

KWR 2017.024 | April 2017

Grondwaterkwaliteit Nederland 2015-2016

**Chemie grondwatermeet-
netten en nulmeting nieuwe
stoffen**

Grondwaterkwaliteit Nederland 2015-2016

Chemie grondwatermeetnetten en nulmeting nieuwe stoffen

KWR 2017.024 | April 2017

Opdrachtnummer

401639

Projectmanager

Kirsten Baken

Opdrachtgever

Provincie Utrecht namens Platform Meetnetbeheerders
Grondwaterkwaliteit

Kwaliteitsborger

Annemarie van Wezel

Auteurs

Rosa Sjerps, Mario Maessen, Bernard Raterman,
Thomas ter Laak, Pieter Stuyfzand

Verzonden aan

Janco van Gelderen

Jaar van publicatie
2017

Meer informatie

Rosa Sjerps
T 030 60 69 704
E rosa.sjerps@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
I www.kwrwater.nl



KWR KWR 2017.024 | Maart 2017 © 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.

Samenvatting

In opdracht van het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit van de gezamenlijke provincies legt dit rapport de resultaten van de KRW-tussenmeetronde 2015-2016 vast en presenteert een landelijk beeld. Om dit beeld te completeren zijn ook aanvullende gegevens van provinciale grondwatermeetnetten en overige meetpunten (en risicolocaties) opgenomen. In totaal zijn door routinelaboratoria meer dan 1000 monsters van diepe en ondiepe filters geanalyseerd op anorganische parameters en bestrijdingsmiddelen. Daarnaast zijn voor de meeste provincies nieuwe stoffen onderzocht, zoals farmaceutica en overige verontreinigende stoffen, waarvoor deze rapportage als 'nulmeting' gezien kan worden. Deze nieuwe stoffen zijn geanalyseerd in bijna 500 monsters, veelal van ondiepe filters. Er is gemeten op 54 anorganische parameters, 280 bestrijdingsmiddelen, 101 farmaceutica en 112 overige verontreinigende stoffen. Slechts een klein deel van de gegevens betreft grondwaterbeschermingsgebieden. Deze rapportage beschrijft de frequentie en mate van aantreffen van deze parameters in de provinciale grondwatergegevens, de overschrijding van wettelijke grondwaternormen en de mogelijke problemen voor drinkwaterbereiding en ecologie.

In 71% van alle onderzochte meetfilters in grondwater en in 74% van de KRW-meetfilters komen antropogene stoffen voor uit de meetpakketten bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen, met name in ondiep grondwater. Antropogene stoffen komen vaker voor in ondiepe monsters dan in diepe monsters. In bijna alle ondiepe grondwatermonsters zijn antropogene stoffen aangetroffen, terwijl 41% van de diepe grondwatermonsters antropogene stoffen bevat. Bestrijdingsmiddelen overschrijden de Europese waterkwaliteits-eisen in grondwater, zoals ook vastgelegd in de nationale implementatie van de kwaliteitsdoelstellingen van de KRW, te weten het Besluit Kwaliteitsdoelstellingen en Monitoring Water (Bkmw). Vanuit het bij het Bkmw behorende protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen geldt alleen voor grondwaterbeschermingsgebieden voor overige antropogene stoffen de signaleringswaarde van 0,1 µg/L. In deze studie is deze signaleringswaarde toegepast op alle grondwaterlichamen, omdat buiten de huidige grondwaterbeschermingsgebieden aanvullende strategische voorraden en nationale grondwater reserves aanwezig zijn en worden aangemerkt met het oog op toekomstbestendige drinkwatervoorziening (Min I&M 2016). Enkele overige verontreinigende stoffen worden regelmatig aangetroffen, zoals EDTA, bisphenol A en PFOA. Farmaceutica zijn minder frequent gemeten en aangetroffen dan de bestrijdingsmiddelen.

Voor de bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en de overige verontreinigende stoffen is per stofklasse een top 10 samengesteld, op basis van de frequentie van voorkomen en het aantal overschrijdingen van normen of signaleringswaardes.

Conclusies anorganische parameters

Chloride overschrijdt behalve in de kustzone ook in het binnenland in ondiep grondwater bij 5% van de monsters de drempelwaarde van 160 mg/L. Het gaat in het binnenland vooral om locaties langs grote wegen of in stedelijk gebied, deze overschrijdingen hangen vermoedelijk samen met 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 en in Zeeland. 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 leidt tot eutrofiëring. Als gevolg van bemesting wordt nog steeds in 5% van de bemonsterde filters de nitraat norm overschreden. Op sommige zandgronden komen zowel nitraat als ammonium in verhoogde waarden voor. Dit duidt op onvolledige nitrificatie. De meeste zware metalen blijken in een zone van midden Noord-Brabant naar midden Limburg voor te komen, deels vanwege historische vervuiling vanuit metaalindustrie en smelterijen en toepassing van reststoffen hiervan. Daarnaast speelt pyrietoxidatie door uitspoeling van nitraat een belangrijke rol in het voorkomen van arseen en nikkel in het grondwater. In 10% van de filters ligt de concentratie van één of meerdere zware metalen meer dan een factor 10 boven de MAC-MKN waarde voor het oppervlaktewater en is potentieel ecologisch schadelijk.

Conclusies bestrijdingsmiddelen

Momenteel is het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in grondwater en in grondwaterbeschermingsgebieden problematisch voor waterbeheerders en drinkwaterbedrijven:

- In de helft van de Nederlandse grondwatermonsters zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen.
- 17% de grondwatermonsters voldoet niet aan de norm uit de Europese grondwaterrichtlijn voor individuele bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten van 0,1 µg/L.
- In 7% van de grondwatermonsters overschrijdt de somconcentratie aan bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten de norm uit de Europese grondwaterrichtlijn van 0,5 µg/L.
- Bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen in de helft van de monsters genomen in grondwaterbeschermingsgebieden; 11% van de grondwatermonsters uit grondwaterbeschermingsgebieden voldoet niet aan de norm van 0,1 µg/L uit de Europese grondwaterrichtlijn voor individuele bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten.
- Bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen in het grondwater in heel Nederland; de hoogste concentraties in gebieden met bollenteelt (West Nederland) en de Noord-Brabantse zandgronden.

De toegelaten bestrijdingsmiddelen bentazon en mecoprop (MCPP) en de metabolieten DMS en BAM zijn het meest frequent aangetroffen, in meer dan 10% van de grondwatermonsters. De metabolieten desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon zijn alleen gemeten in de provincies Noord-Brabant en Limburg, en worden daar frequent aangetroffen, ook boven 0,1 µg/L. Aanbevolen wordt deze stoffen op te nemen in het landelijke meetprogramma.

In grondwaterbeschermingsgebieden zijn drie bestrijdingsmiddelen aangetroffen boven de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/L: bentazon, dimethomorf, dicamba (allen toegelaten) en de humaan toxicologisch relevante metaboliet DMS. Dit geeft aan dat de vermindering in het gebruik van bestrijdingsmiddelen door projecten o.a. als Schoon Water voor Brabant nog niet hebben geleid tot een afname van de concentraties van die middelen in de provinciale meetnetten. Dit kan veroorzaakt worden doordat het grondwater ouder is dan de maatregel en doordat de meetnetten niet gericht zijn op het leggen van specifieke maatregel-effect relaties.

Conclusies farmaceutica en overige nieuwe verontreinigende stoffen

- Farmaceutica zijn in een kwart van de grondwatermonsters aangetroffen.
- Farmaceutica zijn in 5% van de grondwatermonsters boven de signaleringwaarde die geldt voor drinkwaterbronnen aangetroffen.
- Overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen in drie kwart van de grondwatermonsters.
- Overige verontreinigende stoffen overschrijden in twee derde van de monsters de signaleringswaarde die geldt voor drinkwaterbronnen.

Farmaceutica en overige verontreinigende stoffen zijn getoetst aan de signaleringswaarde van 0,1 µg/L voor bronnen van drinkwater uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw). Farmaceutica zijn minder frequent gemeten en aangetroffen dan de bestrijdingsmiddelen, en minder frequent aangetroffen dan overige verontreinigende stoffen. 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 in grondwater zijn fenazon, carbamazepine, deze stoffen komen voor in meer dan 5% van de monsters. Hoewel de risico's van farmaceutica in grondwater klein zijn, is de aanwezigheid van deze stoffen ongewenst voor de bescherming van grondwater en drinkwaterbronnen en de productie van onberispelijk drinkwater. 17β-estradiol wordt vaker in grondwater aangetroffen dan de bovengenoemde farmaceutica maar omdat het een natuurlijk hormoon is valt het strikt genomen niet onder de farmaceutica. Onverwachte eenmalig gemeten hoge concentraties van cefuroxim, metformine, hydrochloorthiazide, tylosine en furosemide in grondwater behoeven nadere analyse van resultaten en/of contra-expertise.

Overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen in twee derde van de grondwatermonsters. Met name EDTA wordt vaak aangetroffen. De concentraties van EDTA liggen onder de gezondheidkundige drinkwaterrichtlijn van de WHO, er is dus geen gezondheidkundig risico. Daarnaast zijn bisphenol A, PFOA en PFOS vaak aangetroffen, in meer dan 10% van de monsters. De lage indicatieve streefwaarde van PFOA wordt in 4% van de monsters overschreden, waardoor bij eventuele toekomstige productie van drinkwater uit dit grondwater zonder aanvullende zuivering humane gezondheidsrisico's niet op voorhand uit te sluiten zijn. De aanwezige concentraties van overige verontreinigende stoffen in grondwater duiden het belang aan van monitoring en bescherming van grondwater en drinkwaterbronnen voor drinkwaterbedrijven en grondwaterbeheerders.

Aanbevelingen

Ten aanzien van de huidige meetronde en data-interpretatie is aan te bevelen om:

- De resultaten te vergelijken met datasets van waterleidingbedrijven die vooral betrekking hebben op intrekgebieden en grondwaterbeschermingsgebieden.
- De resultaten te vergelijken met internationale literatuur over monitoringstudies in grondwater.
- 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 toetsen.
- De classificatie en interpretatie van diep en ondiep grondwater te uniformeren en preciseren.

- Metingen van bestrijdingsmiddelen in grondwater op te nemen in de Bestrijdingsmiddelenatlas en beschikbaar te stellen voor Ctgb¹ om te betrekken bij de toelating van gewasbeschermingsmiddelen.

¹ College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden

Ten aanzien van de volgende meetronde in 2018 kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Actualisatie meetpakket pesticiden, biociden, farmaceutica, diergeneesmiddelen en perfluorverbindingen naar voorkomen in oppervlaktewater, (geschatte) gebruiksvolumina en eigenschappen als persistentie en mobiliteit (zie 8.2.1). Van de toegelaten (dier)geneesmiddelen en industriële stoffen is slechts een zeer beperkt deel gemeten, voor de (dier)geneesmiddelen is aan te bevelen meetmethodes in te zetten die een lagere rapportagegrens kennen dan de gebruikte toetsingswaarde.
- Stoffenpakketten blijven afstemmen met oppervlaktewaterbeheerders en drinkwaterbedrijven.
- State-of-the art analysetechnieken gebruiken zodat rapportagegrenzen lager zijn dan de toetswaarden.
- Harmoniseren van meetdichtheid tussen de provincies.
- De data opslag verder te uniformeren ook ten aanzien van de referentie filterdiepte (beneden maaiveld of beneden NAP), landgebruik en hydrologie.
- De meerwaarde van gezamenlijke landelijke data-analyse te benutten en trendanalyses uit te voeren.
- Optie is om voor infiltratiegebieden (inzijggebieden) rond grondwateronttrekkingen voor drinkwater meerdere meetpunten ook op grotere diepte te onderzoeken, ter bepaling van doordringing van verontreinigingen naar het diepere grondwater. Dit in overleg met de drinkwaterbedrijven.
- Het selecteren van risicolocaties voor alle provincie voor het bemonsteren van ondiep grondwater als 'early warning' voor verdere grondwaterverontreiniging.
- Bemonsteren op meerdere dieptes. Zeer ondiepe monsters vormen een 'early warning' voor nieuwe infiltrerende stoffen in grondwater, en ook is meer inzicht in de verontreiniging van zeer diep grondwater gewenst.

De frequente aanwezigheid van o.a. pesticiden, geneesmiddelen en industriële componenten is zorgwekkend, en maakt duidelijk dat er meer actie nodig is om het grondwater en de drinkwaterbronnen te beschermen.

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel rapportage	9
1.3 Leeswijzer	9
2 Opzet KRW-meetrunde provincies en datasets	10
2.1 Bemonstering en analyse	10
2.2 Data voorbereiding	12
2.3 Data interpretatie	12
2.4 GIS-kaarten	13
2.5 Gezondheidskundige risico's	13
3 Overzicht aangetroffen stoffen	15
3.1 Globaal overzicht	15
4 Anorganische parameters	19
4.1 Drempelwaardestoffen en nitraat	19
4.2 Overige anorganische parameters	28
4.3 Gezondheidskundige risico's	31
4.4 Ecologische risico's	32
5 Bestrijdingsmiddelen	33
5.1 Herkomst	33
5.2 Voorkomen	33
5.3 Top 10 bestrijdingsmiddelen	39
5.4 Overige bestrijdingsmiddelen boven waterkwaliteitseisen	43
5.5 Gezondheidskundige risico's	45
5.6 Conclusies	48
6 Farmaceutica	50
6.1 Herkomst	50
6.2 Voorkomen	50
6.3 Top 10 farmaceutica	54
6.4 Andere stoffen – boven de signaleringswaarde	57
6.5 Opmerkelijke bevindingen	57
6.6 Gezondheidskundige risico's	58
6.7 Conclusies	59
7 Overige verontreinigende stoffen	61
7.1 Herkomst	61
7.2 Voorkomen	61
7.3 Top 10	68
7.4 Andere stoffen – boven de signaleringswaarde	72

7.5	Relaties voorkomen stoffen uit pakket 4 met omgevingsfactoren	72
7.6	Gezondheidskundige risico's	72
7.7	Conclusies	75
8	Conclusies en aanbevelingen	76
8.1	Conclusies	76
8.2	Aanbevelingen	78
9	Begrippenlijst	81
10	Referenties	83
Bijlage I	Kenmerken van de meetronden per provincie	87
Bijlage II		89
Bijlage III	Wet- en regelgeving: Landelijk en Europees kader	90
Bijlage IV	Gemeten stoffen per meetpakket	96
Bijlage V	Aantreffen stoffen (on)diepe (KRW)-locaties	107
Bijlage VI	Kaarten anorganische stoffen in pdf files	111
Bijlage VII	Somkaarten en totaalkaarten organische stoffen	112
Bijlage VIII	Kaarten voor de top 10 stoffen	113
Bijlage IX	Kaarten voor bestrijdingsmiddelen die niet in de top 10 vallen	114
Bijlage X	Kaarten voor farmaceutica die niet in de top 10 vallen	115
Bijlage XI	Kaarten voor overige verontreinigende stoffen die niet in de top 10 vallen	116
Bijlage XII	Resultaten per provincie en per grondwaterlichaam	117

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De provincies hebben via het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit opdracht gegeven de resultaten van de KRW meetronde grondwaterkwaliteit 2015-2016 gezamenlijk vast te leggen, in afstemming met de Landelijke Werkgroep Grondwater KRW (LWG).

De analyses zijn uitgevoerd door Eurofins Omegam B.V. en AL-West B.V. in de jaren 2015-2016. De metingen zijn gericht op:

1. Drempelwaardestoffen en algemene stoffen
2. Bestrijdingsmiddelen
3. Farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen)
4. Overige verontreinigende stoffen

De frequentie en mate van voorkomen van de stoffen uit de eerste 2 meetpakketten zijn tijdens eerdere KRW-meetrondes reeds onderzocht. Het bestrijdingsmiddelenpakket is ten opzichte van eerdere meetrondes uitgebreid. In de huidige meetronde zijn voor de meeste provincies andere stofgroepen zoals geneesmiddelen, contrastmiddelen en overige verontreinigende stoffen voor het eerst onderzocht². De metingen kunnen worden gezien als nulmeting.

1.2 Doel rapportage

Deze rapportage dient de volgende doelen:

- Landelijke bundeling van alle resultaten van 2015-2016 tot een bruikbaar overzicht voor een brede doelgroep van waterbeheerders, overheden, drinkwaterbedrijven, onderzoeksinstituten e.a.
- Inzicht in het landelijk voorkomen van stoffen in het grondwater.
- Inzicht in welke stoffen landelijk, provinciaal en per grondwaterlichaam en deelstroomgebied een (mogelijk) probleem vormen.
- Aanbevelingen voor de meetstrategie van de KRW-meetronde 2018.

1.3 Leeswijzer

De opzet voor de KRW-meetronde provincies is uitgezet in Hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 geeft een globaal overzicht van de grondwaterkwaliteit in de KRW meetronde 2015-2016. Hoofdstuk 4-7 beschrijft respectievelijk de aanwezigheid van drempelwaardestoffen en algemene stoffen, bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen. Elk hoofdstuk beschrijft de herkomst, het voorkomen, top 10, opvallende waarnemingen en de gezondheidskundige risico's voor de drinkwaterbereiding en ecologie die gepaard kunnen gaan met de aangetroffen concentraties van de betreffende stoffen. Het afsluitende Hoofdstuk 8 geeft conclusies en aanbevelingen.

² In Noord-Brabant is binnen de brede screening Maas eerder onderzoek uitgevoerd naar deze stoffen

2 Opzet KRW-meetronde provincies en datasets

2.1 Bemonstering en analyse

Deze rapportage beschrijft de resultaten van de meetronde 2015-2016 in grondwater, zoals gemeten door routinelaboratoria in opdracht van de Nederlandse provincies. Het gaat zowel om de bemonstering van door de Provincie aangewezen KRW meetpunten, als bemonstering daarbuiten vaak gerelateerd aan historische verontreiniging of infiltrerend oppervlaktewater. Gegevens uit voorgaande jaren zijn niet behandeld, of andere meetnetten (landelijke overheid, drinkwaterbedrijven, waterschappen), zijn niet gebruikt voor data analyse maar soms opgenomen als referentie.

Bemonstering van het grondwater is per provincie zelfstandig georganiseerd. Sommige provincies hebben eigen monsternemers, anderen huren veldwerkbureaus in. Bemonstering is uitgevoerd conform voorschrift NTA8017 uit de bijlage van het Handboek Monitoring Grondwaterkwaliteit KRW van het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit. Meestal zijn vaste peilbuislocaties uit het KRW-meetnet bemonsterd, soms aangevuld met een selectie uit de provinciale meetnetten grondwaterkwaliteit (PMG) en het landelijk meetnet grondwaterkwaliteit (LMG). Daarnaast zijn monsters genomen op 'risicolocaties' (zie Tabel 2-1), zoals ondiepe filters uit stedelijke meetnetten, locaties nabij historische bodemverontreiniging, locaties aangewezen door drinkwaterbedrijven en locaties direct naast infiltrerende watergangen stroomafwaarts van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Een aantal peilbuizen zijn gesitueerd binnen een grondwaterbeschermingsgebied (Tabel 2-2). Dit is slechts een beperkt deel –minder dan 7%– van de monsters bevindt zich in grondwaterbeschermingsgebieden (Tabel 2-2).

De periode van de bemonstering verschilt per provincie. De grondwatermonsters zijn genomen in ondiep (tot ca. 10 m onder maaiveld) en diep (ca. 25 m onder maaiveld) grondwater.

De meetinspanning 2015-2016 overstijgt de vereisten uit de KRW. Ook zijn nu meer parameters gemeten dan in eerdere meetrondes. Anorganische parameters (n=1386) en bestrijdingsmiddelen (n=979) worden in meer peilbuisfilters gemeten dan farmaceutica (n=495) en overige verontreinigende stoffen (n=489). Er is gemeten op 54 anorganische parameters, 280 bestrijdingsmiddelen, 101 farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen) en 112 overige verontreinigende stoffen. Bijlage I bevat een overzichtstabel met daarin de kenmerken van de meetrondes per provincie. Het aantal monsters per provincie uit het KRW meetnet en daarbuiten is weergegeven in Tabel 2-1 en per meetpakket in de geografische kaart in Bijlage II. De geanalyseerde stoffen per meetpakket en per provincie zijn weergegeven in Bijlage IV.

TABEL 2-1 AANTAL GRONDWATERMONSTERS PER MEETPAKKET PER PROVINCIE, BINNEN HET KRW MEETNET EN DAARBUITEN.

	Anorganische parameters		Bestrijdingsmiddelen		Farmaceutica		Overige verontreinigende stoffen	
	KRW	extra ¹	KRW	extra ¹	KRW	extra ¹	KRW	extra ¹
DRENTHE	50	1	50	0	25	5	25	5
FLEVOLAND	10	117	10	101	0	4	0	4
FRIESLAND	103	20	102	2	51	2	51	2
GELDERLAND	123	64	73	39	74	39	74	39
GRONINGEN	60	28	58	0	32	4	32	4
LIMBURG	88	6	36	7	5	3	10	2
NOORD-BRABANT	127	16	127	16	48	12	48	12
NOORD HOLLAND	87	0	57	0	58	0	58	0
OVERIJSEL	78	0	78	0	13	0	7	0
UTRECHT	34	116	16	56	16	44	16	44
ZEELAND	26	62	12	22	0	2	0	2
ZUID HOLLAND	74	96	74	43	12	42	12	42
Totaal	860	526	693	286	334	157	333	156

¹ PMG locaties en extra risicolocaties

TABEL 2-2 AANTAL GRONDWATERMONSTERS IN GRONDWATERBESCHERMINGSGBIEDEN PER PROVINCIE

	Anorganische parameters	Bestrijdingsmiddelen	Farmaceutica	Overige verontreinigende stoffen
DRENTHE	2	2	1	1
FLEVOLAND	0	0	0	0
FRIESLAND	8	8	4	4
GELDERLAND	8	4	4	4
GRONINGEN	9	4	2	2
NOORDBRABANT	12	12	5	5
NOORDHOLLAND	8	7	7	7
OVERIJSEL	4	4	2	2
UTRECHT	19	9	8	8
ZEELAND	8	3	0	0
ZUID HOLLAND	3	3	1	1
Totaal	81	56	34	34

Gelderland en Noord-Brabant hebben de meeste monsters genomen, en kennen ook de meeste KRW-meetpunten. Buiten het KRW-meetnet zijn de meeste monsters genomen in Flevoland (geanalyseerd op anorganische parameters en bestrijdingsmiddelen). Utrecht, Gelderland en Zuid-Holland hebben de meeste extra monsters laten analyseren op geneesmiddelen en overige verontreinigende stoffen, buiten het KRW-meetnet om. De provincies Flevoland, Overijssel, Limburg en Zeeland hebben een beperkt aantal monsters laten analyseren op geneesmiddelen en overige verontreinigende stoffen (2 tot 12

monsters)³. De provincies Drenthe, Flevoland, Friesland, Groningen en Zuid Holland hebben bestrijdingsmiddelen laten analyseren in een gelijke verdeling over zowel ondiepe als diepe monsters (Bijlage I). De provincies Limburg en Noord-Brabant hebben naar verhouding meer ondiepe monsters laten analyseren op bestrijdingsmiddelen. De provincies Utrecht, Gelderland en Noord-Holland hebben enkel ondiepe monsters laten analyseren op bestrijdingsmiddelen.

Voor enkele stoffen is de rapportagegrens hoger dan soortgelijke stoffen. Het betreft dan stoffen die niet tot de primaire doelstoffen vallen maar stoffen die extra gescreend zijn.

2.2 Data voorbereiding

De door de provincies aangeleverde data zijn weergegeven per filter, met metadata over landgebruik, hydrologie, filterdiepte, xy-coördinaten enz. Alle filters zijn eenmalig bemonsterd. Er is nagegaan of de metadata per locatie en per filter in de bestanden identiek was, voor een aantal peilbuizen behoefde dit correctie. Alle gegevens zijn samengevoegd en geüniformeerd voor schrijfwijze en terminologie. Tot slot is door KWR een wijziging doorgevoerd voor peilbuizen in de duininfiltratiezones, omdat deze sterk beïnvloed worden door infiltrerend oppervlaktewater is de classificatie voor landgebruik gewijzigd van “natuur” naar “infiltratie”.

Filters van ca. 25 m diep uit de Veluwe en Limburg zijn voor deze studie geclassificeerd als ondiep, gegeven de ligging in een freatisch aquifer. Voor peilbuizen met meerdere ondiepe filters is eerst het filter geselecteerd uit het KRW meetnet. Indien dat er geen ondiep KRW is aangewezen, is het meeste ondiepe filter geselecteerd. Hetzelfde geldt voor peilbuizen met meerdere diepe filters, hierbij is eerst het KRW filter geselecteerd en anders het meeste diepe filter.

De exacte gegevens over filterdiepte zijn inconsistent aangeleverd, met als referentiepunt: ofwel maaiveld ofwel NAP, dit belemmert analyses over het voorkomen van stoffen naar diepte.

2.3 Data interpretatie

Het juridisch kader bestaande uit Europese richtlijnen en hun Nederlandse implementatie voor het toetsen van stofconcentraties is beschreven in Bijlage III.

De in dit rapport gehanteerde toetswaarden zijn:

- De zes anorganische stoffen met een drempelwaarde (Cl, P-tot, As, Ni, Cd, Pb) zijn getoetst aan de voor alle grondwater geldende drempelwaarde uit de Kaderrichtlijn Water, afhankelijk van het type grondwaterlichaam (Bkmw, Bijlage II, Tabel II).
- Nitraat (NO₃) is getoetst aan de voor alle grondwater geldende Europese waterkwaliteitseis van 50 mg/L (Bkmw, Bijlage II, Tabel I).
- Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten zijn getoetst aan de voor alle grondwater geldende waterkwaliteitseis van 0,1 µg/L (Bkmw, Bijlage II, Tabel I).
- Farmaceutica en overige verontreinigingen (incl. overige niet relevante metabolieten van bestrijdingsmiddelen) zijn getoetst aan 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 alle grondwater, alleen voor de grondwaterbeschermingsgebieden. Bij

³ De provincie Zeeland heeft een beperkt aantal, kleinschalige zoetwateren (infiltratiegebieden) en kent een beperkte overlap van die gebieden met industrieel of stedelijk gebied. De provincie Overijssel heeft een klein aantal meetlocaties geselecteerd op basis van stedelijk gebied, grondwaterbeschermingsgebieden en oude vuilstorten.

overschrijding van de signaleringswaarde in drinkwaterbronnen bepaalt een nadere stof-specifieke risicobeoordeling of en zo ja verdere (remediërende) vervolgacties nodig zijn. In deze studie is deze signaleringswaarde toegepast op alle grondwaterlichamen, mede omdat buiten de huidige grondwaterbeschermingsgebieden ook aanvullende strategische voorraden en nationale grondwater reserves worden aangemerkt met het oog op toekomstbestendige drinkwatervoorziening (Min I&M 2016). Een deel van deze grondwatervoorraden is reeds vastgelegd in provinciale plannen.

Per meetpakket is een top 10 van stoffen gemaakt, op basis van de frequentie van voorkomen en het aantal overschrijdingen van normen of signaleringswaardes. De frequentie van aantreffen is afhankelijk van de rapportagegrens. De rapportagegrens van de bestrijdingsmiddelen is veelal lager dan 0,1 µg/L. De helft van de gemeten geneesmiddelen heeft een rapportagegrens van 1 µg/L, tien keer hoger dan de signaleringswaarde, waardoor de kans op aantreffen voor deze stoffen laag is.

De top 10 stoffen zijn onderzocht op significante relaties tussen enerzijds landgebruik of infiltrerend oppervlaktewater, op basis van de gegevens hieromtrent in de vanuit de provincies aangeleverde dataset, en anderzijds concentraties van gevonden stoffen met de module LM (linear modeling) in "R". Een correlatie is significant bij een p-waarde van <0,05. Een ontbrekende correlatie wordt mogelijk veroorzaakt door onjuiste data betreffende landgebruik en hydrologie, of door het kleine aantal positieve metingen. Voorzichtigheid is geboden omdat bij het zoeken naar grote aantallen verbanden de kans bestaat dat voor één van deze verbanden een significante relatie wordt gevonden terwijl dit op toeval berust.

2.4 GIS-kaarten

Met een geografisch informatie systeem (GIS) zijn voor elk meetpakket kaarten gemaakt. Het betreft totaalkaarten die het voorkomen en de overschrijding van de toetswaarden (zie 2.3) weergeven per meetpakket, en stof-specifieke kaarten voor de top 10 per meetpakket. Voor elke stof zijn vier kaarten gemaakt: ondiepe monsters voor alle meetpunten (incl. KRW), diepe monsters voor alle meetpunten (incl. KRW), ondiepe monsters van alleen de KRW-meetpunten en diepe monsters van alleen de KRW-meetpunten. In de achtergrond van deze kaarten zijn de verschillende grondwaterlichamen weergegeven. In Bijlage II zijn ter referentie kaarten opgenomen van 1) de grondwaterlichamen inclusief de KRW/alle meetpunten, 2) de grondwaterbeschermingsgebieden per meetpakket en 3) de grondwaterlichamen per meetpakket.

Deze kaarten zijn overigens niet 1:1 te relateren aan de KRW-toetsing, omdat een verzameling van punten dan weegt.

2.5 Gezondheidkundige risico's

Voor de anorganische stoffen en de top 10 aan bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen is een inschatting gegeven van mogelijke gezondheidkundige risico's van 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. Omdat in de praktijk verschillende kwaliteiten van ruw water gemengd kunnen worden bij de productie van drinkwater en ook bij de drinkwaterbereiding uit grondwater een beperkte vorm van zuiveringstechnologie toegepast wordt.

De ecologische risico's worden getoetst met 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). Voor nieuw opkomende stoffen is doorgaans geen MTR of MKN beschikbaar.

3 Overzicht aangetroffen stoffen

3.1 Globaal overzicht

Meetpakket 1 bevat de anorganische parameters; de drempelwaardestoffen chloride, nikkel, arseen, cadmium, lood en P-tot (zie ook Tabel 2 in Bijlage III), nitraat (NO_3) en zware metalen als koper en zink. Meetpakket 2 bevat de werkzame stoffen uit al dan niet toegelaten bestrijdingsmiddelen en enkele metabolieten. Meetpakket 3 bevat geneesmiddelen, röntgencontrastmiddelen en hormonen. Meetpakket 4 bevat overige verontreinigende stoffen.

Figuur 3-1 geeft het aantal gemeten stoffen, het aantal aangetroffen stoffen en het aantal aangetroffen stoffen boven de toetsingswaarde (zie 2.3.) weer.

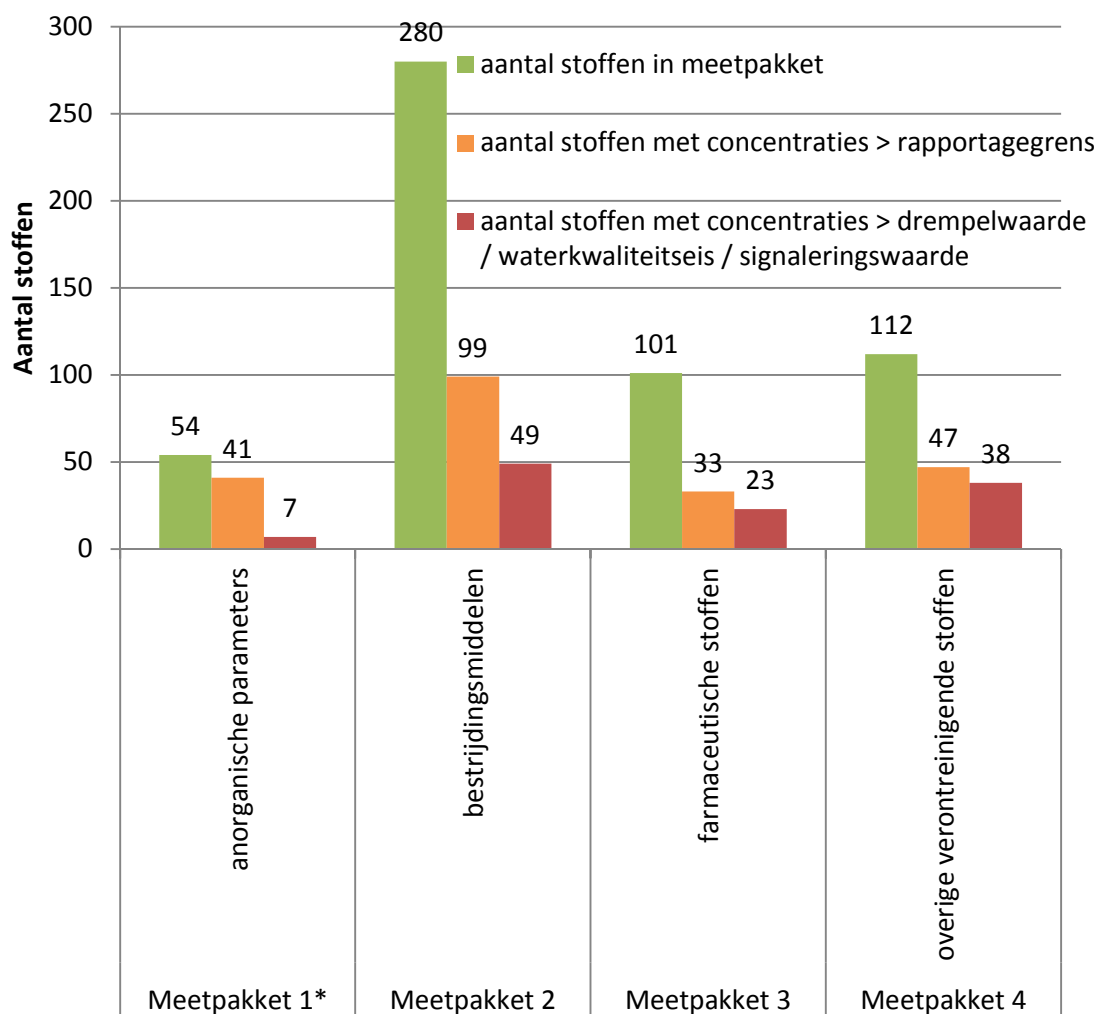
Er zijn meer bestrijdingsmiddelen gemeten en aangetroffen dan farmaceutica en overige verontreinigende stoffen, wat verband houdt met het grotere aantal monsters dat hierop is gemeten. De farmaceutica en overige verontreinigende stoffen zijn enkel in de ondiepe grondwatermonsters gemeten. Ook is de rapportagegrens van de bestrijdingsmiddelen veelal lager de toetsingswaarde, terwijl de helft van de gemeten geneesmiddelen een rapportagegrens heeft die tien keer hoger ligt dan de toetsingswaarde waardoor de kans op aantreffen voor deze stoffen laag is.

Het meetpakket 2 bevat 280 bestrijdingsmiddelen en metabolieten (Bijlage IV), bestaande uit verboden en toegelaten stoffen en hun metabolieten. Het meetpakket omvat een groot deel van de toegelaten stoffen. In 2014 waren in totaal 262 gewasbeschermingsmiddelen toegelaten door het Ctgb (2014), een groot deel hiervan wordt gemonitord in grondwater. Daarnaast worden ook inmiddels niet meer toegelaten werkzame stoffen gemeten, omdat het grondwatersysteem een traag systeem is.

