijlage VIII</b>		<b>130</b>
	Kaarten voor bestrijdingsmiddelen die niet in de top-10 vallen	130
<b>Bijlage IX</b>		<b>131</b>
	Kaarten voor farmaceutica die niet in de top-10 vallen	131
<b>Bijlage X</b>		<b>132</b>
	Kaarten voor overige verontreinigende stoffen die niet in de top-10 vallen	132
<b>Bijlage XI</b>		<b>133</b>
	Resultaten per provincie en per grondwaterlichaam	133
<b>Bijlage XII</b>		<b>140</b>

<b>Verschillen tussen de meetrondes 2015/2016 en 2018/2019</b>	<b>140</b>
Anorganische parameters	140
Bestrijdingsmiddelen	142
Farmaceutica	143
Overige verontreinigende stoffen	144
<b>Bijlage XIII</b>	<b>145</b>
<b>Verschilkaarten meetronde 2015/2016 - 2018/2019</b>	<b>145</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In 2015/2016 hebben de provincies via het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit een meetronde grondwaterkwaliteit uitgevoerd. Deze meetronde had tot doel om een landsdekkend beeld van de grondwaterkwaliteit te verkrijgen. Hiertoe zijn grondwatermonsters uit waarnemingsfilters geanalyseerd op vier categorieën stoffen, namelijk

1. Anorganische parameters, i.e. KRW-drempelwaardestoffen en algemene stoffen;
2. Bestrijdingsmiddelen;
3. Farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen);
4. Overige verontreinigende stoffen.

De resultaten van deze meetronde zijn gerapporteerd door Sjerps e.a. (2017).

Inmiddels hebben de provincies in 2018/2019 een tweede meetronde uitgevoerd. Hierbij zijn meethiaten van de vorige meetronde opgevuld doordat sommige provincies voor het eerst of uitgebreider hebben gemeten in hun gebied (zie Bijlage XII en Tabel 1-1) en door de meetpakketten gericht uit te breiden. Zo zijn naar aanleiding van Sjerps e.a. (2017) de meetpakketten uitgebreid met desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon (metabolieten van chloridazon), omdat deze stoffen op veel locaties werden aangetroffen. Beide meetronden tezamen geven daarmee een actueler of vollediger ruimtelijk beeld van de grondwaterkwaliteit dan elke afzonderlijke meetronde (zie Tabel 1-1).

TABEL 1-1: GLOBALE BIJDRAGE VAN DE MEETRONDE 2018/2019 AAN HET LANDELIJK BEELD VAN DE GRONDWATERKWALITEIT TEN OPIZICHTE VAN DE MEETRONDE 2015/2016

Stofgroep	Ondiep	Diep
Anorganisch	Geactualiseerd	Geactualiseerd
Bestrijdingsmiddelen	Geactualiseerd	Geactualiseerd
Farmaceutica	Opgevuld	Nieuw
Overige verontreinigende stoffen	Opgevuld	Nieuw

## 1.2 Doelstelling

Het doel van dit rapport is om het landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit volgens de meetronde 2015/2016 aan te scherpen op basis van de gegevens uit de meetronde 2018/2019. Hiertoe zijn de meetresultaten van de meetronde 2018/2019 aangevuld met de meetresultaten van de meetronde 2015/2016, zodat de meest actueel beschikbare meetresultaten zijn gepresenteerd. Bij niet-KRW-locaties is het bovenste en het onderste filter geselecteerd. Aangezien alle monitoringsresultaten uit de provinciale monitoringsprogramma's zijn gebruikt, reikt dit rapport verder dan enkel de KRW-locaties; het geeft een breder beeld van de grondwaterkwaliteit. Onderzoek naar trendontwikkeling is geen doelstelling van dit rapport. Wel wordt geëvalueerd of de metingen en voorkomens van stoffen voor beide meetrondes consistent is op basis van de meetfilters waar twee metingen zijn uitgevoerd.

Naast het beschrijven van de resultaten uit de gebundelde meetrondes, geeft dit rapport inzicht in de stoffen die landelijk, provinciaal en per grondwaterlichaam de grootste risico's vormen. Dit is gedaan op het niveau van stofgroepen door onderscheid te maken tussen anorganische parameters (waaronder de drempelwaardestoffen en nitraat vallen), bestrijdingsmiddelen (inclusief metabolieten), farmaceutica en overige verontreinigende stoffen. Naast de frequentie van aantreffen, zijn hierbij de waargenomen concentraties vergeleken met de kwaliteitseisen uit de juridische kaders voor grondwater in het algemeen (de grondwaterrichtlijn), de bronnen voor drinkwatervoorziening (het Bkmw), oppervlaktewater (KRW) of milieu. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze juridische kaders niet persé een wettelijke status hebben voor de provinciale meetnetten als geheel; de vergelijking van de concentraties ter plaatse van de waarnemingsfilters met de waterkwaliteitsnormen is dus geen toetsing, maar is enkel bedoeld als indicatie van een theoretisch risico ter prioritering van stoffen in beleid en monitoring.

### 1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de opzet van beide meetrondes omschreven. In Hoofdstuk 3 wordt een globaal overzicht gegeven van de omvang en resultaten van de meetrondes. In Hoofdstuk 4-7 komen achtereenvolgens de belangrijkste resultaten voor de meetpakketten Anorganische parameters (H4), Bestrijdingsmiddelen (H5), Farmaceutica (H6) en Overige verontreinigende stoffen (H7) aan de orde. Elk hoofdstuk beschrijft de herkomst, de top-10 meest voorkomende stoffen, opvallende waarnemingen en de potentiële gezondheidskundige risico's voor de drinkwaterbereiding en ecologie. Het afsluitende Hoofdstuk 8 geeft de belangrijkste conclusies en aanbevelingen. Tevens zijn een begrippenlijst (Hoofdstuk 9) en 13 bijlages met achtergrondinformatie, overzichtstabellen en kaartmateriaal opgenomen. De kaarten kunnen separaat worden gedownload via het waterkwaliteitsportaal.

## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Opzet meetrondes grondwaterkwaliteit

#### 2.1.1 Meetlocaties

In 2015-2016 en 2018-2019 hebben de provincies een uitgebreide analyse van de grondwaterkwaliteit uitgevoerd (zie Bijlage I voor de meetlocaties). Deze meetronde omvat voor een groot deel de vaste bemonsteringsfilters uit het KRW-meetnet. Sommige provincies hebben deze filters aangevuld met een selectie uit de provinciale meetnetten grondwaterkwaliteit (PMG) en het landelijk meetnet grondwaterkwaliteit (LMG). Daarnaast zijn grondwatermonsters genomen op 'risicolocaties' (zie Tabel 2-1), zoals ondiepe filters uit stedelijke meetnetten, filters nabij historische bodemverontreiniging, filters die zijn aangewezen door drinkwaterbedrijven en filters direct naast infiltrerende watergangen stroomafwaarts van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Een aantal filters (minder dan 7%) zijn gesitueerd binnen een grondwaterbeschermingsgebied. De grondwatermonsters zijn genomen in ondiep (tot ca. 10 m onder maaiveld) en diep (ca. 25 m onder maaiveld) grondwater.

#### 2.1.2 Meetpakketten

Met de meetronde 2018-2019 hebben een aantal provincies, ten opzichte van de meetronde 2015-2016, een aanzienlijke ruimtelijke verdichting van de grondwateranalyses gerealiseerd (zie Bijlage I). Op hoofdlijnen zijn de volgende witte vlekken ingevuld (zie ook Tabel 1-1):

- Voor Anorganische parameters in ondiep grondwater zijn nu ook data voor Zuid-Limburg beschikbaar, en in diep grondwater ook voor Noord-Brabant. Verder is met de meetronde 2018/2019 het landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit geactualiseerd ten opzichte van de voorgaande meetronde;
- Voor Bestrijdingsmiddelen in diep grondwater hebben de provincies Noord-Holland, Overijssel, Gelderland en Utrecht een aanzienlijk grotere meetinspanning verricht. De ondiepe meetfilters zijn reeds in 2015-2016 voor een groot deel op bestrijdingsmiddelen geanalyseerd, zodat in de nieuwe meetronde daar beperkt aanvullende informatie over is verzameld. Voor deze stofgroepen is het beeld dus geactualiseerd ten opzichte van Sjerps e.a. (2017);
- Voor Farmaceutica en Overige verontreinigende stoffen in ondiep grondwater hebben de provincies Noord-Holland, Overijssel en Flevoland een uitgebreidere meetinspanning dan in 2015-2016 verricht. Voor deze stofgroepen zijn witte vlekken uit de voorgaande meetronde opgevuld.

Daarnaast zijn naar aanleiding van Sjerps e.a. (2017) twee extra stoffen in de meetpakketten opgenomen (zie paragraaf 1.1). Hierdoor is met de nieuwe meetronde een verdichting op stofniveau gerealiseerd die zichtbaar wordt door vergelijking van de toegepaste meetpakketten.

Met de meetrondes 2015/2016 en 2018/2019 is het grondwater in 1874 filters geanalyseerd op anorganische stoffen, in 1517 filters op bestrijdingsmiddelen, in 569 filters op farmaceutica en in 669 filters op overige verontreinigende stoffen. De provincies hebben onderling verschillende keuzes gemaakt in de aantallen filters die op elke locatie zijn bemonsterd. Om een homogeen landelijk beeld uit deze dataset te verkrijgen is er daarom voor gekozen om op elke locatie slechts één ondiep en één diep filter te selecteren. In Tabel 2-1 staat het aantal bemonsterde en geselecteerde filters voor elk van de vier meetpakketten



en per provincie weergegeven. In Bijlage I zijn de bijbehorende meetlocaties op de geografische kaart weergegeven, met de grondwaterlichamen en grondwaterbeschermingsgebieden op de achtergrond.

De meetpakketten bevatten in totaal 49 anorganische parameters, 278 bestrijdingsmiddelen, 103 farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen) en 124 overige verontreinigende stoffen (Tabel 2-2). Hierbij dient opgemerkt te worden dat binnen een meetpakket de rapportagegrens voor verschillende parameters niet altijd gelijk is; voor stoffen die niet tot de primaire doelstoffen vallen en dus extra gescreend zijn, geldt vaak een hogere rapportagegrens. De geanalyseerde stoffen per meetpakket en per provincie zijn weergegeven in Bijlage III.

### 2.1.3 Bemonstering en chemische analyses

De bemonstering van het grondwater is per provincie zelfstandig georganiseerd. Alleen voor het KRW-meetnet liggen de locaties en filters vast ten behoeve van de analyse van anorganische parameters en bestrijdingsmiddelen. Daarbuiten hebben de provincies zelf besloten over de extra meetinspanning en daarmee over het aantal bemonsterde filters, de diepte van die filters en de analyse van farmaceutica en overige verontreinigende stoffen. Hierdoor zijn provincies verschillend vertegenwoordigd in de database.

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

## 2.2 Bewerking en interpretatie van de meetresultaten

### 2.2.1 Vorbewerking

Deze rapportage beschrijft de resultaten van de meetronde 2018-2019, aangevuld met resultaten van de meetronde 2015-2016. Deze aanvulling betreft alleen de bemonsteringslocaties waar de analyseresultaten in de meetronde 2018-2019 ontbreken. Hiermee is per diepte-categorie (ondiep versus diep) telkens de meest actueel beschikbare waarde geselecteerd, ongeacht eventuele verschillen tussen de bemonsteringsdiepte voor de meetrondes. Dit maakt dat de resultaten die in dit rapport worden gepresenteerd de meest actuele gegevens zijn voor alle filters en stoffen.

Voor een aantal meetlocaties zijn meerdere filters bemonsterd die als “ondiep” of “diep” zijn gekwalificeerd. In deze gevallen is voor elke dieptecategorie één meetwaarde geselecteerd. Dit is een praktische keuze omdat in de kaartbeelden en statistieken slechts één meetwaarde per diepte kan worden meegenomen. Hierbij is bij voorkeur uitgegaan van de filters die onderdeel zijn van het KRW-meetnet. Indien geen filter uit het KRW-meetnet aanwezig was, is voor de categorie “ondiep” de waarde voor het ondiepste meetfilter geselecteerd en voor de categorie “diep” de waarde van het diepste meetfilter. In Zuid-Holland, bijvoorbeeld, is een extra derde ondiep meetfilter (5m – mv) bemonsterd en in de analyse van de ondiepe grondwaterkwaliteit meegenomen indien het geen KRW-locatie betreft. Gevolg hiervan is dat een beperkt deel van de verzamelde meetgegevens in deze rapportage buiten beschouwing blijft (zie Tabel 2.1).

TABEL 2-1: AANTAL BEMONSTERDE EN GESELECTEERDE FILTERS PER MEETPAKKET EN PER PROVINCIE VOOR DE SAMENGEVOEGDE MEETRONDES 2015-2016 EN 2018-2019

	Anorganische parameters				Bestrijdingsmiddelen			
	Totaal bemonsterd	Totaal geselecteerd	Ondiep	Diep	Totaal bemonsterd	Totaal geselecteerd	Ondiep	Diep
DRENTHE	53	50	25	25	53	50	25	25
FLEVOLAND	154	117	66	51	154	117	63	54
FRIESLAND	125	124	62	62	109	108	54	54
GELDERLAND	196	165	90	75	214	187	112	75
GRONINGEN	109	105	57	48	61	60	32	28
LIMBURG	150	126	78	48	58	48	37	9
NOORD-BRABANT	250	228	117	111	150	133	117	16
NOORD-HOLLAND	237	173	105	68	204	167	104	63
OVERIJSEL	149	125	65	60	149	125	64	61
UTRECHT	159	150	107	43	127	123	103	20
ZEELAND	110	94	57	37	55	50	42	8
ZUID-HOLLAND	182	116	58	58	183	116	58	58
Totaal	1874	1573	887	686	1517	1284	811	471

	Farmaceutica		Overige	
	Totaal bemonsterd	Totaal geselecteerd <sup>1)</sup>	Totaal bemonsterd	Totaal geselecteerd <sup>1)</sup>
DRENTHE	31	31	31	31
FLEVOLAND	56	56	56	56
FRIESLAND	54	54	54	54
GELDERLAND	114	114	114	114
GRONINGEN	36	36	37	37
LIMBURG	8	8	12	12
NOORD-BRABANT	59	59	59	59
NOORD-HOLLAND	86	85	86	85
OVERIJSEL	82	66	87	67
UTRECHT	60	56	60	56
ZEELAND	10	10	10	10
ZUID-HOLLAND	63	58	63	58
Totaal	659	633	669	639

<sup>1)</sup>Farmaceutica en overige verontreinigende stoffen zijn vrijwel alleen in ondiepe filters gemeten.

TABEL 2-2: HET TOTAAL AANTAL GEANALYSEERDE STOFFEN VOOR BEIDE MEETRONDES

	2015/2016	2018/2019	Totaal
Anorganische parameters	49	49	49
Bestrijdingsmiddelen	278	192	278
Farmaceutica	103	99	103
Overige verontreinigende stoffen	112	123	124

De door de provincies aangeleverde data zijn gestructureerd per filter, met metadata over filterdiepte en xy-coördinaten. Dubbele metingen per filter zijn verwijderd. Alle gegevens zijn samengevoegd en geüniformeerd voor schrijfwijze en terminologie. De stof EDTA is gemeten in perceel 2 (bestrijdingsmiddelen) maar gerapporteerd als Overige verontreinigende stof in Hoofdstuk 7. De stof Bisfenol-A is vanwege de hormoonverstorende werking opgenomen in het meetpakket farmaceutica, terwijl deze stof een bestanddeel van veel plastic producten is. In Sjerps e.a. (2017) is Bisfenol-A daarom ingedeeld onder de Overige verontreinigende stoffen.

### 2.2.2 Vergelijking met juridische kaders

Voor elke parameter is geanalyseerd waar en hoe vaak niet werd voldaan aan de juridische kaders bestaande uit Europese richtlijnen en hun Nederlandse implementatie voor het toetsen van stofconcentraties (zie Bijlage II). Hierbij is uitgegaan van de volgende toetswaarden:

- De zes anorganische stoffen met een drempelwaarde (Cl, Ptot, As, Ni, Cd, Pb) zijn vergeleken met de voor alle grondwater geldende door Nederland vastgestelde drempelwaarde t.b.v. de Kaderrichtlijn Water, afhankelijk van het type grondwaterlichaam (Bkmw, Bijlage II, Tabel II).
- Nitraat (NO<sub>3</sub>) is vergeleken met de voor alle grondwater geldende Europese KRW-waarde van 50 mg/l (Bkmw, Bijlage II, Tabel I). Deze norm is tevens opgenomen in de Grondwaterrichtlijn en Nitraatrichtlijn.
- Bestrijdingsmiddelen en metabolieten zijn vergeleken met de voor alle grondwater geldende waterkwaliteitseis van 0,1 µg/l en de somnorm van 0,5 µg/l. Deze waarden zijn beiden opgenomen in de Grondwaterrichtlijn én het BKMW (Bijlage II, Tabel I). Ook niet-relevante metabolieten zijn op deze waterkwaliteitseis getoetst, hoewel de Grondwaterrichtlijn voor deze stoffen in grondwater geen norm bevat, en de signaleringswaarde voor onttrokken grondwater 1,0 µg/l bedraagt (Bkmw). Voor de vergelijking met de drinkwaternorm is wel rekening gehouden met de speciale waardering van niet-relevante metabolieten door de concentraties te vergelijken met de drinkwaternorm van 1,0 µg/l (zie paragraaf 2.2.4).
- Voor farmaceutica en overige verontreinigingen bevat de Grondwaterrichtlijn geen normen voor grondwater. Daarom zijn stoffen uit deze groepen vergeleken met de voor grondwaterbeschermingsgebieden geldende signaleringswaarde van 0,1 µg/l (Bkmw protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW (2015)).

De signaleringswaarde uit het Bkmw protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen is niet geldig voor al het grondwater, alleen voor het grondwater in de grondwaterbeschermingsgebieden. Bij overschrijding van de signaleringswaarde in drinkwaterbronnen bepaalt een nadere stof-specifieke risicobeoordeling of, en zo ja welke, verdere (remediërende) vervolgacties nodig zijn. In deze studie is deze signaleringswaarde toegepast op alle grondwaterlichamen, mede omdat het grondwater buiten de huidige grondwaterbeschermingsgebieden als aanvullende strategische voorraad en nationale grondwaterreserve kan worden aangemerkt met het oog op toekomstbestendige drinkwatervoorziening (Min I&M 2016). Een deel van deze grondwaterreserves is reeds vastgelegd in provinciale plannen. De vergelijking van de waargenomen concentraties met de signaleringswaarden geldt dus niet als toetsing, maar is bedoeld om potentiële problemen te identificeren en stoffen te prioriteren ten behoeve van grondwaterkwaliteitsbeheer en monitoring.

Daarnaast is per meetpakket een top-10 van stoffen opgesteld, op basis van de frequentie van aantreffen. De frequentie van aantreffen is afhankelijk van de rapportagegrens. De rapportagegrens van de bestrijdingsmiddelen is veelal lager dan 0,1 µg/l, de

signaleringswaarde volgens het Bkmw. Een aantal van de geanalyseerde geneesmiddelen heeft een rapportagegrens van 1 µg/l, tien keer hoger dan de signaleringswaarde, waardoor de kans op aantreffen voor deze stoffen laag is.

### 2.2.3 GIS-kaarten

Met een geografisch informatie systeem (GIS) zijn voor elk meetpakket verschillende kaarten gemaakt. Het betreft de volgende kaarten:

- Overzichtskaarten van toepassing van de meetpakketten op diepe en ondiepe filters voor beide meetrondes.
- SOM- en totaalkaarten die het voorkomen en de overschrijding van de toetswaarden (zie paragraaf 2.3) weergeven per meetpakket. Deze kaarten komen in de hoofdstukken 4-7 aan de orde.
- Stof-specifieke kaarten van het overschrijden van de toetswaarden voor de top-10 per meetpakket (zie Bijlage VII) en voor alle andere stoffen (zie Bijlagen VIII, IX en X). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen diepe en ondiepe filters.
- “bollenkaarten” voor de anorganische parameters ter visualisatie van ruimtelijke patronen in waargenomen concentraties (Bijlage V).

In de achtergrond van deze kaarten zijn de verschillende grondwaterlichamen weergegeven.

### 2.2.4 Gezondheidskundige risico's

Voor de anorganische stoffen en de top-10 aan bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen is een inschatting gegeven van mogelijke gezondheidskundige risico's bij de aangetroffen concentraties. De humane gezondheidsrisico's zijn getoetst door de concentraties in grondwater te relateren aan drinkwaternormen (Drinkwaterbesluit 2011) en indicatieve streefwaarden voor drinkwater (verschillende bronnen). Dit betreft een indicatieve risicoschatting, omdat de aangetroffen concentraties in grondwater zich niet direct laten vertalen naar concentraties in drinkwater. Dit komt o.a. door menging van grondwater met een sterk uiteenlopende ouderdom en herkomst ter plaatse van de winputten, menging van verschillende ruwwaterstromen en verwijdering van stoffen tijdens bodempassage of via zuivering.

De ecologische risico's worden getoetst aan beschikbare gegevens van het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) of beschikbare milieukwaliteitsnormen (MKN). Het MTR is de concentratie van een stof in water (grondwater of oppervlaktewater) waar beneden het negatief effect acceptabel is. Milieukwaliteitsnormen binnen de Kaderrichtlijn Water zijn de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor langdurige blootstelling (JG-MKN) en de maximaal aanvaardbare concentratie voor kortdurende blootstelling (MAC-MKN). Deze normen zijn van toepassing op oppervlaktewater, zodat de vergelijking in deze studie niet geïnterpreteerd kan worden als een toetsing van de grondwaterkwaliteit. De vergelijking met de JG-MKN en MAC-MKN is enkel bedoeld voor het identificeren van potentiële problemen en het prioriteren van stoffen voor beleid en monitoring. Opgemerkt wordt dat voor nieuw opkomende stoffen doorgaans geen MTR of MKN beschikbaar is. Waar mogelijk is nog een toelichting gegeven als naar andersoortige normering, bijvoorbeeld WHO gezondheidsrichtlijnen, is gekeken.

## 3 Overzicht meetpakketten en aangetroffen stoffen

### 3.1 Meetpakketten

In totaal zijn vier meetpakketten toegepast.

- Meetpakket 1 bevat de **anorganische parameters**; de drempelwaardestoffen chloride, nikkel, arseen, cadmium, lood en Ptot (zie ook Tabel 2 in Bijlage II), nitraat (NO<sub>3</sub>) en zware metalen als koper en zink.
- Meetpakket 2 bevat de werkzame stoffen uit al dan niet toegelaten **bestrijdingsmiddelen** en enkele metaboliëten. Ook EDTA behoort tot dit meetpakket, maar is hier gerapporteerd als Overige verontreinigende stof (Hoofdstuk 7).
- Meetpakket 3 bevat diverse **farmaceutische stoffen**, i.e. geneesmiddelen, röntgencontrastmiddelen en hormonen.
- Meetpakket 4 bevat **overige verontreinigende stoffen**.

Figuur 3-1 geeft per meetpakket het aantal geanalyseerde stoffen, het aantal aangetroffen stoffen boven de rapportagegrens en het aantal aangetroffen stoffen boven de toetsingswaarde (zie paragraaf 2.2.2) weer. Deze aantallen hebben betrekking op de data van de gecombineerde meetrondes 2015-2016 en 2018-2019, i.e. de meest actueel beschikbare gegevens uit beide meetrondes voor ondiepe en diepe filters.

Het meetpakket 2 bevat 278 bestrijdingsmiddelen en metaboliëten (Bijlage III), bestaande uit verboden en toegelaten stoffen en hun metaboliëten. Het meetpakket omvat een groot deel van de huidige toegelaten stoffen. In 2014 waren in totaal 262 gewasbeschermingsmiddelen toegelaten door het Ctgb (2014), een groot deel hiervan wordt gemonitord in grondwater. Daarnaast worden inmiddels ook niet meer toegelaten bestrijdingsmiddelen geanalyseerd, omdat vooral het diepere grondwater tientallen jaren oud kan zijn waardoor de effecten van emissies in het verleden nog steeds zichtbaar kunnen zijn in de grondwaterkwaliteit.

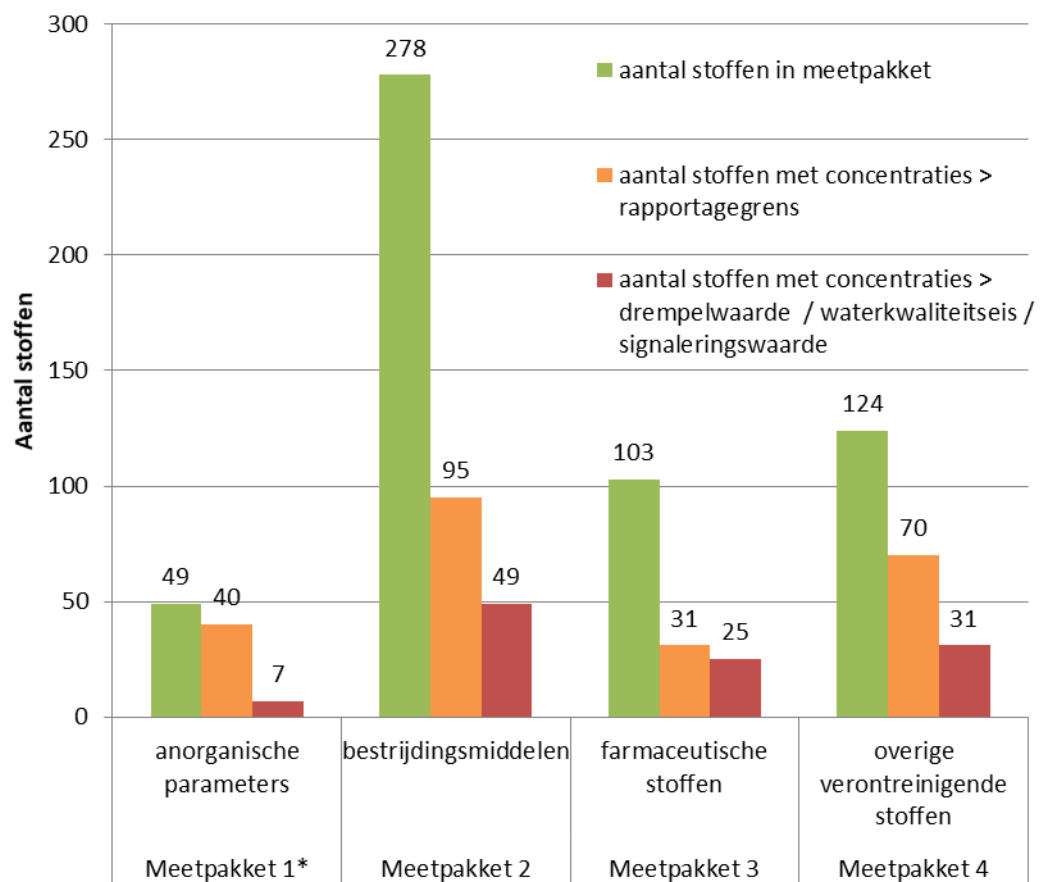
Tijdens de meetronde in 2018-2019 zijn 103 geneesmiddelen, röntgencontrastmiddelen en hormonen geanalyseerd in meetpakket 3. Momenteel zijn ongeveer 260 actieve stoffen in diergeneesmiddelen en 2000 actieve stoffen in humane geneesmiddelen toegestaan op de Nederlandse markt (Moermond 2016a, Rougoor et al. 2016). Slechts een beperkt deel van de toegelaten stoffen is dus gemonitord in deze meetronde. Wel zijn de meest relevante stoffen opgenomen en ook de best/eenvoudigst te analyseren stoffen. De meetpakketten zijn daarmee op actualiteit van voorkomen afgestemd.

Meetpakket 4 bevat 124 overige industriële stoffen. In totaal zijn er 224.168 stoffen opgenomen in de REACH verordening voor de Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van **CH**emische stoffen (ECHA 2016). Hoewel deze stoffen niet allemaal in het water aangetroffen zullen worden (ter Laak et al. 2015), wordt maar een zeer beperkt deel van de industriële stoffen gemonitord. Dit rapport geeft daarom wel een goede indruk van het voorkomen van overige verontreinigende stoffen in het grondwater, maar het beeld is daarmee niet compleet.

## 3.2 Aantallen aangetroffen stoffen

### 3.2.1 Overzicht

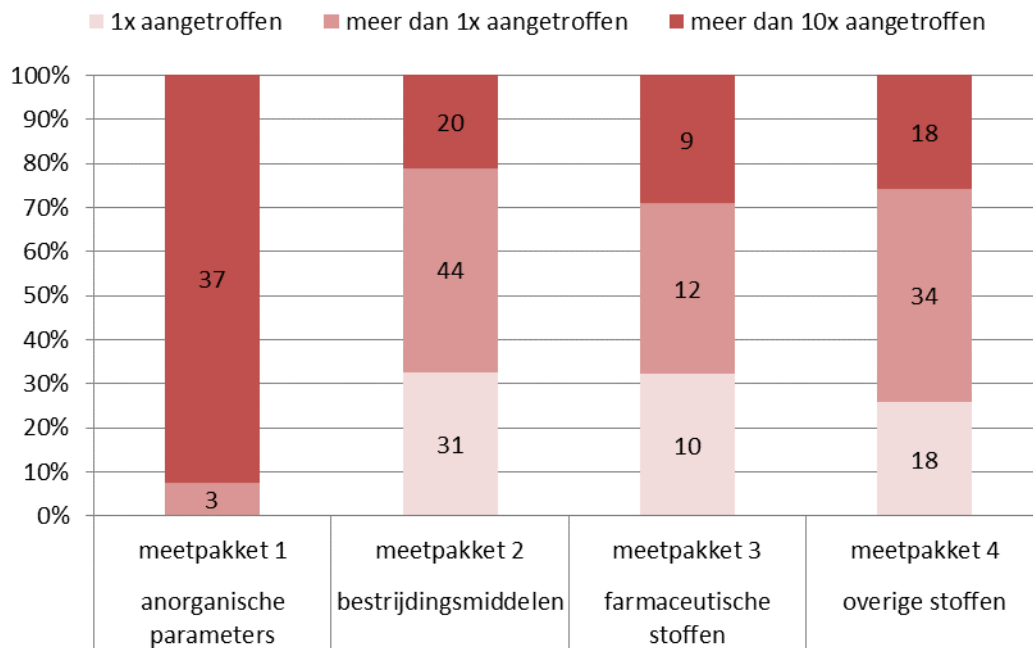
Binnen elk meetpakket 2, 3 en 4 wordt ongeveer éénderde van de geanalyseerde stoffen aangetroffen (Figuur 3-1) en ongeveer een kwart boven de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/l (49 bestrijdingsmiddelen) of de signaleringswaarde van 0,1 µg/l (25 farmaceutica en 31 overige verontreinigende stoffen). Wat betreft de bestrijdingsmiddelen dient opgemerkt te worden dat hierbij ook de niet-relevante metabolieten zijn meegenomen. Als de niet-relevante metabolieten buiten beschouwing worden gelaten, dan zijn niet 49 maar 45 bestrijdingsmiddelen boven de signaleringswaarde aangetroffen. Ze overschrijden namelijk alle vijf minimaal een keer de signaleringswaarde van 0,1 µg/l.



\*In meetpakket 1 hebben 7 stoffen een drempelwaarde

FIGUUR 3-1: AANTAL STOFFEN PER MEETPAKKET, HET AANTAL STOFFEN DAT IS AANGETROFFEN EN HET AANTAL DAT IS AANGETROFFEN BOVEN DE WATERKWALITEITSEIS OF SIGNALERINGSWAARDE, GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Van de stoffen die worden aangetroffen wordt ca. éénderde slechts één keer aangetroffen (Figuur 3-2). Hierbij dient voor de bestrijdingsmiddelen opgemerkt te worden dat alle vijf de niet-relevante metabolieten de norm op meer dan tien locaties overschrijden. Buiten deze metabolieten zijn er dus nog 15 andere bestrijdingsmiddelen die op meer dan 10 locaties zijn aangetroffen. Een overzicht van alle stoffen en het percentage waarnemingen boven de norm is te vinden in Bijlage IV.



FIGUUR 3-2: AANTAL STOFFEN DIE ÉÉN OF MEERDERE KEREN ZIJN AANGETROFFEN IN FILTERS IN DE MEETRONDE 2015-2016 OF 2018-2019.

### 3.2.2 Bestrijdingsmiddelen

In meer dan de helft (62%) van de filters zijn bestrijdingsmiddelen of metabolieten aangetroffen. In 34% van de filters overschreed de concentratie de signaleringswaarde van 0,1 µg/l (Figuur 3-3). Als de niet-relevante metabolieten buiten beschouwing worden gelaten, wordt in 19% van de filters de signaleringswaarde van 0,1 µg/l overschreden en worden er in 49% van de filters bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten aangetroffen.

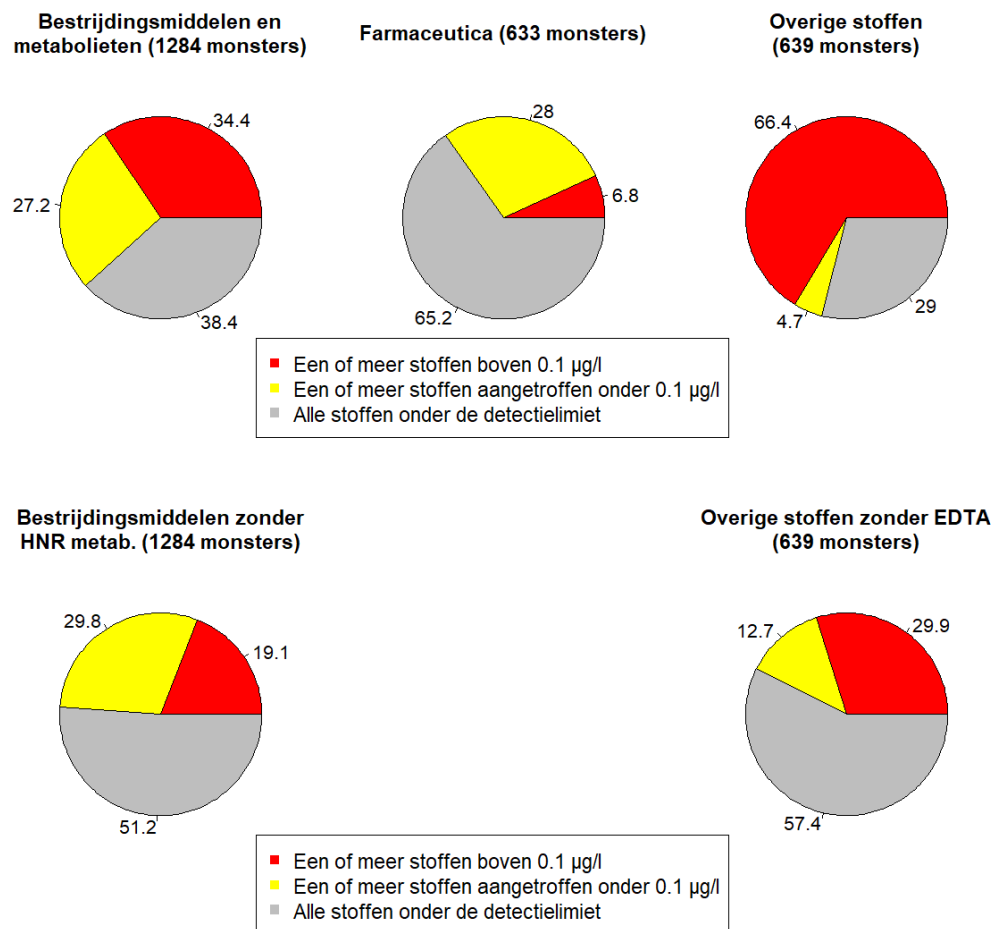
### 3.2.3 Farmaceutica

In relatief weinig filters zijn farmaceutica aangetroffen, namelijk in 35% van de filters. In 7% van de filters overschreed de concentratie van een of meerder farmaceutische stoffen de signaleringswaarde (Figuur 3-3). Hierbij dient opgemerkt te worden dat voor sommige farmaceutica de rapportagegrens hoger is dan de signaleringswaarde.

### 3.2.4 Overige verontreinigende stoffen

Ook overige verontreinigende stoffen zijn in ongeveer tweederde (71%) van de filters aangetroffen. In 66% van de filters wordt hierbij de waarde 0,1 µg/l overschreden (Figuur 3-3). Hierbij geldt dat vooral EDTA vaak is aangetroffen, namelijk in 60% van de filters. Als EDTA buiten beschouwing wordt gelaten, dan zijn in 43% van de filters overige verontreinigende stoffen waargenomen en is er in 30% van de filters een overschrijding van de waarde 0,1 µg/l.



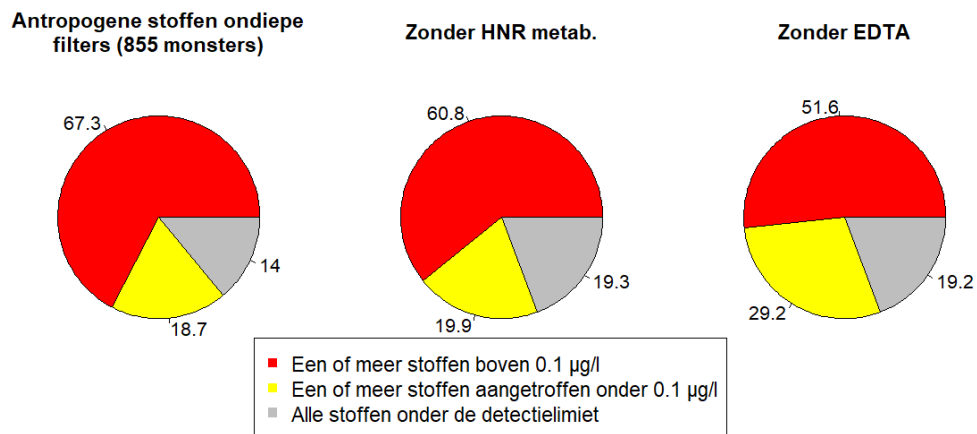


FIGUUR 3-3: AANTAL FILTERS WAAR BESTRIJDINGSMIDDELEN, FARMACEUTICA OF OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN (INCL EDTA) ZIJN AANGETROFFEN IN 2015-2016 OF 2018-2019. BESTRIJDINGSMIDDELEN EN METABOLIETEN ZIJN ZOWEL IN ONDIEPE ALS DIEPE FILTERS GEANALYSEERD, TERWIJL FARMACEUTICA EN OVERIGE STOFFEN, OP ENKELE UITZONDERINGEN NA, ALLEEN IN ONDIEPE FILTERS ZIJN GEANALYSEERD. DE ONDERSTE FIGUUR BEVAT DE STATISTIEKEN VAN BESTRIJDINGSMIDDELEN ZONDER DE NIET-RELEVANTE METABOLIETEN (HNR METAB.) EN OVERIGE STOFFEN ZONDER EDTA.

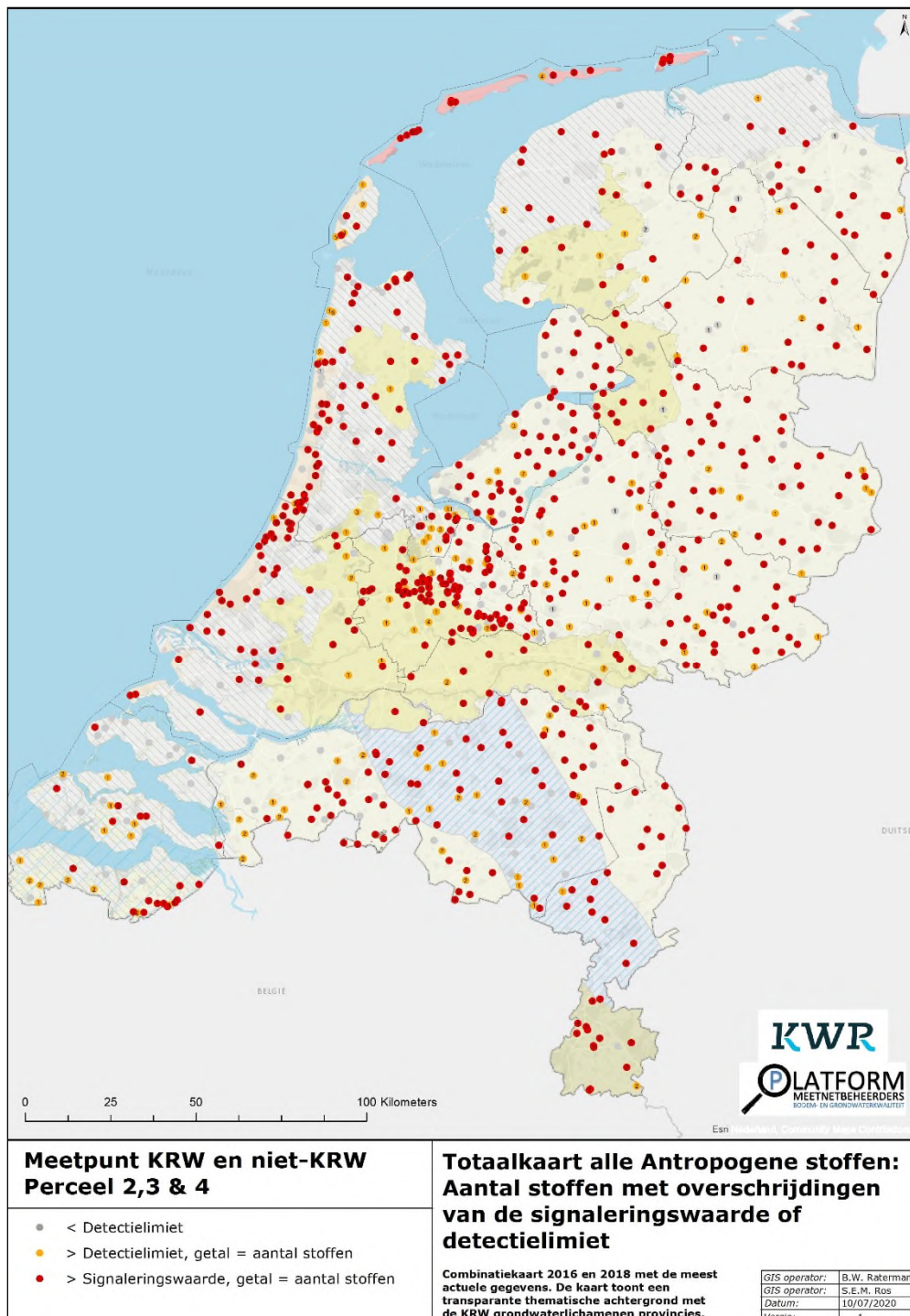
### 3.2.5 Antropogene stoffen

Antropogene stoffen zijn alle geanalyseerde bestrijdingsmiddelen en metabolieten, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen (percelen 2, 3 en 4). In 86% van de filters zijn antropogene stoffen aangetroffen, en in 67% van de filters boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l (Figuur 3-4). Hierin zijn ook de niet-relevante metabolieten meegenomen, terwijl die geen onderdeel zijn van de Grondwaterrichtlijn en de signaleringswaarde voor onttrokken grondwater voor drinkwaterproductie 1,0 µg/l bedraagt. Laten we de niet-relevante metabolieten buiten beschouwing, dan zijn antropogene stoffen in 81% van de filters aangetroffen, en in 61% van de filters hoger dan 0,1 µg/l (Figuur 3-4). Laten we EDTA, dat ook op grote schaal in grondwater wordt aangetroffen, buiten beschouwing, dan is in 81% van de filters minimaal een antropogene stof aangetroffen, en in 52% van de filters hoger dan 0,1 µg/l (Figuur 3-4).

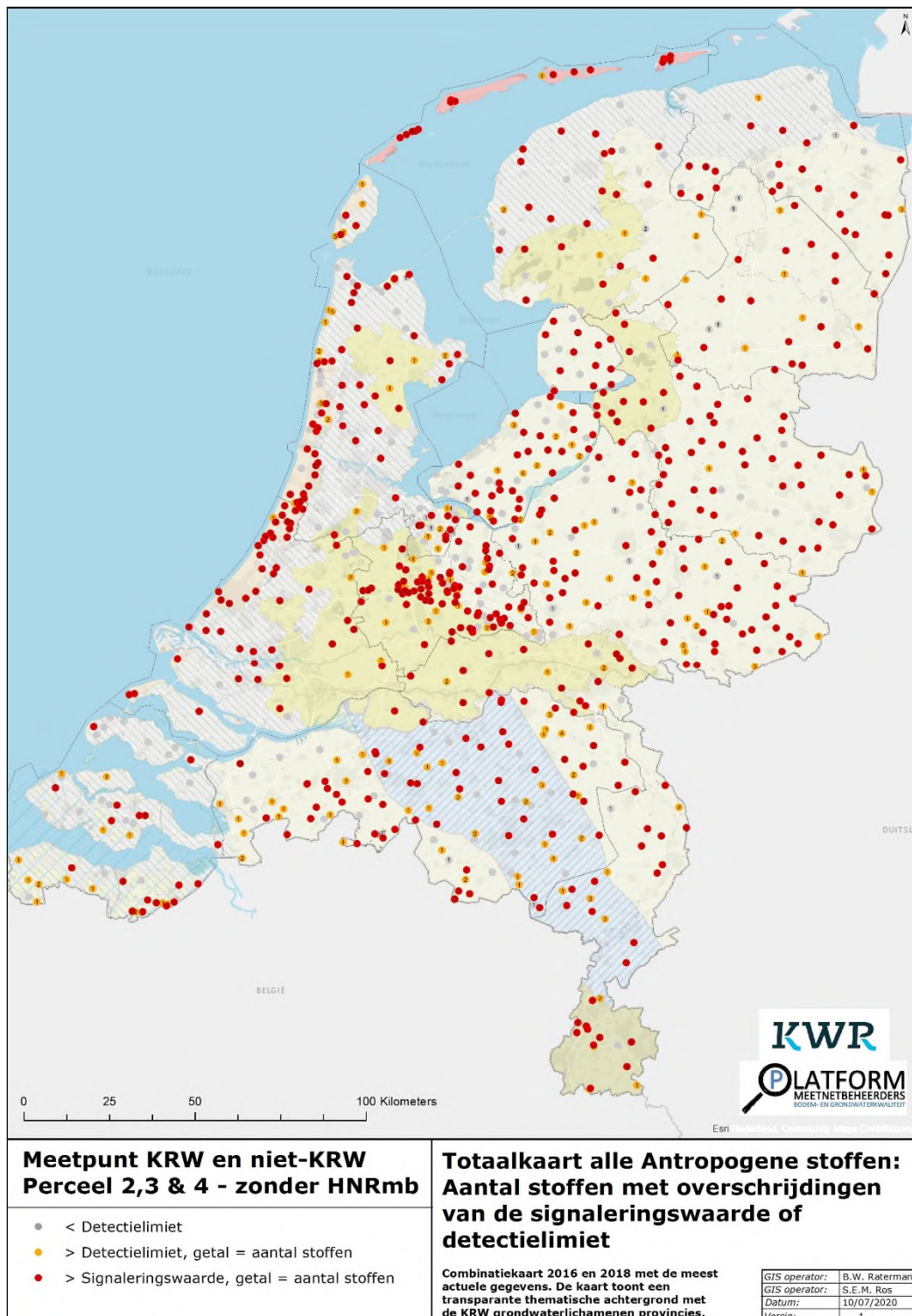
De diffuse aard van het voorkomen van antropogene stoffen in grondwater blijkt uit de geografische weergave van deze statistieken in Figuur 3-5. Op hoofdlijnen zijn alleen de grote natuurgebieden, zoals de Veluwe, de Brabantse Wal en stukken kustduinen, gevrijwaard van overschrijding van de signaleringswaarde voor antropogene stoffen. Locaties waar antropogene stoffen niet zijn aangetroffen liggen verspreid over het land, zonder een duidelijke ruimtelijke samenhang.



FIGUUR 3-4: AANTAL FILTERS WAAR ANTROPOGENE STOFFEN IN DE ONDIEPE FILTERS ZIJN AANGETROFFEN IN 2015-2016 OF 2018-2019. LINKS: ALLE ANTROPOGENE STOFFEN. MIDDEN: EXCLUSIEF NIET-RELEVANTE METABOLIETEN. RECHTS: EXCLUSIEF EDTA (OVERIGE VERONTREINIGENDE STOF).



FIGUUR 3-5: BIJSCHRIFT OP VOLGENDE PAGINA.



FIGUUR 3-5: TOTAALKAART VAN HET AANTAL ANTROPOGENE STOFFEN IN ONDIEPE FILERS DAT DE SIGNALERINGSWAARDE Overschrijdt GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019. (A) ALLE METABOLIETEN, (B) EXCLUSIEF DE NIET-RELEVANTE METABOLIETEN. MERK OP DAT IN DE LEGENDA "DETECTIELIMIET" STAAT VERMELD, MAAR DAT DIT "RAPPORTAGEGRENSEN" MOET ZIJN.

## 4 Anorganische parameters

### 4.1 Inleiding

De categorie anorganische stoffen omvat de zogenaamde macroparameters (ordegrootte mg/l) en spore-elementen (ordegrootte µg/l), waaronder de KRW-drempelwaardestoffen en nitraat met een algemeen geldende norm voor grondwater in de Grondwaterrichtlijn. De overige anorganische stoffen hebben geen grondwaterkwaliteitseis. Deze KRW/BKMW drempelwaarden verhouden zich niet één op één met de drinkwaterkwaliteitseisen.

### 4.2 Drempelwaardestoffen en nitraat

Nitraat heeft een kwaliteitseis van 50 mg NO<sub>3</sub>/l (=11,29 mg NO<sub>3</sub>-N/l) die als norm is vastgelegd in de Grondwaterrichtlijn en in de Nitraatrichtlijn. Voor 6 anorganische parameters met (KRW) drempelwaarde zijn nationaal vastgestelde milieukwaliteitsnormen vastgesteld. Dat zijn chloride, fosfaat, arseen, nikkel, cadmium en lood. Voor chloride, fosfaat en arseen verschillen de drempelwaarden per grondwaterlichaam (zie Bijlage II).

#### IN TABEL 4-1 (ALLE MEETFILTERS PER PROVINCIE) EN

Tabel 4-2 (alle meetfilters per grondwaterlichaam) is het aantal overschrijdingen van de drempelwaarden weergegeven. In Bijlage V zijn ook kaarten opgenomen waarin de ruimtelijke spreiding goed is te zien. In de volgende secties worden de resultaten besproken. In de volgende paragrafen worden de resultaten voor de drempelwaardestoffen afzonderlijk beschreven.

TABEL 4-1: PERCENTAGE DREMPELWAARDE-OVERSCHRIJDINGEN VAN ALLE FILTERS (ZIE PARAGRAAF 2.2.2) PER STOF EN PER PROVINCIE OP BASIS VAN DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

	Drempel- waarde-> Aantal filters	Cl <sup>1)</sup> 160 mg/l	Ptot <sup>1)</sup> 2 of 6,9 mg/l P	As <sup>1)</sup> 13,2 of 18,7 µg/l	Ni 20 µg/l	Cd 0,35 µg/l	Pb 7,4 µg/l	NO <sub>3</sub> -N 11,29 mg/l N
<b>Provincie</b>								
DRENTHE	50	4	0	6	14	18	0	20
FLEVOLAND	117	41	6,8	13,7	0	0	0,9	0
FRIESLAND	124	11,3	1,6	0,8	0	0	0	0
GELDERLAND	165	4,8	0,6	3,6	0,6	3,6	0	19,4
GRONINGEN	105	10,5	5,7	6,7	2,9	1	1	2,9
LIMBURG	126	2,4	0	2,4	15,1	14,3	0	19
NOORD BRABANT	228	3,9	0	7,5	11,8	10,5	0,9	7
NOORD HOLLAND	173	4,6	6,4	1,7	1,7	1,2	0	1,2
OVERIJSSSEL	125	4,8	0	8	1,6	1,6	0	3,2
UTRECHT	150	6	2,7	6,7	1,3	4	1,3	4,7
ZEELAND	94	7,4	7,4	9,6	0	1,1	0	0
ZUID HOLLAND	116	12,1	23,3	6,9	0	0	0	0,9
<b>n totaal</b>	<b>1573</b>	<b>139</b>	<b>66</b>	<b>93</b>	<b>64</b>	<b>69</b>	<b>6</b>	<b>99</b>
<b>% totaal</b>		<b>8,8%</b>	<b>4,2%</b>	<b>5,9%</b>	<b>4,1%</b>	<b>4,4%</b>	<b>0,4%</b>	<b>6,3%</b>

1) Drempelwaarde verschilt per grondwaterlichaam.



TABEL 4-2: PERCENTAGE DREMPELWAARDE-OVERSCHRIJDINGEN VAN ALLE FILTERS PER STOF EN PER GRONDWATERLICHAAM, GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Grondwater- lichaam	Naam Grondwater- lichaam	n	% n>drempelwaarde						
			Cl	Ptot	As	Ni	Cd	Pb	NO <sub>3</sub>
NLGW0001	Zand Eems	64	15,6	3,1	7,8	6,2	6,2	0	6,2
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	53	3,8	0	1,9	1,9	3,8	1,9	5,7
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	149	0,7	0	10,1	4	5,4	0	15,4
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	218	25,2	4,1	9,2	1,4	2,8	0,5	7,8
NLGW0005	Zand Rijn-West	57	3,5	0	1,8	1,8	7	3,5	17,5
NLGW0006	Zand Maas	287	3,8	0	7	16	14,6	0,7	11,5
NLGW0007	Zout Rijn-Noord <sup>1,2,3</sup>	39	0	7,7	2,6	0	0	0	0
NLGW0008	Zout Eems <sup>1,2,3</sup>	7	0	28,6	0	0	0	0	0
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	28	10,7	0	0	0	0	0	0
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	20	25	0	0	0	0	0	0
NLGW0011	Zout Rijn-West <sup>1,2,3</sup>	58	0	6,9	6,9	0	0	0	0
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	122	10,7	12,3	8,2	0	0	0	0,8
NLGW0013	Zout Maas <sup>1</sup>	2	0	0	50	0	0	0	0
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	38	21,1	2,6	2,6	0	0	0	0
NLGW0016	Duin Rijn-West	87	12,6	23	5,7	1,1	1,1	0	1,1
NLGW0017	Duin Maas	4	0	0	0	0	0	0	0
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	29	0	0	0	0	0	0	24,1
NLGWSC000	Zoet gw in duingebieden	7	0	0	14,3	0	0	0	0
NLGWSC0002	Zoet gw in dekzand	17	0	0	0	0	0	0	0
NLGWSC0003	Zoet grondwater in kreekgebieden	25	28	20	16	0	4	0	0
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen <sup>1,2,3</sup>	30	0	6,7	10	0	0	0	0
NLGWSC0005	gw in diepe zandlagen	7	0	0	14,3	0	0	0	0
	<b>n totaal</b>	<b>1573</b>	<b>139</b>	<b>66</b>	<b>93</b>	<b>64</b>	<b>69</b>	<b>6</b>	<b>99</b>
	<b>% totaal</b>		<b>8,8%</b>	<b>4,2%</b>	<b>5,9%</b>	<b>4,1%</b>	<b>4,4%</b>	<b>0,4%</b>	<b>6,3%</b>

<sup>1</sup> Geen drempelwaarde voor chloride voor dit grondwaterlichaam

<sup>2</sup> Drempelwaarde As = 18,7 µg/l voor dit grondwaterlichaam, voor de overige GWL is dat 13,2 µg/l

<sup>3</sup> Drempelwaarde Ptot = 6,9 mg/l voor dit grondwaterlichaam, voor de overige GWL is dat 2 mg/l

#### 4.2.1 Chloride (Cl)

Chloride overschrijdt in gemiddeld 9,4% van alle metingen de drempelwaarde van 160 mg/l. De gemeten concentraties variëren van 1,9 tot 2000 mg/l. De gemiddelde gemeten concentratie is 481 mg/l, de mediaan ligt hierbij op 41 mg/l. Gemiddeld is de concentratie in ondiepe filters 156 mg/l lager dan in diepe filters bij dezelfde meetlocaties. Dit verschil is statistisch significant als we dit testen met een gepaarde t-test tussen de geselecteerde diepe en ondiepe filters van meetlocaties (p-waarde 0,02). Het verschil tussen gemiddelde en mediaan geeft wel aan dat in het grondwater de spreiding enorm groot is met grote uitschieters naar boven. In de kustprovincies zijn de concentraties chloride in de diepere filters hoger als gevolg van mariene invloed (Bijlage V).

Als alle filters worden beschouwd, dan valt op dat vooral in de provincie Flevoland de drempelwaarde voor chloride in het merendeel van de filters wordt overschreden, terwijl het grondwaterlichaam in Flevoland als zoet wordt bestempeld. Ook hier is het zout afkomstig uit de tijd dat er nog mariene invloed was in dit gebied. Deze overschrijdingen zijn dus van natuurlijke oorsprong. Het diepere grondwater in Flevoland is overwegend zoet dankzij toestroming van zoet grondwater vanuit de Veluwe.

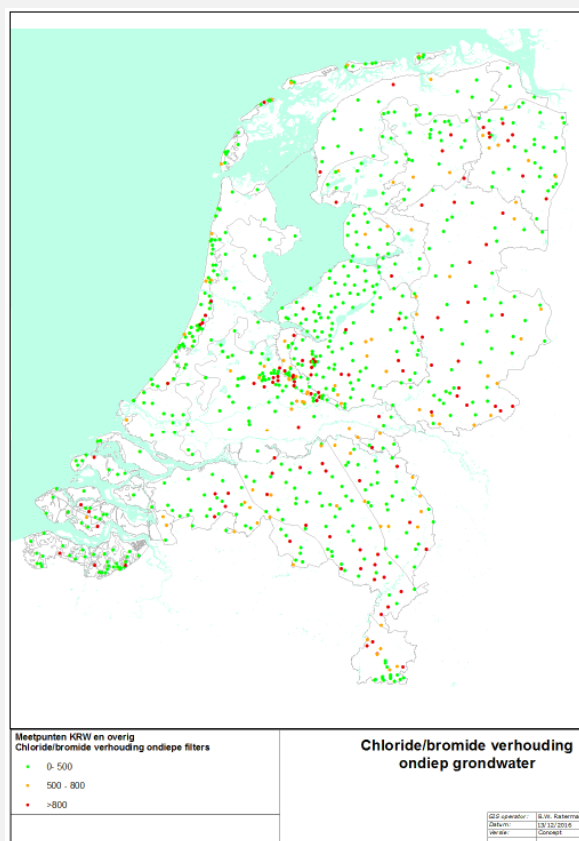
Er zijn diverse zoete grondwaterlichamen met hoge overschrijdingspercentages voor chloride, zoals Zand Rijn-Midden, Zand Eems, Wadden Rijn-Noord, Duin Rijn-West en Zoet grondwater in kreekgebieden. In al deze grondwaterlichamen is sprake van natuurlijk verhoogde zoutconcentraties. Voor de filters buiten Flevoland liggen de overschrijdingen van de drempelwaarden zoals verwacht vooral in de kustprovincies, met uitzondering van de duinen. Het betreft hier vooral fossiel zoutwater uit de tijd dat deze gronden door zeewater werden beïnvloed (vooral tijdens de Holocene transgressie). Het is de vraag of de grenzen van de zoete grondwaterlichamen wel juist zijn getrokken.

In het binnenland wordt op een aantal locaties de 160 mg/l norm licht overschreden. Vaak liggen deze punten in stedelijk gebied of direct langs een snelweg. Vermoedelijk vormt strooizout hier de bron van de verhoogde zoutconcentratie. De Cl/Br verhouding (op mg/l basis) ligt op deze locaties immers ruim boven 300 (zie Box 1), het niveau dat normaal wordt geacht voor natuurlijk Nederlands grondwater met zouten van louter van mariene herkomst (via hetzij de atmosfeer hetzij bijmenging van zeewater).



### Box 1: chloride/bromide verhouding als indicator voor verstoord grondwater

De chloride/bromide (Cl/Br) verhouding in water vormt een goede tracer voor bepaling van de herkomst van het water en/of erin opgeloste zout (Stuyfzand & Stuurman 1996; Stuyfzand 2007). Dat komt omdat chloride en bromide zich vrijwel conservatief gedragen tijdens bodempassage, zodat significante verschillen vóór de bodempassage doorgaans behouden blijven. De hoge Cl/Br-verhouding van Rijnwater (ca 650 tegenover 290 in oceaanwater en in natuurlijk zoet tot zout regen- en grondwater in Nederland) wordt veroorzaakt door het lage bromide gehalte van steenzoutafval uit de zoutmijnen in de Elzas, dat op de zijrivier de Moezel geloosd wordt. Ook een hoge bijdrage van rioolwater leidt tot een hogere Cl/Br-verhouding (in de Maas ca 500), en strooizout op wegen tot nog hogere waarden (500-1000). Relatief lage Cl/Br-verhoudingen (50-100) zijn waargenomen in boezemwater in Delfland (jaren 70-80) dat inputs ontving van methylbromide dat destijds in kassen in Delfland werd toegepast. Lage Cl/Br-verhoudingen (100-200) zijn ook waargenomen in oevergrondwater uit het Hollandsch Diep in verband met extreme oxidatie van vers organisch materiaal, dat altijd enig bromide bevat.



In bovenstaande figuur is de chloride/bromide verhouding (op mg/l-basis) in het ondiepe grondwater weergegeven op basis van de monitoring 2015-2016. De groene stippen (Cl/Br <500) indiceren grondwater dat niet of weinig beïnvloed is door lozing van keuken-, mijn- of strooizout. De oranje (Cl/Br = 500-800) en rode stippen (Cl/Br >800) geven locaties aan waar het ondiepe grondwater mogelijk wel beïnvloed is door genoemde zoutbronnen (zoals voorkomend in infiltrerend oppervlaktewater en runoff van wegen). Uit deze figuur blijkt dat het ondiepe grondwater in de lage delen van Nederland en in de kustduingordel minder beïnvloed is door genoemde zoutbronnen dan elders. Omdat op de hogere zandgronden de infiltratie van extern oppervlaktewater en beïnvloeding door andere zoutbronnen sterk lokaal is, liggen de oranje en rode stippen vrij willekeurig tussen de groene stippen.

#### 4.2.2 Fosfaat (P<sub>tot</sub>)

##### Achtergrond

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

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

##### Resultaten

De gemeten P-concentraties variëren van 0,05 tot 22 mg/l. De gemiddelde gemeten concentratie is 0,8 mg/l, de mediaan ligt hierbij op 0,24 mg/l. Gemiddeld is de concentratie in ondiepe filters 0,1 mg/l hoger dan in diepe filters bij dezelfde meetlocaties. Het verschil in concentraties tussen diep en ondiep grondwater is echter niet statistisch significant.

Fosfaat overschrijdt in gemiddeld 4,5% van de metingen de drempelwaarde van 2 of 6,9 mg P/l, afhankelijk van het grondwaterlichaam. De hoogste concentraties zijn aangetroffen in het laagveen en zeekleigebied in het westen en noorden van Nederland (Bijlage V). Dit fosfaat kent verschillende potentiële bronnen: mineralisatie van ondiepe platen Hollandveen, RWZI-lozingen, of de bollenteelt. Zoals hierboven beschreven hangt een deel van de overschrijdingen samen met de ontginning van veengronden, maar speelt ook het landgebruik een rol.

Op de hoge zandgronden voldoen de fosfaatconcentraties aan de drempelwaarden. Wel zijn incidenteel verhoogde concentraties fosfaat gemeten die waarschijnlijk samenhangen met (over)bemesting. Het beperkte aantal overschrijdingen wil niet zeggen dat fosfaat geen probleem vormt. Indien de fosfaatconcentraties in het grondwater (2 of 6,9 mg P/l) worden afgezet tegen de normen voor oppervlaktewater (afhankelijk van het type water variërend van 0,08 tot 0,22 mg P/l), dan kan uittredend grondwater, ook met niveaus binnen de grondwaternorm een ernstige bron van eutrofiëring zijn. Een betere afstemming tussen de waterkwaliteitseis voor fosfaat in grondwater en het ontvangende oppervlaktewater is gewenst. Daarbij dient echter ook rekening te worden gehouden met de daadwerkelijke fluxen naar het oppervlaktewater en de vastlegging van fosfaat door veranderende condities.

### 4.2.3 Arseen (As)

Arseen overschrijdt in gemiddeld 6,1% van de filters de drempelwaarde voor het betreffende grondwaterlichaam (13,2 of 18,7 µg/l). De gemeten concentraties variëren van <0,1 tot 140 µg/l. De gemiddelde gemeten concentratie is 8,9 µg/l, de mediaan ligt hierbij op 3,3 µg/l. Gemiddeld is de concentratie in ondiepe filters 1,1 µg/l hoger dan in diepe filters bij dezelfde meetlocaties. Het verschil in de concentraties tussen diep en ondiep grondwater is echter niet statistisch significant.

In zowel de ondiepe als de diepe filters worden overschrijdingen door heel Nederland gemeten, opvallend vaak langs de grote rivieren en in de duinen (zie ook de bollenkaarten arseen, Bijlage V). Hogere arseen concentraties vallen vooral op in Flevoland, Zeeuws-Vlaanderen, Noordoost-Groningen en in de stedelijke gebieden van Utrecht en Amersfoort. Arseen is voornamelijk afkomstig van hetzij de oxidatie van arseenhoudende sulfides (met name pyriet), hetzij de reductieve oplossing van arseenhoudende ijzer(hydr)oxides (HFO). Pyrietoxidatie wordt sterk gestimuleerd door de uitspoeling van nitraat naar het anoxische grondwater, terwijl de reductieve oplossing van HFO vooral geschiedt waar veel organische stof in watergangen, meren of plassen accumuleert, of waar de grondwaterstand drastisch omhoog komt of inundatie plaatsvindt (Stuyfzand et al. 2008a). Het aanwezige arseen in de ondergrond is van natuurlijke oorsprong maar komt onder natuurlijke omstandigheden nauwelijks vrij. Door uitspoeling van nitraat of door menselijk ingrijpen in de hydrologie wordt dit van nature aanwezige arseen gemobiliseerd en komt dit arseen vrij in het grondwater.

Naast de dominante natuurlijke arseenbronnen, zijn er ook enkele van antropogene aard, zoals arseenhoudende houtverduurzamingsmiddelen, lijm, verf en pesticiden.

### 4.2.4 Nitraat (NO<sub>3</sub>)

Nitraat overschrijdt in gemiddeld 6,5% van de filters de EU norm van 50 mg/l NO<sub>3</sub> (=11,3 mg NO<sub>3</sub>-N), vooral in Overijssel, Drenthe, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg. De gemeten concentraties variëren van <0,1 tot 290 mg NO<sub>3</sub>-N/l. Deze laatste waarde is extreem hoog en betreft een locatie nabij Baexem (Limburg) met zuur grondwater (pH 3,9), dat naast nitraat, hoge concentraties sulfaat en andere zware metalen bevat.

De gemiddeld gemeten concentratie is 9,1 mg N/l, de mediaan ligt hierbij op 4,0 mg/l. Gemiddeld is de concentratie in ondiepe filters 1,9 mg N/l hoger dan in diepe filters bij dezelfde meetlocaties. Dit verschil is statistisch significant als we dit testen met een gepaarde t-test tussen de geselecteerde diepe en ondiepe filters van meetlocaties (p-waarde < 0,01).

Nitraat is een stof die vooral uitspoelt na (over)bemesting en in mindere mate afkomstig is van huishoudens (RWZI's). Hoge ammonium concentraties uit beide bronnen worden in een aerob milieu doorgaans geheel omgezet in nitraat (een lage pH of temperatuur kunnen beperkend werken). Een andere bron van nitraat is de atmosferische depositie van NH<sub>3</sub> en NO<sub>x</sub>, die in Nederland nog steeds sterk verhoogd is. De depositie bestaat uit gassen (NH<sub>3</sub>, NO en NO<sub>2</sub>) en opgelost ammonium en nitraat. De gassen en ammonium worden vervolgens tijdens bodempassage grotendeels omgezet in nitraat. In bijzondere gevallen kunnen algen en bepaalde gewassen (zoals duindoorns) stikstof uit de lucht fixeren en zo extra nitraat introduceren. Nitraat is zeer mobiel zolang er geen reducerende omstandigheden heersen. Indien de bodem geheel uit zand bestaat en het grondwater (sub)oxisch blijft, dan wordt het nitraat niet of langzaam afgebroken en kan het tot diep in het grondwater uitspoelen. Indien er wel reactief organisch materiaal of pyriet in de bodem zit, dan wordt nitraat zeer snel gedenitrificeerd (omgezet in stikstofgas) en verdwijnt het zo uit het grondwater, dat dan zeer lage concentraties nitraat (<0,5 mg NO<sub>3</sub>-N/l) vertoont.

Onder landbouwbedrijven dalen nitraatconcentraties in het grondwater, na sterke daling tussen 2000 en 2010 (Fraters 2016), de laatste jaren slechts langzaam. De nitraatconcentraties bij landbouwbedrijven voldoen gemiddeld volgens Fraters (2016) nog steeds niet aan de nitraatrichtlijn en voldoen dus niet aan de norm.

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

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

#### 4.2.5 Nikkel (Ni)

Nikkel is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere  $\text{pH}$  ( $< 6$ ), bij hogere sulfaatconcentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep anoxisch milieu als nikkelsulfide neer. Nikkel overschrijdt in gemiddeld 4,1% van de metingen de drempelwaarde van  $20\text{ }\mu\text{g/l}$ , met name in Drenthe, Overijssel, Noord-Brabant en Limburg. De gemeten concentraties variëren van 1 tot  $560\text{ }\mu\text{g/l}$ . De gemiddelde gemeten concentratie is  $14,8\text{ }\mu\text{g/l}$ , de mediaan ligt hierbij op  $3,5\text{ }\mu\text{g/l}$ . Gemiddeld is de concentratie in ondiepe filters  $3,9\text{ mg Ni/l}$  hoger dan in diepe filters bij dezelfde meetlocaties. Dit verschil is statistisch significant als we dit testen met een gepaarde t-test tussen de diepe en ondiepe filters van meetlocaties ( $p$ -waarde  $< 0,01$ ). Bronnen van nikkel in het milieu zijn niet altijd duidelijk; in het buitengebied betreft het waarschijnlijk een combinatie van grootschalige diffuse verontreiniging uit metaalverwerkende industrie, verzuring van de bodem (Ni zit o.a. in magnesiumsilicaten) en oxidatie van nikkelhoudende mineralen (vooral pyriet, mogelijk ook glauconiet). Het voorkomen van die nikkelhoudende mineralen kan erg sterk van locatie tot locatie verschillen. In stedelijk gebied vormen o.a. afvallagen, gegalvaniseerde leidingen, vangrails en lantaarnpalen een mogelijke bron.

De meeste overschrijdingen voor nikkel komen voor in Drenthe, Overijssel, Noord-Brabant en Midden Limburg, tot een concentratie van maximaal  $560\text{ }\mu\text{g/l}$ . Van deze gebieden is bekend dat hier veel nikkelhoudende mineralen voorkomen en dat die door de hoge nitraatlast in sterke mate kunnen oxideren.

Het voorkomen van nikkel in ondiep grondwater heeft een significante relatie met agrarisch landgebruik op de wat zuurdere gronden. De verklaring bestaat uit de omvangrijkere oxidatie van o.a. pyriet door de hoge nitraatbelasting en de verhoogde mobiliteit van nikkel bij lage  $\text{pH}$  ( $< 6$ ).

#### 4.2.6 Cadmium (Cd)

Cadmium is mobieler in een (sub)oxisch milieu, bij lagere pH-waarden (<6), bij hogere chloride, sulfaat en DOC-concentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep anoxisch milieu als cadmiumsulfide neer. Cadmium overschrijdt in gemiddeld 4,4% van de filters de drempelwaarde van 0,35 µg/l, net als nikkel met name in Drenthe, Overijssel, Noord-Brabant en Limburg. De gemeten concentraties variëren van 0,1 tot 23 µg/l. De gemiddelde gemeten concentratie is 0,9 µg/l, de mediaan ligt hierbij op 0,33 µg/l. De concentraties in ondiep grondwater zijn gemiddeld 0,16 mg/l hoger dan in diep grondwater bij dezelfde meetlocaties. Dit verschil is statistisch significant als we dit testen met een gepaarde t-test tussen de diepe en ondiepe filters van meetlocaties (p-waarde < 0,01). Cadmium komt in Nederlands grondwater van nature nauwelijks voor, verhoogde waarden zijn bijna altijd het gevolg van antropogene invloed zoals de (voormalige) zinkindustrie in de Kempen. De kaartbeelden laten dit duidelijk zien. De hoogste waarde van 23 µg/l wordt gemeten net ten zuiden van Budel, nabij het bekende voormalige Budelco-terrein. De zinkconcentratie op deze ernstig verontreinigde locatie is ook extreem hoog (12.000 µg/l). Cadmium en zink worden in de literatuur gekoppeld aan emissies van de (voormalige) zinkindustrie (Spijker et al., 2010).

Het patroon van cadmiumoverschrijdingen volgt globaal hetzelfde patroon als dat van nikkel. Het voorkomen van cadmium in ondiep grondwater in zandgronden kan met een multivariate analyse significant (p<0,05) gekoppeld worden aan agrarisch landgebruik (Sjerps e.a., 2017). Hierbij doemt de vraag op in hoeverre cadmium net als nikkel, maar dan in mindere mate, vrijkomt bij pyrietoxidatie (dat pyriet enig cadmium bevat is bekend; Houben et al. 2017), en in hoeverre cadmium bijvoorbeeld een bestanddeel van meststoffen vormt.

#### 4.2.7 Lood (Pb)

Lood is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH (<6), bij hogere Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, en DOC-concentraties (dankzij complexering) en slaat in diep anoxisch milieu als loodsulfide neer. Lood overschrijdt in gemiddeld minder dan 1% van de filters de drempelwaarde van 7,4 µg/l. De gemeten concentraties variëren van 1 tot 20 µg/l. De gemiddelde gemeten concentratie is 3,7 µg/l, de mediaan ligt hierbij op 2,2 µg/l. De concentraties in ondiep grondwater zijn gemiddeld 0,15 µg/l hoger dan in diep grondwater bij dezelfde meetlocaties. Dit verschil is statistisch significant als we dit testen met een gepaarde t-test tussen de diepe en ondiepe filters van meetlocaties (p-waarde < 0,01).

Lood komt van nature in Nederlands grondwater nauwelijks voor en is een indicatie van antropogene invloed vanuit PVC (oplossen) doorgaans alleen tijdens eerste jaar), landbouw, runoff van wegen (vooral toen gelode benzine werd gebruikt) en industriële emissies. Verhoogde loodconcentraties tot boven de waterkwaliteitseis komen incidenteel en verspreid over Nederland voor, namelijk in Noord-Brabant, Utrecht, Noord-Holland, Flevoland en Groningen.

### 4.3 Overige anorganische parameters

De overige algemene parameters zijn de macroparameters en spore-elementen zonder waterkwaliteitseis. Van deze 49 parameters zijn er 40 gemeten boven de rapportagegrens (Figuur 3-1). Zilver (Ag), beryllium (Be), molybdeen (Mo), antimoon (Sb), selenium (Se), tin (Sn), tellurium (Te), thorium (Th), thallium (Tl), uranium (U), wolfram (W) en zirconium (Zr) zijn niet of hoogstens bij één meting aangetroffen boven de rapportagegrens (Tabel 4-5). Toch kunnen iets verhoogde concentraties wel degelijk in Nederland voorkomen, met name van Be, Mo en U (Stuyfzand 2013, Stuyfzand et al. 2008b). De in deze monitoring gebruikte rapportagegrens voor deze stoffen (50 µg/L) is echter te hoog om dit aan te kunnen tonen.

In Tabel 4-3 is het percentage boven de rapportagegrens en de percentielverdeling van de diverse metalen en elementen van de overige anorganische parameters weergegeven. Voor diverse (zware) metalen of spore-elementen geldt dat de hoogste waarden zo hoog zijn, omdat er sprake is van antropogene invloed. Kalium, ijzer, mangaan en natrium komen wel van nature in de vermelde hoge concentraties voor.

TABEL 4-3: GEVONDEN SPREIDING IN ENKELE HOOFD- EN SPORE-ELEMENTEN BEHORENDE TOT DE OVERIGE STOFFEN GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

	%boven rapportage- grens	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100
Al (µg/l)	28,4	0	0	0	0	89,6	368	15000
B (µg/l)	68,9	0	0	0	37	410	978	6000
Br (mg/l)	63	0	0	0	0,2	2,5	7,4	62
Co (µg/l)	1,2	0	0	0	0	0	0	280
Cr (µg/l)	59,2	0	0	0	0,6	2,8	4	41
Cu (µg/l)	16,8	0	0	0	0	1,4	4	3500
Fe (µg/l)	86,5	0	0	62	4000	23000	34000	150000
Hg (µg/l)	2,8	0	0	0	0	0	0	0,1
K (mg/l)	98,9	0	1,1	1,5	3,9	33	51	310
Li (µg/l)	3,8	0	0	0	0	0	0	430
Mn (µg/l)	95,1	0	23	83,4	300	1200	1800	9500
Na (mg/l)	100	2,1	9,1	13	26	460	1340	9700
Rb (µg/l)	0,7	0	0	0	0	0	0	150
Sr (µg/l)	100	3	62	100	280	1000	1700	16000
Ti (µg/l)	0,4	0	0	0	0	0	0	140
V (µg/l)	16,4	0	0	0	0	3,6	7	120
Zn (µg/l)	29,1	0	0	0	0	28	69,4	12000

Over de in Tabel 4-3 genoemde elementen valt veel op te merken, maar dat valt buiten het kader van dit rapport. Wat de spore-elementen betreft, wordt verwezen naar Stuyfzand 2013, Stuyfzand et al. 2008b, Van Beek and Stuyfzand 1991. Elementen die ook van nature in verhoogde concentraties in grondwater voorkomen zijn vooral de volgende groepen:

1. Al, Co, Ti, V en Zn, bij verzuring van grondwater (pH<5,5). Aluminium lost vooral op bij verwerking van aluminiumhydroxiden en aluminiumsilicaten en titanium kan oplossen uit diverse titaniummineralen. Co en Zn zijn dikwijls in verband te brengen met pyrietoxidatie. Zn in Brabant vertoont natuurlijk ook een relatie met de metaalindustrie in de Kempen (incl. zinkassen);
2. B, Br, Li, Rb, in geval van bijmenging met geïnfiltreerd zeewater;
3. Fe, Mn, in geval van anoxische, en soms ook licht zure omstandigheden, waarbij Fe tot zeer hoge waarden met name in methanogeen milieu of zeer zuur voor kan komen;
4. Sr, wanneer er veel kalk oplost (Ca hoog).

De overige elementen (Cr, Cu, Hg), maar ook B, V en Zn kennen een belangrijke antropogene input. Verhoogde concentratieniveaus worden ook teruggevonden in Rijnsoeverfiltraat, vooral ten aanzien van B, Li, Mn en Mo (Stuyfzand 2013, Van Beek and Stuyfzand 1991).

Enkele spore-elementen vertonen aanzienlijk hogere maximale concentraties (>2x) dan genoemd door Stuyfzand (1992). Het betreft koper, kwik, lithium, rubidium, titaan, vanadium en zink. Dit komt mogelijk door enkele bijzondere uitschieters in deze populatie, waaronder monsters nabij de voormalige Budelco-locatie in Budel-Dorplein.

#### 4.3.1 Koper (Cu)

Koper is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH (<6), bij hogere DOC-concentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep anoxisch milieu als sulfide neer.

Koper kent geen drempelwaarde. De gemeten concentraties variëren van < 0,05 tot 3500 µg/l. Koper komt voornamelijk via atmosferische depositie en mestuitspoeling in het grondwater, lokaal kan beïnvloeding optreden via afgifte van afval en leidingen in stedelijk gebied, huishoudelijke lozingen of RWZI effluent. Verhoogde koperconcentraties komen vooral in ondiep grondwater voor. Omdat de concentraties in 1-5% van de filters ruim boven de kopernorm voor oppervlaktewater ligt (zijnde 2,4 µg/l JG-MKN) en de hoogste waarde de oppervlaktewaternorm een factor 1000 overschrijdt, zou in relatie tot oppervlaktewater een drempelwaarde voor koper zinvol zijn.

#### 4.3.2 Zink (Zn)

Zink kent geen drempelwaarde. De gemeten concentraties variëren van <5 tot 12.000 µg/l. Zink komt via industriële emissies, uitstoot van verkeer en via mestuitspoeling in het grondwater. In Brabant en Limburg zijn in het verleden ook zinkassen (winning van non-ferro metalen) toegepast. Lokaal kan beïnvloeding optreden via huishoudelijke lozingen of RWZI-effluent. Verhoogde zinkconcentraties komen nagenoeg uitsluitend in het ondiepe grondwater voor en zijn doorgaans geassocieerd met een lage pH, gebrek aan diep anoxische (sulfaatreducerende of methanogene) omstandigheden en lage SiO<sub>2</sub>-concentraties.

Lokaal komt zink tot in milligrammen per liter voor, deze zeer hoge waarden zijn ecologisch zeer relevant in verband met toxiciteit. De hoogste waarde wordt opnieuw gemeten nabij Budelco (zinkverwerkende industrie) te Budel-Dorplein.

Omdat in meer dan 5% van de filters de zink concentratie de oppervlaktewaternorm (zijnde 7,8 µg/l JG-MKN) meer dan vier maal overschrijdt en bij de hoogste waarde een factor 1000 maal, zou in relatie tot oppervlaktewater een drempelwaarde voor zink zinvol zijn.

#### 4.3.3 Kwik (Hg)

Kwik is voornamelijk afkomstig uit industriële bronnen (o.a. biomassacentrales) en komt diffuus via atmosferische depositie en via puntbronnen in het milieu. Kwik is vermoedelijk mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH (<6), bij hogere Cl-concentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep anoxisch milieu als sulfide neer. Kwik heeft geen drempelwaarde.

De gemeten concentraties variëren van 0,03 tot 0,13 µg/l. Kwik komt zelden boven de rapportagegrens, enkel op verspreid gelegen locaties. Alleen in de kustzone en Noord-Brabant zijn incidenteel verhoogde concentraties waargenomen. Hiervoor is nog geen verklaring gevonden.

### 4.4 Gezondheidskundige risico's

Voor alle drempelwaardestoffen, behalve fosfaat, is een drinkwaternorm opgenomen in het Drinkwaterbesluit (zie Tabel 4-4). Een drinkwaternorm is afgeleid vanuit het oogpunt van de humane gezondheid bij langdurige blootstelling, maar ook ethische overwegingen kunnen een rol spelen (WHO 2011). Incidentele kortdurende overschrijdingen van deze normen geven in de regel geen acute gezondheidsrisico's. Bkmw-drempelwaarden zijn

milieukwaliteitsnormen die veelal zijn gebaseerd op een potentieel ecologisch risico en in sommige gevallen op de drinkwaternormen.

In deze paragraaf worden de gemeten concentraties in grondwater getoetst aan de drinkwaternorm, met als doel om na te gaan of dit grondwater potentiële negatieve humane effecten zou kunnen hebben. Dit is een zeer grove indicatie, aangezien het bemonsterde grondwater nog een lange weg te gaan heeft voordat het wordt onttrokken voor drinkwaterproductie. Daarnaast vindt ter plaatse van de pompputten menging van grondwater met verschillende herkomst en ouderdom plaats en wordt het grondwater meer of minder intensief gezuiverd tot drinkwaterkwaliteit.

TABEL 4-4: DRINKWATERNORM EN GRONDWATERKWALITEITSEIS VOOR DE DREMPELWAARDESTOFFEN.

	Drinkwaternorm <sup>1</sup>	Grondwaterkwaliteitseis (drempelwaarde) uit het Bkmw (2009)
Chloride (Cl)	150 mg/l (bedrijfstechnische parameter)	160 mg/l
Fosfaat (P <sub>tot</sub> )	-	2/6,9 mg/l afh. grondwaterlichaam
Arseen (As)	10 µg/l (chemische parameter)	13,2/18,7 µg/l afh. grondwaterlichaam
Nikkel (Ni)	20 µg/l (chemische parameter)	20 µg/l
Cadmium (Cd)	5,0 µg/l (chemische parameter)	0,35 µg/l
Lood (Pb)	10 µg/l (chemische parameter)	7,4 µg/l
Nitraat (NO <sub>3</sub> )	50 mg/l (chemische parameter)	50 mg/l
Koper (Cu)	2,0 µg/l (chemische parameter)	-
Kwik (Hg)	1,0 µg/l (chemische parameter)	-
Zink (Zn)	3,0 µg/l (geur/smaak indicator)	-
Aluminium (Al)	200 µg/l (geur/smaak indicator)	-
Ijzer (Fe)	200 µg/l (geur/smaak indicator)	-
Natrium (Na)	150 mg/l (geur/smaak indicator)	-
Sulfaat (SO <sub>4</sub> )	150 mg/l (geur/smaak indicator)	-
Chroom (Cr)	50 µg/l (chemische parameter)	-
Mangaan (Mn)	50 µg/l (geur/smaak indicator)	-
Fluoride (F)	1 mg/l (chemische parameter)	-
Boor (B)	500 µg/l (chemische parameter)	-
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	0,2 mg/l (bedrijfstechnische parameter)	-
Nitriet (NO <sub>2</sub> )	0,1 mg/l (chemische parameter)	-

<sup>1</sup> Met uitzondering voor chloride en ammonium: dit betreffen bedrijfstechnische parameters

De chlorideconcentratie in het bemonsterde grondwater overschrijdt de drinkwaternorm regelmatig. De drinkwaternorm voor chloride betreft een bedrijfstechnische parameter, die geen gezondheidkundige grondslag kent. Chloridezouten hebben een smaakdrempel van 200–300 mg/l. De aanbevolen dagelijkse inname van natriumchloride is meer dan 1 g per dag en deze dosis wordt met name via de voeding ingenomen.

In 5 tot 10% van de filters zijn één of meerdere drinkwaternormen overschreden. Dit betreffen de normen voor arseen, nikkel, nitraat, aluminium, boor, koper, ijzer, mangaan, natrium, ammonium, nitriet, nitraat, sulfaat of zink. De parameters arseen, koper, nikkel en nitraat vormen ook een potentieel risico voor ecosystemen.

Cadmium en lood overschrijden bij uitzondering de drinkwaternorm en zijn daarmee beperkt relevant voor de bescherming van bronnen voor de drinkwatervoorziening. Cadmium is



echter wel relevant voor ecologische effecten, aangezien de drempelwaarde in 4,4% van de filters is overschreden. Lood overschrijdt in minder dan 1% van de filters de drempelwaarde en vormt daarmee een beperkt risico voor de ecologie.

Koper heeft geen grondwaterkwaliteitsnorm, maar wel een streefwaarde voor ondiep (15 µg/l) en diep (1,3 µg/l) grondwater. De streefwaarde voor ondiep grondwater wordt in 3% van de ondiepe filters overschreden.

Kwik en zink hebben geen grondwaterkwaliteitsnormen of MTR streefwaarden. Kwik overschrijdt nergens de drinkwaternorm in grondwater. Zink overschrijdt een enkele keer de drinkwaternorm, maar deze heeft geen gezondheidkundige grondslag. Concentraties boven 3 mg/l geven esthetische problemen (kleur en smaak). De aanbevolen dagelijkse inname van zink is 15-20 mg/dag, maar grotere hoeveelheden tot zo'n 60 mg/dag kunnen zonder problemen worden ingenomen (WHO, 2011).

Bij de normstelling voor arseen en lood is rekening gehouden met technische en analytische haalbaarheid: uit gezondheidkundig oogpunt heeft een lagere drinkwaterconcentratie de voorkeur. Dit argument zou tegenwoordig kunnen vervallen dankzij de opkomst van nauwkeurigere meetmethoden zoals ICP-MS. Voor arseen streven de Nederlandse drinkwaterbedrijven sinds kort uit voorzorg naar een drinkwaterconcentratie lager dan 1 µg/l (VEWIN).

#### 4.5 Ecologische risico's

Van bijna alle zware metalen komen de hoogst gevonden concentraties ver boven de oppervlaktewaternormen (factor 100 tot 1000) voor. In ongeveer 10% van de bemonsterde filters ligt de concentratie van één of meerdere zware metalen meer dan een factor 10 boven de MKN-MAC oppervlaktewaternorm. Indien dergelijk grondwater in significante hoeveelheden in het oppervlaktewater kan uittreden, dan kan dit een ernstig ecologisch risico vormen voor de aanwezige levensgemeenschappen in het betreffende oppervlaktewater. In hoeverre daar in de praktijk sprake van is, is nauwelijks onderzocht. Wel is bekend dat fosfaathoudende of stikstofhoudende kwel een sterk eutrofiërende invloed kunnen hebben op het oppervlaktewater. Nader onderzoek naar de effecten van vervuild grondwater op ecosystemen in oppervlaktewater is gewenst.

## 5 Bestrijdingsmiddelen

### 5.1 Herkomst

Bestrijdingsmiddelen worden toegepast in de landbouw om teelten te beschermen tegen schadelijke organismen, conservering te bevorderen of groei te stimuleren.

Bestrijdingsmiddelen komen in het milieu terecht via toepassingen in de glastuinbouw en landbouw, ter bestrijding van insecten (insecticiden), onkruid (herbiciden) of schimmels (fungiciden) of om de groei van planten te stimuleren (groeiregulatoren). Daarnaast worden deze middelen ook gebruikt in tuinen (particulieren) en op recreatieterreinen (gemeenten). Bestrijdingsmiddelen komen in grondwater terecht door uitspoeling vanaf maaiveld via de bodem, via drift (de wind) of bij het lozen van afvalwater naar en vervolgens infiltratie van oppervlaktewater en via afspoeling over verhard oppervlak gevolgd door infiltratie in de bodem. Het voorkomen van bestrijdingsmiddelen hangt sterk af van de lokale toepassing, desorptie aan bodem en (bio)degradatie.

### 5.2 Voorkomen

De geanalyseerde bestrijdingsmiddelen en metabolieten zijn te vinden in Bijlage III. Van de 278 geanalyseerde bestrijdingsmiddelen zijn 95 stoffen aangetroffen (zie Figuur 3-1). 43 bestrijdingsmiddelen en één humaan-toxicologisch relevante metaboliet (DMS) overschreden in minstens één filter de grondwaterkwaliteitseis van 0,1 µg/l. Daarnaast overschreden alle vijf de humaan-toxicologisch niet-relevant verklaarde metabolieten de signaleringswaarde van 0,1 µg/l in minstens één filter. Voor deze niet-relevant verklaarde metabolieten is echter geen waterkwaliteitseis opgenomen in de Grondwaterrichtlijn en de signaleringswaarde voor deze metabolieten in onttrokken grondwater voor drinkwaterproductie bedraagt 1,0 µg/l.

In 791 van de 1284 (ruim 60%) grondwatermonsters in ondiep en diepe filters zijn bestrijdingsmiddelen of metabolieten aangetroffen (Figuur 3-3 en Tabel 5-1). In 19% van de filters overschrijden één of meer bestrijdingsmiddelen en de humaan toxicologisch relevante metaboliet DMS de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/l binnen het Bkmw. In het onderzoek van het RIVM kwam hetzelfde beeld naar voren: in 20% van de drinkwaterwinningen zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen in normoverschrijdende concentraties (Swartjes et al. 2016). Inclusief de humaan toxicologische niet-relevante metabolieten werd in 34% van de filters de waarde van 0,1 µg/l overschreden door één of meerdere bestrijdingsmiddelen en/of metabolieten (Figuur 3-).

Tabel 5-1 en

Tabel 5-2 geven het aantal aangetroffen bestrijdingsmiddelen boven de grondwaterkwaliteitseis voor provincies en grondwaterlichamen. De verspreiding over Nederland is weergegeven in Figuur 5-1.

In alle provincies zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen, maar het meest frequent in Gelderland, Noord-Brabant, Limburg en Overijssel (>70% van de filters per provincie), zie Tabel 5-1. In Friesland en Groningen werden bestrijdingsmiddelen het minst vaak aangetroffen (< 40% van de filters per provincie), mogelijk als gevolg van de weerstand en reactiviteit van de kleibodems die daar vaak voorkomen. De grondwaterkwaliteitseis is het vaakst overschreden in Noord-Brabant (42% van de filters) en vooral Limburg (88% van de filters). Vooral Limburg staat bekend om de hoge uitspoelingsgevoeligheid en beperkte reactiviteit van de lössbodems. In Friesland werd de grondwaterkwaliteitseis het minst vaak overschreden, namelijk in 9% van de filters.

**TABEL 5-1: AANTAL EN PERCENTAGE FILTERS (BOVENSTE ONDIEP + ONDERSTE DIEP) PER PROVINCIE WAAR BESTRIJDINGSMIDDELEN EN/OF METABOLIETEN ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENSEN EN BOVEN DE GRONDWATERKWALITEITSEIS VAN 0,1 µg/L.**

Provincie	Aantal filters	alle filters	
		% metingen met stoffen boven rapportagegrens	% metingen met stoffen boven waterkwaliteitseis
DRENTHE	50	60%	38,0%
FLEVOLAND	117	44,4%	30,8%
FRIESLAND	108	21,3%	9,3%
GELDERLAND	187	73,8%	34,8%
GRONINGEN	60	35,0%	26,7%
LIMBURG	48	93,8%	87,5%
NOORD-BRABANT	133	75,9%	42,1%
NOORD-HOLLAND	167	62,3%	32,3%
OVERIJSEL	125	71,2%	30,4%
UTRECHT	123	68,3%	38,2%
ZEELAND	50	64,0%	32,0%
ZUID-HOLLAND	116	62,1%	37,1%
<b>Totaal</b>	<b>1284</b>	<b>62,0%</b>	<b>34,4%</b>

TABEL 5-2: AANTAL EN PERCENTAGE FILTERS (ONDIEP + DIEP) PER GRONDWATERLICHAAM WAAR BESTRIJDINGSMIDDELEN EN/OF METABOLIETEN ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENSEN EN BOVEN DE GRONDWATERKWALITEITSEIS VAN 0,1 µg/L<sup>1</sup>.

Grondwater- lichaam	Omschrijving	Aantal filters	alle filters	
			% filters met stoffen boven rapportagegrens	% filters met stoffen boven waterkwaliteitseis
NLGW0001	Zand Eems	43	62,8	41,9
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	40	32,5	17,5
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	145	71,7	31,7
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	215	53,5	28,8
NLGW0005	Zand Rijn-West	38	84,2	60,5
NLGW0006	Zand Maas	156	80,1	51,9
NLGW0007	Zout Rijn-Noord	34	17,6	14,7
NLGW0008	Zout Eems	7	28,6	28,6
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	19	15,8	5,3
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	20	50	20
NLGW0011	Zout Rijn-West	56	62,5	32,1
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	96	67,7	37,5
NLGW0013	Zout Maas	2	100	100
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	40	12,5	2,5
NLGW0016	Duin Rijn-West	86	53,5	32,6
NLGW0017	Duin Maas	4	0	0
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	12	100	91,7
NLWWS0001	Zoet grondwater in duingebieden	5	20	0
NLWWS0002	Zoet grondwater in dekzand	9	100	33,3
NLWWS0003	Zoet grondwater in ondiepe kreekgebieden	16	75	37,5
NLWWS0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen	15	60	26,7
Totaal		1058	59,8	33,8

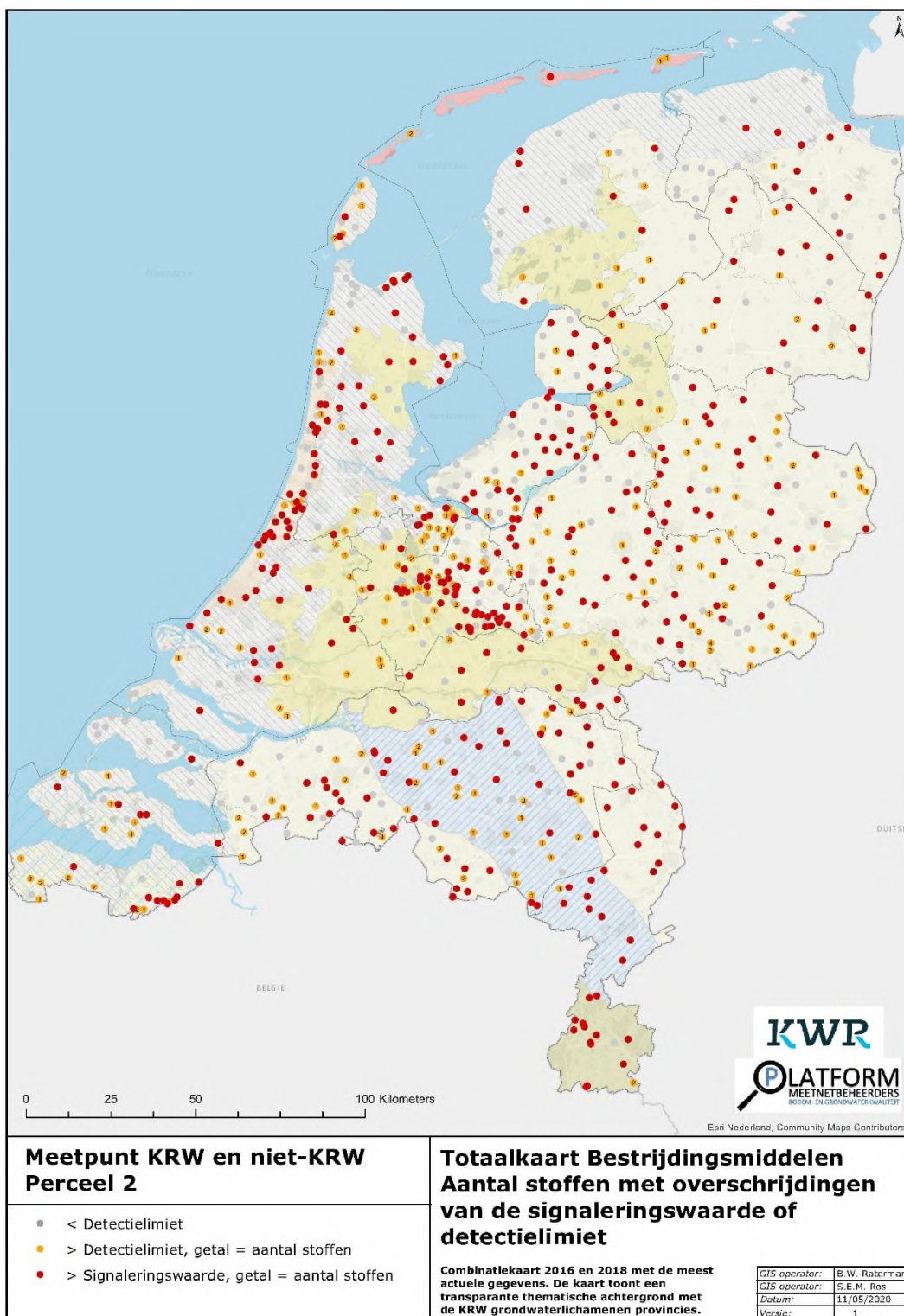
De totaalkaart in Figuur 5-2 geeft aan of er in een grondwatermonster één of meer bestrijdingsmiddelen en/of metaboliëten zijn aangetroffen (oranje, het aantal) al dan niet boven de waterkwaliteitseis/signaleringswaarde (rood, het aantal). In deze figuur hangen hoge dichtheden van overschrijdingen van de signaleringswaarde voornamelijk samen met de dichtheid van de bemonstering. Deze figuur laat zien dat de signaleringswaarde verspreid over Nederland wordt overschreden, vaak door één of (minder vaak) twee stoffen. Bij uitzondering wordt de signaleringswaarde door meer dan twee stoffen overschreden. Dit is vooral het geval in de bollenstreek van Zuid-Holland (op één locatie door wel zes stoffen), in het fruitteeltgebied van de Provincie Utrecht, in het akkerbouwgebied van Flevoland en in het uitspoelingsgevoelige lössgebied van Limburg.

De gemiddelde concentraties van bestrijdingsmiddelen in ondiep grondwater zijn structureel hoger dan in diep grondwater, maar slechts voor acht bestrijdingsmiddelen is er een

significant ( $p < 0,05$ ) verschil tussen diepe en ondiepe locaties wanneer deze concentraties vergeleken worden op dezelfde meetlocaties. Dit zijn 2,6-dichloorbenzamide (BAM), carbendazim, desisopropylatrazine, fluopyram, flutolanil, glyfosaat, methyl-desphenyl-chloridazon en simazine. Dit patroon wordt in ieder geval voor een deel veroorzaakt door afbraak en retentie tijdens bodempassage. Mogelijk spelen de diverse beleidsmaatregelen die het afgelopen decennium voor een aantal stoffen zijn getroffen een rol, zoals een inperking van het gebruik van glyfosaat. Om het effect van beleidsmaatregelen te kunnen scheiden van systeemeigenschappen is stofspecifiek onderzoek noodzakelijk.

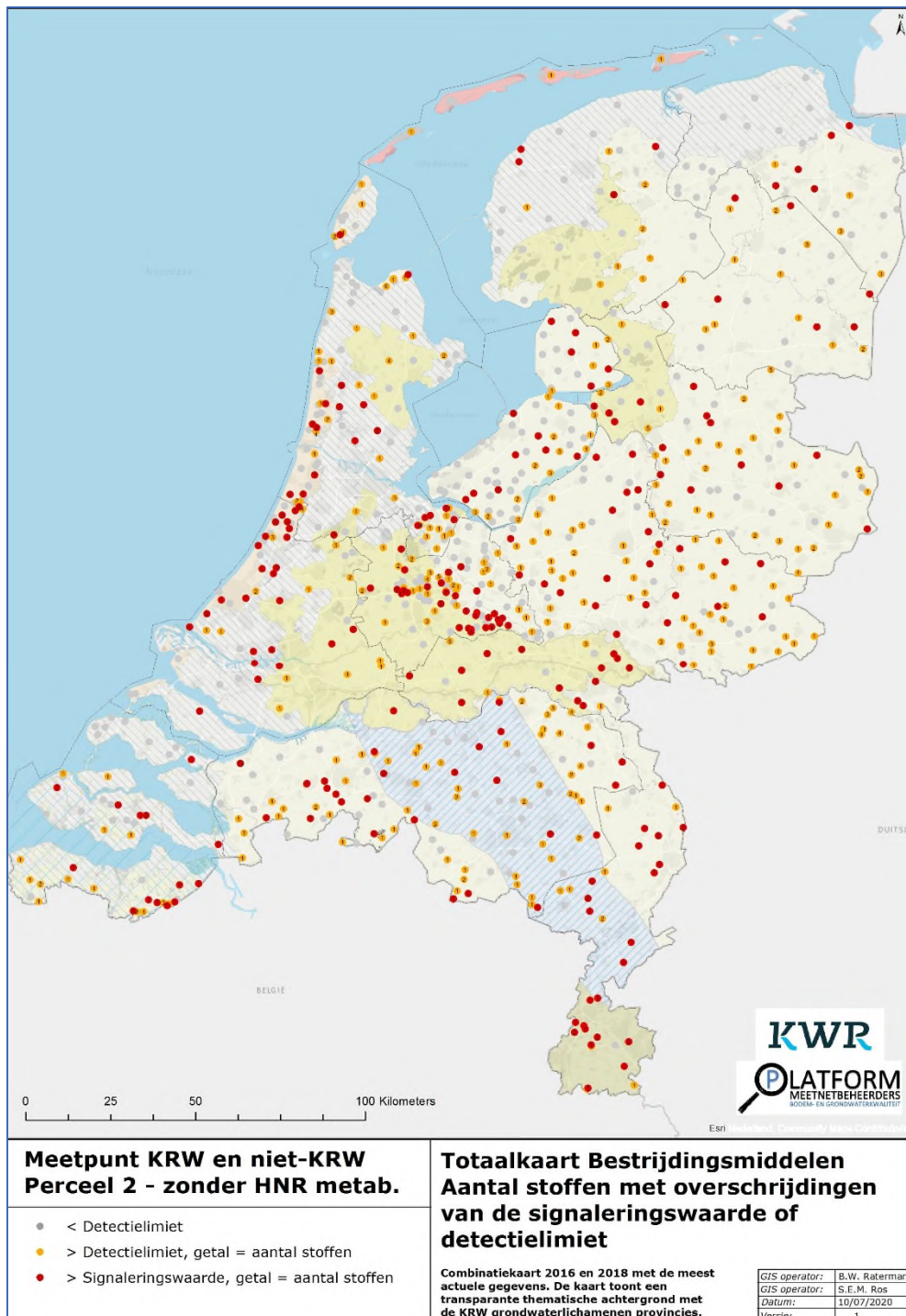
Bestrijdingsmiddelen kunnen tot op grote diepten onder maaiveld voorkomen. Maximale dieptes waarop bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen liggen tussen 40-250 m onder maaiveld. Het voorkomen op grote diepte is voornamelijk aangetoond in pompputten voor drinkwaterbereiding; door het onttrekken van grote volumes grondwater wordt jonger verontreinigd water van boven aangetrokken zodat het tot grotere diepte kan reiken (Van Loon e.a., 2019). Vanzelfsprekend kunnen ook andere grote onttrekkingen, zoals door industrieën of voor beregening in tijden van droogte, daar een bijdrage aan leveren, maar daar zijn geen meetgegevens van beschikbaar. Ook in grote infiltratiegebieden kunnen bestrijdingsmiddelen tot grote diepte doordringen, terwijl in kleinere beeksystemen of in gebieden met ondiepe kleilagen ze minder diep zijn aangetroffen.

Wanneer we kijken naar de somconcentratie van de aangetroffen bestrijdingsmiddelen in een monster, dan wordt in 7% van de filters (89 van de 1284) de Europese waterkwaliteitseis van  $0,5 \mu\text{g/l}$  voor de totale concentratie aan bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten overschreden (Figuur 5-2). Nemen we de humaan toxicologische niet-relevante metabolieten ook mee, dan is in 18% van de filters (228 van de 1284) de somconcentratie van  $0,5 \mu\text{g/l}$  overschreden. Ook de overschrijding van de somnorm is verspreid over Nederland waargenomen (Figuur 5-3). Uit het oog springen de Provincie Limburg, de grensregio met België, het fruitteeltgebied van de Provincie Utrecht en de bollenstreek van Zuid-Holland en Noord-Holland. De hoge somconcentraties worden op de meeste plaatsen veroorzaakt door een combinatie van een hoge belasting van het grondwater in het verleden en een uitspoelingsgevoelige bodem. Ook de infiltratie van oppervlaktewater kan daar een rol in spelen. Over het geheel genomen zijn hoge somconcentraties ( $> 0,5 \mu\text{g/l}$ ) vaker waargenomen in ondiepe filters (21%) dan in diepe filters (13%). Afbraak tijdens bodempassage verklaart in ieder geval een deel van dit patroon, maar ook andere processen en factoren, zoals verdunning met grondwater van een andere herkomst, kunnen daar een rol in spelen.



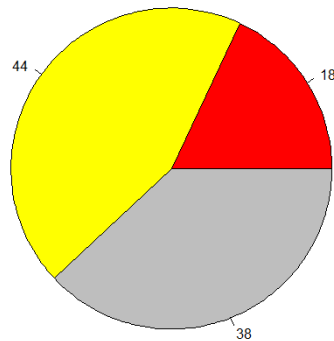
FIGUUR 5-1 : BIJSCHRIFT OP VOLGENDE PAGINA.