Tijdens de meetronde in 2015-2016 zijn 101 geneesmiddelen, röntgencontrastmiddelen en hormonen gemeten met 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 klein deel van deze toegelaten stoffen is gemonitord in deze meetronde.

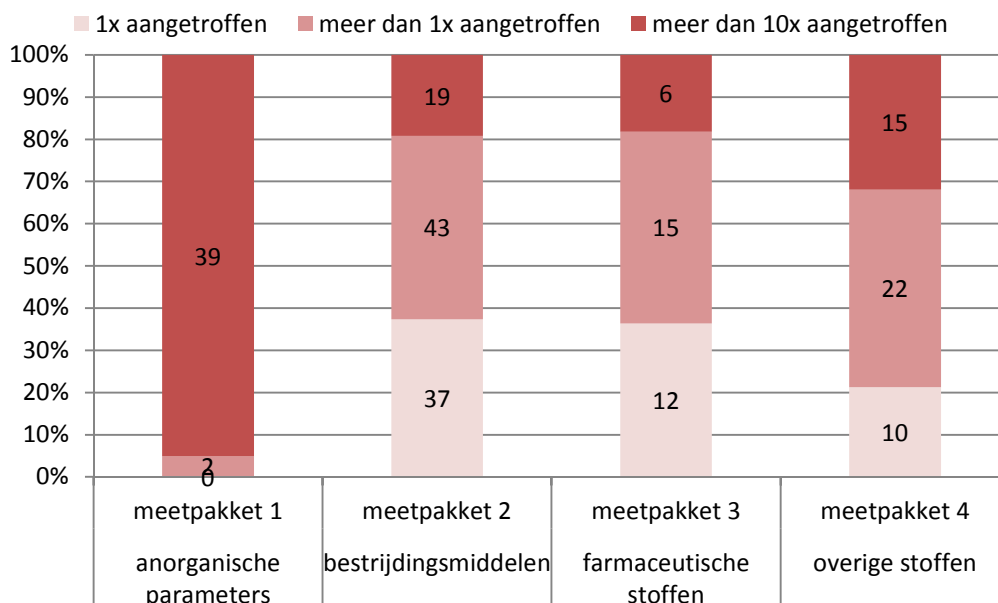
Meetpakket 4 bevat 112 overige industriële stoffen. In totaal zijn er 224.168 stoffen opgenomen in de REACH verordening voor de Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van Chemische stoffen (ECHA 2016). Hoewel deze stoffen niet allemaal in het water aangetroffen zullen worden (ter Laak et al. 2015), wordt slechts een zeer beperkt deel van de industriële stoffen wordt gemonitord in deze meetronde.

Van meetpakket 2, 3 en 4 wordt ongeveer één derde van de stoffen aangetroffen (Figuur 3-1). Ongeveer een kwart van het aantal gemeten stoffen wordt aangetroffen boven de waterkwaliteitseis van $0,1 \mu\text{g/L}$ (49 bestrijdingsmiddelen) of de signaleringswaarde van $0,1 \mu\text{g/L}$ (23 farmaceutica en 38 overige verontreinigende stoffen). Van de stoffen die worden aangetroffen wordt één derde slechts één keer aangetroffen (Figuur 3-2). Een overzicht van alle stoffen en het percentage observaties boven de norm is te vinden in Bijlage V.



*In meetpakket 1 hebben 7 stoffen een drempelwaarde

FIGUUR 3-1 AANTAL STOFFEN PER STOFcategorie, AANTAL STOFFEN AANGETROFFEN EN AANGETROFFEN BOVEN DE WATERKwaliteitseis OF SIGNALERINGSWAARDE.

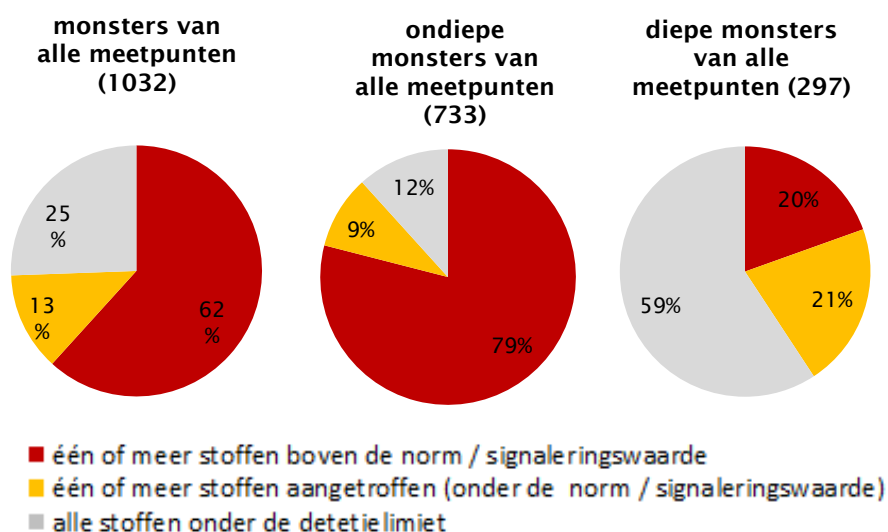


FIGUUR 3-2 AANTAL STOFFEN DIE ÉÉN OF MEERDERE KEREN ZIJN AANGETROFFEN IN GRONDWATERMONSTERS.

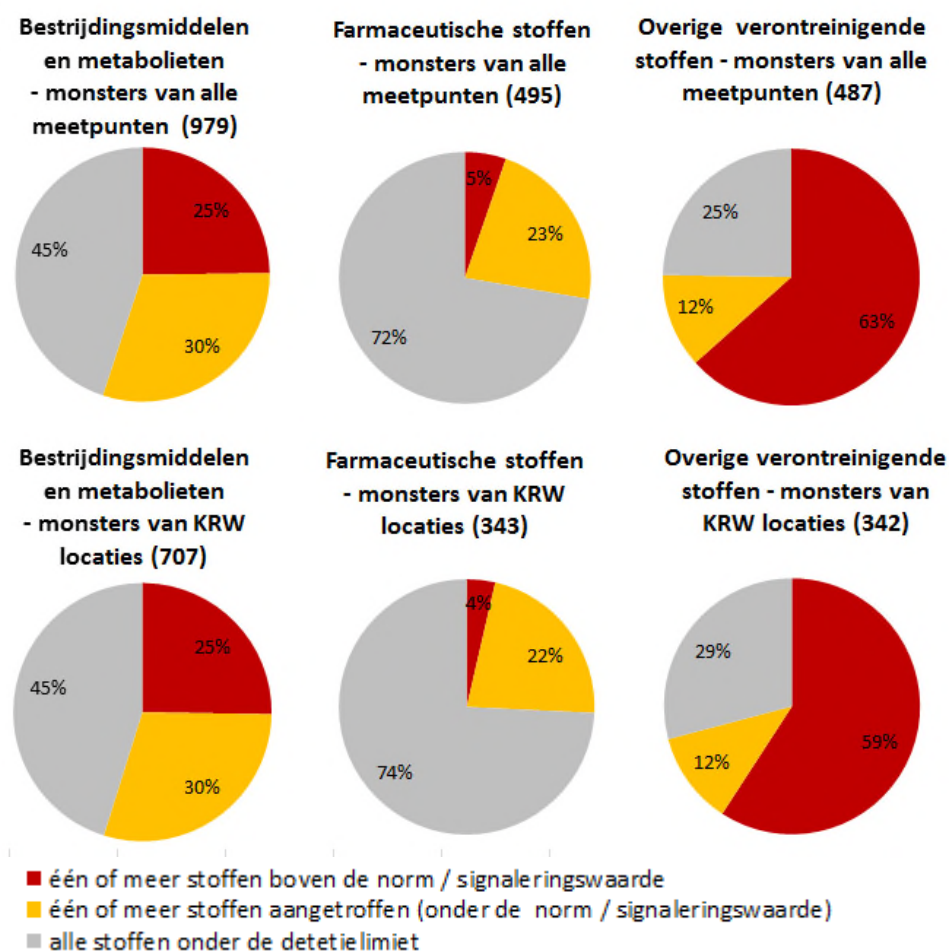
In driekwart van alle bemonsterde meetfilters in grondwater (1032) komen antropogene stoffen voor uit de meetpakketten bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen (Figuur 3-3). Wanneer we enkel de monsters selecteren van KRW locaties (702 monsters) is eenzelfde beeld te zien (534 monsters bevatten antropogene stoffen, 76%). Dit beeld met name beïnvloed door het voorkomen van bestrijdingsmiddelen en EDTA. Antropogene stoffen komen vaker voor in ondiepe monsters dan in diepe monsters (Figuur 3-3). In bijna alle ondiepe monsters zijn antropogene stoffen aangetroffen (88% van de 733 ondiepe monsters), terwijl 41% van de 297 diepe monsters antropogene stoffen bevat.

Twee derde van de grondwatermonsters bevat een stof uit de groep overige verontreinigende stoffen, vooral EDTA is in meer dan de helft van de grondwatermonsters aangetroffen. Ook zijn in meer dan de helft van de grondwatermonsters bestrijdingsmiddelen aangetroffen, en in een kwart van de monsters zijn farmaceutica aangetroffen, zie Figuur 3-4.

Bij de analyse van alleen de KRW-locaties worden de overige verontreinigende stoffen minder vaak aangetroffen (Figuur 3-4). Voor de bestrijdingsmiddelen en farmaceutica is het percentage aantreffen in monsters afkomstig van KRW-locaties vergelijkbaar met alle grondwatermonsters (Figuur 3-4).



FIGUUR 3-3 AANTAL MONSTERS IN GRONDWATER (TOTAAL, ONDIEP EN DIEP) WAAR ANTROPOGENE STOFFEN ZIJN AANGETROFFEN UIT DE CATEGORIE BESTRIJDINGSMIDDELEN, FARMACEUTICA EN OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN VAN ALLE MONSTERS.



FIGUUR 3-4 AANTAL MONSTERS IN GRONDWATER WAAR BESTRIJDINGSMIDDELEN, FARMACEUTICA EN OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN ZIJN AANGETROFFEN. BOVEN: ALLE MONSTERS, ONDER: MONSTERS VAN KRW-LOCATIES.

4 Anorganische parameters

De categorie anorganische stoffen omvat de zogenaamde macroparameters (orde mg/L) en spore-elementen (orde µg/L), waaronder de KRW-drempelwaardestoffen en stoffen met EU norm. De overige stoffen hebben geen grondwaterkwaliteitseis. Deze KRW/BKMW drempelwaarden verhouden zich niet één op één met de drinkwaterkwaliteitseisen.

4.1 Drempelwaardestoffen en nitraat

Nitraat heeft een kwaliteitseis van 50 mg NO₃/L (=11,29 mg NO₃-N/L). Voor 6 anorganische parameters met drempelwaarde zijn nationaal vastgestelde milieukwaliteitsnormen vastgesteld. Dat zijn chloride, fosfaat, arseen, nikkel, cadmium en lood. Voor chloride, fosfaat en arseen zijn de drempelwaarden afhankelijk gesteld van het type grondwaterlichaam (zie Bijlage III).

In onderstaande vier tabellen is het aantal overschrijdingen van de drempelwaarden weergegeven. In de tabellen 4-1 en 4-3 zijn alleen de KRW locaties weergegeven. In de tabellen 4-2 en 4-4 alle locaties weergegeven. Voor de KRW is er voor een grondwaterlichaam pas sprake van een “probleem” bij overschrijding op 20% van de KRW meetpunten per grondwaterlichaam. Dit is geen formele KRW toetsing maar geeft wel een indicatie.

De drempelwaarde wordt het vaakst overschreden voor chloride (10% van alle meetpunten en 7% van alle KRW-meetpunten). In bijlage 6 zijn ook kaarten opgenomen waarin de ruimtelijke spreiding goed is te zien. In onderstaande tabellen is het aantal overschrijdingen uitgezet van zowel de KRW locaties als alle meetpunten per provincie en per grondwaterlichaam. In de volgende secties worden de resultaten besproken. In de tabellen zijn de hoogste waarden in blauw weergegeven om snel te kunnen zien waar de meeste overschrijdingen voorkomen. Hierbij is een arbitraire grens van 1,5 maal het nationale gemiddelde aangenomen.

TABEL 4-1 PERCENTAGE DREMPELWAARDE Overschrijdingen van alle KRW-GRONDWATERMONSTERS PER STOF PER PROVINCIE. BLAUW GEKLEURDE GETALLEN LIGGEN >1.5 MAAL BOVEN GEMIDDELDE CONCENTRATIES OP ALLE DIEPTEN.

	Drempel- waarde-> Aantal filters	Cl 160 mg/L	P-tot 2 of 6,9 mg/L P	As 13,2 of 18,7 µg/L	Ni 20 µg/L	Cd 0,35 µg/L	Pb 7,4 µg/L	NO ₃ 11,29 mg/L N
Provincie								
DRENTHE	50	6%	0%	6%	16%	24%	0%	16%
FLEVOLAND	10	50%	0%	10%	0%	0%	0%	0%
FRIESLAND	108	9%	3%	1%	0%	0%	0%	0%
GELDERLAND	121	2%	1%	3%	2%	5%	1%	14%
GRONINGEN	73	14%	5%	7%	4%	1%	0%	3%
LIMBURG	89	2%	0%	3%	19%	18%	0%	20%
NOORD BRABANT	127	6%	0%	9%	17%	20%	2%	11%
NOORD HOLLAND	86	7%	10%	5%	1%	1%	0%	1%
OVERIJSSSEL	78	6%	0%	12%	4%	5%	1%	6%
UTRECHT	52	2%	6%	13%	4%	4%	0%	4%
ZEELAND	26	0%	4%	15%	0%	4%	0%	0%
ZUID HOLLAND	74	14%	15%	8%	1%	0%	0%	0%
n totaal	894	62	32	58	59	68	4	67
% totaal		7%	4%	6%	7%	8%	0%	7%

TABEL 4-2 PERCENTAGE DREMPELWAARDE Overschrijdingen van alle GRONDWATERMONSTERS (ZIE PARAGRAAF 2.2) PER STOF PER PROVINCIE. BLAUW GEKLEURDE GETALLEN >1.5X GEMIDDELDE CONCENTRATIES OP ALLE DIEPTEN.

	Drempel- waarde-> Aantal filters	Cl 160 mg/L	P-tot 2 of 6,9 mg/L P	As 13,2 of 18,7 µg/L	Ni 20 µg/L	Cd 0,35 µg/L	Pb 7,4 µg/L	NO ₃ -N 11,29 mg/L N
Provincie								
DRENTHE	50	6%	0%	6%	16%	24%	0%	16%
FLEVOLAND	111	43%	5%	18%	1%	0%	1%	0%
FRIESLAND	122	8%	2%	1%	0%	0%	0%	0%
GELDERLAND	162	2%	1%	4%	1%	6%	1%	20%
GRONINGEN	88	14%	5%	7%	5%	1%	0%	3%
LIMBURG	94	2%	0%	3%	18%	17%	0%	21%
NOORD BRABANT	143	5%	0%	8%	17%	20%	2%	12%
NOORD HOLLAND	86	33%	10%	5%	1%	1%	0%	1%
OVERIJSSSEL	78	6%	0%	12%	4%	5%	1%	6%
UTRECHT	150	5%	3%	8%	1%	5%	1%	7%
ZEELAND	82	6%	6%	13%	0%	1%	0%	0%
ZUID HOLLAND	117	43%	20%	6%	1%	0%	0%	1%
n totaal	1283	125	55	94	64	81	8	98
% totaal		10%	4%	7%	5%	6%	1%	8%

TABEL 4-3 PERCENTAGE DREMPELWAARDE OVERSCHRIJDINGEN VAN **KRW MEETFILTERS** PER STOF PER GRONDWATERLICHAAM. BLAUW GEKLEURDE GETALLEN >1.5X GEMIDDELDE CONCENTRATIES OP ALLE DIEPTEN

Grondwater- lichaam	Naam Grondwater- lichaam	n	% n>drempelwaarde						
			Cl	Ptot	As	Ni	Cd	Pb	NO ₃
NLGW0001	Zand Eems	51	20%	2%	8%	8%	10%	0.0%	6%
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	43	5%	2%	0%	5%	7%	0.0%	5%
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	125	5%	0%	10%	6%	8%	1.6%	13%
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	107	7%	2%	7%	3%	5%	0.0%	9%
NLGW0005	Zand Rijn-West	22	0%	0%	0%	9%	14%	0.0%	14%
NLGW0006	Zand Maas	189	5%	0%	7%	21%	22%	1.1%	13%
NLGW0007	Zout Rijn-Noord ^{1,2,3}	41	0%	7%	2%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0008	Zout Eems ^{1,2,3}	8	0%	13%	0%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	20	10%	0%	0%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	18	11%	0%	0%	6%	0%	0.0%	0%
NLGW0011	Zout Rijn-West ^{1,2,3}	45	0%	7%	4%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	49	12%	10%	16%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0013	Zout Maas ¹	2	0%	0%	0%	50%	0%	0.0%	0%
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	38	18%	3%	3%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0016	Duin Rijn-West	80	13%	18%	5%	0%	0%	0.0%	1%
NLGW0017	Duin Maas	4	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	23	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	30%
NLGWSC0001	Zoet gw in duingebieden	6	0%	0%	17%	0%	0%	0.0%	0%
NLGWSC0002	Zoet gw in dekzand	8	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	0%
NLGWSC0003	Zoet grondwater in kreekgebieden	9	0%	11%	22%	0%	11%	0.0%	0%
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen ^{1,2,3}	3	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	0%
	n totaal	894	62	32	58	59	68	4	67
	% totaal		7%	4%	6%	7%	8%	0.4%	7%

¹ Geen drempelwaarde voor chloride voor dit grondwaterlichaam

² Drempelwaarde As = 18,7 µg/L voor dit grondwaterlichaam, voor de overige GWL is dat 13,2 µg/L

³ Drempelwaarde P-tot = 6,9 mg/L voor dit grondwaterlichaam, voor de overige GWL is dat 2 mg/L

⁴ Geen drempelwaarde P-tot voor dit grondwaterlichaam

TABEL 4-4 PERCENTAGE DREMPELWAARDE OVERSCHRIJDINGEN VAN **ALLE METINGEN** (ZIE PARAGRAAF 2.2) PER STOF PER GRONDWATERLICHAAM. BLAUW GEKLEURDE GETALLEN ~>1.5X GEMIDDELDE CONCENTRATIES OP ALLE DIEPTEN

Grondwater- lichaam	Naam Grondwater- lichaam	n	Cl	Ptot	As	Ni	Cd	Pb	NO ₃
NLGW0001	Zand Eems	64	19%	2%	8%	8%	8%	0.0%	6%
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	51	4%	2%	0%	4%	6%	0.0%	4%
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	149	4%	0%	9%	5%	7%	1.3%	16%
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	234	24%	3%	12%	2%	5%	0.4%	8%
NLGW0005	Zand Rijn-West	57	5%	0%	2%	4%	9%	3.5%	16%
NLGW0006	Zand Maas	209	4%	0%	7%	20%	22%	1.4%	14%
NLGW0007	Zout Rijn-Noord ^{1,2,3}	41	0%	7%	2%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0008	Zout Eems ^{1,2,3}	8	0%	13%	0%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	28	7%	0%	0%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	18	11%	0%	0%	6%	0%	0.0%	0%
NLGW0011	Zout Rijn-West ^{1,2,3}	57	0%	7%	4%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	119	9%	11%	12%	0%	0%	0.0%	2%
NLGW0013	Zout Maas	2	0%	0%	0%	50%	0%	0.0%	0%
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	38	18%	3%	3%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0016	Duin Rijn-West	95	12%	19%	4%	0%	0%	0.0%	1%
NLGW0017	Duin Maas	4	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	0%
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	24	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	33%
NLGWSC0001	Zoet gw in duingebieden	8	0%	0%	13%	0%	0%	0.0%	0%
NLGWSC0002	Zoet gw in dekzand	12	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	0%
NLGWSC0003	Zoet grondwater in kreekgebieden	25	20%	16%	20%	0%	4%	0.0%	0%
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen ^{1,2,3}	32	0%	3%	13%	0%	0%	0.0%	0%
	n totaal	1283	125	55	94	64	81	8	98
	% totaal		10%	4%	7%	5%	6%	0.6%	8%

¹ Geen drempelwaarde voor chloride voor dit grondwaterlichaam

² Drempelwaarde As = 18,7 µg/L voor dit grondwaterlichaam, voor de overige GWL is dat 13,2 µg/L

³ Drempelwaarde P-tot = 6,9 mg/L voor dit grondwaterlichaam, voor de overige GWL is dat 2 mg/L

⁴ Geen drempelwaarde P-tot voor dit grondwaterlichaam

4.1.1 Chloride (Cl)

Chloride overschrijdt in gemiddeld 7% van de KRW-filters van alle metingen de drempelwaarde van 160 µg/L. Indien rekening wordt gehouden met het feit dat enkele zoute grondwaterlichamen geen norm voor chloride hebben, dan overschrijdt 8% van de filters de drempelwaarde.

Voor de diepe KRW-filters is het beeld in overeenstemming met de ondiepe KRW locaties. In grondwaterbeschermingsgebieden overschrijdt chloride 7 keer (10% van de filters) de drempelwaarde. De gemeten concentraties variëren van 2,3 tot 20.000 mg/L. Gemiddeld over Nederland zijn de concentraties in het ondiep grondwater wat hoger (gemiddelde 571, mediaan 45 mg/L) dan in diep grondwater (gemiddelde 385 mg/L, mediaan 40 mg/L). Dit verschil is echter statistisch niet significant. Het verschil tussen gemiddelde en mediaan

geeft wel aan dat in zowel het ondiepe als het diepe grondwater de spreiding enorm groot is met grote uitschieters. In sommige provincies, zoals in Groningen, zijn de concentraties chloride in de diepere filters hoger als gevolg van mariene invloed.

Als alle ondiepe filters worden beschouwd, dan valt op dat vooral in de provincie Flevoland de chloride drempelwaarde op het mederendeel 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 laterale toestroming vanuit de Veluwe.

Er zijn meer zoete grondwaterlichamen met hoge overschrijdingspercentages voor chloride zoals Zand Eems, Wadden Rijn-Noord, Duin Rijn-West en Zoet grondwater in kreekgebieden. In al deze grondwaterlichamen is sprake van natuurlijk verhoogde zoutconcentraties. Het is de vraag of de grenzen van de zoete grondwaterlichamen wel juist zijn getrokken.

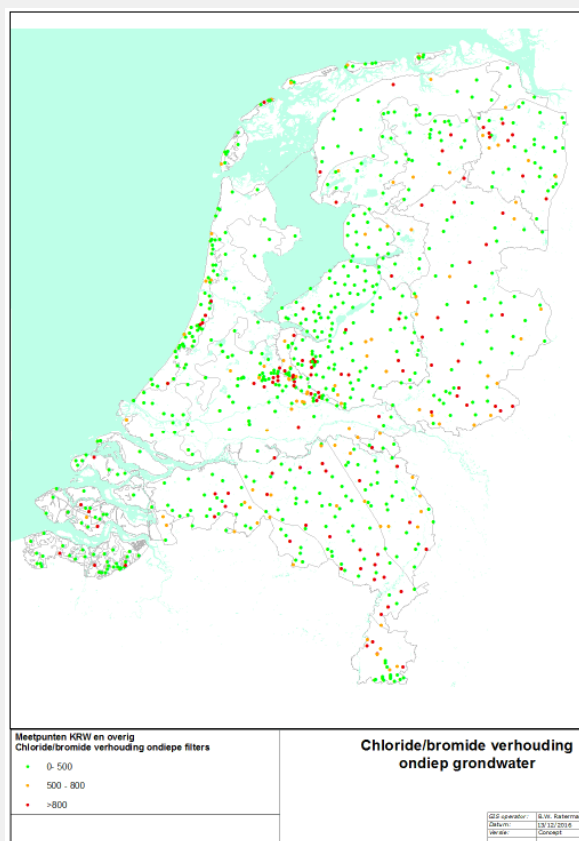
Voor de ondiepe KRW filters buiten Flevoland liggen de overschrijdingen van de drempelwaarden zoals verwacht vooral in de kustprovincies met uitzondering van de duinen. Het betreft hier vooral fossiel zout uit de tijd dat deze gronden door zeewater werden beïnvloed (vooral tijdens de Holocene transgressie).

In het binnenland wordt op elf locaties de 160 mg/L norm licht overschreden. Opvallend is dat van deze elf locaties er negen in stedelijk gebied of direct langs een belangrijke weg liggen. Mogelijk vormt strooizout hier de bron van de verhoogde zoutconcentratie. De Cl/Br verhouding (op mg/L basis) ligt op deze locaties ruim boven het niveau van ~300, dat normaal geacht wordt voor natuurlijk Nederlands grondwater waarin zowel chloride als bromide louter van mariene herkomst (via hetzij de atmosfeer hetzij bijmenging van zeewater) is. De verhoging wijst op de waarschijnlijke aanwezigheid van strooizoutinvloeden op deze locaties.

Verder blijken in het ondiepe grondwater geen specifieke relaties voor te komen tussen landgebruik en de chlorideconcentratie. Dit kan verklaard worden door de overschaduwende invloed van zoute/brakke kwelstromen en door onvoldoende differentiatie van Cl-klassen en landgebruiksklassen.

Intermezzo 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 oceaanaanwater 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.

4.1.2 Fosfaat (P-tot)

Fosfor komt in bodem- en grondwater voor als vrij fosfaat (orthofosfaat) en organisch gebonden fosfaat. De hoeveelheid totaal fosfaat wordt dikwijls uitgedrukt als totaal fosfor (P-tot). Op landbouwgronden wordt fosfaat in de vorm van dierlijke en kunstmest aangevoerd. Daarnaast komt veel fosfaat via 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. Onder andere in Drenthe is dit op diverse bouwlandpercelen op zandgronden inmiddels het geval! Dit komt in de bollenkaarten niet duidelijk terug omdat de concentratie fosfaat in het grondwater in venige gebieden nog veel hoger is dan in fosfaatverzadigde zandgronden. 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 vervuild oppervlaktewater. Op meetpunten 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 incl. polders en droogmakerijen in de ondergrond venige lagen voorkomen worden langs de gehele kust van nature hogere fosfaatconcentraties aangetroffen.

Fosfaat overschrijdt in gemiddeld 4% van de metingen de drempelwaarde van 2 of 6,9 mg P/L, afhankelijk van het grondwaterlichaam. In de grondwaterbeschermingsgebieden wordt de drempelwaarde niet overschreden. De hoogste concentraties zijn aangetroffen in West Nederland, waar de ondergrond grotendeels uit klei en veen bestaat. De gemeten P-concentraties variëren van 0,05 tot 17 mg/L. Voor zowel de ondiepe als diepe KRW locaties zijn er alleen overschrijdingen gemeten in de venige gebieden van Friesland en Noord- en Zuid-Holland. Ook in de binnenduinrand van Noord- en Zuid-Holland worden verhoogde concentraties fosfaat in het ondiepe grondwater aangetroffen. Dit P kent verschillende potentiële bronnen: mineralisatie van ondiepe platen Hollandveen, RWZI-lozingen, of de bollenteelt. Op zandgronden van Noord-Brabant voldoen de fosfaat concentraties aan de drempelwaarden, wel zijn incidenteel verhoogde concentraties fosfaat gemeten die verklaard worden als gevolg van de bemesting.

Het beperkte aantal overschrijdingen wil niet zeggen dat fosfaat geen probleem vormt. Indien de fosfaat concentraties 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 een ernstige bron van eutrofiëring zijn. Een betere afstemming tussen fosfaat in grondwater en het ontvangende oppervlaktewater is gewenst, maar vergt complexe maatregelen.

De concentraties in ondiep en diep grondwater zijn vergelijkbaar, respectievelijk 0,65 en 0,67 mg P/L. Voor heel Nederland is er geen relatie te vinden met landgebruik, alleen voor de zandgronden is er een zwakke relatie met landbouw (p-waarde 0.08).

4.1.3 Arseen (As)

Arseen overschrijdt in gemiddeld 7% van de monsters de drempelwaarde van 13,2 of 18,7 µg/L, afhankelijk van het grondwaterlichaam. In grondwaterbeschermingsgebieden overschrijdt arseen twee keer de drempelwaarde (4% van de bemonsterde filters). De gemeten concentraties variëren van <0.1 tot 190 µg/L. De concentraties in ondiep grondwater zijn gemiddeld wat hoger (5,3 µg/L) dan in diep grondwater (3,9 µg/L).

In zowel de ondiepe als de diepe KRW-filters worden overschrijdingen door heel Nederland gemeten, opvallend vaak langs de grote rivieren en in de duinen (zie ook de bollenkaarten arseen, bijlage 6). Indien ook de overige meetnetten worden beschouwd vallen hogere arseen concentraties vooral in Flevoland en Zeeuws Vlaanderen en in de stedelijke gebieden van Utrecht en Amersfoort op.

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 bodemslib in watergangen / meren / 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 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.

Het voorkomen van arseen kan niet statistisch gekoppeld worden aan een specifiek landgebruik. Er zijn aanwijzingen dat de kans op arseenmobilisatie groter is in mariene dan continentale afzettingen.

4.1.4 Nitraat (NO_3)

Nitraat overschrijdt in gemiddeld 8% van de monsters de EU norm van 50 mg/L NO_3 (=11,29 mg $\text{NO}_3\text{-N}$), vooral in Drenthe, Gelderland en Limburg. In de provincie Utrecht worden de overschrijdingen vooral op de niet-KRW locaties gevonden. In de grondwaterbeschermingsgebieden overschrijdt nitraat twee keer de EU norm.

De gemeten concentraties variëren van <0,1 tot 290 mg $\text{NO}_3\text{-N/L}$. Deze laatste waarde is extreem hoog en betreft een locatie nabij Baexem (Limburg) met zuur grondwater (pH 3,9), dat naast het nitraat, hoge concentraties sulfaat en andere zware metalen vertoont. De concentraties zijn in ondiep grondwater gemiddeld hoger (3,5 mg N/L) dan in diep grondwater (1,6 mg N/L).

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 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_4 en NO_x , die in Nederland nog steeds sterk verhoogd is. De depositie bestaat uit gassen (NH_3 , NO en NO_2) en opgelost ammonium en nitraat. De gassen en ammonium worden vervolgens tijdens bodempassage grotendeels omgezet in nitraat. In bijzondere gevallen kunnen algen en bepaalde gewassen (b.v. duindoorns) stikstof uit de lucht fixeren en zo extra nitraat beschikbaar stellen. 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 zo uit het grondwater, dat dan zeer lage concentraties nitraat (<0,5 mg $\text{NO}_3\text{-N/L}$) vertoont.

Het voorkomen van nitraat in ondiep grondwater heeft zoals verwacht mag worden een sterke relatie met agrarisch landgebruik ($p < 0.05$). Onder landbouwbedrijven dalen nitraatconcentraties in het grondwater, na sterke daling tussen 2000 en 2010 (Fraters 2016), de laatste jaren slechts langzaam. De nitraatconcentraties onder landbouwbedrijven voldoen

gemiddeld volgens Fraters (2016) nog steeds niet aan de nitraatrichtlijn en voldoen dus niet aan de norm.

Met betrekking tot de uitspoeling van stikstof in zandgronden valt op dat de ammonium concentraties soms ook verhoogd zijn. In niet verzuurde zandgronden hoort de nitrificatie van ammonium nagenoeg volledig te zijn. Bij lage pH (<6) neemt de nitrificatiesnelheid af en blijft er wel ammonium over. Dit kan overigens ook bij lage temperaturen het geval zijn, waardoor ammonium uitlekt, ergens adsorbeert en later weer desorbeert, b.v. wanneer nitraat in verhoogde mate uitspoelt zonder ammonium.

In anaërobe gronden, die doorgaans rijk zijn aan organische stof, is er juist geen sprake van nitrificatie (dit proces heeft zuurstof nodig), maar van volledige denitrificatie. In dergelijke bodems is ammonium de enige minerale stikstofvorm. Nitraat en ammonium horen dus eigenlijk niet tegelijkertijd in de grond voor te komen. Wanneer in niet-verzuurde zandgronden zowel nitraat als ammonium voorkomt, duidt dat op een te grote input van organisch materiaal waardoor de zuurstofhuishouding in de bodem is verstoord. Hierdoor verloopt de nitrificatie onvolledig en spoelt ook ammonium uit naar het grondwater. Dit is ongewenst, tenzij nitraat of het hieruit ontstane nitriet in staat is om ammonium te oxideren tot stikstofgas via het zogenaamde ANAMMOX proces. Dit pleit voor het opnemen van een ammoniumnorm in zandgronden. Ammonium kan dus dienst doen als indicator voor een verstoorde zuurstofhuishouding indien er geen sprake is van ernstige verzuring en de temperatuur niet te laag is (<10 °C). In 20 van de 384 ondiepe filters op zandgrond is naast nitraat ook ammonium verhoogd. Dit komt op alle pleistocene zandgronden voor met een nadruk op Noord Brabant.

4.1.5 Nikkel (Ni)

Nikkel is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH (<6), bij hogere SO_4 concentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep anoxisch milieu als sulfide neer. Nikkel overschrijdt in gemiddeld 5% van de metingen de drempelwaarde van 20 µg/L, met name in Drenthe, Noord-Brabant en Limburg. In de grondwaterbeschermingsgebieden overschrijdt nikkel één keer de drempelwaarde. De gemeten concentraties variëren van 1 tot 580 µg/L. De concentraties in ondiep grondwater zijn gemiddeld hoger (6,4 mg/L) dan in diep grondwater (3,6 mg/L). 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 en gegalvaniseerde leidingen een bron.

Voor ondiepe KRW locaties concentreren de meest overschrijdingen voor nikkel zich in Brabant en midden Limburg, met de hoogste overschrijdingen (tot 580 µg/L). Van deze regio is bekend dat hier veel nikkelhoudende mineralen voorkomen en dat die door de hoge nitraatlast in sterke mate kunnen oxideren. Daarnaast zijn er overschrijdingen in Utrecht, Gelderland, Overijssel en Drenthe, tot 40 µg/L. Overige niet KRW ondiepe monsters liggen doorgaans onder de drempelwaarde. Het diepe KRW meetnet geeft een soortgelijk beeld als het ondiepe KRW meetnet, maar met minder overschrijdingen.

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 pH (<6).

4.1.6 Cadmium (Cd)

Cadmium is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH (<6), bij hogere Cl, SO₄ en DOC concentraties (dankzij complexvorming) en slaat in diep anoxisch milieu als sulfide neer. Cadmium overschrijdt in gemiddeld 6% van de monsters de drempelwaarde van 0,35 µg/L, net als nikkel met name in Drenthe, Noord-Brabant en Limburg. In de grondwaterbeschermingsgebieden overschrijdt cadmium twee keer de drempelwaarde. De gemeten concentraties variëren van 0,1 tot 51 µg/L. De concentraties in ondiep grondwater zijn gemiddeld hoger (0,19 mg/L) dan in diep grondwater (0,03 mg/L). 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 51 µg/L wordt gemeten net ten zuiden van Budel, nabij het bekende voormalige Budelco terrein. De zink concentratie op deze ernstig verontreinigde locatie is ook extreem hoog (24000 µg/L) Cadmium en zink worden in de literatuur gekoppeld aan emissies van de (voormalige) zinkindustrie (Spijker et al., 2010).

Het patroon van cadmium overschrijdingen 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. 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 Cd bijvoorbeeld een bestanddeel van meststoffen vormt.

4.1.7 Lood (Pb)

Lood is mobieler in (sub)oxisch milieu, bij lagere pH (<6), bij hogere Cl en SO₄ concentraties (dankzij complexering) en slaat in diep anoxisch milieu als sulfide neer. Lood overschrijdt in gemiddeld minder dan 1% van de monsters de drempelwaarde van 7,4 µg/L, in grondwaterbeschermingsgebieden overschrijdt lood één keer de drempelwaarde. De gemeten concentraties variëren van 1 tot 18 µg/L. De concentraties in ondiep grondwater zijn gemiddeld hoger (0,21 mg/L) dan in diep grondwater (0,07 mg/L). Lood komt van nature in Nederlands grondwater nauwelijks voor, en is een indicatie van antropogene invloed vanuit PVC (doorgaans alleen tijdens eerste jaar), landbouw, runoff van wegen (vooral toen gelode benzine werd gebruikt) en industriële emissies.

Op de ondiepe KRW meetlocaties concentreren verhoogde waarden zich in het midden en oosten van Noord Brabant.

Het voorkomen van lood in ondiep grondwater kan niet op significante wijze gekoppeld worden aan enig specifiek landgebruik.

4.2 Overige anorganische parameters

De overige algemene parameters zijn de macroparameters en spore-elementen zonder waterkwaliteitseis. Van deze 54 parameters zijn er 41 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), wolfrum (W) en zirconium (Zr) zijn nooit 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 4-5 is het percentage boven de rapportagegrens en de percentiel verdeling 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 4-5 GEVONDEN SPREIDING IN ENKELE HOOFD- EN SPORE-ELEMENTEN BEHORENDE TOT DE OVERIGE STOFFEN.

	%boven rapportage- grens	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100
Al (µg/l)	36%	<10	<10	<10	120	370	2399	25000
B (µg/l)	71%	<20	<20	39.5	439	1100	3697	7100
Br (mg/l)	56%	<0,1	<0,1	0.12	3.29	7.99	37.99	74
Co (µg/l)	1%	<50	<50	<50	<50	<50	51.48	410
Cr (µg/l)	56%	<0,5	<0,5	0.59	2.6	3.6	7.899	41
Cu (µg/l)	17%	<0,5	<0,5	<0,6	1.69	5.095	23.99	3500
Fe (µg/l)	85%	<10	<10	3600	22000	33000	58970	130000
Hg (µg/l)	4%	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0.075	0.26
K (mg/l)	99%	<0,5	1.1	4.55	35	57.95	170	340
Li (µg/l)	4%	<50	<50	<50	<50	<50	120	420
Mn (µg/l)	95%	<2	20.1	310	1200	1895	3698	11000
Na (mg/l)	100%	<0,5	9.4	27	569	1400	5495	9600
Rb (µg/l)	1%	<50	<50	<50	<50	<50	<50	92
Sr (µg/l)	100%	4.6	68.1	310	1100	1800	5400	12000
Ti (µg/l)	0,3%	<50	<50	<50	<50	<50	<50	130
V (µg/l)	16%	<2	<2	<2	3.3	6.10	21.98	140
Zn (µg/l)	32%	<5	<5	<5	34	65.9	429.7	24000

Over de in Tabel 4-5 genoemde elementen valt veel op te merken, maar dat valt buiten het kader van dit rapport. Wat de spore-elementen betreft, wordt verwezen naar bijvoorbeeld. (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 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.

4.2.1 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 <1 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 koper concentraties komen vooral in ondiep grondwater voor. Op de ondiepe KWR meetlocaties komen de meeste verhoogde waarden in Noord Brabant en Gelderland voor, de hoogst gevonden waarde van 3500 µg/L is afkomstig uit stedelijk gebied van Hilversum. Omdat de concentraties in 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.

Ondanks de verwachte relatie met agrarisch landgebruik is deze in deze dataset niet significant. Dit wordt mede veroorzaakt door enkele zeer hoge uitschieters

4.2.2 Zink (Zn)

Zink kent geen drempelwaarde. De gemeten concentraties variëren van 1 tot 24000 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 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 SiO₂ concentraties.

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

Omdat in meer dan 10% 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 overschrijdt, zou in relatie tot oppervlaktewater een drempelwaarde voor zink zinvol zijn

Het voorkomen van zink in het ondiepe grondwater is niet significant gekoppeld aan enig specifiek landgebruik, wellicht door de verspreid voorkomende verhoogde waarden.

4.2.3 Kwik (Hg)

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 0,26 µg/L. Kwik is voornamelijk afkomstig uit industriële bronnen en komt diffuus via atmosferische depositie en via puntbronnen in het milieu.

Kwik komt zelden boven de detectiegrens, het betreft verspreide locaties. Alleen in Groningen komen (zie kaarten bijlage 6) opvallend veel verhoogde waarden voor. Hiervoor is nog geen verklaring gevonden.

Het voorkomen van kwik in het ondiepe grondwater kan in de hele dataset niet significant gekoppeld worden aan enig specifiek landgebruik.

4.3 Gezondheidkundige risico's

Voor alle drempelwaardestoffen, behalve fosfaat, is een drinkwaternorm opgenomen in het Drinkwaterbesluit (zie Tabel 4-5). 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; een overschrijding van deze drempelwaarden is veelal gebaseerd op een potentieel ecologisch risico maar ook een onderbouwing vanuit drinkwaterkwaliteit is mogelijk.

In deze paragraaf worden de gemeten concentraties in grondwater buiten grondwaterbeschermingsgebieden getoetst aan de drinkwaternorm. Omdat dit grondwater niet gebruikt wordt als ruwwater voor de drinkwaterbereiding is deze toetsing bedoeld als een indicatieve toetsing om na te gaan of dit grondwater potentiële negatieve humane effecten zou kunnen hebben.

TABEL 4-5 DRINKWATERNORM EN GRONDWATERKWALITEITSEIS VOOR DE DREMPELWAARDESTOFFEN.

	Drinkwaternorm ¹	Grondwaterkwaliteitseis (drempelwaarde) uit het Bkmw (2009)
Chloride (Cl)	150 mg/L (bedrijfstechnische parameter)	160 mg/L
Fosfaat (P-tot)	-	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 ₃)	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)	-

¹ Met uitzondering voor chloride: dit betreft een bedrijfstechnische parameter

De concentraties in grondwater overschrijden zowel de Bkmw drempelwaarden als de drinkwaternorm.

Chloride 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.

De drinkwaternorm wordt regelmatig overschreden in 5 tot 10% van de grondwatermonsters door arseen, nikkel en nitraat. De parameters arseen, koper, nikkel en nitraat vormen ook een potentieel risico voor ecosystemen. Echter de concentraties van As, Cu en Ni kunnen afnemen tijdens het drinkwaterproductieproces zodat er geen gezondheidsrisico is.

Cadmium, lood, koper en zink overschrijden bij uitzondering de drinkwaternorm en vormen daarmee een beperkte bedreiging voor de drinkwaterkwaliteit. Cadmium is echter wel een bedreiging voor ecosystemen, de drempelwaarde wordt in 6% van de monsters overschreden. Lood overschrijdt in minder dan 1% van de monsters de drempelwaarde en vormt daarmee een beperkt risico voor de ecologie.

TABEL 4-6 SPREIDING VAN DE AANGETROFFEN CONCENTRATIES IN GRONDWATER (VOOR DE DREMPELWAARDESTOFFEN) EN DE MATE VAN OVERSCHRIJDING VAN STREEFWAARDEN.

Drempel- waarde- stoffen	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100	% boven drink- water- norm	% boven drempel- waarde
Cl (mg/l)	2,3	12	42	580	1900	11000	20000	20%	10%
P _{tot} (mg/l P)	<0,05	<0,05	0,17	1,4	2,7	7,6	17	-	
As (µg/l)	<1	<1	<1	9,2	18,0	74,4	190	9%	7%
NO ₃ (mg/l N)	<0,05	<0,05	<0,05	8,6	19,1	36,0	290	8%	8%
Ni (µg/l)	<1	<1	<1	10,0	20,1	99,2	580	5%	5%
Cd (µg/l)	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,5	2,3	51	0,3%	6%
Pb (µg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	4,3	18	0,3%	0,6%
Overige stoffen									
Cu (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,6	1,7	5,1	24,0	3500	0,1%	-
Hg (µg/l)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,1	0,3	Geen	-
Zn (µg/l)	<5	<5	<5	34,0	65,9	429,7	24000	0,4%	-

Geen = geen overschrijding

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 monsters 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).

4.4 Ecologische risico's

Van bijna alle zware metalen komen de hoogst gevonden concentraties ver boven de oppervlaktewaternormen (factor 100 tot 1000) voor. Indien dergelijk grondwater in significante hoeveelheden in het oppervlaktewater kan uittreden, dan kan dit een ernstig ecologisch risico voor het desbetreffende oppervlaktewater vormen voor de aanwezige levensgemeenschap. 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. In hoeverre dat in de praktijk dergelijk uittredend grondwater schade oplevert aan het ontvangende ecosysteem is nauwelijks onderzocht. Wel is bekend dat fosfaathoudende en stikstofhoudende kwel een sterk eutrofiërende invloed kan 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, de sorptie aan bodem en (bio)degradatie.

5.2 Voorkomen

De gemeten bestrijdingsmiddelen en metabolieten zijn te vinden in Bijlage IV.

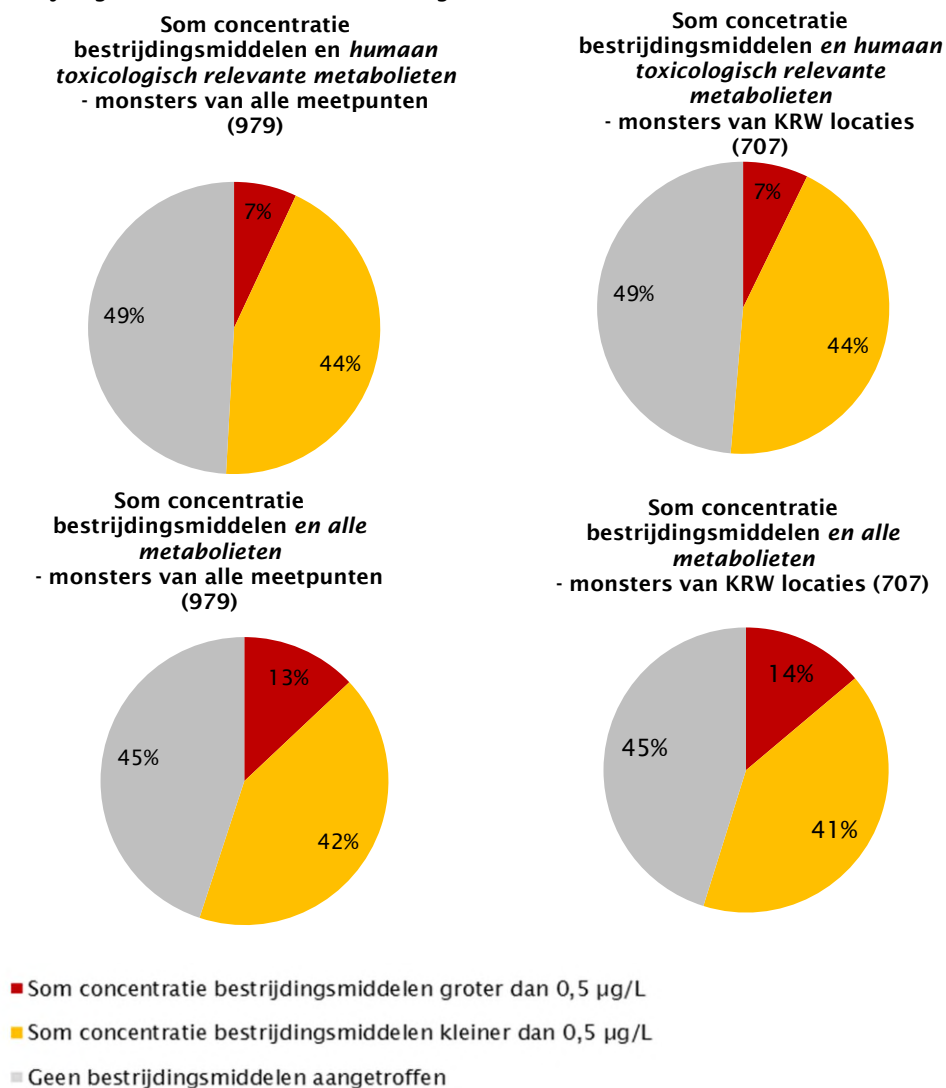
Van de 280 gemeten bestrijdingsmiddelen zijn 99 stoffen aangetroffen zie Figuur 3-1. 42 bestrijdingsmiddelen overschrijden minstens één keer de grondwaterkwaliteitseis van 0,1 µg/L en 7 metabolieten overschrijden de signaleringswaarde van 0,1 µg/L.

In de helft van de bijna 1000 grondwatermonsters zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen (Figuur 3-4 en Tabel 5-1). In 17% van de monsters 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 norm-overschrijdende concentraties (Swartjes et al. 2016). Inclusief de humaan toxicologische niet-relevante metabolieten werd in 25% van de monsters de waarde van 0,1 µg/L overschreden door één of meerdere bestrijdingsmiddelen en/of metabolieten.

Wanneer we kijken naar de somconcentratie van de aangetroffen bestrijdingsmiddelen in een monster, wordt in 7% van de monsters (105 van de 979) de Europese waterkwaliteitseis van 0,5 µg/L voor de totale concentratie aan bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten overschreden (Figuur 5-1 en Figuur 5-2). Inclusief de humaan toxicologische niet-relevante metabolieten werd in 14% van de monsters de somconcentratie van 0,5 µg/L overschreden.

De totaalkaart in Figuur 5-3 geeft aan of er in een grondwatermonster één of meer bestrijdingsmiddelen en/of metabolieten zijn aangetroffen (oranje, en het aantal) al dan niet boven de waterkwaliteitseis/signaleringswaarde (rood, en het aantal).

Tabel 5-1 en 5-3 geven de verschillen weer in het aantreffen van bestrijdingsmiddelen boven de grondwaterkwaliteitseis tussen provincies en grondwaterlichamen. De verspreiding over Nederland is weergegeven in Figuur 5-3. In alle provincies zijn bestrijdingsmiddelen aangetroffen, maar het meest frequent in Gelderland, Noord-Brabant, Limburg en Zeeland (>70% van de monsters per provincie), zie Tabel 5-1. De grondwaterkwaliteitseis is het vaakst overschreden in Noord-Brabant en Limburg. In Flevoland, Friesland en Groningen werden bestrijdingsmiddelen het minst vaak aangetroffen.



FIGUUR 5-1 AANTAL MONSTERS IN GRONDWATER (ONDIEP EN DIEP) MET EEN SOMCONCENTRATIE BESTRIJDINGSMIDDELEN EN HUMAAN TOXICOLOGISCHE RELEVANTE METABOLIETEN GROTER OF KLEINER DAN 0,5 µg/L (BOVEN) OF DE SOMCONCENTRATIE BESTRIJDINGSMIDDELEN EN ALLE METABOLETEN GROTER OF KLEINER DAN 0,5 µg/L (ONDER). LINKS: ALLE MONSTERS, RECHTS: MONSTERS VAN KRW-LOCATIES.

TABEL 5-1 AANTAL EN PERCENTAGE MONSTERS (ONDIEP + DIEP) PER PROVINCIE WAAR BESTRIJDINGSMIDDELEN EN/OF METABOLIETEN ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGREN EN BOVEN DE GRONDWATERKWALITEITSEIS VAN 0,1 µg/L. BLAUW GEKLEURDE PERCENTAGES LIGGEN RUIM BOVEN HET GEMIDDELDE VAN ALLE PROVINCIES (1,5 KEER).

	alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
	Aantal monsters	% boven rapportage-grens	% boven water-kwaliteitseis	Aantal monsters	% boven rapportage-grens	% boven water-kwaliteitseis
DRENTHE	50	56%	10%	50	56%	10%
FLEVOLAND	111	23%	7%	10	40%	30%
FRIESLAND	104	23%	10%	102	24%	10%
GELDERLAND	112	76%	21%	73	73%	22%
GRONINGEN	58	28%	10%	58	28%	10%
LIMBURG	43	88%	77%	36	94%	81%
NOORD-BRABANT	143	86%	50%	127	84%	46%
NOORDHOLLAND	57	47%	23%	57	47%	23%
OVERIJSEL	78	45%	15%	78	45%	15%
UTRECHT	72	67%	44%	16	56%	44%
ZEELAND	34	85%	38%	12	92%	50%
ZUID HOLLAND	117	64%	32%	74	58%	36%
Totaal	979	56%	27%	693	56%	28%

TABEL 5-2 AANTAL EN PERCENTAGE MONSTERS (ONDIEP + DIEP) PER GRONDWATERLICHAAM WAAR BESTRIJDINGSMIDDELEN EN/OF METABOLIETEN ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGREN EN BOVEN DE GRONDWATERKWALITEITSEIS VAN 0,1 µg/L. BLAUW GEKLEURDE PERCENTAGES LIGGEN RUIM BOVEN HET GEMIDDELDE VAN ALLE PROVINCIES (1,5 KEER).

Grondwater-lichaam	Omschrijving	alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
		Aantal mon-sters	% boven rappor-tagegrens	% boven water-kwaliteits-eis	Aantal mon-sters	% boven rappor-tagegrens	% boven water-kwaliteits-eis
NLGW0001	Zand Eems	43	49%	9%	43	49%	9%
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	37	32%	19%	37	32%	19%
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	134	60%	15%	114	55%	14%
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	181	38%	12%	57	58%	16%
NLGW0005	Zand Rijn-West	26	88%	62%	11	91%	64%
NLGW0006	Zand Maas	168	89%	55%	150	88%	53%
NLGW0007	Zout Rijn-Noord	36	19%	8%	36	19%	8%
NLGW0008	Zout Eems	8	13%	0%	8	13%	0%
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	20	20%	10%	20	20%	10%
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	18	33%	22%	18	33%	22%

Grondwater- lichaam	Omschrijving	alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
		Aantal mon- sters	% boven rappor- tagegrens	% boven water- kwaliteits- eis	Aantal mon- sters	% boven rappor- tagegrens	% boven water- kwaliteits- eis
NLGW0011	Zout Rijn-West	46	63%	43%	34	62%	41%
NLGW0012	Deklaag Rijn- West	83	72%	34%	30	73%	40%
NLGW0013	Zout Maas	2	50%	50%	2	50%	50%
NLGW0015	Wadden Rijn- Noord	38	18%	5%	36	19%	6%
NLGW0016	Duin Rijn-West	84	48%	23%	69	42%	23%
NLGW0017	Duin Maas	4	50%	50%	4	50%	50%
NLGW0019	Krijt Zuid- Limburg	10	80%	80%	9	78%	78%
NLGWSC0001	Zoet grondwater in duingebieden	1	0%	0%	1	0%	0%
NLGWSC0002	Zoet grondwater in dekzand	8	88%	38%	7	86%	43%
NLGWSC0003	Zoet grondwater in kreekgebieden	15	93%	40%	7	100%	57%
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen	13	77%	38%	1	0%	0%
Totaal		976	57%	27%	693	56%	28%

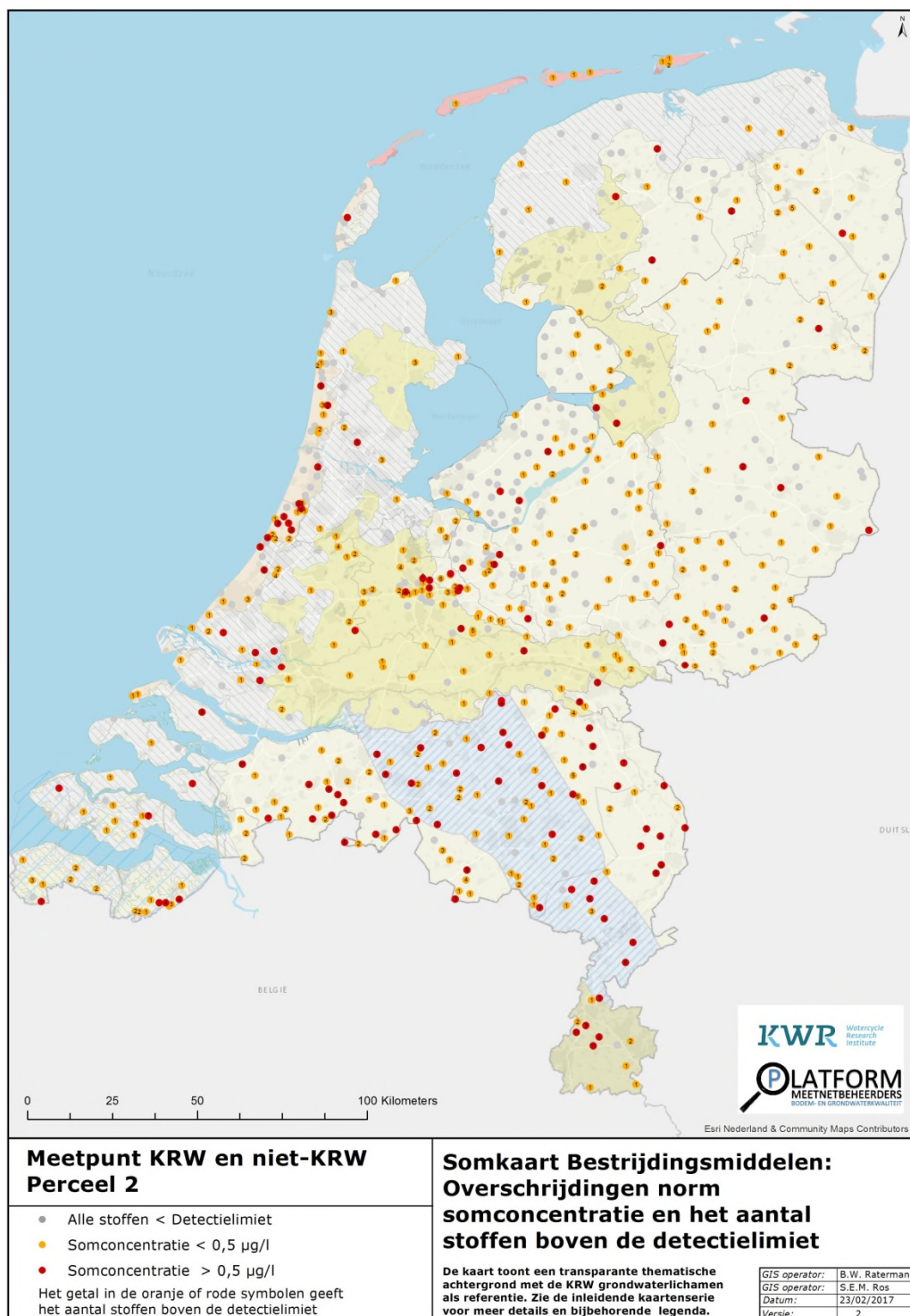
¹Voor de officiële KRW toetsing worden de percentages van individuele stoffen bekeken. De percentages zullen daarmee lager uitvallen.

²Zand Rijn West (NLGW0005) is een klein grondwaterlichaam en wordt voor de KRW samen met Zand Rijn Midden beoordeeld, waardoor de percentages lager zullen uitvallen.

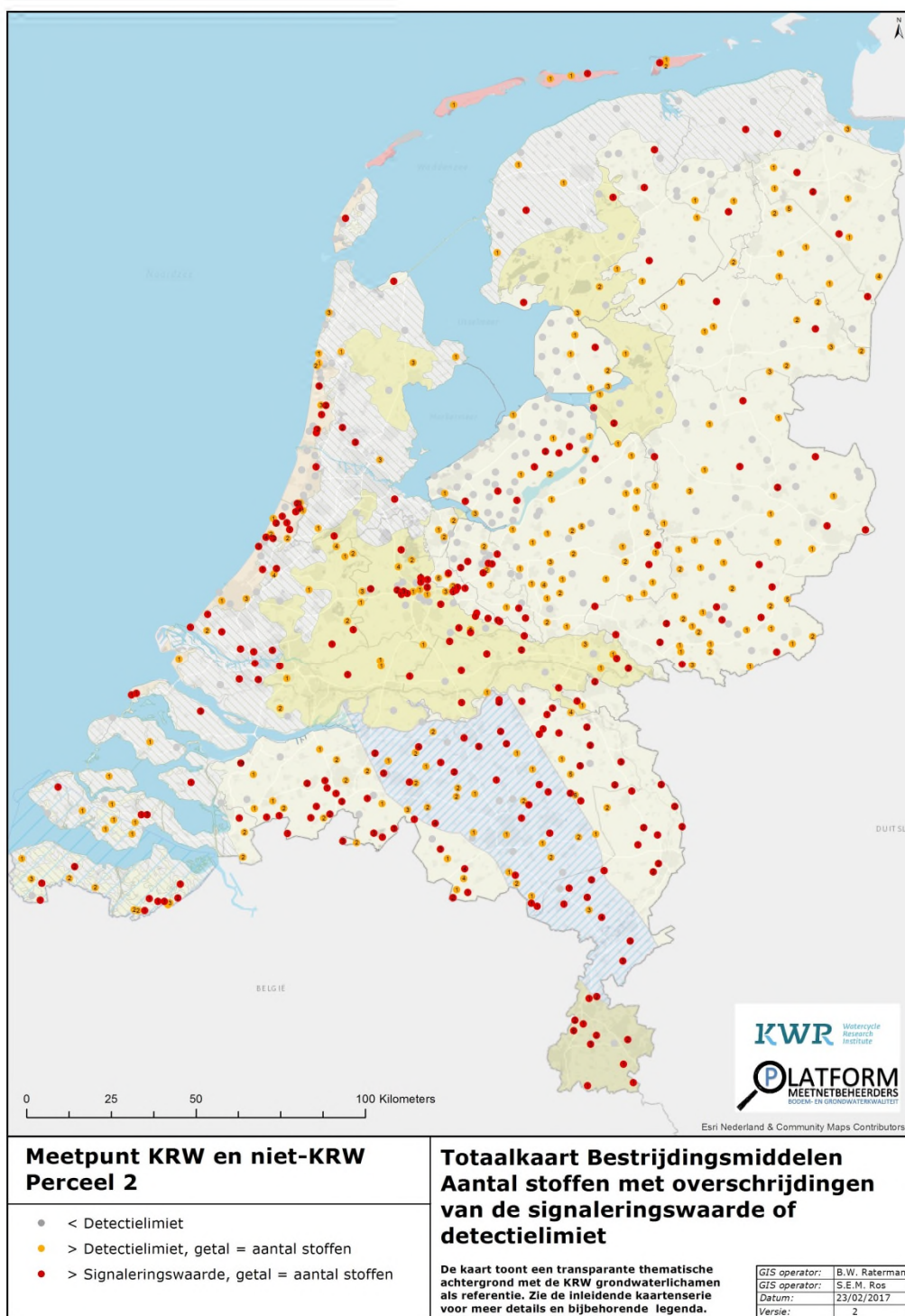
Er is geen duidelijk verschil tussen het aantreffen van bestrijdingsmiddelen in monsters van KRW locaties en op de overige locaties. Alleen in de provincies Utrecht en Zuid-Holland werden op monsters van risicolocaties vaker bestrijdingsmiddelen aangetroffen dan op KRW-locaties (verschil 6-11%).

De gemiddelde concentraties van bestrijdingsmiddelen in ondiep grondwater zijn structureel hoger dan in diep grondwater, maar slechts voor een beperkt aantal is het verschil significant. De bestrijdingsmiddelen met hogere concentraties in ondiep grondwater zijn tevens significant vaker aangetroffen boven de rapportagegrens.

Lopend onderzoek bij KWR (Sjerps et al. in concept) wijst uit dat bestrijdingsmiddelen tot op grote diepten onder maaiveld kunnen voorkomen. Maximale dieptes waarop bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen liggen tussen 40-125 m onder maaiveld. Het voorkomen op grote diepte is voornamelijk gezien bij pompputten voor drinkwaterbereiding, die jonger verontreinigd water aantrekken. Peilbuizen trekken zelf geen water aan waardoor bestrijdingsmiddelen hier minder diep zijn aangetroffen (Sjerps et al. in concept).



FIGUUR 5-2 SOMKAART (ONDIEP + DIEP) VAN HET MEETPAKKET BESTRIJDINGSMIDDELEN EN ALLE METABOLIETEN.



FIGUUR 5-3 TOTAALKAART AANTAL STOFFEN DAT DE NORM OVERSCHRIJDT (ONDIEP + DIEP) VAN HET MEETPAKKET BESTRIJDINGSMIDDELEN EN ALLE METABOLIETEN.

5.2.1 Grondwaterbeschermingsgebieden

Het KRW meetnet is niet ingericht om de kwaliteit van het grondwater binnen grondwaterbeschermingsgebieden te monitoren; wel is een klein deel van de grondwatermonsters (ca. 7%) afkomstig van meetlocaties die gelegen zijn binnen een grondwaterbeschermingsgebied. In ongeveer de helft van de 56 grondwatermonsters uit grondwaterbeschermingsgebieden (zie Bijlage II) worden één of meer bestrijdingsmiddelen en/of metabolieten aangetroffen. In 6 grondwatermonsters uit grondwaterbeschermingsgebieden (11%) betreft dit een overschrijding van een bestrijdingsmiddel of humaan toxicologische relevante metaboliet. Inclusief de humaan toxicologisch niet-relevante metabolieten werd in 11 grondwatermonsters uit grondwaterbeschermingsgebieden (20%) een overschrijding van 0,1 µg/L waargenomen. De 4 bestrijdingsmiddelen overschrijden de wettelijke kwaliteitseis en de 5 metabolieten waarvoor geen wettelijke kwaliteitseis geldt, overschrijden de signaleringswaarde van 0,1 µg/L (Tabel 5-3). Dit beeld is in lijn met eerdere bevindingen (Swartjes et al. 2016, van Loon 2013, Vink et al. 2012), en geeft aan dat vroegere en/of huidige beperkende maatregelen voor gebruik van bestrijdingsmiddelen in grondwaterbeschermingsgebieden nog onvoldoende tot resultaat leiden. Een andere oorzaak is mogelijk het niet naleven van het wettelijk gebruiksvoorschrift, en mogelijk gebrekkige handhaving.

TABEL 5-3 BESTRIJDINGSMIDDELEN EN METABOLIETEN AANGETROFFEN IN GRONDWATERBESCHERMINGSGEBIEDEN IN CONCENTRATIES BOVEN 0,1 µg/L.

Bestrijdingsmiddelen	Metabolieten
Bentazon	2-Hydroxy-atrazine
Dicamba	AMPA
Dimethomorf	2,6-Dichloorbenzamide (BAM)*
	Desphenyl-Chloridazon
	N,N-Dimethylsulfamide (DMS)*

*BAM (RIVM: *humaan toxicologisch niet-relevante metaboliet*) en DMS (RIVM: *humaan toxicologisch relevante metaboliet*) overschrijden tevens de signaleringswaarde voor overige antropogene stoffen in drinkwater van 1 µg/L in grondwaterbeschermingsgebieden.

In de provincie Noord-Brabant werken de provincie, Brabant Water, boeren, burgers en gemeenten al 15 jaar samen aan een lagere belasting van bestrijdingsmiddelen van het grondwater binnen het project Schoon Water voor Brabant. In 11 grondwaterbeschermingsgebieden is de belasting met 70% teruggebracht (Joosten et al. 2009).

5.3 Top 10 bestrijdingsmiddelen en metabolieten

De lijst van top 10 bestrijdingsmiddelen en metabolieten (top 11) is samengesteld aan de hand van frequentie van aantreffen (meer dan 2% van de monsters) en het overschrijden van de grondwaterkwaliteitseis. De top 10 betreft 5 herbiciden, 1 biocide en een somparameter voor fungiciden, en 4 metabolieten (Tabel 5-4). De werkzame stoffen uit Tabel 5-4 zijn alle momenteel toegelaten, diuron is sinds 2000 niet meer toegelaten als herbicide maar wel als biocide. Van de werkzame stoffen wordt bentazon het vaakst aangetroffen, gevolgd door MCP. De vier metabolieten zijn de humaan toxicologisch niet relevante metabolieten BAM, AMPA en 2-hydroxy-atrazine en de humaan toxicologisch relevante metaboliet DMS (advies RIVM aan lenM). DMS, de metaboliet van de biocide tolylfluanide, wordt het vaakst aangetroffen, gevolgd door BAM.

Van twee metabolieten van chloridazon, desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon is geen landelijk overzicht beschikbaar. Metingen uit Noord-Brabant en Limburg, laten zien dat ze frequent zijn aangetroffen.

Op volgorde van voorkomen wordt de top bestrijdingsmiddelen aan de hand van geografische kaarten (Bijlage VI, pdf documenten) toegelicht, wat betreft voorkomen en verschillen tussen grondwaterlichamen en provincies (Bijlage VII, Excel).

TABEL 5-4 VEELVOORKOMENDE BESTRIJDINGSMIDDELEN EN HUN METABOLIETEN.

	Bestrijdings- middelen	Type	Aantal mon- sters	Aantal boven rappor- tagegrens	Percentage boven rappor- tagegrens	Aantal boven water- kwaliteitseis	Percentage boven water- kwaliteitseis
1	Bentazon	Herbicide	978	117	18,1%	54	5,5%
2	Mecoprop (MCPP)	Herbicide	978	92	9.4%	20	2.0%
3	Glyfosaat	Herbicide	876	34	3.9%	9	1.0%
4	Chloridazon	Herbicide	876	32	3.7%	2	0.2%
5	Diuron	Herbicide	876	22	2.5%	2	0.2%
		(verbod) en biocide					
6	DEET (N,N-Diethyl-m-toluamide)	Biocide	876	19	2.2%	2	0.2%
	Metaboliëten	Type	Aantal mon- sters	Aantal boven rappor- tagegrens	Percentage boven rappor- tagegrens	Aantal boven signalerings- waarde	Percentage boven signalerings- waarde
8	Desphenyl-Chloridazon ¹	Metabolië van herbicide chloridazon	161	89	55.3%	52	32.3%
9	N,N-Dimethyl-sulfamide (DMS)	Metabolië van biocide tolylfluanide	876	354	40.4%	76	8.70%
10	Methyl-Desphenyl-Chloridazon ¹	Metabolië van herbicide chloridazon	161	56	34.8%	30	18.6%
11	2,6-Dichloor-benzamide (BAM)	Metabolië van dichlobenil (verbod '09) en de fungicide fluopicolide (sinds '07)	978	134	13.7%	74	7.60%
12	AMPA	Metabolië van herbicide glyfosaat	876	49	5.6%	13	1.5%
13	2-Hydroxy-atrazine	Metabolië van herbicide atrazine (verbod '00)	876	30	3.4%	10	1.1%

¹ In het meetprogramma van de provincies Noord-Brabant en Limburg zijn extra componenten opgenomen, waaronder desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl chloridazon.

5.3.1 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 40% van de grondwatermonsters aangetroffen verspreid door Nederland, waarvan 76 keer 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 0,26 µg/L). Hoge concentraties zijn voornamelijk gevonden in de provincies Gelderland, Noord-Brabant en Limburg.