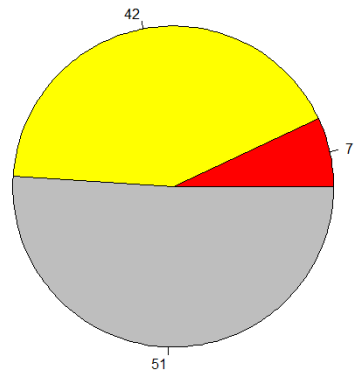


FIGUUR 5-1: TOTAALKAART VAN HET AANTAL BESTRIJDINGSMIDDELEN DAT DE SIGNALERINGWAARDE OVERSCHRIJDT GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019. (A) INCLUSIEF ALLE METABOLIETEN, (B) INCLUSIEF ALLE RELEVANTE METABOLIETEN. MERK OP DAT IN DE LEGENDA “DETECTIELIMIET” STAAT VERMELD, MAAR DAT DIT “RAPPORTAGEGRENSEN” MOET ZIJN.

Som concentratie bestrijdingsmiddelen  
en alle metabolieten in alle monsters (1284)

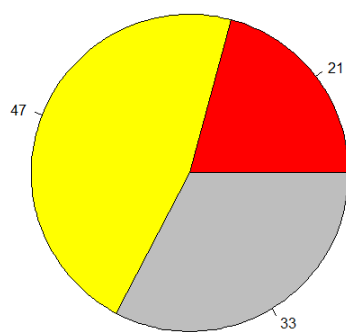


Som concentratie bestrijdingsmiddelen  
en humaan relevante metabolieten  
in alle monsters (1284)

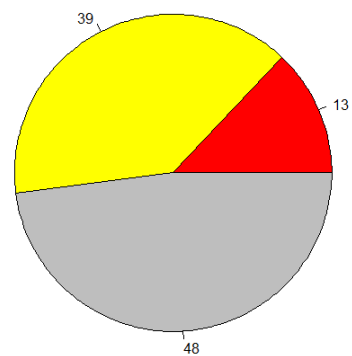


■ Som concentratie groter dan 0,5 µg/l  
■ Som concentratie kleiner dan 0,5 µg/l  
■ niets aangetroffen

Som concentratie bestrijdingsmiddelen  
en alle metabolieten in ondiepe monsters (811)



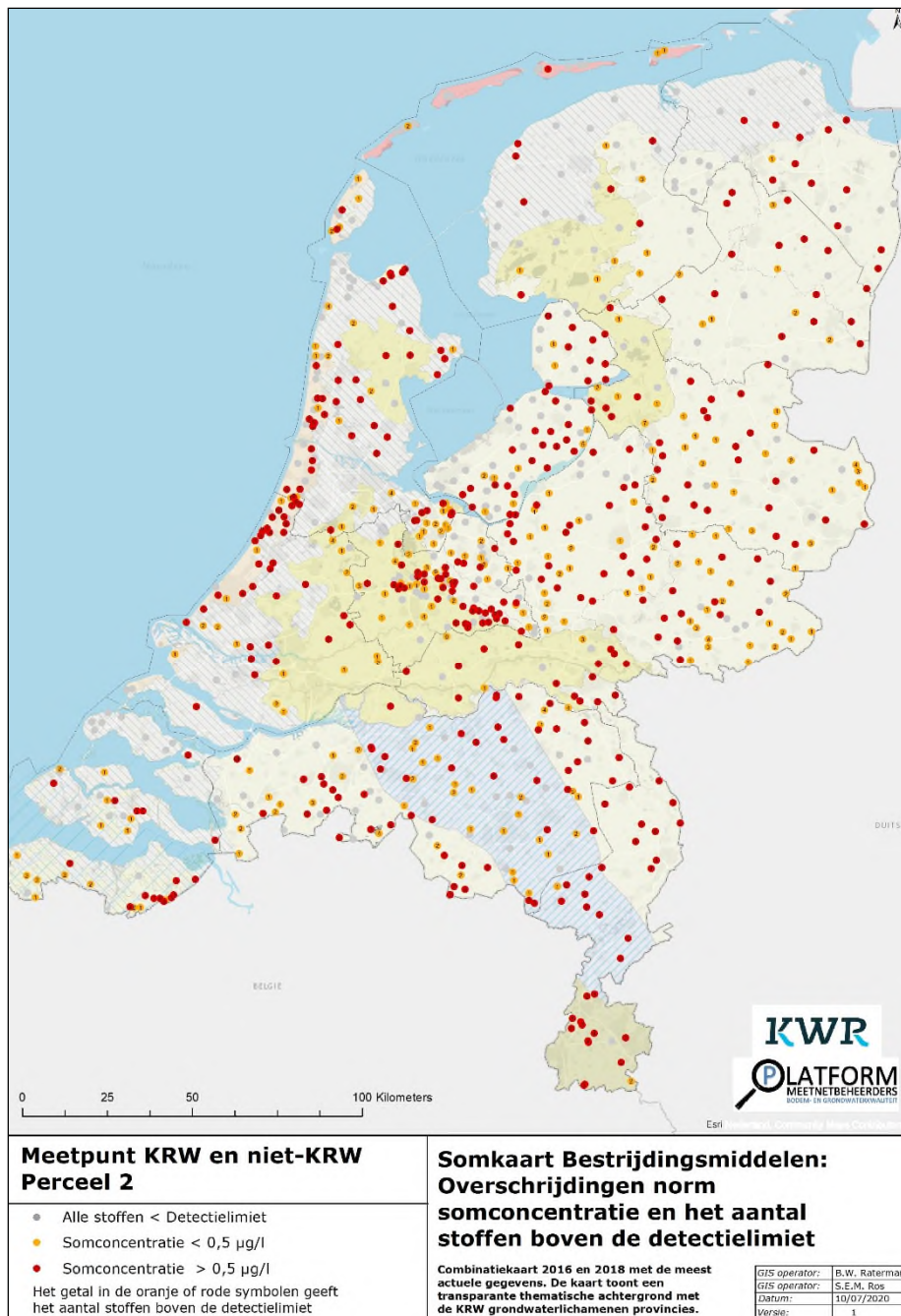
Som concentratie bestrijdingsmiddelen  
en alle metabolieten in diepe monsters (471)



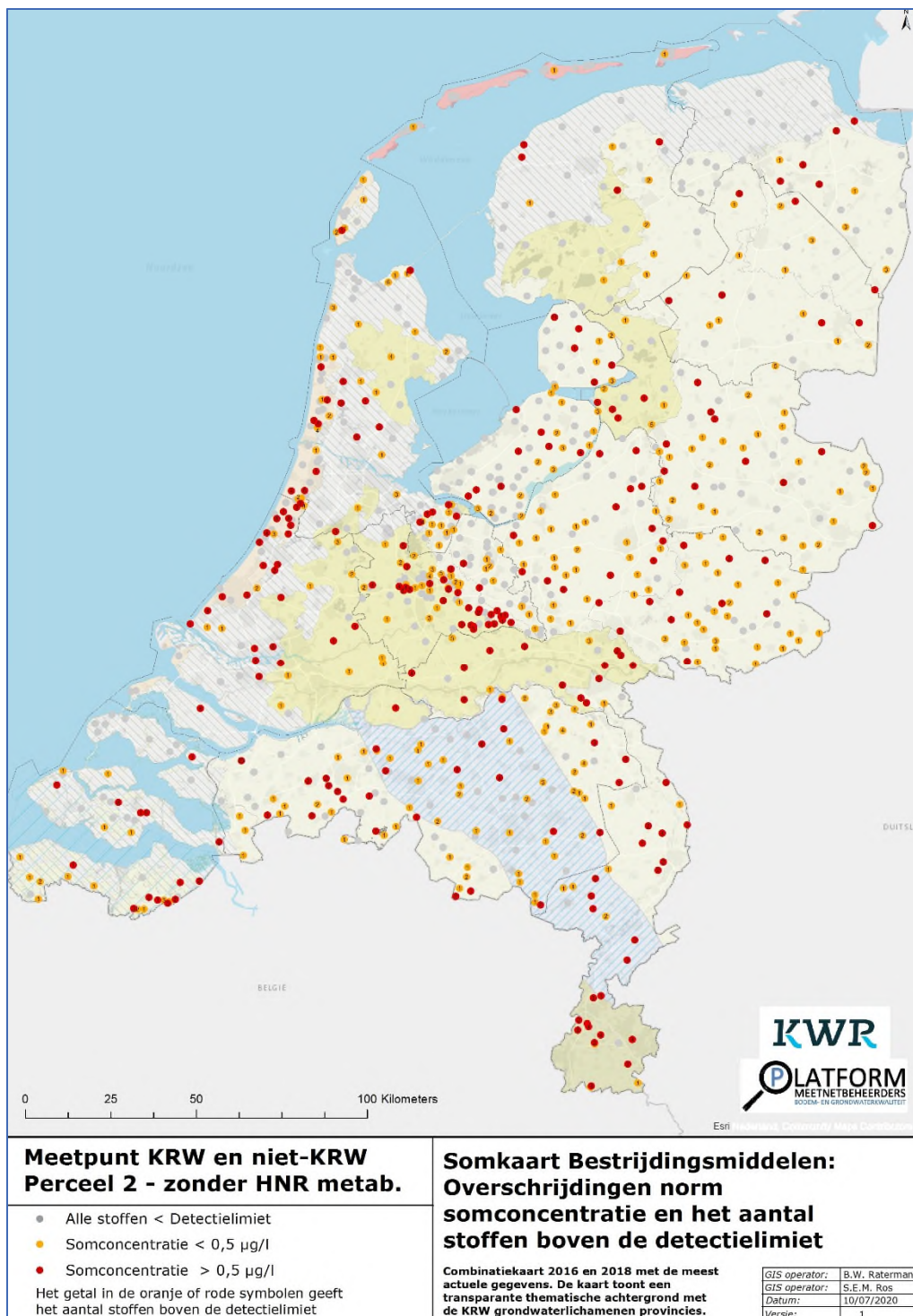
■ Som concentratie groter dan 0,5 µg/l  
■ Som concentratie kleiner dan 0,5 µg/l  
■ niets aangetroffen

FIGUUR 5-2: AANTALLEN FILTERS (%) MET EEN SOMCONCENTRATIE BESTRIJDINGSMIDDELEN EN METABOLIETEN GROTER OF KLEINER DAN 0,5 µg/L GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019. LINKSBOVEN: ALLE FILTERS EN ALLE METABOLIETEN. RECHTSBOVEN: ALLE FILTERS, MAAR ALLEEN DE HUMAAN-TOXICOLOGISCH RELEVANTE METABOLIETEN. LINKSONDER: ONDIEPE FILTERS, ALLE METABOLIETEN. RECHTSONDER: DIEPE FILTERS EN ALLE METABOLIETEN.





FIGUUR 5—3 - BIJSCHRIFT OP VOLGENDE PAGINA



FIGUUR 5-3: SOMCONCENTRATIE (ONDIEP + DIEP) VAN BESTRIJDINGSMIDDELEN IN GRONDWATER GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019. (A) INCLUSIEF ALLE METABOLIETEN, (B) INCLUSIEF ALLE RELEVANTE METABOLIETEN. MERK OP DAT IN DE LEGENDA "DETECTIELIMIET" STAAT VERMELD, MAAR DAT DIT "RAPPORTAGEGREN" MOET ZIJN.

### 5.3 Top-10 bestrijdingsmiddelen en metabolieten

De lijst van top-10 bestrijdingsmiddelen en metabolieten is samengesteld aan de hand van frequentie van aantreffen (meer dan 3% van de filters) en het minstens eenmaal overschrijden van de grondwaterkwaliteitseis. Hierbij is uitgegaan van de data van de gecombineerde meetronde 2015-2016 en 2018-2019. De top-10 betreft drie herbiciden, één biocide en zes metabolieten (Tabel 5-3). Van de werkzame stoffen uit Tabel 5-4 zijn bentazon en DEET toegelaten en is de toelating van chloridazon sinds 1999 komen te vervallen. Van de werkzame stoffen wordt bentazon het vaakst aangetroffen, gevolgd door MCP. De zes metabolieten zijn de humaan toxicologisch niet-relevante metabolieten desphenyl-chloridazon, methyl-desphenyl-chloridazon, BAM, AMPA en 2-hydroxy-atrazine en de humaan toxicologisch relevante metaboliet DMS (advies RIVM aan IenW). Desphenyl-chloridazon, de metaboliet van de herbicide chloridazon, wordt het vaakst aangetroffen, gevolgd door DMS.

Binnen het onderzoek naar het Maasstroomgebied binnen de provincie Noord-Brabant en Limburg zijn een aantal extra bestrijdingsmiddelen opgenomen in het meetpakket. Uit dit meetpakket is 2-methylthiobenzothiazol frequent (>6% van de filters) aangetroffen. Omdat de stof de waterkwaliteitseis niet overschrijdt, staat deze niet in de top-10. Op volgorde van voorkomen wordt de top bestrijdingsmiddelen aan de hand van geografische kaarten (Bijlage VII, pdf documenten) toegelicht, wat betreft voorkomen en verschillen tussen grondwaterlichamen en provincies (Bijlage XI, Excel).

#### 5.3.1 Desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon

Twee niet-relevante metabolieten van chloridazon, desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon zijn geanalyseerd in 1.112 filters. Ze worden in respectievelijk 35% en 14% van de filters aangetroffen en overschrijden in respectievelijk 20% en 7% de signaleringswaarde van 0,1 µg/l (voor relevante metabolieten). In respectievelijk 5,6% en 1,3% van de filters overschrijden ze de signaleringswaarde voor niet-relevante metabolieten uit het Bkmw (1,0 µg/l). De stoffen desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon worden het vaakst aangetroffen in Limburg (respectievelijk in 80% en 61% van de filters). Deze stoffen spoelen sterk uit naar grondwater (Swartjes et al. 2016). Omdat de twee metabolieten in 2016 frequent voorkwamen in Noord-Brabant, werd aanbevolen deze stoffen op te nemen in het landelijke monitoringsprogramma en de overige provinciale meetnetten.

#### 5.3.2 n,n-dimethylsulfamide (DMS)

DMS is de metaboliet van de toegelaten biocide tolylfluanide, toegepast in de conservering van hout. DMS geldt als humaan toxicologisch relevant (advies RIVM aan Ministerie van IenM). De metaboliet DMS wordt in 29% van de filters aangetroffen verspreid door Nederland, waarvan 90 keer (7,1%) boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l, zowel in diep als in ondiep grondwater. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 14,4 µg/l (gemiddeld 0,30 µg/l). Hoge concentraties zijn voornamelijk gevonden in de provincies Limburg, Noord-Brabant, Gelderland en Utrecht.

TABEL 5-3: TOP-10 VAN VEELVOORKOMENDE BESTRIJDINGSMIDDELEN EN METABOLIETEN GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Bestrijdingsmiddel	Type	# filters	# boven rapportagegrens	% boven rapportagegrens	# boven waterkwaliteitseis	% boven waterkwaliteitseis	Gem. concentratie $\mu\text{g/l}$
Desphenyl-chloridazon	Niet-relevante metaboliet van herbicide chloridazon	1112	389	35	219 <sup>1)</sup>	19,7 <sup>1)</sup>	0,88
n,n-dimethylsulfamide (DMS)	Relevante metaboliet van biocide tolylfluanide	1261	364	28,9	90	7,1	0,30
Bentazon	Herbicide	1283	202	15,7	55	4,3	0,14
Methyl-desphenyl-chloridazon	Niet-relevante metaboliet van herbicide chloridazon	1112	159	14,3	81 <sup>1)</sup>	7,3 <sup>1)</sup>	0,31
2,6-dichloorbenzamide (BAM)	Niet-relevante metaboliet van dichlobenil (verbod '09) en de fungicide fluopicolide (verbod '07)	1283	175	13,6	101 <sup>1)</sup>	7,9 <sup>1)</sup>	0,35
Mecoprop (MCP)	Herbicide	1283	117	9,1	17	1,3	0,06
AMPA	Niet-relevante metaboliet van herbicide glyfosaat	1261	111	8,8	23 <sup>1)</sup>	1,8 <sup>1)</sup>	0,12
Chloridazon	Herbicide, vervallen in 1999	1261	51	4,0	5,0	0,4	0,12
DEET (n,n-diethyl-m-toluamide)	Biocide	1261	48	3,8	12	1,0	0,11
2-hydroxy-atrazine	Metaboliet van herbicide atrazine (verbod '00)	1261	42	3,3	12	1,0	0,34

<sup>1)</sup>Ten opzichte van de signaleringswaarde van 0,1  $\mu\text{g/l}$  voor werkzame stoffen en relevante metabolieten. Voor niet-relevante metabolieten bedraagt de signaleringswaarde 1,0  $\mu\text{g/l}$ . Deze is van toepassing op onttrokken grondwater voor drinkwaterproductie. De grondwaterrichtlijn bevat geen kwaliteitseisen voor niet-relevante metabolieten.

### 5.3.3 Bentazon

Bentazon is toegelaten als herbicide en wordt op grote schaal toegepast in de maisteelt en bollen. Bentazon wordt in 16% van de filters aangetroffen, waarvan 55 keer (4%) boven de grondwaterkwaliteitseis, zowel in diep als in ondiep grondwater. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 4,47  $\mu\text{g/l}$  (gemiddeld 0,14  $\mu\text{g/l}$ ). De stof wordt het vaakst aangetroffen in de provincie Zeeland (in 35% van de filters). De hoogste concentraties worden gevonden in de regio Katwijk met bloembollenteelt (NLGW0016; Duin Rijn-West) en in Noord-Brabant (NLGW0006, Zand Maas). Het herbicide is nauwelijks aangetroffen in Noord Nederland (met uitzondering van Drenthe) en op de Wadden.

### 5.3.4 BAM

BAM is een niet-relevante metabool van het sinds 2007 niet meer toegelaten dichlobenil en de vanaf 2007 toegelaten fungicide fluopicolide. De metabool BAM wordt in 13,6 % van de filters aangetroffen, waarvan 101 keer (8%) boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l, zowel in diep als in ondiep grondwater. In respectievelijk 1,3% van de filters overschrijdt deze stof de signaleringswaarde voor niet-relevante metaboolen uit het Bkmw (1,0 µg/l). De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,03 tot 3,8 µg/l (gemiddeld 0,35 µg/l). BAM is regelmatig aangetroffen in Midden- en Zuid Nederland. In de provincie Limburg wordt de stof in 52% van de filters aangetroffen. In drinkwaterwinningen is BAM een van de probleemstoffen (Swartjes et al. 2016).

### 5.3.5 Mecoprop (MCP)

MCP is ook toegelaten als herbicide ter bestrijding van breedbladige onkruiden in voornamelijk granen en op grasland. MCP wordt verspreid over Nederland aangetroffen in 9,1% van de filters, waar van 17 keer (1,3%) boven de grondwaterkwaliteitseis, zowel in diep als in ondiep grondwater. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,74 µg/l, gemiddeld 0,06 µg/l. De stof wordt het vaakst aangetroffen in Zuid- Holland, in 20% van de filters. De hoogste concentraties worden gevonden in de regio Katwijk met bloembollenteelt (NLGW0016, Duin Rijn-West) en in Flevoland.

### 5.3.6 Glyfosaat en AMPA

Glyfosaat is een toegelaten herbicide in de landbouw en werd ondermeer gebruikt door gemeentes en particulieren als onkruidbestrijder (Round Up). De toepassing op verhardingen is sinds 2016 verboden (Ministerie IenM 2016). Glyfosaat is in 2,9% van de filters aangetroffen, waarvan 11 keer boven de grondwaterkwaliteitseis. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 1,73 µg/l (gemiddeld 0,2 µg/l).

AMPA is het belangrijkste afbraakproduct van het hierboven besproken toegelaten herbicide glyfosaat. Glyfosaat breekt redelijk snel af naar AMPA met een halfwaardetijd van 51 dagen (Sjerps et al. 2016). AMPA is niet-relevant verklaard en wordt in 8,8% van de filters aangetroffen, waarvan 23 keer (1,8%) boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l. In 0,2% van de filters overschrijdt AMPA de signaleringswaarde voor niet-relevante metaboolen uit het Bkmw (1,0 µg/l). De stof wordt het vaakst (23% van de filters) aangetroffen in de provincie Limburg. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 3,0 µg/l (gemiddeld 0,12 µg/l).

De hoogste concentraties van glyfosaat en AMPA zijn gemeten in het duingebied rond de bollenteelt. Andere locaties waar glyfosaat en AMPA enkele malen zijn aangetroffen, zijn Zuid-Limburg en langs de Utrechtse Heuvelrug.

### 5.3.7 Chloridazon

Chloridazon is een herbicide waarvan de toelating in 1999 is vervallen. De stof is in 4% van de filters aangetroffen, waarvan vijf keer (<1%) boven de grondwaterkwaliteitseis. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 4,1 µg/l (gemiddeld 0,12 µg/l). De stof is voornamelijk aangetroffen in regio Katwijk met bloembollenteelt en in het rivierengebied. De concentraties zijn vaak lager dan de signaleringswaarde.

### 5.3.8 DEET

DEET is toegelaten als insect-werend biocide op bijvoorbeeld klamboes en wordt op kleding en huid toegepast ter voorkoming van insectenbeten bij mensen en (gezelschaps)dieren. Het gebruik van DEET is voornamelijk particulier, er is door de toepassing een relevante emissie te verwachten via de RWZI's. DEET is in 3,8% van de filters aangetroffen, met name in



ondiepe filters, waarvan 12 keer (1%) boven de grondwaterkwaliteitseis. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,03 tot 0,98 µg/l (gemiddeld 0,11 µg/l). Filters waar DEET is aangetroffen zijn waarschijnlijk beïnvloed door (gezuiverd) afvalwater.

### 5.3.9 2-Hydroxy-atrazine

2-hydroxy-atrazine is de metabooliet van atrazine. Atrazine is sinds 2000 niet meer toegelaten in Nederland. De metabooliet 2-hydroxy-atrazine wordt in 3,3% van de filters aangetroffen, waarvan 12 keer (1%) boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l, in ondiep grondwater. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,02 tot 7,1 µg/l (gemiddeld 0,34 µg/l). Concentraties boven de signaleringswaarde komen vooral voor in laag-Nederland.

## 5.4 Overige bestrijdingsmiddelen boven waterkwaliteitseisen

Naast de hierboven besproken stoffen zijn tevens andere bestrijdingsmiddelen aangetroffen boven de grondwaterkwaliteitseis van 0,1 µg/l (Tabel 5-5). Dit betreft de herbiciden simazine en atrazine, de groeiregulator dikegulac en de fungicide carbendazim. Deze stoffen zijn in minder dan 3,3% van de filters aangetroffen in 2018-2019, daarbij is de grondwaterkwaliteitseis in 0,1 tot 2,5% (dithiocarbamaat) van de filters overschreden. Simazine, atrazine en dikegulac zijn momenteel niet meer toegelaten, waardoor het verdere handelingsperspectief beperkt is tot zuivering. Naar verwachting zal dit verbod op termijn leiden tot een afname van de concentraties in grondwater.

TABEL 5-4 (VOLGENDE PAGINA): OVERIGE BESTRIJDINGSMIDDELEN AANGETROFFEN BOVEN DE GRONDWATERKWALITEITSEIS VAN 0,1 µG/L VOOR BESTRIJDINGSMIDDELEN EN RELEVANTE METABOLIETEN OP BASIS VAN DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Rang	Bestrijdingsmiddel	#filters	# boven rapportagegrens	% boven rapportagegrens	# boven waterkwaliteits eis	% boven waterkwaliteits eis	Gem. concentratie µg/l
1	Metaldehyde (Tetramer)	1112	35	3,1	7	0,6	0,07
2	Glyfosaat	1261	37	2,9	11	0,9	0,2
3	Dikegulac-Natrium <sup>1</sup>	1261	35	2,8	25	2	0,32
4	Dithiocarbamaat Als Cs <sup>2</sup>	1262	32	2,5	32	2,5	0,28
5	Diuron	1261	26	2,1	3	0,2	0,05
6	Carbendazim <sup>2</sup>	1261	22	1,7	1	0,1	0,04
7	Dimethomorph	140	2	1,4	1	0,7	0,11
8	Fluroxypyr	140	2	1,4	2	1,4	0,14
9	Simazine <sup>1</sup>	1261	14	1,1	1	0,1	0,04
10	Atrazine <sup>1</sup>	1261	12	1	2	0,2	0,12
11	Glufosinaat	1261	11	0,9	6	0,5	0,14
12	Ethofumesaat	1261	9	0,7	1	0,1	0,84
13	Flutolanil	1261	9	0,7	1	0,1	0,06
14	Asulam <sup>1</sup>	140	1	0,7	1	0,7	0,34
15	Iprodione	140	1	0,7	1	0,7	0,17
16	Iso-Chloridazon	140	1	0,7	1	0,7	0,28
17	Propiconazol	140	1	0,7	1	0,7	0,23
18	Terbutryn	134	1	0,7	1	0,7	0,34
19	2,4-Dimethylfenol	1262	8	0,6	8	0,6	1,22
20	Bromacil <sup>1</sup>	1261	8	0,6	7	0,6	1,54
21	Clofibrinezuur <sup>3</sup>	1261	7	0,6	7	0,6	49,31
22	Pentachloorfenol	1262	8	0,6	3	0,2	0,18
23	Isoproturon	1261	6	0,5	2	0,2	0,48
24	Tebuconazool	1261	5	0,4	2	0,2	0,16
25	2,4-Dichloorfenol	1262	4	0,3	2	0,2	0,17
26	2,6-Dimethylaniline	1262	4	0,3	1	0,1	0,08
27	Clopyralid	1261	4	0,3	1	0,1	0,15
28	Lenacil	1261	4	0,3	1	0,1	0,05
29	1,1-Dichloorethaan	1262	2	0,2	2	0,2	0,75
30	2,4-/2,5- Dichlooraniline	1262	2	0,2	1	0,1	0,23
31	Alfa-Endosulfan	1262	2	0,2	1	0,1	0,14
32	Dicamba	1261	3	0,2	1	0,1	0,19
33	Diflufenican	1261	2	0,2	2	0,2	0,32
34	Imidacloprid	1261	2	0,2	1	0,1	0,1
35	MCPA	1261	2	0,2	1	0,1	0,09

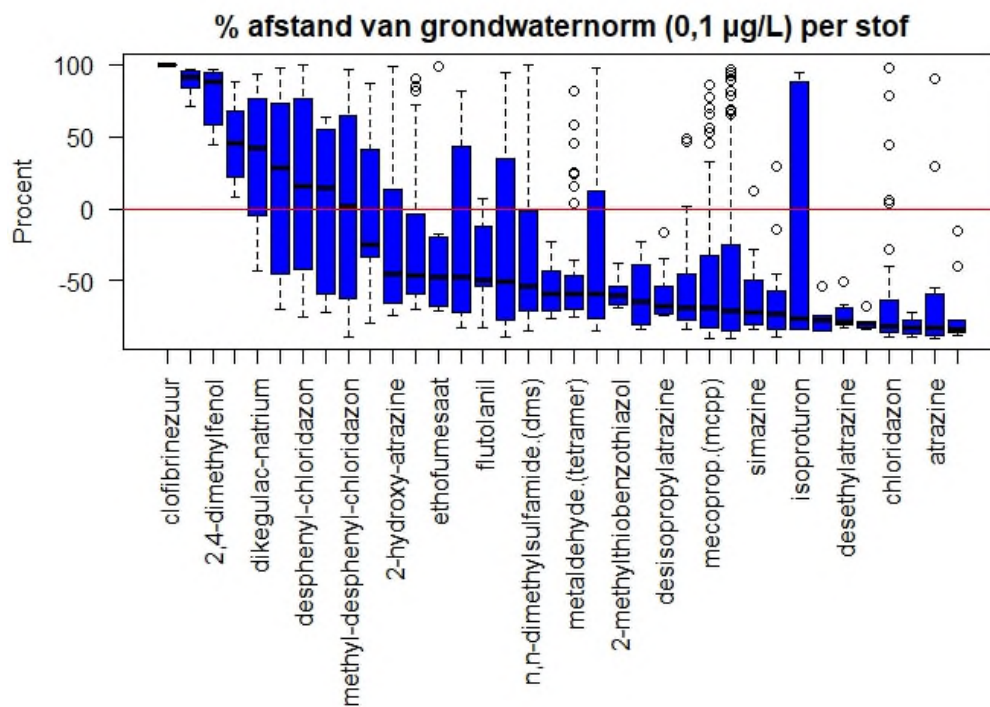
36	Metalaxyl	1261	3	0,2	2	0,2	0,1
37	2,4-DDD	1262	1	0,1	1	0,1	0,25
38	4,4-DDD	1262	1	0,1	1	0,1	0,2
39	Metazachlor	1261	1	0,1	1	0,1	0,61

<sup>1</sup> niet meer toegelaten

<sup>2</sup> niet meer toegelaten als bestrijdingsmiddel, wel als biocide

<sup>3</sup> metaboliet van geneesmiddelen clofibrat, etofibrat en etofylinclofibrat, gelijkens met MCPP

In Figuur 5-4 staat, per stof met minstens vier metingen boven de rapportagegrens, hoeveel procent van de metingen boven of onder de signaleringswaarde van 0,1 µg/l zijn. De afstand tot de kwaliteitseis is uitgedrukt in procenten en kan daarmee als maat voor doelbereik gezien worden. De concentratie van vier bestrijdingsmiddelen was in alle geanalyseerde filters hoger dan de kwaliteitseis gemeten. Dit zijn bromacil, clofibrinezuur, dithiocarbamaat als cs2 en 2,4-dimethylfenol. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de rapportagegrens van de laatste twee stoffen gelijk is aan de signaleringswaarde. Een groot aantal stoffen is op de ene filter onder, en op de andere boven de kwaliteitseis waargenomen, met soms hoge uitschieters tot tweemaal de waterkwaliteitseis. Het is onbekend of deze uitschieters het gevolg zijn van meetfouten, en zo nee, onder welke omstandigheden de concentraties zo hoog op kunnen lopen. De concentratie van een tiental andere stoffen was in alle geanalyseerde filters lager dan de kwaliteitseis.



FIGUUR 5-4: SPREIDING VAN WAARGENOMEN CONCENTRATIES VAN BESTRIJDINGSMIDDELEN UITGEDRUKT IN HET RELATIEVE VERSCHIL TOT DE SIGNALERINGSWAARDE (0,1 µG/L), GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.



## 5.5 Gezondheidskundige risico's

Bestrijdingsmiddelen hebben zowel een kwaliteitseis voor grondwater binnen het Bkmw (2009), als een drinkwaternorm van 0,1 µg/l. De metabolieten van bestrijdingsmiddelen hebben een generieke norm van 0,1 µg/l in drinkwater, indien ze zijn aangeduid als humaan toxicologisch relevant (Tabel 5-5). Voor toxicologisch niet-relevante metabolieten geldt een generieke drinkwaternorm van 1,0 µg/l. De drinkwaternorm van 0,1 µg/l voor bestrijdingsmiddelen is niet gebaseerd op gezondheidskundige aspecten, maar op het voorzorgsprincipe, omdat het niet gewenst wordt geacht dat bestrijdingsmiddelen in drinkwater aanwezig zijn (de toenmalige detectielimiet lag op 0,1 µg/l). Er wordt tevens een norm van 0,5 µg/l gehanteerd voor de (optel)som van afzonderlijke pesticiden met een concentratie hoger dan de rapportagegrens. Ook deze waarde is gebaseerd op het voorzorgsprincipe.

De WHO heeft voor een aantal bestrijdingsmiddelen specifieke richtwaarden voor humane gezondheidsrisico's van drinkwater afgeleid, maar niet voor alle actieve stoffen die toegelaten zijn (WHO 2011). De WHO-richtwaarden liggen vaak boven de norm voor individuele bestrijdingsmiddelen van 0,1 µg/l. Tabel 5-5 laat de WHO-richtlijnen voor bentazon, mecoprop en glyfosaat zien. Baken et al. (2015) hebben op basis van toxicologische data de volgende indicatieve gezondheidskundige drinkwater richtwaarden afgeleid: 700 µg/l chloridazon en 5.250 µg/l voor DEET.

Verschillende bestrijdingsmiddelen hebben daarnaast een specifieke maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR). Dit MTR is veelal gebaseerd op een potentieel ecologisch risico: de concentratie van een stof in water (grondwater of oppervlaktewater) waar beneden geen negatief effect is te verwachten (zie Tabel 5-5).

In de volgende paragrafen worden de waargenomen concentraties van bestrijdingsmiddelen en metabolieten in grondwater vergeleken met de verschillende risicogrenswaarden. Hierbij moet rekening worden gehouden met:

- Overschrijding van drinkwaternormen is pas gezondheidskundig relevant bij een structurele overschrijding.
- Ten behoeve van drinkwaterproductie worden op zo'n 200 locaties grote hoeveelheden grondwater onttrokken (orde grootte 0,1 – 20 miljoen m<sup>3</sup>/jaar). Hierdoor vindt ter plaatse van de winputten menging van grondwater met een sterk uiteenlopende ouderdom en herkomst plaats. Door menging en afbraak zullen stofconcentraties in de omgeving van de putten sterk afnemen. De waargenomen concentraties in monsters uit waarnemingsfilters geven daarmee geen representatief beeld van de waterkwaliteit van onttrokken grondwater. Wel dienen ze als early warning om tijdig maatregelen te kunnen treffen.
- Grondwater wordt gezuiverd tot drinkwater en tijdens de zuivering zullen de concentraties afnemen, afhankelijk van stoffeigenschappen en gebruikte zuiveringstechnologie.

TABEL 5-5: TOP-10 BESTRIJDINGSMIDDELEN EN HUN DRINKWATERNORM, GEZONDHEIDSKUNDIGE STREEFWAARDE EN MAXIMAAL TOELAATBAAR RISICONIVEAU, GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019. ZIE BIJLAGE II VOOR EEN OVERZICHT VAN DE WET- EN REGELGEVING.

Stof	Type	Grenswaarde (µg/l)	Drinkwaternorm (µg/l)	Gezondheidskundige streefwaarde (µg/l)	Ecotoxicologische MTR-waarde(µg/l)
Desphenyl-Chloridazon	Metaboliët, niet humaan relevant	0,1	1,0		
N,N-Dimethylsulfamide (DMS)	Metaboliët, humaan relevant	0,1	0,1		
Bentazon	Bestrijdingsmiddel	0,1	0,1	300 (WHO 2011)	0,6 (GW)
Methyl-Desphenyl-Chloridazon	Metaboliët, niet humaan relevant	0,1	1,0	350 (Baken et al. 2015)	-
2,6-Dichloorbenzamide	Metaboliët, niet humaan relevant	0,1	1,0	52,5 (Schriks et al. 2010)	1000 (OW)
Mecoprop (MCP)		0,1	0,1	10 (WHO 2011)	3,8 (GW)
AMPA	Metaboliët, niet humaan relevant	0,1	1,0	900 (WHO 2011)	0,8 (OW)
Chloridazon	Herbicide, vervallen in 1999	0,1	0,1	700 (Baken et al. 2015)	0,73 (GW)
DEET (N,N-Diethyl-M-Toluamide)	Biocide	0,1	0,1	5250 (Baken et al. 2015)	0,11 (OW)
2-Hydroxy-Atrazine	Metaboliët van herbicide atrazine (verbod '00)	0,1	1,0	200 (WHO 2011)	-

GW=Grondwater streefwaarde (opgelost), OW=Landoppervlaktewateren Indicatief MTR (opgelost).

TABEL 5-6 SPREIDING VAN DE AANGETROFFEN CONCENTRATIES IN GRONDWATER VAN DE BESTRIJDINGSMIDDELEN EN DE MATE VAN OVERSCHRIJDING VAN STREEFWAARDEN IN DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Bestrijdingsmiddelen Concentraties in µg/l	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100	% boven drinkwater-norm	% boven gezond- heidskundige streefwaarde	% boven MTR
Desphenyl-chloridazon	0	0	0	0	0,3	1,1	30,1	5,6	-	-
n,n-Dimethylsulfamide (DMS)	0	0	0	0	0,07	0,1	18,2	7,1	-	-
Bentazon	0	0	0	0	0,03	0,08	4,5	4,3	0	0,6
Methyl-desphenyl-chloridazon	0	0	0	0	0,05	0,2	3,6	1,3	0	-
2,6-dichloorbenzamide (BAM)	0	0	0	0	0,06	0,2	3,8	1,3	0	0
Mecoprop (MCP)	0	0	0	0	0	0,03	0,7	1,3	0	0
AMPA	0	0	0	0	0	0,02	3,0	0,2	0	0,3
Chloridazon	0	0	0	0	0	0	4,1	0,4	0	0,1
DEET (n,n-diethyl-m-toluamide)	0	0	0	0	0	0	0,98	1	0	0,7
2-Hydroxy-atrazine	0	0	0	0	0	0	7,1	0,2	0	-

Geen = geen overschrijding, - = geen streefwaarde bekend

De kwaliteitseis van 0,1 µg/l in drinkwater voor bestrijdingsmiddelen wordt in grondwater met enige regelmaat (tot in 7,1% van de filters) overschreden door de bestrijdingsmiddelen in de top-10 (Tabel 5-6). Naast deze stoffen overschrijden ook de volgende stoffen de drinkwaterkwaliteitseis, in > 1% van de metingen: dithiocarbamaat als cs2, dikegulac-natrium en fluroxypr.

De genoemde afgeleide indicatieve richtlijnen voor humane gezondheidseffecten (Baken et al. 2015, WHO 2011) worden door de bestrijdingsmiddelen niet overschreden in grondwater en er worden dus geen gezondheidskundige risico's verwacht. Dit laat onverlet dat drinkwaterbedrijven extra zuivering moeten toepassen om drinkwater te kunnen produceren uit grondwater waarin een stof de kwaliteitseis overschrijdt.

De bestrijdingsmiddelen chloridazon, DEET (n,n-diethyl-m-toluamide), AMPA en bentazon hebben een kwaliteitseis voor drinkwater én ecologie en overschrijden deze allebei in een beperkt aantal metingen (<1%). Dit geeft aan dat deze stoffen relevant zijn voor zowel de drinkwaterkwaliteit als voor ecosystemen.

Alle stoffen overschrijden minstens eenmaal de drinkwaterkwaliteitseis, maar voor AMPA, chloridazon en 2-hydroxy atrazine is dit in minder dan 0,5% van de metingen het geval. MCP en BAM overschrijden de MTR-waarde niet, waardoor er voor deze stoffen waarschijnlijk geen risico's voor ecosystemen zijn.

Van de metabolieten vormt DMS het grootste risico voor de drinkwaterkwaliteit. DMS wordt gezien als humaan toxicologisch relevante metaboliet, omdat bij gebruik van ozon bij de bereiding van drinkwater omgezet wordt in het zeer toxische NDMA (Schmidt and Brauch

2008). NDMA is genotoxisch, mutageen en carcinogeen en in het Drinkwaterbesluit is een norm voor NDMA gesteld van 12 ng/l. Het RIVM beveelt aan de norm voor drinkwater voor DMS (als relevante metaboliet) op 0,1 µg/l te stellen. Er is geen indicatieve streefwaarde voor drinkwater afgeleid voor DMS. DMS wordt in 90 filters aangetroffen boven de humaan toxicologische grenswaarde van 0,1 µg/l (7,1 % van de metingen). Echter wanneer er geen ozon wordt toegepast bij de bereiding van drinkwater uit grondwater, wordt DMS niet omgezet in NDMA en zijn de risico's voor de gezondheid klein. In de praktijk wordt ozon vooral toegepast bij de bereiding van drinkwater uit oppervlaktewater. De effecten van DMS op ecosystemen zijn onbekend; de stof heeft momenteel nog geen ecotoxicologische MTR-waarde.

BAM is een metaboliet van de bestrijdingsmiddelen 2,6-dichlobenil en fluopicolide. 2,6-dichlobenil (momenteel niet meer toegelaten in de EU) wordt voor 66% omgezet naar BAM, fluopicolide voor 25%. BAM is niet aangetoond in voedingsmiddelen, waardoor de blootstelling via voedsel verwaarloosbaar zal zijn. Voor BAM is door Baken et al. (2015) een indicatieve drinkwaterstreefwaarde van 350 µg/l afgeleid. Deze streefwaarde wordt niet overschreden in grondwater. BAM overschrijdt de indicatieve MTR-waarde van 1000 µg/l voor landoppervlaktewateren niet, waardoor er voor deze stof waarschijnlijk geen risico's voor ecosystemen zijn.

AMPA is het belangrijkste afbraakproduct van glyfosaat, een breed spectrum herbicide wat in de landbouw en bosbeheer en op verhardingen wordt toegepast. Glyfosaat is op dit moment één van de meest gebruikte herbiciden in de wereld. Vanaf begin 2016 is in Nederland het verbod ingegaan op gebruik van chemische middelen voor onkruidbestrijding op verhard terrein voor professionele toepassers (Ministerie van IenM, 2016). Dit is in 2017 uitgebreid naar overige terreinen (groen) recreatieterreinen en sportvelden. Ook is er veel debat op Europees niveau over de classificatie van de carcinogeniteit van glyfosaat. AMPA ontstaat door de transformatie van glyfosaat door micro-organismen in bodem, water en sediment. AMPA is ook een afbraakproduct van andere fosfonaten, die onder andere in koelinstallaties en reinigingsmiddelen worden toegepast (zo'n 10% van AMPA in het milieu). De belangrijkste blootstellingsroute van AMPA is via voedsel. Omdat AMPA en glyfosaat een vergelijkbaar toxicologisch profiel hebben, heeft de WHO een groepsparameter voor deze twee stoffen samen afgeleid van 900 µg/l (WHO 1997). Deze streefwaarde wordt niet overschreden in grondwater. De MTR-waarde wordt in minder dan 1% van de metingen overschreden, waardoor de risico's voor ecosystemen klein zullen zijn.

2-Hydroxy-atrazine is een metaboliet van atrazine die vaker in grondwater dan in oppervlaktewater wordt aangetroffen. Het werkingsmechanisme en het toxicologisch profiel van deze metaboliet verschillen van die van atrazine en andere metabolieten. De WHO heeft een gezondheidskundige drinkwaterrichtlijn van 200 µg/l afgeleid. Deze streefwaarde wordt niet overschreden in grondwater. De effecten van de metaboliet van atrazine op ecosystemen zijn onbekend; de stof heeft momenteel nog geen ecotoxicologische MTR-waarde.

Chloridazon wordt door planten gemetaboliseerd tot hoofdzakelijk desfenyl-chloridazon (metaboliet B) en voor een kleiner aandeel tot methyl-desfenyl-chloridazon (metaboliet B1). Beide stoffen zijn niet meer werkzaam als pesticide en niet humaan toxicologisch relevant. Omdat desfenyl-chloridazon een vergelijkbare of lagere toxiciteit heeft ten opzichte van de moederstof chloridazon, zijn residuen van de som van deze stoffen gereguleerd in voedingsmiddelen en kan de indicatieve drinkwaterrichtlijn voor chloridazon ook als somparameter voor deze twee stoffen gelden. Voor methyl-desphenyl-chloridazon is door Baken et al. (2015) een indicatieve drinkwaterstreefwaarde van 350 µg/l afgeleid. Deze streefwaarde wordt niet overschreden in grondwater. De effecten van de metabolieten van

chloridazon op ecosystemen zijn onbekend; de stof heeft momenteel nog geen ecotoxicologische MTR-waarde.

## 5.6 Conclusies

In deze studie zijn in 60% van 1284 filters bestrijdingsmiddelen of metabolieten aangetroffen. In 19% van de filters overschrijden één of meer bestrijdingsmiddelen en/of humaan toxicologisch relevante metabolieten de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/l binnen het Bkmw. Inclusief de humaan toxicologische niet-relevante metabolieten wordt in 34% van de filters de waarde van 0,1 µg/l overschreden door één of meerdere bestrijdingsmiddelen en/of metabolieten. In 7% van de filters overschrijdt de somconcentratie aan bestrijdingsmiddelen en/of humaan toxicologische relevante metabolieten de Europese waterkwaliteitseis van 0,5 µg/l voor de totale concentratie aan bestrijdingsmiddelen binnen het Bkmw en de Kaderrichtlijn Water. Inclusief de humaan toxicologische niet-relevante metabolieten wordt in 18% van de filters de somconcentratie van 0,5 µg/l overschreden. Bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen in het grondwater in heel Nederland. De hoogste concentraties zijn gevonden in gebieden met bollenteelt (West Nederland) en de uitspoelingsgevoelige bodems van Noord-Brabant en Zuid-Limburg.

De toegelaten bestrijdingsmiddelen bentazon en mecoprop (MCP) (in meer dan 9% van de filters) en de metabolieten DMS en desphenyl-chloridazon zijn het vaakst aangetroffen in grondwater (in meer dan 25% van de filters). Hoewel de waargenomen concentraties in grondwater de waterkwaliteitseisen overschrijden, vormen ze niet direct aanleiding tot humane gezondheidsrisico's, omdat eventuele afgeleide gezondheidkundige streefwaarden niet worden overschreden.

## 6 Farmaceutica

### 6.1 Herkomst

Farmaceutica omvatten de geneesmiddelen (chemische stoffen met een medische werking) en medische hulpstoffen (zoals contrastmiddelen).

Na humaan gebruik van geneesmiddelen, worden deze al dan niet gemetaboliseerd uitgescheiden door het menselijk lichaam en komen in het afvalwater terecht. RWZI's zijn niet specifiek ontworpen om microverontreinigingen zoals geneesmiddelen te verwijderen, zeker de persistente en mobiele stoffen kennen een laag verwijderingspercentage (Verlicchi et al. 2012). Via deze route komen de stoffen in het oppervlaktewater. Daarnaast kunnen veterinaire geneesmiddelen via de mest van behandelde dieren diffuus op het land komen, en uitspoelen naar grondwater. Er is de afgelopen twee decennia veel onderzoek gedaan naar de emissie en het voorkomen van geneesmiddelen in oppervlaktewater (de Voogt et al. 2009, Derksen and ter Laak 2013b, Hofman-Caris et al. 2016, Moermond 2016a, ter Laak et al. 2014, ter Laak et al. 2010). In effluenten en oppervlaktewater wordt een breed scala aan geneesmiddelen en omzettingsproducten geanalyseerd én aangetroffen. Dit betreft voornamelijk humane geneesmiddelen en middelen met zowel humane als veterinaire toepassingen. Concentraties verschillen sterk per stof maar overschrijden regelmatig de signaleringswaarde van 0,1 µg/l die van toepassing is voor onttrokken grondwater voor drinkwaterproductie. Voor grondwater in het algemeen zijn nog geen normen voor farmaceutica vastgesteld.

Deze studies richten zich voornamelijk op humane geneesmiddelen, maar bevatten soms ook middelen die óók alleen veterinair worden toegepast (Derksen and ter Laak 2013a, b). Er zijn minder studies specifiek gericht op diergeneesmiddelen in de waterketen. Van de emissie en uitspoeling van diergeneesmiddelen naar grondwater is dan ook nog maar weinig bekend (Rougoor et al., 2016; Ter Laak en Kools, 2016).

In grondwater worden zowel humane als veterinaire geneesmiddelen onderzocht. De hoeveelheid literatuur over geneesmiddelen in grondwater is echter beperkter dan voor oppervlaktewater. In oppervlaktewater zijn inmiddels meer dan 100 geneesmiddelen aangetroffen. In grondwater is het aantal aangetroffen middelen kleiner. Middelen die typisch in grondwater worden aangetroffen zijn het anti-epilepticum carbamazepine, clofibraat, fenazon en omzettingsproducten van fenazon-type pijnstillers, röntgencontrastmiddelen, sulfonamide antibiotica en het verdovende middel lidocaïne. De laatste kennen twee ook veterinaire toepassingen. Het aantreffen in grondwater heeft vaak te maken met infiltrerend oppervlaktewater, maar kan ook een gevolg zijn van lekkage van riolen of voor bepaalde middelen veterinair gebruik. Het aantreffen van deze stoffen in grondwater wordt bepaald door de initiële concentratie in het oppervlaktewater infiltrerend afvalwater of uitloging uit oude vuilstorten, de mobiliteit en de persistentie van de stof in de betreffende bodem. Het onderscheid tussen veterinaire bronnen en humane bronnen is niet altijd goed te maken (Ter Laak en Kools 2016).

### 6.2 Voorkomen

De farmaceutica, zoals geneesmiddelen en contrastmiddelen die geanalyseerd zijn, zijn te vinden in Bijlage III. Het betreft slechts een klein gedeelte van alle gebruikte geneesmiddelen. Van de 103 farmaceutica zijn 31 stoffen aangetroffen (Figuur 3-1). Het

aantal geanalyseerde filters verschilt sterk tussen de provincies en grondwaterlichamen (Tabel 6-1 en Tabel 6-2). De totaalkaart in Figuur 6-1 geeft het voorkomen van farmaceutica binnen Nederland aan (oranje, het aantal), en of de concentratie hoger is dan de signaleringswaarde (rood, het aantal). Tabel 6-2 en Tabel 6-3 geven de verschillen weer in het aantreffen van farmaceutica boven de signaleringswaarde tussen de provincies en grondwaterlichamen. (Figuur 3-4 en Tabel 6-1). Ze zijn in alle provincies aangetroffen en relatief vaak in de provincies Utrecht en Groningen (>50% van de filters, zie Tabel 6-1). De waargenomen concentraties zijn echter vaak lager dan de signaleringswaarde van 0,1 µg/l voor bronnen van drinkwater uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw), zie paragraaf 2.2.2. Slechts in een klein deel van de filters (7%) zijn één of twee farmaceutische stoffen boven de signaleringwaarde aangetroffen. In Zeeland en Utrecht was dit in zo'n 20% van de filters het geval (Tabel 6-1). Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de provincie Utrecht naar verhouding een groter aantal risicolocaties heeft geanalyseerd waardoor dit beeld vertekend is.

Over het geheel genomen worden farmaceutica minder frequent gemeten en aangetroffen dan bestrijdingsmiddelen (Hoofdstuk 5). Ze zijn ongeveer even frequent gemeten, maar minder vaak aangetroffen dan overige verontreinigende stoffen (Hoofdstuk 7). Dit hangt echter vooral samen met het brede voorkomen van EDTA. Indien EDTA buiten beschouwing wordt gelaten, dan zijn farmaceutica ongeveer even vaak aangetroffen als overige verontreinigende stoffen.

**TABEL 6-1: AANTAL EN PERCENTAGE FILTERS PER PROVINCIE WAAR FARMACEUTICA ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGREN EN AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE.**

Provincie	alle filters		
	Aantal filters	% boven rapportagegrens	% boven signaleringswaarde
DRENTHE	31	22,6	0
FLEVOLAND	56	26,8	3,6
FRIESLAND	54	20,4	1,9
GELDERLAND	114	39,5	4,4
GRONINGEN	36	58,3	13,9
LIMBURG	8	12,5	12,5
NOORD-BRABANT	59	32,2	5,1
NOORD HOLLAND	85	31,8	3,5
OVERIJSEL	66	22,7	6,1
UTRECHT	56	53,6	19,6
ZEELAND	10	30	20
ZUID HOLLAND	58	44,8	10,3
<b>Totaal</b>	<b>633</b>	<b>34,7%</b>	<b>6,8</b>

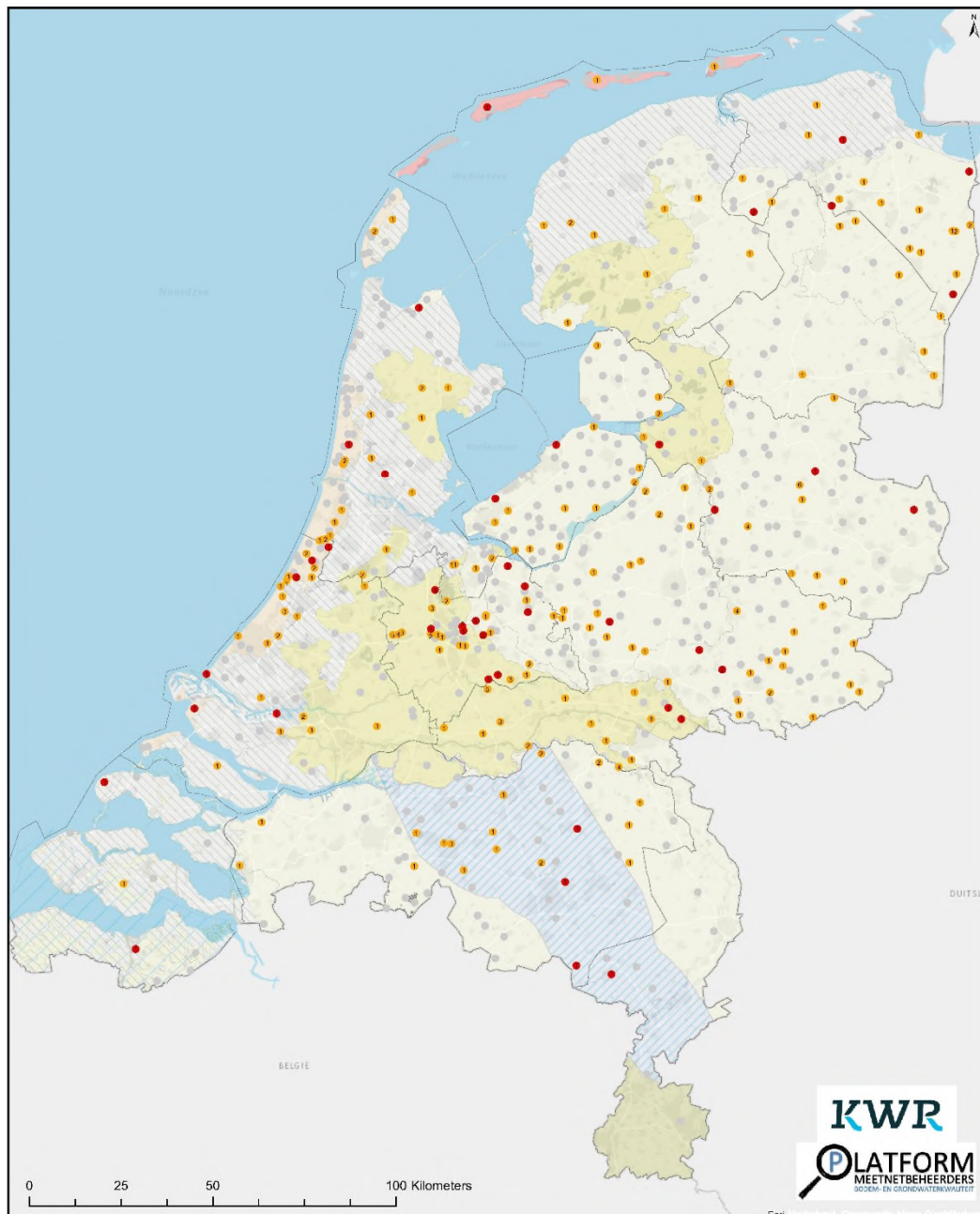
TABEL 6-2: AANTAL EN PERCENTAGEFILTERS PER GRONDWATERLICHAAM WAAR FARMACEUTICA ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENSEN EN SIGNALERINGSWAARDE IN DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Grondwater-lichaam	Omschrijving	alle filters		
		Aantal filters	% boven rapportagegrens	% boven signaleringswaarde
NLGW0001	Zand Eems	27	66,7	11,1
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	20	30	5
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	97	26,8	3,1
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	72	31,9	5,6
NLGW0005	Zand Rijn-West	18	55,6	5,6
NLGW0006	Zand Maas	65	30,8	6,2
NLGW0007	Zout Rijn-Noord	19	31,6	5,3
NLGW0008	Zout Eems	4	25	0
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	10	20	0
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	10	10	0
NLGW0011	Zout Rijn-West	31	38,7	9,7
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	66	59,1	13,6
NLGW0013	Zout Maas	1	100	0
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	19	15,8	5,3
NLGW0016	Duin Rijn-West	60	40	8,3
NLGW0017	Duin Maas	2	0	0
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	1	0	0
NLGWSC0001	Zoetgrondwater in duingebieden	2	50	50
NLGWSC0002	Zoet grondwater in dekzand Zoet grondwater in ondiepe	4	25	0
NLGWSC0003	kreekgebieden	4	50	25
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen	1	0	0
Totaal		533	36,8	7,0

Geneesmiddelen zijn hoofdzakelijk aangetroffen in de gebieden die worden voorzien met oppervlaktewater waarop RWZI-effluent wordt geloosd. Daarbuiten, bijvoorbeeld op de hoge zandgronden van Zuid-Brabant, Oost-Drenthe en Oost-Overijssel, zijn ze nauwelijks aangetroffen (Figuur 6-1). Dit wijst erop dat geneesmiddelen in het grondwater terecht komen als gevolg van infiltrerend oppervlaktewater. Het aantal middelen dat wordt aangetroffen in grondwater is beperkter dan in oppervlaktewater, vanwege verdunning met schoon grondwater, omzetting of retardatie.

Voor enkele waarnemingen, zoals in Oost-Gelderland en de Waddeneilanden (Figuur 6-1), ligt de relatie met infiltrerend oppervlaktewater minder voor de hand. Daar kan sprake zijn van contaminatie van lekkende riolen, uitspoeling van vuilstort en of nog onbekende oorzaken. Om de herkomst van farmaceutica in grondwater te achterhalen is locatie-specifiek onderzoek vereist. Het globale verband tussen lekkende riolen en farmaceutica in grondwater kan in principe op basis van de dataset worden aangetoond, maar dat vereist aanvullende informatie over de omgeving van de meetlocaties.





<p><b>Meetpunt KRW en niet-KRW Perceel 3</b></p>	<p><b>Totaalkaart Geneesmiddelen Aantal stoffen met overschrijdingen van de signaleringswaarde of detectielimiet</b></p>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>● &lt; Detectielimiet</li> <li>● &gt; Detectielimiet, getal = aantal stoffen</li> <li>● &gt; Signaleringswaarde, getal = aantal stoffen</li> </ul>	<p>Combinatiekaart 2016 en 2018 met de meest actuele gegevens. De kaart toont een transparante thematische achtergrond met de KRW grondwaterlichamenen provincies.</p>								
	<table border="1"> <tr> <td>GIS operator:</td> <td>B.W. Roterman</td> </tr> <tr> <td>GIS operator:</td> <td>S.E.M. Ros</td> </tr> <tr> <td>Datum:</td> <td>11/05/2020</td> </tr> <tr> <td>Versie:</td> <td>1</td> </tr> </table>	GIS operator:	B.W. Roterman	GIS operator:	S.E.M. Ros	Datum:	11/05/2020	Versie:	1
GIS operator:	B.W. Roterman								
GIS operator:	S.E.M. Ros								
Datum:	11/05/2020								
Versie:	1								

FIGUUR 6-1: TOTAALKAART VOOR FARMACEUTICA IN GRONDWATER MET AANGEGEVEN HET AANTAL AANGETROFFEN STOFFEN (GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019). MERK OP DAT IN DE LEGENDA "DETECTIELIMIET" STAAT VERMELD, MAAR DAT DIT "RAPPORTAGEGREN" MOET ZIJN.

### 6.3 Top-10 farmaceutica

De top-10 farmaceutica is geselecteerd op basis van het aantreffen in meer dan 1% van de metingen op basis van de data van de gecombineerde meetronde 2015-2016 en 2018-2019. De top-10 farmaceutica bestaat uit één hormoonverstorende stof (Bisfenol-a), één hormoon (17 $\beta$ -estradiol), drie pijnstillers, twee anti-epileptica, één antibioticum en twee röntgencontrastmiddelen (Tabel 6-3). In Bijlage XI (Excel) staan de verschillen voor de top-10 farmaceutica per provincie en grondwaterlichaam weergegeven.

TABEL 6-3: VEELVOORKOMENDE GENEESMIDDELEN, RÖNTGENCONTRASTMIDDELEN EN HORMONEN IN DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

	Farmaceutica	Type	# filters	# boven rapportagegrens	% boven rapportagegrens	# boven signaleringswaarde	% boven signaleringswaarde
1	Bisfenol-a	Bestanddeel van kunststoffen met hormoonverstorende werking	631	119	18,9	12	1,9
2	Fenazon (antipyrine)	Pijnstiller	631	43	6,8	5	0,8
3	Carbamazepine	Anti-epilepticum	631	36	5,7	6	1,0
4	17beta-estradiol	Hormoon	631	27	4,3	2	0,3
5	Paracetamol	Pijnstiller	631	23	3,6	3	0,5
6	Primidon	anti-epilepticum	631	19	3,0	0	0,0
7	Sulfadimidine	Antibioticum	631	17	2,7	5	0,8
8	Jopamidol	Röntgencontrastmiddel	631	14	2,2	2	0,3
9	Jopromide	Röntgencontrastmiddel	631	14	2,2	2	0,3
10	Diclofenac	Pijnstiller/ ontstekingsremmer	631	8	1,3	1	0,2

De stoffen die het vaakst zijn aangetroffen in de filters zijn fenazon (7%) en carbamazepine (6%). Deze stoffen en sulfadimidine, overschrijden het vaakst de signaleringswaarde met vijf of meer keer (>0,8% van de metingen). Naast fenazon komen nog twee pijnstillers voor in deze top-10, namelijk paracetamol en diclofenac. Het gebruik van deze farmaceutica is groot, waardoor de emissies naar het milieu ook groot kunnen zijn (de Voogt et al. 2009).

#### 6.3.1 Bisfenol-a

De stof is één van de meest geproduceerde chemicaliën ter wereld. De stof wordt gebruikt als hulpstof in kunststoffen en coatings en fungeert als vlamvertrager en oplosmiddel. Het zit in veel producten, zoals bouwmaterialen (verf en coatings van leidingen), elektronica, verpakkingsmateriaal van voedsel, speelgoed, kassabonnen en medische hulpmiddelen. Bisfenol-a (BPA) heeft hormoonverstorende eigenschappen, maar wordt niet specifiek gebruikt in farmaceutische toepassingen. De stof wordt met name gebruikt in plastic verpakkingsmateriaal. Patiënten in de zorg kunnen aan BPA worden blootgesteld omdat BPA wordt toegepast in medische hulpmiddelen, zoals infuusapparatuur, implantaten, katheters en tandheelkundige materialen.

Van bisfenol-a is bekend dat ze invloed kan hebben op hormoonssystemen. Er is voor deze stof nog geen gezondheidskundige richtlijn afgeleid. Ook is er veel debat over hoe om te

gaan met dergelijke hormoonverstorende stoffen. De Europese Autoriteit voor voedselveiligheid EFSA heeft in 2015 een maximale veilige inname van 4 µg/kg/dag afgeleid voor bisfenol-a. Dit leidt bij standaard aannames tot een indicatieve veilige concentratie in drinkwater van 28 µg/l. Wel zijn er recent dierstudies uitgevoerd die aangeven dat BPA mogelijk het immuunsysteem van de ongeboren vrucht of jonge kinderen kan schaden bij een lager blootstellingsniveau dan het niveau waarop de huidige normen zijn gebaseerd. Dit is momenteel onder de aandacht bij RIVM en EFSA en zal leiden tot een herziene veilige dagelijkse inname in 2018.

Bisphenol-a is aangetroffen in elf provincies. De stof werd in 119 filters aangetroffen, waarvan 12 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,005 tot 1,6 µg/l (gemiddeld 0,07 µg/l). De aangetroffen concentraties zijn dus beduidend lager dan de indicatieve veilige concentratie van 28 µg/l zoals hierboven vermeld.

### 6.3.2 Fenazon

Fenazon is een pijnstiller (antipyrene) die op grote schaal is gebruikt maar momenteel niet meer is toegelaten. Fenazon is mobiel en persistent waardoor deze stof nog steeds in oeverfiltraat is terug te vinden (Derksen and ter Laak 2013a). In oppervlaktewater wordt de stof aangetroffen in lage concentraties tot 0,02 µg/l (Moermond, 2016). De stof is in 43 filters aangetroffen, waarvan 5 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,47 µg/l (gemiddeld 0,06 µg/l). De pijnstiller is aangetroffen in 8 provincies en is het vaakst aangetroffen in Utrecht (16% van de filters). Fenazon is het vaakst aangetroffen in het grondwaterlichaam NLGW00012 (Deklaag Rijn-West), alle overschrijdingen zijn hier ook gevonden. De locaties zijn sterk beïnvloed door infiltrerend oppervlaktewater.

### 6.3.3 Carbamazepine

Carbamazepine is een anti-epilepticum. De stof wordt slecht verwijderd in RWZI's (9%) en wordt door zijn mobiele en persistente eigenschappen veelvuldig in oppervlaktewater aangetroffen (gemiddeld met een concentratie van 0,1 µg/l) (Moermond 2016b). Carbamazepine is op de markt sinds de jaren 70 en wordt nog steeds toegepast. Carbamazepine is aangetroffen in negen provincies. In het grondwater wordt de stof in 36 filters aangetroffen, waarvan zes keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,59 µg/l (gemiddeld 0,06 µg/l). Het anti-epilepticum is net als fenazon, met name aangetroffen in het grondwaterlichaam Deklaag Rijn-West NLGW00012. Dit grondwaterlichaam wordt beïnvloed door oppervlaktewater uit het Rijnstroomgebied waar deze stof al decennia in zit.

### 6.3.4 17β-estradiol

17β-estradiol is een natuurlijk, vrouwelijk hormoon. Het middel kent een zeer laag voorgeschreven gebruiksvolume (Stichting Farmaceutische Kengetallen), maar wordt wel gekenmerkt door een hoge natuurlijke uitscheiding door de vrouwelijke bevolking en vee. 17β-estradiol is behoorlijk hydrofoob ( $\log K_{ow} = 3,67$ ) waardoor ze goed aan organisch materiaal in bodem sorbeert en bij emissie naar bodem beperkte uitspoeling wordt verwacht. Het ligt daarom niet in de lijn der verwachting dat deze stof op grote schaal en in hoge concentraties in grondwater voorkomt.

17 β-estradiol is als enige hormoon uit het geanalyseerde stoffenpakket aangetroffen, namelijk in 4,3% van alle filters en in concentraties variërend van 0,001 tot 2,4 µg/l (gemiddeld 0,11 µg/l). De stof heeft een lage rapportagegrens (tot 0,002 µg/l) en overschrijdt de signaleringswaarde van 0,1 µg/l in totaal twee keer. Het hormoon is in zes

provincies aangetroffen, het vaakst aangetroffen in Gelderland (14% van de filters) en overschrijdt de signaleringswaarde in de grondwaterlichamen (NLGW0001) en (NLGW0007). Gegeven de matige oplosbaarheid van 17  $\beta$ -estradiol wordt nadere analyse van deze resultaten en/of contra-expertise aanbevolen.

### 6.3.5 Paracetamol

Paracetamol is een pijnstillert en één van de meest gebruikte geneesmiddelen. De stof werd in 23 filters aangetroffen, waarvan drie keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,54  $\mu\text{g/l}$  (gemiddeld 0,07  $\mu\text{g/l}$ ). De stof wordt doorgaans goed door RWZI's verwijderd en breekt snel af in het milieu. Desondanks is paracetamol vanwege het hoge en continue gebruik toch relatief vaak (ten opzichte van andere farmaceutica) aangetroffen. Mogelijk spelen lekkende riolen daar ook een rol in. De gemiddelde concentratie van paracetamol in oppervlaktewater is 0,13  $\mu\text{g/l}$  (Moermond 2016b). Paracetamol is in het grondwater van zes provincies aangetroffen, met name in Groningen (17% van de filters).

### 6.3.6 Primidon

Primidon is een anti-epilepticum dat tevens voorgeschreven kan worden tegen essentiële tremoren. De stof werd in 19 filters aangetroffen, maar niet boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,07  $\mu\text{g/l}$  (gemiddeld 0,02  $\mu\text{g/l}$ ). Primidon is in acht provincies aangetroffen.

### 6.3.7 Sulfadimidine

Sulfadimidine is een antibacterieel veterinair geneesmiddel dat wordt toegepast op vee, zoals varkens, konijnen en kippen. Het middel beschermt tegen ziekten en bevordert de groei en voedselopname. De stof is mobiel en persistent (Schmitt e.a., 2017) en is in 17 filters aangetroffen, waarvan vijf keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 1,60  $\mu\text{g/l}$  (gemiddeld 0,26  $\mu\text{g/l}$ ). Het geneesmiddel is in het grondwater van zes provincies aangetroffen, meestal op zandgronden. Het is waarschijnlijk dat de oorsprong van deze stof aan veterinair gebruik is toe te schrijven. Omdat de meeste antibiotica met uitsluitend veterinaire toepassingen in het verleden ook in de humane geneeskunde zijn gebruikt, is het niet uit te sluiten dat de aangetroffen stof van historisch humaan gebruik afkomstig is.

### 6.3.8 Jopamidol

Jopamidol is een röntgencontrastmiddel, dat op grote schaal wordt toegepast in röntgenonderzoek. Het röntgencontrastmiddel is persistent en wordt veelvuldig aangetroffen in oppervlaktewater in concentraties van gemiddeld 0,2  $\mu\text{g/l}$  (Moermond 2016b). De stof werd in 14 filters aangetroffen, waarvan twee keer boven de signaleringswaarde. Het vaakst wordt de stof aangetroffen in Overijssel (6% van de filters), alle overschrijdingen zijn ook hier gevonden. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,89  $\mu\text{g/l}$  (gemiddeld 0,11  $\mu\text{g/l}$ ). Waarschijnlijk komen röntgencontrastmiddelen hoofdzakelijk in het grondwater terecht door infiltrerend oppervlaktewater.

### 6.3.9 Jopromide

Jopromide is een röntgencontrastmiddel, dat op grote schaal wordt toegepast in röntgenonderzoek. De stof werd in 14 filters aangetroffen, waarvan twee keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,17  $\mu\text{g/l}$  (gemiddeld 0,05  $\mu\text{g/l}$ ). In de meeste filters waar jopromide is aangetroffen is invloed van infiltrerend oppervlaktewater vermoedelijk de oorzaak. Jopromide wordt het vaakst aangetroffen in Zuid-Holland (9% van de filters).

### 6.3.10 Diclofenac

Diclofenac is een pijnstiller en één van de meest gebruikte geneesmiddelen. De stof wordt slecht verwijderd in RWZI's (29% rendement). De stof wordt veelvuldig aangetroffen in oppervlaktewater (gemiddelde concentratie van 0,07 µg/l) (Moermond 2016b) en staat vanwege zijn ecotoxicologische eigenschappen op de Europese Watchlist (JRC 2014). De stof werd in acht filters aangetroffen, waarvan één keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,21 µg/l (gemiddeld 0,04 µg/l). De stof wordt het vaakst aangetroffen in Utrecht (in 7% van de metingen) en daar werd ook de enige overschrijdingen van de signaleringswaarde aangetroffen. In de meeste filters waar diclofenac is aangetroffen, is invloed van infiltrerend oppervlaktewater vermoedelijk de oorzaak.

### 6.4 Andere stoffen boven de signaleringswaarde

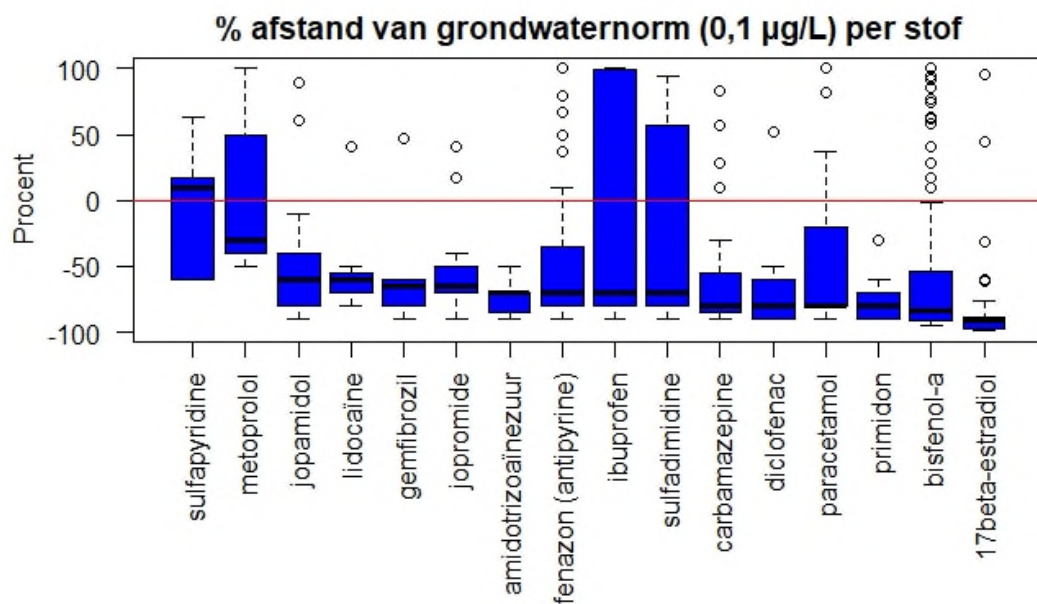
Naast de stoffen uit de top-10 zijn andere farmaceutica in één tot drie filters aangetroffen boven de signaleringswaarde. Deze stoffen zijn opgesomd in Tabel 6-4:.

TABEL 6-4: FARMACEUTICA AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE (EN NIET OPGENOMEN IN TABEL 6-3) IN 2018-2019.

<i>Gemfibrozil</i>	<i>Jomeprol</i>	<i>Hydrochloorthiazide*</i>	<i>Caffeïne</i>
<i>Lidocaïne</i>	<i>Sulfamethoxazol</i>	<i>Furosemide*</i>	<i>Naproxen</i>
<i>Amidotrizoaininezuur</i>	<i>Oxytetracycline*</i>	<i>Sulfamerazin</i>	<i>Sotalol</i>
<i>Ibuprofen</i>	<i>Salicylzuur*</i>	Clindamycine	
<i>Sulfapyridine</i>	<i>Johexol</i>	Ethinylestradiol	
<i>Metoprolol</i>	<i>Cefuroxim*</i>	<i>Irbesartan</i>	

\*Mogelijke uitbijters, zie paragraaf 6.5 opmerkelijke bevindingen.

In Figuur 6-2 staat voor elke stof met landelijk minstens vier metingen boven de rapportagegrens, hoeveel procent van de concentraties hoger of lager dan de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/l waren. De afstand tot de kwaliteitseis is uitgedrukt in procenten en kan daarmee als maat voor doelbereik gezien worden. Geen enkel farmaceuticum overschreed in alle geanalyseerde filters de signaleringswaarde. De meeste farmaceutica (op twee na), zijn in de ene filter onder en in de andere boven de kwaliteitseis waargenomen, met soms hoge uitschieters tot ver boven de waterkwaliteitseis. Alleen de concentraties van amidotrizoaininezuur en primidon waren in alle geanalyseerde filters lager dan de kwaliteitseis, voor vijf andere stoffen was dat meestal het geval.



FIGUUR 6-2: SPREIDING VAN WAARGENOMEN CONCENTRATIES VAN FARMACEUTICA UITGEDRUKT IN RELATIEVE VERSCHIL TOT DE SIGNALERINGSWAARDE (0,1 µg/L).

### 6.5 Opmerkelijke bevindingen

In deze studie zijn 633 filters geanalyseerd op farmaceutica. Hierbij bestaat, ondanks alle moeite die gepleegd is rond accreditatie en kwaliteitsborging, de kans op een “vals positieve” waarneming. Bij opmerkelijke resultaten is contra-expertise aan te bevelen voor verificatie van de resultaten.

- Een aantal farmaceutica is zeer beperkt aangetroffen, maar soms wel in hoge concentraties. Zoals reeds door Sjerps e.a. (2017) opgemerkt, is oxytetracycline twee maal aangetroffen in Utrechts grondwater en eenmaal in Zeeland. De concentraties zijn hoog (0,7 tot 0,9 µg/l). Omdat oxytetracycline sterk sorbeert aan bodemdeeltjes en sediment, zijn deze bevindingen niet verwacht (Loke et al. 2002, ter Laak et al. 2006). Ook waarnemingen van stoffen die slechts een of twee keer worden aangetroffen in relatief hoge concentraties zijn opmerkelijk. Dit betreft salicylzuur (11 µg/l en 110 µg/l), cefuroxim (7 µg/l), hydrochloorthiazide (2,1 µg/l) en furosemide (1,3 µg/l). Mogelijk zijn de monsters niet goed voorbehandeld, zodat de waargenomen concentraties niet representatief zijn.
- Hydrochloorthiazide en furosemide komen in combinatie met nog een aantal andere humane geneesmiddelen in hoge concentraties voor in één enkel monster nabij een RWZI. De aanwezigheid van deze stoffen is waarschijnlijk het gevolg van de specifieke locatie met grote invloed van (effluent van) een RWZI. De aanwezigheid van hoge concentraties van het humane antibioticum cefuroxim is ook opvallend. Cefuroxim adsorbeert waarschijnlijk minder aan bodemdeeltjes. Echter, een eenmalige waarneming van maar liefst 7 µg/l is onwaarschijnlijk. Nadere analyse van resultaten en/of contra-expertise wordt voor deze stoffen aanbevolen. Mogelijk zijn de monsters niet goed voorbehandeld, zodat de waargenomen concentraties niet representatief zijn.



## 6.6 Gezondheidskundige risico's

Voor farmaceutica zijn geen wettelijke drinkwaternormen opgesteld (zie paragraaf 2.2.2), en zijn beperkte gezondheidskundige richtlijnen beschikbaar. Wel zijn er altijd effectieve doseringen bekend bij toediening ter bestrijding of verlichting van ziektes. Deze stof-specifieke richtlijnen voor geneesmiddelen voor humane gezondheidseffecten zijn doorgaans hoger dan de signaleringswaarde van 0,1 µg/l voor onttrokken grondwater en de signaleringsparameter van 1,0 µg/l voor drinkwater (Houtman et al. 2014). Daarnaast ligt de grenswaarde waar effecten kunnen optreden bij contrastmiddelen vele malen hoger dan de geneesmiddelen.

Röntgencontrastmiddelen worden bij radiologisch onderzoek in ziekenhuizen intraveneus toegediend via een injectie of een infuus. Gemiddeld wordt 35 à 40% van de toegediende dosis uitgescheiden binnen 1 uur, 80 à 90% binnen 8 uur en meer dan 90% in de periode tot 96 uur. Deze middelen worden via RWZI-effluent naar het oppervlaktewater getransporteerd. De indicatieve streefwaarden voor drinkwater van röntgencontrastmiddelen zijn in de orde grootte 300-1000 mg/l. De inname van deze middelen via drinkwater is nihil ten opzichte van de dosis die gangbaar is bij gebruik van deze stof als farmaceutische middel.

Het RIVM heeft streefwaarden afgeleid voor carbamazepine, metoprolol en metformine in oppervlaktewater voor de productie van drinkwater (Moermond 2014). Deze waarden liggen boven de signaleringsparameter van 1,0 µg/l voor overige antropogene stoffen in drinkwater. In de studie van ter Laak et al. (2016) werden de afgeleide ecotoxicologische milieukwaliteitstandaard (AA-EQS) voor carbamazepine, diclofenac en ibuprofen gebruikt. 17β-estradiol heeft een indicatieve MTR voor landoppervlaktewateren (Tabel 6-5:).

Van de aangetroffen farmaceutica wordt de signaleringswaarde voor antropogene stoffen in drinkwater overschreden door 17β-estradiol en sulfadimidine (Tabel 6-6:). Voor deze stoffen is het aan te raden een risicobeoordeling uit te voeren. Gezondheidskundige streefwaarden worden echter niet overschreden, waardoor de aanwezige concentraties in grondwater naar verwachting niet leiden tot nadelig gezondheidseffecten voor mensen. Desondanks is de aanwezigheid van deze stoffen in de bronnen voor de drinkwatervoorziening uit voorzorg ongewenst.

De beschikbare MTR-waarden worden eenmaal overschreden door carbamazepine, 17β-estradiol en diclofenac (Tabel 6-6:). Dit betekent dat de risico's van de aangetroffen farmaceutica in grondwater laag zijn voor ecosystemen.



TABEL 6-5: TOP-10 FARMACEUTICA EN HUN SIGNALERINGSWAARDE VOOR DRINKWATER, GEZONDHEIDSKUNDIGE STREEFWAARDE EN JAARGEMIDDELDE MILIEUSTANDAARD, GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Stof	Grondwaterkwaliteitseis (µg/l)	Signaleringswaarde voor drinkwater (1 µg/l)	Gezondheidskundige streefwaarde (µg/l)	Jaargemiddelde milieu-standaard (µg/l)
Fenazon (Antipyrine)	0,1	1,0	125 (Versteegh et al. 2007)	-
Carbamazepine	0,1	1,0	50 (Versteegh et al. 2007)	0,5 (OW-JG)
17beta-Estradiol	0,1	1,0	-	1,43E-01 (OW)
Paracetamol	0,1	1,0	150 (Versteegh et al. 2007)	-
Primidon	0,1	1,0	-	-
Sulfadimidine	0,1	1,0	-	-
Jopamidol	0,1	1,0	415 000 (Schriks et al. 2010)	-
Jopromide	0,1	1,0	250 000 (Schriks et al. 2010)	-
Diclofenac	0,1	1,0	7,5 (Versteegh et al. 2007)	0,05 (OW-JG)

OW = Landoppervlaktewateren Indicatief MTR (opgelost), OW-JG = Landoppervlaktewateren wettelijk JG-MKN (totaal)

TABEL 6-6: SPREIDING VAN DE AANGETROFFEN CONCENTRATIES IN GRONDWATER VAN DE FARMACEUTICA EN DE MATE VAN Overschrijding VAN STREEFWAARDEN IN DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Farmaceutica (µg/l)	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100	Gem. conc (µg/l)	% boven signaleringswaarde voor drinkwater (1 µg/l)	% boven gezondheidskundige streefwaarde	% boven MTR
Fenazon (Antipyrine)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	0,47	0,06	0	0%	-
Carbamazepine	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,59	0,06	0	0%	0,2
17beta-Estradiol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	2,4	0,11	0,2	-	0,3
Paracetamol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,54	0,07	0	0%	-
Primidon	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	0,02	0	-	-
Sulfadimidine	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,6	0,26	0,2	-	-
Jopromide	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,17	0,05	0	0%	-
Jopamidol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,89	0,11	0	0%	-
Diclofenac	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,21	0,04	0	0%	0,2

## 6.7 Conclusies

Farmaceutica hebben geen waterkwaliteitseis in grondwater. In dit rapport zijn ze daarom getoetst aan de signaleringswaarde van 0,1 µg/l voor onttrokken grondwater voor drinkwaterproductie uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw). Deze signaleringswaarden hebben geen wettelijke status voor grondwater in het algemeen. De toetsing heeft daarom enkel tot doel om potentiële risico's te identificeren en stoffen te kunnen prioriteren voor beleid en monitoring.

Farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen) zijn in éénderde van de 633 filters aangetroffen. Doordat farmaceutica vooral via het RWZI-effluent in het milieu terecht komen, zijn farmaceutica het vaakst in het grondwater van wateraanvoergebieden aangetroffen. De

concentraties zijn echter vaak lager dan de signaleringswaarde van 0,1 µg/l voor bronnen van drinkwater. Slechts in een klein deel van de filters (7%) werd de signaleringswaarde voor één of twee farmaceutische stoffen overschreden. In Zeeland en Utrecht was dit in zo'n 20% van de filters het geval. Het betrof meestal sulfapyridine, metoprolol, ibuprofen, fenazon, sulfimidine en paracetamol. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de Provincie Utrecht naar verhouding veel risico-locaties heeft bemonsterd en geanalyseerd op farmaceutica.

Farmaceutica zijn minder frequent aangetroffen dan de bestrijdingsmiddelen en overige verontreinigende stoffen. De meest voorkomende farmaceutica in grondwater zijn fenazon en carbamazepine (in meer dan 5% van de filters). Hoewel de risico's van farmaceutica in grondwater klein zijn, is de aanwezigheid van deze stoffen in de bronnen voor de drinkwatervoorziening vanuit het streven naar onberispelijk drinkwater ongewenst. Gezien de invloed van infiltrerend oppervlaktewater kunnen maatregelen gezocht worden in het oppervlaktewaterkwaliteitsbeleid. Zo zijn binnen het uitvoeringsprogramma van de ketenaanpak medicijnresten uit oppervlaktewater een aantal maatregelen voorgesteld om de milieubelasting van farmaceutica te verminderen. Eén van de perspectievolle maatregelen uit dit uitvoeringsprogramma is het verhogen van het zuiveringsrendement voor microverontreinigingen uit RWZI-influent (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/beleidsnotas/2019/02/12/ketenaanpak-medicijnresten-uit-water>).

## 7 Overige verontreinigende stoffen

### 7.1 Herkomst

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

### 7.2 Voorkomen

De geanalyseerde overige verontreinigende stoffen zijn weergegeven in Bijlage III. Tabel 7-1 geeft per provincie de aantallen filters waarin overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen boven de rapportagegrens en signaleringswaarde. Tabel 7-2 zijn deze aantallen geaggregeerd voor grondwaterlichamen. De totaalkaart in Figuur 7-1 geeft het voorkomen van overige verontreinigende stoffen in grondwater binnen Nederland aan (oranje, het aantal), en of de concentratie hoger is dan de signaleringswaarde (rood, het aantal). Figuur 7-2 geeft een soortgelijke kaart, maar dan zonder EDTA.

Van de 124 geanalyseerde stoffen zijn er 70 aangetroffen boven de rapportagegrens (Figuur 3-1). Dit betreft 71% van de 639 filters uit de data van de gecombineerde meetronde 2015-2016 en 2018-2019 (Figuur 3-4). In meer dan de helft van deze filters is EDTA waargenomen. Wanneer we EDTA uitsluiten zijn in 43% van de filters overige verontreinigende stoffen aangetroffen. In 30% van de filters was de concentratie van één of meer stoffen hoger dan de signaleringswaarde (0,1 µg/l) voor bronnen voor de drinkwatervoorziening uit het Bkmw. Incidenteel zijn in hetzelfde filter meer dan 2 stoffen boven de signaleringswaarde aangetroffen. Deze filters zijn afkomstig uit Flevoland, Noord-Brabant en Zuid-Limburg (Figuur 7-2).

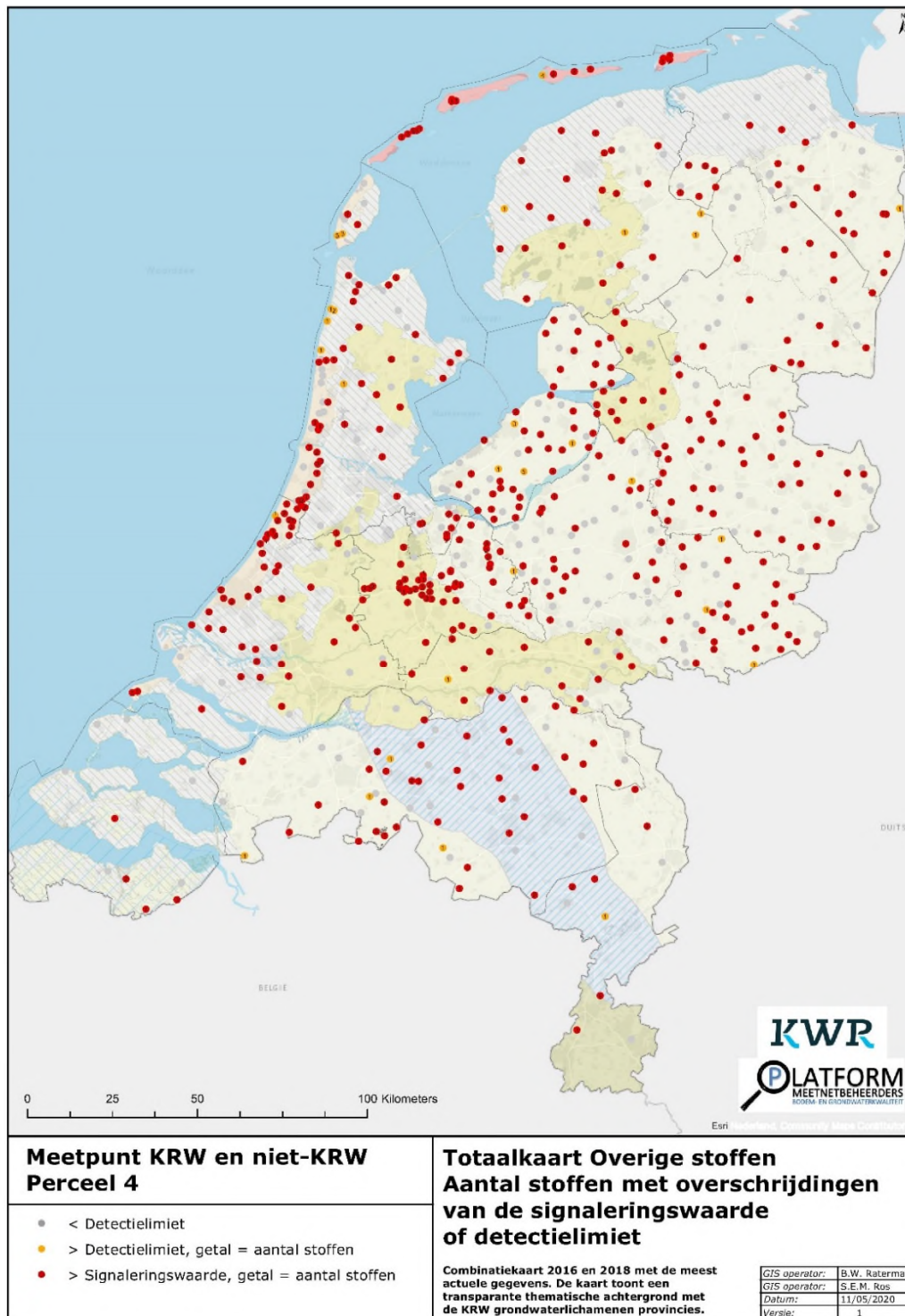
In ongeveer 50% van alle geanalyseerde filters zijn overige verontreinigende stoffen aangetroffen, vaak in concentraties boven de signaleringswaarde. In alle provincies zijn overige verontreinigende stoffen aangetroffen (waarneming boven rapportagegrens), het vaakst in de provincies Overijssel, Utrecht en Zuid-Holland (>75%). Hierbij dient opgemerkt te worden dat de Provincie Utrecht naar verhouding veel risicolocaties heeft bemonsterd en geanalyseerd. In Zeeland en Limburg zijn slechts 10 tot 12 filters geanalyseerd op overige verontreinigende stoffen en zijn deze stoffen op relatief weinig locaties aangetroffen. In de overige provincies zijn in ongeveer de helft van de genomen filters overige verontreinigende stoffen aangetroffen (Tabel 7-1).

TABEL 7-1: AANTAL EN PERCENTAGE FILTERS PER PROVINCIE WAAR OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENSEN OF BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE.

Provincie	Alle overige stoffen			Alle overige stoffen behalve EDTA	
	Aantal filters	% boven rapportagegrens	% boven signaleringswaarde	% boven rapportagegrens	% boven signaleringswaarde
DRENTHE	31	48,4	48,4	16,1	16,1
FLEVOLAND	56	75	67,9	50	33,9
FRIESLAND	54	74,1	64,8	40,7	31,5
GELDERLAND	114	62,3	57,9	29,8	16,7
GRONINGEN	37	64,9	62,2	35,1	18,9
LIMBURG	12	66,7	50	58,3	33,3
NOORD-BRABANT	59	71,2	64,4	47,5	32,2
NOORD-HOLLAND	85	62,4	54,1	44,7	29,4
OVERIJSEL	67	79,1	79,1	29,9	28,4
UTRECHT	56	91,1	89,3	67,9	53,6
ZEELAND	10	40	40	20	20
ZUID-HOLLAND	58	87,9	86,2	63,8	43,1
<b>Totaal</b>	<b>639</b>	<b>71,1</b>	<b>66,4</b>	<b>42,6</b>	<b>29,9</b>

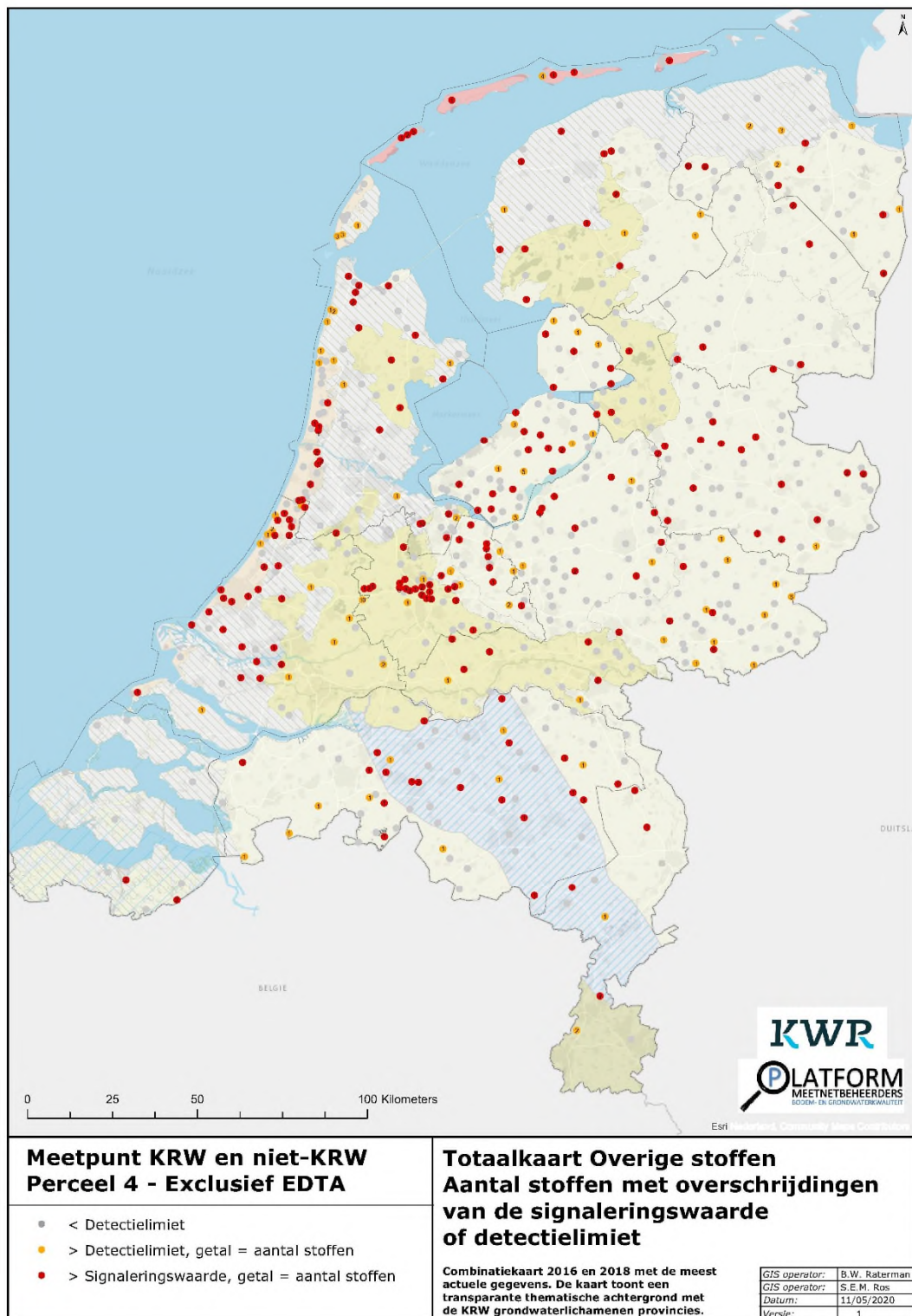
TABEL 7-2: AANTAL EN PERCENTAGE FILTERS PER GRONDWATERLICHAAM WAAR OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENSEN OF BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE.

Grondwater- lichaam	Omschrijving	alle stoffen			alle stoffen behalve EDTA	
		Aantal filters	% boven rappor- tagegrens	% boven signalerings- waarde	% boven rappor- tagegrens	% boven signalerings- waarde
NLGW0001	Zand Eems	27	70,4	66,7	33,3	22,2
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	21	71,4	61,9	38,1	28,6
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	97	71,1	68,0	29,9	18,6
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	72	63,9	56,9	43,1	27,8
NLGW0005	Zand Rijn-West	18	83,3	83,3	55,6	27,8
NLGW0006	Zand Maas	68	72,1	64,7	48,5	33,8
NLGW0007	Zout Rijn-Noord	18	61,1	55,6	38,9	22,2
NLGW0008	Zout Eems	4	50,0	50,0	50,0	25,0
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	10	60,0	50,0	30,0	20,0
NLGW0010		10	80,0	80,0	10,0	10,0
NLGW0011	Zout Rijn-West	31	67,7	64,5	48,4	35,5
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	68	76,5	75,0	48,5	36,8
NLGW0013	Zout Maas	1	100,0	100,0	100,0	0,0
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	19	78,9	73,7	42,1	36,8
NLGW0016	Duin Rijn-West	56	75,0	62,5	57,1	35,7
NLGW0017	Duin Maas	2	100,0	100,0	50,0	50,0
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	2	50,0	50,0	50,0	0,0
NLGWSC0001		2	0,0	0,0	0,0	0,0
NLGWSC0002	Zoet grondwater in dekzand	4	75,0	50,0	50,0	25
NLGWSC0003	Zoet grondwater in kreekgebieden	3	66,7	66,7	33,3	33,3
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen	2	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal</b>		<b>535</b>	<b>71%</b>	<b>65%</b>	<b>42%</b>	<b>28,4</b>



FIGUUR 7-1: TOTAALKAART VAN HET MEETPAKKET OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN (INCLUSIEF EDTA) MET AANGEGEVEN HET AANTAL AANGETROFFEN STOFFEN, GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019. MERK OP DAT IN DE LEGENDA "DETECTIELIMIET" STAAT VERMELD, MAAR DAT DIT "RAPPORTAGEGREN" MOET ZIJN.





FIGUUR 7-2: TOTAALKAART VAN HET MEETPAKKET OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN EXCLUSIEF EDTA, GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019. MERK OP DAT IN DE LEGENDA "DETECTIELIMIET" STAAT VERMELD, MAAR DAT DIT "RAPPORTAGEGRENSEN" MOET ZIJN.



## 7.3 Top-10 Overige verontreinigende stoffen

### 7.3.1 Overzicht

De top-10 Overige verontreinigende stoffen is samengesteld aan de hand van de mate van aantreffen van de stof (meer dan 3,5% van de metingen) die de signaleringswaarde van 0,1 µg/l minstens één keer overschreden (zie paragraaf 2.3). De top-10 Overige verontreinigende stoffen bestaat uit weekmakers, oplosmiddelen, andere hulpstoffen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). In Bijlage XI (Excel) staan de verschillen, hier alleen voor de top-10 overige verontreinigende stoffen per provincie en grondwaterlichaam.

TABEL 7-3 VEEL VOORKOMENDE STOFFEN UIT DE CATEGORIE OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN IN DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

	Stof	Type	Aantal monsters	Aantal boven rapportage-grens	Percentage boven rapportage-grens	Aantal boven signalerings-waarde	Percentage boven signalerings-waarde
1	EDTA	Complexator, chelerende verbinding	612	367	60	367	60
2	Tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat (TCPP)	Weekmaker	637	57	8,9	46	7,2
3	Perfluorooctaan-2-yl-1,1-difluoorethaan (PFOS)	Hulpstof in de bereiding van teflon	637	54	8,5	14	2,2
4	Fenantreen	PAK	637	37	5,8	5	0,8
5	Tolueen	Oplosmiddel	637	33	5,2	33	5,2
6	Perfluorooctaansulfonaat (PFOS)	Hulpstof in de bereiding van teflon	637	26	4,1	1	0,2
7	1,3-xyleen	Oplosmiddel	637	26	4,1	20	3,1
8	Tetrahydrofuraan	Oplosmiddel	637	24	3,8	21	3,3
9	1,2-xyleen	Oplosmiddel	637	24	3,8	9	1,4
10	Fluorantheen	PAK	637	22	3,5	2	0,3
11	Pyreen	PAK	637	22	3,5	1	0,2

### 7.3.2 EDTA

EDTA is wijd verspreid in consumentenproducten, zoals wasmiddelen, cosmetica, textiel en voedingsmiddelen. Daarnaast komt deze stof voor in pesticiden, meststoffen en veevoer. Als complexator bindt EDTA stoffen en kunnen stoffen, zoals metalen, worden gemobiliseerd.

EDTA wordt in alle provincies, op zeer veel locaties en op verschillende dieptes aangetroffen: van alle antropogene stoffen uit de meetpakketten bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen is EDTA het vaakst aangetroffen, namelijk in meer dan de helft van de filters (60%). De rapportagegrens van EDTA (0,5 µg/l) ligt boven de signaleringswaarde, zodat de waargenomen concentraties per definitie de signaleringswaarde overschrijden (Figuur 7-1).

De stof kent een grote verspreiding in het grondwater vanwege zijn mobiele en persistente eigenschappen. EDTA is zowel in ondiep als in diep grondwater aangetroffen. Er is een significant verschil in concentraties van EDTA tussen de diepe en ondiepe filters op dezelfde

meetlocatie. Opvallend is dat vanaf 25 meter diepte hoge concentraties EDTA niet meer worden aangetroffen.

De aangetroffen concentraties van EDTA variëren sterk; van 0,5 µg/l (rapportagegrens) tot 131 µg/l (gemiddeld 6,5 µg/l). EDTA is het vaakst aangetroffen in Zuid-Holland en in Utrecht. Hier is EDTA in meer dan 70% van alle filters aangetroffen.

### 7.3.3 TCPP

TCPP is een weekmaker, i.e. een stof die kunststoffen elastisch maakt. Van alle weekmakers is TCPP het vaakst aangetroffen, namelijk in 7,2% van alle filters, waarvan 46 keer boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l. De aangetroffen concentraties in grondwater van TCPP variëren van 0,005 tot 1,6 µg/l (gemiddeld 0,25 µg/l).

De weekmaker is vooral aangetroffen in het duingebied in Zuid-Holland en in filters in en rondom Utrecht (>20% van de metingen, zie Bijlage VII). De oorsprong is vermoedelijk infiltrerend oppervlaktewater, al dan niet met een aandeel RWZI-effluent.

### 7.3.4 PFOA en PFOS

PFOA behoort tot de perfluorverbindingen en is een hulpstof voor o.a. kunststofproductie. Perfluorverbindingen worden veelvuldig toegepast in de industrie vanwege hun relevante eigenschappen: inert, bestand tegen hoge temperaturen, oppervlaktespanning verlagend en water-, vet- en vuilafstotend. Vandaar dat deze stoffen in kleine hoeveelheden op veel teflon-coate producten voorkomen, zoals in bakpapier, pizzadozen, tapijten en textiel. De goede olie- en waterwerende werking maken van deze stoffen een industrieel succes. Tegelijkertijd zorgen deze eigenschappen er ook voor dat ze in het milieu persistent, relatief mobiel en in sommige gevallen bio-accumulatief en toxisch zijn. PFOA werd breed toegepast in de industrie bij oppervlakbehandelingen van tapijten, textiel, leer, papier en karton. Inmiddels staat de stof op de Europese lijst met zeer zorgwekkende stoffen (ECHA 2013) en is het gebruik van deze stof verboden en uitgefaseerd.

Met het verbod en de uitfasering van PFOA worden nieuwe perfluorverbindingen ontwikkeld en toegepast (Heydebreck et al. 2015). Dit zijn perfluorverbindingen met vertakte koolstofketens, onvolledige met fluor verzadigde koolstofketens en kortere koolstofketens. Dergelijke perfluorverbindingen zijn, in tegenstelling tot PFOS en PFOA, maar in enkele filters geanalyseerd. Het is belangrijk deze groep stoffen regelmatig te blijven meten. Vooral perfluorverbindingen met korte koolstofketens zijn namelijk beter oplosbaar dan de perfluorverbindingen met lange koolstofketens, waardoor ze zich sneller en verder met het grondwater in de ondergrond kunnen verspreiden.

PFOA is in 8,5% van de filters aangetroffen in concentraties variërend van 0,03 tot 0,27 µg/l (gemiddeld 0,09 µg/l). PFOA wordt in acht provincies aangetroffen. De stof is het vaakst aangetroffen in Zuid-Holland en Noord-Brabant (>20% van de filters). In 14 filters (2,2%) overschreed de concentratie van PFOA de signaleringswaarde van 0,1 µg/l. Dit was vooral in Noord-Brabant het geval, namelijk in 17% van de filters. Het grondwaterlichaam waar PFOA het vaakst wordt aangetroffen is NGLW0016 (Duin Rijn West), in 29% van de filters.

PFOA komt een enkele keer samen voor met PFOS (vier filters). PFOS is in 4,1% van de filters aangetroffen, waarvan eenmaal boven de signaleringswaarde. De stof is in negen provincies aangetroffen, het vaakst in Groningen, namelijk in 14% van de metingen. Omdat PFOS in het verleden veel is toegepast in blusschuim voor branden met brandstoffen, kan deze stof mogelijk in hoge concentraties voorkomen nabij luchthavens, raffinaderijen en opslagplaatsen van olieproducten en locaties van brandblusoefeningen. Aanbevolen wordt om deze verbanden na te gaan.

### 7.3.5 Fenantreen, pyreen en fluorantheen

Fenantreen, pyreen en fluorantheen zijn polycyclische aromatische koolwaterstoffen. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) worden al ruim vier decennia intensief onderzocht. PAKs zijn organische verbindingen die bestaan uit gekoppelde aromatische ringen (bijvoorbeeld benzeenringen), maar geen heteroatomen (atoom anders dan koolstof of waterstof) of functionele groepen bevatten. Deze stoffen worden gevormd bij onvolledige verbranding. Het aantreffen van deze stoffen hoeft niet te duiden op antropogene invloeden, omdat bodems met resten van veenbranden of bosbranden deze stoffen ook kunnen bevatten. PAKs zijn redelijk tot zeer hydrofoob en daarmee beperkt mobiel tot zeer immobiel in bodem, waardoor ze zeer beperkt in opgeloste vorm in het grondwater zitten of uitspoelen. Mogelijk dat een deel van de aangetroffen stoffen in de grondwatermonsters aan kleine deeltjes of opgelost organisch koolstof gebonden zijn (Ghosh et al. 2001; Morehead et al. 1986).

Fenantreen is in 5,8% van alle monsters in grondwater aangetroffen. Fenantreen is in acht provincies aangetroffen, het vaakst in Flevoland (19% van de monsters). De concentraties varieerden van 0,01 tot 1,3 µg/L met een gemiddelde concentratie van 0,08 µg/L. Pyreen wordt in 3,5 % van alle monsters aangetroffen. De concentraties variëren van 0,01 tot 0,4 µg/L met een gemiddelde concentratie van 0,04 µg/L. Fluorantheen wordt in 3,5 % van alle monsters aangetroffen. De concentraties variëren van 0,01 tot 0,18 µg/L met een gemiddelde concentratie van 0,04 µg/L. Fluorantheen wordt ook het vaakst gevonden in Flevoland (9% van de monsters). De stoffen worden het vaakst aangetroffen in de Randstad en Flevoland, mogelijk als gevolg van hoge verkeersdruk en industriële activiteiten.

### 7.3.6 Tolueen, o-xyleen (1,2-xyleen) en p-xyleen (1,3-xyleen)

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

Tolueen is in 5,2% van alle filters aangetroffen. De concentraties variëren van 0,2 tot 8,3 µg/l met een gemiddelde concentratie van 0,72 µg/l. In 5,2% van de filters overschreed tolueen de signaleringswaarde van 0,1 µg/l. Tolueen is aangetroffen in zeven provincies, vooral in Noord-Holland (in 19% van de metingen). Het valt op dat dit middel vaak samen voorkomt met 1,2-xyleen en 1,3-xyleen.