5.3.2 Desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon

Daarnaast is er van twee metabolieten van chloridazon, desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon geen landelijk overzicht. Deze stoffen zijn enkel geanalyseerd in de monsters van de provincies Noord-Brabant en Limburg, in 163 monsters. Ze worden echter wel in respectievelijk 55% en 35% van de grondwatermonsters aangetroffen, en overschrijden in respectievelijk 32% en 19% de signaleringswaarde. Deze stoffen zijn tevens frequent aangetroffen in de metingen van de noordelijke waterbedrijven (Van der Linden et al. 2016). Deze stoffen spoelen sterk uit naar grondwater (Swartjes et al. 2016). Omdat de twee metabolieten frequent voorkomen in Noord-Brabant wordt aanbevolen deze stoffen op te nemen in het landelijke monitoringsprogramma en de overige provinciale meetnetten.

5.3.3 Bentazon

Bentazon is toegelaten als herbicide, en wordt op grote schaal toegepast in de maisteelt en bollen. Bentazon wordt in 18% van de grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 54 keer boven de grondwaterkwaliteitseis, zowel in diep (16 keer) als in ondiep grondwater (38 keer). De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 19,4 µg/L (gemiddeld 0,34 µg/L). 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. De concentraties van bentazon in het diepe grondwater zijn gecorreleerd met het landgebruik tuinbouw.

5.3.4 BAM

BAM is de metaboliet van het sinds 2007 niet meer toegelaten dichlobenil, en de vanaf 2007 toegelaten fungicide fluopicolide. De metaboliet BAM wordt in 14% van de grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 74 keer boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/L, zowel in diep als in ondiep grondwater. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,03 tot 5,4 µg/L (gemiddeld 0,35 µg/L). BAM is regelmatig aangetroffen in Midden- en Zuid Nederland. 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% van de monsters, waarvan 20 keer boven de grondwaterkwaliteitseis, zowel in diep (7 keer) als in ondiep grondwater (13 keer). De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 1,5 µg/L, gemiddeld 0,11 µg/L. De hoogste concentraties worden gevonden in de regio Katwijk met bloembollenteelt (NLGW0016; Duin Rijn-West) en in Flevoland. De concentraties van MCP in het ondiepe en diepe grondwater zijn gecorreleerd met het landgebruik tuinbouw.

5.3.6 Glyphosaat en AMPA

Glyphosaat 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 Infrastructuur en Milieu 2016). Glyphosaat wordt in 4% van de grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 9 keer boven de grondwaterkwaliteitseis uitsluitend in ondiep grondwater. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 5,5 µg/L (gemiddeld 0,24 µg/L). De hoogst gemeten concentratie van glyphosaat (5,5 µg/L) is in hetzelfde grondwatermonster aangetroffen als hoogste concentratie van chloridazon (16,8 µg/L): in een als 'ondiep' geclassificeerd grondwatermonster in klei in het grondwaterlichaam NLGW0006 (Zand Maas).

AMPA is het belangrijkste afbraakproduct van het hierboven besproken toegelaten herbicide glyphosaat. Glyphosaat breekt redelijk snel af naar AMPA met een halfwaardetijd van 51 dagen (Sjerps et al. 2016). AMPA wordt in 6% van de grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 13 keer boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/L, met name in ondiep grondwater (11 keer). De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 3,0 µg/L (gemiddeld 0,21 µg/L).

De hoogste concentraties van glyphosaat en AMPA zijn gemeten in het duingebied rond de bollenteelt. Andere locaties waar glyphosaat en AMPA enkele malen zijn aangetroffen, zijn Limburg en rond Utrecht.

De concentraties van AMPA in het ondiepe en diepe grondwater zijn gecorreleerd met het landgebruik tuinbouw. Op basis van meetgegevens van RIWA (verenging van rivierwaterbedrijven) zijn de concentraties van glyphosaat en AMPA verhoogd in oppervlaktewater vergeleken met grondwater.

5.3.7 Chloridazon

Chloridazon is een herbicide dat in 4% van de grondwatermonsters wordt aangetroffen, waarvan 2 keer boven de grondwaterkwaliteitseis. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 16,8 µg/L (gemiddeld 0,56 µg/L). De stof is voornamelijk aangetroffen in regio Katwijk met bloembollenteelt.

5.3.8 2-Hydroxy-atrazine

2-hydroxy-atrazine is de metaboliet van atrazine. Atrazine is sinds 2000 niet meer toegelaten in Nederland. De metaboliet 2-hydroxy-atrazine wordt in 3% van de grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 10 keer boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/L, uitsluitend in ondiep grondwater. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,02 tot 9,7 µg/L (gemiddeld 0,16 µg/L).

5.3.9 Diuron

Diuron is een herbicide dat sinds 2000 niet meer toegelaten op de Nederlandse markt, maar nog wel als biocide tegen schimmels in verfproducten en coatings. Diuron wordt in 3% van de grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 2 keer boven de grondwaterkwaliteitseis. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,4 µg/L (gemiddeld 0,05 µg/L).

5.3.10 DEET

DEET is toegelaten als insect-werend middel op bijvoorbeeld klamboes, en als bescherming tegen insectenbeten voor mensen en gezelschapsdieren. Het gebruik van DEET is voornamelijk particulier, er is een relevante emissie te verwachten via de RWZI's. DEET is in

2% van de grondwatermonsters aangetroffen, met name in ondiepe monsters, waarvan 2 keer boven de grondwaterkwaliteitseis. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,03 tot 0,3 µg/L (gemiddeld 0,06 µg/L). Twee monsters waar DEET is aangetroffen zijn beïnvloed door RWZI's.

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 2% van de grondwatermonsters zijn aangetroffen in 2015-2016, daarbij is de grondwaterkwaliteitseis één tot twee keer overschreden (dikegulac: 11 keer). Simazine, atrazine en dikegulac zijn momenteel niet meer toegelaten, waardoor het verdere handelingsperspectief beperkt is. Naar verwachting zal dit verbod op termijn leiden tot een afname in grondwater.

TABEL 5-5 OVERIGE BESTRIJDINGSMIDDELEN AANGETROFFEN BOVEN DE GRONDWATERKWALITEITSEIS VAN 0,1 µg/L VOOR BESTRIJDINGSMIDDELEN EN RELEVANTE METABOLIETEN IN 2015-2016.

	Aantal monsters	Aantal metingen boven de rapportagegrens	Aantal metingen boven de grondwater- kwaliteitseis	Gemiddelde concentratie (µg/L)
Dikegulac-Natrium ¹	940	14	11	0.22
Simazine ¹	940	14	1	0.05
Carbendazim ²	940	14	2	0.07
Atrazine ¹	940	12	2	0.18
Metaldehyde (Tetramer)	163	9	2	0.07
Ethofumesaat	940	9	2	3.49
Bromacil ¹	940	8	6	1.73
Metolachloor (R/S)	940	6	2	0.12
Desisopropylatrazine ³	940	8	1	0.05
Glufosinaat	940	7	1	0.05
Clofibrinezuur ⁴	940	5	5	29.32
Metalaxyl	940	5	1	0.07
Flutolanil	940	8	3	0.21
Pentachloorfenol	941	3	3	0.48
Fenuron ¹	940	5	2	0.09
Lenacil	940	5	1	0.07
MCPA	940	3	1	0.54
Chloorpropham	941	2	1	0.13
Dimethomorph	163	2	1	0.11
Fluroxypyr	163	2	2	0.14
Triadimefon	940	2	1	0.15
Isoproturon	940	3	1	2.25
1,1-Dichloorethaan	941	1	1	1.06
2,4-D	940	1	1	0.29
2,4-DDD	941	1	1	0.25
4,4-DDD	941	1	1	0.20
Asulam ¹	163	1	1	0.34
Dicamba	940	1	1	0.11
Diflufenican	940	1	1	0.24
Epoxiconazol	940	1	1	0.11
Iprodione	163	1	1	0.17
Iso-Chloridazon	163	1	1	0.28
Propiconazol	163	1	1	0.23
2,4-/2,5-Dichlooraniline	941	2	1	0.25
Metazachlor	940	1	1	46.00
Terbutryn	163	1	1	0.34

¹ niet meer toegelaten

² niet meer toegelaten als bestrijdingsmiddel, wel als biocide

³ metaboliet van niet meer toegelaten moederstof

⁴ metaboliet van geneesmiddelen clofibraat, etofibraat en etofylinclofibraat, gelijkenis met MCPP

5.5 Gezondheidkundige risico's

Bestrijdingsmiddelen hebben zowel een kwaliteitseis voor grondwater binnen het Bkmw (2009) als een drinkwaternorm van 0,1 µg/L (Tabel 5-6). De metabolieten van bestrijdingsmiddelen hebben een generieke norm van 0,1 µg/L in drinkwater, indien ze zijn aangeduid als humaan toxicologisch relevant (Tabel 5-6). Voor toxicologisch niet-relevante metabolieten geldt een generieke drinkwaternorm van 1 µg/L. De drinkwaternorm van 0,1 µg/L voor bestrijdingsmiddelen is niet gebaseerd op gezondheidkundige aspecten maar op een 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 5-6 laat de WHO richtlijnen voor bentazon, mecoprop en glyfosaat zien. Baken et al. (2015) hebben op basis van toxicologische data de volgende indicatieve gezondheidkundige drinkwater richtwaarden afgeleid: 700 µg/L chloridazon, 2 µg/L voor diuron en 5250 µg/L voor DEET.

Verschillende bestrijdingsmiddelen hebben daarnaast een specifieke maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR), 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 5-6).

In de volgende paragrafen worden de concentraties zoals aangetroffen in grondwater vergeleken met de verschillende risicogrenswaarden. Hierbij moet rekening worden gehouden met:

- overschrijding van drinkwaternormen is pas bij een structurele overschrijding gezondheidkundig relevant,
- grondwater wordt gezuiverd tot drinkwater en tijdens de zuivering zal de concentraties wat afnemen, afhankelijk van stofeigenschappen en gebruikte zuiveringstechnologie.

TABEL 5-6 TOP 10 BESTRIJDINGSMIDDELEN EN HUN DRINKWATERNORM, GEZONDHEIDSKUNDIGE STREEFWAARDE EN MAXIMAAL TOELAATBAAR RISICONIVEAU.

Bestrijdingsmiddelen	Drinkwaternorm (µg/L)	Gezondheidskundige streefwaarde (µg/L)	Ecotoxilogische MTR-waarde (µg/L)
Bentazon	0,1	300 (WHO 2011)	0,6 (GW)
Mecoprop (MCP)	0,1	10 (WHO 2011)	3,8 (OW)
Chloridazon	0,1	700 (Baken et al. 2015)	0,73 (GW)
Glyfosaat	0,1	900 (WHO 2011)	77 (OW)
Diuron	0,1	2 (Baken et al. 2015)	0,004 (OW)
DEET	0,1	5250 (Baken et al. 2015)	0,11 (OW)
Metabolieten			
N,N-Dimethylsulfamide (DMS)	0,1	-	-
2,6-Dichloorbenzamide (BAM)	1,0	52,5 (Schriks et al. 2010)	1000 (OW)
AMPA	1,0	900 (WHO 2011)	0,8 (OW)
2-Hydroxy-atrazine	1,0	200 (WHO 2011)	-
Desfenyl-chloridazon	1,0	-	-
Methyl-desfenyl chloridazon	1,0	350 (Baken et al. 2015)	-

GW=Grondwater streefwaarde (opgelost), OW=Landoppervlaktewateren Indicatie MTR (opgelost)

TABEL 5-7 SPREIDING VAN DE AANGETROFFEN CONCENTRATIES IN GRONDWATER VAN DE BESTRIJDINGSMIDDELEN EN DE MATE VAN OVERSCHRIJDING VAN STREEFWAARDEN IN 2015-2016.

Bestrijdingsmiddelen	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100	% boven drinkwater-norm	% boven gezondheids-kundige streefwaarde	% boven MTR
Concentraties in µg/L										
Bentazon	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,11	0,98	19,30	5,5%	0%	2,0%
MCP	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,20	1,52	2,0%	0%	0%
Chloridazon	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	16,80	0,2%	0%	0,1%
Glyfosaat	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	5,49	0,8%	0%	0%
Diuron	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,19	0,2%	0%	2,2%
DEET	<0,03	<0,03	<0,02	<0,02	0,00	0,04	0,32	0,2%	-	0,2%
DMS	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,15	2,41	14,40	7,8%	-	-
BAM	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	0,21	1,11	5,39	1,3%	0%	0%
AMPA	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,17	3,02	0,3%	0%	0,3%
2-Hydroxy-atrazine	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,12	1,10	0,1%	0%	-
Desphenyl-Chloridazon	<0,02	<0,02	0,03	0,99	3,92	5,94	24,08	1,6%	-	-
Methyl-Desphenyl-Chloridazon	<0,01	<0,01	<0,01	0,20	0,52	2,50	2,98	0,6%	0%	-

Geen = geen overschrijding, - = geen streefwaarde bekend

De kwaliteitseis van 0,1 µg/L voor bestrijdingsmiddelen wordt in grondwater regelmatig overschreden door de bestrijdingsmiddelen in de top 10 (plus extra stoffen) (Tabel 5-7), ook in grondwaterbeschermingsgebieden, waardoor de drinkwaterproductie wordt bedreigd. Daarnaast wordt voor de stoffen met een MTR-waarde, deze waarde tevens overschreden. 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 gezondheidkundige risico's verwacht. Dit laat onverlet dat het voor drinkwaterbedrijven problematisch is omdat zij geen drinkwater kunnen leveren dat de drinkwaternorm overschrijdt.

Het bestrijdingsmiddel bentazon overschrijdt in 5,5% van de metingen de grondwaterkwaliteitseis en in 2% van de metingen de MTR waarde voor grondwater. Deze stof is het meest problematisch voor zowel de drinkwaterkwaliteit als voor ecosystemen. Voor bentazon heeft de WHO een drinkwaterstreefwaarde van 300 µg/L afgeleid. Deze streefwaarde wordt niet overschreden in grondwater.

MCP, chloridazon, glyfosaat, diuron en DEET overschrijden in minder dan 2% van de metingen de grondwaterkwaliteitseis en vormen een risico voor de drinkwaterkwaliteit. Daarnaast overschrijden chloridazon, diuron en DEET de MTR-waarde in maximaal 2,2% van de metingen, waardoor de risico's voor ecosystemen klein zullen zijn. MCP en glyfosaat 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 79 monsters aangetroffen boven de humaan toxicologische grenswaarde van 0,1 µg/L (7,8 % 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 breedspectrum 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 Infrastructuur en Milieu 2016). Dit zal in 2017 worden 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 metabool van atrazine die vaker in grondwater dan in oppervlaktewater wordt aangetroffen. Het werkingsmechanisme en het toxicologisch profiel van deze metabool verschillen van die van atrazine en andere metabolieten. De WHO heeft een gezondheidkundige drinkwaterrichtlijn van 200 µg/L afgeleid. Deze streefwaarde wordt niet overschreden in grondwater. De effecten van de metabool van atrazine op ecosystemen zijn onbekend; de stof heeft momenteel nog geen ecotoxicologische MTR-waarde.

Chloridazon wordt door planten gemetaboliseerd tot hoofdzakelijk desfenylchloridazon (metabool B) en voor een kleiner aandeel tot methyl-desfenylchloridazon (metabool 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

Momenteel is het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in grondwater en in grondwaterbeschermingsgebieden problematisch voor waterbeheerders en drinkwaterbedrijven. In deze studie zijn in de helft van de bijna 1000 monsters bestrijdingsmiddelen aangetroffen. In 17% van de monsters 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 25% van de monsters de waarde van 0,1 µg/L overschreden door één of meerdere bestrijdingsmiddelen en/of metabolieten. In 7% van de grondwatermonsters 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 13% van de monsters de somconcentratie van 0,5 µg/L overschreden. Bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen in het grondwater in heel Nederland; hoogste concentraties zijn gevonden in gebieden met bollenteelt (West Nederland) en Noord-Brabantse zandgronden waar het risico op uitspoeling groot is.

De toegelaten bestrijdingsmiddelen bentazon en mecoprop (MCP) en de metabolieten DMS en BAM zijn het vaakst aangetroffen in grondwater (in meer dan 10% van de monsters) en vormen landelijk het grootste probleem voor grondwaterkwaliteit. De metabolieten desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon zijn alleen gemeten in de provincies Noord-Brabant en Limburg, maar worden daar frequent aangetroffen, ook boven 0,1 µg/L. Voor deze stoffen wordt aanbevolen deze stoffen op te nemen in het landelijke meetprogramma.

In grondwaterbeschermingsgebieden zijn drie bestrijdingsmiddelen aangetroffen boven de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/L: bentazon, dimethomorf, dicamba en de humaan toxicologisch relevante metabool DMS. Dit geeft aan dat de vermindering in het gebruik van bestrijdingsmiddelen door projecten o.a. als Schoon Water voor Brabant nog niet hebben geleid tot een afname van de concentraties van die middelen in de provinciale meetnetten. Dit kan veroorzaakt worden doordat het grondwater ouder is dan de maatregel en doordat de meetnetten niet gericht zijn op het leggen van specifieke maatregel-effect relaties.

Hoewel de aangetroffen concentraties in grondwater de waterkwaliteitseisen overschrijden, vormen ze geen aanleiding tot mogelijk gezondheidsrisico's, omdat eventuele afgeleide 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 gemeten 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.

Deze studies richten zich voornamelijk op humane geneesmiddelen, maar bevatten soms ook middelen die óók of alleen veterinair worden toegepast. Achtergrondinformatie kan worden gevonden in (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 and 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, het verdovende middel lidocaïne, etc. waarvan de laatste twee ook veterinaire toepassingen kennen. 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 is niet altijd makkelijk om onderscheid te maken tussen veterinaire bronnen en humane bronnen (Ter Laak and Kools 2016).

6.2 Voorkomen

De farmaceutica, zoals geneesmiddelen en contrastmiddelen, die in 2015-2016 gemeten zijn, zijn te vinden in Bijlage IV. Het betreft slechts een klein gedeelte van alle gebruikte geneesmiddelen. Van de 101 farmaceutica zijn 33 stoffen aangetroffen (Figuur 3-1).

Farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen) zijn in een kwart van de 500 grondwatermonsters aangetroffen (Figuur 3-4 en Tabel 6-1). De farmaceutica hebben geen waterkwaliteitseis in grondwater, maar zijn getoetst aan de signaleringswaarde van 0,1 µg/L voor bronnen van drinkwater uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkwmw), zie paragraaf 2.3. In een klein deel van de monsters (5%) zijn farmaceutica aangetroffen boven de signaleringwaarde. Farmaceutica worden minder frequent gemeten en aangetroffen dan de bestrijdingsmiddelen (hoofdstuk 5), en minder frequent aangetroffen dan overige verontreinigende stoffen (hoofdstuk 7). Ook verschilt het aantal metingen sterk tussen de provincies.

TABEL 6-1 AANTAL EN PERCENTAGE MONSTERS PER PROVINCIE WAAR FARMACEUTICA ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGREN EN AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE. BLAUW GEKLEURDE PERCENTAGES LIGGEN RUIM BOVEN HET GEMIDDELDE VAN ALLE PROVINCIES (1,5 KEER)

Provincie	alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
	Aantal monsters	% boven rapportagegrens	% boven signaleringswaarde	Aantal monsters	% boven rapportagegrens	% boven signaleringswaarde
DRENTHE	30	17%	0%	25	12%	0%
FLEVOLAND	4	0%	0%	0 ¹	-	-
FRIESLAND	53	17%	0%	51	16%	0%
GELDERLAND	113	29%	3%	74	27%	1%
GRONINGEN	36	39%	11%	32	41%	9%
LIMBURG	8	13%	13%	5	20%	20%
NOORD-BRABANT	61	20%	3%	49	23%	4%
NOORD-HOLLAND	61	29%	2%	61	29%	2%
OVERIJSEL	13	23%	0%	13	23%	0%
UTRECHT	60	40%	17%	16	44%	13%
ZEELAND	2	0%	0%	0 ¹	-	-
ZUID HOLLAND	54	33%	7%	12	25%	8%
Totaal	495	28%	5%	338	25%	3%

¹Voor meetpakket 3 in deze provincie zijn geen grondwatermonsters van KRW-filters genomen.

De totaalkaart in Figuur 6-1 geeft aan of er op een bepaald bemonsteringspunt farmaceutica zijn aangetroffen (oranje, en het aantal) al dan niet boven de signaleringswaarde (rood, en het aantal). Tabel 6-1 en Tabel 6-2 geven de verschillen weer in het aantreffen van farmaceutica boven de signaleringswaarde tussen de provincies en grondwaterlichamen. De verspreiding over Nederland is weergegeven in Figuur 6-1.

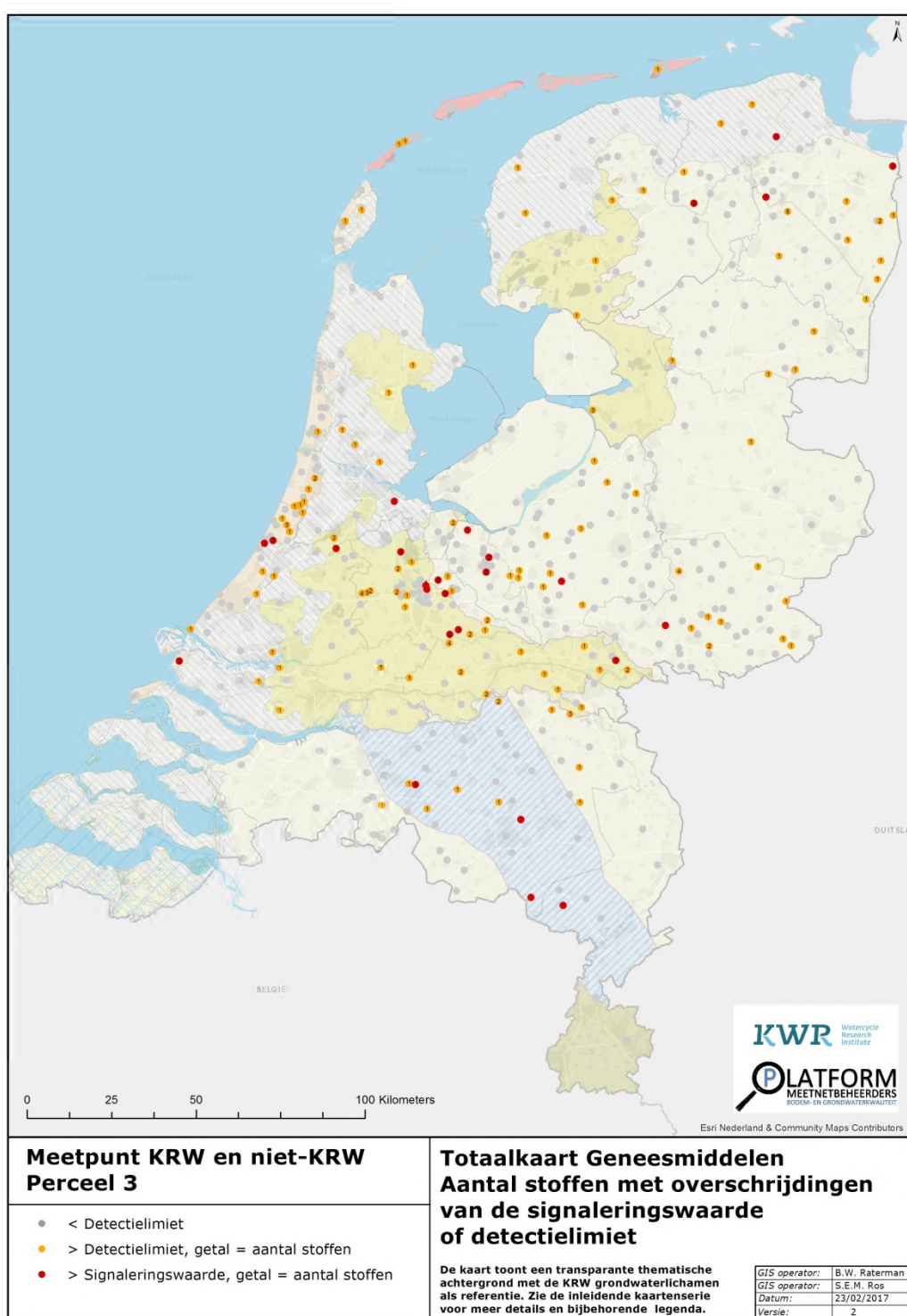
In 10 provincies zijn farmaceutica aangetroffen. In Flevoland en Zeeland zijn respectievelijk 4 en 2 grondwatermonsters genomen, waarbij geen farmaceutica zijn aangetroffen. In Utrecht is het hoogste percentage farmaceutica aangetroffen: in 40% van alle grondwatermonsters inclusief die uit risicolocaties nabij oppervlaktewater en 44% van de KRW-grondwatermonsters. Ook in Groningen zijn in 40% van de grondwatermonsters (KRW en overige) farmaceutica aangetroffen. Grondwatermonsters (niet-KRW) waar veel farmaceutica zijn aangetroffen zijn afkomstig van door oppervlaktewater beïnvloede meetlocaties in de provincie Utrecht.

Veel geneesmiddelen zijn waargenomen in individuele grondwatermonsters dat mogelijk wordt beïnvloed door oppervlaktewater. De meeste (humane) middelen komen via infiltratie van oppervlaktewater in grondwater terecht. Het aantal middelen dat wordt aangetroffen in grondwater is beperkter dan in oppervlaktewater, vanwege verdunning met schoon grondwater, omzetting of retardatie. Voor enkele waarnemingen is de relatie met oppervlaktewater niet te leggen, dit kan worden veroorzaakt door contaminatie van lekkende riolen, uitspoeling van vuilstort en of nog onbekende oorzaken. Hoewel op individuele basis deze relatie duidelijk is, is het voor de dataset als geheel niet mogelijk een statistisch significant verband te leggen tussen infiltratie en de concentratie farmaceutica in het grondwater.

TABEL 6-2 AANTAL EN PERCENTAGE MONSTERS PER GRONDWATERLICHAAM WAAR FARMACEUTICA ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGREN EN SIGNALERINGSWAARDE IN 2015-2016. BLAUW GEKLEURDE PERCENTAGES LIGGEN RUIM BOVEN HET GEMIDDELDE VAN ALLE PROVINCIES (1,5 KEER).

Grondwater- lichaam	Omschrijving	alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
		Aantal mon- sters	% boven rappor- tagegrens	% boven Signale- rings- waarde	Aantal mon- sters	% boven rappor- tagegrens	% boven Signale- rings- waarde
NLGW0001	Zand Eems	27	59%	7%	23	61%	4%
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	20	25%	5%	19	26%	5%
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	75	29%	3%	50	26%	2%
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	71	31%	7%	47	28%	4%
NLGW0005	Zand Rijn-West	19	53%	6%	12	58%	0%
NLGW0006	Zand Maas	65	31%	8%	50	34%	10%
NLGW0007	Zout Rijn-Noord	19	53%	5%	19	53%	5%
NLGW0008	Zout Eems	4	0%	0%	4	0%	0%
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	10	50%	0%	10	50%	0%
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	3	33%	0%	3	33%	0%
NLGW0011	Zout Rijn-West	27	52%	7%	18	44%	6%
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	67	60%	15%	20	55%	5%
NLGW0013	Zout Maas	1	0%	0%	0 ¹	-	-
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	19	16%	0%	18	0%	0%
NLGW0016	Duin Rijn-West	61	33%	11%	43	5%	0%
NLGW0017	Duin Maas	2	0%	0%	0 ¹	-	-
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	1	0%	0%	0 ¹	-	-
NLGWSC0002	Zoet grondwater in dekzand	2	50%	0%	2	0%	0%
NLGWSC0003	Zoet grondwater in ondiepe kreekgebieden	2	50%	50%	0 ¹	-	-
Totaal		495	38%	5%	338	35%	5%

¹ Voor meetpakket 3 in deze grondwaterlichamen zijn geen grondwatermonsters van KRW-filters genomen.



FIGUUR 6-1 TOTAALKAART VOOR FARMACEUTICA IN GRONDWATER.

6.2.1 Grondwaterbeschermingsgebieden

Het KRW meetnet is niet ingericht om de kwaliteit van het grondwater binnen grondwaterbeschermingsgebieden te monitoren; toch is een klein deel van de grondwatermonsters (ca. 7%) afkomstig van meetlocaties die gelegen zijn binnen een grondwaterbeschermingsgebied. In 10 van de 34 grondwatermonsters in grondwaterbeschermingsgebieden werden één of meer farmaceutica aangetroffen. Er zijn geen farmaceutica aangetroffen boven de indicatieve norm van 0,1 µg/l in grondwaterbeschermingsgebieden. De beschikbare gegevens zijn niet voldoende om een uitspraak te doen over het risico van farmaceutica voor drinkwater. In Nederlands drinkwater zijn de concentraties van farmaceutica ver beneden de concentraties waarop schadelijke effecten waarneembaar zijn (Houtman 2010, Houtman et al. 2014).

6.3 Top 10 farmaceutica

De top 10 farmaceutica is geselecteerd op basis van het aantreffen in meer dan 1% van de metingen en minstens één overschrijding van de signaleringswaarde van 0,1 µg/L. De top 10 farmaceutica bestaat uit een hormoon (17β-estradiol), 3 pijnstillers, een anti-epilepticum, een antibioticum, twee röntgencontrastmiddelen, één ontstekingsremmer en een verdovend middel (Tabel 6-3). In Bijlage VII (Excel) staan de verschillen voor de top 10 farmaceutica per provincie en grondwaterlichaam.

TABEL 6-3 VEELVOORKOMENDE GENEESMIDDELEN, RÖNTGENCONTRASTMIDDELEN EN HORMONEN IN ALLE GRONDWATERMONSTERS IN 2015-2016.

	Stof	Type	Aantal mon-sters	Aantal boven rapportage-grens	Percentage boven rapportage-grens	Aantal boven signalerings-waarde	Percentage boven signalerings-waarde
1	17β-estradiol	Hormoon	495	35	7.1%	2	0.4%
2	Fenazon	Pijnstiller	495	31	6.3%	3	0.6%
3	Carbamazepine	Anti-epilepticum	495	28	5.7%	6	1.2%
4	Paracetamol	Pijnstiller	495	24	4.9%	4	0.8%
5	Sulfadimidine	Antibioticum	495	18	3.7%	4	0.8%
6	Jopamidol	Röntgencontrast-middel	495	9	1.8%	1	0.2%
7	Diclofenac	Pijnstiller/ ontstekingsremmer	495	7	1.4%	1	0.2%
8	Jopromide	Röntgencontrast-middel	495	6	1.2%	1	0.2%
9	Ibuprofen	Ontstekingsremmer	495	5	1.0%	3	0.6%
10	Lidocaïne	Verdovend middel	495	5	1.0%	1	0.2%

17β-estradiol is het vaakst aangetroffen; in 7% van de grondwatermonsters. De stoffen die het vaakst worden aangetroffen in de KRW-grondwatermonsters zijn fenazon en carbamazepine (6%). Carbamazepine overschrijdt het vaakst de signaleringswaarde met 6 keer. Naast fenazon komen nog 2 pijnstillers voor in deze top 10; 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 17β-estradiol

17β-estradiol is een natuurlijk vrouwelijk hormoon, en is aangetroffen in 7% van alle grondwatermonsters in grondwater variërend van 0,001 tot 2,4 µg/L (gemiddeld 0,08 µg/L). De stof heeft een lage rapportagegrens (tot 0,002 µg/L), en overschrijdt de signaleringswaarde van 0,1 µg/L in totaal 2 keer. Het hormoon is het vaakst aangetroffen in Gelderland in de grondwaterlichamen Zand Rijn-Midden (NLGW0004) en Zand Rijn-Oost

(NLGW0003). De concentraties van 17 β -estradiol in het grondwater zijn niet gecorreleerd met het landgebruik.

17 β -estradiol wordt vaak als enige stof uit dit pakket aangetroffen. Het middel kent een zeer laag voorgeschreven gebruiksvolume (Stichting Farmaceutische Kengetallen), maar hoge natuurlijke uitscheiding door de vrouwelijke bevolking. Concentraties die doorgaans in oppervlaktewater worden aangetroffen zijn lager dan de concentraties die zijn aangetroffen in grondwater (Monteiro and Boxall 2010). De concentratie van 2,4 $\mu\text{g/L}$ (provincie Groningen) is een factor 1000 hoger dan aangetroffen in Europese effluents (1,6 $\pm$ 19 ng/L) (STOWA 2003). De stof 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. Nadere analyse van resultaten en/of contra-expertise wordt aanbevolen, maar ook gezien het belang van het aandeel natuurlijke uitscheiding verdient deze stof niet veel nadruk. Het synthetische hormoon 17 β -ethinylestradiol wordt niet aangetroffen in de grondwatermonsters.

6.3.2 Fenazon

Fenazon is een pijnstiller (antipyrine), 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 $\mu\text{g/L}$ (Moermond, 2016). De stof is in 31 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 3 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,3 $\mu\text{g/L}$ (gemiddeld 0,05 $\mu\text{g/L}$). De pijnstiller is het vaakst aangetroffen in de provincies Utrecht en Zuid Holland in niet-KRW grondwatermonsters, met name in die afkomstig uit het grondwaterlichaam Deklaag Rijn-West en in de duinen. Beide locaties zijn sterk beïnvloed door infiltrerend oppervlaktewater. De concentraties van fenazon in het grondwater zijn gecorreleerd aan stedelijk gebied.

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 $\mu\text{g/L}$) (Moermond 2016b). Carbamazepine is op de markt sinds de jaren 70, en wordt nog steeds toegepast. In het grondwater wordt de stof in 28 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 6 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,54 $\mu\text{g/L}$ (gemiddeld 0,08 $\mu\text{g/L}$). Het anti-epilepticum is net als fenazon, met name aangetroffen in het grondwaterlichaam Deklaag Rijn-West. Dit grondwaterlichaam wordt beïnvloed door oppervlaktewater uit het Rijnstroomgebied waar deze stof al decennia in zit.

6.3.4 Paracetamol

Paracetamol is een pijnstiller en één van de meest gebruikte geneesmiddelen. De stof werd in 24 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 4 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,3 $\mu\text{g/L}$ (gemiddeld 0,07 $\mu\text{g/L}$). De stof wordt doorgaans goed door RWZI's en in het milieu verwijderd, maar wordt vanwege het hoge en continue gebruik toch in het milieu aangetroffen. De gemiddelde concentratie in oppervlaktewater is 0,13 $\mu\text{g/L}$ (Moermond 2016b). Paracetamol is in het grondwater van vier provincies aangetroffen, met name in Groningen (25% van de monsters). De concentraties van paracetamol in het grondwater zijn gecorreleerd met stedelijk gebied.

6.3.5 Sulfadimidine

Sulfadimidine is een antibacterieel veterinair geneesmiddel toegepast op vee zoals varkens, konijnen en kippen tegen ziekten en voor groei en effectieve voedselopname. De stof is mobiel en persistent (Schmitt et al. in prep.) en is in 18 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 4 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,96 µg/L (gemiddeld 0,16 µg/L). Het geneesmiddel is in grondwater van zeven provincies aangetroffen 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.

6.3.6 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 µg/L (Moermond 2016b). De stof werd in 9 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 1 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,11 µg/L (gemiddeld 0,04 µg/L). Waarschijnlijk komen röntgencontrastmiddelen in het grondwater terecht door infiltrerend oppervlaktewater.