De stof 1,2-xyleen wordt in 3,8 % van alle filters aangetroffen. De concentraties variëren van 0,05 tot 3,6 µg/l met een gemiddelde concentratie van 0,31 µg/l. De stof 1,3-xyleen wordt in 4,1% van alle filters aangetroffen. De concentraties variëren van 0,1 tot 8,3 µg/l met een gemiddelde concentratie van 0,66 µg/l. Ook 1,2-xyleen en 1,3-xyleen worden het vaakst gevonden in Noord-Holland (respectievelijk in 13% en 19% van de filters), voornamelijk in de omgeving Den Helder. Het grondwaterlichaam waar de drie stoffen het vaakst aangetroffen worden is NGLW0007 (Zout Rijn-Noord). Deze stoffen komen ook voor in oppervlaktewater.

### 7.3.7 Tetrahydrofuraan

Tetrahydrofuraan is een oplosmiddel voor polaire verbindingen, zoals PVC, Polystyreen, lijmen en nog niet uitgeharde lakken. De stof wordt in 3,8% van alle filters aangetroffen en overschrijdt in 3,3% van de filters de signaleringswaarde. De concentraties variëren van 0,01 tot 24 µg/l met een gemiddelde concentratie van 3,84 µg/l. Tetrahydrofuraan wordt aangetroffen in acht provincies en vooral in Utrecht en Zuid-Holland (9% van de filters).

### 7.4 Andere stoffen boven de signaleringswaarde

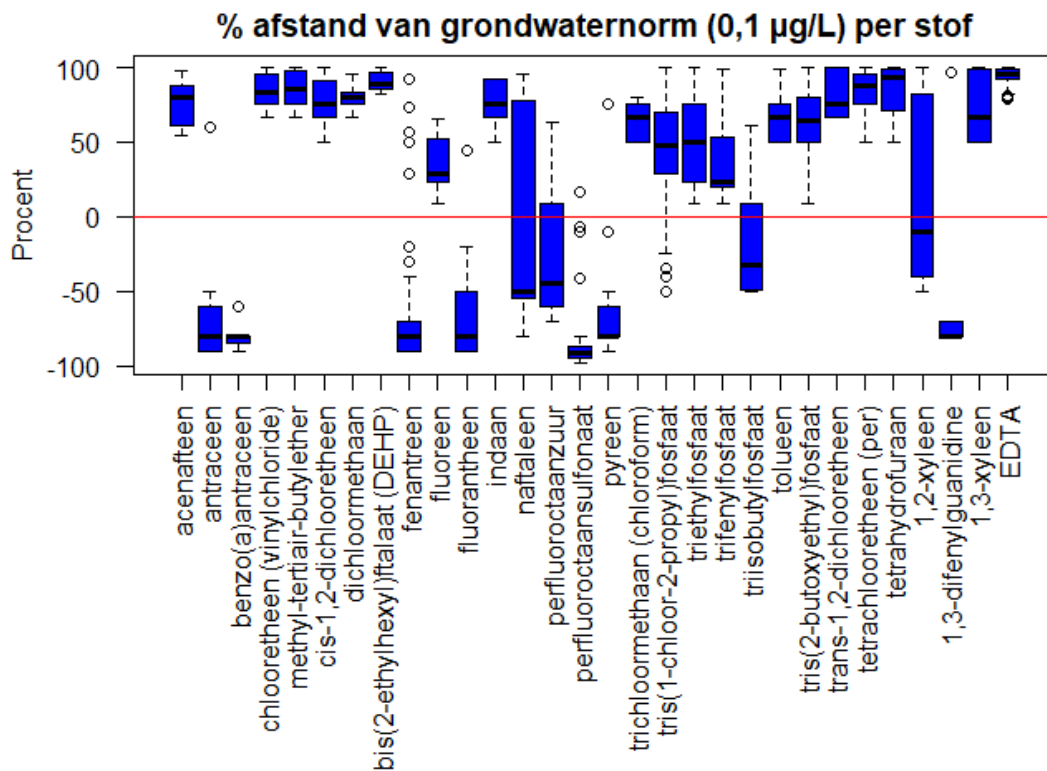
Behalve de stoffen uit de top-10 zijn 43 andere overige verontreinigende stoffen in één tot 21 filters aangetroffen boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l (Tabel 7-4).

TABEL 7-4: OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN DIE ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE (EN NIET OPGENOMEN IN DE TOP-10) IN 2018-2019

1-4	methyl-tertiair-butylether	fluoreen	tri(2-chloorethyl)fosfaat	diisobutylftalaat
5-8	tris(2-butoxyethyl)fosfaat	indaan	1,2,3-trimethylbenzeen	tributylfosfaat
9-12	cis-1,2-dichlooretheen	trichloormethaan (chloroform)	1,2,4-trimethylbenzeen	antraceen
13-16	bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	triisobutylfosfaat	1,3,5-trimethylbenzeen	1,3-difenyguanidine
17-20	chlooretheen (vinylchloride)	acetonitril	1,4-diethylbenzeen	chloorbenzeen
21-24	triethylfosfaat	naftaleen	perfluorbutaanzuur	cumeen
25-28	dichloormethaan	trans-1,2-dichlooretheen	trichlooretheen (tri)	cyclohexaan
29-32	tetrachlooretheen (per)	benzeen	1,1,1-trichloorethaan	cyclohexeen
33-36	trifenyfosfaat	ethylbenzeen	pentaaan	dicyclopentadien
37-40	acenafteen	dibutylftalaat	nonaan	diheptylftalaat
41-43	diocetylftalaat	trimethylfosfaat	1,1-dichloorethaan	1,4-dioxaan
	styreen	tris(2-ethylhexyl)fosfaat	1,2-dichloorethaan	

In Figuur 7-3 staat voor elke stof met landelijk minstens vier metingen boven de rapportagegrens, hoeveel procent van de concentraties hoger of lager dan de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/l was. De afstand tot de kwaliteitseis is uitgedrukt in procenten en kan daarmee als maat voor doelbereik gezien worden. In de figuur is te zien dat het merendeel van de overige verontreinigende stoffen, altijd boven de signaleringswaarde zijn aangetroffen, zoals EDTA, 1,3-xyleen, tetrahydrofuraan en toluen. Bij deze specifieke stoffen komt dit doordat de detectielimiet hoger is dan de signaleringswaarde, maar dit speelt niet bij alle stoffen.

Figuur 7-3 laat tevens zien dat sommige stoffen soms onder en soms boven de signaleringswaarde zijn aangetroffen, waarbij incidenteel de signaleringswaarde ver wordt overschreden. Een klein aantal stoffen is in alle filters ruim onder de signaleringswaarde aangetroffen en daarom mogelijk van mindere zorg. Dit is uiteraard wel afhankelijk van eventuele gezondheidkundige richtwaarden. PFOS bijvoorbeeld wordt meestal ruim onder de signaleringswaarde gemeten, maar staat door zijn persistente en bioaccumulerende karakter momenteel wel onder de aandacht.



FIGUUR 7-3: SPREIDING VAN WAARGENOMEN CONCENTRATIES VAN FARMACEUTICA UITGEDRUKT IN RELATIEVE VERSCHIL TOT DE SIGNALERINGSWAARDE.

### 7.5 Gezondheidskundige risico's

Een aantal overige verontreinigende stoffen zijn genormeerd in het Drinkwaterbesluit. De stoffen die geen onderdeel zijn van het Drinkwaterbesluit, zijn getoetst aan de signaleringswaarde van 1,0 µg/l voor overige antropogene stoffen. Voor sommige stoffen zijn (indicatieve) drinkwaterrichtlijnen afgeleid op basis van toxicologische gegevens (zie Tabel 7-5:). Verschillende stoffen hebben daarnaast een specifieke ecologisch maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR): de concentratie van een stof in water (grondwater of oppervlaktewater) waar beneden geen negatief effect is te verwachten (Tabel 7-5:).

TABEL 7-5: TOP-10 OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN, DE SIGNALERINGSWAARDE VOOR DRINKWATER, GEZONDHEIDSKUNDIGE STREEFWAARDE EN MAXIMAAL TOELAATBAAR RISICONIVEAU, GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Stof	Signaleringswaarde voor drinkwater (µg/l)	Indicatieve richtlijn (indien bekend) (µg/l)	Ecotoxicologische MTR-waarde (µg/l)
EDTA	1,0	600 (WHO)	22 (GW)
Bisfenol-a	1,0		
tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat (TCPP)	1,0	182 (Baken et al. 2015)	-
Perfluorooctaanzuur (PFOA)	1,0	0,0875 (Bokkers et al. 2016)	0,048 (OW-JG)
Fenantreen	1,0	-	0,003 (GW)
Tolueen	1,0	-	7 (GW)
Perfluorooctaansulfonaat (PFOS)	1,0	-	0,00065 (OW-JG)
1,3-xyleen	1,0	-	0,2 (GW, xyleen som)
Tetrahydrofuraan	1,0	-	0,5 µg/l (GW)
1,2-xyleen	1,0	-	0,2 (GW, xyleen som)

GW=Grondwater streefwaarde (opgelost). OW-JG = Landoppervlaktewateren wettelijk JG-MKN (totaal) OW=Landoppervlaktewateren MTR (opgelost).

Van de top-10 overige verontreinigende stoffen, overschrijden alle stoffen, behalve PFOS en PFOA, de normen in het drinkwaterbesluit (Tabel 7-6), waardoor ze allemaal een potentieel risico kunnen vormen voor de productie van drinkwater. Ook de stoffen methyl-tertiair-butylether (MBTE), tris(2-butoxyethyl)fosfaat, cis-1,2-dichlooretheen, bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP), chlooretheen (vinylchloride), dichloormethaan, trifenyfosfaat, acenafteen, 1,2,3-trimethylbenzeen, 1,3,5-trimethylbenzeen, pentaan, diisobutylftalaat, antraceen, 1,3-difenyguanidine, cyclohexaan, dioctylftalaat, tris(2-ethylhexyl)fosfaat, 1,4-dioxaan en benzo(a)pyreen overschrijden minstens eenmaal de normen in het drinkwaterbesluit.

Bijna alle stoffen uit de top-10 (behalve bisfenol-A en PFOS) overschrijden de MTR-waarde, waardoor deze stoffen een risico kunnen vormen voor ecosystemen. De WHO-richtlijn drinkwater voor EDTA is 600 µg/l (WHO 2011), waardoor de huidige concentraties in grondwater geen risico vormen voor de humane gezondheid.

PFOA is een carcinogene stof, waarvoor Bokkers et al. (2016) een veilige grenswaarde voor chronische blootstelling hebben afgeleid van 87,5 ng/l. Deze indicatieve streefwaarde wordt in 3,0% van de metingen overschreden in het grondwater (19 filters). Hierdoor zou dit grondwater niet zonder extra zuivering geschikt zijn voor de productie van drinkwater. Als voor PFOS dezelfde risicogrens zou worden aangehouden, dan overschrijdt deze in 0,5% de indicatieve gezondheidskundige streefwaarde (drie filters).

TABEL 7-6: SPREIDING VAN DE AANGETROFFEN CONCENTRATIES VAN OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN EN DE MATE VAN OVERSCHRIJDING VAN STREEFWAARDEN, GEBASEERD OP DE GECOMBINEERDE MEETRONDE 2015-2016 EN 2018-2019.

Overige verontreinigende stoffen (µg/l)	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100	Gem. conc (µg/l)	% boven signaleringswaarde voor drinkwater (1 µg/l)	% boven gezondheidskundige streefwaarde	% boven MTR
EDTA	<0,5	<0,5	<0,5	0,93	9,6	14,6	131,4	6,49	48,5	0	3,1
Bisfenol-a	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	0,04	1,6	0,07	0,3	-	0
Perfluorocetaan-zuur	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,04	0,27	0,09	0	3	4,9
Fenantreen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	1,3	0,08	0,8	-	5,8
Tolueen	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	8,3	0,72	0,5	-	0,2
Perfluorocetaan-sulfonaat	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,12	0,02	0	-	0
1,3-Xyleen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	8,3	0,66	0,5	-	1,6
Tetrahydrofuraan	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	24	3,84	2	-	2,2
1,2-Xyleen	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	3,6	0,31	0,2	-	0,8

## 7.6 Conclusies

Overige verontreinigende stoffen hebben geen waterkwaliteitseis in grondwater. Daarom zijn ze in dit rapport getoetst aan de signaleringswaarde van 0,1 µg/l voor bronnen van drinkwater uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw). Overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen 71% van de 639 filters en op de helft (49%) van alle filters wordt de signaleringswaarde overschreden.

EDTA is veruit het vaakst aangetroffen, namelijk in meer dan de helft van de filters (60%). De waargenomen concentraties van EDTA in het grondwater zijn beneden de gezondheidkundige richtlijn van de WHO (600 µg/l). Daarom vormen de waargenomen concentraties in grondwater geen acuut risico voor de humane gezondheid.

Daarnaast zijn PFOA en PFOS vaak aangetroffen. De lage indicatieve streefwaarde van PFOA wordt overschreden, waardoor bij het gebruik van dit grondwater voor eventuele toekomstige productie van grondwater humane gezondheidsrisico's niet bij voorbaat zijn uit te sluiten. De waargenomen concentraties van overige verontreinigende stoffen in grondwater geven voor drinkwaterbedrijven en grondwaterbeheerders het belang aan van adequate monitoring en bescherming van grondwater en drinkwaterbronnen. Oplossingen kunnen gezocht worden door een combinatie van ketenaanpak, bewustwordingscampagnes en eventuele aanscherping toelatingsbeleid.



## 8 Discussie en conclusies

### 8.1 Reflectie op de methodiek

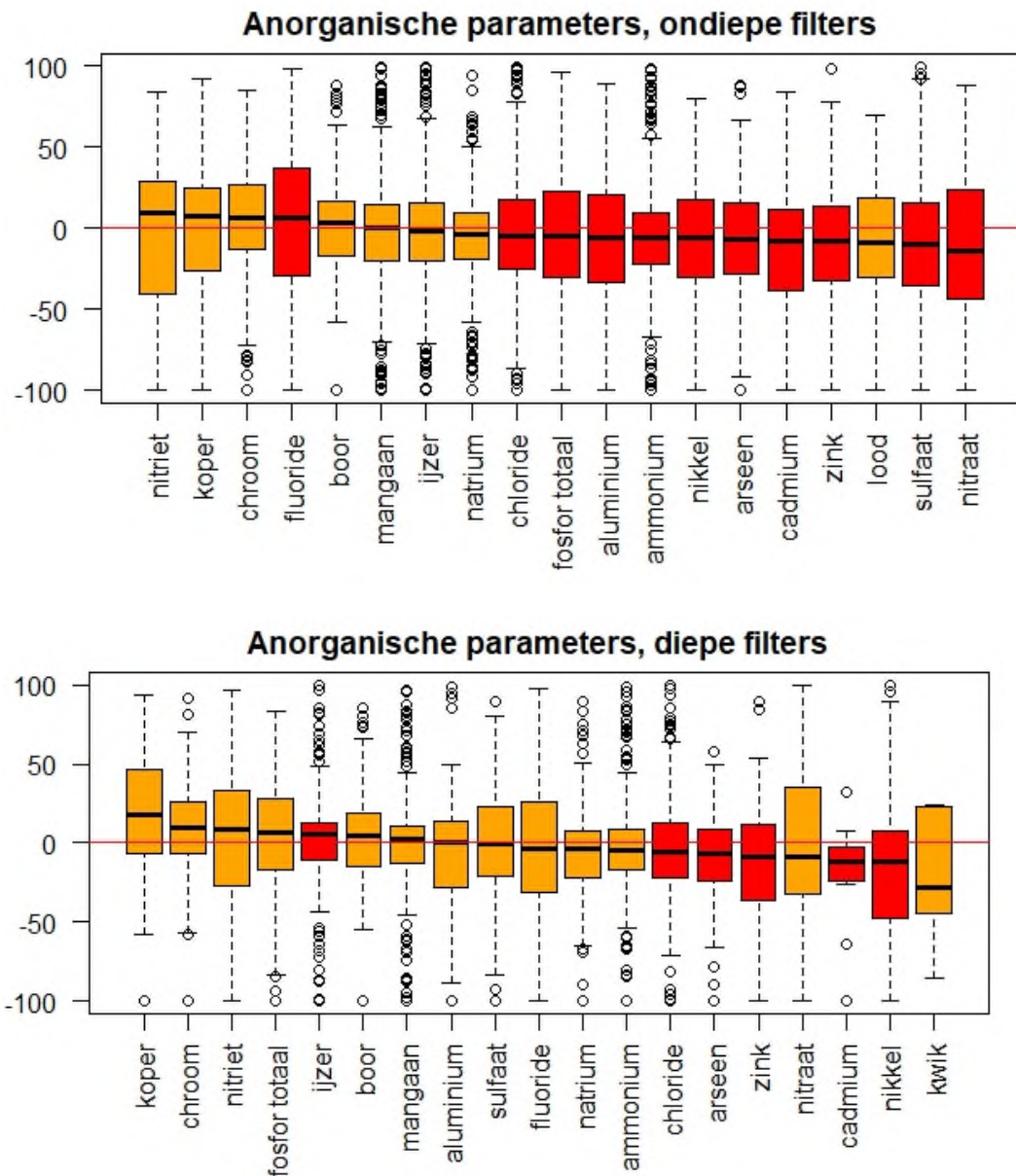
#### 8.1.1 Samenvoeging van beide meetrondes

In dit rapport is een landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit samengesteld door resultaten van de meetrondes 2015-2016 en 2018-2019 te combineren. Hierbij is de meetronde 2018-2019 als uitgangspunt genomen en aangevuld met de resultaten voor andere filters uit de meetronde 2015-2016. Met deze aanpak is het landelijke beeld voor de algemene stoffen en bestrijdingsmiddelen geactualiseerd ten opzichte van Sjerps e.a. (2017). Voor de farmaceutica en overige verontreinigende stoffen zijn de witte vlekken in de rapportage van Sjerps e.a. (2017) opgevuld, zodat een betere ruimtelijke dekking is verkregen. Een mogelijke keerzijde van deze aanpak is, dat het tijdvenster van de gepresenteerde dataset vervaagd is; de grondwatermonsters zijn immers over een totale tijdsperiode van bijna 5 jaar genomen. Hoewel op deze termijn en op de diepte van de meetnetten (>5m) geen trendmatige verandering als gevolg van maatregelen te verwachten is, kunnen de waterhuishoudkundige effecten, zoals de dynamiek van natte en droge jaren en omvang van onttrekkingen, wel tot verschillen leiden in de beide meetrondes. Het is daarom relevant om enig inzicht te hebben of het samenvoegen van de data van beide meetrondes van invloed kan zijn op de ruimtelijke patronen en risicobeoordeling van verschillende parameters.

Bij de meetronde 2018/2019 zijn ook meetfilters uit de vorige meetronde bemonsterd (zie Bijlage I). De overlap tussen beide meetrondes biedt de mogelijkheid inzicht te verkrijgen in de verschillen tussen beide meetrondes (zie Bijlage XII en Bijlage XIII). Dit geldt voornamelijk voor de anorganische parameters en de bestrijdingsmiddelen in ondiepe filters (Figuur 8-1), aangezien die voor alle waarnemingsfilters in beide meetrondes zijn geanalyseerd. Daarnaast zijn anorganische parameters in veel grotere hoeveelheden in het grondwater aanwezig, waardoor verschillen tussen de meetrondes minder waarschijnlijk op toeval berusten. Uit deze bijlagen zijn de volgende patronen zichtbaar:

- de verschillen zijn over het algemeen klein (<25%), vooral voor de diepe filters. Alleen bij uitzondering zijn de verschillen groter dan 100%.
- De toe- en afnames zijn ongeveer gelijk verdeeld en zonder een duidelijke ruimtelijke samenhang.
- Voor alle ondiepe filters tezamen is voor slechts één parameter een significante stijging van de gemiddelde concentratie waargenomen, terwijl voor 10 andere anorganische parameters een significante daling is waargenomen. Voor deze parameters zijn de verschillen waarschijnlijk niet het gevolg van toevallige fouten, zoals de nauwkeurigheid van de toegepaste analysetechniek.

Dit bevestigt de aanname dat het samenvoegen van de data van beide meetrondes geen grote gevolgen heeft voor de ruimtelijke patronen en prioritering van de verschillende stoffen. Doordat de concentraties voor meer parameters zijn afgenomen dan toegenomen, heeft deze aanpak wel geleid tot een iets positiever beeld van de grondwaterkwaliteit, dan als de meetronde 2015/2016 als uitgangspunt was genomen.



FIGUUR 8-1: SPREIDING IN DE WAARGENOMEN CONCENTRATIEVERANDERINGEN (% TOE- OF AFNAME) VAN ANORGANISCHE PARAMETERS IN ONDIEPE (BOVEN) EN DIEPE (ONDER) FILTERS TUSSEN BEIDE MEETRONDES. RODE BOXPLOTS MARKEREN DE STOFFEN WAARVOOR DE CONCENTRATIE SIGNIFICANT IS TOE- OF AFGENOMEN ( $P < 0,05$ ), EN WAARVAN DE MEDIAAN VAN HET VERSCHIL GROTER IS DAN +5% OF -5%. ALLEEN DE FILTERS MET MINIMAAL 5 METINGEN ZIJN MEEGENOMEN.

### 8.1.2 Selectie van meetfilters

In dit rapport zijn de resultaten van de meetrondes 2015-2016 en 2018-2019 beschreven. Voor het algemene KRW-meetnet is afstemming tussen provincies geweest over de invulling van de meetrondes. Daarnaast heeft een aantal provincies aanvullende locaties en filters van het PMG bemonsterd. De provincie Utrecht, bijvoorbeeld, heeft een relatief groot aantal specifieke risicolocaties bemonsterd. Hiertoe behoren ondiepe filters uit stedelijke meetnetten, locaties nabij historische bodemverontreiniging, locaties aangewezen door

drinkwaterbedrijven en locaties direct naast infiltrerende watergangen stroomafwaarts van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Hierdoor kent de gepresenteerde database een aantal ruimtelijke verdichtingen, zoals te zien in de Provincie Utrecht, waardoor de patronen in aantreffen van stoffen enigszins kunnen vertekenen. Deze vertekening wordt nog versterkt doordat de kans op aantreffen van stoffen op de risicolocaties groter is dan op de KRW-locaties. Hierdoor zijn de gepresenteerde statistieken per provincie en grondwaterlichaam niet zuiver te vergelijken. Deze statistieken dienen dus primair individueel geïnterpreteerd te worden. Aanbevolen wordt om voor de volgende rapportage de statistieken ook te vergelijken voor enkel de KRW-locaties.

### 8.1.3 Toegepaste wettelijke kaders

In dit rapport zijn de waargenomen concentraties vergeleken met een aantal waterkwaliteitseisen uit verschillende wettelijke kaders. Met uitzondering van de drempelwaarden voor zes anorganische parameters, de nitraatnorm, en de norm voor bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten, hebben de gehanteerde waterkwaliteitseisen geen formele status voor het grondwater in het algemeen. Zo zijn de signaleringswaarden uit Bkmw enkel van kracht voor antropogene stoffen in grondwater dat bestemd is voor drinkwaterproductie, dus binnen grondwaterbeschermingsgebieden. De signaleringswaarden zijn dus niet van kracht voor grondwaterlichamen als geheel. De vergelijking van de waargenomen concentraties met de signaleringswaarden geldt dus niet als toetsing, maar is bedoeld om potentiële problemen te identificeren en stoffen te prioriteren ten behoeve van grondwaterkwaliteitsbeheer en monitoring.

De humane gezondheidsrisico's van de top-10 stoffen zijn getoetst door de waargenomen concentraties in het grondwater te relateren aan drinkwaternormen (Drinkwaterbesluit 2011) en indicatieve streefwaarden voor drinkwater (verschillende bronnen). Dit betreft een indicatieve risicoschatting, omdat de aangetroffen concentraties in grondwater zich niet direct laten vertalen naar concentraties in drinkwater. Daarbij spelen namelijk diverse dempende mechanismen, zoals afbraak tijdens bodempassage, menging van grondwater ter plaatse van de winputten, menging van verschillende ruwwaterstromen en verwijdering van stoffen door de drinkwaterzuivering. Bovendien is slechts een beperkt deel van de grondwatermonsters afkomstig uit een grondwaterbeschermingsgebied, waardoor het beeld voor drinkwaterproductie niet direct duidelijk te geven is. De indicatie van humane gezondheidsrisico's dient daarom enkel om stoffen te prioriteren op basis van potentiële gezondheidsrisico's.

De ecologische risico's van de waargenomen concentraties zijn getoetst aan beschikbare gegevens van het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) of beschikbare milieukwaliteitsnormen (MKN). Het MTR is de concentratie van een stof in water (grondwater of oppervlaktewater) waar beneden het negatief effect acceptabel is. Milieukwaliteitsnormen binnen de Kaderrichtlijn Water zijn de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor langdurige blootstelling (JG-MKN) en de maximaal aanvaardbare concentratie voor kortdurende blootstelling (MAC-MKN). Deze normen zijn van toepassing voor *oppervlaktewater*, zodat de vergelijking in deze studie niet geïnterpreteerd kan worden als een toetsing van de grondwaterkwaliteit. Daarnaast biedt een eenmalige waarneming weinig houvast voor dergelijke beoordelingen. De vergelijking met de JG-MKN en MAC-MKN is enkel bedoeld voor het identificeren van potentiële problemen en het prioriteren van stoffen voor beleid en monitoring. Merk op dat voor nieuw opkomende stoffen doorgaans geen MTR of MKN beschikbaar is.

## 8.2 Conclusies

### 8.2.1 Algemeen

In dit rapport wordt een landelijk beeld gepresenteerd van de grondwaterkwaliteit op basis van twee meetrondes in het KRW-meetnet, aangevuld met provinciale grondwatermeetnetten en overige meetlocaties (risicolocaties). In totaal zijn meer dan 1.200 monsters uit diepe en ondiepe filters geanalyseerd op de gebruikelijke chemische parameters, te weten anorganische parameters (waaronder de drempelwaardestoffen) en bestrijdingsmiddelen. Daarnaast zijn in meer dan 600 ondiepe filters verspreid over Nederland farmaceutica en overige verontreinigende stoffen geanalyseerd.

Het algemene beeld dat hieruit ontstaat, is dat grondwaterkwaliteit in Nederland op grote schaal antropogeen beïnvloedt is. Dit blijkt het duidelijkste uit het diffuse voorkomen van antropogene stoffen, namelijk in 86% van de filters. Het gaat daarbij vooral om bestrijdingsmiddelen (60% van de filters) en overige verontreinigende stoffen (70% van de filters). Farmaceutica zijn minder vaak (35% van de filters) in het grondwater aangetroffen, en meestal nabij infiltrerend oppervlaktewater of in verstedelijkt gebied. Wat betreft de algemene stoffen vallen vooral de regionaal hoge concentraties aan nitraat, sulfaat en diverse spore-elementen, waar onder arseen, nikkel en zink, op.

In totaal zijn 236 verschillende stoffen in het grondwater aangetroffen, waarvan beduidend meer bestrijdingsmiddelen en overige verontreinigende stoffen in verhouding tot farmaceutica en algemene stoffen. Vooral de twee niet-relevante metaboliëten van het inmiddels verboden chloridazon en EDTA (een complexator in veel wasmiddelen, cosmetica, textiel en voedingsmiddelen) zijn op grote schaal in het grondwater aanwezig. Daar staat tegenover dat veruit de meeste van de aangetroffen stoffen, zo'n 60%, slechts incidenteel is aangetroffen, namelijk in minder dan 2% van de filters. De antropogene invloeden op de grondwaterkwaliteit zijn dus weliswaar diffuus, maar lokaal kunnen daar verschillende typen bronnen aan ten grondslag liggen.

Antropogene stoffen, exclusief de niet-relevante metaboliëten, zijn in 61% van de filters boven de signaleringswaarde aangetroffen. Op hoofdlijnen zijn alleen de grote natuurgebieden, zoals de Veluwe, de Brabantse Wal en stukken kustduinen, gevrijwaard van overschrijding van de signaleringswaarde voor antropogene stoffen. Van directe risico's voor de volksgezondheid, ecologie of oppervlaktewaterkwaliteit is echter geen sprake. Weliswaar zijn voor enkele tientallen stoffen, vooral overige verontreinigende stoffen, overschrijdingen van de waterkwaliteitseisen uit verschillende beleidskaders waargenomen. Maar dit is meestal maar eenmalig het geval en in maximaal 5,8% van de filters (fenantreen). Daar komt bij dat van blootstelling nog geen sprake is, omdat de verontreinigingen onderweg nog meerdere barrières tegen kunnen komen. Het geheel overziend zijn de risico's van algemene stoffen minstens zo groot: nitraat, sulfaat en diverse zware metalen zijn in een substantieel deel van de filters (tot bijna 30%) boven de drinkwaternorm waargenomen, en in ongeveer 10% van de filters overschreden meerdere zware metalen de MAC-MKN waarde voor oppervlaktewater met een factor 10 of meer.

Dit rapport bevestigt het beeld dat de grondwaterkwaliteit in Nederland onder druk staat als gevolg van diverse antropogene activiteiten, waaronder het gebruik van medicijnen en consumentenproducten, industriële processen en landbouwactiviteiten (Kools e.a. 2019). Hoewel van acute risico's geen sprake is, is structurele en gecoördineerde monitoring van de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit van belang om eventuele risico's op de lange termijn uit te sluiten. Door de traagheid van diepere grondwatersystemen kunnen deze risico's zich namelijk op de lange termijn manifesteren en leiden brongerichte maatregelen

pas op de lange termijn tot resultaat. Een tijdige signalering van ongewenste kwaliteitsontwikkelingen is daarom essentieel om invulling te geven aan de opgave om de achteruitgang van de grondwaterkwaliteit te keren, die door de Adviescommissie Water als “urgent” is gekwalificeerd (Adviescommissie Water, 2017).

## 9 Aanbevelingen

### 9.1 Benutten van de strategische waarde van de dataset

Uit dit rapport volgen een aantal aanbevelingen voor het uitnutten van de strategische waarde van de dataset. Hiervoor is zorgvuldig proces en bestuurlijke commitment noodzakelijk. Dit betreft de volgende punten:

- De data zijn al vrij beschikbaar via [www.waterkwaliteitsportaal.nl](http://www.waterkwaliteitsportaal.nl), maar ze zijn nog niet geïntegreerd met de data van andere bronhouders. Voor bestrijdingsmiddelen biedt de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen daarvoor reeds een geschikte infrastructuur. Via de Bestrijdingsmiddelenatlas kunnen de gegevens beschikbaar worden gesteld aan het College voor Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden (CTGB) ten behoeve van de herbeoordeling van bestrijdingsmiddelen. Een soortgelijk initiatief om data van verschillende bronhouders centraal op te slaan en te ontsluiten wordt sterk aanbevolen voor farmaceutica en (subcategorieën van) overige verontreinigende stoffen. Voor internationale toepassingen biedt de Norman Empodat database goede aanknopingspunten, hoewel ook in deze database nog weinig grondwaterdata is opgenomen.
- Door de productie van steeds maar nieuwe stoffen en mogelijke voortschrijdende inzichten in de risico's van reeds bestaande stoffen, vraagt het up to date houden van de analysepakketten telkens weer aandacht. Daarnaast zijn uniforme analysepakketten door verschillende bronhouders nuttig voor het herleiden van de herkomst van stoffen, zodat effectief beleid ontwikkeld kan worden. Om beide redenen wordt geadviseerd om de analysepakketten blijvend af te stemmen met oppervlaktewaterbeheerders en drinkwaterbedrijven, zoals gedaan voor de meetronde 2018-2019. Daarnaast wordt geadviseerd om de meetpakketten af te stemmen met andere sectoren, zoals de producenten van geneesmiddelen en bestrijdingsmiddelen. Dit kan vorm krijgen in een integraal stoffen overleg waar alle relevante sectoren in vertegenwoordigd zijn. In dit overleg kunnen zowel ontwikkelingen van gebruiksvolumina en eigenschappen van nieuwe stoffen worden besproken, als het handelingsperspectief van de verschillende actoren. Geadviseerd wordt om ruimschoots voor het vervallen van de aanbesteding de stofpakketten te herijken en tussentijds aan te vullen indien er signalen zijn van toename van relevante stoffen in grondwater.
- De effecten van emissies aan het maaiveld werken met toenemende diepte steeds trager door op de grondwaterkwaliteit. Hierdoor zijn de analyseresultaten niet representatief voor de actuele emissies en komen de risico's van opkomende stoffen pas enkel jaren na gebruik in beeld. Dit bemoeilijkt de toepassing van de analyseresultaten in beleidsprocessen en de toelating van stoffen. Daarom wordt geadviseerd om ook het bovenste grondwater bij risicolocaties te bemonsteren, zodat de data te gebruiken is als 'early warning' voor verdere grondwaterverontreiniging. Het early warning meetnet dat thans opgericht wordt in grondwaterbeschermingsgebieden kan daarbij als voorbeeld dienen. Anderzijds kan het voor het vaststellen van achtergrondwaarden juist nuttig zijn om ook het bovenste grondwater op onverdachte locaties te bemonsteren en analyseren.

- Uit dit rapport blijkt dat de grondwaterkwaliteit onder druk staat door een groot aantal stoffen met een uiteenlopende herkomst en risicoprofiel. Dit beeld is verkregen door de concentraties van individuele parameters te vergelijken met diverse waterkwaliteitseisen, waarvan een aantal niet direct van toepassing is op grondwater in het algemeen. Hierdoor is het beeld diffuus, kan de grondwaterkwaliteit op verschillende locaties niet onderling vergeleken worden en zijn de consequenties voor de bruikbaarheid van het grondwater niet direct zichtbaar. Ter vergroting van de informatiewaarde en communicatie naar bestuurders wordt aanbevolen om een algemene indicator voor de grondwaterkwaliteit te ontwikkelen. Voor het doel drinkwaterproductie kan daarbij voortgebouwd worden op de verwijderingsopgave-index die ontwikkeld is voor het benchmarken van de oppervlaktewaterkwaliteit (Stroomberg e.a., 2019).

## 9.2 Aanbevelingen voor data-analyse

Ten aanzien van de onderhavige rapportage op basis van de gecombineerde data van de meetrondes 2015-2016 en 2018-2019 is aan te bevelen om:

- De resultaten te vergelijken met datasets van drinkwaterbedrijven die vaak meerdere jaren omvatten en vooral betrekking hebben op intrekgebieden en grondwaterbeschermingsgebieden. Hiermee wordt een grotere ruimtelijke dekking met relevante verdichting ter plaatse van de bronnen voor drinkwatervoorziening verkregen. Binnen de Kennisimpuls Waterkwaliteit wordt hier een start mee gemaakt door de data van de drinkwaterbedrijven over opkomende stoffen bijeen te brengen. Tevens bieden de data van drinkwaterbedrijven de mogelijkheid om trendmatige veranderingen inzichtelijk te maken.
- De classificatie van landgebruik, hydrologie en diepte zoals gegeven in de dataset te toetsen aan beschikbare landelijk databases en relaties tussen concentraties en deze omgevingsfactoren statistisch te beschrijven en te toetsen. Hiervoor is het tevens noodzakelijk om monsters in te delen op basis van reactief milieu, zoals redoxtoestand en zuurgraad. Dit levert meer inzicht in ruimtelijke patronen en spreiding op stofniveau, zodat meetstrategieën en -pakketten geoptimaliseerd kunnen worden.
- De classificatie en interpretatie van diep en ondiep grondwater te uniformeren en preciseren. Een zinvolle aanvulling is om de ouderdom van het grondwater met dateringstechnieken of eventueel met grondwatermodellering te bepalen. Overigens hebben o.a. Utrecht, Noord-Brabant en Limburg al in een deel van hun meetnet leeftijdsbepaling van het grondwater uitgevoerd. Tevens kunnen technieken uit de forensische hydrologie, zoals tracers en chemische finger-printing, nuttige informatie leveren over de herkomst van het bemonsterde grondwater.
- Voor communicatiedoeleinden wordt aanbevolen om ruimtelijke patronen en verschillen tussen meetfilters of meetrondes interactief met een webviewer te visualiseren, in plaats van met pdf. De Story Maps van ArcGis Online bieden daar een goed platform voor. Daarnaast is een totaalkaart voor alle antropogene stoffen een krachtig middel om de chemische toestand van het grondwater en de urgentie van proactief grondwaterkwaliteitsbeheer bij bestuurders onder de aandacht te brengen.

## 9.3 Aanbevelingen voor optimaliseren grondwaterkwaliteitsmonitoring

Ten aanzien van de volgende meetronde worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Door het samenvoegen van de data van de meetrondes 2015-2016 en 2018-2019 is een vrijwel compleet landsdekkend beeld van de grondwaterkwaliteit verkregen. Her en der zijn er nog steeds een aantal witte vlekken, zoals desphenyl-chloridazon in de Provincie Zeeland. Geadviseerd wordt om deze meetdichtheid voor komende meetrondes vast te houden. Dit vereist een goede afstemming tussen de provincies over de te selecteren meetfilters en invulling van de analysepakketten. Daarnaast bevelen we aan om voor grote infiltratiegebieden, zoals rond grondwateronttrekkingen, ook meetlocaties op



grotere diepte te onderzoeken, zodat meer inzicht wordt verkregen in het doordringen van verontreinigingen naar het diepere grondwater.

- Sjerps e.a. (2017) formuleerden op basis van de analyse van de meetronde 2015-2016 een aantal adviezen. Een aantal daarvan zijn met de meetronde 2018-2019 opgepakt, zoals het analyseren van grondwater uit ondiepere filters, het opvullen van blinde vlekken en het gericht uitbreiden van de analysepakketten met enkele stoffen met een potentieel relevant risico. Inmiddels hebben de provincies de analysepakketten voor de periode 2021-2025 vastgelegd. Geadviseerd wordt om bij elke aanbesteding te inventariseren hoe de meetpakketten actueel gehouden worden, of rapportagegrenzen zijn verlaagd en hoe het meetpakket het totaal aan relevante stoffen dekt. Zo zijn van de toegelaten (dier)geneesmiddelen en industriële stoffen slechts een zeer beperkt deel geanalyseerd.
- De dataopslag verder te uniformeren, ook ten aanzien van de referentie filterdiepte (beneden maaiveld of beneden NAP), landgebruik en hydrologie. Zo zijn de meetfilters geclassificeerd op basis van de diepte, waardoor binnen de database variaties als gevolg van herkomst en ouderdom van het grondwater aanwezig zijn. Om de patronen van voorkomen van stoffen beter te kunnen verklaren is aanvullende informatie over de ouderdom en herkomst van het grondwater noodzakelijk. Omdat deze informatie onvoldoende nauwkeurig of niet beschikbaar is, konden Sjerps e.a. (2017) geen duidelijke statistische verbanden leggen. Met de implementatie van de BRO zal er waarschijnlijk meer eenduidigheid in de data zijn en worden datafouten waarschijnlijk eerder opgespoord.
- In beide meetrondes zijn meetfilters op 3-5 meter diepte nog maar beperkt meegenomen, of filters op deze diepte ontbreken in de meetnetten. Op de meeste locaties staat het ondiepste filter op 10 m beneden maaiveld. Hierdoor worden stoffen die dieper doordringen in het grondwater relatief laat opgemerkt. Door de meetronde uit te breiden met ondiepe filters kunnen verontreinigingen sneller worden opgemerkt. Geadviseerd wordt om ondiep early warning meetnet uit te werken, bijvoorbeeld door extra meetfilters op ca. 3-5 meter diepte op te nemen in de meetnetten.

# 10 Begrippenlijst

Begrip	Omschrijving
AMPA	Aminomethylfosfonzuur (AMPA) is het afbraakproduct van glyfosaat, een herbicide toegepast in het middel Roundup
BAM	2,6-dichloorbenzamide (BAM) is de metaboliet van het sinds 2007 niet meer toegelaten dichlobenil, en de vanaf 2007 toegelaten fungicide fluopicolide.
bestrijdingsmiddel	Bestrijdingsmiddelen worden toegepast in de landbouw, in tuinen en bestrating om onkruid te bestrijden, teelten te beschermen tegen schadelijke organismen, conservering te bevorderen of groei te stimuleren
Bkmw	Besluit kwaliteit en monitoring water is de nationale implementatie van de Kaderrichtlijn Water. In Bijlage II zijn de normen voor grondwater opgenomen.
CTGB	College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden
DMS	Dimethylsulfamide (DMS) is de metaboliet van de toegelaten biocide tolylfluanide, toegepast in de conservering van hout
drempelwaardestof	Zes anorganische stoffen (Cl, Ptot, As, Ni, Cd, Pb) hebben drempelwaarde uit de KRW; de drempelwaarde kan verschillen per grondwaterlichaam
drinkwaterbesluit	In het Drinkwaterbesluit (Dwb) worden de kwaliteitseisen beschreven waaraan het drinkwater dient te voldoen.
farmaceutica	Farmaceutica zijn geneesmiddelen en medische hulpstoffen, chemische stoffen met een beoogd farmacologisch, immunologisch of metabolisch effect op het (dierlijk of menselijk) lichaam
filter	Een filter is een één geperforeerd deel van een peilbuis waarvan een grondwater monster kan worden genomen dat representatief voor één diepte
GIS-kaart	Geografische kaart gemaakt met een geografisch informatie systeem
grondwatermonster	Een grondwatermonster is een monster van één filter van een peilbuis op bepaalde diepte
Kaderrichtlijn Water	In de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn doelen gesteld voor schoon en gezond water
KRW-meetnet	Een selectie van filters uit de bestaande PMG- en LMG-meetnetten, zogeheten KRW-filters, op basis waarvan de grondwaterkwaliteit programmatisch wordt geanalyseerd en gerapporteerd ten behoeve van de Europese Kader Richtlijn Water
LMG	Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit
MTR	Maximaal toelaatbaar risiconiveau
overige verontreinigende stoffen	overige verontreinigende stoffen zijn veelal industriële stoffen die niet ingedeeld zijn bij de bestrijdingsmiddelen of farmaceutica
PMG	Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit
Risicomeetlocaties	Kwetsbare meetlocaties voor water verontreiniging, zoals ondiepe filters uit stedelijke meetnetten, locaties aangewezen door drinkwaterbedrijven en locaties direct naast infiltrerende watergangen stroomafwaarts van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's)
röntgencontrastmiddel	Een contraststof of contrastmiddel is een stof die toegevoegd of toegediend wordt om met een bepaalde beeldvormende techniek duidelijkere beelden te krijgen (zoals een MRI-scan)

<b>Begrip</b>	<b>Omschrijving</b>
signaleringswaarde (Bkmw)	De signaleringswaarde van 0,1 µg/l is opgenomen in het Bkmw protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW (2015) voor het signaleren van nieuwe opkomende stoffen. De signaleringswaarde wordt gebruikt als een indicatieve waarde, bij overschrijding in bronnen voor de productie van drinkwater bepaalt een nadere stof-specifieke risicobeoordeling of en zo ja welke verdere (remediërende) vervolgacties nodig zijn.
signaleringswaarde (drinkwaterbesluit) Watchlist	In het Drinkwaterbesluit is een signaleringswaarde van 1,0 µg/l opgenomen voor "overige antropogene stoffen" in drinkwater In de Watchlist zijn stoffen opgenomen die een potentieel risico vormen voor drinkwaterfunctie en/of ecologie en fungeert als 'opstap' naar de stoffenlijsten van Bkmw en/of Regeling monitoring KRW
waterkwaliteitseis	Voor bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten geldt de Europese waterkwaliteitseis van 0,1 µg/l voor individuele stoffen en 0,5 µg/l voor de somconcentratie vanuit de Kaderrichtlijn Water en het Bkmw

# 11 Referenties

- Adviescommissie Water, 2017. Advies grondwater. 17 december 2017.  
[https://www.rli.nl/sites/default/files/advies\\_grondwater\\_tcm308-397491.pdf](https://www.rli.nl/sites/default/files/advies_grondwater_tcm308-397491.pdf)
- Achten, C., Püttmann, W. and Klasmeier, J. (2002) Compartment modeling of MTBE in the generic environment and estimations of the aquatic MTBE input in Germany using the EQC model. *Journal of Environmental Monitoring* 4(5), 747-753.
- Baken, K., Schriks, M. and Sjerps, R.M.A. (2015) Toxicologische risicobeoordeling geprioriteerde stoffen, KWR Watercyce Research Institute, Nieuwegein.
- Bertelkamp, C., Reungoat, J., Botton, S., Cornelissen, E., Ghadiri, E., de Jonge, M., Singhal, N., van der Hoek, J.P. and Verliefde, A.R.D. (2012) Transformation of organic micropollutants during river bank filtration: Laboratory versus field data. *Water Practice and Technology* 7(4).
- Bkmw (2009) Besluit kwaliteitseisen en monitoring water.
- Bokkers, B.G.H., Versteegh, J.F.M., Janssen, P.J.C.M. and Zeilmaker, M.J. (2016) Risicoinschatting PFOA in drinkwater in het voorzieningsgebied van twee locaties, RIVM.
- Carvalho, R.N., Ceriani, L., Ippolito, A. and Lettieri, T. (2015) Development of the First Watch List under the Environmental Quality Standards Directive.
- Ctgb (2014) Jaarverslag 2014.
- de Jongh, C.M., Kooij, P.J.F., de Voogt, P. and ter Laak, T.L. (2012) Screening and human health risk assessment of pharmaceuticals and their transformation products in Dutch surface waters and drinking water. *Science of the Total Environment* 427-428, 70-77.
- de Voogt, P., Janex-Habibi, M.L., Sacher, F., Puijker, L. and Mons, M. (2009) Development of a common priority list of pharmaceuticals relevant for the water cycle. *Water Science and Technology* 59(1), 39-46.
- de Voogt, P., Vink, C. and Puijker, L.M. (2008) MTBE en ETBE in Nederlands grondwater. Analyse van het voorkomen en de betekenis van MTBE/ETBE in het grondwater in de Nederlandse grondwaterbeschermingsgebieden, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- Derksen, A. and ter Laak, T.L. (2013a) Human pharmaceuticals in the water cycle, p. 59, KWR Watercycle Research Institute, STOWA, Amersfoort, The Netherlands.
- Derksen, A. and ter Laak, T.L. (2013b) Humane geneesmiddelen in de waterketen, p. 59, KWR Watercycle Reserach Institute, STOWA, Amersfoort, the Netherlands.
- Drinkwaterbesluit (2011).
- ECHA (2013) ECHA updates the Candidate List for authorisation with six new substances of very high concern (SVHCs).
- ECHA (2016) Informatie over chemische stoffen.
- Ferrando-Climent L, Collado N, Buttiglieri G, Gros M, Rodriguez-Roda I, Rodriguez-Mozaz S and D., B. (2012) Comprehensive study of ibuprofen and its metabolites in activated sludge batch experiments and aquatic environment. *Science of the Total Environment* 438, 404-413.
- Fraters, B. (2016) Landbouw en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2014) en trend (1992-2014). Resultaten van de monitoring voor de Nitraatrichtlijn, p. 191, RIVM.
- Ghosh, U., Talley, J.W. and Luthy, R.G. (2001) Particle-scale investigation of PAH desorption kinetics and thermodynamics from sediment. *Environmental Science and Technology* 35, 3468-3475.

- Heydebreck, F., Tang, J., Xie, Z. and Ebinghaus, R. (2015) Alternative and Legacy Perfluoroalkyl Substances: Differences between European and Chinese River/Estuary Systems. *Environmental Science and Technology* 49(14), 8386-8395.
- Hofman-Caris, C.H.M., Harmsen, D., Wols, B., Groot Kormelinck, K. and van Pol, W. (2016) Hoe kun je geneesmiddelen uit drinkwater verwijderen?, pp. 34-35.
- Houtman, C.J. (2010) Emerging contaminants in surface waters and their relevance for the production of drinking water in Europe. *J Integrat Environ Sci* 2010, 1-25.
- Houtman, C.J., Kroesbergen, J., Lekkerkerker-Teunissen, K. and van der Hoek, J.P. (2014) Human health risk assessment of the mixture of pharmaceuticals in Dutch drinking water and its sources based on frequent monitoring data. *Science of the Total Environment* 496, 54-62.
- Joosten, L., J., J. and Berkhuizen, H. (2009) Evaluatie project "Schoon Water voor Brabant". Eindrapport, Leiden.
- JRC (2014) Development of the 1st Watch List under the Environmental Quality Standards Directive. Commission, E. (ed), p. 39, European Union, Ispra, Italy.
- Kools, S., Loon, A. van, Sjerps, R., en Rosenthal, L., 2019. De kwaliteit van bronnen van drinkwater in Nederland. KWR, Nieuwegein, KWR2019.072.
- Lapworth, D.J., Baran, N., Stuart, M.E. and Ward, R.S. (2012) Emerging organic contaminants in groundwater: A review of sources, fate and occurrence. *Environmental Pollution* 163, 287-303.
- Loke, M.-L., Tjornelund, J. and Halling-Sorensen, B. (2002) Determination of the distribution coefficient (log K<sub>d</sub>) of oxytetracycline tylosin A olaquinox and metronidazole in manure. *Chemosphere* 48, 351-361.
- Loos, R., Locoro, G., Comero, S., Contini, S., Schwesig, D., Werres, F., Balsaa, P., Gans, O., Weiss, S., Blaha, L., Bolchi, M. and Gawlik, B.M. (2010) Pan-European survey on the occurrence of selected polar organic persistent pollutants in ground water. *Water Research* 44(14), 4115-4126.
- Lopez, B., Ollivier, P., Togola, A., Baran, N. and Ghestem, J.-P. (2015) Screening of French groundwater for regulated and emerging contaminants. *Science of the Total Environment* 518-519, 562-573.
- Min I&M (2016) Stuctuurvisie Ondergrond.
- Ministerie Infrastructuur en Milieu (2016) Wijziging Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden.
- Moermond, C.T.A. (2014) Environmental risk limits for pharmaceuticals - Derivation of WFD water quality standards for carbamazepine, metoprolol, metformin and amidotrizoic acid, p. 56, RIVM, Dutch national Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands.
- Moermond, C.T.A. (2016a) Geneesmiddelen en waterkwaliteit, p. 96, RIVM, Bilthoven, the Netherlands.
- Moermond, C.T.A. (2016b) Geneesmiddelen en waterkwaliteit.
- Monteiro, S.C. and Boxall, A.B.A. (2010) Occurrence and fate of human pharmaceuticals in the environment. *Rev Environmental Contamination Toxicology* 202, 53-154.
- Morehead, N.R., Eadie, B.J., Lake, B., Landrum, P.F. and Berner, D. (1986) The sorption of PAH onto dissolved organic matter in lake Michigan waters. *Chemosphere* 15, 403-412.

- OEHHA (1999) Public Health Goal for Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) in Drinking Water, Office of Environmental Health Hazard Assessment. California Environmental Protection Agency.
- Rijkswaterstaat (2009) Zorgplicht Wbb bij MTBE- en ETBE-verontreinigingen.
- RIWA (2016) De kwaliteit van het Maaswater in 2015, RIWA-Maas.
- Rougoor, C.W., Allema, A.B., Leendertse, P. and van Vliet, J. (2016) Diergeneesmiddelen en waterkwaliteit, p. 70, STOWA, Amersfoort, the Netherlands.
- Schaider, L.A., Rudel, R.A., Ackerman, J.M., Dunagan, S.C. and Brody, J.G. (2014) Pharmaceuticals, perfluorosurfactants, and other organic wastewater compounds in public drinking water wells in a shallow sand and gravel aquifer. *Science of the Total Environment* 468-469, 384-393.
- Schmidt, C.K. and Brauch, H.-J. (2008) N,N-Dimethylsulfamide as Precursor for N-Nitrosodimethylamine (NDMA) Formation upon Ozonation and its Fate During Drinking Water Treatment. *Environmental Science & Technology* 42(17), 6340-6346.
- Schmitt, H., Duis, K. and ter Laak, T.L. (2017) Development and dissemination of antibiotic resistance in the environment under environmentally relevant concentrations of antibiotics and its risk assessment - a literature study. Section IV 2,2 Pharmaceuticals, B., Bioaccumulation and Schönfeld, J. (eds), p. 159, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Schmitt, H., Duis, K. and ter Laak, T.L. (in prep.) Development and dissemination of antibiotic resistance in the environment under environmentally relevant concentrations of antibiotics and its risk assessment - a literature study, B. Section IV 2,2 Pharmaceuticals, Bioaccumulation and J. Schönfeld, Editors. 2017, Umweltbundesamt: Dessau-Roßlau. p. 159
- Schriks, M., Heringa, M.B., van der Kooi, M.M.E., de Voogt, P. and van Wezel, A.P. (2010) Toxicological relevance of emerging contaminants for drinking water quality. *Water Research* 44(2), 461-476.
- 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.
- Sjerps, R., ter Laak, T. and Zwolsman, G.J. (2016) Ontwikkeling waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening, p. 103, KWR, Nieuwegein.
- Sjerps, Kooij, van Loon, van Wezel Occurrence of pesticides in Dutch drinking water sources - *Chemosphere* 235(2019)510-518 - DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.06.207.
- Smit, C.E., Wuijts, S. (2012) Specifieke verontreinigende en drinkwater relevante stoffen onder de Kaderrichtlijn water, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, De Bilt.
- STOWA (2003) Verwijdering van hormoonverstorende stoffen in rioolwaterzuiveringsinstallaties.
- Stroomberg, G.J., Neefjes, R.E.M., Bannink, A., Jonge, J.A., de, Zwamborn, C.C. (2019) Jaarrapport 2018: De Rijn. RIWA-Rijn, ISBN 978-90-6683-174-2
- Stuart, M., Lapworth, D., Crane, E. and Hart, A. (2012) Review of risk from potential emerging contaminants in UK groundwater. *Science of the Total Environment* 416, 1-21.
- Stuyfzand, P., van Rossum, P. and Mendizabal, I. (2008a) Does arsenic, in groundwaters of the compound Rhine-Meuse-Scheldt-Ems delta, menace drinking water supply in the Netherlands Appelo, T. (ed), pp. 102-125, NNC-IAH, Utrecht.
- Stuyfzand, P.J. (2013) Trace element patterns in Dutch coastal dunes recharged with Rhine River water, depicting 50 years of Rhine River infiltration, Beijing China.