6.3.7 Diclofenac

Diclofenac is een pijnstiller en één van de meest gebruikte geneesmiddelen. De stof wordt slecht verwijderd in RWZI's (29%) is 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 7 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 1 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,21 µg/L (gemiddeld 0,05 µg/L). In de meeste monsters waar diclofenac is aangetroffen, is invloed van infiltrerend oppervlaktewater vermoedelijk de oorzaak.

6.3.8 Jopromide

Jopromide is een röntgencontrastmiddel, dat op grote schaal wordt toegepast in röntgenonderzoek. De stof werd in 6 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 1 keer boven de signaleringswaarde (niet-KRW). De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 0,12 µg/L (gemiddeld 0,05 µg/L). In de meeste monsters waar jopromide is aangetroffen is invloed van infiltrerend oppervlaktewater vermoedelijk de oorzaak.

6.3.9 Ibuprofen

Ibuprofen is een pijnstiller en ontstekingsremmer en één van de meest gebruikte geneesmiddelen. De stof wordt goed verwijderd in RWZI's (96%) (Moermond 2016b). De stof werd in 5 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 3 keer boven de signaleringswaarde. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,01 tot 7 µg/L (gemiddeld 1,86 µg/L). In twee overschrijdingen zijn hoge concentraties: 2,1 µg/L in de provincie Noord Holland (KRW; bos/natuur) en 7 µg/L in de provincie Utrecht (niet-KRW meetpunt; stedelijk gebied). De stof is niet zo persistent in afvalwaterzuivering en bodem (Bertelkamp et al. 2012, Ferrando-Climent L et al. 2012), waardoor, onder de juiste omstandigheden, de concentraties zullen afnemen naarmate de verblijftijd in grondwater langer is.

6.3.10 Lidocaïne

Lidocaïne is een verdovend middel dat zowel wordt toegepast bij pijnbestrijding bij medische ingrepen, als onderdeel van zuigtabletten tegen keelpijn, als antiaritmicum tegen hartritme problemen en versneden wordt met de illegale drug cocaïne. De stof wordt slecht verwijderd in RWZI's (22%) en komt voor in oppervlaktewater met een gemiddelde concentratie van 0,05 µg/L (max 0,2 µg/L) (Moermond 2016b). De stof wordt in 5 grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 1 keer boven de signaleringswaarde (Limburg). De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,02 tot 0,17 µg/L (gemiddeld 0,06 µg/L).

6.4 Andere stoffen – boven de signaleringswaarde

Naast de stoffen uit de top 10 zijn andere farmaceutica in 1 tot 3 monsters aangetroffen boven de signaleringswaarde (Tabel 6-4).

TABEL 6-4 FARMACEUTICA AANGETROFFEN BOVEN DE NORM (EN NIET OPGENOMEN IN TABEL 6-3) IN 2015-2016.

azitromycine	jomeprol	sulfamerazin
cefuroxim*	metformine*	sulfapyridine
furosemide	metoprolol	tylosine*
hydrochloorthiazide	oxytetracycline*	
irbesartan	sotalol	

*Mogelijke uitbijters, zie paragraaf 6.5 opmerkelijke bevindingen.

6.5 Opmerkelijke bevindingen

In deze studie zijn bijna 500 grondwatermonsters geanalyseerd op farmaceutica, hierbij bestaat ondanks alle moeite die gepleegd wordt 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.

17β-estradiol kent een zeer laag voorgeschreven gebruiksvolume, maar hoge natuurlijke uitscheiding door de vrouwelijke bevolking, zie opmerkingen in paragraaf 6.3.1.

Oxytetracycline is drie maal aangetroffen in Utrechts grondwater. De concentraties zijn hoog (0,7 tot 0,9 µg/l) en de stof is zelfs in diep grondwater aangetroffen. 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 keer worden aangetroffen in relatief hoge concentraties zijn opmerkelijk, dit betreft **cefuroxim** (7 µg/l), **metformine** (5,6 µg/l), **hydrochloorthiazide** (2,1 µg/l) **tylosine** (1,6 µg/l) en **furosemide** (1,3 µg/l).

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. Metformine is in volume het meest voorgeschreven humane geneesmiddel in Nederland. Het is (in de afvalwaterzuivering) niet persistent en adsorbeert redelijk aan bodem (ter Laak and Baken 2014). Dit middel komt voor in een monster in landelijk gebied. Hoewel het gebruik van dit middel hoog is, is de aanwezigheid op een dergelijke locatie niet te verwachten. De aanwezigheid van hoge concentraties van het humane antibioticum cefuroxim en het veterinaire antibioticum tylosine zijn ook opvallend. Tylosine adsorbeert redelijk goed aan bodemdeeltjes (Loke et al. 2002, ter Laak et al. 2006) en wordt over het algemeen niet of nauwelijks in grondwater

aangetroffen (Schmitt et al. 2017). 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.

TABEL 6-5 METINGEN IN 2015-2016 WAARVAN DE AANGETROFFEN CONCENTRATIES MOGELIJK ONBETROUWBAAR ZIJN.

Stof	Type	Meting	Reden
oxytetracycline	Antibioticum	3 keer aangetroffen (0,7-0,9 µg/L)	Complexiteit in bodem
tylosine	Antibioticum	1 meting (1,6 µg/L)	Concentratie hoger dan effluent?
cefuroxim	Antibioticum	1 keer aangetroffen (7 µg/L)	Zeer hoge waarde (meting gelijk met aantreffen oxytetracycline)
metformine	Anti-diabeticum	1 keer aangetroffen (5,6 µg/L)	Sorbeert aan bodemdeeltjes (ter Laak en Baken, 2014)
17-β-estradiol	Hormoon	Meest aangetroffen	Vaak aangetroffen, niet in combinatie met andere geneesmiddelen

6.6 Gezondheidskundige risico's

Voor farmaceutica zijn geen wettelijke drinkwaternormen opgesteld (zie 2.3). Voor geneesmiddelen zijn beperkte gezondheidskundige richtlijnen beschikbaar, maar er zijn altijd effectieve doseringen bekend bij toediening ter bestrijding of verlichting van ziektes. Deze stof-specifieke richtlijnen voor geneesmiddelen voor humane gezondheidseffecten zijn doorgaans hoger zijn dan de algemene signaleringswaarde van 1 µg/L in 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 a 40% van de toegediende dosis uitgescheiden binnen 1 uur, 80 a 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 recent streefwaarden afgeleid voor carbamazepine, metoprolol en metformine in oppervlaktewater voor de productie van drinkwater (Moermond 2014). Deze waarden liggen boven de signaleringswaarde van 1,0 µg/L voor overige antropogene stoffen in drinkwater. In de studie van ter Laak et al. (2016) werden de recent afgeleide ecotoxicologische milieukwaliteitstandaard (AA-EQS) voor carbamazepine, diclofenac en ibuprofen gebruikt, zie Tabel 6-6. 17β-estradiol heeft een indicatieve MTR voor landoppervlaktewateren, zie Tabel 6-6.

Van de aangetroffen farmaceutica wordt de signaleringswaarde voor antropogene stoffen in drinkwater eenmaal overschreden door 17β-estradiol (Tabel 6-7), waardoor het voor deze stof aan te raden is een risicobeoordeling uit te voeren. Gezondheidskundige streefwaarden worden niet overschreden, waardoor de aanwezige concentraties in grondwater naar verwachting niet leiden tot nadelig gezondheidseffecten voor mensen. De aanwezige MTR-waarden worden eenmaal overschreden door 17β-estradiol en ibuprofen (Tabel 6-7), waardoor risico's voor ecosystemen laag zijn.

Hoewel de gezondheidkundige risico's van individuele farmaceutica in grondwater klein zijn, is de aanwezigheid van deze stoffen in drinkwater en bronnen vanuit het streven naar onberispelijk drinkwater ongewenst.

TABEL 6-6 TOP 10 FARMACEUTICA EN HUN SIGNALERINGSWAARDE VOOR DRINKWATER, GEZONDHEIDSKUNDIGE STREEFWAARDE EN JAARGEMIDDELDE MILIEUSTANDAARD.

Stof	Signalerings- waarde voor drinkwater (1 µg/l)	Gezondheidskundige streefwaarde (µg/L)	Jaargemiddelde milieu- standaard (µg/L)
17β-estradiol	1,0	-	1,43E-01 (OW)
Fenazon	1,0	-	-
Carbamazepine	1,0	1 (Schriks et al. 2010)	0,5 (OW-JG)
Paracetamol	1,0	-	-
Sulfadimidine	1,0	-	-
Jopamidol	1,0	415 000 (Schriks et al. 2010)	-
Diclofenac	1,0	-	0,05 (OW-JG)
Jopromide	1,0	250 000 (Schriks et al. 2010)	-
Ibuprofen	1,0	-	0,3 (OW-JG)
Lidocaïne	1,0	-	-

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

TABEL 6-7 SPREIDING VAN DE AANGETROFFEN CONCENTRATIES IN GRONDWATER VAN DE FARMACEUTICA EN DE MATE VAN OVERSCHRIJDING VAN STREEFWAARDEN IN 2015-2016.

Farmaceutica (µg/L)	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100	% boven signa- lerings- waarde voor drinkwater (1 µg/L)	% boven gezond- heids- kundige streef- waarde	% boven MTR
17β-estradiol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,003	0,03	2,40	0,2%	-	0,2%
Fenazon	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,08	0,30	0%	-	-
Carbamazepine	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,11	0,59	0%	0%	0%
Paracetamol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,54	0%	-	-
Sulfadimidine	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,96	0%	-	-
Jopamidol	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,11	0%	0%	-
Diclofenac	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,21	0%	-	0%
Jopromide	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,12	0%	0%	-
Ibuprofen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,002	7,00	0%	0%	0,4%
Lidocaïne	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,002	0,17	0%		

6.7 Conclusies

Farmaceutica hebben geen waterkwaliteitseis in grondwater, maar zijn getoetst aan de signaleringswaarde van 0,1 µg/L voor bronnen van drinkwater uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw). Farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen) zijn in een kwart van de 500 grondwatermonsters aangetroffen en een klein deel (5%) boven de signaleringwaarde. Farmaceutica zijn minder frequent gemeten en aangetroffen dan de bestrijdingsmiddelen, en minder frequent aangetroffen dan overige verontreinigende stoffen.

De meest voorkomende farmaceutica in grondwater zijn 17β -estradiol, fenazon, carbamazepine (in meer dan 5% van de monsters). Hoewel de risico's van farmaceutica in grondwater klein zijn, is de aanwezigheid van deze stoffen in drinkwater en bronnen vanuit het streven naar onberispelijk drinkwater ongewenst.

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 oppervlaktewater terecht via RWZI of kunnen vanuit oude vuilstorten of bodemverontreinigingen uitspoelen naar het grondwater.

7.2 Voorkomen

De overige gemeten verontreinigende stoffen zijn te vinden in Bijlage IV. Van deze 112 gemeten stoffen zijn 47 stoffen gemeten boven de rapportagegrens (Figuur 3-1).

Overige verontreinigende stoffen zijn in 75% van de 500 grondwatermonsters aangetroffen (Figuur 3-4), dit gaat met name om de stof EDTA die in meer dan de helft van de monsters is aangetroffen. Wanneer we EDTA uitsluiten vinden we in de helft van de monsters (56%) in grondwater overige verontreinigende stoffen. Deze stoffen hebben geen waterkwaliteitseis in grondwater, maar zijn getoetst aan de signaleringswaarde van 0,1 µg/L voor bronnen van drinkwater uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw), zie paragraaf 2.3. In twee derde van de monsters wordt de signaleringswaarde overschreden door één of meer overige verontreinigende stoffen; exclusief EDTA is dit in de helft van de monsters.

De totaalkaart in Figuur 7-1 geeft aan of er op een bepaald bemonsteringspunt overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen boven de rapportagegrens (oranje, en het aantal) al dan niet boven de signaleringswaarde (rood, en het aantal). De totaalkaart van de overige verontreinigende stoffen met uitzondering van EDTA is weergegeven in Figuur 7-2. Tabel 7-1 en Tabel 7-2 geven de verschillen weer in het aantreffen van overige verontreinigende stoffen boven de signaleringswaarde tussen de provincies en grondwaterlichamen. Figuur 7-3 en Figuur 7-4 geven dezelfde informatie, met uitzondering van EDTA.

TABEL 7-1 AANTAL EN PERCENTAGE MONSTERS PER PROVINCIE WAAR OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGREN EN AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE IN 2015-2016.

	alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
	Aantal monsters	% boven rapportagegrens	% boven signaleringswaarde	Aantal monsters	% boven rapportagegrens	% boven signaleringswaarde
DRENTHE	30	53%	43%	25	56%	48%
FLEVOLAND	4	100%	50%	0 ¹	-	-
FRIESLAND	53	68%	45%	51	69%	45%
GELDERLAND	113	68%	59%	74	69%	64%
GRONINGEN	36	81%	53%	32	81%	56%
LIMBURG	12	67%	50%	10	80%	60%
NOORD-BRABANT	60	72%	63%	48	71%	67%
NOORDHOLLAND	58	67%	53%	58	67%	53%
OVERIJSEL	7	86%	86%	7	86%	86%
UTRECHT	60	95%	90%	16	81%	75%
ZEELAND	2	50%	50%	0 ¹	-	-
ZUID HOLLAND	54	96%	89%	12	83%	83%
Totaal	489	75%	63%	333	71%	59%

¹Voor meetpakket 4 in deze provincie zijn geen grondwatermonsters van KRW-filters genomen.

In alle provincies zijn overige verontreinigende stoffen aangetroffen, het vaakst in de provincies Groningen, Utrecht en Zuid Holland (>75%). In Zeeland, Flevoland en Overijssel zijn slechts 2 tot 7 monsters genomen, waarin bijna in elk monsters overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen. In de overgebleven provincies zijn in de helft van de genomen monsters overige verontreinigende stoffen aangetroffen (Tabel 7-1).

TABEL 7-2 AANTAL EN PERCENTAGE MONSTERS PER GRONDWATERLICHAAM WAAR OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENSEN EN AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE IN 2015-2016.

Grondwater- lichaam	Omschrijving	alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
		Aantal monsters	% boven rappor- tagegrens	% boven signalerings- waarde	Aantal monsters	% boven rappor- tagegrens	% boven signalerings- waarde
NLGW0001	Zand Eems	27	78%	59%	23	78%	65%
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	20	55%	40%	19	53%	37%
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	72	72%	61%	47	81%	74%
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	71	68%	58%	47	60%	51%
NLGW0005	Zand Rijn-West	19	84%	79%	12	75%	67%
NLGW0006	Zand Maas	68	72%	65%	54	72%	69%
NLGW0007	Zout Rijn-Noord	19	84%	68%	19	84%	68%
NLGW0008	Zout Eems	4	100%	25%	4	100%	25%
NLGW0009	Deklaag Rijn- Noord	10	80%	30%	10	80%	30%
NLGW0011	Zout Rijn-West	26	88%	85%	17	82%	76%
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	66	86%	79%	19	58%	58%
NLGW0013	Zout Maas	1	100%	100%	18	56%	39%
NLGW0015	Wadden Rijn- Noord	19	53%	37%	41	68%	54%
NLGW0016	Duin Rijn-West	59	78%	66%	0 ¹	-	-
NLGW0017	Duin Maas	2	100%	50%	0 ¹	-	-
NLGW0019	Krijt Zuid- Limburg	2	50%	50%	1	100%	100%
NLGWSC0002	Zoet grondwater in dekzand	2	100%	0%	2	100%	0%
NLGWSC0003	Zoet grondwater in kreekgebieden	1	100%	100%	0 ¹	-	-
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen	1	0%	0%	0 ¹	-	-
Totaal		489	75%	63%	333	71%	59%

¹ Voor meetpakket 4 in deze grondwaterlichamen zijn geen grondwatermonsters van KRW-filters genomen.

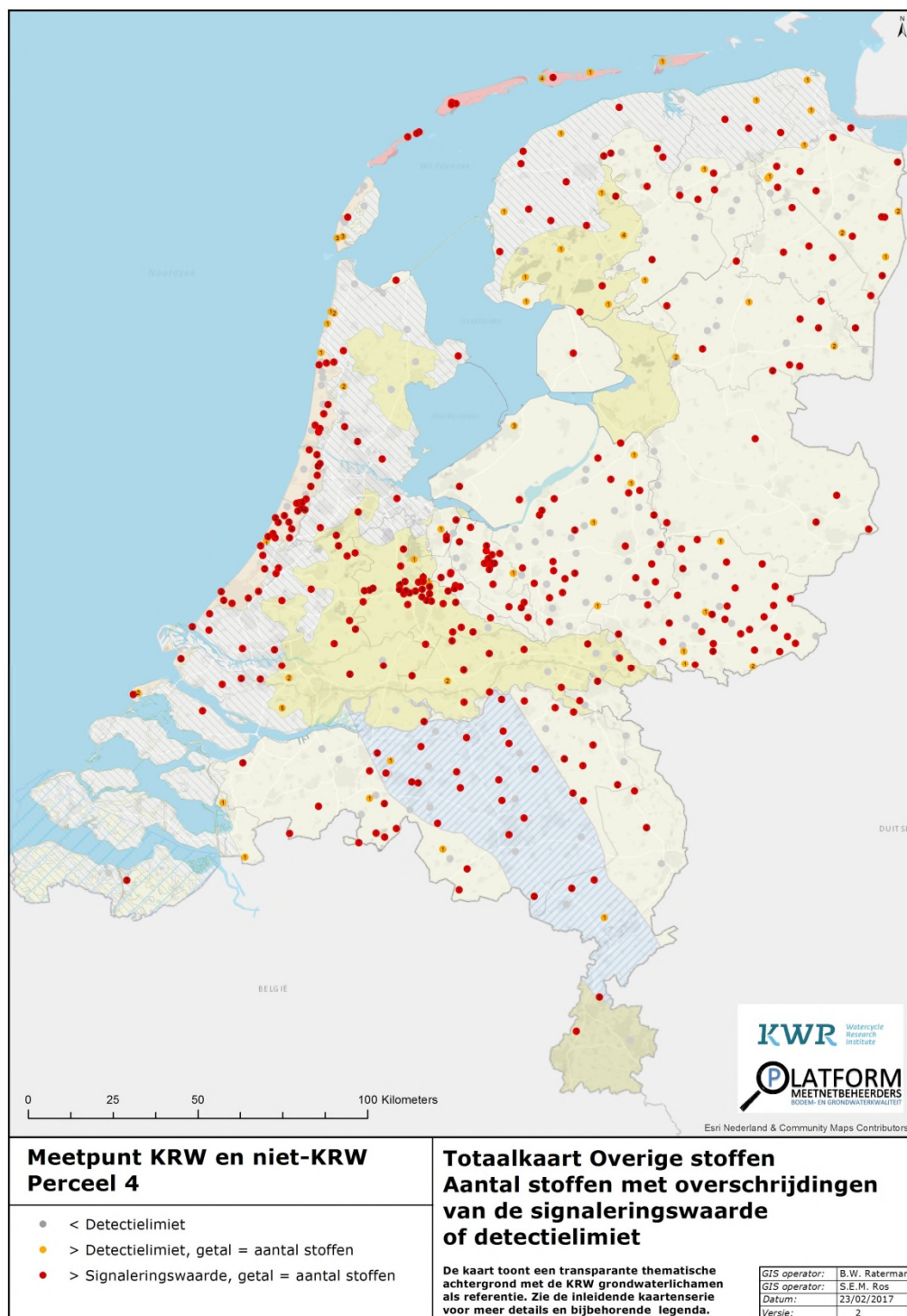
TABEL 7-3 AANTAL EN PERCENTAGE MONSTERS PER PROVINCIE WAAR OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN MET UITZONDERING VAN EDTA ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENSEN EN AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE IN 2015-2016.

	alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
	Aantal monsters	boven rapportage-grens	boven signalerings-waarde	Aantal monsters	boven rapportage-grens	boven signalerings-waarde
DRENTHE	30	37%	20%	25	36%	20%
FLEVOLAND	4	100%	50%	0 ¹	-	-
FRIESLAND	53	47%	15%	51	47%	14%
GELDERLAND	113	42%	19%	74	41%	22%
GRONINGEN	36	67%	22%	32	66%	22%
LIMBURG	12	58%	33%	10	70%	40%
NOORD-BRABANT	60	57%	33%	48	58%	35%
NOORDHOLLAND	58	52%	31%	58	52%	31%
OVERIJSEL	7	43%	43%	7	43%	43%
UTRECHT	60	72%	52%	16	50%	25%
ZEELAND	2	50%	50%	0 ¹	-	-
ZUID HOLLAND	54	83%	52%	12	58%	58%
Totaal	489	56%	31%	333	50%	26%

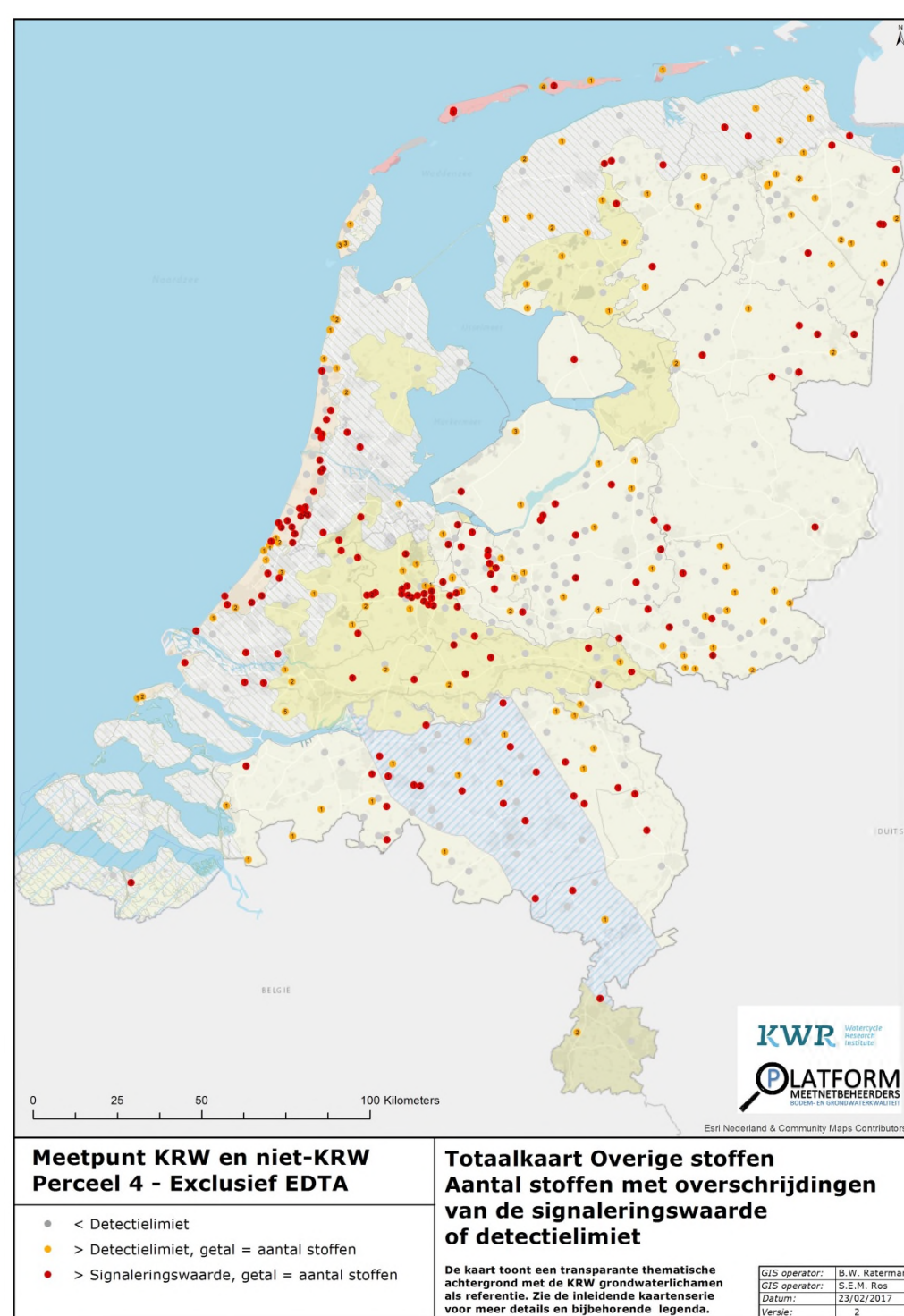
TABEL 7-4 AANTAL EN PERCENTAGE MONSTERS PER GRONDWATERLICHAAM WAAR OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN MET UITZONDERING VAN EDTA ZIJN AANGETROFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGRENSEN EN AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE IN 2015-2016.

		alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
		Aantal mon-sters	boven rapportage-grens	boven signalerings-waarde	Aantal mon-sters	boven rapportage-grens	boven signalerings-waarde
NLW0001	Zand Eems	27	67%	26%	23	65%	26%
NLW0002	Zand Rijn-Noord	20	40%	15%	19	37%	11%
NLW0003	Zand Rijn-Oost	72	40%	17%	47	40%	21%
NLW0004	Zand Rijn-Midden	71	48%	28%	47	38%	21%
NLW0005	Zand Rijn-West	19	58%	32%	12	50%	25%
NLW0006	Zand Maas	68	57%	35%	54	59%	39%
NLW0007	Zout Rijn-Noord	19	58%	16%	19	58%	16%
NLW0008	Zout Eems	4	100%	25%	4	100%	25%
NLW0009	Deklaag Rijn-Noord	10	60%	10%	10	60%	10%
NLW0011	Zout Rijn-West	26	65%	35%	17	47%	35%
NLW0012	Deklaag Rijn-West	66	67%	47%	19	47%	42%
NLW0013	Zout Maas	1	0%	0%	0	0%	0%
NLW0015	Wadden Rijn-Noord	19	32%	16%	18	33%	17%
NLW0016	Duin Rijn-West	59	69%	49%	41	56%	34%

		alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
		Aantal mon- sters	boven rapportage- grens	boven signalerings- waarde	Aantal mon- sters	boven rapportage- grens	boven signalerings- waarde
NLGW0017	Duin Maas	2	100%	0%	0	0%	0%
NLGW0019	Krijt Zuid- Limburg	2	50%	0%	1	100%	0%
NLGWSC0002	Zoet grondwater in dekzand	2	100%	0%	2	100%	0%
NLGWSC0003	Zoet grondwater in kreekgebieden	1	100%	100%	0	0%	0%
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen	1	0%	0%	0	0%	0%
Totaal		489	56%	31%	333	50%	26%



FIGUUR 7-1 TOTAALKAART VAN HET MEETPAKKET OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN MET HET AANTAL AANGETROFFEN STOFFEN



FIGUUR 7-2 TOTAALKAART VAN HET MEETPAKKET OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN MET UITZONDERING VAN EDTA.

7.2.1 Grondwaterbeschermingsgebieden

Het KRW meetnet is niet ingericht om de kwaliteit van het grondwater binnen grondwaterbeschermingsgebieden te monitoren; toch is een klein deel van de grondwatermonsters (ca. 7%) afkomstig van meetlocaties die gelegen zijn binnen een grondwaterbeschermingsgebied. In 21 van de 33 monsters uit grondwaterbeschermingsgebieden worden één of meer overige verontreinigende stoffen aangetroffen. In 19 monsters worden de overige verontreinigende stoffen uit Tabel 7-5 aangetroffen boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/L in grondwaterbeschermingsgebieden.

TABEL 7-5 OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN AANGETROFFEN IN GRONDWATERBESCHERMINGSGEBIEDEN IN 2015-2016.

acenaften	dichloormethaan	tolueen
cis-1,2-dichlooretheen	EDTA	tributylfosfaat
DEHP	PFOA	tris(2-butoxyethyl)fosfaat (TBEP)

7.3 Top 10

De top 10 overige verontreinigende stoffen is samengesteld aan de hand van de mate van aantreffen van de stof (meer dan 3% 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 een polycyclische aromatische koolwaterstof (PAK). In Bijlage VII (Excel) staan de verschillen voor de top 10 overige verontreinigende stoffen per provincie en grondwaterlichaam.

TABEL 7-6 VEEL VOORKOMENDE STOFFEN UIT DE CATEGORIE OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN IN ALLE MONSTERS IN 2015-2016.

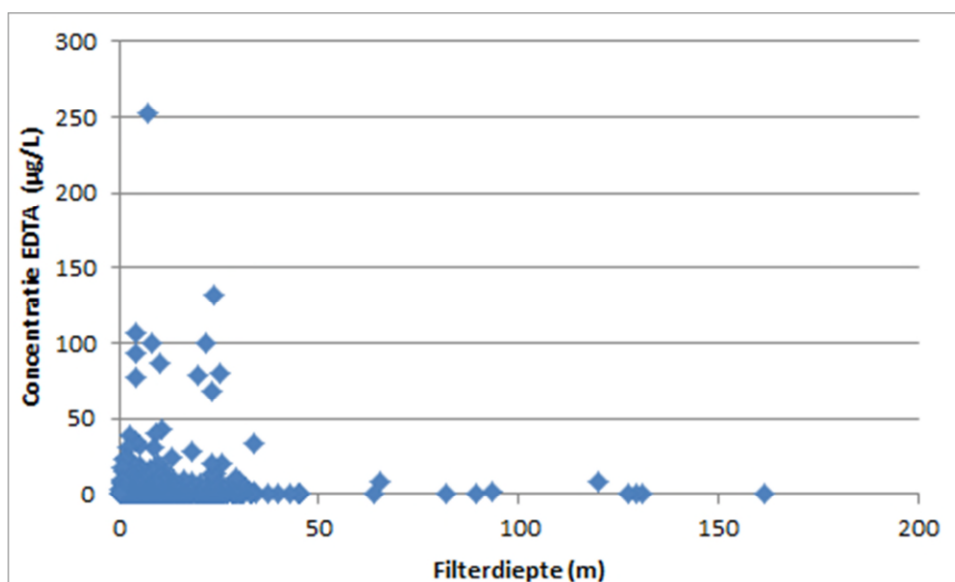
	Stof	Type	Aantal mon-sters	Aantal boven rapportage-grens	Percentage boven rapportage-grens	Aantal boven signalerings-waarde	Percentage boven signalerings-waarde
1	EDTA	Complexator, chelerende verbinding	877	455	52%	455	52%
2	Bisphenol A	Weekmaker, hormoon-verstorende stof	495	93	19%	12	2%
3	PFOA	hulpstof in de bereiding van teflon	488	52	11%	17	3%
4	Trichloorpropyl-fosfaat (TCPP)	Weekmaker	489	41	8%	35	7%
5	Fenantreen	PAK	489	32	7%	3	1%
6	MTBE	Benzine additief	489	21	4%	21	4%
7	DEHP	Weekmaker (ftalaat)	489	20	4%	20	4%
8	Tolueen	Oplosmiddel	489	17	3%	17	3%
9	tris(2-methylpropyl)-fosfaat (TiBP)	Weekmaker (fosfaat)	489	15	3%	3	1%
10	tris(2-butoxyethyl)-fosfaat (TBEP)	Weekmaker (fosfaat)	489	15	3%	15	3%

7.3.1 EDTA

EDTA wordt op zeer veel locaties en in verschillende filters aangetroffen: van alle antropogene stoffen uit de meetpakketten bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen is EDTA het vaakst aangetroffen, in meer dan de helft van de monsters in grondwater (52%). De rapportagegrens van EDTA (0,5 µg/L) ligt boven de signaleringswaarde, alle aangetroffen concentraties overschrijden daarmee de signaleringswaarde.

De stof kent een grote verspreiding in het grondwater vanwege zijn mobiele en persistente eigenschappen. EDTA is zowel in ondiep (343 keer) als in diep grondwater (112 keer) aangetroffen. Er is geen aantoonbaar verschil in het aantal detecties of concentraties van EDTA tussen de diepe en ondiepe filters. Blijkbaar is de verspreiding inmiddels zover gevorderd dat er nauwelijks verschil bestaat tussen de ondiepe en de diepe filters. Figuur 7-3 geeft wel aan dat beneden een diepte van 35 meter hoge concentraties EDTA niet meer worden aangetroffen. Dit beeld is geheel overeenkomstig met de resultaten van de monitoring 2011-2012.

De aangetroffen concentraties in grondwater variëren sterk; van 0,05 (rapportagegrens) tot 252 µg/L (gemiddeld 7,1 µg/L). EDTA is in alle provincies aangetroffen, waarvan het vaakst in Utrecht. Hier wordt EDTA in 78% van alle monsters gevonden.



FIGUUR 7-3 RELATIE CONCENTRATIE EDTA MET DE DIEPTE VAN HET FILTER

EDTA is wijd verspreid in consumentenproducten, zoals wasmiddelen, cosmetica en voedingsmiddelen, maar ook in pesticiden, meststoffen en veevoer. De concentraties van EDTA in ondiep en diep grondwater zijn gecorreleerd met het voorkomen van stedelijk gebied. In alle filters waar bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen is EDTA ook aangetroffen; EDTA kan dus mogelijk als gids-stof fungeren voor het voorkomen van bestrijdingsmiddelen.

Voor de farmaceutica en de overige organische verontreinigende stoffen geldt dat deze stoffen significant minder voorkomen op filters waar geen EDTA wordt aangetroffen, maar dit verschil is klein. De relatie van EDTA met farmaceutica en de overige organische verontreinigende stoffen zou kunnen duiden op lekkende riolen of bijdragen vanuit oppervlaktewateren (ook de kleinere). Of EDTA dienst kan doen als marker voor antropogene invloed verdient nader onderzoek. Gezien de enorme aanwezigheid van EDTA in humane en

veterinaire producten zouden de andere organische verontreinigingen niet mogen voorkomen in een filter waar geen EDTA is aangetroffen of zou deze stof niet in diep schoon grondwater aangetroffen mogen worden. De sterke relatie tussen het voorkomen van EDTA en bestrijdingsmiddelen wordt niet gevonden bij de farmaceutische stoffen en overige verontreinigingen. Waarom de bestrijdingsmiddelen zoveel beter correleren is niet duidelijk. Het is echter wel zo dat EDTA in hetzelfde monster is geanalyseerd als de bestrijdingsmiddelen terwijl de farmaceutische stoffen en de overige verontreinigende stoffen in een ander monster uit dezelfde filters zijn geanalyseerd. Dit verschil verdient nader onderzoek.

Als complexator bindt EDTA stoffen, en kunnen stoffen zoals metalen worden gemobiliseerd. Er is echter geen correlatie tussen de concentraties van EDTA en de concentraties zware metalen.

7.3.2 Bisphenol A

Bisphenol A is in 19% van de monsters in grondwater aangetroffen, waarvan 12 keer boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/L. 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. De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,005 tot 1,1 µg/L (gemiddeld 0,07 µg/L). Bisphenol A is niet aangetroffen in de provincies waar weinig monsters zijn genomen: Flevoland, Overijssel en Limburg. Bisphenol A is veel aangetroffen op de risicolocaties in Utrecht. De signaleringswaarde is overschreden in het duingebied (Duin Rijn-West NLGW0016) en in een paar monsters in Gelderland. Er is een positieve correlatie tussen de concentraties van bisphenol A en het voorkomen van stedelijk gebied.

7.3.3 PFOA

PFOA is in 11% van de grondwatermonsters aangetroffen, waarvan 17 keer boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/L, en in 9% van de KRW-grondwatermonsters. 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. Dezelfde eigenschappen die van deze stoffen een industrieel succes maken, zorgen er ook voor dat ze in het milieu persistent, relatief mobiel, in sommige gevallen bio-accumulatief en toxisch zijn. PFOA werd breed toegepast in de industrie bij oppervlaktebehandelingen 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 uitgefaseerd.

De aangetroffen concentraties in grondwater variëren van 0,03 tot 0,34 µg/L (gemiddeld 0,10 µg/L). PFOA is niet aangetroffen in de provincies Flevoland, Groningen, Drenthe Overijssel en Zeeland. De stof is het vaakst aangetroffen in Noord en Zuid Holland, Utrecht en Noord-Brabant (>15% van de monsters). Er is een positieve correlatie tussen de concentraties van PFOA en het voorkomen van stedelijk gebied.

PFOA komt een enkele keer samen voor met PFOS (7 monsters). Andere aangetroffen perfluorverbindingen zijn PFOS en PFBA, maar deze stoffen zijn niet opgenomen in de top 10 overige verontreinigende stoffen. PFOS is in 8% van de metingen aangetroffen, maar niet boven de signaleringswaarde (PFOS < 0,97 µg/L). PFBA is maar 6 keer geanalyseerd en aangetroffen in concentraties van 0,04 tot 0,08 µg/L.

Met het verbod en de uitfasering van PFOA worden nieuwe perfluorverbindingen ontwikkeld en toegepast (Heydebreck et al. 2015). Perfluorverbindingen met korte koolstofketens zijn in tegenstelling tot PFOS en PFOA (met lange koolstofketens) maar in enkele monsters geanalyseerd. Het is belangrijk deze groep stoffen regelmatig te blijven meten. Perfluorverbindingen met korte koolstofketens zijn namelijk beter oplosbaar dan de perfluorverbindingen met lange koolstofketens, waardoor ze in grondwatersystemen kunnen voorkomen.

7.3.4 TCPP, TiBP, TBEP en DEHP

TCPP, TiBP, TBEP en DEHP zijn weekmakers, stoffen die kunststoffen elastisch maken. Van de weekmakers is TCPP het vaakst aangetroffen, in 8% van alle grondwatermonsters, waarvan 32 keer boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/L. De aangetroffen concentraties in grondwater van TCPP variëren van 0,005 tot 1,1 µg/L (gemiddeld 0,27 µg/L). TiBP en TBEP worden in 3% van de grondwatermonsters aangetroffen, waarvan TiBP in concentraties variërend van 0,14-0,75 µg/L en TBP in concentraties variërend van 0,05-0,26 µg/L. Daarnaast komt DEHP voor in 4% van de metingen in concentraties variërend van 0,5 tot 41 µg/L.

De weekmakers komen bijna uitsluitend voor in het duingebied en in de niet-KRW grondwatermonsters rondom Utrecht. De stoffen komen een enkele keer samen voor. De oorsprong van de aangetroffen stoffen is vermoedelijk infiltrerend oppervlaktewater of effluent van RWZI's. De concentraties van trichloorpropylfosfaat (TCPP) in het grondwater zijn wel gecorreleerd met het voorkomen van stedelijk gebied.

7.3.5 MTBE

MTBE wordt in 4% van de grondwatermonsters en 3% van de KRW-grondwatermonsters aangetroffen. De concentraties variëren van 0,2 tot 28 µg/L met een gemiddelde concentratie van 2,55 µg/L. MTBE is een antiklop middel in brandstof. De stof is met name aangetroffen in het duingebied (Duin Rijn-West NLGW0016) en het grondwaterlichaam Deklaag Rijn-Oost (NLGW0003). Deze stof komt veelvuldig voor in oppervlaktewater. En de oorsprong van de aangetroffen stoffen in het grondwater is waarschijnlijk infiltrerend oppervlaktewater. Daarnaast kan deze stof lokaal voorkomen nabij benzinestations (Achten et al. 2002, van Wezel et al. 2009). De concentraties van MTBE in het grondwater zijn gecorreleerd met het voorkomen van stedelijk gebied.

Sinds 2010 zijn grondwaterbeheerders verplicht om een overschrijding van 1 µg/L MTBE in grondwaterbeschermingsgebieden en een overschrijding van 15 µg/L MTBE buiten de grondwaterbeschermingsgebieden te melden binnen de Wet Bodembescherming (Rijkswaterstaat 2009). In de huidige meetronde is één overschrijding waargenomen van deze grenswaarde: in de provincie Gelderland is een concentratie van 28 µg/L MTBE gemeten buiten een grondwaterbeschermingsgebied (monster van B40B0357.001).

7.3.6 Toluëen en o- en p-xyleen

Toluëen wordt in 3% van alle monsters en 2% van de KRW-monsters aangetroffen. De concentraties variëren van 0,2 tot 4,2 µg/L met een gemiddelde concentratie van 0,69 µg/L. Toluëen is aangetroffen in vijf provincies: Utrecht, Gelderland, Drenthe, Noord- en Zuid Holland. Het valt op dat dit middel vaak samen voorkomt met 1,2-xyleen en 1,3-xyleen. Toluëen en xyleen zijn beide oplosmiddelen die onder andere worden toegepast in verven en coatings. Toluëen komt met name voor op niet-KRW grondwatermonsters in het duingebied en op de niet-KRW grondwatermonsters rondom Utrecht. Deze stoffen komen ook voor in oppervlaktewater.

7.3.7 Polycyclische aromatische Koolwaterstoffen

Fenantreen is in 7% van alle monsters in grondwater en 5% van de KRW-monsters aangetroffen. De concentraties varieerden van 0,01 tot 0,38 µg/L met een gemiddelde concentratie van 0,04 µg/L. Fenantreen is niet gecorreleerd met het landgebruik.

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, en zijn redelijk tot zeer hydrofoob en daarmee beperkt mobiel tot zeer immobiel in bodem. Het aantreffen van deze stoffen hoeft niet te duiden op antropogene invloeden omdat bodems met resten van veenbranden of bosbranden deze stoffen ook bevatten. Mogelijk dat een deel van de aangetroffen stoffen in de watermonsters aan kleine deeltjes of opgelost organisch koolstof gebonden zijn (Ghosh et al. 2001, Morehead et al. 1986).

7.4 Andere stoffen – boven de signaleringswaarde

Naast de stoffen uit de top 10 zijn andere overige verontreinigende stoffen in 1 tot 12 monsters aangetroffen boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/L (Tabel 7-7).

TABEL 7-7 OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN AANGETROFFEN BOVEN DE SIGNALERINGSWAARDE (EN NIET OPGENOMEN IN TABEL 7-5) IN 2015-2016.

1,1,1-trichloorethaan	chlooretheen (vinylchloride)	tetrahydrofuraan
1,1-dichloorethaan	cis-1,2-dichlooretheen	trans-1,2-dichlooretheen
1,2-dichloorethaan	cyclohexeen	tri(2-chloorethyl)fosfaat
1,2-xyleen	dichloormethaan	tributylfosfaat
1,3-difenyguanidine	diheptylftalaat	trichlooretheen (tri)
1,3-xyleen	diisobutylftalaat	trichloormethaan (chloroform)
acenafteen	fluoreen	triethylfosfaat
benzeen	pentaan	trifenyfosfaat
benzylbutylftalaat	pyreen	
chloorbenzeen	tetrachlooretheen (per)	

7.5 Relaties voorkomen stoffen uit pakket 4 met omgevingsfactoren

Bij deze industriële stoffen is de mate van stedelijk gebied gecorreleerd met het voorkomen van EDTA, PFOA, TCPP en MTBE in grondwater. De meeste stoffen worden ook aangetroffen in door oppervlaktewater beïnvloed grondwater. Stoffen die nu in het oppervlaktewater toenemen door veranderend gebruik of toepassing, redelijk sorberen aan bodem maar wel persistent zijn, zullen in de toekomst in deze grondwaterlichamen te verwachten zijn.

7.6 Gezondheidkundige risico's

De overige verontreinigende stoffen kennen geen normen in het Drinkwaterbesluit en de concentraties in drinkwater worden 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 7-8). 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 7-8).

TABEL 7-8 TOP 10 OVERIGE VERONTREINIGENDE STOFFEN, DE SIGNALERINGSWAARDE VOOR DRINKWATER, GEZONDHEIDSKUNDIGE STREEFWAARDE EN MAXIMAAL TOELAATBAAR RISICONIVEAU.

Stof	Signalerings- waarde voor drinkwater (µg/L)	Indicatieve richtlijn (indien bekend) (µg/L)	Ecotoxilogische MTR-waarde (µg/L)
EDTA	1,0	600 (WHO) 250 (Australian Drinking Water Guidelines)	22 (GW)
Bisphenol A	1,0	-	-
PFOA	1,0	0,0875 (Bokkers et al. 2016)	-
Trichloorpropylfosfaat (TCPP)	1,0	182 (Baken et al. 2015)	-
Fenantreen	1,0	-	0,003 (GW)
MTBE	1,0 ¹	13 (OEHA) ²	-
DEHP	1,0	-	1,3 (OW-JG)
Tolueen	1,0	-	-
tris(2-methylpropyl)fosfaat (TiBP)	1,0	700 (WHO)	11 (OW)
tris(2-butoxyethyl) fosfaat (TBEP)	1,0	-	13 (OW)

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

¹Naast de signaleringswaarde voor toetsing concentraties in drinkwater zijn grondwaterbeheerders sinds 2010 verplicht om een overschrijding van 1 µg/L in grondwater-beschermingsgebieden en een overschrijding van 15 µg/L buiten de grondwaterbeschermingsgebieden te melden.

²De streefwaarde van Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHA) is 13 µg/L, de geur en smaakdrempel van het RIVM is 15 µg/L.

TABEL 7-9 SPREIDING VAN DE AANGETROFFEN CONCENTRATIES IN GRONDWATER VAN DE FARMACEUTICA EN DE MATE VAN OVERSCHRIJDING VAN STREEFWAARDEN IN 2015-2016.

Overige veront- reingende stoffen (µg/L)	p0	p10	p50	p90	p95	p99	p100	% boven signalerings- waarde voor drinkwater (1 µg/l)	% boven gezondheids- kundige streefwaarde	% boven MTR
EDTA	<0,5	<0,5	0,57	7,70	13,68	77,78	252,49	35,9%	0%	2,8%
Bisphenol A	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	0,05	0,26	1,10	0,2%	-	-
PFOA	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	0,06	0,22	0,34	0%	3,9%	-
TCPP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,63	1,20	0,4%	0%	0%
Fenantreen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,06	0,38	0%	-	6,6%
MTBE	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,33	28,00	1,4% ¹	0,2% ²	-
DEHP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,67	41,00	1,8%	-	0,2%
Tolueen	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,51	4,20	0,6%	-	-
TiBP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,07	0,26	0%	0%	0%
TBEP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,34	0,75	0%	-	0%

¹ Grondwaterbeheerders zijn verplicht om een overschrijding van 1 µg/L in grondwater-beschermingsgebieden en een overschrijding van 15 µg/L buiten de grondwaterbeschermingsgebieden sinds 2010 te melden.

² Getoetst aan de Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHA) streefwaarde van 13 µg/L, gelijk aan aantal overschrijdingen van de geur en smaakdrempel van 15 µg/L.

Van de top 10 overige verontreinigende stoffen overschrijden EDTA, bisphenol A, fenantreen, DEHP, toluen, TiBP en TEP de signaleringswaarde voor overige antropogene stoffen in drinkwater (Tabel 7-9), waardoor ze allen relevant zijn voor de productie van drinkwater.

MTBE overschrijdt de streefwaarde van 1 µg/L in 1,8% van de monsters. Een overschrijding van deze waarde in grondwaterbeschermingsgebieden moet verplicht worden gemeld, net als de overschrijding van 15 µg/L buiten de grondwaterbeschermingsgebieden (Rijkswaterstaat 2009). In de huidige meetronde zou Gelderland een melding moeten maken van 28 µg/L (monster van B40B0357.001). Gezondheidskundige streefwaarden voor MTBE variëren van 13 µg/L (OEHHA 1999) tot 9200 µg/L (Swartjes et al. 2004). Het verschil is streefwaarden komt door de aanname dat MTBE een genotoxische stof is (Office of Environmental Health Hazard Assessment OEHHA) of dat MTBE geen genotoxische stof is (RIVM). De streefwaarde van 9200 µg/L wordt niet overschreden. De gezondheidskundige streefwaarde van 13 µg/L wordt één keer overschreden (Gelderland, NLGW0005, KRW-filter, ondiep), waardoor deze stof mogelijk een risico vormt voor de bereiding van drinkwater. Dit geldt ook voor de geur en smaakdrempel voor MTBE van 15 µg/L in grondwater afgeleid door het RIVM (Swartjes et al. 2004).

Andere stoffen overschrijden de beschikbare streefwaarden niet. Voor de stoffen zonder streefwaarde is aan te raden een risicobeoordeling uit te voeren en een indicatieve streefwaarde af te leiden.

EDTA, fenantreen en DEHP 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 acuut risico vormen voor de humane gezondheid.

Van bisphenol A is bekend dat ze invloed kan hebben op hormoonsystemen. Er is voor deze stof nog geen gezondheidskundige richtlijn afgeleid, en er is veel debat over hoe om te gaan met dergelijke hormoonverstorende stoffen. De Europese voedsel en waren autoriteit EFSA heeft in 2015 een maximale veilige dagelijkse inname van 4 µg/kg/dag afgeleid voor bisphenol A, dit leidt bij standaard aannames tot een indicatieve veilige concentratie in drinkwater van 28 µg/L. Wel zijn er recent dierstudies 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.

MTBE is een hulpstof voor benzine als vervanger van lood om brandstof klopvast te maken en als oplosmiddel bij de productie van farmaceutica. MTBE belandt voornamelijk in het milieu via onder- en bovengrondse lekkages van brandstoftanks, lozing van brandstof door gemotoriseerde (water)voertuigen en via uitlaatgassen. MTBE vervluchtigt snel uit oppervlaktewater, maar is in grondwater meer persistent. Blootstelling aan MTBE geschiedt grotendeels (94%) via inademing van dampen. De Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) in Californië heeft een richtlijn berekend van 13 µg/L. De richtlijn is gebaseerd op de dosis die volgens de modelering van proefdiergegevens 1 extra geval van kanker per 1.000.000 mensen oplevert. De concentraties in grondwater liggen beneden de richtlijn.

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 3,9% van de metingen overschreden in het grondwater (19 monsters), waardoor dit grondwater zonder extra zuivering niet geschikt zou zijn voor de productie van drinkwater.

7.7 Conclusies

Overige verontreinigende stoffen hebben geen waterkwaliteitseis in grondwater, maar zijn 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 75% van de 500 grondwatermonsters en op de helft (63%) van alle monsters wordt de signaleringswaarde overschreden. Dit wordt met name veroorzaakt door EDTA, aangetroffen in de helft van de monsters (52%). De concentraties van EDTA in het grondwater zijn beneden de gezondheidkundige richtlijn van de WHO, waardoor de huidige concentraties in grondwater geen acuut risico vormen voor de humane gezondheid. Daarnaast zijn bisphenol A, 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 aanwezige concentraties van overige verontreinigende stoffen in grondwater zijn een signaal naar drinkwaterbedrijven en grondwaterbeheerders voor het belang van monitoring en bescherming van grondwater en drinkwaterbronnen.

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

In dit rapport wordt een landelijk beeld gepresenteerd van de grondwaterkwaliteit binnen de KRW-meetronde 2015-2016, in combinatie met provinciale grondwatermeetnetten en overige meetpunten (risicolocaties). In totaal zijn meer dan 1000 monsters van diepe en ondiepe filters geanalyseerd op de gebruikelijke chemische parameters, te weten anorganische parameters (waaronder de drempelwaardestoffen) en bestrijdingsmiddelen. Naast deze gebruikelijke parameters zijn voor de meeste provincies nieuwe stoffen voor het eerst onderzocht (500 monsters), zoals farmaceutica en overige verontreinigende stoffen, waarvoor dit rapport als 'nulmeting' wordt beschouwd.

In 71% van alle onderzochte grondwatermonsters en in 74% van de KRW-grondwatermonsters komen antropogene stoffen voor uit de meetpakketten bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen, met name in ondiep grondwater. Bestrijdingsmiddelen overschrijden de Europese waterkwaliteitseisen in grondwater en in grondwaterbeschermingsgebieden, en zijn daardoor problematisch voor waterbeheerders en drinkwaterbedrijven. Farmaceutica en overige verontreinigende stoffen hebben geen waterkwaliteitseis in grondwater. Enkele overige verontreinigende stoffen worden regelmatig aangetroffen (EDTA, bisphenol A en PFOA) en zijn een signaal naar drinkwaterbedrijven en grondwaterbeheerders dat monitoring en bescherming van grondwater en drinkwaterbronnen hoog nodig blijven. Farmaceutica zijn minder frequent aangetroffen dan de bestrijdingsmiddelen. Hun desalniettemin nog behoorlijk frequente aanwezigheid is uiterst zorgwekkend, en maakt duidelijk dat er meer actie nodig is om het grondwater en de drinkwaterbronnen te beschermen.

Anorganische parameters

Chloride overschrijdt behalve in de kustzone ook in het binnenland in ondiep grondwater in ongeveer 5% van de monsters de drempelwaarde. Dit betreft monsters die genomen zijn in peilbuizen langs grote wegen of in stedelijk gebied. De overschrijdingen zijn mogelijk te wijten aan gebruik van strooizout of keukenzout geloosd op infiltrerend oppervlaktewater. Hoge fosfaatconcentraties worden vooral gevonden in weinig gronden en in Zeeland. Deze hoge waarden worden door natuurlijke processen veroorzaakt. De meeste zware metalen vertonen verhoogde concentraties op nabij de zinksmelterijen in de Kempen incl. hun zinkassen (vooral Cd, Zn), in de wat zuurdere zandgronden waar nitraatuitspoeling gezorgd heeft voor pyrietoxidatie (As, Ni, Cd, Co, Zn), de nog wat zuurdere zandgronden waar bodemmineralen versterkt verweren (Al, Cd, Cr, Co, Ni, Ti, Zn) en de stedelijke bronnen (o.a. Cu, Ni)

Arseen en nikkel komen respectievelijk in 9% en 5% van de grondwatermonsters boven de drinkwaternorm voor. Cadmium, lood, koper en zink overschrijden de drinkwaternorm vrijwel niet. In 10% van de filters ligt de concentratie van één of meerdere zware metalen meer dan een factor 10 boven de MAC-MKN waarde voor het oppervlaktewater en is potentieel ecologisch schadelijk.

Bestrijdingsmiddelen

Momenteel is het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in grondwater en in grondwaterbeschermingsgebieden problematisch voor waterbeheerders en drinkwaterbedrijven:

- In 68 grondwatermonsters (7%) overschrijdt de somconcentratie aan bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten de Europese waterkwaliteitsnorm uit de Grondwaterrichtlijn van 0,5 µg/L voor de totale concentratie aan bestrijdingsmiddelen.
- In 17% van de grondwatermonsters voldoen de concentraties van individuele bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologisch relevante metabolieten niet aan de waterkwaliteitsnorm uit de Grondwaterrichtlijn van 0,1 µg/L.
- Bestrijdingsmiddelen overschrijden de drinkwaternorm van 0,1 µg/L ook binnen grondwaterbeschermingsgebieden (deze studie en Swartjes et al. 2016).
- Bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen in het grondwater in heel Nederland; de hoogste concentraties in gebieden met bollenteelt (West Nederland) en de Noord-Brabantse zandgronden.

In deze studie zijn in 56% van de bijna 1000 grondwatermonsters bestrijdingsmiddelen aangetroffen en in 25% van de monsters overschrijden één of meer bestrijdingsmiddelen en/of metabolieten de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/L binnen het Bkmw.

De toegelaten bestrijdingsmiddelen bentazon en mecoprop (MCP) en de metabolieten DMS en BAM zijn het vaakst aangetroffen in grondwater (in meer dan 10% van de monsters). Bentazon en MCP vormen door hun vele overschrijden van de waterkwaliteitseis landelijk het grootste probleem voor de grondwaterkwaliteit. De metabolieten desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon zijn alleen gemeten in de provincies Noord-Brabant en Limburg, maar worden daar frequent aangetroffen, ook boven 0,1 µg/L. Voor deze stoffen wordt aanbevolen deze stoffen op te nemen in het landelijke meetprogramma.

In grondwaterbeschermingsgebieden zijn drie bestrijdingsmiddelen aangetroffen boven de waterkwaliteitseis van 0,1 µg/L: bentazon, dimethomorf, dicamba de humaan toxicologisch relevante metaboliet DMS. Dit geeft aan dat de vermindering in het gebruik van bestrijdingsmiddelen door projecten o.a. als Schoon Water voor Brabant nog niet hebben geleid tot een afname van de concentraties van die middelen in de provinciale meetnetten. Dit kan veroorzaakt worden doordat het grondwater ouder is dan de maatregel en doordat de meetnetten niet gericht zijn op het leggen van specifieke maatregel-effect relaties.

Nieuwe stoffen: farmaceutica en overige verontreinigende stoffen

Farmaceutica en overige verontreinigende stoffen hebben geen waterkwaliteitseis in grondwater, maar zijn getoetst aan de signaleringswaarde van 0,1 µg/L voor bronnen van drinkwater uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw). Deze signaleringswaarde wordt binnen het Bkmw gebruikt als een indicatieve waarde, bij overschrijding in bronnen gebruikt voor de productie van drinkwater bepaalt een nadere stof-specifieke risicobeoordeling of en zo ja welke verdere (remediërende) vervolgacties nodig zijn (geen deel van deze rapportage).

Farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen) zijn in 28% van de 495 grondwatermonsters aangetroffen en een klein deel (5%) boven de signaleringwaarde. Farmaceutica zijn minder frequent gemeten en aangetroffen dan de bestrijdingsmiddelen, en minder frequent aangetroffen dan de overige verontreinigende stoffen. De meest voorkomende farmaceutica in grondwater zijn 17β-estradiol, fenazon, carbamazepine (in

meer dan 5% van de monsters), Hoewel de risico's van farmaceutica in grondwater klein zijn, is de aanwezigheid van deze stoffen ongewenst voor de bescherming van grondwater en drinkwaterbronnen en de productie van onberispelijk drinkwater.

Onverwachte eenmalig gemeten hoge concentraties van cefuroxim, metformine, hydrochloorthiazide, tylosine en furosemide in grondwater behoeven nadere analyse van resultaten en/of contra-expertise.

Overige verontreinigende stoffen zijn aangetroffen 71% van de 333 grondwatermonsters genomen in KRW-filters. In 59% van de monsters wordt de signaleringswaarde overschreden. Dit wordt met name veroorzaakt door EDTA dat in 52% van de monsters werd aangetroffen. De concentraties van EDTA in het grondwater zijn beneden de gezondheidkundige richtlijn van de WHO, waardoor de huidige concentraties in grondwater geen acuut risico vormen voor de humane gezondheid. Daarnaast zijn bisphenol A, PFOA en PFOS vaak aangetroffen. De lage indicatieve streefwaarde van PFOA wordt in 4% van de monsters overschreden, waardoor humane gezondheidsrisico's niet op voorhand zijn uit te sluiten als uit dit grondwater in de toekomst drinkwater zou worden geproduceerd. De aanwezige concentraties van overige verontreinigende stoffen in grondwater zijn een signaal naar drinkwaterbedrijven en grondwaterbeheerders voor het belang van monitoring en bescherming van grondwater en drinkwaterbronnen.

8.2 Aanbevelingen

Ten aanzien van de huidige meetronde en data-interpretatie is aan te bevelen om:

- De resultaten te vergelijken met datasets van waterleidingbedrijven die vooral betrekking hebben op intrekgebieden en grondwaterbeschermingsgebieden.
- De resultaten te vergelijken met internationale literatuur over monitoringstudies in grondwater (Lapworth et al. 2012, Loos et al. 2010, Lopez et al. 2015, Schaider et al. 2014, Stuart et al. 2012).
- 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 toetsen.
- De classificatie en interpretatie van diep en ondiep grondwater te uniformeren en preciseren.
- Metingen van bestrijdingsmiddelen in grondwater op te nemen in de Bestrijdingsmiddelenatlas en beschikbaar te stellen voor Ctgb⁴ om te betrekken bij de toelating van gewasbeschermingsmiddelen.

Ten aanzien van de volgende meetronde in 2018 kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Actualisatie meetpakket pesticiden, biociden, farmaceutica, diergeneesmiddelen en perfluorverbindingen naar voorkomen in oppervlaktewater, (geschatte) gebruiksvolumina en eigenschappen als persistentie en mobiliteit (zie 8.2.1). Van de toegelaten (dier)geneesmiddelen en industriële stoffen is slechts een zeer beperkt deel gemeten, voor de (dier)geneesmiddelen is aan te bevelen meetmethodes in te zetten die een lagere rapportagegrens kennen dan de gebruikte toetsingswaarde.
- Stoffenpakketten blijven afstemmen met oppervlaktewaterbeheerders en drinkwaterbedrijven.
- Harmoniseren van meetdichtheid tussen de provincies
- De data opslag verder te uniformeren ook ten aanzien van de referentie filterdiepte (beneden maaiveld of beneden NAP), landgebruik en hydrologie.

⁴ College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden

- De meerwaarde van gezamenlijke landelijke data-analyse te benutten en trendanalyses uit te voeren.
- Optie is om voor infiltratiegebieden (inzijgebieden) rond grondwateronttrekkingen voor drinkwater meerdere meetpunten ook op grotere diepte te onderzoeken, ter bepaling van doordringing van verontreinigingen naar het diepere grondwater. Dit in overleg met de drinkwaterbedrijven.
- Het selecteren van risicolocaties per provincie voor het bemonsteren van ondiep grondwater als 'early warning' voor verdere grondwaterverontreiniging.
- State-of-the-art analyse technieken toepassen opdat gehanteerde rapportagegrenzen beter zijn afgestemd op toetswaarden.
- Bemonsteren op meer dieptes, waarbij zeer ondiepe monsters gelden als 'early warning' monsters voor nieuwe infiltrerende stoffen en zeer diepe monsters meer inzicht geven in de infiltratiedieptes van de verontreinigingen.

8.2.1 Aanbevelingen voor actualisatie meetpakket

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 zijn twee metabolieten van chloridazon, desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon frequent aangetroffen. We bevelen aan deze stoffen op te nemen in het landelijke monitoringsprogramma en de overige provinciale meetnetten.

De Vereniging voor Rivierwaterbedrijven heeft in de het jaarrapport van 2015 aangegeven welke stoffen mogelijk drinkwaterrelevante stoffen zijn voor de productie van drinkwater uit de Maas (RIWA 2016). Van deze stoffen zijn diglyme en ETBE niet opgenomen in het meetpakket voor de meetronde 2015-2016 in grondwater. Diglyme is een oplosmiddel. Vanwege het hydrofiele karakter, de geringe neiging om te vervluchtigen en de lage sorptie aan bodem zal diglyme vermoedelijk het grondwater kunnen bereiken. Het verdient dan ook aanbeveling diglyme te monitoren in grondwater.

De laatste jaren is MTBE (een antiklop middel in brandstof) in toenemende mate vervangen door Ethyl-tert-butylether (ETBE), een stof met vergelijkbare eigenschappen. ETBE is slecht oplosbaar in water en werd slechts sporadisch aangetroffen in ruwwater (de Voogt et al. 2008). Gezien de te verwachten grote toename in gebruik van ETBE en de grote mate van overeenkomst in fysisch chemische eigenschappen van ETBE met MTBE is aan te bevelen ETBE op te nemen in de meetpakketten. Ook de gelijksoortige hulpstof TAME (methyl-tert-amylether) is relevant voor opname in monitoringsprogramma's; van deze stof is momenteel nog weinig bekend (van Wezel et al. 2009).

Naast de bestudeerde geneesmiddelen zijn AMPH en een aantal sulfonamide antibiotica aangetroffen in infiltrerend oppervlaktewater, oeverfiltraat en grondwater. AMPH is een transformatieproduct van fenazon type pijnstillers (de Jongh et al. 2012). Een aantal sulfonamide antibiotica toegepast in veterinaire geneeskunde kunnen worden toegevoegd aan het meetpakket, dit zijn naast de al bestudeerde sulfadimidine: sulfadimethoxine en sulfapyridine. Deze stoffen zijn in een landelijke inventarisatie aangetroffen in grondwater en waarschijnlijk van veterinaire oorsprong (Ter laak en Kools, in prep).

Voor de stof di-isopropylether is afgesproken om eerst nader onderzoek te doen naar de emissiebronnen van deze stof alvorens deze landelijk te gaan monitoren voor opname monitoringsprogramma's voor de KRW (Smit 2012).

Perfluorverbindingen met korte koolstofketens zijn in tegenstelling tot PFOS en PFOA (met lange koolstofketens) maar in enkele monsters geanalyseerd. Met het verbod en de

uitfasering van PFOA worden nieuwe perfluorverbindingen ontwikkeld en toegepast. Het is belangrijk deze groep stoffen regelmatig te blijven meten. Perfluorverbindingen met korte koolstofketens zijn beter oplosbaar dan de perfluorverbindingen met lange koolstofketens, waardoor ze in grondwatersystemen kunnen voorkomen.

9 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, P-tot, 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	Het Kaderrichtlijn Water Monitoringsprogramma Grondwater waarin meetpunten uit het bestaande LMG en PMG zijn opgenomen om de kwaliteit van het grondwater voor de KRW te meten
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
Risicomeetpunten	Kwetsbare meetpunten 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)

Begrip	Omschrijving
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)	In het Drinkwaterbesluit is een signaleringswaarde van 1,0 µg/L opgenomen voor "overige antropogene stoffen" in drinkwater
Watchlist	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

10 Referenties

KWR (2015) Protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW.

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 Research 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 Berkhuisen, 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.
- 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_d) 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) Occurence 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, p. 115, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

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., ter Laak, T. and Zwolsman, G.J. (2016) Ontwikkeling waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening, p. 103, KWR, Nieuwegein.

Sjerps, R.M.A., Stuyfzand, P.J., Kooij, P., de la Loma-Gonzalez, B., Kolkman, A. and Puijker, L.M. (in concept) Vulnerability of drinking water sources in the Netherlands to pesticides, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

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.

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 Research 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 Research 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

Kenmerken van de meetronden per provincie

Aantal grondwatermonsters geanalyseerd op de verschillende meetpakketten, onderscheid naar monsters van KRW-locaties en extra locaties.

Laboratorium	Anorganische parameters		Bestrijdingsmiddelen		Farmaceutica		Overige verontreinigende stoffen	
	Eurofins Omegam		AL-West BV		Eurofins Omegam		Eurofins Omegam	
	KRW	extra ¹	KRW	extra ¹	KRW	extra ¹	KRW	extra ¹
DRENTHE	50	1	50	0	25	5	25	5
FLEVOLAND	10	117	10	101	0	4	0	4
FRIESLAND	103	20	102	2	51	2	51	2
GELDERLAND	123	64	73	39	74	39	74	39
GRONINGEN	60	28	58	0	32	4	32	4
LIMBURG	88	6	36	7	5	3	10	2
NOORD-BRABANT	127	16	127	16	48	12	48	12
NOORD HOLLAND	87	0	57	0	58	0	58	0
OVERIJSEL	78	0	78	0	13	0	7	0
UTRECHT	34	116	16	56	16	44	16	44
ZEELAND	26	62	12	22	0	2	0	2
ZUID HOLLAND	74	96	74	43	12	42	12	42
Totaal	860	526	693	286	334	157	333	156

¹ PMG locaties en extra locaties op basis van risico

Aantal grondwatermonsters geanalyseerd op anorganische stoffen , onderscheid naar ondiepe en diepe monsters.

	Alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
	totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep
DRENTHE	50	25	25	50	25	25
FLEVOLAND	111	62	49	10	5	5
FRIESLAND	122	62	60	102	52	50
GELDERLAND	162	93	69	121	74	47
GRONINGEN	88	56	32	60	33	27
LIMBURG	94	61	33	88	57	31
NOORDBRABANT	143	112	31	127	96	31
NOORDHOLLAND	86	58	28	86	58	28
OVERIJSEL	78	39	39	78	39	39
UTRECHT	150	111	39	34	17	17
ZEELAND	82	61	21	26	25	1
ZUID HOLLAND	117	60	57	74	38	36
Totaal	1283	800	483	856	519	337

Aantal grondwatermonsters geanalyseerd op bestrijdingsmiddelen , onderscheid naar ondiepe en diepe monsters.

	Alle grondwatermonsters			KRW-grondwatermonsters		
	totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep
DRENTHE	50	25	25	50	25	25
FLEVOLAND	111	62	49	10	5	5
FRIESLAND	104	53	51	102	52	50
GELDERLAND	112	112	0	73	73	0
GRONINGEN	58	32	26	58	32	26
LIMBURG	43	32	9	36	28	8
NOORDBRABANT	143	108	35	127	92	35
NOORDHOLLAND	57	57	0	57	57	0
OVERIJSEL	78	39	39	78	39	39
UTRECHT	72	72	0	16	16	0
ZEELAND	34	29	5	12	9	3
ZUID HOLLAND	117	59	58	74	37	37
Totaal	979	680	297	693	465	228

Bijlage II

1. Locatiekaarten grondwatermonsters Referentie GIS-kaart met grondwaterlichamen: meetpunten, KWR+ niet-KRW, in pdf
2. Referentiekaarten meetpunten en grondwaterbeschermingsgebieden per meetpakket, in pdf
3. Referentiekaarten meetpunten en grondwaterlichamen.

Deze kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload.