- Stuyfzand, P.J., van Rossum, P. and Mendizabal, I. (2008b) Sporenelementen in grondwater in Nederland. H2O 24, 756-762.
- Swartjes, F.A., Baars, A.J., Fleuren, R.H.L.J. and Otte, P.F. (2004) Risicogrenzen voor MTBE (Methyl tertiair-Butyl Ether) in bodem, sediment, grondwater, oppervlaktewater, drinkwater en voor drinkwaterbereiding, RIVM.
- Swartjes, F.A., Van Der Linden, A.M.A. and van Der Aa, N.G.F.M. (2016) Bestrijdingsmiddelen in grondwater bij drinkwaterwinningen: huidige belasting en mogelijke maatregelen, p. 124, RIVM.
- ter Laak, T. and Baken, K. (2014) The occurrence, fate and ecological and human health risks of metformin and guanlylurea in the water cycle - A literature review, p. 26, KWR Watercycle Research Institute & Rijkswaterstaat, Nieuwegein, The Netherlands.
- ter Laak, T., van Leerdam, T., Sjerps, R. and Vughs, D. (2015) Dialog between environmental occurrence data and REACH II, KWR, Nieuwegein.
- ter Laak, T.L., Gebbink, W.A. and Tolls, J. (2006) The effect of pH and ionic strength on the sorption of Oxytetracyclin, Tylosin and Sulfachloropyridazin to soil. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25, 904-911.
- ter Laak, T.L., Kooij, P.J.F., Tolkamp, H. and Hofman, J. (2014) Different compositions of pharmaceuticals in Dutch and Belgian rivers explained by consumption patterns and treatment efficiency. *Environmental Science and Pollution Research International* 21(22), 12843-12855.
- Ter Laak, T.L. and Kools, S. (2016) Quickscan Diergeneesmiddelen in de waterketen, p. 27, KWR, Watercycle Reserach Institute; Dutch Ministry of Infrastructure and the Environment, Nieuwegein, the Netherlands.
- ter Laak, T.L., Raterman, B. and Meijers, E. (2016) Ruimtelijke modellering van geneesmiddelen in het stroomgebied van de Dommel, p. 38, KWR Watercycle Reserach Institute, Nieuwegein the Netherlands.
- ter Laak, T.L., van der Aa, M., Houtman, C.J., Stoks, P.G. and van Wezel, A.P. (2010) Relating environmental concentrations of pharmaceuticals to consumption: A mass balance approach for the river Rhine. *Environment International* 36(5), 403-409.
- Van Beek, C.G.E.M. and Stuyfzand, P.J. (1991) Sporen-elementen in grondwater. , p. 184p.
- Van der Linden, A.M., Steinweg, C. and Van den Brink, C. (2016) Interpretatie van metingen van gewasbeschermingsmiddelen in grondwater in Noord- en Oost Nederland. Vergelijking van metingen met berekeningen, RIVM.
- van Loon, A. (2013) Organische microverontreinigingen in het ruwwater van kwetsbare grondwaterwinningen, p. 66, KWR, Nieuwegein.
- van Wezel, A., Puijker, L., Vink, C., Versteegh, A. and de Voogt, P. (2009) Odour and flavour thresholds of gasoline additives (MTBE, ETBE and TAME) and their occurrence in Dutch drinking water collection areas. *Chemosphere* 76(5), 672-676.
- Verlicchi, P., Al Aukidy, M. and Zambello, E. (2012) Occurrence of pharmaceutical compounds in urban wastewater: Removal, mass load and environmental risk after a secondary treatment—A review. *Science of the Total Environment* 429, 123-155.
- Vink, C., Bonte, M., Crijns, J.W.A.M., Putters, B., Vaessen, F., Moonen, H., Castenmiller, E., Frankhuizen, E., Strookman, M. and Peters, J. (2012) Bestrijdingsmiddelen in 14 kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden in Limburg, pp. 8-10.
- WHO (1997) Glyphosate and AMPA in Drinking-water.
- WHO (2011) Guidelines for drinking water quality, fourth edition., p. 564.





# Bijlage I

## Overzichtskaarten voor de meetronden 2015/2016 en 2018/2019

De kaarten geven een ruimtelijk beeld van de omvang van beide meetrondes, geaggregeerd op het niveau van de stofgroepen Anorganische stoffen, Bestrijdingsmiddelen, Farmaceutica en Overige verontreinigende stoffen.

1. Locatiekaarten van de diepe en ondiepe grondwatermonsters (filters) met op de achtergrond de begrenzing van de grondwaterlichamen;
2. Locatiekaarten van de diepe en ondiepe grondwatermonsters (filters) met op de achtergrond de begrenzing van de grondwaterbeschermingsgebieden

Let op, een gearceerde notatie betekent dat onder het ondiepe grondwaterlichaam zich nog een dieper grondwaterlichaam bevindt.

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload

## Bijlage II

### Wet- en regelgeving: Landelijk en Europees kader

Het Nederlandse waterbeleid en de Nederlandse waterregelgeving worden in hoge mate bepaald door het Europese recht. Richtlijnen direct van invloed op de bescherming van grondwater zijn:

- Kaderrichtlijn Water (KRW) (2000/60/EG);
- Grondwaterrichtlijn (GWR) (2006/118/EG);
- Drinkwaterrichtlijn (98/83/EG).

Daarnaast zijn richtlijnen relevant die gericht zijn op de beperking van emissies naar grond- en oppervlaktewater. Dit betreft onder meer:

- Nitraatrichtlijn (91/676 EEC)
- Gewasbeschermingsmiddelenrichtlijn (91/414/EEG)
- Biocidenverordening (267/2009)
- REACH Verordening (1907/2006)
- IPPC-richtlijn (2008/1/EG)
- Richtlijn stedelijk afvalwater (91/271/EEG)

#### ***Europees kader***

Omdat het hier een zeer beknopte schets van het Europese kader betreft, wordt volstaan met een korte beschrijving van de KRW, de GWR en de Drinkwaterrichtlijn.

#### **Kaderrichtlijn Water en Grondwaterrichtlijn**

De Kaderrichtlijn Water (KRW) beoogt een duurzame bescherming van grond- en oppervlaktewater in de EU. De richtlijn bevat algemene milieudoelstellingen (artikel 4) en doelstellingen ten aanzien van water bestemd voor menselijke consumptie (artikel 7). De milieudoelstellingen beogen het bereiken van een goede ecologische en chemische toestand van het oppervlaktewater en het bereiken van een goede chemische en kwantitatieve toestand van het grondwater. De goede chemische toestand voor het oppervlaktewater wordt uitgedrukt in generieke normen voor een beperkt aantal zgn. prioritaire stoffen/stofgroepen (33 in totaal). De ecologische toestand van het oppervlaktewater wordt beoordeeld op basis van biologische, hydromorfologische en fysisch-chemische kwaliteitselementen, die per stroomgebied kunnen verschillen. De kwaliteitsdoelstellingen voor grondwater zijn uitgewerkt in de Grondwaterrichtlijn. Deze doelstellingen (normering) zijn deels generiek van aard (voor nitraat en bestrijdingsmiddelen), deels worden ze nationaal via zogenaamde drempelwaarden bepaald (chloride, arseen, nikkel, lood, cadmium en fosfaat).

Om de (verplichte) doelstellingen van de KRW te bereiken, moeten maatregelen worden getroffen. Op basis van de karakterisering van de toestand van het stroomgebied en de te bereiken doelstellingen, worden maatregelen ontwikkeld die effectief moeten zijn om het doel te bereiken binnen de daartoe gestelde termijn (uiterlijk 2027). Deze maatregelen kunnen zowel betrekking hebben op het reduceren van emissies van verontreinigende stoffen, als ingrepen om te komen tot een meer natuurlijke inrichting van watersystemen. De maatregelen worden vastgelegd in stroomgebiedbeheerplannen (SGBP's), die elke zes jaar worden herzien. De eerste serie SGBP's gold van 2009-2015. De tweede planperiode is dec 2016 in werking getreden en duurt tot 2021.

### **Vernieuwde Prioritaire stoffen richtlijn**

Op 17 april 2013 bereikten de Europese lidstaten, het Europees Parlement en de Europese Commissie een akkoord over de nieuwe Prioritaire stoffen richtlijn. Hierbij is het oorspronkelijke voorstel van de commissie om de hormoonverstorende stoffen alpha-ethinylestradiol (EE2) en bèta-estradiol (E2) en de pijnstillers diclofenac op de prioritaire stoffenlijst te plaatsen, teruggedraaid. Het compromis voorstel introduceert een Watch List met potentiële probleemstoffen, waarvan de aanwezigheid in oppervlaktewater door lidstaten en Europese Commissie in kaart moet worden gebracht. De drie farmaceutica worden aan deze Watch List toegevoegd. Dit betekent dat zij in de komende jaren wel gemonitord zullen moeten worden, maar dat er geen maatregelen genomen hoeven te worden deze ook uit het oppervlaktewater te zuiveren. Recent heeft de Joint Research Center (JRC) een voorstel gedaan voor de opname van 7 andere stoffen die mogelijk een risico vormen voor het milieu en de humane gezondheid voor de Watch List (Carvalho et al. 2015):

- Oxadiazon
- Methiocarb
- 2,6-ditert-butyl-4-methylphenol
- Tri-allate
- Imidacloprid, Thiacloprid, Thiamethoxam, Clothianidin, Acetamiprid
- Erythromycin Clarithromycin, Azithromycin
- 2-Ethylhexyl 4-methoxycinnamate

### **Drinkwaterrichtlijn**

De Richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water 98/83/EG (verder 'Drinkwaterrichtlijn' genoemd) heeft betrekking op de kwaliteit van water bestemd voor menselijke consumptie. De richtlijn beoogt de volksgezondheid te beschermen tegen de schadelijke gevolgen van verontreiniging van water bestemd voor menselijke consumptie door ervoor te zorgen dat het water gezond en schoon is (artikel 1 lid 2). De richtlijn richt zich primair op de kwaliteit van het drinkwater zelf. De kwaliteit van bronnen kan worden beschouwd als een afgeleide daarvan.

De richtlijn kent een aantal instrumenten. Er worden in de eerste plaats algemene verplichtingen gesteld aan de lidstaten om die maatregelen te nemen die ervoor zorgen dat drinkwater gezond en schoon is. Verder is er de verplichting tot het stellen van kwaliteitseisen, die ook gecontroleerd moeten worden. De lidstaten hebben de bevoegdheid strengere en/of extra kwaliteitseisen te stellen. Verder bevat de richtlijn een bepaling over herstelmaatregelen en nadere eisen aan de bevoegdheid voor lidstaten om afwijkingen van de kwaliteitseisen toe te staan. Ten slotte moeten de lidstaten de kwaliteit van behandeling, installatie en materialen waarborgen en hebben zij een informatie- en rapportageverplichting.

### ***Nationale regelgeving***

#### **Waterwet**

De kwalitatieve aspecten van het Nederlandse waterbeheer vloeien primair voort uit de KRW en zijn verankerd in de Waterwet. Met de introductie van de Waterwet (2009) zijn acht voormalige waterwetten samengevoegd, waaronder de Wet verontreiniging oppervlaktewater en de Grondwaterwet. De doelstellingen van de KRW zijn in Nederland geïmplementeerd in het Besluit Kwaliteitsdoelstellingen en Monitoring Water (Bkmw, 2009) en de Ministeriële Regeling Monitoring KRW (MR, 2010). Het Bkmw en de MR worden gebruikt bij het beoordelen in hoeverre aan de KRW-opgave wordt voldaan en welke maatregelen eventueel noodzakelijk zijn om deze doelstellingen te bereiken. Hieronder worden beide instrumenten nader toegelicht.

### *Besluit Kwaliteitsdoelstellingen en Monitoring Water*

Het Bkmw is samengesteld op basis van Europese richtlijnen (Richtlijn Prioritaire Stoffen en de Richtlijn betreffende de kwaliteit van oppervlaktewater bestemd voor drinkwater (75/440/EEG). Het Bkmw bevat een drietal bijlagen met tabellen waarin milieukwaliteitsnormen zijn opgenomen, waaronder de milieukwaliteitsnormen voor de goede chemische toestand van grondwaterlichamen, hetzij Europees vastgesteld (bijlage II, tabel 1), hetzij nationaal vastgesteld (bijlage II, tabel 2). De kwaliteitseisen voor grondwater uit het Bkmw betreffen Europees vastgestelde milieukwaliteitsnormen voor bestrijdingsmiddelen en hun metabolieten (0,1 µg/l voor individuele stoffen; som max. 0,5 µg/l) en nitraat (50 mg/l) (Tabel 1), en nationale milieukwaliteitsnormen voor chloride, een aantal spoormetalen en fosfaat (Tabel 2). Deze nationale normen kunnen variëren per grondwaterlichaam. De provincies zijn verantwoordelijk voor het beheer van grondwater en moeten zorgen dat het grondwater voldoet aan de eisen in Tabel 1 en 2. De beperkte omvang van normen voor grondwater is gebaseerd op de aanname dat grondwater helemaal niet verontreinigd hoort te zijn. Het aangeven van chemische standaarden impliceert een toegestane hoeveelheid aan verontreiniging.

Sinds september 2015 is binnen het Bkmw een signaleringswaarde van 0,1 µg/l opgenomen voor nieuwe opkomende stoffen in het 'Protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW'. Een (verwachte) overschrijding van een signaleringswaarde geeft voor de waterbeheerder een indicatie dat de KRW-doelen mogelijk in het geding zijn. De signaleringswaarde voor nieuwe opkomende stoffen in grond- en oppervlaktewater vraagt bij overschrijding als eerste indicatie om nadere risicobeoordeling voor de betreffende stof, waarbij wordt nagegaan of de stof (en in welke concentratie) een risico vormt voor de drinkwatervoorziening en daarmee de KRW-doelen voor water voor menselijke consumptie. Daarbij wordt getoetst op humaan-toxicologische criteria, cumulatieve effecten en het voorzorgbeginsel. Op basis hiervan wordt bepaald of de betreffende stof al dan niet relevant is voor verdere monitoring en toetsing in het kader van der KRW en eventueel daarbij horende vervolgacties.

**Tabel 1.** Europees vastgestelde milieukwaliteitsnormen voor de goede chemische toestand van grondwaterlichamen. Bkmw Bijlage II, Tabel 1.

Verontreinigende stof	Richtwaarde grondwater	Drinkwaterbesluit
Nitraten	50 mg/l	50 mg/l
Werkzame stoffen in bestrijdingsmiddelen, met inbegrip van de relevante omzettings-, afbraak- en reactieproducten daarvan	0,1 µg/l 0,5 µg/l (totaal)	0,1 µg/l, 0,5 µg/l (totaal)

**Tabel 2.** Nationaal vastgestelde milieukwaliteitsnormen (drempelwaarden) voor de goede chemische toestand van grondwaterlichamen. Bkmw Bijlage II, Tabel 2 n.r. = niet relevant.

Grondwaterlichamen		Type	Europese milieukwaliteitseisen voor water voor verontreinigende stoffen						
Code	Omschrijving		Cl mg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Ptot mg/l	
NLGW0001	Zand Eems	Zand	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0008	Zout Eems	Zout	Brak&zout		20	18,7	0,35	7,4	6,9
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	Zand	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0007	Zout Rijn-Noord	Zout	Brak&zout		20	18,7	0,35	7,4	6,9
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	Deklaag	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	Duin	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	Zand	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	Zand	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	Deklaag	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0005	Zand Rijn-West	Zand	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0011	Zout Rijn-West	Zout	Brak&zout		20	18,7	0,35	7,4	6,9
NLGW0012	Deklaag Rijn- West	Deklaag	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0016	Duin Rijn-West	Duin	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0006	Zand Maas	Zand	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0013	Zout Maas	Zout	Brak&zout		20	18,7	0,35	7,4	6,9
NLGW0017	Duin Maas	Duin	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGW0018	Maas-Slenk-diep	nvt	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	nvt	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGWSC0001	Zoet grondwater duingebieden	Duin	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGWSC0002	Zoet grondwater dekzand	Zand	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGWSC0003	Zoet grondwater kreekgebieden	nvt	Zoet	160	20	13,2	0,35	7,4	2,0
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen	Zout	Brak&zout		20	18,7	0,35	7,4	6,9
NLGWSC0005	Grondwater diepe zandlagen	nvt	Brak&zout		20	18,7	0,35	7,4	

### Nederlandse WATCH-list voor “nieuwe stoffen”

In de SGBP's is de aandacht voor nieuwe stoffen als lacune onderkend. Dit heeft geleid tot een voorstel voor een zogenoemde NL-watchlist (Smit 2012). Stoffen komen in aanmerking voor de Nederlandse watchlist vanwege de risico's voor de drinkwaterfunctie en/of ecologie. De watchlist is bedoeld als 'opstap' naar de stoffenlijsten van Bkmw en/of Regeling monitoring KRW. De NL-watchlist is opgesteld op basis van meetgegevens die zijn aangeleverd door Rijkswaterstaat/Waterdienst en de drinkwatersector. Voor 26 aangedragen stoffen zijn zogenoemde factsheets opgesteld. Op basis van de factsheets en een beslisschema is voor vijf stoffen voorgesteld om deze in de komende planperiode (2015-2021) landelijk te monitoren, zodat op basis hiervan een besluit kan worden genomen of verdere maatregelen noodzakelijk zijn. Dit voorstel betreft de volgende stoffen:

- Amidotrizoïnezuur (contrastvloeistof)
- Carbamazepine (anti-epilepticum; anti-depressivum)
- Metformine (diabeticum)
- Metoprolol (hart- en vaatziekten)
- di-isopropylether (oplosmiddel)

Voor de stof di-isopropylether is inmiddels afgesproken om eerst nader onderzoek te doen naar de emissiebronnen van deze stof alvorens deze landelijk te gaan monitoren. De overige stoffen worden vanaf 2013 opgenomen in de monitoringsprogramma's voor de KRW.

### **Drinkwaterwet, Drinkwaterregeling en Drinkwaterbesluit**

In 2011 is de Drinkwaterwet van kracht geworden. De Drinkwaterwet strekt van bron tot kraan en heeft als primair doel om een duurzame veiligstelling van de drinkwatervoorziening in Nederland te bewerkstelligen. Met de herziening is ook beoogd de rolverdeling tussen de overheid en het drinkwaterbedrijf meer expliciet te maken. De overheid draagt zorg voor een duurzame veiligstelling van de drinkwatervoorziening (artikel 2). Zij scheidt daarvoor de voorwaarden, waaronder de bescherming van bronnen voor drinkwater, treedt op als toezichthouder voor de drinkwaterbedrijven en is eindverantwoordelijk voor de kwaliteit van het drinkwater dat bij de burger uit de kraan komt.

De drinkwaterregeling en het drinkwaterbesluit geven een invulling van de te meten stoffen in grondwater bestemd voor drinkwater. Tabel IIIa in Bijlage II van de drinkwaterregeling geeft het meetprogramma (parameters en frequentie) voor een eigen winning waarbij grondwater wordt gebruikt als grondstof, zie ook Appendix II. De drinkwaterbedrijven zijn hiervoor verantwoordelijk. Het is echter wel zo dat er uitgebreid gemonitord wordt voor inzicht in de waterkwaliteit en voor zuiveringstechnologische redenen.

Het Drinkwaterbesluit (Dwb) bevat drie tabellen met parameters waaraan de drinkwaterkwaliteit wordt getoetst, zie Appendix III. De eerste twee tabellen betreffen microbiologische en chemische parameters die een directe relatie hebben met de volksgezondheid. Tabel III van het Dwb bevat zogenoemde indicator parameters. Deze indicatorparameters hebben geen directe gezondheidskundige achtergrond, maar zijn bedoeld voor controle van het productieproces van bron tot tap (IIIb), organoleptische aspecten (geur, kleur en smaak) (IIIa) en de signalering van nieuwe stoffen (IIIc). Afwijkingen van Tabel III worden in tegenstelling tot die van Tabel II (chemische parameters) niet gemeld aan de EU.

De signaleringsparameters worden door middel van screeningsonderzoek gemonitord in zowel de bron (Dwr) als in het aan de consument geleverde drinkwater (Dwb). Als voor deze parameters de signaleringswaarde overschreden wordt, moet het bedrijf onderzoek uitvoeren naar de oorzaak hiervan. De toezichthouder kan bepalen of er maatregelen getroffen moeten worden om verdere normoverschrijding te voorkomen. In de afweging speelt een eventuele (indirecte) relatie met de volksgezondheid een belangrijke rol.

### **Resumé**

Voor een duurzame drinkwatervoorziening is een goede kwaliteit van drinkwaterbronnen noodzakelijk. Om deze kwaliteit te borgen zijn daartoe verplichtingen in artikel 7 van de KRW opgenomen om de bronnen te beschermen. Op basis van een maatregelenprogramma moeten lidstaten aangeven op welke wijze de doelstellingen en verplichtingen van artikel 7 worden ingevuld. In het Besluit kwaliteitsdoelstellingen en monitoring water 2009 (Bkmw, 2009) is een tabel opgenomen met richtwaarden voor de kwaliteit van grondwater: 50 mg/l voor nitraat en 0,1 µg/l bestrijdingsmiddelen. Sinds september 2015 is binnen het Bkmw signaleringswaarde van 0,1 µg/l opgenomen voor nieuwe opkomende stoffen in het 'Protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW'. De signaleringswaarde voor nieuwe opkomende stoffen in grond- en oppervlaktewater vraagt bij overschrijding als eerste indicatie om nadere risicobeoordeling voor de betreffende stof. Op basis hiervan wordt bepaald of de betreffende stof al dan niet relevant is voor verdere monitoring en toetsing in het kader van der KRW en eventueel daarbij horende vervolgacties.



Het Bkmw 2009 vormt het toetsingskader voor de waterbeheerder, de Drinkwaterregeling (2011) dat van het waterleidingbedrijf. De vereisten in de Drinkwaterregeling voor in te nemen ruwe water betreffen maximale waarden waarboven een drinkwaterbedrijf de waterinname moet staken of een ontheffing moet aan vragen bij het Ministerie van IenM.

## Bijlage III

### Geanalyseerde stoffen per meetpakket

#### Pakket 1: Organische stoffen

AquoCode	naam provincies	AquoNaam	CASnummer	Groep
Ag	Ag (µg/l) opgelost	zilver	7440-22-4	ChemischeStof
Al	Al (µg/l) opgelost	aluminium	7429-90-5	ChemischeStof
As	As (µg/l) opgelost	arseen	7440-38-2	ChemischeStof
B	B (µg/l) opgelost	boor	7440-42-8	ChemischeStof
Ba	Ba (µg/l) opgelost	barium	7440-39-3	ChemischeStof
Be	Be (µg/l) opgelost	beryllium	7440-41-7	ChemischeStof
Br	Br (mg/l) opgelost	bromide	24959-67-9	ChemischeStof
Ca	Ca (mg/l) opgelost	calcium	7440-70-2	ChemischeStof
Cd	Cd (µg/l) opgelost	cadmium	7440-43-9	ChemischeStof
Cl	Cl (mg/l) totaal	chloride	16887-00-6	ChemischeStof
Co	Co (µg/l) opgelost	kobalt	7440-48-4	ChemischeStof
Corg	Corg (mg/l) opgelost	koolstof organisch	NVT	ChemischeStof
Cr	Cr (µg/l) opgelost	chrom	7440-47-3	ChemischeStof
Cu	Cu (µg/l) opgelost	koper	7440-50-8	ChemischeStof
F	F (mg/l) opgelost	fluoride	16984-48-8	ChemischeStof
Fe	Fe (µg/l) opgelost	ijzer	7439-89-6	ChemischeStof
GELDHD	GELDHD (mS/m)	Geleidendheid	NVT	Groetheid
HCO3	HCO3 (mg/l) totaal	waterstofcarbonaat	71-52-3	ChemischeStof
Hg	Hg (µg/l) opgelost	kwik	7439-97-6	ChemischeStof
K	K (mg/l) opgelost	kalium	7-9-7440	ChemischeStof
Li	Li (µg/l) opgelost	lithium	7439-93-2	ChemischeStof
Mg	Mg (mg/l) opgelost	magnesium	7439-95-4	ChemischeStof
Mn	Mn (µg/l) opgelost	mangaan	7439-96-5	ChemischeStof
Mo	Mo (µg/l) opgelost	molybdeen	7439-98-7	ChemischeStof
Na	Na (mg/l) opgelost	natrium	7440-23-5	ChemischeStof
NH4	NH4 (mg/l) opgelost (N)	ammonium	14798-03-9	ChemischeStof
Ni	Ni (µg/l) opgelost	nikkel	7440-02-0	ChemischeStof
NO2	NO2 (mg/l) opgelost (N)	nitriet	14797-65-0	ChemischeStof
NO3	NO3 (mg/l) opgelost (N)	nitraat	14797-55-8	ChemischeStof
Pb	Pb (µg/l) opgelost	lood	7439-92-1	ChemischeStof
pH	pH (1)	ph	NVT	Groetheid
PO4	PO4 (mg/l) opgelost (P)	fosfaat	14265-44-2	ChemischeStof
Ptot	Ptot (mg/l) opgelost (P)	fosfor totaal	NVT	ChemischeStof
Rb	Rb (µg/l) opgelost	rubidium	7440-17-7	ChemischeStof
Sb	Sb (µg/l) opgelost	antimoon	7440-36-0	ChemischeStof

Se	Se (µg/l) opgelost	seleen	7782-49-2	ChemischeStof
Sn	Sn (µg/l) opgelost	tin	7440-31-5	ChemischeStof
SO4	SO4 (mg/l) totaal	sulfaat	14808-79-8	ChemischeStof
Sr	Sr (µg/l) opgelost	strontium	7440-24-6	ChemischeStof
T	T (°C)	Temperatuur	NVT	Grootheid
Te	Te (µg/l) opgelost	tellurium	13494-80-9	ChemischeStof
Th	Th (µg/l) opgelost	thorium	7440-29-1	ChemischeStof
Ti	Ti (µg/l) opgelost	titaan	7440-32-6	ChemischeStof
Tl	Tl (µg/l) opgelost	thallium	7440-28-0	ChemischeStof
U	U (µg/l) opgelost	uranium	7440-61-1	ChemischeStof
V	V (µg/l) opgelost	vanadium	7440-62-2	ChemischeStof
W	W (µg/l) opgelost	wolfraam	7440-33-7	ChemischeStof
Zn	Zn (µg/l) opgelost	zink	7440-66-6	ChemischeStof
Zr	Zr (µg/l) opgelost	zirkonium	7440-67-7	ChemischeStof

## Pakket 2: Bestrijdingsmiddelen

AquoCode	Naam Provincies	AquoNaam	CASnummer	Werkzame stof	Verboden sinds
11DCIC2a	1,1-Dichloorethaan.(µg/l).totaal	1,1-dichloorethaan	75-34-3	Werkzame stof	
134DCIFy 3CIy	1-(3,4-Dichloorphenyl)-3-Methyl- ureum.(µg/l).totaal	1-(3,4-dichloorfenyl)-3- methylureum	3567-62-2	Werkzame stof	
134DCIFy 3CIy	1-(3,4-Dichloorphenyl)-ureum.(Desdimethyl- Diuron).(µg/l).totaal	1-(3,4-dichloorfenyl)-3- methylureum	8-2-2327	Werkzame stof	
14iC3yFyu rum	1-(4-Isopropylphenyl)-ureum.(µg/l).totaal	1-(4-isopropylfenyl)ureum	56046-17-4	Werkzame stof	
234TCIFol	2,3,4-Trichloorfenol.(µg/l).totaal	2,3,4-trichloorfenol	15950-66-0	Werkzame stof	
235TCIFol	2,3,5-Trichloorfenol.(µg/l).totaal	2,3,5-trichloorfenol	933-78-8	Werkzame stof	
236TCIFol	2,3,6-Trichloorfenol.(µg/l).totaal	2,3,6-trichloorfenol	933-75-5	Werkzame stof	
23DCIFol	2,3-Dichloorfenol.(µg/l).totaal	2,3-dichloorfenol	576-24-9	Werkzame stof	
245T	2,4,5-Trichloorphenoxyazijnzuur.(2,4,5- T).(µg/l).totaal	2,4,5- trichloorphenoxyazijnzuur	93-76-5	Werkzame stof	
245TCIFol	2,4,5-Trichloorfenol.(µg/l).totaal	2,4,5-trichloorfenol	95-95-4	Werkzame stof	
246TCIFol	2,4,6-Trichloorfenol.(µg/l).totaal	2,4,6-trichloorfenol	88-06-2	Werkzame stof	
24D	2,4-D.(µg/l).totaal	2,4-dichloorphenoxyazijnzuur	94-75-7	Werkzame stof	
24DC1yFol	2,4-Dimethylfenol.(µg/l).totaal	2,4-dimethylfenol	105-67-9	Werkzame stof	
24DCIFol	2,4-Dichloorfenol.(µg/l).totaal	2,4-dichloorfenol	120-83-2	Werkzame stof	
24DDD	2,4-DDD.(µg/l).totaal	2,4'- dichloordifenyldichloorethaan	53-19-0	Werkzame stof	Verboden
24DDE	2,4-DDE.(µg/l).totaal	2,4'- dichloordifenyldichlooretheen	3424-82-6	Werkzame stof	
24DDT	2,4-DDT.(µg/l).totaal	2,4'- dichloordifenytrichloorethaa n	789-02-6	Werkzame stof	
24DNO2F ol	2,4-Dinitrofenol.(µg/l).totaal	2,4-dinitrofenol	51-28-5	Werkzame stof	
24DP	Dichloorprop.(2,4-DP).(µg/l).totaal	2,4- dichloorphenoxypropionzuur	120-36-5	Werkzame stof	
25DCIFol	2,5-Dichloorfenol.(µg/l).totaal	2,5-dichloorfenol	583-78-8	Werkzame stof	
26DCIBen Ad	2,6-Dichloorbenzamide.(µg/l).totaal	2,6-dichloorbenzamide	2008-58-4	Metabool. humaan toxicologisch niet relevant	
26DCIFol	2,6-Dichloorfenol.(µg/l).totaal	2,6-dichloorfenol	87-65-0	Werkzame stof	
26xylidne	2,6-Dimethylaniline.(µg/l).totaal	2,6-xylidine	87-62-7	Werkzame stof	
2Aoaactfnn	2-Aminoacetofenon.(µg/l).totaal	2-aminoacetofenon	551-93-9	Werkzame stof	
2C1ytobzt azl	2-Methylthiobenzothiazol.(µg/l).totaal	2-methylthiobenzothiazool	615-22-5	Werkzame stof	
2CIFol	2-Chloorphenol.(µg/l).totaal	2-chloorfenol	95-57-8	Werkzame stof	
2HOxatzn e	2-Hydroxy-atrazine.(µg/l).totaal	2-hydroxyatrazine	2163-68-0	Metabool. humaan toxicologisch niet relevant	
2NO2Fol	2-Nitrofenol.(µg/l).totaal	2-nitrofenol	88-75-5	Werkzame stof	
345TCIFol	3,4,5-Trichloorfenol.(µg/l).totaal	3,4,5-trichloorfenol	609-19-8	Werkzame stof	
34DCIFol	3,4-Dichloorfenol.(µg/l).totaal	3,4-dichloorfenol	95-77-2	Werkzame stof	
35DCIFol	3,5-Dichloorfenol.(µg/l).totaal	3,5-dichloorfenol	591-35-5	Werkzame stof	
3CIFol	3-Chloorphenol.(µg/l).totaal	3-chloorfenol	108-43-0	Werkzame stof	
44DDD	4,4-DDD.(µg/l).totaal	4,4'- dichloordifenyldichloorethaan	72-54-8	Werkzame stof	

44DDE	4,4-DDE.(µg/l).totaal	4,4'-dichloordifenyldichlooretheen	72-55-9	Werkzame stof	
44DDT	4,4-DDT.(µg/l).totaal	4,4'-dichloordifenyldichlooretheen	50-29-3	Werkzame stof	
4CIFol	4-Chloorphenol.(µg/l).totaal	4-chloorfenol	106-48-9	Werkzame stof	
4CPA	4-Chloorphenoxyazijnzuur.(4-CPA).(µg/l).totaal	4-chloorphenoxyazijnzuur	122-88-3	Werkzame stof	Verboden '99
abmtne	Abamectin.(µg/l).totaal	abamectine	71751-41-2	Werkzame stof	
acnfn	Aclonifen.(µg/l).totaal	aclonifen	74070-46-5	Werkzame stof	
actmpd	Acetamidiprid.(µg/l).totaal	acetamidiprid	135410-20-7	Werkzame stof	
aedsfn	alfa-Endosulfan.(µg/l).totaal	alfa-endosulfan	959-98-8	Werkzame stof	
aHCH	alfa-HCH.(µg/l).totaal	alfa-hexachloorcyclohexaan	319-84-6	Werkzame stof	
aICI	Alachloor.(µg/l).totaal	alachloor	15972-60-8	Werkzame stof	verboden '87
aIDcSO	Aldicarb-sulfoxide.(µg/l).totaal	aldicarb-sulfoxide	1646-87-3	Werkzame stof	verboden '08
aldn	Aldrin.(µg/l).totaal	aldrin	309-00-2	Werkzame stof	
amdsfrn	Amidosulfuron.(µg/l).totaal	amidosulfuron	120923-37-7	Werkzame stof	
AMPA	AMPA.(µg/l).totaal	aminomethylfosfonzuur	1066-51-9	Metabool. humaan toxicologisch niet relevant	
amsbm	Amisulbroom.(µg/l).totaal	amisulbrom	348635-87-0	Werkzame stof	
amtn	Ametryn.(µg/l).totaal	ametryn	834-12-8	Werkzame stof	
amttdn	Ametoctradin.(µg/l).totaal	ametoctradin	865318-97-4	Werkzame stof	
antcnn	Anthrachinon.(µg/l).totaal	anthrachinon	84-65-1	Werkzame stof	
Aocb	Aminocarb.(µg/l).totaal	aminocarb	2032-59-9	Werkzame stof	
Aoprid	Aminopyralid.(µg/l).totaal	aminopyralid	150114-71-9	Werkzame stof	
armit	Aramit.(µg/l).totaal	aramit	140-57-8	Werkzame stof	
aslm	Asulam.(µg/l).totaal	asulam	3337-71-1	Werkzame stof	
attn	Atraton.(µg/l).totaal	atraton	1610-17-9	Werkzame stof	
atzne	Atrazine.(µg/l).totaal	atrazine	1912-24-9	Werkzame stof	verboden '00
azacnzl	Azaconazol.(µg/l).totaal	azaconazol	60207-31-0	Werkzame stof	
azmtfs	Azamethifos.(µg/l).totaal	azamethifos	35575-96-3	Werkzame stof	
azoxsbn	Azoxystrobin.(µg/l).totaal	azoxystrobin	131860-33-8	Werkzame stof	
azsfrn	Azimsulfuron.(µg/l).totaal	azimsulfuron	120162-55-2	Werkzame stof	
bedsfn	beta-Endosulfan.(µg/l).totaal	beta-endosulfan	33213-65-9	Werkzame stof	
befbtAd	Beflubutamide.(µg/l).totaal	beflubutamide	113614-08-7	Werkzame stof	
benflrn	Benfluralin.(µg/l).totaal	Benfluralin	1861-40-1	Werkzame stof	
benlxl	Benalaxyl.(µg/l).totaal	benalaxyl	71626-11-4	Werkzame stof	
bentavlcbi	Benthiavalcab-isopropyl.(µg/l).totaal	benthiavalcab-isopropyl	177406-68-7	Werkzame stof	
C3					
bentzn	Bentazon.(µg/l).totaal	bentazon	25057-89-0	Werkzame stof	
bHCH	beta-HCH.(µg/l).totaal	beta-hexachloorcyclohexaan	319-85-7	Werkzame stof	
biftn	Bifenthrin.(µg/l).totaal	bifenthrin	82657-04-3	Werkzame stof	
bittnl	Bitertanol.(µg/l).totaal	bitertanol	55179-31-2	Werkzame stof	
bixfn	Bixafen.(µg/l).totaal	bixafen	581809-46-3	Werkzame stof	
bosclld	Boscalid.(µg/l).totaal	boscalid	188425-85-6	Werkzame stof	

bromcl	Bromacil.(µg/l).totaal	bromacil	314-40-9	Werkzame stof	verboden '99
BrOxnl	Bromoxynil.(µg/l).totaal	broomoxynil	1689-84-5	Werkzame stof	
Brpplt	Broompropylaat.(µg/l).totaal	broompropylaat	18181-80-1	Werkzame stof	
butcbOxm	Butocarboxim-sulfoxide.(µg/l).totaal	butocarboximsulfoxide	34681-24-8	Werkzame stof	verboden '05
SO					
C1oxCl	Methoxychloor.(µg/l).totaal	methoxychloor	72-43-5	Werkzame stof	
C1oxfnzde	Methoxyfenozid.(µg/l).totaal	methoxyfenozide	161050-58-4	Werkzame stof	
C1ydesFyC lid	Methyl-Desphenyl-Chloridazon.(µg/l).totaal	methyl-desfenylchloridazon	17254-80-7	Metaboliët. humaan toxicologisch niet relevant	
C1ymsfrn	Metsulfuron-Methyl.(µg/l).totaal	methyl-metsulfuron	74223-64-6	Werkzame stof	
C1yprmfS	Pirimifos-methyl.(µg/l).totaal	methylpirimifos	29232-93-7	Werkzame stof	
C2oxsfrn	Ethoxysulfuron.(µg/l).totaal	ethoxysulfuron	126801-58-9	Werkzame stof	
C2yazfs	Azinphos-ethyl.(µg/l).totaal	ethylazinfos	2642-71-9	Werkzame stof	
C2yClprfs	Chloorpyrifos-ethyl.(µg/l).totaal	ethylchloorpyrifos	2921-88-2	Werkzame stof	
C2yprmfS	Pirimifos-ethyl.(µg/l).totaal	ethylpirimifos	23505-41-1	Werkzame stof	
carbDzm	Carbendazim.(µg/l).totaal	carbendazim	10605-21-7	Werkzame stof	verboden '08
carbfrn	Carbofuran.(µg/l).totaal	carbofuran	1563-66-2	Werkzame stof	
carbri	Carbaryl.(µg/l).totaal	carbaryl	63-25-2	Werkzame stof	
carbAd	Carbetamide.(µg/l).totaal	carbetamide	16118-49-3	Werkzame stof	
cClDn	cis-Chloordaan.(µg/l).totaal	cis-chloordaan	5103-71-9	Werkzame stof	
CHCH	gamma-HCH.(µg/l).totaal	gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan)	58-89-9	Werkzame stof	
chloratnpl	Chloorantraniliprol.(µg/l).totaal	chlorantraniliprole	500008-45-7	Werkzame stof	
chpClePO	cis-Heptachloorepoxide.(µg/l).totaal	cis-heptachloorepoxide	1024-57-3	Werkzame stof	
Clbmrn	Chloorbromuron.(µg/l).totaal	chloorbromuron	13360-45-7	Werkzame stof	verboden '99
Clvfs	Chlofenvinphos.(µg/l).totaal	chlofenvinphos	470-90-6	Werkzame stof	
Clidzn	Chloridazon.(µg/l).totaal	chloridazon	1698-60-8	Werkzame stof	
clofbnzr	Clofibrinezuur.(µg/l).totaal	clofibrinezuur	882-09-7	Werkzame stof	
clomzn	Clomazone.(µg/l).totaal	clomazon	81777-89-1	Werkzame stof	
cloprid	Clopyralid.(µg/l).totaal	clopyralid	1702-17-6	Werkzame stof	
clotandne	Clothianidine.(µg/l).totaal	clothianidine	210880-92-5	Werkzame stof	
Clpfm	Chloorpropham.(µg/l).totaal	chloorprofam	101-21-3	Werkzame stof	
Cltrn	Chloortoluron.(µg/l).totaal	chloortoluron	15545-48-9	Werkzame stof	verboden '00
CNazne	Cyanazine.(µg/l).totaal	cyanazine	21725-46-2	Werkzame stof	
cycxDM	Cycloxydim.(µg/l).totaal	cycloxydim	101205-02-1	Werkzame stof	
cyffAd	Cyflufenamide.(µg/l).totaal	cyflufenamide	180409-60-3	Werkzame stof	
cypdnl	Cyprodinil.(µg/l).totaal	cyprodinil	121552-61-2	Werkzame stof	
cyrnzne	Cyromazine.(µg/l).totaal	cyromazine	66215-27-8	Werkzame stof	
Daznn	Diazinon.(µg/l).totaal	diazinon	333-41-5	Werkzame stof	
DC1ysAd	N,N-Dimethylsulfamide.(DMS).(µg/l).totaal	dimethylsulfamide	3984-14-3	Metaboliët. humaan toxicologisch relevant	
Dcba	Dicamba.(µg/l).totaal	dicamba	1918-00-9	Werkzame stof	

Dcbl	Dichlobenil.(µg/l).totaal	dichlobenil	1194-65-6	Werkzame stof	verboden '09
Dcfande	Dichlofluanide.(µg/l).totaal	dichlofluanide	1085-98-9	Werkzame stof	
Dcfl	Dicofol.(µg/l).totaal	dicofol	115-32-2	Werkzame stof	
DClvs	Dichloorvos.(µg/l).totaal	dichloorvos	62-73-7	Werkzame stof	
DEET	DEET.(N.N-Diethyl-m-toluamide).(µg/l).totaal	diethyltoluamide	134-62-3	Werkzame stof	
demtSC1y sfn	Demeton-S-methyl-sulfoxid.(µg/l).totaal	demeton-S-methylsulfon	301-12-2	Werkzame stof	
desC2yat ne	Desethylatrazine.(µg/l).totaal	desethylatrazine	6190-65-4	Metabool. humaan toxicologisch relevant	
desC2ytC4 yaz	Desethylterbutylazine.(µg/l).totaal	desethylterbutylazine	30125-63-4	Werkzame stof	
desFyClidz n	Desphenyl-Chloridazon.(µg/l).totaal	desfenylchloridazon	6339-19-1	Metabool. humaan toxicologisch niet relevant	
desiC3yat zne	Desisopropylatrazine.(µg/l).totaal	desisopropylatrazine	1007-28-9	Werkzame stof	
desmtn	Desmetryn.(µg/l).totaal	desmetryn	1014-69-3	Werkzame stof	
Dfbzrn	Diflubenzuron.(µg/l).totaal	diflubenzuron	35367-38-5	Werkzame stof	
Dffncn	Diflufenican.(µg/l).totaal	diflufenican	83164-33-4	Werkzame stof	
Dfncnzl	Difenoconazool.(µg/l).totaal	difenoconazool	119446-68-3	Werkzame stof	
dieldn	Dieldrin.(µg/l).totaal	dieldrin	60-57-1	Werkzame stof	
dikglNa	Dikegulac-Natrium.(µg/l).totaal	dikegulac-natrium	52508-35-7	Werkzame stof	verboden '94
Dmfrn	Dimefuron.(µg/l).totaal	dimefuron	34205-21-5	Werkzame stof	
DMST	Dimethyltolylsulfamide.(DMST).(µg/l).totaal	4-dimethylaminosulfotolidide	66840-71-9	Werkzame stof	
DmtAd	Dimethenamide.(µg/l).totaal	dimethenamide	87674-68-8	Werkzame stof	
Dmtat	Dimethoat.(µg/l).totaal	dimethoat	60-51-5	Werkzame stof	
DmtCl	Dimethachloor.(µg/l).totaal	dimethachloor	50563-36-5	Werkzame stof	
Dmtmf	Dimethomorph.(µg/l).totaal	dimethomorf	110488-70-5	Werkzame stof	
dmtn	Deltamethrin.(µg/l).totaal	deltamethrin	52918-63-5	Werkzame stof	
Dnsb	Dinoseb.(µg/l).totaal	dinoseb	88-85-7	Werkzame stof	
Dntb	Dinoterb.(µg/l).totaal	dinoterb	1420-07-1	Werkzame stof	verboden '99
Dtocbmt	Dithiocarbamaat.als.CS2.(µg/l).totaal	dithiocarbamaat	4384-82-1	Werkzame stof	
Durn	Diuron.(µg/l).totaal	diuron	330-54-1	Werkzame stof	verboden '00 als gewas beschermin gs middel. toegelaten als biocide
emamctn	Emamectine.(µg/l).totaal	emamectinebenzoaat	155569-91-8	Werkzame stof	
endn	Endrin.(µg/l).totaal	endrin	72-20-8	Werkzame stof	
epxcnzl	Epoxiconazol.(µg/l).totaal	epoxiconazool	133855-98-8	Werkzame stof	
eTDazl	Etridiazool.(µg/l).totaal	etridiazol	2593-15-9	Werkzame stof	
etdmrn	Ethodimuron.(µg/l).totaal	ethidimuron	30043-49-3	Werkzame stof	
etfms	Ethofumesaat.(µg/l).totaal	ethofumesaat	26225-79-6	Werkzame stof	
eton	Ethion.(µg/l).totaal	ethion	563-12-2	Werkzame stof	



etoxzl	Etoxazol.(µg/l).totaal	etoxazol	153233-91-1	Werkzame stof
etpfs	Ethoprofos.(µg/l).totaal	ethoprofos	13194-48-4	Werkzame stof
fenamfs	Fenamifos.(µg/l).totaal	fenamifos	22224-92-6	Werkzame stof
fenhxmd	Fenhexamid.(µg/l).totaal	fenhexamid	126833-17-8	Werkzame stof
fenmdn	Fenamidon.(µg/l).totaal	fenamidon	161326-34-7	Werkzame stof
feNO2ton	Fenitrothion.(µg/l).totaal	fenitrothion	122-14-5	Werkzame stof
fenOxcb	Fenoxycarb.(µg/l).totaal	fenoxycarb	72490-01-8	Werkzame stof
fenprAe	Fenpyrazamine.(µg/l).totaal	fenpyrazamine	473798-59-3	Werkzame stof
fenrn	Fenuron.(µg/l).totaal	fenuron	101-42-8	Werkzame stof
fenton	Fenthion.(µg/l).totaal	fenthion	55-38-9	Werkzame stof
fipnl	Fipronil.(µg/l).totaal	fipronil	120068-37-3	Werkzame stof
floncmd	Flonicamide.(µg/l).totaal	flonicamid	158062-67-0	Werkzame stof
flubDad	Flubendiamide.(µg/l).totaal	flubendiamide	272451-65-7	Werkzame stof
fludoxnl	Fludioxonil.(µg/l).totaal	fludioxonil	131341-86-1	Werkzame stof
flumoxzn	Flumioxazin.(µg/l).totaal	flumioxazin	103361-09-7	Werkzame stof
fluopclde	Fluopicolide.(µg/l).totaal	fluopicolide	239110-15-7	Werkzame stof
fluoprm	Fuopyram.(µg/l).totaal	fluopyram	658066-35-4	Werkzame stof
fluoxsbn	Fluoxastrobin.(µg/l).totaal	fluoxastrobin	193740-76-0	Werkzame stof
flurOxpr	Fluroxypr.(µg/l).totaal	fluroxypr	69377-81-7	Werkzame stof
flurslm	Florasulam.(µg/l).totaal	florasulam	145701-23-1	Werkzame stof
flutnl	Flutolanil.(µg/l).totaal	flutolanil	66332-96-5	Werkzame stof
fluxprxd	Fluxapyroxad.(µg/l).totaal	fluxapyroxad	907204-31-3	Werkzame stof
forasfrn	Foramsulfuron.(µg/l).totaal	foramsulfuron	173159-57-4	Werkzame stof
fostazt	Fosthiazaat.(µg/l).totaal	fosthiazaat	98886-44-3	Werkzame stof
glufsnt	Glufosinaat.(µg/l).totaal	glufosinaat	51276-47-2	Werkzame stof
glyfst	Glyfosaat.(µg/l).totaal	glyfosaat	1071-83-6	Werkzame stof
HCB	Hexachloorbenzeen.(µg/l).totaal	hexachloorbenzeen	118-74-1	Werkzame stof
HpCl	Heptachloor.(µg/l).totaal	heptachloor	76-44-8	Werkzame stof
Hxznn	Hexazinon.(µg/l).totaal	hexazinon	51235-04-2	Werkzame stof
iC3yantnlA d	Antranilzuur-Isopropylamide.(µg/l).totaal	isopropylanthranilamide	30391-89-0	Werkzame stof
iClidzn	Iso-Chloridazon.(µg/l).totaal	isochloridazon	162354-96-3	Werkzame stof
idn	Isodrin.(µg/l).totaal	isodrin	465-73-6	Werkzame stof
imdcpd	Imidacloprid.(µg/l).totaal	imidacloprid	138261-41-3	Werkzame stof
imzmx	Imazamox.(µg/l).totaal	imazamox	114311-32-9	Werkzame stof
ipDon	Iprodione.(µg/l).totaal	iprodion	36734-19-7	Werkzame stof
iptrn	Isoproturon.(µg/l).totaal	isoproturon	34123-59-6	Werkzame stof
IsfrnClly	Iodosulfuron-methyl.(µg/l).totaal	jodosulfuron-methyl	144550-06-1	Werkzame stof
isprzm	Isopyrazam.(µg/l).totaal	isopyrazam	881685-58-1	Werkzame stof
kresOxmC ly	Kresoxim-methyl.(µg/l).totaal	kresoxim-methyl	143390-89-0	Werkzame stof
landn	3,4,5-Trimethacarb.(µg/l).totaal	landrin	12407-86-2	Werkzame stof
lencl	Lenacil.(µg/l).totaal	lenacil	2164-08-1	Werkzame stof
linrn	Linuron.(µg/l).totaal	linuron	330-55-2	Werkzame stof
lufnrn	Lufenuron.(µg/l).totaal	lufenuron	103055-07-8	Werkzame stof
mAh	Metaldehyde.(Tetramer).(µg/l).totaal	metaldehyde	108-62-3	Werkzame stof

mandppAd	Mandipropamide.(µg/l).totaal	mandipropamide	374726-62-2	Werkzame stof	
MCPA	MCPA.(µg/l).totaal	2-methyl-4-chloorfenoxiazijnzuur	94-74-6	Werkzame stof	
MCPB	MCPB.(µg/l).totaal	2-methyl-4-chloorfenoxysterzuur	94-81-5	Werkzame stof	
MCPP	Mecoprop.(MCPP).(µg/l).totaal	mecoprop	93-65-2	Werkzame stof	
mefpDC2y	Mefenpyr-diethyl.(µg/l).totaal	mefenpyr-diethyl	135590-91-9	Werkzame stof	
mepqCl	Mepiquat-chloride.(µg/l).totaal	mepiquatchloride	24307-26-4	Werkzame stof	
messfrnC1y	Mesosulfuron-methyl.(µg/l).totaal	mesosulfuron-methyl	208465-21-8	Werkzame stof	
meston	Mesotrione.(µg/l).totaal	mesotrione	104206-82-8	Werkzame stof	
metbtazrn	Metabenzthiazuron.(µg/l).totaal	metabenzthiazuron	18691-97-9	Werkzame stof	
metbnz	Metribuzin.(µg/l).totaal	metribuzin	21087-64-9	Werkzame stof	
metcnzl	Metconazol.(µg/l).totaal	metconazool	125116-23-6	Werkzame stof	
metdton	Methidathion.(µg/l).totaal	methidathion	950-37-8	Werkzame stof	
metfnn	Metrafenone.(µg/l).totaal	metrafenon	220899-03-6	Werkzame stof	
metlCl	Metolachloor.(R/S).(µg/l).totaal	metolachloor	51218-45-2	Werkzame stof	
metocb	Mercaptodimethur.(Methiocarb).(µg/l).totaal	methiocarb	2032-65-7	Werkzame stof	
metxrn	Metoxuron.(µg/l).totaal	metoxuron	19937-59-8	Werkzame stof	verboden '08
mevfs	Mevinphos.(µg/l).totaal	mevinfos	7786-34-7	Werkzame stof	
mfmzn	Metaflumizon.(µg/l).totaal	metaflumizon	139968-49-3	Werkzame stof	
Mlnrn	Monolinuron.(µg/l).totaal	monolinuron	1746-81-2	Werkzame stof	
mlxl	Metalaxyl.(µg/l).totaal	metalaxyl	57837-19-1	Werkzame stof	
mmtn	Metamitron.(µg/l).totaal	metamitron	41394-05-2	Werkzame stof	
monrn	Monuron.(µg/l).totaal	monuron	150-68-5	Werkzame stof	niet toegelaten
mzCl	Metazachlor.(µg/l).totaal	metazachloor	67129-08-2	Werkzame stof	
nappAd	Napropamide.(µg/l).totaal	napropamide	15299-99-7	Werkzame stof	
nicfrn	Nicosulfuron.(µg/l).totaal	nicosulfuron	111991-09-4	Werkzame stof	
Oaml	Oxamyl.(µg/l).totaal	oxamyl	23135-22-0	Werkzame stof	
Oasfrn	Oxasulfuron.(µg/l).totaal	oxasulfuron	144651-06-9	Werkzame stof	
paroonC1y	Paraoxon-methyl.(µg/l).totaal	paraoxon-methyl	950-35-6	Werkzame stof	
paroonC2y	Paraoxon-ethyl.(µg/l).totaal	paraoxon-ethyl	311-45-5	Werkzame stof	
PeClBen	Pentachloorbenzeen.(µg/l).totaal	pentachloorbenzeen	608-93-5	Werkzame stof	
PeClFol	Pentachloorfenol.(µg/l).totaal	pentachloorfenol	87-86-5	Werkzame stof	
PeClNO2Ben	Quintozeen.(µg/l).totaal	pentachloornitrobenzeen (quintozeen)	82-68-8	Werkzame stof	
pencrn	Pencycuron.(µg/l).totaal	pencycuron	66063-05-6	Werkzame stof	
pencnzl	Penconazol.(µg/l).totaal	penconazool	66246-88-6	Werkzame stof	
pendmtln	Pendimethalin.(µg/l).totaal	pendimethalin	40487-42-1	Werkzame stof	
pinadn	Pinoxadeen.(µg/l).totaal	pinoxaden	243973-20-8	Werkzame stof	
piprnbO	Piperonylbutoxide.(µg/l).totaal	piperonyl-butoxide	51-03-6	Werkzame stof	
pirmcb	Pirimicarb.(µg/l).totaal	pirimicarb	23103-98-2	Werkzame stof	
procmdn	Procymidon.(µg/l).totaal	procymidon	32809-16-8	Werkzame stof	
profm	Propham.(µg/l).totaal	profam	122-42-9	Werkzame stof	
promtne	Prometryn.(µg/l).totaal	prometryne	7287-19-6	Werkzame stof	

propAd	Propyzamide.(µg/l).totaal	propyzamide	23950-58-5	Werkzame stof	
propcnzl	Propiconazol.(µg/l).totaal	propiconazol (som cis- en trans-)	60207-90-1	Werkzame stof	
propmcb	Propamocarb.(µg/l).totaal	propamocarb	24579-73-5	Werkzame stof	
propxr	Propoxur.(µg/l).totaal	propoxur	114-26-1	Werkzame stof	
prosfcb	Prosulfocarb.(µg/l).totaal	prosulfocarb	52888-80-9	Werkzame stof	
prosfrn	Prosulfuron.(µg/l).totaal	prosulfuron	94125-34-5	Werkzame stof	
protocnzd	Prothioconazol-desthio.(µg/l).totaal	prothioconazol-desthio	120983-64-4	Werkzame stof	
to					
pymtzne	Pymetrozin.(µg/l).totaal	pymetrozine	123312-89-0	Werkzame stof	
pyrazfs	Pyrazophos.(µg/l).totaal	pyrazofos	13457-18-6	Werkzame stof	
pyrcsbn	Pyraclostrobin.(µg/l).totaal	pyraclostrobin	175013-18-0	Werkzame stof	
pyrdll	Pyridalyl.(µg/l).totaal	pyridalyl	179101-81-6	Werkzame stof	
pyrffnC2y	Pyraflufen-ethyl.(µg/l).totaal	pyraflufen-ethyl	129630-19-9	Werkzame stof	
pyrmtnl	Pyrimethanil.(µg/l).totaal	pyrimethanil	53112-28-0	Werkzame stof	
pyrslm	Pyroxulam.(µg/l).totaal	pyroxulam	422556-08-9	Werkzame stof	
quincmn	Quinoclamine.(µg/l).totaal	quinoclamine	2797-51-5	Werkzame stof	
quinmrc	Quinmerac.(µg/l).totaal	quinmerac	90717-03-6	Werkzame stof	
rimsfrn	Rimsulfuron.(µg/l).totaal	rimsulfuron	122931-48-0	Werkzame stof	
s242SDCl	2,4-/2,5-Dichlooraniline.(µg/l).totaal	som 2,4- en 2,5-dichlooraniline	NVT	Werkzame stof	
An					
seC4yazne	Sebutylazine.(µg/l).totaal	sebutylazine	7286-69-3	Werkzame stof	
siltofm	Silthiofham.(µg/l).totaal	silthiofham	175217-20-6	Werkzame stof	
simzne	Simazine.(µg/l).totaal	simazine	122-34-9	Werkzame stof	verboden '04
spirtmt	Spirotetramat.(µg/l).totaal	spirotetramat	203313-25-1	Werkzame stof	
sulcton	Sulcotrion.(µg/l).totaal	sulcotrion	99105-77-8	Werkzame stof	
sulfsfrn	Sulfosulfuron.(µg/l).totaal	sulfosulfuron	141776-32-1	Werkzame stof	
tabdzl	Thiabendazol.(µg/l).totaal	thiabendazol	148-79-8	Werkzame stof	
Tadmfn	Triadimefon.(µg/l).totaal	triadimefon	43121-43-3	Werkzame stof	
Tadmnl	Triadimenol.(µg/l).totaal	triadimenol	55219-65-3	Werkzame stof	verboden '04
TbnrCl y	Tribenuron-methyl.(µg/l).totaal	tribenuronmethyl	101200-48-0	Werkzame stof	
tClDn	trans-Chloordaan.(µg/l).totaal	trans-chloordaan	5103-74-2	Werkzame stof	
Tcpr	Triclopyr.(µg/l).totaal	triclopyr	55335-06-3	Werkzame stof	
tebcnzl	Tebuconazol.(µg/l).totaal	tebuconazol	107534-96-3	Werkzame stof	
teftn	Tefluthrin.(µg/l).totaal	tefluthrin	79538-32-2	Werkzame stof	
tembtone	Tembotrion.(µg/l).totaal	tembotrione	335104-84-2	Werkzame stof	
terbtn	Terbutryn.(µg/l).totaal	terbutryn	886-50-0	Werkzame stof	
terC4yazne	Terbutylazine.(µg/l).totaal	terbutylazine	5915-41-3	Werkzame stof	
e					
Tfrlne	Trifluralin.(µg/l).totaal	trifluraline	1582-09-8	Werkzame stof	
TfstrnC1 y	Triflusulfuron-methyl.(µg/l).totaal	triflusulfuron-methyl	126535-15-7	Werkzame stof	
Tfxsbn	Trifloxystrobin.(µg/l).totaal	trifloxystrobin	141517-21-7	Werkzame stof	
thiacpd	Thiacloprid.(µg/l).totaal	thiacloprid	111988-49-9	Werkzame stof	
thiamtxm	Thiamethoxam.(µg/l).totaal	thiamethoxam	153719-23-4	Werkzame stof	
thifsfrnC1 y	Thifensulfuron-methyl.(µg/l).totaal	thifensulfuron-methyl	79277-27-3	Werkzame stof	

tHpClepO	trans-Heptachloorepoxide.(µg/l).totaal	trans-heptachloorepoxide	28044-83-9	Werkzame stof	
toDcb	Thiodicarb.(µg/l).totaal	thiodicarb	59669-26-0	Werkzame stof	
tolcfsC1y	Tolcofos-methyl.(µg/l).totaal	tolclofos-methyl	57018-04-9	Werkzame stof	
toIfande	Tolyfluanide.(µg/l).totaal	tolyfluanide	731-27-1	Werkzame stof	
tomtn	Thiometon.(µg/l).totaal	thiometon	640-15-3	Werkzame stof	
topmzn	Topramezone.(µg/l).totaal	topramezon	210631-68-8	Werkzame stof	
tritsfrn	Tritosulfuron.(µg/l).totaal	tritosulfuron	142469-14-5	Werkzame stof	
vinczln	Vinclozolin.(µg/l).totaal	vinclozolin	50471-44-8	Werkzame stof	