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

Bijlage III

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	Drinkwater- besluit
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				Europese milieukwaliteitseisen voor water voor verontreinigende stoffen					
Code	Omschrijving		Type	Cl mg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	P-tot 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 watchlist 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 schept 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 Bkwm 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 IV

Gemeten stoffen per meetpakket

Pakket 1: Organische stoffen

Naam	eenheid	naam provincies	Drempelwaarde 1 (verschilt per grondwaterlichaam)	Drempelwaarde 2 (verschilt per grondwaterlichaam)	Drempelwaarde 3 (verschilt per grondwaterlichaam)
O2 VELD	mg/l	O2 (mg/l) VELD			
pHVELD	-	pH (1) VELD			
GELDHD VELD	mS/cm	GELDHD (mS/cm) VELD			
T VELD	C	T (C) VELD			
HCO3 VELD	mg/l	HCO3 (mg/l) VELD			
Ag	ug/l	Ag (ug/l) opgelost			
Al	ug/l	Al (ug/l) opgelost			
As	ug/l	As (ug/l) opgelost	13.2	18.7	
B	ug/l	B (ug/l) opgelost			
Ba	ug/l	Ba (ug/l) opgelost			
Be	ug/l	Be (ug/l) opgelost			
Br	mg/l	Br (mg/l) opgelost			
Ca	mg/l	Ca (mg/l) opgelost			
Cd	ug/l	Cd (ug/l) opgelost	0.35		
Cl	mg/l	Cl (mg/l) totaal	160	geen	
Co	ug/l	Co (ug/l) opgelost			
Corg	mg/l	Corg (mg/l) opgelost			
Cr	ug/l	Cr (ug/l) opgelost			
Cu	ug/l	Cu (ug/l) opgelost			
F	mg/l	F (mg/l) opgelost			
Fe	ug/l	Fe (ug/l) opgelost			
GELDHD	mS/m	GELDHD (mS/m)			
HCO3	mg/l	HCO3 (mg/l) totaal			
Hg	ug/l	Hg (ug/l) opgelost			
K	mg/l	K (mg/l) opgelost			
Li	ug/l	Li (ug/l) opgelost			
Mg	mg/l	Mg (mg/l) opgelost			
Mn	ug/l	Mn (ug/l) opgelost			
Mo	ug/l	Mo (ug/l) opgelost			
Na	mg/l	Na (mg/l) opgelost			
NH4	mg N/l	NH4 (mg N/l) opgelost			
Ni	ug/l	Ni (ug/l) opgelost	20		
NO2	mg N/l	NO2 (mg N/l) opgelost			
NO3	mg N/l	NO3 (mg/l) opgelost (N)	50		
Pb	ug/l	Pb (ug/l) opgelost	7.4		
pH	-	pH(1)			
PO4	mg P/l	PO4 (mg/l) opgelost (P)			
Ptot	mg P/l	Ptot (mg/l) opgelost (P)	2	6.9	geen
Rb	ug/l	Rb (ug/l) opgelost			
Sb	ug/l	Sb (ug/l) opgelost			
Se	ug/l	Se (ug/l) opgelost			
Sn	ug/l	Sn (ug/l) opgelost			
SO4	mg/l	SO4 (mg/l) totaal			
Sr	ug/l	Sr (ug/l) opgelost			
T	oC	T (oC)			
Te	ug/l	Te (ug/l) opgelost			
Th	ug/l	Th (ug/l) opgelost			
Ti	ug/l	Ti (ug/l) opgelost			
Tl	ug/l	Tl (ug/l) opgelost			
U	ug/l	U (ug/l) opgelost			
V	ug/l	V (ug/l) opgelost			
W	ug/l	W (ug/l) opgelost			
Zn	ug/l	Zn (ug/l) opgelost			
Zr	ug/l	Zr (ug/l) opgelost			

Pakket 2: Bestrijdingsmiddelen

naam	Werkzame stof of metaboliet	Verboden	Waterkwaliteitseis (ug/L)
trans-Chloordaan	werkzame stof		0,1
1-(3,4-Dichloorphenyl)-3-Methyl- ureum	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
1-(3,4-Dichloorphenyl)-ureum (Desdimethyl-Diuron)	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
1-(4-Isopropylphenyl)-ureum	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
1,1-Dichloorethaan	werkzame stof		0,1
2,3,4-Trichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,3,5-Trichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,3,6-Trichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,3-Dichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,4,5-Trichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,4,5-Trichloorphenoxyazijnzuur (2,4,5- T)	werkzame stof		0,1
2,4,6-Trichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,4-/2,5-Dichlooraniline	werkzame stof		0,1
2,4-D	werkzame stof		0,1
2,4-DDD	werkzame stof		0,1
2,4-DDE	werkzame stof		0,1
2,4-DDT	werkzame stof	Verboden	0,1
2,4-Dichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,4-Dimethylfenol	werkzame stof		0,1
2,4-Dinitrofenol	werkzame stof		0,1
2,5-Dichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,6-Dichloorbenzamide (BAM)	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
2,6-Dichloorfenol	werkzame stof		0,1
2,6-Dimethylaniline	werkzame stof		0,1
2-Aminoacetophenon	werkzame stof		0,1
2-Chloorphenol	werkzame stof		0,1
2-Hydroxy-atrazine	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
2-Methylthiobenzothiazol	werkzame stof		0,1
2-Nitrofenol	werkzame stof		0,1
3,4,5-Trichloorfenol	werkzame stof		0,1
3,4,5-Trimethacarb	werkzame stof		0,1
3,4-Dichloorfenol	werkzame stof		0,1
3,5-Dichloorfenol	werkzame stof		0,1
3-Chloorphenol	werkzame stof		0,1
4,4-DDD	werkzame stof		0,1
4,4-DDE	werkzame stof		0,1
4,4-DDT	werkzame stof		0,1
4-Chloorphenol	werkzame stof		0,1
4-Chloorphenoxyazijnzuur (4-CPA)	werkzame stof	Verboden '99	0,1
Abamectin	werkzame stof		0,1
Acetamiprid	werkzame stof		0,1
Aclonifen	werkzame stof		0,1
Alachloor	werkzame stof	Verboden '87	0,1
Aldicarb-sulfoxide	werkzame stof	Verboden '08	0,1
Aldrin	werkzame stof		0,1
alfa-Endosulfan	werkzame stof		0,1
alfa-HCH	werkzame stof		0,1
Ametoctradin	werkzame stof		0,1
Ametryn	werkzame stof		0,1
Amidosulfuron	werkzame stof		0,1
Aminocarb	werkzame stof		0,1
Aminopyralid	werkzame stof		0,1
Amisulbroom	werkzame stof		0,1
AMPA	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
Anthrachinon	werkzame stof		0,1
Antranilzuur-Isopropylamide	werkzame stof		0,1
Aramit	werkzame stof		0,1
Asulam	werkzame stof		0,1
Atraton	werkzame stof		0,1
Atrazine	werkzame stof	Verboden '00	0,1

naam	Werkzame stof of metaboliet	Verboden	Waterkwaliteitseis (ug/L)
Azaconazol	werkzame stof		0,1
Azamethiphos	werkzame stof		0,1
Azimsulfuron	werkzame stof		0,1
Azinphos-ethyl	werkzame stof		0,1
Azoxystrobin	werkzame stof		0,1
Beflubutamide	werkzame stof		0,1
Benalaxyl	werkzame stof		0,1
Benfluralin	werkzame stof		0,1
Bentazon	werkzame stof		0,1
Benthiavalicarb-isopropyl	werkzame stof		0,1
beta-Endosulfan	werkzame stof		0,1
beta-HCH	werkzame stof		0,1
Bifenthrin	werkzame stof		0,1
Bitertanol	werkzame stof		0,1
Bixafen	werkzame stof		0,1
Boscalid	werkzame stof		0,1
Bromacil	werkzame stof	Verboden '99	0,1
Bromoxynil	werkzame stof		0,1
Broompropylaat	werkzame stof		0,1
Butocarboxim-sulfoxide	werkzame stof	Butoxycarboxim = Verboden '05	0,1
Carbaryl	werkzame stof		0,1
Carbendazim	werkzame stof	Verboden '08	0,1
Carbetamide	werkzame stof		0,1
Carbofuran	werkzame stof		0,1
Chloorantraniliprol	werkzame stof		0,1
Chloorbromuron	werkzame stof	Verboden '99	0,1
Chloorpropham	werkzame stof		0,1
Chloorpyrifos-ethyl	werkzame stof		0,1
Chloortoluron	werkzame stof	Verboden '00	0,1
Chlorfenvinphos	werkzame stof		0,1
Chloridazon	werkzame stof		0,1
cis-Chloordaan	werkzame stof		0,1
cis-Heptachloorepoxide	werkzame stof		0,1
Clofibrinezuur	werkzame stof		0,1
Clomazone	werkzame stof		0,1
Clopyralid	werkzame stof		0,1
Clothianidine	werkzame stof		0,1
Cyanazine	werkzame stof		0,1
Cycloxydim	werkzame stof		0,1
Cyflufenamide	werkzame stof		0,1
Cyprodinil	werkzame stof		0,1
Cyromazine	werkzame stof		0,1
DEET (N,N-Diethyl-m-toluamide)	werkzame stof		0,1
Deltamethrin	werkzame stof		0,1
Demeton-S-methyl-sulfoxid	werkzame stof		0,1
Desethylatrazine	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
Desethylterbuthylazine	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
Desisopropylatrazine	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
Desmetryn	werkzame stof		0,1
Desphenyl-Chlooridazon	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
Diazinon	werkzame stof		0,1
Dicamba	werkzame stof		0,1
Dichlobenil	werkzame stof	Verboden '09	0,1
Dichlofluanide	werkzame stof		0,1
Dichloorprop (2,4-DP)	werkzame stof		0,1
Dichloorvos	werkzame stof		0,1
Dicofol	werkzame stof		0,1
Dieldrin	werkzame stof		0,1
Difenoconazool	werkzame stof		0,1
Diflubenzuron	werkzame stof		0,1
Diflufenican	werkzame stof		0,1
Dikegulac-Natrium	werkzame stof	Verboden '94	0,1
Dimefuron	werkzame stof		0,1
Dimethachloor	werkzame stof		0,1
Dimetheenamide	werkzame stof		0,1

naam	Werkzame stof of metaboliet	Verboden	Waterkwaliteitseis (ug/L)
Dimethoaat	werkzame stof		0,1
Dimethomorph	werkzame stof		0,1
Dimethyltolylsulfamide (DMST)	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
Dinoseb	werkzame stof		0,1
Dinoterb	werkzame stof	Verboden '99	0,1
Dithiocarbamaat als CS2	somparameter dithiocarbamaten		0,1
Diuron	werkzame stof	Verboden '00 als gewasbeschermingsmiddel, toegelaten als biocide	0,1
N,N-Dimethylsulfamide (DMS)	humaan toxicologisch relevante metaboliet vanwege omzetting naar humaan toxicologisch relevante metaboliet NDMA onder onder ozonatie.		0,1
EDTA	werkzame stof		0,1
Emamectine	werkzame stof		0,1
Endrin	werkzame stof		0,1
Epoxiconazol	werkzame stof		0,1
Ethodimuron	werkzame stof		0,1
Ethion	werkzame stof		0,1
Ethodimuron	werkzame stof		0,1
Ethofumesaat	werkzame stof		0,1
Ethoprosfos	werkzame stof		0,1
Ethoxysulfuron	werkzame stof		0,1
Etoxazol	werkzame stof		0,1
Etridiazool	werkzame stof		0,1
Fenamidon	werkzame stof		0,1
Fenamifos	werkzame stof		0,1
Fenhexamid	werkzame stof		0,1
Fenitrothion	werkzame stof		0,1
Fenoxycarb	werkzame stof		0,1
Fenpyrazamine	werkzame stof		0,1
Fenthion	werkzame stof		0,1
Fenuron	werkzame stof		0,1
Fipronil	werkzame stof		0,1
Flonicamide	werkzame stof		0,1
Florasulam	werkzame stof		0,1
Flubendiamide	werkzame stof		0,1
Fludioxonil	werkzame stof		0,1
Flumioxazin	werkzame stof		0,1
Fluopicolide	werkzame stof		0,1
Fluopyram	werkzame stof		0,1
Fluoxastrobin	werkzame stof		0,1
Fluroxypyr	werkzame stof		0,1
Flutolanil	werkzame stof		0,1
Fluxapyroxad	werkzame stof		0,1
Foramsulfuron	werkzame stof		0,1
Fosthiazaat	werkzame stof		0,1
Glufosinaat	werkzame stof		0,1
Glyphosaat	werkzame stof		0,1
Hexachloorbenzeen	werkzame stof		0,1
Heptachloor	werkzame stof		0,1
Hexazinon	werkzame stof		0,1
Imazamox	werkzame stof		0,1
Imidacloprid	werkzame stof		0,1
Iodosulfuron-methyl	werkzame stof		0,1
Iprodione	werkzame stof		0,1
Iso-Chloridazon	werkzame stof		0,1
Isodrin	werkzame stof		0,1
Isoproturon	werkzame stof		0,1
Isopyrazam	werkzame stof		0,1
Kresoxim-methyl	werkzame stof		0,1
Lenacil	werkzame stof		0,1
gamma-HCH	werkzame stof		0,1
Linuron	werkzame stof		0,1
Lufenuron	werkzame stof		0,1
Mandipropamide	werkzame stof		0,1

MCPA	werkzame stof		0,1
naam	Werkzame stof of metaboliet	Verboden	Waterkwaliteitseis (µg/L)
MCPB	werkzame stof		0,1
Mecoprop (MCP)	werkzame stof		0,1
Mefenpyr-diethyl	werkzame stof		0,1
Mepiquat-chloride	werkzame stof		0,1
Mercaptodimethur (Methiocarb)	werkzame stof		0,1
Mesosulfuron-methyl	werkzame stof		0,1
Mesotrione	werkzame stof		0,1
Metabenzthiazuron	werkzame stof		0,1
Metaflumizone	werkzame stof		0,1
Metalaxyl	werkzame stof		0,1
Metaldehyde (Tetramer)	werkzame stof		0,1
Metamitron	werkzame stof		0,1
Metazachlor	werkzame stof		0,1
Metconazol	werkzame stof		0,1
Methidathion	werkzame stof		0,1
Methoxychlor	werkzame stof		0,1
Methoxyfenozid	werkzame stof		0,1
Methyl-Desphenyl-Chloridazon	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
Metolachlor (R/S)	werkzame stof		0,1
Metoxuron	werkzame stof	Verboden '08	0,1
Metrafenone	werkzame stof		0,1
Metribuzin	werkzame stof		0,1
Metsulfuron-Methyl	werkzame stof		0,1
Mevinphos	werkzame stof		0,1
Monolinuron	werkzame stof		0,1
Monuron	werkzame stof	Niet toegelaten	0,1
Napropamide	werkzame stof		0,1
Nicosulfuron	werkzame stof		0,1
Oxamyl	werkzame stof		0,1
Oxasulfuron	werkzame stof		0,1
Paraoxon-ethyl	werkzame stof		0,1
Paraoxon-methyl	werkzame stof		0,1
Penconazol	werkzame stof		0,1
Pencycuron	werkzame stof		0,1
Pendimethalin	werkzame stof		0,1
Pentachloorbenzeen	werkzame stof		0,1
Pentachloorfenol	werkzame stof		0,1
Pinoxadeen	werkzame stof		0,1
Piperonylbutoxide	werkzame stof		0,1
Pirimicarb	werkzame stof		0,1
Pirimifos-methyl	werkzame stof		0,1
Pirimiphos-ethyl	werkzame stof		0,1
Procymidon	werkzame stof		0,1
Prometryn	werkzame stof		0,1
Propamocarb	werkzame stof		0,1
Propham	werkzame stof		0,1
Propiconazol	werkzame stof		0,1
Propoxur	werkzame stof		0,1
Propyzamide	werkzame stof		0,1
Prosulfocarb	werkzame stof		0,1
Prosulfuron	werkzame stof		0,1
Prothioconazol-desthio	werkzame stof		0,1
Pymetrozin	werkzame stof		0,1
Pyraclostrobin	werkzame stof		0,1
Pyraflufen-ethyl	werkzame stof		0,1
Pyrazophos	werkzame stof		0,1
Pyridalyl	werkzame stof		0,1
Pyrimethanil	werkzame stof		0,1
Pyroxsulam	werkzame stof		0,1
Quinmerac	werkzame stof		0,1
Quinoclamine	werkzame stof		0,1
Quintozeen	werkzame stof		0,1
Rimsulfuron	werkzame stof		0,1
Sebuthylazine	werkzame stof		0,1
Silthiopham	werkzame stof		0,1

Simazine	werkzame stof	Verboden '04	0,1
Spirotetramat	werkzame stof		0,1
Sulcotrion	werkzame stof		0,1
Sulfosulfuron	werkzame stof		0,1
Tebuconazool	werkzame stof		0,1
Tefluthrin	werkzame stof		0,1
Tembotrion	werkzame stof		0,1
Terbutryn	werkzame stof		0,1
Terbutylazine	werkzame stof		0,1
Thiabendazol	werkzame stof		0,1
Thiacloprid	werkzame stof		0,1
Thiamethoxam	werkzame stof		0,1
Thifensulfuron-methyl	werkzame stof		0,1
Thiodicarb	werkzame stof		0,1
Thiometon	werkzame stof		0,1
Tolcofos-methyl	werkzame stof		0,1
Tolyfluanide	werkzame stof		0,1
Topramezone	werkzame stof		0,1
trans-Chloordaan	werkzame stof		0,1
trans-Heptachloorepoxide	werkzame stof		0,1
Triadimefon	werkzame stof		0,1
Triadimenol	werkzame stof	Verboden '04	0,1
Tribenuron-methyl	werkzame stof		0,1
Triclopyr	werkzame stof		0,1
Trifloxystrobin	werkzame stof		0,1
Trifluralin	werkzame stof		0,1
Triflusulfuron-methyl	humaan toxicologisch niet relevante metaboliet		0,1
Tritosulfuron	werkzame stof		0,1
Vinclozolin	werkzame stof		0,1

Pakket 3: Farmaceutica

volledige naam	eenheid	code	Signaleringswaarde
amidotrizoïnezuur	µg/l	amdTzinr	0.1
aminofenazon	µg/l	Aofnzn	0.1
atenolol	µg/l	atnll	0.1
atorvastatine	µg/l	atvtne	0.1
azitromycine	µg/l	aztmcne	0.1
benzocaine	µg/l	benzcine	0.1
bezafibraat	µg/l	bezafbt	0.1
bisfenol A	µg/l	bisFolA	0.1
bisoprolol	µg/l	bispll	0.1
caffeine	µg/l	caffine	0.1
carbadox	µg/l	carbdx	0.1
carbamazepine	µg/l	carbmzpne	0.1
cefuroxim	µg/l	cefrxm	0.1
chlooramfenicol	µg/l	Clafncl	0.1
claritromycine	µg/l	clartmcne	0.1
clindamycine	µg/l	clindmcne	0.1
clofibrinezuur	µg/l	clofbnzr	0.1
cloxacilline	µg/l	cloxcne	0.1
clozapine	µg/l	clozpne	0.1
cortison	µg/l	cortsn	0.1
cyclofosfamide	µg/l	cycffAd	0.1
dapson	µg/l	dapsn	0.1
diclofenac	µg/l	Dclofnc	0.1
dicloxacilline	µg/l	Dcloxcne	0.1
dexamethason	µg/l	dexmtsn	0.1
dimetridazol	µg/l	DmTdzl	0.1
dipyridamol	µg/l	Dpyrdml	0.1
erytromycine	µg/l	ertmcne	0.1
estriol	µg/l	esTol	0.1
ethinylestradiol	µg/l	etnetDol	0.1
fenofibraat	µg/l	fenfbt	0.1
fenoprofen	µg/l	fenpfn	0.1
fenoterol	µg/l	fentrl	0.1
fenazon	µg/l	fenzn	0.1
florfenicol	µg/l	florfnc	0.1
fluoxetine	µg/l	fluoxne	0.1
furosemide	µg/l	fursmde	0.1
furazolidon	µg/l	furzldn	0.1
gabapentine	µg/l	gabptne	0.1
gemfibrozil	µg/l	gemfbzl	0.1
hydrochloorthiazide	µg/l	HCItazde	0.1
ibuprofen	µg/l	ibpfn	0.1
ifosfamide	µg/l	iffAd	0.1
indometacine	µg/l	indmtcne	0.1
irbesartan	µg/l	irbstan	0.1
johexol	µg/l	johxl	0.1
jomeprol	µg/l	jompl	0.1
jopromide	µg/l	jopmde	0.1
jopamidol	µg/l	jopmdl	0.1
jopanoïnezuur	µg/l	jopninr	0.1
jotalaminezuur	µg/l	jotlmnzn	0.1
joxaglinezuur	µg/l	joxgnzn	0.1
joxitalaminezuur	µg/l	joxtlmnzn	0.1
ketoprofen	µg/l	ketpfn	0.1
levetiracetam	µg/l	levtrctm	0.1
lidocaine	µg/l	lidcine	0.1
lincomycine	µg/l	lincmcne	0.1
losartan	µg/l	lostan	0.1
mebendazol	µg/l	mebdzl	0.1
metformine	µg/l	metfmne	0.1
metronidazol	µg/l	metndzl	0.1
metoprolol	µg/l	metpll	0.1
monensin	µg/l	monsn	0.1
nafcilline	µg/l	nafclne	0.1
naproxen	µg/l	napxn	0.1

volledige naam	eenheid	code	Signaleringswaarde
oxacilline	µg/l	Oaclne	0.1
oestron	µg/l	oestn	0.1
oleandomycin	µg/l	oladmcn	0.1
oxytetracycline	µg/l	OxT4ccne	0.1
oxazepam	µg/l	oxzpm	0.1
paracetamol	µg/l	parctml	0.1
pipamperon	µg/l	pipprn	0.1
pentoxifylline	µg/l	poxflne	0.1
primidon	µg/l	primdn	0.1
progesteron	µg/l	progtrn	0.1
propranolol	µg/l	propnll	0.1
quetiapine	µg/l	quetpne	0.1
ronidazol	µg/l	rondzl	0.1
roxitromycine	µg/l	roxtmcne	0.1
salbutamol	µg/l	salbtml	0.1
salicylzuur	µg/l	salczz	0.1
sotalol	µg/l	sotll	0.1
sulfachloorpyridazine	µg/l	sulfClprdzne	0.1
sulfadiazine	µg/l	sulfdazne	0.1
sulfadimidine	µg/l	sulfdmdne	0.1
sulfadimethoxine	µg/l	sulfdmtoxne	0.1
sulfamerazin	µg/l	sulfmrzn	0.1
sulfamethoxazol	µg/l	sulfmtoazl	0.1
sulfapyridine	µg/l	sulfprdne	0.1
sulfaquinoxaline	µg/l	sulfqoxlne	0.1
tamoxifen	µg/l	tamxfn	0.1
triclocarban	µg/l	Tccbn	0.1
temazepam	µg/l	temzpm	0.1
terbutaline	µg/l	terbtline	0.1
tiamuline	µg/l	tiamlne	0.1
trimethoprim	µg/l	Tmtpm	0.1
tolfenaminezuur	µg/l	tolfAezr	0.1
tramadol	µg/l	tramdl	0.1
tylosine	µg/l	tylsne	0.1
valium	µg/l	valum	0.1
warfarin	µg/l	warfrn	0.1
17alpha estradiol	µg/l	17aestDol	0.1
17beta estradiol	µg/l	17bestDol	0.1

Pakket 4: Overige verontreinigende stoffen

naam	eenheid	code	Signaleringswaarde
acenafteen	µg/l	AcNe	0.1
acenaftyleen	µg/l	AcNy	0.1
acetonitril	mg/l	actntl	0.0001
alfa-methylstyreen	µg/l	aC1ysrn	0.1
antraceen	µg/l	Ant	0.1
benzo(a)antraceen	µg/l	BaA	0.1
benzo(a)pyreen	µg/l	BaP	0.1
benzo(b)fluorantheen	µg/l	BbF	0.1
benzeen	µg/l	Ben	0.1
benzylbutylftalaat	µg/l	benzC4yFt	0.1
benzo(ghi)peryleen	µg/l	BghiPe	0.1
benzo(k)fluorantheen	µg/l	BkF	0.1
chryseen	µg/l	Chr	0.1
chloorbenzeen	µg/l	ClBen	0.1
chloorethaan	µg/l	ClC2a	0.1
chlooretheen (vinylchloride)	µg/l	ClC2e	0.1
cumeen	µg/l	cumn	0.1
cyclohexaan	µg/l	cycC6a	0.1
cyclohexeen	µg/l	cycC6e	0.1
methylmethacrylaat	µg/l	C1ymtclt	0.1
methyl-tertiar-butylether	µg/l	C1yttC4yEtr	0.1
decaan	µg/l	C10a	0.1
cis-1,2-dichlooretheen	µg/l	c12DCIC2e	0.1
ethylbenzeen	µg/l	C2yBen	0.1
pentaan	µg/l	C5a	0.1
heptaan	µg/l	C7a	0.1
octaan	µg/l	C8a	0.1
nonaan	µg/l	C9a	0.1
dibenzo(a,h)antraceen	µg/l	DBahAnt	0.1
dicyclohexylftalaat	µg/l	DccC6yFt	0.1
dicyclopentadien	µg/l	DccPeDen	0.1
dichloormethaan	µg/l	DCIC1a	0.1
dimethyldisulfide	µg/l	DC1yDS	0.1
dimethylftalaat	µg/l	DC1yFt	0.1
diethylether	mg/l	DC2yEtr	0.0001
diethylftalaat	µg/l	DC2yFt	0.1
dipropylftalaat	µg/l	DC3yFt	0.1
dibutylftalaat	µg/l	DC4yFt	0.1
dipentylftalaat	µg/l	DC5yFt	0.1
dihexylftalaat	µg/l	DC6yFt	0.1
diheptylftalaat	µg/l	DC7yFt	0.1
dioctylftalaat	µg/l	DC8yFt	0.1
DEHP	µg/l	DEHP	0.1
diisopropylether	µg/l	DiC3yEtr	0.1
diisobutylftalaat	µg/l	DiC4yFt	0.1
fenantreen	µg/l	Fen	0.1
fluoreen	µg/l	Fle	0.1
fluorantheen	µg/l	Flu	0.1
hexachloorethaan	µg/l	HxCIC2a	0.1
indaan	µg/l	inda	0.1
indeno(1,2,3-cd)pyreen	µg/l	InP	0.1
perfluor-1-butaansulfonaat	µg/l	L_PFBS	0.1
perfluor-1-decaansulfonaat	µg/l	L_PFDS	0.1
perfluor-1-hexaansulfonaat	µg/l	L_PFHxS	0.1
perfluorooctaanzuur	µg/l	PFOA	0.1
perfluorooctaansulfonaat	µg/l	PFOS	0.1
naftaleen	µg/l	Naf	0.1
perfluorbutaanzuur	µg/l	PFBA	0.1
perfluordecaanzuur	µg/l	PFDA	0.1
perfluordodecaanzuur	µg/l	PFDoA	0.1
perfluorheptaanzuur	µg/l	PFHpA	0.1
perfluorhexaanzuur	µg/l	PFHxA	0.1
perfluornonaanzuur	µg/l	PFNA	0.1

naam	eenheid	code	Signaleringswaarde
Perfluorooctaansulfonamide	µg/l	PFOSA	0.1
perfluorpentaanzuur	µg/l	PFPA	0.1
perfluortridecaanzuur	µg/l	PFTDA	0.1
perfluortetradecaanzuur	µg/l	PFTeDA	0.1
perfluorundecaanzuur	µg/l	PFUDa	0.1
pyreen	µg/l	Pyr	0.1
styreen	µg/l	styrn	0.1
tribroommethaan	µg/l	TBrC1a	0.1
trichloormethaan (chloroform)	µg/l	TCIC1a	0.1
trichlooretheen (tri)	µg/l	TCIC2e	0.1
trichloorpropylfosfaat	µg/l	TCIC3yPO4	0.1
trimethylfosfaat	µg/l	TC1yPO4	0.1
triethylfosfaat	µg/l	TC2yPO4	0.1
tributylfosfaat	µg/l	TC4yPO4	0.1
trifenyfosfaat	µg/l	TFyPO4	0.1
triisobutylfosfaat	µg/l	TiC4yPO4	0.1
tolueen	µg/l	Tol	0.1
tris(2-methylhexyl)fosfaat	µg/l	tris2C2yC6yP	0.1
tris(2-butoxyethyl)fosfaat	µg/l	tris2C4oxC2y	0.1
trans-1,2-dichlooretheen	µg/l	t12DCIC2e	0.1
tri(2-chloorethyl)fosfaat	µg/l	T2CIC2yPO4	0.1
tetrachloormethaan (tetra)	µg/l	T4CIC1a	0.1
tetrachlooretheen (per)	µg/l	T4CIC2e	0.1
tetrahydrofuraan	µg/l	T4Hfrn	0.1
1-propanol-2-chloorfosfaat	µg/l	1C3ol2ClPO4	0.1
1,1-dichloorethaan	µg/l	11DCIC2a	0.1
1,1-dichlooretheen	µg/l	11DCIC2e	0.1
1,1-dichloorpropaan	µg/l	11DCIC3a	0.1
1,1,1-trichloorethaan	µg/l	111TCIC2a	0.1
1,1,2-trichloorethaan	µg/l	112TCIC2a	0.1
1,1,2,2-tetrachloorethaan	µg/l	1122T4CIC2a	0.1
1,2-dichloorethaan	µg/l	12DCIC2a	0.1
1,2-dichloorpropaan	µg/l	12DCIC3a	0.1
1,2-xyleen	µg/l	12xylN	0.1
1,2,3-trichloorbenzeen	µg/l	123TCIBen	0.1
1,2,3-trimethylbenzeen	µg/l	123TC1yBen	0.1
1,2,4-trichloorbenzeen	µg/l	124TCIBen	0.1
1,2,4-trimethylbenzeen	µg/l	124TC1yBen	0.1
1,3-dichloorpropaan	µg/l	13DCIC3a	0.1
1,3-diethylbenzeen	µg/l	13DC2yBen	0.1
1,3-difenyguanidine	µg/l	13DFygandne	0.1
1,3-xyleen	µg/l	13xylN	0.1
1,3,5-trichloorbenzeen	µg/l	135TCIBen	0.1
1,3,5-trimethylbenzeen	µg/l	135TC1yBen	0.1
1,4-diethylbenzeen	µg/l	14DC2yBen	0.1
1,4-dioxaan	mg/l	14DOxan	0.0001
2-ethoxy-2-methylpropaan	µg/l	2C2ox2C1yC3a	0.1
4-methyl-2-pentanon	µg/l	4C1y2C5on	0.1

Bijlage V

Aantreffen stoffen (on)diepe (KRW)- locaties

Per meetpakket per stof: aantal metingen, aantal keer aangetroffen boven de rapportagegrens, aantal keer aangetroffen boven de waterkwaliteitseis of de signaleringswaarde voor alle meetpunten, voor alle KRW meetpunten en onderverdeeld in de ondiepe en meetpunten. Stoffen die niet boven de rapportagegrens zijn niet weergegeven.

Pakket 2: Bestrijdingsmiddelen

Naam	Alle meetpunten									KRW locaties								
	Aantal metingen			n > rapportagegrens			n > waterkwaliteits			Aantal metingen			n > rapportagegrens			n > waterkwaliteits		
	totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep
N,N-Dimethylsulfamide (DMS)	876	623	251	354	286	68	76	64	12	691	465	226	261	202	59	55	44	11
Bentazon	978	679	297	177	136	41	54	38	16	693	465	228	123	86	37	41	26	15
2,4-Dichloorbenzamide	978	679	297	134	114	20	74	63	11	693	465	228	91	73	18	53	42	11
Mecoprop (MCPP)	978	679	297	92	63	29	20	13	7	693	465	228	60	34	26	14	7	7
Desphenyl-Chloordazon	161	122	39	89	69	20	52	42	10	142	104	38	76	57	19	46	36	10
Methyl-Desphenyl-Chloordazon	161	122	39	56	46	10	30	26	4	142	104	38	46	36	10	26	22	4
AMPA	876	623	251	49	35	14	13	11	2	691	465	226	27	18	9	9	7	2
Glyphosaat	876	623	251	34	30	4	9	9	0	691	465	226	19	16	3	3	3	0
Chloordazon	876	623	251	32	28	4	2	1	1	691	465	226	23	19	4	2	1	1
Dithiocarbamaat als CS2	877	624	251	31	17	14	31	17	14	691	465	226	24	11	13	24	11	13
2-Hydroxy-atrazine	876	623	251	30	30	0	10	10	0	691	465	226	14	14	0	5	5	0
Diuron	876	623	251	22	21	1	2	2	0	691	465	226	13	12	1	2	2	0
DEET (N,N-Diethyl-m-toluamide)	876	623	251	19	16	3	2	2	0	691	465	226	12	9	3	0	0	0
Dinoterb	876	623	251	17	12	5	0	0	0	691	465	226	13	9	4	0	0	0
Simazine	876	623	251	14	14	0	1	1	0	691	465	226	10	10	0	1	1	0
Dikegulac-Natrium	876	623	251	13	6	7	11	5	6	691	465	226	10	3	7	8	2	6
2-Methylthiobenzothiazol	161	122	39	13	13	0	0	0	0	142	104	38	13	13	0	0	0	0
Atrazine	876	623	251	12	12	0	2	2	0	691	465	226	8	8	0	1	1	0
Carbendazim	876	623	251	10	10	0	2	2	0	691	465	226	6	6	0	1	1	0
Desethylatrazine	876	623	251	9	9	0	0	0	0	691	465	226	5	5	0	0	0	0
Metaldehyde (Tetramer)	161	122	39	9	7	2	2	2	0	142	104	38	6	5	1	1	1	0
Bromacil	876	623	251	8	6	2	6	4	2	691	465	226	7	5	2	6	4	2
Desisopropylatrazine	876	623	251	8	8	0	1	1	0	691	465	226	5	5	0	1	1	0
Ethofumesaat	876	623	251	7	6	1	2	2	0	691	465	226	7	6	1	2	2	0
Glufosinaat	876	623	251	7	7	0	1	1	0	691	465	226	4	4	0	0	0	0
Metolachloor (R/S)	876	623	251	6	5	1	2	2	0	691	465	226	6	5	1	2	2	0
Triadimenol	895	619	274	5	2	3	0	0	0	681	458	223	2	1	1	0	0	0
Clofibrinezuur	876	623	251	5	1	4	5	1	4	691	465	226	5	1	4	5	1	4
Dinoseb	876	623	251	5	4	1	0	0	0	691	465	226	3	3	0	0	0	0
Fipronil	876	623	251	5	4	1	0	0	0	691	465	226	4	3	1	0	0	0
Lenacil	876	623	251	5	5	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Metalaxyl	876	623	251	5	4	1	1	1	0	691	465	226	4	3	1	0	0	0
Flutolanil	876	623	251	4	4	0	1	1	0	691	465	226	2	2	0	1	1	0
Chloorantraniliprol	876	623	251	4	3	1	0	0	0	691	465	226	3	2	1	0	0	0
2,4-Dichloorfenol	877	624	251	4	4	0	0	0	0	691	465	226	3	3	0	0	0	0
Dimetheenamide	876	623	251	4	3	1	0	0	0	691	465	226	4	3	1	0	0	0
Fenuron	876	623	251	3	2	1	0	0	0	691	465	226	2	1	1	0	0	0
Monuron	876	623	251	3	2	1	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Isoprotruron	876	623	251	3	3	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
Pentachloorfenol	877	624	251	3	1	2	3	1	2	691	465	226	3	1	2	3	1	2
Terbutylazine	895	619	274	3	3	0	0	0	0	681	458	223	2	2	0	0	0	0
Clothianidine	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
Dimethyltolylsulfamide (DMST)	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
MCPA	876	623	251	2	1	1	1	1	0	691	465	226	2	1	1	1	1	0
2,3,4-Trichloorfenol	877	624	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
2,4,6-Trichloorfenol	877	624	251	2	1	1	0	0	0	691	465	226	2	1	1	0	0	0
2,4-/2,5-Dichlooraniline	877	624	251	2	2	0	1	1	0	691	465	226	0	0	0	0	0	0
2,6-Dimethylaniline	877	624	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
Aminopyralid	161	122	39	2	1	1	0	0	0	142	104	38	2	1	1	0	0	0
Boscalid	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Chloorpropham	877	624	251	2	1	1	1	1	0	691	465	226	2	1	1	1	1	0
Clopyralid	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Dimethomorph	161	122	39	2	2	0	1	1	0	142	104	38	2	2	0	1	1	0
Fluopyram	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
Fluoroxypyr	161	122	39	2	2	0	2	2	0	142	104	38	2	2	0	2	2	0
Imidacloprid	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Methidathion	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
Methoxyfenozid	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Tebuconazool	876	623	251	2	1	1	0	0	0	691	465	226	2	1	1	0	0	0
Thiamethoxam	895	619	274	2	1	1	0	0	0	681	458	223	2	1	1	0	0	0
trans-Heptachloorepoxide	896	620	274	2	2	0	0	0	0	681	458	223	2	2	0	0	0	0
Triadimefon	895	619	274	2	2	0	1	1	0	681	458	223	2	2	0	1	1	0
1,1-Dichloorethaan	877	624	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
2,3,5-Trichloorfenol	877	624	251	1	0	1	0	0	0	691	465	226	1	0	1	0	0	0
2,3,6-Trichloorfenol	877	624	251	1	0	1	0	0	0	691	465	226	1	0	1	0	0	0
2,4-D	876	623	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
2,4-DDD	877	624	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
2,4-DDT	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
2,5-Dichloorfenol	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
2,6-Dichloorfenol	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
4,4-DDD	877	624	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
4,4-DDE	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
4,4-DDT	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Aldrin	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	0	0	0	0	0	0
Ametryn	876	623	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	0	0	0	0	0	0
Asulam	161	122	39	1	0	1	1	0	1	142	104	38	1	0	1	1	0	1
Chloortoluron	876	623	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Desethylterbutylazine	876	623	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Dicamba	876	623	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
Diffufenican	876	623	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
Epoxiconazol	876	623	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
Fluopicolide	161	122	39	1	1	0	0	0	0	142	104	38	1	1	0	0	0	0
Fluxapyroxad	161	122	39	1	1	0	0	0	0	142	104	38	1	1	0	0	0	0
Iprodione	161	122	39	1	1	0	1	1	0	142	104	38	1	1	0	1	1	0
Iso-Chloridazon	161	122	39	1	1	0	1	1	0	142	104	38	1	1	0	1	1	0
Metaflumizon	876	623	251	1	0	1	0	0	0	691	465	226	1					

Pakket 3. Farmaceutica

afkorting	naam	Alle meetpunten					KRW locaties				
		Aantal metingen			n > rapportagegrens			n > signaleringswaarde			
		totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep	totaal	ondiep	diep	
17aestDol	17alfa estradiol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17bestDol	17beta estradiol	491	491	0	35	0	2	334	334	0	1
fenzn	fenazon	491	491	0	31	0	3	334	334	0	0
carbzmzpe	carbamazepine	491	491	0	28	0	6	334	334	0	0
parctml	paracetamol	491	491	0	24	0	4	334	334	0	1
sulfdmdne	sulfadimidine	491	491	0	18	0	4	334	334	0	4
primdn	primidon	491	491	0	14	0	0	334	334	0	2
jopmdl	jopamidol	491	491	0	9	0	1	334	334	0	0
Dclofnc	diclofenac	491	491	0	7	0	1	334	334	0	1
gemfbzl	gemfibrozil	491	491	0	6	0	0	334	334	0	0
jopmde	jopromide	491	491	0	6	0	1	334	334	0	0
amdTzinr	amidotrizoïnezuur	491	491	0	5	0	0	334	334	0	0
ibpfn	ibuprofen	491	491	0	5	0	3	334	334	0	0
lidcine	lidocaine	491	491	0	5	0	1	334	334	0	1
sulfrmtoazl	sulfamethoxazol	491	491	0	5	0	0	334	334	0	1
jompl	jomeprol	491	491	0	4	0	2	334	334	0	0
sulfprdne	sulfapyridine	490	490	0	3	0	3	334	334	0	1
metpll	metoprolol	491	491	0	3	0	2	334	334	0	0
OxT4ccne	oxytetracycline	491	491	0	3	0	3	334	334	0	0
johxl	johexol	491	491	0	2	0	0	334	334	0	2
joxtlmnzr	joxitalaminezuur	491	491	0	2	0	0	334	334	0	0
napxn	naproxen	491	491	0	2	0	0	334	334	0	0
aztmcne	azitromycine	395	395	0	1	0	1	286	286	0	0
metfmne	metformine	483	483	0	1	0	1	326	326	0	0
cefrxm	cefuroxim	491	491	0	1	0	1	334	334	0	0
clartmcne	claritromycine	491	491	0	1	0	1	334	334	0	0
clindmcne	clindamycine	491	491	0	1	0	0	334	334	0	0
etnetDol	ethinylestradiol	491	491	0	1	0	0	334	334	0	0
fursmde	furosemide	491	491	0	1	0	1	334	334	0	0
HCitazde	hydrochlorothiazide	491	491	0	1	0	1	334	334	0	0
irbstan	irbesartan	491	491	0	1	0	1	334	334	0	0
sotll	sotalol	491	491	0	1	0	1	334	334	0	0
sulfmrzn	sulfamerazin	491	491	0	1	0	1	334	334	0	0
tylsne	tylosine	491	491	0	1	0	1	334	334	0	0

Pakket 4. Overige verontreinigende stoffen

Naam	Alle meetpunten									KRW locaties								
	Aantal metingen			n > rapportagegrens			n > waterkwaliteitseis			Aantal metingen			n > rapportagegrens			n > waterkwaliteitseis		
	total	ondiep	diep	total	ondiep	diep	total	ondiep	diep	total	ondiep	diep	total	ondiep	diep	total	ondiep	diep
N,N-Dimethylsulfamide (DMS)	876	623	251	354	286	68	76	64	12	691	465	226	261	202	59	55	44	11
Bentazon	978	679	297	177	136	41	54	38	16	693	465	228	123	86	37	41	26	15
2,6-Dichloorbenzamide	978	679	297	134	114	20	74	63	11	693	465	228	91	73	18	53	42	11
Mecoprop (MCPP)	978	679	297	92	63	29	20	13	7	693	465	228	60	34	26	14	7	7
Desphenyl-Chloordazon	161	122	39	89	69	20	52	42	10	142	104	38	76	57	19	46	36	10
Methyl-Desphenyl-Chloordazon	161	122	39	56	46	10	30	26	4	142	104	38	46	36	10	26	22	4
AMPA	876	623	251	49	35	14	13	11	2	691	465	226	27	18	9	9	7	2
Glyphosaat	876	623	251	34	30	4	9	9	0	691	465	226	19	16	3	3	3	0
Chloordazon	876	623	251	32	28	4	2	1	1	691	465	226	23	19	4	2	1	1
Dithiocarbamaat als CS2	877	624	251	31	17	14	31	17	14	691	465	226	24	11	13	24	11	13
2-Hydroxy-atrazine	876	623	251	30	30	0	10	10	0	691	465	226	14	14	0	5	5	0
Diuron	876	623	251	22	21	1	2	2	0	691	465	226	13	12	1	2	2	0
DEET (N,N-Diethyl-m-toluamide)	876	623	251	19	16	3	2	2	0	691	465	226	12	9	3	0	0	0
Dinoterb	876	623	251	17	12	5	0	0	0	691	465	226	13	9	4	0	0	0
Simazine	876	623	251	14	14	0	1	1	0	691	465	226	10	10	0	1	1	0
Dikegulac-Natrium	876	623	251	13	6	7	11	5	6	691	465	226	10	3	7	8	2	6
2-Methylthiobenzothiazol	161	122	39	13	13	0	0	0	0	142	104	38	13	13	0	0	0	0
Atrazine	876	623	251	12	12	0	2	2	0	691	465	226	8	8	0	1	1	0
Carbendazim	876	623	251	10	10	0	2	2	0	691	465	226	6	6	0	1	1	0
Desethylatrazine	876	623	251	9	9	0	0	0	0	691	465	226	5	5	0	0	0	0
Metaldehyde (Tetramer)	161	122	39	9	7	2	2	2	0	142	104	38	6	5	1	1	1	0
Bromacil	876	623	251	8	6	2	6	4	2	691	465	226	7	5	2	6	4	2
Desisopropylatrazine	876	623	251	8	8	0	1	1	0	691	465	226	5	5	0	1	1	0
Ethofumesaat	876	623	251	7	6	1	2	2	0	691	465	226	7	6	1	2	2	0
Glufosinaat	876	623	251	7	7	0	1	1	0	691	465	226	4	4	0	0	0	0
Metolachloor (R/S)	876	623	251	6	5	1	2	2	0	691	465	226	6	5	1	2	2	0
Triadimenol	895	619	274	5	2	3	0	0	0	681	458	223	2	1	1	0	0	0
Clofibrinezuur	876	623	251	5	1	4	5	1	4	691	465	226	5	1	4	5	1	4
Dinoseb	876	623	251	5	4	1	0	0	0	691	465	226	3	3	0	0	0	0
Fipronil	876	623	251	5	4	1	0	0	0	691	465	226	4	3	1	0	0	0
Lenacil	876	623	251	5	5	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Metalaxyl	876	623	251	5	4	1	1	1	0	691	465	226	4	3	1	0	0	0
Flutolanil	876	623	251	4	4	0	1	1	0	691	465	226	2	2	0	1	1	0
Chloorantraniliprol	876	623	251	4	3	1	0	0	0	691	465	226	3	2	1	0	0	0
2,4-Dichloorfenol	877	624	251	4	4	0	0	0	0	691	465	226	3	3	0	0	0	0
Dimetheenamide	876	623	251	4	3	1	0	0	0	691	465	226	4	3	1	0	0	0
Fenuron	876	623	251	3	2	1	0	0	0	691	465	226	2	1	1	0	0	0
Monuron	876	623	251	3	2	1	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Isoproturon	876	623	251	3	3	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
Pentachloorfenol	877	624	251	3	1	2	3	1	2	691	465	226	3	1	2	3	1	2
Terbutylazine	895	619	274	3	3	0	0	0	0	681	458	223	2	2	0	0	0	0
Clothianidine	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
Dimethylthiylsulfamide (DMST)	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
MCPA	876	623	251	2	1	1	1	1	0	691	465	226	2	1	1	1	1	0
2,3,4-Trichloorfenol	877	624	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
2,4,6-Trichloorfenol	877	624	251	2	1	1	0	0	0	691	465	226	2	1	1	0	0	0
2,4-/2,5-Dichlooraniline	877	624	251	2	2	0	1	1	0	691	465	226	0	0	0	0	0	0
2,6-Dimethylaniline	877	624	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
Aminopyralid	161	122	39	2	1	1	0	0	0	142	104	38	2	1	1	0	0	0
Boscalid	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Chloorpropham	877	624	251	2	1	1	1	1	0	691	465	226	2	1	1	1	1	0
Clopyralid	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Dimethomorph	161	122	39	2	2	0	1	1	0	142	104	38	2	2	0	1	1	0
Fluopyram	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
Fluroxypyr	161	122	39	2	2	0	2	2	0	142	104	38	2	2	0	2	2	0
Imidacloprid	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Methidathion	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	2	2	0	0	0	0
Methoxyfenozid	876	623	251	2	2	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Tebuconazole	876	623	251	2	1	1	0	0	0	691	465	226	2	1	1	0	0	0
Thiamethoxam	895	619	274	2	1	1	0	0	0	681	458	223	2	1	1	0	0	0
trans-Heptachloorepoxide	896	620	274	2	2	0	0	0	0	681	458	223	2	2	0	0	0	0
Triadimefon	895	619	274	2	2	0	1	1	0	681	458	223	2	2	0	1	1	0
1,1-Dichloorethaan	877	624	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
2,3,5-Trichloorfenol	877	624	251	1	0	1	0	0	0	691	465	226	1	0	1	0	0	0
2,3,6-Trichloorfenol	877	624	251	1	0	1	0	0	0	691	465	226	1	0	1	0	0	0
2,4-D	876	623	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
2,4-DDD	877	624	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
2,4-DDT	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
2,5-Dichloorfenol	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
2,6-Dichloorfenol	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
4,4-DDD	877	624	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
4,4-DDE	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
4,4-DDT	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Aldrin	877	624	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	0	0	0	0	0	0
Ametryn	876	623	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	0	0	0	0	0	0
Asulam	161	122	39	1	0	1	1	0	1	142	104	38	1	0	1	1	0	1
Chloortoluron	876	623	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Desethylterbutylazine	876	623	251	1	1	0	0	0	0	691	465	226	1	1	0	0	0	0
Dicamba	876	623	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
Diffluenican	876	623	251	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
Epoxiconazol	161	122	39	1	1	0	1	1	0	691	465	226	1	1	0	1	1	0
Fluopicolide	161	122	39	1	1	0	0	0	0	142	104	38	1	1	0	0	0	0
Fluxapyroxad	161	122	39	1	1	0	0	0	0	142	104	38	1	1	0	0	0	0
Iprodione	161	122	39	1	1	0	1	1	0	142	104	38	1	1	0	1	1	0
Iso-Chloordazon	161	122	39	1	1	0	1	1	0	142	104	38	1	1	0	1	1	0
Metaflumizone	876	623	251	1	0	1	0	0	0	691	465	226	1					

Bijlage VI

Kaarten anorganische stoffen in pdf files

Toetsingskaarten voor stoffen met norm of drempelwaarden en bollenkaarten voor alle overige stoffen. De kaarten zijn gemaakt voor ondiep en diep grondwater en tevens voor alleen KRW locaties en voor alle locaties.

Deze kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload.

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

Bijlage VII

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 van deze bijlage kunnen apart worden gedownload.

Bijlage VIII

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.

Bijlage IX

Kaarten voor bestrijdingsmiddelen die niet in de top 10 vallen

Toetsingskaarten voor alle overige bestrijdingsmiddelen die niet in de top zijn gevallen.

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload.

Bijlage X

Kaarten voor farmaceutica die niet in de top 10 vallen

Toetsingskaarten voor alle overige farmaceutica die niet in de top zijn gevallen.

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload.

Bijlage XI

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

Toetsingskaarten voor alle overige verontreinigende stoffen die niet in de top zijn gevallen.

De kaarten van deze bijlage kunnen apart worden gedownload.

Bijlage XII

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 meetpunten.

Overschrijdingen top 10 bestrijdingsmiddelen per provincie

	bm totaal			Bentazon			Mecoprop (MCPP)			Dithiocarbamaat			Chloridazon			Glyphosaat			Diuron			DEET			DMS			AMPA			p,p-Dichloorbenzamide			2-Hydroxy-atrazine			EDTA		
%	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>
DRENTHE	50	28	4%	50	10	2%	50	3	0%	50	0	0%	50	3	0%	50	2	0%	50	3	1%	50	0	0%	50	20	0%	50	2	0%	50	2	0%	50	0	0%	50	14	14%
FLEVOLAND	111	25	3%	111	14	1%	111	11	3%	9	0	0%	9	2	0%	9	0	0%	9	0	0%	9	0	0%	9	4	0%	9	2	0%	9	2	0%	9	1	1%	9	0	0%
FRIESLAND	104	24	3%	104	3	1%	104	9	1%	104	1	0%	104	1	0%	104	0	0%	104	0	0%	104	0	0%	104	15	3%	104	3	1%	104	3	1%	104	4	0%	104	32	32%
GELDERLAND	112	85	8%	112	15	2%	112	6	2%	112	0	0%	112	4	0%	112	1	1%	112	5	0%	112	1	0%	112	73	11%	112	2	1%	112	18	6%	112	6	0%	112	63	63%
GRONINGEN	58	16	7%	58	8	3%	58	7	2%	58	0	0%	58	2	0%	58	1	0%	58	0	0%	58	1	0%	58	5	0%	58	3	2%	58	4	1%	58	0	0%	58	23	23%
LIMBURG	43	38	2%	43	13	6%	43	4	2%	43	0	0%	43	2	1%	43	5	2%	43	1	0%	43	11	1%	43	27	17%	43	7	2%	43	18	12%	43	0	0%	43	25	25%
NOORDBRABANT	143	123	46%	143	39	13%	143	15	2%	143	0	0%	143	2	1%	143	6	1%	143	4	0%	143	0	0%	143	94	27%	143	3	1%	143	28	19%	143	7	2%	143	83	83%
NOORDHOLLAND	57	27	6%	57	10	2%	57	4	0%	57	3	3%	57	1	0%	57	5	1%	57	1	0%	57	0	0%	57	14	4%	57	2	1%	57	10	5%	57	2	1%	57	25	25%
OVERIJSSEL	78	35	7%	78	18	4%	78	6	1%	78	0	0%	78	3	0%	78	0	0%	78	0	0%	78	1	0%	78	16	3%	78	3	0%	78	5	2%	78	1	0%	78	41	41%
UTRECHT	72	48	12%	72	10	4%	72	7	0%	72	2	2%	72	3	0%	72	6	1%	72	6	1%	72	5	1%	72	28	7%	72	9	3%	72	16	14%	72	10	4%	72	56	56%
ZEELAND	34	29	7%	34	14	8%	34	1	0%	34	1	1%	34	3	0%	34	2	0%	34	0	0%	34	0	0%	34	15	1%	34	3	0%	34	6	3%	34	1	1%	34	19	19%
ZUID-HOLLAND	117	75	18%	117	23	8%	117	19	7%	117	24	24%	117	6	0%	117	6	3%	117	2	0%	117	0	0%	117	43	3%	117	10	2%	117	13	4%	117	2	1%	117	74	74%

	bm totaal			Bentazon			Mecoprop (MCPP)			Dithiocarbamaat			Chloridazon			Glyphosaat			Diuron			DEET			DMS			AMPA			p,p-Dichloorbenzamide			2-Hydroxy-atrazine			EDTA		
%	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>	n	n>det	%>
DRENTHE	50	28	4%	50	10	2%	50	3	0%	50	0	0%	50	3	0%	50	2	0%	50	3	1%	50	0	0%	50	20	0%	50	2	0%	50	2	0%	50	0	0%	50	14	14%
FLEVOLAND	111	25	3%	111	14	1%	111	11	3%	9	0	0%	9	2	0%	9	0	0%	9	0	0%	9	0	0%	9	4	0%	9	2	0%	9	2	0%	9	1	1%	9	0	0%
FRIESLAND	104	24	3%	104	3	1%	104	9	1%	104	1	0%	104	1	0%	104	0	0%	104	0	0%	104	0	0%	104	15	3%	104	3	1%	104	3	1%	104	4	0%	104	32	32%
GELDERLAND	112	85	8%	112	15	2%	112	6	2%	112	0	0%	112	4	0%	112	1	1%	112	5	0%	112	1	0%	112	73	11%	112	2	1%	112	18	6%	112	6	0%	112	63	63%
GRONINGEN	58	16	7%	58	8	3%	58	7	2%	58	0	0%	58	2	0%	58	1	0%	58	0	0%	58	1	0%	58	5	0%	58	3	2%	58	4	1%	58	0	0%	58	23	23%
LIMBURG	43	38	2%	43	13	6%	43	4	2%	43	0	0%	43	2	1%	43	5	2%	43	1	0%	43	11	1%	43	27	17%	43	7	2%	43	18	12%	43	0	0%	43	25	25%
NOORDBRABANT	143	123	46%	143	39	13%	143	15	2%	143	0	0%	143	2	1%	143	6	1%	143	4	0%	143	0	0%	143	94	27%	143	3	1%	143	28	19%	143	7	2%	143	83	83%
NOORDHOLLAND	57	27	6%	57	10	2%	57	4	0%	57	3	3%	57	1	0%	57	5	1%	57	1	0%	57	0	0%	57	14	4%	57	2	1%	57	10	5%	57	2	1%	57	25	25%
OVERIJSSEL	78	35	7%	78	18	4%	78	6	1%	78	0	0%	78	3	0%	78	0	0%	78	0	0%	78	1	0%	78	16	3%	78	3	0%	78	5	2%	78	1	0%	78	41	41%
UTRECHT	72	48	12%	72	10	4%	72	7	0%	72	2	2%	72	3	0%	72	6	1%	72	6	1%	72	5	1%	72	28	7%	72	9	3%	72	16	14%	72	10	4%	72	56	56%
ZEELAND	34	29	7%	34	14	8%	34	1	0%	34	1	1%	34	3	0%	34	2	0%	34	0	0%	34	0	0%	34	15	1%	34	3	0%	34	6	3%	34	1	1%	34	19	19%
ZUID-HOLLAND	117	75	18%	117	23	8%	117	19	7%	117	24	24%	117	6	0%	117	6	3%	117	2	0%	117	0	0%	117	43	3%	117	10	2%	117	13	4%	117	2	1%	117	74	74%

Overschrijdingen top 10 bestrijdingsmiddelen per grondwaterlichaam

	lim totaal			Bentazon			Mecoprop (MCP)			Dithiocarbamaat			Chlordazon			Glyphosaat			Diuron			DEET			OM5			AMPA			2,4-Dichlooreenamide			2-Hydroxy-atrazine			EDTA		
	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm	n	%	norm
NGW0001	43	21	1	43	8	3	43	7	2	43	0	0	43	3	0	43	1	0	43	1	0	43	1	0	43	12	0	43	2	0	43	3	1	43	0	0	43	21	21
NGW0002	37	12	3	37	0	0	37	2	0	37	0	0	37	1	0	37	1	0	37	0	0	37	0	0	37	8	2	37	0	0	37	4	0	37	0	0	37	8	8
NGW0003	134	81	9	134	28	4	134	8	1	134	0	0	134	5	0	134	2	0	134	5	0	134	2	0	134	49	4	134	5	1	134	13	5	134	5	0	134	65	65
NGW0004	181	69	9	181	16	2	181	14	4	181	0	0	181	2	0	181	1	0	181	3	1	181	0	0	181	34	2	181	6	0	181	19	7	181	5	4	181	35	35
NGW0005	26	23	5	26	2	0	26	1	0	26	0	0	26	0	0	26	1	0	26	0	0	26	0	0	26	18	5	26	2	0	26	13	12	26	0	0	26	19	19
NGW0006	168	149	62	168	51	13	168	19	4	168	0	0	168	5	2	168	9	1	168	5	0	168	10	0	168	110	33	168	9	3	168	40	28	168	7	2	168	102	102
NGW0007	36	7	0	36	1	0	36	2	0	36	0	0	36	0	0	36	0	0	36	0	0	36	0	0	36	0	0	36	3	0	36	3	0	36	0	0	36	15	15
NGW0008	8	1	0	8	1	0	8	1	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	1	0	8	0	0	8	1	1
NGW0009	20	6	1	20	2	0	20	1	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	7	7
NGW0010	40	6	3	40	5	1	40	2	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	6	1	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	11	11
NGW0011	46	29	9	46	10	3	46	10	2	46	17	17	46	3	1	46	3	1	46	1	0	46	0	0	46	13	3	46	2	0	46	9	3	46	2	1	46	33	33
NGW0012	83	60	8	83	21	4	83	12	2	83	5	1	83	6	0	83	5	1	83	4	0	83	4	1	83	48	13	83	5	3	83	9	3	83	8	1	83	55	55
NGW0013	2	1	2	2	0	0	2	1	0	2	1	1	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	1	1	2	0	0	2	2	2
NGW0014	38	7	0	38	0	0	38	1	1	38	1	1	38	0	0	38	0	0	38	0	0	38	0	0	38	2	0	38	2	0	38	0	0	38	0	0	38	9	9
NGW0015	84	40	12	84	17	9	84	7	4	84	4	4	84	6	0	84	7	3	84	2	0	84	0	0	84	20	1	84	10	3	84	7	4	84	2	1	84	43	43
NGW0016	4	2	0	4	0	0	4	0	0	4	2	2	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	2	2
NGW0017	11	9	4	11	2	0	11	0	0	11	0	0	11	0	0	11	2	2	11	0	0	11	0	0	11	8	7	11	0	0	11	5	2	11	0	0	11	6	6
NGW0018	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
NGW0019	8	7	1	8	3	1	8	0	0	8	0	0	8	2	0	8	1	0	8	0	0	8	0	0	8	5	1	8	0	0	8	1	0	8	1	1	8	3	3
NGW0020	15	14	2	14	7	4	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	10	1	14	1	0	14	3	2	14	0	0	14	13	13
NGW0021	13	10	4	13	4	3	13	1	0	13	1	1	13	1	1	13	1	1	13	1	1	13	0	0	13	2	0	13	2	0	13	2	1	13	0	0	13	3	3
NGW0022	43	49%	2%	43	13%	7%	43	16%	5%	43	0%	0%	43	7%	0%	43	2%	0%	43	2%	0%	43	2%	0%	43	28%	0%	43	3%	0%	43	7%	2%	43	0%	0%	43	49%	49%
NGW0023	37	32%	9%	37	0%	0%	37	5%	0%	37	0%	0%	37	3%	0%	37	3%	0%	37	0%	0%	37	0%	0%	37	22%	0%	37	0%	0%	37	16%	11%	37	0%	0%	37	32%	32%
NGW0024	134	60%	9%	134	12%	4%	134	14%	1%	134	0%	0%	134	5%	0%	134	2%	0%	134	5%	0%	134	2%	0%	134	33%	0%	134	0%	0%	134	10%	10%	134	0%	0%	134	65%	65%
NGW0025	181	59%	9%	181	15%	5%	181	16%	2%	181	0%	0%	181	2%	0%	181	1%	0%	181	3%	1%	181	0%	0%	181	37%	0%	181	6%	0%	181	24%	24%	181	0%	0%	181	72%	72%
NGW0026	26	88%	13%	26	8%	6%	26	6%	2%	26	0%	0%	26	0%	0%	26	0%	0%	26	0%	0%	26	0%	0%	26	69%	0%	26	8%	0%	26	50%	46%	26	0%	0%	26	73%	73%
NGW0027	168	89%	37%	168	36%	11%	168	11%	2%	168	0%	0%	168	3%	1%	168	5%	1%	168	3%	0%	168	0%	0%	168	65%	0%	168	5%	2%	168	24%	17%	168	4%	1%	168	61%	61%
NGW0028	36	19%	0%	36	3%	0%	36	6%	0%	36	0%	0%	36	0%	0%	36	0%	0%	36	0%	0%	36	0%	0%	36	8%	0%	36	0%	0%	36	0%	0%	36	0%	0%	36	42%	42%
NGW0029	8	13%	0%	8	13%	0%	8	13%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	13%	0%	8	0%	0%	8	13%	13%
NGW0030	20	20%	5%	20	10%	5%	20	20%	0%	20	0%	0%	20	0%	0%	20	0%	0%	20	0%	0%	20	0%	0%	20	20%	5%	20	0%	0%	20	0%	0%	20	0%	0%	20	35%	35%
NGW0031	18	33%	17%	18	17%	17%	18	11%	6%	18	0%	0%	18	0%	0%	18	0%	0%	18	0%	0%	18	0%	0%	18	33%	0%	18	0%	0%	18	6%	0%	18	0%	0%	18	72%	72%
NGW0032	46	63%	20%	46	22%	2%	46	22%	2%	46	37%	37%	46	2%	0%	46	7%	2%	46	2%	0%	46	0%	0%	46	28%	7%	46	4%	0%	46	20%	7%	46	4%	2%	46	72%	72%
NGW0033	83	72%	10%	83	25%	5%	83	14%	2%	83	6%	6%	83	7%	0%	83	6%	1%	83	5%	0%	83	5%	1%	83	58%	16%	83	6%	4%	83	11%	4%	83	10%	1%	83	66%	66%
NGW0034	2	50%	50%	2	50%	0%	2	50%	0%	2	50%	50%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	50%	0%	2	0%	0%	2	50%	50%	2	0%	0%	2	100%	100%
NGW0035	38	18%	0%	38	0%	0%	38	3%	0%	38	3%	3%	38	0%	0%	38	0%	0%	38	0%	0%	38	0%	0%	38	0%	0%	38	0%	0%	38	0%	0%	38	0%	0%	38	24%	24%
NGW0036	84	48%	14%	84	20%	11%	84	8%	4%	84	5%	5%	84	7%	0%	84	8%	4%	84	2%	0%	84	0%	0%	84	24%	1%	84	5%	0%	84	8%	5%	84	2%	1%	84	51%	51%
NGW0037	4	50%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	50%	50%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	50%	50%
NGW0038	11	82%	38%	11	18%	0%	11	0%	0%	11	0%	0%	11	0%	0%	11	18%	18%	11	5%	0%	11	5%	0%	11	23%	64%	11	0%	0%	11	45%	18%	11	0%	0%	11	55%	55%
NGW0039	8	6%	11%	8	38%	13%	8	0%	0%	8	1%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	6%	1%	8	0%	0%	8	1%	0%	8	0%	0%	8	50%	50%
NGW0040	15	83%	11%	14	56%	29%	14	0%	0%	14	0%	0%	14	0%	0%	14	0%	0%	14	0%	0%	14	0%	0%	14	71%	2%	14	2%	0%	14	21%	14%	14	0%	0%	14	87%	87%
NGW0041	13	77%	31%	13	31%	23%	13	8%	0%	13	8%	8%	13	8%	0%	13	8%	0%	13	0%	0%	13	0%	0%	13	15%	0%	13	15%	0%	13	15%	8%	13	0%	0%	13	23%	23%

Overschrijdingen top 10 farmaceutica per provincie

	17bestDol			fenzn			carbnzgne			parctml			sulfmdne			jopmdl			Dclofnc			jopmde			ibpfn			lidlnc			bisfoLA		
	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.
DRENTHE	24	2	0	24	0	0	24	1	0	24	0	0	24	1	0	24	0	0	24	0	0	24	1	0	24	0	0	24	0	0	24	3	0
Drenthe	6	1	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	1	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
FLEVOLAND	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0
FRIESLAND	53	5	0	53	3	0	53	0	0	53	0	0	53	0	0	53	0	0	53	0	0	53	0	0	53	0	0	53	0	0	53	9	0
GELDERLAND	113	16	0	113	7	0	113	7	1	113	0	0	113	6	2	113	2	0	113	1	0	113	0	0	113	0	0	113	0	0	113	20	3
GRONINGEN	36	2	2	36	1	0	36	2	1	36	9	1	36	1	1	36	0	0	36	1	0	36	1	0	36	0	0	36	1	0	36	6	0
LIMBURG	8	0	0	8	0	0	8	1	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	1	1	8	0	0
NOORDBRABANT	60	1	0	60	0	0	60	2	0	60	6	3	60	1	0	60	1	0	60	0	0	60	0	0	60	0	0	60	0	0	60	11	1
NOORDHOLLAND	58	4	0	58	5	0	58	0	0	58	3	0	58	2	0	58	0	0	58	1	0	58	0	0	58	1	1	58	0	0	58	9	2
OVERIJSEL	13	0	0	13	0	0	13	2	0	13	0	0	13	0	0	13	2	0	13	0	0	13	0	0	13	0	0	13	0	0	13	0	0
UTRECHT	60	2	0	60	9	2	60	7	3	60	6	0	60	5	1	60	3	0	60	4	1	60	2	1	60	3	2	60	3	0	60	21	2
ZEELAND	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	1	1
ZUID HOLLAND	54	2	0	54	6	1	54	6	1	54	0	0	54	1	0	54	1	1	54	0	0	54	2	0	54	1	0	54	0	0	54	13	3

	17bestDol			fenzn			carbnzgne			parctml			sulfmdne			jopmdl			Dclofnc			jopmde			ibpfn			lidlnc			bisfoLA		
	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.	n	>det	%>sign.
DRENTHE	24	8%	0%	24	0%	0%	24	4%	0%	24	0%	0%	24	4%	0%	24	0%	0%	24	0%	0%	24	4%	0%	24	0%	0%	24	0%	0%	24	13%	0%
Drenthe	6	17%	0%	6	0%	0%	6	0%	0%	6	0%	0%	6	17%	0%	6	0%	0%	6	0%	0%	6	0%	0%	6	0%	0%	6	0%	0%	6	0%	0%
FLEVOLAND	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%	4	0%	0%
FRIESLAND	53	9%	0%	53	6%	0%	53	0%	0%	53	0%	0%	53	0%	0%	53	0%	0%	53	0%	0%	53	0%	0%	53	0%	0%	53	0%	0%	53	17%	0%
GELDERLAND	113	14%	0%	113	6%	0%	113	6%	1%	113	0%	0%	113	5%	2%	113	2%	0%	113	1%	0%	113	0%	0%	113	0%	0%	113	0%	0%	113	18%	3%
GRONINGEN	36	6%	6%	36	3%	0%	36	6%	3%	36	25%	3%	36	3%	3%	36	0%	0%	36	3%	0%	36	3%	0%	36	0%	0%	36	3%	0%	36	17%	0%
LIMBURG	8	0%	0%	8	0%	0%	8	13%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	0%	0%	8	13%	0%	8	0%	0%
NOORDBRABANT	60	2%	0%	60	0%	0%	60	3%	0%	60	10%	5%	60	2%	0%	60	2%	0%	60	0%	0%	60	0%	0%	60	0%	0%	60	0%	0%	60	18%	2%
NOORDHOLLAND	58	7%	0%	58	9%	0%	58	0%	0%	58	5%	0%	58	3%	0%	58	0%	0%	58	2%	0%	58	0%	0%	58	2%	2%	58	0%	0%	58	16%	3%
OVERIJSEL	13	0%	0%	13	0%	0%	13	15%	0%	13	0%	0%	13	0%	0%	13	15%	0%	13	0%	0%	13	0%	0%	13	0%	0%	13	0%	0%	13	0%	0%
UTRECHT	60	3%	0%	60	15%	3%	60	12%	5%	60	10%	0%	60	8%	2%	60	5%	0%	60	7%	2%	60	3%	2%	60	5%	3%	60	5%	0%	60	35%	3%
ZEELAND	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%	2	50%	0%
ZUID HOLLAND	54	4%	0%	54	11%	2%	54	11%	2%	54	0%	0%	54	2%	0%	54	2%	2%	54	0%	0%	54	4%	0%	54	2%	0%	54	0%	0%	54	24%	6%

Overschrijdingen top 10 farmaceutica per grondwaterlichaam

[illegible][illegible]

Overschrijdingen top 10 overige verontreinigende stoffen per provincie

	som overige verontreinigingen				PFOA				TIC3yPO4				Fen				ClytCayEtr				DEHP				Tol				TIC4yPO4				tris2CoxC2y			
	n	n>det	lim	waarde	n	n>det	lim	waarde	n	n>det	lim	waarde	n	n>det	lim	waarde	n	n>det	lim	waarde	n	n>det	lim	waarde	n	n>det	lim	waarde	n	n>det	lim	waarde	n	n>det	lim	waarde
DRENTHE	24	14	14		24	0	0	0	24	1	0	0	24	1	0	0	24	0	0	0	24	1	1	1	24	1	1	1	24	0	0	0	24	0	0	
Drenthe	6	2	2	6	6	0	0	6	6	1	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	
FLEVOLAND	4	4	4	4	4	0	0	4	4	1	1	1	4	2	1	1	4	1	1	1	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	
FRIESLAND	53	36	36	53	2	0	0	53	2	2	2	53	4	0	0	53	1	1	1	53	1	1	1	53	0	0	0	53	0	0	0	53	5	5		
GELDERLAND	113	77	77	113	1	0	0	113	7	5	113	7	1	113	7	1	113	3	3	3	113	2	2	2	113	3	3	3	113	3	2	113	1	1		
GRONINGEN	36	29	29	36	0	0	0	36	2	1	36	1	1	36	1	1	36	2	2	2	36	2	2	2	36	0	0	0	36	0	0	0	36	1	1	
LIMBURG	12	8	8	12	1	0	0	12	0	0	12	0	0	12	0	0	12	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0	
NOORDBRABANT	60	43	43	60	14	10	10	60	2	1	60	3	0	60	2	2	60	