## Pakket 3: Farmaceutica

Aquo Code	Aquo Naam	Naam Provincies	CASnummer	Groep
17aestdol	17alpha-estradiol	17aestDol.(ug/l).totaal	57-91-0	ChemischeStof
17bestdol	17beta-estradiol	17bestDol.(ug/l).totaal	50-28-2	ChemischeStof
amdtzinr	amidotrizoãnezuur	amdTzinr.(ug/l).totaal	117-96-4	ChemischeStof
aofnzn	aminofenazon	Aofnzn.(ug/l).totaal	58-15-1	ChemischeStof
atnll	atenolol	atnll.(ug/l).totaal	29122-68-7	ChemischeStof
atvtne	atorvastatine	atvtne.(ug/l).totaal	134523-00-5	ChemischeStof
aztmcne	azitromycine	aztmcne.(ug/l).totaal	83905-01-5	ChemischeStof
benzcine	benzocaine	benzcine.(ug/l).totaal	94-09-7	ChemischeStof
bezafbt	bezafbraat	bezafbt.(ug/l).totaal	41859-67-0	ChemischeStof
bisfola	bisfenol-a	bisFolA.(ug/l).totaal	80-05-7	ChemischeStof
bispll	bisoprolol	bispll.(ug/l).totaal	66722-44-9	ChemischeStof
caffine	caffeine	caffine.(ug/l).totaal	58-08-2	ChemischeStof
carbdx	carbadox	carbdx.(ug/l).totaal	5-7-6804	ChemischeStof
carbmzpine	carbamazepine	carbmzpine.(ug/l).totaal	298-46-4	ChemischeStof
cefrxm	cefuroxim	cefrxm.(ug/l).totaal	55268-75-2	ChemischeStof
clafncl	chlooramfenicol	Clafncl.(ug/l).totaal	56-75-7	ChemischeStof
clartmcne	claritromycine	clartmcne.(ug/l).totaal	81103-11-9	ChemischeStof
clindmcne	clindamycine	clindmcne.(ug/l).totaal	18323-44-9	ChemischeStof
clofbnzr	clofibrinezuur	clofbnzr.(ug/l).totaal	882-09-7	ChemischeStof
cloxclne	cloxacilline	cloxclne.(ug/l).totaal	61-72-3	ChemischeStof
clozpine	clozapine	clozpine.(ug/l).totaal	5786-21-0	ChemischeStof
cortsn	cortison	cortsn.(ug/l).totaal	53-06-5	ChemischeStof
cycffad	cyclofosfamide	cycffAd.(ug/l).totaal	50-18-0	ChemischeStof
dapsn	dapson	dapsn.(ug/l).totaal	80-08-0	ChemischeStof
dclofnc	diclofenac	Dclofnc.(ug/l).totaal	15307-86-5	ChemischeStof
dcloxacine	dicloxacilline	Dcloxacine.(ug/l).totaal	3116-76-5	ChemischeStof
dexmtsn	dexamethason	dexmtsn.(ug/l).totaal	50-02-2	ChemischeStof
dmdztl	dimetridazol	DmTdzl.(ug/l).totaal	551-92-8	ChemischeStof
dpyrdml	dipyridamol	Dpyrdml.(ug/l).totaal	58-32-2	ChemischeStof
ertmcne	erytromycine	ertmcne.(ug/l).totaal	114-07-8	ChemischeStof
estol	estriol	esTol.(ug/l).totaal	50-27-1	ChemischeStof
etnetdol	ethinylestradiol	etnetDol.(ug/l).totaal	57-63-6	ChemischeStof
fenfbt	fenofibraat	fenfbt.(ug/l).totaal	49562-28-9	ChemischeStof
fenpfn	fenoprofen	fenpfn.(ug/l).totaal	31879-05-7	ChemischeStof
fentrl	fenoterol	fentrl.(ug/l).totaal	13392-18-2	ChemischeStof
fenzn	fenazon (antipyrine)	fenzn.(ug/l).totaal	60-80-0	ChemischeStof
florfnc	florfenicol	florfnc.(ug/l).totaal	76639-94-6	ChemischeStof
fluoxne	fluoxetine	fluoxne.(ug/l).totaal	54910-89-3	ChemischeStof
fursmde	furosemide	fursmde.(ug/l).totaal	54-31-9	ChemischeStof
furzldn	furazolidon	furzldn.(ug/l).totaal	67-45-8	ChemischeStof
gabptne	gabapentine	gabptne.(ug/l).totaal	60142-96-3	ChemischeStof
gemfbzl	gemfibrozil	gemfbzl.(ug/l).totaal	25812-30-0	ChemischeStof
hcltazde	hydrochloorthiazide	HClTazde.(ug/l).totaal	58-93-5	ChemischeStof

ibpfn	ibuprofen	ibpfn.(ug/l).totaal	15687-27-1	ChemischeStof
iffad	ifosfamide	iffAd.(ug/l).totaal	3778-73-2	ChemischeStof
indmtcne	indometacine	indmtcne.(ug/l).totaal	53-86-1	ChemischeStof
irbstan	irbesartan	irbstan.(ug/l).totaal	138402-11-6	ChemischeStof
johxl	johexol	johxl.(ug/l).totaal	66108-95-0	ChemischeStof
jompl	jomeprol	jompl.(ug/l).totaal	78649-41-9	ChemischeStof
jopmde	jopromide	jopmde.(ug/l).totaal	73334-07-3	ChemischeStof
jopmdl	jopamidol	jopmdl.(ug/l).totaal	60166-93-0	ChemischeStof
jopninzr	jopanoã-nezuur	jopninzr.(ug/l).totaal	96-83-3	ChemischeStof
jotlmnzt	jotalaminezuur	jotlmnzt.(ug/l).totaal	2276-90-6	ChemischeStof
joxgnzt	joxaglinezuur	joxgnzt.(ug/l).totaal	59017-64-0	ChemischeStof
joxtlmnzt	joxitalaminezuur	joxtlmnzt.(ug/l).totaal	28179-44-4	ChemischeStof
ketpfn	ketoprofen	ketpfn.(ug/l).totaal	22071-15-4	ChemischeStof
levtrctm	levetiracetam	levtrctm.(ug/l).totaal	102767-28-2	ChemischeStof
lidcine	lidocaã-ne	lidcine.(ug/l).totaal	137-58-6	ChemischeStof
lincmcne	lincomycine	lincmcne.(ug/l).totaal	154-21-2	ChemischeStof
lostan	losartan	lostan.(ug/l).totaal	114798-26-4	ChemischeStof
mebdzl	mebendazol	mebdzl.(ug/l).totaal	31431-39-7	ChemischeStof
metfmne	metformine	metfmne.(ug/l).totaal	657-24-9	ChemischeStof
metndzl	metronidazol	metndzl.(ug/l).totaal	443-48-1	ChemischeStof
metpll	metoprolol	metpll.(ug/l).totaal	37350-58-6	ChemischeStof
monsn	monensin	monsn.(ug/l).totaal	17090-79-8	ChemischeStof
nafcine	nafcilline	nafcine.(ug/l).totaal	147-52-4	ChemischeStof
napxn	naproxen	napxn.(ug/l).totaal	22204-53-1	ChemischeStof
oacine	oxacilline	Oacine.(ug/l).totaal	66-79-5	ChemischeStof
oestn	oestron	oestn.(ug/l).totaal	53-16-7	ChemischeStof
oladmcn	oleandomycin	oladmcn.(ug/l).totaal	3922-90-5	ChemischeStof
oxT4ccne	oxytetracycline	OxT4ccne.(ug/l).totaal	6153-64-6	ChemischeStof
oxzpm	oxazepam	oxzpm.(ug/l).totaal	604-75-1	ChemischeStof
parctml	paracetamol	parctml.(ug/l).totaal	103-90-2	ChemischeStof
pipprn	pipamperon	pipprn.(ug/l).totaal	1893-33-0	ChemischeStof
poxflne	pentoxifylline	poxflne.(ug/l).totaal	6-5-6493	ChemischeStof
primdn	primidon	primdn.(ug/l).totaal	125-33-7	ChemischeStof
progtrn	progesteron	progtrn.(ug/l).totaal	57-83-0	ChemischeStof
propnll	propranolol	propnll.(ug/l).totaal	525-66-6	ChemischeStof
quetpne	quetiapine	quetpne.(ug/l).totaal	111974-69-7	ChemischeStof
rondzl	ronidazol	rondzl.(ug/l).totaal	7681-76-7	ChemischeStof
roxtmcne	roxitromycine	roxtmcne.(ug/l).totaal	80214-83-1	ChemischeStof
salbtml	salbutamol	salbtml.(ug/l).totaal	18559-94-9	ChemischeStof
salczr	salicylzuur	salczr.(ug/l).totaal	69-72-7	ChemischeStof
sotll	sotalol	sotll.(ug/l).totaal	3930-20-9	ChemischeStof
sulfclprdzne	sulfachloorpyridazine	sulfClprdzne.(ug/l).totaal	80-32-0	ChemischeStof
sulfdazne	sulfadiazine	sulfdazne.(ug/l).totaal	68-35-9	ChemischeStof

sulfdmdne	sulfadimidine	sulfdmdne.(ug/l).totaal	57-68-1	ChemischeStof
sulfdmtoxne	sulfadimethoxine	sulfdmtoxne.(ug/l).totaal	122-11-2	ChemischeStof
sulfmrzn	sulfamerazin	sulfmrzn.(ug/l).totaal	127-79-7	ChemischeStof
sulfmtoazl	sulfamethoxazol	sulfmtoazl.(ug/l).totaal	723-46-6	ChemischeStof
sulfprdne	sulfapyridine	sulfprdne.(ug/l).totaal	144-83-2	ChemischeStof
sulfqoxlne	sulfaquinoxaline	sulfqoxlne.(ug/l).totaal	59-40-5	ChemischeStof
tamxfn	tamoxifen	tamxfn.(ug/l).totaal	10540-29-1	ChemischeStof
tccbn	triclocarban	Tccbn.(ug/l).totaal	101-20-2	ChemischeStof
temzpm	temazepam	temzpm.(ug/l).totaal	846-50-4	ChemischeStof
terbtlne	terbutaline	terbtlne.(ug/l).totaal	23031-25-6	ChemischeStof
tiamlne	tiamuline	tiamlne.(ug/l).totaal	55297-95-5	ChemischeStof
tmtpm	trimethoprim	Tmtpm.(ug/l).totaal	738-70-5	ChemischeStof
tolfaezr	tolfenaminezuur	tolfAezr.(ug/l).totaal	13710-19-5	ChemischeStof
tramdl	tramadol	tramdl.(ug/l).totaal	27203-92-5	ChemischeStof
tylsne	tylosine	tylsne.(ug/l).totaal	1401-69-0	ChemischeStof
valum	valium	valum.(ug/l).totaal	439-14-5	ChemischeStof
warfrn	warfarin	warfrn.(ug/l).totaal	81-81-2	ChemischeStof



## Pakket 4: Overige verontreinigende stoffen

Aquo Code	Aquo Naam	Naam Provincies	CASnummer	Groep
111tcl2a	1,1,1-trichloorethaan	111TCIC2a.(ug/l).totaal	71-55-6	ChemischeStof
1122t4cl2a	1,1,2,2-tetrachloorethaan	1122T4CIC2a.(ug/l).totaal	79-34-5	ChemischeStof
112tcl2a	1,1,2-trichloorethaan	112TCIC2a.(ug/l).totaal	79-00-5	ChemischeStof
11dcl2a	1,1-dichloorethaan	11DCIC2a.(ug/l).totaal	75-34-3	ChemischeStof
11dcl2e	1,1-dichlooretheen	11DCIC2e.(ug/l).totaal	75-35-4	ChemischeStof
11dcl3a	1,1-dichloorpropaan	11DCIC3a.(ug/l).totaal	78-99-9	ChemischeStof
123tc1yben	1,2,3-trimethylbenzeen	123TC1yBen.(ug/l).totaal	526-73-8	ChemischeStof
123tclben	1,2,3-trichloorbenzeen	123TCIBen.(ug/l).totaal	87-61-6	ChemischeStof
124tc1yben	1,2,4-trimethylbenzeen	124TC1yBen.(ug/l).totaal	95-63-6	ChemischeStof
124tclben	1,2,4-trichloorbenzeen	124TCIBen.(ug/l).totaal	120-82-1	ChemischeStof
12dcl2a	1,2-dichloorethaan	12DCIC2a.(ug/l).totaal	107-06-2	ChemischeStof
12dcl3a	1,2-dichloorpropaan	12DCIC3a.(ug/l).totaal	78-87-5	ChemischeStof
12xyln	1,2-xyleen	12xyln.(ug/l).totaal	95-47-6	ChemischeStof
135tc1yben	1,3,5-trimethylbenzeen	135TC1yBen.(ug/l).totaal	108-67-8	ChemischeStof
135tclben	1,3,5-trichloorbenzeen	135TCIBen.(ug/l).totaal	108-70-3	ChemischeStof
13dc2yben	1,3-diethylbenzeen	13DC2yBen.(ug/l).totaal	141-93-5	ChemischeStof
13dcl3a	1,3-dichloorpropaan	13DCIC3a.(ug/l).totaal	142-28-9	ChemischeStof
13dfygandne	1,3-difenyguanidine	13DFygandne.(ug/l).totaal	102-06-7	ChemischeStof
13xyln	1,3-xyleen	13xyln.(ug/l).totaal	108-38-3	ChemischeStof
14dc2yben	1,4-diethylbenzeen	14DC2yBen.(ug/l).totaal	105-05-5	ChemischeStof
14doxan	1,4-dioxaan	14DOxan.(ug/l).totaal	123-91-1	ChemischeStof
1c3ol2clpo4	1-propanol-2-chloorfosfaat	1C3ol2CIPO4.(ug/l).totaal	6145-73-9	ChemischeStof
2c2ox2c1yc3a	2-ethoxy-2-methylpropaan	2C2ox2C1yC3a.(ug/l).totaal	637-92-3	ChemischeStof
4c1y2c5on	4-methyl-2-pentanon (MIBK)	4C1y2C5on.(ug/l).totaal	108-10-1	ChemischeStof
ac1ysrn	alfa-methylstyreen	aC1ysrn.(ug/l).totaal	98-83-9	ChemischeStof
acne	acenafteen	AcNe.(ug/l).totaal	83-32-9	ChemischeStof
acny	acenaftyleen	AcNy.(ug/l).totaal	208-96-8	ChemischeStof
actntl	acetonitril	actntl.(ug/l).totaal	75-05-8	ChemischeStof
ant	antraceen	Ant.(ug/l).totaal	120-12-7	ChemischeStof
baa	benzo(a)antraceen	BaA.(ug/l).totaal	56-55-3	ChemischeStof
bap	benzo(a)pyreen	BaP.(ug/l).totaal	50-32-8	ChemischeStof
bbf	benzo(b)fluorantheen	BbF.(ug/l).totaal	205-99-2	ChemischeStof
ben	benzeen	Ben.(ug/l).totaal	71-43-2	ChemischeStof
benzc4yft	benzylbutylftalaat	benzC4yFt.(ug/l).totaal	85-68-7	ChemischeStof
bghipe	benzo(ghi)peryleen	BghiPe.(ug/l).totaal	191-24-2	ChemischeStof
bkf	benzo(k)fluorantheen	BkF.(ug/l).totaal	207-08-9	ChemischeStof
c10a	decaan	C10a.(ug/l).totaal	124-18-5	ChemischeStof

c12dclc2e	cis-1,2-dichlooretheen	c12DCIC2e.(ug/l).totaal	156-59-2	ChemischeStof
c1ymtclt	methylmethacrylaat	C1ymtclt.(ug/l).totaal	80-62-6	ChemischeStof
c1yttc4yetr	methyl-tertiar-butylether	C1yttC4yEtr.(ug/l).totaal	1634-04-4	ChemischeStof
c2yben	ethylbenzeen	C2yBen.(ug/l).totaal	100-41-4	ChemischeStof
c5a	pentaan	C5a.(ug/l).totaal	109-66-0	ChemischeStof
c6a	hexaan	C6a.(ug/l).totaal	110-54-3	ChemischeStof
c7a	heptaan	C7a.(ug/l).totaal	142-82-5	ChemischeStof
c8a	octaan	C8a.(ug/l).totaal	111-65-9	ChemischeStof
c9a	nonaan	C9a.(ug/l).totaal	111-84-2	ChemischeStof
chr	chryseen	Chr.(ug/l).totaal	218-01-9	ChemischeStof
clben	chloorbenzeen	ClBen.(ug/l).totaal	108-90-7	ChemischeStof
clc2a	chloorethaan	ClC2a.(ug/l).totaal	75-00-3	ChemischeStof
clc2e	chlooretheen (vinylchloride)	ClC2e.(ug/l).totaal	75-01-4	ChemischeStof
cumn	cumeen	cumn.(ug/l).totaal	98-82-8	ChemischeStof
cycc6a	cyclohexaan	cycC6a.(ug/l).totaal	110-82-7	ChemischeStof
cycc6e	cyclohexeen	cycC6e.(ug/l).totaal	110-83-8	ChemischeStof
dbahant	dibenzo(a,h)antraceen	DBahAnt.(ug/l).totaal	53-70-3	ChemischeStof
dc1yds	dimethyldisulfide	DC1yDS.(ug/l).totaal	624-92-0	ChemischeStof
dc1yft	dimethylftalaat	DC1yFt.(ug/l).totaal	131-11-3	ChemischeStof
dc2yetr	diethylether	DC2yEtr.(ug/l).totaal	60-29-7	ChemischeStof
dc2yft	diethylftalaat	DC2yFt.(ug/l).totaal	84-66-2	ChemischeStof
dc3yft	dipropylftalaat	DC3yFt.(ug/l).totaal	131-16-8	ChemischeStof
dc4yft	dibutylftalaat	DC4yFt.(ug/l).totaal	84-74-2	ChemischeStof
dc5yft	dipentylftalaat	DC5yFt.(ug/l).totaal	131-18-0	ChemischeStof
dc6yft	dihexylftalaat	DC6yFt.(ug/l).totaal	84-75-3	ChemischeStof
dc7yft	diheptylftalaat	DC7yFt.(ug/l).totaal	3648-21-3	ChemischeStof
dc8yft	dioctylftalaat	DC8yFt.(ug/l).totaal	117-84-0	ChemischeStof
dccc6yft	dicyclohexylftalaat	DccC6yFt.(ug/l).totaal	84-61-7	ChemischeStof
dccpeden	dicyclopentadien	DccPeDen.(ug/l).totaal	77-73-6	ChemischeStof
dclc1a	dichloormethaan	DCIC1a.(ug/l).totaal	75-09-2	ChemischeStof
dehp	bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	DEHP.(ug/l).totaal	117-81-7	ChemischeStof
dic3yetr	diisopropylether	DiC3yEtr.(ug/l).totaal	108-20-3	ChemischeStof
dic4yft	diisobutylftalaat	DiC4yFt.(ug/l).totaal	84-69-5	ChemischeStof
etfosaa	perfluor-octaansulfonylamide(N-ethyl)acetaat	EtFOSAA.(ug/l).totaal	2991-50-6	ChemischeStof
fbsa	fbsa	FBSA.(ug/l).totaal		
fen	fenantreen	Fen.(ug/l).totaal	85-01-8	ChemischeStof
fle	fluoreen	Fle.(ug/l).totaal	86-73-7	ChemischeStof
flu	fluorantheen	Flu.(ug/l).totaal	206-44-0	ChemischeStof
hxclc2a	hexachloorethaan	HxCIC2a.(ug/l).totaal	67-72-1	ChemischeStof
inda	indaan	inda.(ug/l).totaal	496-11-7	ChemischeStof
inp	indeno(1,2,3-cd)pyreen	InP.(ug/l).totaal	193-39-5	ChemischeStof
L_pfbs	perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	L_PFBs.(ug/l).totaal	375-73-5	ChemischeStof
L_pfds	perfluor-1-decaansulfonaat (lineair)	L_PFDs.(ug/l).totaal	335-77-3	ChemischeStof
L_pfhxs	perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	L_PFHxS.(ug/l).totaal	355-46-4	ChemischeStof
mefbsa	mefbsa	MeFBSA.(ug/l).totaal		

mefbsaa	perfluorbutaansulfonylamide(N-methyl)acetaat	MeFBSAA.(ug/l).totaal	159381-10-9	ChemischeStof
naf	naftaleen	Naf.(ug/l).totaal	91-20-3	ChemischeStof
pfba	perfluorbutaanzuur	PFBA.(ug/l).totaal	375-22-4	ChemischeStof
pfda	perfluordecaanzuur	PFDA.(ug/l).totaal	335-76-2	ChemischeStof
pfdoa	perfluordodecaanzuur	PFDoA.(ug/l).totaal	307-55-1	ChemischeStof
pfhpa	perfluorheptaanzuur	PFHpA.(ug/l).totaal	375-85-9	ChemischeStof
pfhxa	perfluorhexaanzuur	PFHxA.(ug/l).totaal	307-24-4	ChemischeStof
pfhxda	pfhxda	PFHxDA.(ug/l).totaal		
pfna	perfluornonaanzuur	PFNA.(ug/l).totaal	375-95-1	ChemischeStof
pfoa	perfluoroctaanzuur	PFOA.(ug/l).totaal	335-67-1	ChemischeStof
pfoda	pfoda	PFODA.(ug/l).totaal		
pfos	perfluoroctaansulfonaat	PFOS.(ug/l).totaal	1763-23-1	ChemischeStof
pfosa	perfluoroctaansulfonamide	PFOSA.(ug/l).totaal	754-91-6	ChemischeStof
pfpa	perfluorpentaanzuur	PFPA.(ug/l).totaal	2706-90-3	ChemischeStof
pftda	perfluortridecaanzuur	PFTDA.(ug/l).totaal	72629-94-8	ChemischeStof
pfteda	perfluortetradecaanzuur	PFTeDA.(ug/l).totaal	376-06-7	ChemischeStof
pfuda	perfluorundecaanzuur	PFUDa.(ug/l).totaal	2058-94-8	ChemischeStof
pyr	pyreen	Pyr.(ug/l).totaal	129-00-0	ChemischeStof
sdclc2e	som dichlooretheen-isomeren	sDCIC2e.(ug/l).totaal	NVT	ChemischeStof
smak	som monocyclische aromatische koolwaterstoffen (BTEX)	sMAK.(ug/l).totaal	NVT	ChemischeStof
spak10	som 10 polycyclische aromatische koolwaterstoffen (VROM)	sPAK10.(ug/l).totaal	NVT	ChemischeStof
spak16	som 16 polycyclische aromatische koolwaterstoffen (EPA)	sPAK16.(ug/l).totaal	NVT	ChemischeStof
styrn	styreen	styrn.(ug/l).totaal	100-42-5	ChemischeStof
sxyln	som xyleen-isomeren	sxyln.(ug/l).totaal	NVT	ChemischeStof
t12dclc2e	trans-1,2-dichlooretheen	t12DCIC2e.(ug/l).totaal	156-60-5	ChemischeStof
t2clc2ypo4	tri(2-chloorethyl)fosfaat	T2CIC2yPO4.(ug/l).totaal	115-96-8	ChemischeStof
t4clc1a	tetrachloormethaan (tetra)	T4CIC1a.(ug/l).totaal	56-23-5	ChemischeStof
t4clc2e	tetrachlooretheen (per)	T4CIC2e.(ug/l).totaal	127-18-4	ChemischeStof
t4hfrn	tetrahydrofuraan	T4Hfrn.(ug/l).totaal	109-99-9	ChemischeStof
tbrc1a	tribroommethaan	TBrC1a.(ug/l).totaal	75-25-2	ChemischeStof
tc1ypo4	trimethylfosfaat	TC1yPO4.(ug/l).totaal	512-56-1	ChemischeStof
tc2ypo4	triethylfosfaat	TC2yPO4.(ug/l).totaal	78-40-0	ChemischeStof
tc4ypo4	tributylfosfaat	TC4yPO4.(ug/l).totaal	126-73-8	ChemischeStof
tclc1a	trichloormethaan (chloroform)	TCIC1a.(ug/l).totaal	67-66-3	ChemischeStof
tclc2e	trichlooretheen (tri)	TCIC2e.(ug/l).totaal	79-01-6	ChemischeStof
tclic3ypo4	tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat	TCIC3yPO4.(ug/l).totaal	13674-84-5	ChemischeStof
tfypo4	trifenylfosfaat	TFyPO4.(ug/l).totaal	115-86-6	ChemischeStof
tic4ypo4	triisobutylfosfaat	TiC4yPO4.(ug/l).totaal	126-71-6	ChemischeStof
tol	tolueen	Tol.(ug/l).totaal	108-88-3	ChemischeStof
tris2c2yc6yp	tris(2-ethylhexyl)fosfaat	tris2C2yC6yP.(ug/l).totaal	78-42-2	ChemischeStof
tris2c4oxc2y	tris(2-butoxyethyl)fosfaat	tris2C4oxC2y.(ug/l).totaal	78-51-3	ChemischeStof

edta		EDTA	EDTA.(µg/l).totaal	60-00-4	ChemischeStof
------	--	------	--------------------	---------	---------------

## Bijlage IV

### Tabellen aantreffen stoffen (on)diepe (KRW)-locaties

Tabellen met per meetpakket (bestrijdingsmiddelen, farmaceutica, overige verontreinigende stoffen) per stof: aantal metingen, aantal keer aangetroffen boven de rapportagegrens, aantal keer aangetroffen boven de waterkwaliteitseis of de signaleringswaarde voor alle meetlocaties, voor alle KRW meetlocaties en onderverdeeld in de ondiepe en diepe meetlocaties. Stoffen die niet boven de rapportagegrens zijn gevonden, zijn niet weergegeven.

## Pakket 2: Bestrijdingsmiddelen

Naam	Aantal filters			Boven rapportagegrens				Boven waterkwaliteitseis				Gem. conc. (µg/l)
	Totaal	diep	ondiep	Aantal Totaal	% Totaal	Aantal Diep	Aantal Ondiep	Aantal Totaal	% Totaal	Aantal Diep	percentagae Ondiep	
desphenyl-chloridazon	1112	429	683	389	35	116	116	219	61	158	19,7	0,88
n.n-dimethylsulfamide.(dms)	1261	455	804	364	28,9	107	107	90	21	69	7,1	0,3
bentazon	1283	471	810	202	15,7	55	55	55	16	39	4,3	0,14
2,6-dichloorbenzamide	1283	471	810	175	13,6	34	34	101	18	83	7,9	0,35
methyl-desphenyl-chloridazon	1112	429	683	159	14,3	36	36	81	22	59	7,3	0,31
mecoprop.(mcpp)	1283	471	810	117	9,1	38	38	17	6	11	1,3	0,06
ampa	1261	455	804	111	8,8	31	31	23	6	17	1,8	0,12
chloridazon	1261	455	804	51	4	10	10	5	2	3	0,4	0,12
deet.(n.n-diethyl-m-toluamide)	1261	455	804	48	3,8	11	11	12	5	7	1	0,11
2-hydroxy-atrazine	1261	455	804	42	3,3	7	7	12	1	11	1	0,34
glyphosaat	1261	455	804	37	2,9	6	6	11	0	11	0,9	0,2
dikegulac-natrium	1261	455	804	35	2,8	17	17	25	13	12	2	0,32
metaldehyde.(tetramer)	1112	429	683	35	3,1	10	10	7	1	6	0,6	0,07
dithiocarbamaat.als.cs2	1262	455	805	32	2,5	14	14	32	14	18	2,5	0,28
diuron	1261	455	804	26	2,1	4	4	3	0	3	0,2	0,05
carbendazim	1261	455	804	22	1,7	2	2	1	0	1	0,1	0,04
simazine	1261	455	804	14	1,1	0	0	1	0	1	0,1	0,04
atrazine	1261	455	804	12	1	2	2	2	0	2	0,2	0,12
2-methylthiobenzothiazol	140	20	120	12	8,6	0	0	0	0	0	0	0,04
glufosinaat	1261	455	804	11	0,9	4	4	6	3	3	0,5	0,14
chloorantraniliprol	1261	455	804	10	0,8	3	3	0	0	0	0	0,03
triadimenol	1254	468	784	10	0,8	4	4	0	0	0	0	0,02
desethylatrazine	1261	455	804	9	0,7	2	2	0	0	0	0	0,03
desisopropylatrazine	1261	455	804	9	0,7	0	0	0	0	0	0	0,04
ethofumesaat	1261	455	804	9	0,7	1	1	1	0	1	0,1	0,84
flutolanil	1261	455	804	9	0,7	0	0	1	0	1	0,1	0,06
2,4-dimethylfenol	1262	455	805	8	0,6	4	4	8	4	4	0,6	1,22
bromacil	1261	455	804	8	0,6	4	4	7	3	4	0,6	1,54
pentachloorfenol	1262	455	805	8	0,6	4	4	3	1	2	0,2	0,18
clofibrinezuur	1261	455	804	7	0,6	4	4	7	4	3	0,6	49,31
dinoterb	1075	372	701	7	0,7	3	3	0	0	0	0	0,04
dimethyltolylsulfamide.(dmst)	1261	455	804	6	0,5	1	1	0	0	0	0	0,04
fluopyram	1261	455	804	6	0,5	0	0	0	0	0	0	0,02
isoproturon	1261	455	804	6	0,5	0	0	2	0	2	0,2	0,48
metolachloor.(r/s)	1261	455	804	5	0,4	0	0	0	0	0	0	0,02
tebuconazool	1261	455	804	5	0,4	1	1	2	1	1	0,2	0,16
2,4,6-trichloorfenol	1262	455	805	4	0,3	2	2	0	0	0	0	0,05
2,4-dichloorfenol	1262	455	805	4	0,3	2	2	2	2	0	0,2	0,17
2,6-dimethylaniline	1262	455	805	4	0,3	1	1	1	1	0	0,1	0,08

clopyralid	1261	455	804	4	0,3	0	0	1	0	1	0,1	0,15
fenuron	1261	455	804	4	0,3	1	1	0	0	0	0	0,04
lenacil	1261	455	804	4	0,3	0	0	1	0	1	0,1	0,05
monuron	1261	455	804	4	0,3	1	1	0	0	0	0	0,04
clothianidine	1261	455	804	3	0,2	0	0	0	0	0	0	0,03
dicamba	1261	455	804	3	0,2	0	0	1	0	1	0,1	0,19
metabenzthiazuron	1261	455	804	3	0,2	1	1	0	0	0	0	0,02
metalaxyl	1261	455	804	3	0,2	0	0	2	0	2	0,2	0,1
1,1-dichloorethaan	1262	455	805	2	0,2	0	0	2	0	2	0,2	0,75
2,3,4-trichloorfenol	1262	455	805	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,08
2,3,5-trichloorfenol	1262	455	805	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,04
2,3,6-trichloorfenol	1262	455	805	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,06
2,4-/2,5-dichlooraniline	1262	455	805	2	0,2	0	0	1	0	1	0,1	0,23
4,4-dde	1262	455	805	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,05
alfa-endosulfan	1262	455	805	2	0,2	1	1	1	0	1	0,1	0,14
chloorpropham	1262	455	805	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,07
diflufenican	1261	455	804	2	0,2	0	0	2	0	2	0,2	0,32
imidacloprid	1261	455	804	2	0,2	0	0	1	0	1	0,1	0,1
mcpa	1261	455	804	2	0,2	1	1	1	0	1	0,1	0,09
pirimicarb	1261	455	804	2	0,2	1	1	0	0	0	0	0,04
prothioconazol-desthio	1261	455	804	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,03
terbutylazine	1254	468	784	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,03
aminopyralid	140	20	120	2	1,4	1	1	0	0	0	0	0,03
dimethomorph	140	20	120	2	1,4	0	0	1	0	1	0,7	0,11
fluroxypyr	140	20	120	2	1,4	0	0	2	0	2	1,4	0,14
1-(4-isopropylphenyl)-ureum	1261	455	804	1	0,1	1	1	0	0	0	0	0,03
2,4,5-trichloorfenol	1262	455	805	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,07
2,4-ddd	1262	455	805	1	0,1	0	0	1	0	1	0,1	0,25
2,4-ddt	1262	455	805	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,02
3,4,5-trichloorfenol	1262	455	805	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,06
4,4-ddd	1262	455	805	1	0,1	0	0	1	0	1	0,1	0,2
4,4-ddt	1262	455	805	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,04
4-chloorphenol	1262	455	805	1	0,1	1	1	0	0	0	0	0,09
aldrin	1262	455	805	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,01
ametryn	1261	455	804	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,03
boscalid	1261	455	804	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,05
chloortoluron	1261	455	804	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,01
dichlofuanide	1262	455	805	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,04
dichloorprop.(2,4-dp)	1261	455	804	1	0,1	1	1	0	0	0	0	0,01
dimetheenamide	1261	455	804	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,02
dinoseb	1261	455	804	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,05
gamma-hch	1262	455	805	1	0,1	1	1	0	0	0	0	0,09
mcpb	1261	455	804	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,03
metazachlor	1261	455	804	1	0,1	0	0	1	0	1	0,1	0,61
methoxyfenozid	1261	455	804	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,05
paraoxon-methyl	1261	455	804	1	0,1	1	1	0	0	0	0	0,04

procymidon	1262	455	805	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,05
asulam	140	20	120	1	0,7	0	0	1	0	1	0,7	0,34
fluopicolide	140	20	120	1	0,7	0	0	0	0	0	0	0,05
fluxapyroxad	140	20	120	1	0,7	0	0	0	0	0	0	0,06
iprodione	140	20	120	1	0,7	0	0	1	0	1	0,7	0,17
iso-chloridazon	140	20	120	1	0,7	0	0	1	0	1	0,7	0,28
pendimethalin	140	20	120	1	0,7	0	0	0	0	0	0	0,09
propamocarb	140	20	120	1	0,7	0	0	0	0	0	0	0,06
propiconazol	140	20	120	1	0,7	0	0	1	0	1	0,7	0,23
terbutryn	134	56	78	1	0,7	1	1	1	1	0	0,7	0,34



## Pakket 3. Farmaceutica

Naam	Code	Aantal filters	Aantal boven rapportagegrens	Perc boven rapportagegrens	Aantal boven waterkwaliteitseis	Perc boven waterkwaliteitseis	Gemiddelde concentratie (µg/l)
bisfenol-a	bisfola	631	119	18,9	12	1,9	0,07
fenazon (antipyrene)	fenzn	631	43	6,8	5	0,8	0,06
carbamazepine	carbmpzne	631	36	5,7	6	1	0,06
17beta-estradiol	17bestdol	631	27	4,3	2	0,3	0,11
paracetamol	parctml	631	23	3,6	3	0,5	0,07
primidon	primdn	631	19	3	0	0	0,02
sulfadimidine	sulfdmdne	631	17	2,7	5	0,8	0,26
jopromide	jopmde	631	14	2,2	2	0,3	0,05
jopamidol	jopmdl	631	14	2,2	2	0,3	0,11
diclofenac	dclofnc	631	8	1,3	1	0,2	0,04
gemfibrozil	gemfbzl	631	8	1,3	1	0,2	0,05
amidotrizoã <sup>-</sup> nezuur	amdtzinzr	631	7	1,1	0	0	0,03
lidocaã <sup>-</sup> ne	lidcine	631	7	1,1	1	0,2	0,05
ibuprofen	ibpfn	630	6	1	1	0,2	1,2
metoprolol	metpll	631	5	0,8	1	0,2	0,1
sulfapyridine	sulfprdne	630	5	0,8	3	0,5	0,12
jomeprol	jompl	631	4	0,6	1	0,2	0,18
sulfamethoxazol	sulfmtoazl	631	4	0,6	0	0	0,02
oxytetracycline	oxt4ccne	631	3	0,5	3	0,5	0,77
johexol	johxl	631	2	0,3	1	0,2	0,12
salicylzuur	salczr	631	2	0,3	2	0,3	60,5
caffeine	caffine	631	1	0,2	0	0	0,1
cefuroxim	cefrxm	631	1	0,2	1	0,2	7
clindamycine	clindmcne	631	1	0,2	0	0	0,07
ethinylestradiol	etnetdol	631	1	0,2	0	0	0,09
furosemide	fursmde	631	1	0,2	1	0,2	1,3
hydrochloorthiazide	hcltazde	631	1	0,2	1	0,2	2,1
irbesartan	irbstan	631	1	0,2	1	0,2	0,52
naproxen	napxn	631	1	0,2	1	0,2	0,36
sotalol	sotll	631	1	0,2	1	0,2	0,2
sulfamerazin	sulfmrzn	631	1	0,2	1	0,2	0,56

## Pakket 4. Overige verontreinigende stoffen

Naam	Code						
		Aantal filters	Aantal boven rapportagegrens	Perc boven rapportagegrens	Aantal boven waterkwaliteitseis	Perc boven waterkwaliteitseis	Gemiddelde concentratie (µg/l)
EDTA	edta	612	367	60	367	60	6,49
tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat	tlc3ypo4	637	57	8,9	46	7,2	0,25
perfluorocetaanzuur	pfoa	637	54	8,5	14	2,2	0,09
fenantreen	fen	637	37	5,8	5	0,8	0,08
tolueen	tol	637	33	5,2	33	5,2	0,72
perfluorocetaansulfonaat	pfos	637	26	4,1	1	0,2	0,02
1,3-xyleen	13xyln	637	26	4,1	20	3,1	0,66
tetrahydrofuraan	t4hfrn	637	24	3,8	21	3,3	3,84
1,2-xyleen	12xyln	637	24	3,8	9	1,4	0,31
fluorantheen	flu	637	22	3,5	2	0,3	0,04
pyreen	pyr	637	22	3,5	1	0,2	0,04
methyl-tertiair-butylether	c1yttc4yetr	637	21	3,3	21	3,3	6,73
cis-1,2-dichlooretheen	c12dclc2e	637	17	2,7	15	2,4	0,57
tris(2-butoxyethyl)fosfaat	tris2c4oxc2y	637	17	2,7	16	2,5	0,49
bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	dehp	637	15	2,4	15	2,4	4,37
triethylfosfaat	tc2ypo4	637	15	2,4	13	2	0,24
chlooretheen (vinylchloride)	clc2e	637	14	2,2	14	2,2	3,41
triisobutylfosfaat	tic4ypo4	637	14	2,2	4	0,6	0,09
perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	l_pfbs	224	4	1,8	0	0	0,03
perfluorbutaanzuur	pfba	224	4	1,8	2	0,9	0,23
dichloormethaan	dclc1a	637	9	1,4	9	1,4	0,68
tetrachlooretheen (per)	t4clc2e	637	9	1,4	7	1,1	0,73
perfluorhexaanzuur	pfhxa	224	3	1,3	0	0	0,03
perfluorpentaanzuur	pfpa	224	3	1,3	0	0	0,03
antraceen	ant	637	7	1,1	1	0,2	0,05
benzo(a)antraceen	baa	637	7	1,1	0	0	0,02
naftaleen	naf	637	7	1,1	3	0,5	0,59
trifenylfosfaat	tfypo4	637	7	1,1	7	1,1	1,7
acenafteen	acne	637	6	0,9	6	0,9	1,35
fluoreen	fle	637	6	0,9	6	0,9	0,17
perfluorheptaanzuur	pfhpa	224	2	0,9	0	0	0,03

1,3-difenyguanidine	13dfygandne	637	6	0,9	1	0,2	0,47
indaan	inda	637	5	0,8	5	0,8	0,68
trichloormethaan (chloroform)	tc1c1a	637	5	0,8	5	0,8	0,32
trans-1,2- dichlooretheen	t12dclc2e	637	5	0,8	3	0,5	0,24
acetonitril	actntl	637	4	0,6	4	0,6	7650
benzeen	ben	637	3	0,5	3	0,5	8,93
chryseen	chr	637	3	0,5	0	0	0,02
ethylbenzeen	c2yben	637	3	0,5	3	0,5	2,1
dibutylftalaat	dc4yft	637	3	0,5	3	0,5	1,63
trichlooretheen (tri)	tc1c2e	637	3	0,5	2	0,3	0,33
tri(2-chloorethyl)fosfaat	t2clc2ypo4	637	3	0,5	3	0,5	0,26
1,1,1-trichloorethaan	111tc1c2a	637	3	0,5	2	0,3	0,46
1,2,3-trimethylbenzeen	123tc1yben	637	3	0,5	3	0,5	0,87
1,2,4-trimethylbenzeen	124tc1yben	637	3	0,5	3	0,5	0,33
1,3,5-trimethylbenzeen	135tc1yben	637	3	0,5	3	0,5	0,67
1,4-diethylbenzeen	14dc2yben	637	3	0,5	3	0,5	0,37
perfluor-1- hexaansulfonaat (lineair)	l_pfhxs	224	1	0,4	0	0	0,1
benzo(a)pyreen	bap	637	2	0,3	0	0	0,02
pentaan	c5a	637	2	0,3	2	0,3	1,3
nonaan	c9a	637	2	0,3	2	0,3	0,8
diisobutylftalaat	dic4yft	637	2	0,3	2	0,3	1,08
tributylfosfaat	tc4ypo4	637	2	0,3	2	0,3	0,28
benzo(b)fluorantheen	bbf	637	1	0,2	0	0	0,05
benzo(ghi)peryleen	bghipe	637	1	0,2	0	0	0,03
benzo(k)fluorantheen	bkf	637	1	0,2	0	0	0,02
chloorbenzeen	clben	637	1	0,2	1	0,2	0,2
cumeen	cumn	637	1	0,2	1	0,2	0,2
cyclohexaan	cycc6a	637	1	0,2	1	0,2	1,3
cyclohexeen	cycc6e	637	1	0,2	1	0,2	0,12
dicyclopentadien	dccpeden	637	1	0,2	1	0,2	0,7
diheptylftalaat	dc7yft	637	1	0,2	1	0,2	0,16
dioctylftalaat	dc8yft	637	1	0,2	1	0,2	1,5
indeno(1,2,3-cd)pyreen	inp	637	1	0,2	0	0	0,03
styreen	styrn	637	1	0,2	1	0,2	0,2
trimethylfosfaat	tc1ypo4	637	1	0,2	1	0,2	0,12
tris(2-ethylhexyl)fosfaat	tris2c2yc6yp	637	1	0,2	1	0,2	1,7
1,1-dichloorethaan	11dclc2a	637	1	0,2	1	0,2	1
1,2-dichloorethaan	12dclc2a	637	1	0,2	1	0,2	0,14
1,4-dioxaan	14doxan	637	1	0,2	1	0,2	3100

## Bijlage V

### Kaarten anorganische stoffen in pdf files

Toetsingskaarten voor stoffen met een norm of drempelwaarde en bollenkaarten voor alle anorganische stoffen. De kaarten zijn gemaakt voor ondiep en diep.

Deze kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload. Merk op dat in de legenda van de kaarten “detectielimiet” staat vermeld, maar dat dit “rapportagegrens” moet zijn.

Let op: een gearceerde notatie betekent dat onder het ondiepe grondwaterlichaam zich nog een dieper grondwaterlichaam bevindt.

## Bijlage VI

### Somkaarten en totaalkaarten organische stoffen

Somkaarten waarbij de concentraties per stofgroep (bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen) zijn gesommeerd en getoetst aan de 0,5 µg/l norm. Totaalkaarten voor organische stoffen waarbij aantallen waarnemingen en normoverschrijdingen van stoffen per stofgroep zijn weergegeven. De kaarten zijn alleen beschikbaar voor ondiepe meetlocaties.

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload. Merk op dat in de legenda van de kaarten “detectielimiet” staat vermeld, maar dat dit “rapportagegrens” moet zijn.

## Bijlage VII

### Kaarten voor de top-10 stoffen

Toetsingskaarten voor de top-10 stoffen van de categorieën: bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen.

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload. Merk op dat in de legenda van de kaarten “detectielimiet” staat vermeld, maar dat dit “rapportagegrens” moet zijn.

## Bijlage VIII

### Kaarten voor bestrijdingsmiddelen die niet in de top-10 vallen

Toetsingskaarten voor alle overige bestrijdingsmiddelen die buiten de top-10 vallen. De kaarten zijn vervaardigd voor alle geanalyseerde stoffen, ook als ze niet zijn aangetroffen (concentratie onder de rapportagegrens).

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload. Merk op dat in de legenda van de kaarten “detectielimiet” staat vermeld, maar dat dit “rapportagegrens” moet zijn.

## Bijlage IX

### Kaarten voor farmaceutica die niet in de top-10 vallen

Toetsingskaarten voor alle overige farmaceutica die buiten de top-10 vallen. De kaarten zijn vervaardigd voor alle geanalyseerde stoffen, ook als ze niet zijn aangetroffen (concentratie onder de rapportagegrens).

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload. Merk op dat in de legenda van de kaarten “detectielimiet” staat vermeld, maar dat dit “rapportagegrens” moet zijn.



## Bijlage X

### Kaarten voor overige verontreinigende stoffen die niet in de top-10 vallen

Toetsingskaarten voor alle overige verontreinigende stoffen die buiten de top-10 vallen. De kaarten zijn vervaardigd voor alle geanalyseerde stoffen, ook als ze niet zijn aangetroffen (concentratie onder de rapportagegrens).

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload. Merk op dat in de legenda van de kaarten “detectielimiet” staat vermeld, maar dat dit “rapportagegrens” moet zijn.

## Bijlage XI

### Resultaten per provincie en per grondwaterlichaam

Per meetpakket per stof: aantal metingen, aantal keer aangetroffen boven de rapportagegrens, aantal keer aangetroffen boven de norm/signaleringswaarde per provincie en per grondwaterlichaam voor alle meetlocaties.

## Overschrijdingen top-10 bestrijdingsmiddelen per provincie

	n tot	desphenyl-chloridazon desFyClidzn			n,n-dimethylsulfamide (dms) DC1ysAd			bentazon bentzn			methyl-desphenyl-chloridazon C1ydesFyClid			2,6-dichloorbenzamide 26DCIBenAd		
		n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
DRENTHE	50	50	36%	22%	50	12%	0%	50	12%	4%	50	26%	18%	50	6%	6%
FLEVOLAND	117	94	35%	22%	95	19%	2%	117	14%	3%	94	16%	10%	117	13%	5%
FRIESLAND	108	90	9%	3%	108	7%	1%	108	1%	1%	90	0%	0%	108	3%	2%
GELDERLAND	187	160	59%	28%	187	83%	18%	187	23%	3%	160	23%	11%	187	26%	12%
GRONINGEN	60	59	10%	8%	60	1%	0%	60	7%	2%	59	3%	0%	60	5%	3%
LIMBURG	48	44	35%	30%	48	27%	18%	48	13%	3%	44	27%	19%	48	25%	17%
NOORDBRABANT	133	133	57%	36%	133	62%	14%	133	30%	10%	133	36%	17%	133	31%	21%
NOORDHOLLAND	167	165	64%	33%	167	43%	7%	167	21%	3%	165	21%	7%	167	19%	11%
OVERIJSEL	125	124	48%	20%	125	38%	5%	125	30%	5%	124	5%	1%	125	5%	2%
UTRECHT	123	82	14%	4%	123	45%	17%	123	17%	6%	82	2%	1%	123	18%	15%
ZEELAND	50	0	0%	0%	49	13%	2%	49	17%	8%	0	0%	0%	49	8%	5%
ZUIDHOLLAND	116	111	43%	25%	116	20%	6%	116	21%	8%	111	14%	7%	116	17%	4%
n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	
DRENTHE	50	36%	22%	50	12%	0%	50	12%	4%	50	26%	18%	50	6%	6%	
FLEVOLAND	117	35%	22%	95	19%	2%	117	14%	3%	94	16%	10%	117	13%	5%	
FRIESLAND	108	9%	3%	108	7%	1%	108	1%	1%	90	0%	0%	108	3%	2%	
GELDERLAND	187	59%	28%	187	83%	18%	187	23%	3%	160	23%	11%	187	26%	12%	
GRONINGEN	60	10%	8%	60	1%	0%	60	7%	2%	59	3%	0%	60	5%	3%	
LIMBURG	48	35%	30%	48	27%	18%	48	13%	3%	44	27%	19%	48	25%	17%	
NOORDBRABANT	133	57%	36%	133	62%	14%	133	30%	10%	133	36%	17%	133	31%	21%	
NOORDHOLLAND	167	64%	33%	167	43%	7%	167	21%	3%	165	21%	7%	167	19%	11%	
OVERIJSEL	125	48%	20%	125	38%	5%	125	30%	5%	124	5%	1%	125	5%	2%	
UTRECHT	123	14%	4%	123	45%	17%	123	17%	6%	82	2%	1%	123	18%	15%	
ZEELAND	50	0%	0%	49	13%	2%	49	17%	8%	0	0%	0%	49	8%	5%	
ZUIDHOLLAND	116	43%	25%	116	20%	6%	116	21%	8%	111	14%	7%	116	17%	4%	

	n tot	mecoprop (mcpp) MCPP			ampa ampa			chloridazon Clidzn			deet (n,n-diethyl-m-toluamide) deet			2-hydroxy-atrazine 2HOxatzne		
		n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
DRENTHE	50	50	3%	0%	50	5%	0%	50	1%	0%	50	0%	0%	50	0%	0%
FLEVOLAND	117	117	9%	2%	95	17%	4%	95	7%	1%	95	0%	0%	95	7%	3%
FRIESLAND	108	108	8%	1%	108	3%	1%	108	1%	0%	108	0%	0%	108	0%	0%
GELDERLAND	187	187	11%	2%	187	2%	2%	187	4%	0%	187	2%	1%	187	6%	0%
GRONINGEN	60	60	8%	2%	60	5%	3%	60	3%	0%	60	2%	0%	60	0%	0%
LIMBURG	48	48	4%	1%	48	11%	0%	48	1%	1%	48	11%	2%	48	0%	0%
NOORDBRABANT	133	133	10%	1%	133	6%	1%	133	6%	1%	133	1%	0%	133	2%	0%
NOORDHOLLAND	167	167	15%	1%	167	13%	1%	167	8%	0%	167	7%	0%	167	3%	0%
OVERIJSEL	125	125	12%	0%	125	12%	1%	125	7%	2%	125	1%	0%	125	10%	2%
UTRECHT	123	123	12%	1%	123	13%	3%	123	6%	0%	123	17%	7%	123	10%	3%
ZEELAND	50	49	2%	0%	49	8%	1%	49	4%	0%	49	0%	0%	49	1%	1%
ZUIDHOLLAND	116	116	23%	6%	116	16%	6%	116	3%	0%	116	7%	2%	116	3%	3%
n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	
DRENTHE	50	3%	0%	50	5%	0%	50	2%	0%	50	0%	0%	50	0%	0%	
FLEVOLAND	117	9%	2%	95	18%	4%	95	7%	1%	95	0%	0%	95	7%	3%	
FRIESLAND	108	8%	1%	108	3%	1%	108	1%	0%	108	0%	0%	108	0%	0%	
GELDERLAND	187	11%	2%	187	2%	2%	187	2%	0%	187	1%	1%	187	3%	0%	
GRONINGEN	60	8%	2%	60	5%	3%	60	3%	0%	60	2%	0%	60	0%	0%	
LIMBURG	48	4%	1%	48	11%	0%	48	1%	1%	48	11%	2%	48	0%	0%	
NOORDBRABANT	133	10%	1%	133	6%	1%	133	6%	1%	133	1%	0%	133	2%	0%	
NOORDHOLLAND	167	15%	1%	167	13%	1%	167	8%	0%	167	7%	0%	167	3%	0%	
OVERIJSEL	125	12%	0%	125	12%	1%	125	7%	2%	125	1%	0%	125	10%	2%	
UTRECHT	123	12%	1%	123	13%	3%	123	6%	0%	123	17%	7%	123	10%	3%	
ZEELAND	50	2%	0%	49	8%	1%	49	4%	0%	49	0%	0%	49	1%	1%	
ZUIDHOLLAND	116	23%	6%	116	16%	6%	116	3%	0%	116	7%	2%	116	3%	3%	

## Overschrijdingen top-10 bestrijdingsmiddelen per grondwaterlichaam

	n tot	desphenyl-chloridazon desFyClidzn			n,n-dimethylsulfamide (dms) DC1ysAd			bentazon bentzn			methyl-desphenyl-chloridazon C1ydesFyClid			2,6-dichloorbenzamide 26DCIBenAd		
		n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig
NLGW0001	43	42	16	11	43	4	0	43	6	2	42	8	4	43	6	4
NLGW0002	35	35	4	2	35	3	0	35	0	0	35	1	1	35	4	3
NLGW0003	128	116	48	21	128	38	3	128	24	4	116	14	5	128	12	5
NLGW0004	167	130	43	26	145	33	4	167	13	5	130	18	12	167	19	8
NLGW0005	26	18	6	3	26	15	8	26	2	0	18	3	2	26	13	11
NLGW0006	149	148	72	51	149	71	18	149	39	12	148	48	27	149	42	31
NLGW0007	36	35	1	1	36	1	0	36	0	0	35	0	0	36	0	0
NLGW0008	7	7	1	1	7	0	0	7	1	0	7	0	0	7	0	0
NLGW0009	19	16	2	0	19	1	1	19	0	0	16	0	0	19	0	0
NLGW0010	16	16	3	1	16	3	1	16	3	2	16	0	0	16	0	0
NLGW0011	32	30	10	5	32	8	2	32	6	1	30	0	0	32	6	2
NLGW0012	80	44	16	4	80	29	10	80	19	4	44	3	1	80	9	4
NLGW0013	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
NLGW0015	38	24	1	0	38	2	0	38	0	0	24	0	0	38	0	0
NLGW0016	68	65	25	14	68	7	2	68	13	6	65	12	4	68	5	3
NLGW0017	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLGW0019	2	1	0	0	2	2	2	2	1	0	1	0	0	2	1	0
NLWSC0001	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
NLWSC0002	7	3	1	0	7	4	0	7	2	0	3	0	0	7	0	0
NLWSC0003	15	0	0	0	14	5	1	14	7	2	0	0	0	14	3	2
NLWSC0004	12	0	0	0	12	2	0	12	4	3	0	0	0	12	2	1
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
NLGW0001	43	42	38%	26%	43	9%	0%	43	14%	5%	42	19%	10%	43	14%	9%
NLGW0002	35	35	11%	6%	35	9%	0%	35	0%	0%	35	3%	3%	35	11%	9%
NLGW0003	128	116	41%	18%	128	30%	2%	128	19%	3%	116	12%	4%	128	9%	4%
NLGW0004	167	130	33%	20%	145	23%	3%	167	8%	3%	130	14%	9%	167	11%	5%
NLGW0005	26	18	33%	17%	26	58%	31%	26	8%	0%	18	17%	11%	26	50%	42%
NLGW0006	149	148	49%	34%	149	48%	12%	149	26%	8%	148	32%	18%	149	28%	21%
NLGW0007	36	35	3%	3%	36	3%	0%	36	0%	0%	35	0%	0%	36	0%	0%
NLGW0008	7	7	14%	14%	7	0%	0%	7	14%	0%	7	0%	0%	7	0%	0%
NLGW0009	19	16	12%	0%	19	5%	5%	19	0%	0%	16	0%	0%	19	0%	0%
NLGW0010	16	16	19%	6%	16	19%	6%	16	19%	12%	16	0%	0%	16	0%	0%
NLGW0011	32	30	33%	17%	32	25%	6%	32	19%	3%	30	0%	0%	32	19%	6%
NLGW0012	80	44	36%	9%	80	36%	12%	80	24%	5%	44	7%	2%	80	11%	5%
NLGW0013	1	1	100%	0%	1	100%	100%	1	100%	0%	1	100%	0%	1	100%	0%
NLGW0015	38	24	4%	0%	38	5%	0%	38	0%	0%	24	0%	0%	38	0%	0%
NLGW0016	68	65	38%	22%	68	10%	3%	68	19%	9%	65	18%	6%	68	7%	4%
NLGW0017	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLGW0019	2	1	0%	0%	2	100%	100%	2	50%	0%	1	0%	0%	2	50%	0%
NLWSC0001	1	0	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	0	0%	0%	1	0%	0%
NLWSC0002	7	3	33%	0%	7	57%	0%	7	29%	0%	3	0%	0%	7	0%	0%
NLWSC0003	15	0	0%	0%	14	36%	7%	14	50%	14%	0	0%	0%	14	21%	14%
NLWSC0004	12	0	0%	0%	12	17%	0%	12	33%	25%	0	0%	0%	12	17%	8%

	n tot	mecoprop (mcpp) MCPP			ampa ampa			chloridazon Clidzn			deet (n,n-diethyl-m-toluamide) deet			2-hydroxy-atrazine 2HOxatzne		
		n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig
NLGW0001	43	43	8	2	43	2	0	43	2	0	43	2	0	43	0	0
NLGW0002	35	35	4	0	35	0	0	35	1	0	35	0	0	35	0	0
NLGW0003	128	128	12	0	128	11	1	128	4	0	128	2	0	128	8	1
NLGW0004	167	167	8	3	145	19	4	145	6	0	145	2	1	145	10	5
NLGW0005	26	26	1	0	26	3	0	26	0	0	26	2	0	26	0	0
NLGW0006	149	149	13	2	149	12	1	149	8	2	149	1	0	149	2	0
NLGW0007	36	36	0	0	36	4	3	36	0	0	36	0	0	36	0	0
NLGW0008	7	7	1	0	7	1	1	7	1	0	7	0	0	7	0	0
NLGW0009	19	19	2	0	19	0	0	19	0	0	19	0	0	19	0	0
NLGW0010	16	16	1	0	16	0	0	16	0	0	16	0	0	16	0	0
NLGW0011	32	32	8	1	32	3	1	32	1	0	32	2	2	32	1	1
NLGW0012	80	80	11	2	80	5	3	80	6	0	80	10	3	80	6	1
NLGW0013	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NLGW0015	38	38	1	0	38	1	0	38	0	0	38	0	0	38	0	0
NLGW0016	68	68	8	2	68	11	1	68	4	0	68	3	0	68	2	0
NLGW0017	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLGW0019	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	1	1	2	0	0
NLWSC0001	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NLWSC0002	7	7	0	0	7	0	0	7	2	0	7	0	0	7	1	1
NLWSC0003	15	14	0	0	14	3	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0
NLWSC0004	12	12	1	0	12	2	0	12	1	0	12	0	0	12	0	0
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
NLGW0001	43	43	19%	5%	43	5%	0%	43	5%	0%	43	5%	0%	43	0%	0%
NLGW0002	35	35	11%	0%	35	0%	0%	35	3%	0%	35	0%	0%	35	0%	0%
NLGW0003	128	128	9%	0%	128	9%	1%	128	3%	0%	128	2%	0%	128	6%	1%
NLGW0004	167	167	5%	2%	145	13%	3%	145	4%	0%	145	1%	1%	145	7%	3%
NLGW0005	26	26	4%	0%	26	12%	0%	26	0%	0%	26	8%	0%	26	0%	0%
NLGW0006	149	149	9%	1%	149	8%	1%	149	5%	1%	149	1%	0%	149	1%	0%
NLGW0007	36	36	0%	0%	36	11%	8%	36	0%	0%	36	0%	0%	36	0%	0%
NLGW0008	7	7	14%	0%	7	14%	14%	7	14%	0%	7	0%	0%	7	0%	0%
NLGW0009	19	19	11%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%
NLGW0010	16	16	6%	0%	16	0%	0%	16	0%	0%	16	0%	0%	16	0%	0%
NLGW0011	32	32	25%	3%	32	9%	3%	32	3%	0%	32	6%	6%	32	3%	3%
NLGW0012	80	80	14%	2%	80	6%	4%	80	8%	0%	80	12%	4%	80	8%	1%
NLGW0013	1	1	100%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%
NLGW0015	38	38	3%	0%	38	3%	0%	38	0%	0%	38	0%	0%	38	0%	0%
NLGW0016	68	68	12%	3%	68	16%	1%	68	6%	0%	68	4%	0%	68	3%	0%
NLGW0017	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLGW0019	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	50%	50%	2	0%	0%
NLWSC0001	1	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%
NLWSC0002	7	7	0%	0%	7	0%	0%	7	29%	0%	7	0%	0%	7	14%	14%
NLWSC0003	15	14	0%	0%	14	21%	0%	14	0%	0%	14	0%	0%	14	0%	0%
NLWSC0004	12	12	8%	0%	12	17%	0%	12	8%	0%	12	0%	0%	12	0%	0%

## Overschrijdingen top-10 farmaceutica per provincie

	n tot	bisfenol-a			fenazon (antipyrine)			carbamazepine			17beta-estradiol			paracetamol		
		n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig
DRENTHE	31	31	5	0	31	0	0	31	0	0	31	0	0	31	0	0
FLEVOLAND	56	54	12	1	54	2	1	54	3	0	54	0	0	54	0	0
FRIESLAND	54	54	3	0	54	3	0	54	0	0	54	2	0	54	1	0
GELDERLAND	114	114	20	3	114	7	0	114	7	1	114	16	0	114	0	0
GRONINGEN	36	36	10	0	36	1	0	36	5	2	36	2	2	36	6	1
LIMBURG	8	8	0	0	8	0	0	8	1	0	8	0	0	8	0	0
NOORDBRABANT	59	59	11	1	59	0	0	59	2	0	59	1	0	59	6	2
NOORDHOLLAND	85	85	11	2	85	9	1	85	1	0	85	4	0	85	3	0
OVERIJSEL	66	66	10	0	66	6	2	66	6	0	66	0	0	66	0	0
UTRECHT	56	56	20	2	56	9	1	56	7	3	56	2	0	56	6	0
ZEELAND	10	10	2	1	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
ZUIDHOLLAND	58	58	15	2	58	6	0	58	4	0	58	0	0	58	1	0
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
DRENTHE	31	31	16%	0%	31	0%	0%	31	0%	0%	31	0%	0%	31	0%	0%
FLEVOLAND	56	54	22%	2%	54	4%	2%	54	6%	0%	54	0%	0%	54	0%	0%
FRIESLAND	54	54	6%	0%	54	6%	0%	54	0%	0%	54	4%	0%	54	2%	0%
GELDERLAND	114	114	18%	3%	114	6%	0%	114	6%	1%	114	14%	0%	114	0%	0%
GRONINGEN	36	36	28%	0%	36	3%	0%	36	14%	6%	36	6%	6%	36	17%	3%
LIMBURG	8	8	0%	0%	8	0%	0%	8	12%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%
NOORDBRABANT	59	59	19%	2%	59	0%	0%	59	3%	0%	59	2%	0%	59	10%	3%
NOORDHOLLAND	85	85	13%	2%	85	11%	1%	85	1%	0%	85	5%	0%	85	4%	0%
OVERIJSEL	66	66	15%	0%	66	9%	3%	66	9%	0%	66	0%	0%	66	0%	0%
UTRECHT	56	56	36%	4%	56	16%	2%	56	12%	5%	56	4%	0%	56	11%	0%
ZEELAND	10	10	20%	10%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
ZUIDHOLLAND	58	58	26%	3%	58	10%	0%	58	7%	0%	58	0%	0%	58	2%	0%

	n tot	primidon			sulfadimidine			jopromide			jopamidol			diclofenac		
		n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig
DRENTHE	31	31	0	0	31	1	0	31	1	0	31	0	0	31	0	0
FLEVOLAND	56	54	1	0	54	0	0	54	2	0	54	2	0	54	0	0
FRIESLAND	54	54	0	0	54	0	0	54	0	0	54	0	0	54	0	0
GELDERLAND	114	114	3	0	114	6	2	114	0	0	114	2	0	114	1	0
GRONINGEN	36	36	1	0	36	2	2	36	2	0	36	1	0	36	2	0
LIMBURG	8	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0
NOORDBRABANT	59	59	2	0	59	1	0	59	0	0	59	1	0	59	0	0
NOORDHOLLAND	85	85	4	0	85	2	0	85	0	0	85	1	0	85	1	0
OVERIJSEL	66	66	3	0	66	0	0	66	2	0	66	4	2	66	0	0
UTRECHT	56	56	4	0	56	5	1	56	2	1	56	3	0	56	4	1
ZEELAND	10	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
ZUIDHOLLAND	58	58	1	0	58	0	0	58	5	1	58	0	0	58	0	0
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
DRENTHE	31	31	0%	0%	31	3%	0%	31	3%	0%	31	0%	0%	31	0%	0%
FLEVOLAND	56	54	2%	0%	54	0%	0%	54	4%	0%	54	4%	0%	54	0%	0%
FRIESLAND	54	54	0%	0%	54	0%	0%	54	0%	0%	54	0%	0%	54	0%	0%
GELDERLAND	114	114	3%	0%	114	5%	2%	114	0%	0%	114	2%	0%	114	1%	0%
GRONINGEN	36	36	3%	0%	36	6%	6%	36	6%	0%	36	3%	0%	36	6%	0%
LIMBURG	8	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%
NOORDBRABANT	59	59	3%	0%	59	2%	0%	59	0%	0%	59	2%	0%	59	0%	0%
NOORDHOLLAND	85	85	5%	0%	85	2%	0%	85	0%	0%	85	1%	0%	85	1%	0%
OVERIJSEL	66	66	5%	0%	66	0%	0%	66	3%	0%	66	6%	3%	66	0%	0%
UTRECHT	56	56	7%	0%	56	9%	2%	56	4%	2%	56	5%	0%	56	7%	2%
ZEELAND	10	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
ZUIDHOLLAND	58	58	2%	0%	58	0%	0%	58	9%	2%	58	0%	0%	58	0%	0%

## Overschrijdingen top-10 farmaceutica per grondwaterlichaam

	n tot	bisfenol-a bisfola		fenazon (antipyrene) fenzn		carbamazepine carbmazpne		17beta-estradiol 17bestdol		paracetamol parctml						
		n	>det	>sig	n	>det	>sig	n	>det	>sig	n	>det	>sig			
NLGW0001	27	27	9	0	27	1	0	27	3	1	27	1	1	27	5	1
NLGW0002	20	20	2	0	20	1	0	20	2	1	20	0	0	20	0	0
NLGW0003	97	97	14	2	97	4	0	97	6	1	97	6	0	97	0	0
NLGW0004	72	72	12	1	72	0	0	72	0	0	72	7	0	72	1	0
NLGW0005	18	18	4	0	18	0	0	18	1	1	18	3	0	18	1	0
NLGW0006	65	65	11	1	65	0	0	65	4	0	65	1	0	65	6	2
NLGW0007	19	19	4	0	19	1	0	19	0	0	19	1	1	19	1	0
NLGW0008	4	4	1	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLGW0009	10	10	0	0	10	1	0	10	0	0	10	1	0	10	0	0
NLGW0010	10	10	0	0	10	1	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
NLGW0011	31	31	7	1	31	2	0	31	1	0	31	0	0	31	3	0
NLGW0012	66	66	21	2	66	19	1	66	10	2	66	4	0	66	5	0
NLGW0013	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NLGW0015	19	19	0	0	19	0	0	19	0	0	19	1	0	19	1	0
NLGW0016	60	60	15	3	60	4	0	60	3	0	60	2	0	60	0	0
NLGW0017	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLGW0019	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NLGWSC0001	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLGWSC0002	4	4	1	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLGWSC0003	4	4	2	1	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLGWSC0004	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
NLGW0001	27	27	33%	0%	27	4%	0%	27	11%	4%	27	4%	4%	27	19%	4%
NLGW0002	20	20	10%	0%	20	5%	0%	20	10%	5%	20	0%	0%	20	0%	0%
NLGW0003	97	97	14%	2%	97	4%	0%	97	6%	1%	97	6%	0%	97	0%	0%
NLGW0004	72	72	17%	1%	72	0%	0%	72	0%	0%	72	10%	0%	72	1%	0%
NLGW0005	18	18	22%	0%	18	0%	0%	18	6%	6%	18	17%	0%	18	6%	0%
NLGW0006	65	65	17%	2%	65	0%	0%	65	6%	0%	65	2%	0%	65	9%	3%
NLGW0007	19	19	21%	0%	19	5%	0%	19	0%	0%	19	5%	5%	19	5%	0%
NLGW0008	4	4	25%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGW0009	10	10	0%	0%	10	10%	0%	10	0%	0%	10	10%	0%	10	0%	0%
NLGW0010	10	10	0%	0%	10	10%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
NLGW0011	31	31	23%	3%	31	6%	0%	31	3%	0%	31	0%	0%	31	10%	0%
NLGW0012	66	66	32%	3%	66	29%	2%	66	15%	3%	66	6%	0%	66	8%	0%
NLGW0013	1	1	0%	0%	1	100%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%
NLGW0015	19	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%	19	5%	0%	19	5%	0%
NLGW0016	60	60	25%	5%	60	7%	0%	60	5%	0%	60	3%	0%	60	0%	0%
NLGW0017	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLGW0019	1	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%
NLGWSC0001	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLGWSC0002	4	4	25%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGWSC0003	4	4	50%	25%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGWSC0004	1	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%

	n tot	primidon primdn		sulfadimidine sulfdmidne		jopromide jopromide		jopamidol jopmidl		diclofenac dclofnc						
		n	>det	>sig	n	>det	>sig	n	>det	>sig	n	>det	>sig			
NLGW0001	27	27	1	0	27	1	1	27	2	0	27	1	0	27	1	0
NLGW0002	20	20	0	0	20	1	1	20	1	0	20	0	0	20	1	0
NLGW0003	97	97	2	0	97	3	0	97	1	0	97	3	1	97	0	0
NLGW0004	72	72	0	0	72	3	1	72	1	0	72	1	0	72	0	0
NLGW0005	18	18	1	0	18	1	0	18	1	1	18	0	0	18	1	1
NLGW0006	65	65	3	0	65	1	0	65	0	0	65	2	0	65	0	0
NLGW0007	19	19	0	0	19	0	0	19	0	0	19	0	0	19	0	0
NLGW0008	4	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLGW0009	10	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
NLGW0010	10	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
NLGW0011	31	31	0	0	31	0	0	31	1	0	31	0	0	31	0	0
NLGW0012	66	66	5	0	66	5	2	66	1	0	66	3	0	66	4	0
NLGW0013	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NLGW0015	19	19	0	0	19	0	0	19	0	0	19	0	0	19	0	0
NLGW0016	60	60	3	0	60	2	0	60	4	1	60	0	0	60	1	0
NLGW0017	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLGW0019	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NLGWSC0001	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLGWSC0002	4	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLGWSC0003	4	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLGWSC0004	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
NLGW0001	27	27	4%	0%	27	4%	4%	27	7%	0%	27	4%	0%	27	4%	0%
NLGW0002	20	20	0%	0%	20	5%	5%	20	5%	0%	20	0%	0%	20	5%	0%
NLGW0003	97	97	2%	0%	97	3%	0%	97	1%	0%	97	3%	1%	97	0%	0%
NLGW0004	72	72	0%	0%	72	4%	1%	72	1%	0%	72	1%	0%	72	0%	0%
NLGW0005	18	18	6%	0%	18	6%	0%	18	6%	6%	18	0%	0%	18	6%	6%
NLGW0006	65	65	5%	0%	65	2%	0%	65	0%	0%	65	3%	0%	65	0%	0%
NLGW0007	19	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%
NLGW0008	4	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGW0009	10	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
NLGW0010	10	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
NLGW0011	31	31	0%	0%	31	0%	0%	31	3%	0%	31	0%	0%	31	0%	0%
NLGW0012	66	66	8%	0%	66	8%	3%	66	2%	0%	66	5%	0%	66	6%	0%
NLGW0013	1	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%
NLGW0015	19	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%	19	0%	0%
NLGW0016	60	60	5%	0%	60	3%	0%	60	7%	2%	60	0%	0%	60	2%	0%
NLGW0017	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLGW0019	1	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%
NLGWSC0001	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLGWSC0002	4	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGWSC0003	4	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGWSC0004	1	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%

## Overschrijdingen top-10 overige verontreinigende stoffen per provincie

	n tot	Ethyleendiaminetetra-azijnzuur edta			tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat tlc3ypo4			perfluoroctaanzuur pfoa			fenantreen fen			tolueen tol		
		n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig
DRENTH	31	25	11	11	31	0	0	31	0	0	31	0	0	31	0	0
FLEVOLAND	56	55	30	30	54	5	3	54	0	0	54	10	2	54	4	4
FRIESLAND	54	53	29	29	54	1	1	54	2	1	54	5	2	54	2	2
GELDERLAND	114	113	63	63	114	7	5	114	1	0	114	7	1	114	3	3
GRONINGEN	37	32	20	20	37	3	2	37	0	0	37	1	0	37	0	0
LIMBURG	12	9	5	5	12	0	0	12	1	0	12	0	0	12	0	0
NOORDBRABANT	59	53	29	29	59	2	1	59	14	10	59	3	0	59	0	0
NOORDHOLLAND	85	84	36	36	85	4	4	85	9	0	85	3	0	85	16	16
OVERIJSSEL	67	67	49	49	67	8	7	67	1	1	67	0	0	67	1	1
UTRECHT	56	55	45	45	56	13	12	56	10	0	56	1	0	56	5	5
ZEELAND	10	8	3	3	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
ZUIDHOLLAND	58	58	47	47	58	14	11	58	16	2	58	7	0	58	2	2
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
DRENTH	31	25	44%	44%	31	0%	0%	31	0%	0%	31	0%	0%	31	0%	0%
FLEVOLAND	56	55	55%	55%	54	9%	6%	54	0%	0%	54	19%	4%	54	7%	7%
FRIESLAND	54	53	55%	55%	54	2%	2%	54	4%	2%	54	9%	4%	54	4%	4%
GELDERLAND	114	113	56%	56%	114	6%	4%	114	1%	0%	114	6%	1%	114	3%	3%
GRONINGEN	37	32	62%	62%	37	8%	5%	37	0%	0%	37	3%	0%	37	0%	0%
LIMBURG	12	9	56%	56%	12	0%	0%	12	8%	0%	12	0%	0%	12	0%	0%
NOORDBRABANT	59	53	55%	55%	59	3%	2%	59	24%	17%	59	5%	0%	59	0%	0%
NOORDHOLLAND	85	84	43%	43%	85	5%	5%	85	11%	0%	85	4%	0%	85	19%	19%
OVERIJSSEL	67	67	73%	73%	67	12%	10%	67	1%	1%	67	0%	0%	67	1%	1%
UTRECHT	56	55	82%	82%	56	23%	21%	56	18%	0%	56	2%	0%	56	9%	9%
ZEELAND	10	8	38%	38%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
ZUIDHOLLAND	58	58	81%	81%	58	24%	19%	58	28%	3%	58	12%	0%	58	3%	3%

	n tot	perfluoroctaansulfonaat pfoa			1,3-xyleen 13xyl			tetrahydrofuraan t4hfm			1,2-xyleen 12xyl			fluorantheen flu		
		n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig
DRENTH	31	31	0	0	31	0	0	31	2	2	31	0	0	31	0	0
FLEVOLAND	56	54	5	0	54	1	1	54	4	2	54	1	1	54	5	0
FRIESLAND	54	54	2	0	54	1	1	54	4	4	54	2	1	54	4	1
GELDERLAND	114	114	7	0	114	1	0	114	1	1	114	2	0	114	1	0
GRONINGEN	37	37	5	1	37	2	2	37	2	1	37	2	2	37	2	0
LIMBURG	12	12	1	0	12	0	0	12	0	0	12	0	0	12	0	0
NOORDBRABANT	59	59	0	0	59	1	1	59	0	0	59	1	1	59	0	0
NOORDHOLLAND	85	85	3	0	85	16	11	85	1	1	85	11	2	85	3	1
OVERIJSSEL	67	67	1	0	67	0	0	67	0	0	67	0	0	67	2	0
UTRECHT	56	56	1	0	56	3	3	56	5	5	56	4	2	56	1	0
ZEELAND	10	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
ZUIDHOLLAND	58	58	1	0	58	1	1	58	5	5	58	1	0	58	4	0
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
DRENTH	31	31	0%	0%	31	0%	0%	31	6%	6%	31	0%	0%	31	0%	0%
FLEVOLAND	56	54	9%	0%	54	2%	2%	54	7%	4%	54	2%	2%	54	9%	0%
FRIESLAND	54	54	4%	0%	54	2%	2%	54	7%	7%	54	4%	2%	54	7%	2%
GELDERLAND	114	114	6%	0%	114	1%	0%	114	1%	1%	114	2%	0%	114	1%	0%
GRONINGEN	37	37	14%	3%	37	5%	5%	37	5%	3%	37	5%	5%	37	5%	0%
LIMBURG	12	12	8%	0%	12	0%	0%	12	0%	0%	12	0%	0%	12	0%	0%
NOORDBRABANT	59	59	0%	0%	59	2%	2%	59	0%	0%	59	2%	2%	59	0%	0%
NOORDHOLLAND	85	85	4%	0%	85	19%	13%	85	1%	1%	85	13%	2%	85	4%	1%
OVERIJSSEL	67	67	1%	0%	67	0%	0%	67	0%	0%	67	0%	0%	67	3%	0%
UTRECHT	56	56	2%	0%	56	5%	5%	56	9%	9%	56	7%	4%	56	2%	0%
ZEELAND	10	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
ZUIDHOLLAND	58	58	2%	0%	58	2%	2%	58	9%	9%	58	2%	0%	58	7%	0%

## Overschrijdingen top-10 overige verontreinigende stoffen per grondwaterlichaam

	n tot	Ethyleendiaminetetra-azijnzuur			tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat			perfluorocetaanzuur			fenantreen			tolueen		
		n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig
NLGW0001	27	23	16	16	27	2	2	27	0	0	27	1	0	27	0	0
NLGW0002	21	20	9	9	21	1	1	21	0	0	21	2	0	21	0	0
NLGW0003	97	91	62	62	97	9	7	97	0	0	97	7	1	97	2	2
NLGW0004	72	70	35	35	72	8	7	72	6	0	72	3	0	72	2	2
NLGW0005	18	18	14	14	18	1	1	18	3	0	18	0	0	18	1	1
NLGW0006	68	60	34	34	68	2	1	68	14	10	68	3	0	68	0	0
NLGW0007	18	18	9	9	18	0	0	18	0	0	18	0	0	18	1	1
NLGW0008	4	4	1	1	4	1	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLGW0009	10	10	5	5	10	0	0	10	0	0	10	1	0	10	0	0
NLGW0010	10	10	8	8	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
NLGW0011	31	31	19	19	31	5	4	31	4	0	31	5	0	31	2	2
NLGW0012	68	68	49	49	68	10	8	68	6	0	68	2	0	68	4	4
NLGW0013	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NLGW0015	19	19	12	12	19	0	0	19	2	1	19	2	2	19	1	1
NLGW0016	56	56	32	32	56	8	7	56	16	2	56	2	0	56	3	3
NLGW0017	2	2	1	1	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLGW0019	2	1	1	1	2	0	0	2	1	0	2	0	0	2	0	0
NLWVSC0001	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLWVSC0002	4	4	2	2	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLWVSC0003	3	2	1	1	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
NLWVSC0004	2	1	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
NLGW0001	27	23	70%	70%	27	7%	7%	27	0%	0%	27	4%	0%	27	0%	0%
NLGW0002	21	20	45%	45%	21	5%	5%	21	0%	0%	21	10%	0%	21	0%	0%
NLGW0003	97	91	68%	68%	97	9%	7%	97	0%	0%	97	7%	1%	97	2%	2%
NLGW0004	72	70	50%	50%	72	11%	10%	72	8%	0%	72	4%	0%	72	3%	3%
NLGW0005	18	18	78%	78%	18	6%	6%	18	17%	0%	18	0%	0%	18	6%	6%
NLGW0006	68	60	57%	57%	68	3%	1%	68	21%	15%	68	4%	0%	68	0%	0%
NLGW0007	18	18	50%	50%	18	0%	0%	18	0%	0%	18	0%	0%	18	6%	6%
NLGW0008	4	4	25%	25%	4	25%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGW0009	10	10	50%	50%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	10%	0%	10	0%	0%
NLGW0010	10	10	80%	80%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
NLGW0011	31	31	61%	61%	31	16%	13%	31	13%	0%	31	16%	0%	31	6%	6%
NLGW0012	68	68	72%	72%	68	15%	12%	68	9%	0%	68	3%	0%	68	6%	6%
NLGW0013	1	1	100%	100%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%
NLGW0015	19	19	63%	63%	19	0%	0%	19	11%	5%	19	11%	11%	19	5%	5%
NLGW0016	56	56	57%	57%	56	14%	12%	56	29%	4%	56	4%	0%	56	5%	5%
NLGW0017	2	2	50%	50%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLGW0019	2	1	100%	100%	2	0%	0%	2	50%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLWVSC0001	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLWVSC0002	4	4	50%	50%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLWVSC0003	3	2	50%	50%	3	0%	0%	3	0%	0%	3	0%	0%	3	0%	0%
NLWVSC0004	2	1	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%

	n tot	perfluorocetaansulfonaat			1,3-xyleen			tetrahydrofuraan			1,2-xyleen			fluorantheen		
		n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig	n	n>det	n>sig
NLGW0001	27	27	2	0	27	0	0	27	1	1	27	0	0	27	1	0
NLGW0002	21	21	2	1	21	2	2	21	1	1	21	3	3	21	0	0
NLGW0003	97	97	4	0	97	1	0	97	1	1	97	2	0	97	3	0
NLGW0004	72	72	5	0	72	0	0	72	2	0	72	0	0	72	3	0
NLGW0005	18	18	2	0	18	2	1	18	1	1	18	1	0	18	0	0
NLGW0006	68	68	0	0	68	1	1	68	0	0	68	1	1	68	0	0
NLGW0007	18	18	2	0	18	1	1	18	2	1	18	1	0	18	2	0
NLGW0008	4	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLGW0009	10	10	0	0	10	0	0	10	1	1	10	0	0	10	0	0
NLGW0010	10	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0
NLGW0011	31	31	1	0	31	1	1	31	3	3	31	1	0	31	3	0
NLGW0012	68	68	1	0	68	2	2	68	5	5	68	3	2	68	2	0
NLGW0013	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NLGW0015	19	19	1	0	19	0	0	19	2	2	19	0	0	19	3	1
NLGW0016	56	56	2	0	56	2	1	56	3	3	56	1	0	56	2	0
NLGW0017	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLGW0019	2	2	1	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLWVSC0001	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
NLWVSC0002	4	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
NLWVSC0003	3	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
NLWVSC0004	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
	n tot	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig	n	%>det	%>sig
NLGW0001	27	27	7%	0%	27	0%	0%	27	4%	4%	27	0%	0%	27	4%	0%
NLGW0002	21	21	10%	5%	21	10%	10%	21	5%	5%	21	14%	14%	21	0%	0%
NLGW0003	97	97	4%	0%	97	1%	0%	97	1%	1%	97	2%	0%	97	3%	0%
NLGW0004	72	72	7%	0%	72	0%	0%	72	3%	0%	72	0%	0%	72	4%	0%
NLGW0005	18	18	11%	0%	18	11%	6%	18	6%	6%	18	6%	0%	18	0%	0%
NLGW0006	68	68	0%	0%	68	1%	1%	68	0%	0%	68	1%	1%	68	0%	0%
NLGW0007	18	18	11%	0%	18	6%	6%	18	11%	6%	18	6%	1%	18	11%	0%
NLGW0008	4	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGW0009	10	10	0%	0%	10	0%	0%	10	10%	10%	10	0%	0%	10	0%	0%
NLGW0010	10	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%	10	0%	0%
NLGW0011	31	31	3%	0%	31	3%	3%	31	10%	10%	31	3%	0%	31	10%	0%
NLGW0012	68	68	1%	0%	68	3%	3%	68	7%	7%	68	4%	3%	68	3%	0%
NLGW0013	1	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%	1	0%	0%
NLGW0015	19	19	5%	0%	19	0%	0%	19	11%	11%	19	0%	0%	19	16%	5%
NLGW0016	56	56	4%	0%	56	4%	2%	56	5%	5%	56	2%	0%	56	4%	0%
NLGW0017	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLGW0019	2	2	50%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLWVSC0001	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
NLWVSC0002	4	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
NLWVSC0003	3	3	0%	0%	3	0%	0%	3	0%	0%	3	0%	0%	3	0%	0%
NLWVSC0004	2	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%



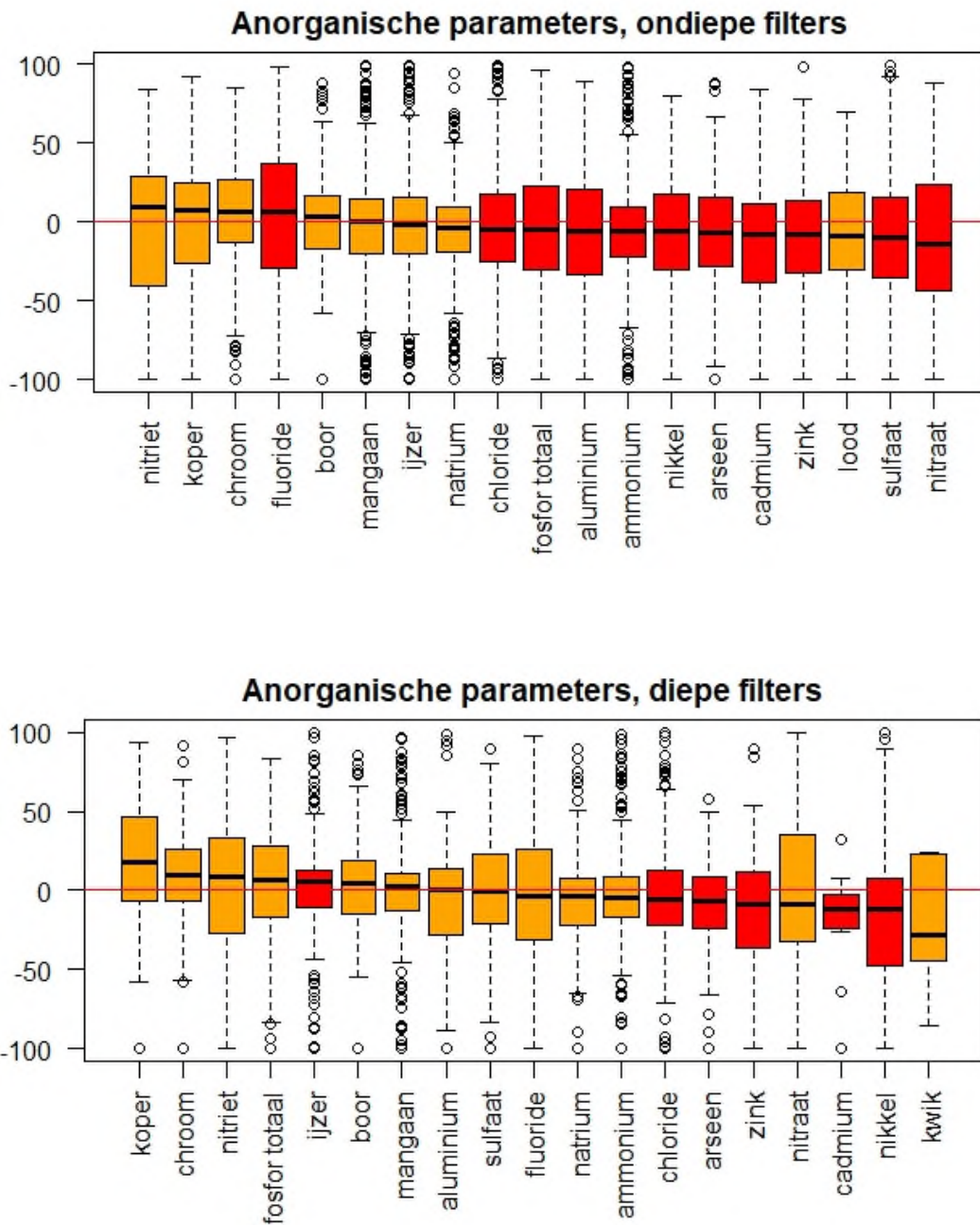
## Bijlage XII

### Verschillen tussen de meetrondes 2015/2016 en 2018/2019

#### Anorganische parameters

In Bijlage XIII staan per parameter de concentratieveranderingen per meetfilter weergegeven. Merk op dat in de legenda van de kaarten “detectielimiet” staat vermeld, maar dat dit “rapportagegrens” moet zijn.

In Figuur 11-1 staan de waargenomen concentratieverschillen voor drempelwaardestoffen en nitraat tussen beide meetrondes weergegeven. Dit is zowel voor de ondiepe als de diepe filters gedaan. Hieruit blijkt dat in de ondiepe filters alleen de fluorideconcentratie significant is toegenomen ( $p=0,05$ ), terwijl de concentratie van 10 andere stoffen, waaronder nitraat, sulfaat en een aantal zware metalen, significant is afgenomen. In de diepe filters is alleen de ijzerconcentratie significant toegenomen, terwijl chloride, arseen, zink en cadmium en nikkel significant zijn afgenomen ( $p=0,05$ ). Daarnaast valt op dat in de diepe filters minder concentratieveranderingen significant zijn, dan in de de ondiepe filters. Dit komt overeen met de dynamiek die verwacht kan worden als gevolg van invloeden van onder andere het weer, waterbeheer en landgebruik.

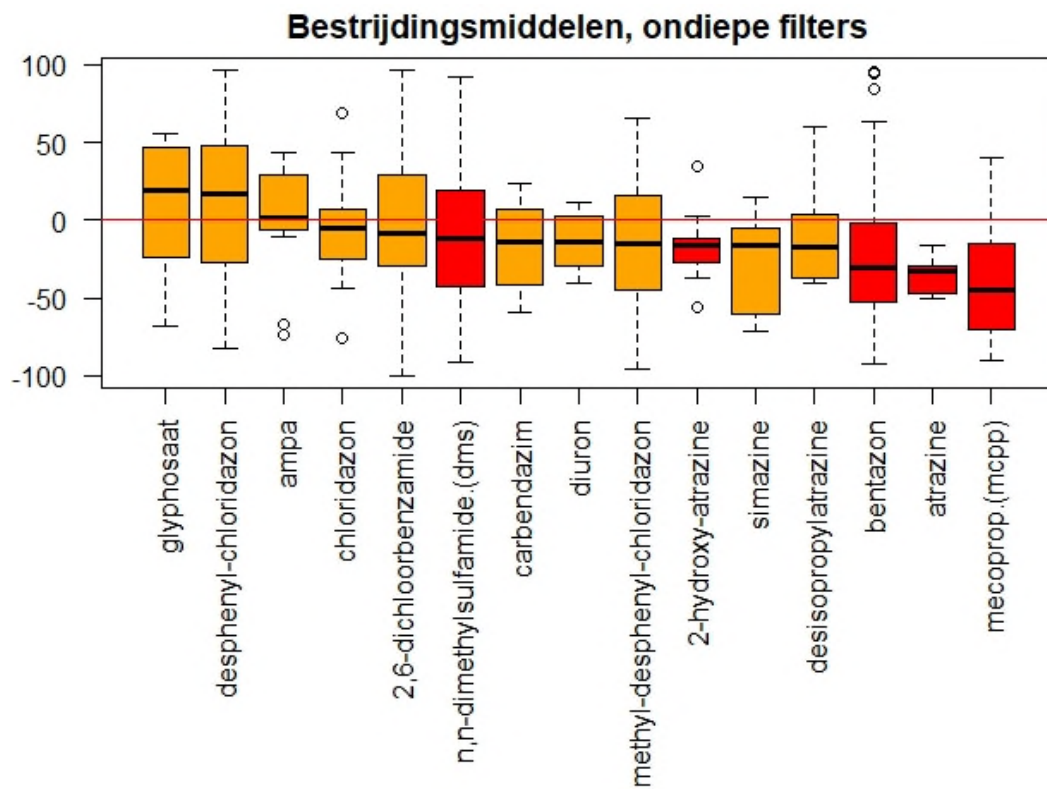


FIGUUR 11-1: SPREIDING IN DE WAARGENOMEN CONCENTRATIEVERANDERINGEN (% TOE- OF AFNAME) VAN ANORGANISCHE PARAMETERS IN ONDIEPE (BOVEN) EN DIEPE (ONDER) FILTERS TUSSEN BEIDE MEETRONDES. RODE BOXPLOTS MARKEREN DE STOFFEN WAARVOOR DE CONCENTRATIE SIGNIFICANT IS VERANDERD ( $P < 0,05$ ), EN WAARVAN DE MEDIAAN VAN HET VERSCHIL GROTER IS DAN +5% OF -5%. ALLEEN DE FILTERS MET MINIMAAL 5 METINGEN ZIJN MEEGENOMEN.

### Bestrijdingsmiddelen

In Bijlage XIII staan per parameter de concentratieveranderingen per meetfilter weergegeven.

In Figuur 11-2 staan de waargenomen concentratieverschillen voor bestrijdingsmiddelen tussen beide meetrondes weergegeven. Hierbij zijn alleen de ondiepe filters meegenomen en alleen de stoffen die minimaal vier keer boven de rapportagegrens zijn aangetroffen. In rood zijn stoffen met een significante toename of afname aangegeven. Uit deze figuur blijkt dat concentratieverschillen tussen 2015-2016 en 2018-2019 in ondiepe filters groot kunnen zijn, incidenteel wel 100% toe- of afname. Voor drie stoffen (glyfosaat, AMPA en desphenylchloridazon) nam de gemiddelde concentratie toe, maar deze toename is niet significant ( $p=0,05$ ). Voor 12 andere stoffen nam de gemiddelde concentratie af, waarvan voor 5 stoffen significant, namelijk DMS, 2-hydroxy-atrazine, bentazon, atrazine en MCPP.

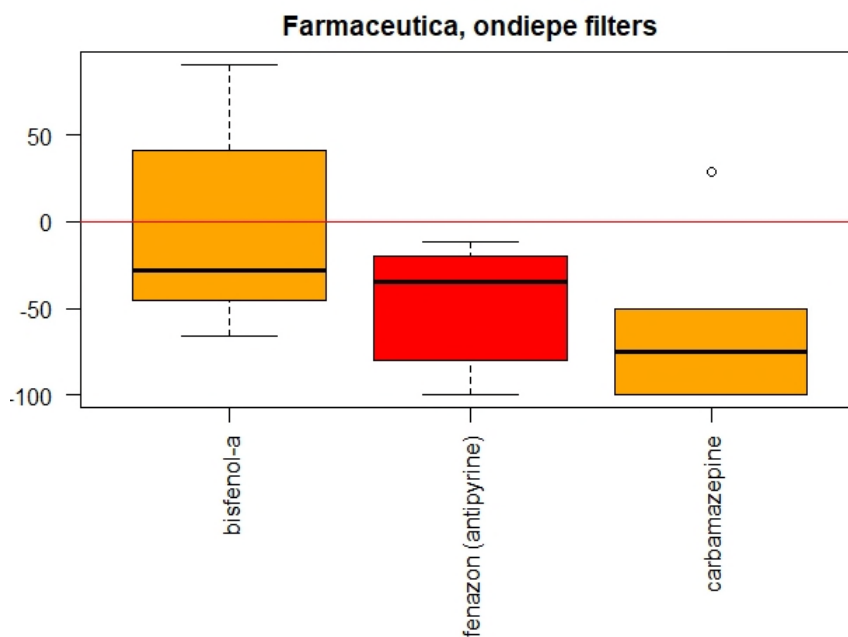


FIGUUR 11-2: SPREIDING IN DE WAARGENOMEN CONCENTRATIEVERANDERINGEN (% TOE- OF AFNAME) VAN BESTRIJDINGSMIDDELEN IN ONDIEPE FILTERS TUSSEN BEIDE MEETRONDES. RODE BOXPLOTS MARKEREN DE STOFFEN WAARVOOR DE CONCENTRATIE SIGNIFICANT IS VERANDERD ( $P<0,05$ ). ALLEEN DE FILTERS MET MINIMAAL 5 METINGEN ZIJN MEEGENOMEN.

## Farmaceutica

In Bijlage XIII staan per parameter de concentratieveranderingen per meetfilter weergegeven.

In Figuur 11-3 staan de waargenomen concentratieverschillen voor farmaceutica tussen beide meetrondes weergegeven. Hierbij zijn alleen de ondiepe filters meegenomen, en alleen de stoffen waarvoor minimaal vijf waarnemingen boven de rapportagegrens waren. Van slechts drie stoffen, namelijk bisfenol-a, fenazon en carbamazepine, zijn voldoende waarnemingen beschikbaar om verschillen tussen de meetrondes inzichtelijk te maken. De gemiddelde concentratie van deze drie stoffen nam af, maar alleen voor fenazon was deze afname significant ( $p=0,05$ ).

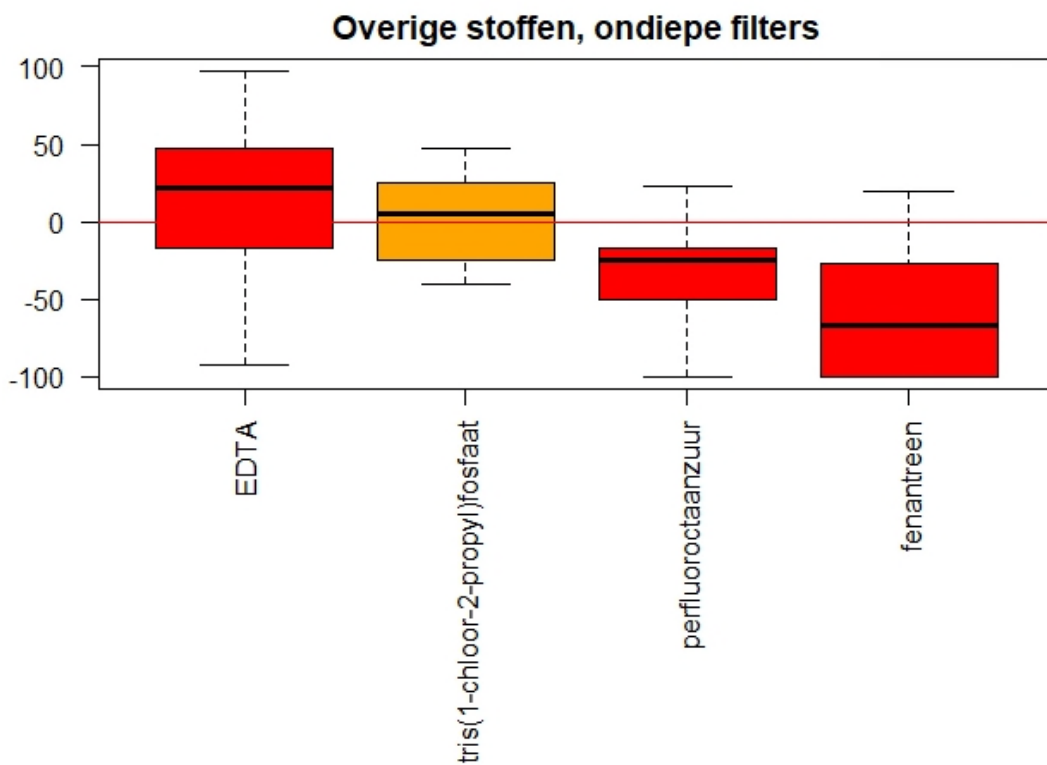


FIGUUR 11-3: SPREIDING IN DE WAARGENOMEN CONCENTRATIEVERANDERINGEN (% TOE- OF AFNAME) VAN FARMACEUTISCHE STOFFEN IN ONDIEPE FILTERS TUSSEN BEIDE MEETRONDES. RODE BOXPLOTS MARKEREN DE STOFFEN WAARVOOR DE CONCENTRATIE SIGNIFICANT IS VERANDERD ( $P<0,05$ ). ALLEEN DE STOFFEN WAARVOOR MINIMAAL VIJF WAARNEMINGEN BOVEN DE RAPPRAGEGRENNS ZIJN MEEGONOMEN.

### Overige verontreinigende stoffen

In Bijlage XIII staan per parameter de concentratieveranderingen per meetfilter weergegeven.

In Figuur 11-4 staan de waargenomen concentratieverschillen voor Overige verontreinigende stoffen tussen beide meetrondes weergegeven. Hierbij zijn alleen de ondiepe filters meegenomen met minimaal vijf waarnemingen boven de rapportagegrens. In rood zijn stoffen met een significante toe- of afname aangegeven. Van slechts vier stoffen zijn voldoende waarnemingen beschikbaar om verschillen tussen de meetrondes inzichtelijk te maken. Voor fenantreen en perfluorooctaanzuur nam de gemiddelde concentratie significant af ( $p=0,05$ ), en voor EDTA nam deze significant toe ( $p=0,05$ ).



FIGUUR 11-4: SPREIDING IN DE WAARGENOMEN CONCENTRATIEVERANDERINGEN (%TOE- OF AFNAME) VAN VIER OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN TUSSEN BEIDE MEETRONDES IN ONDIEPE MEETFILTERS. ALLEEN DE STOFFEN MET MINIMAAL VIJF WAARNEMINGEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENNS ZIJN WEERGEGEVEN. RODE BOXPLOTS MARKEREN DE STOFFEN WAARVOOR DE CONCENTRATIE OVER HET GEHEEL GENOMEN SIGNIFICANT IS VERANDERD ( $P<0,05$ ).

## Bijlage XIII

### Verschilkaarten meetronde 2015/2016 – 2018/2019

Verschilkaarten voor anorganische stoffen, bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen. Verschillen zijn alleen bekend voor meetfilters waarin een parameter in beide meetrondes is gemeten. De categorieën zijn als volgt gedefinieerd:

- afname: de concentratie was in 2015-2016 boven de rapportagegrens en in 2018-2019 onder de rapportagegrens; ofwel de concentratie van 2018-2019 is meer dan 20% lager dan in 2015-2016.
- beperkte toe- of afname: de concentratie in 2018 wijkt minder dan 20% af van de Nulmeting in 2015-2016.
- toename: de concentratie was in 2015-2016 onder de rapportagegrens en in 2018-2019 boven de rapportagegrens; ofwel de concentratie van 2018-2019 is meer dan 20% hoger dan in 2015-2016.

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload.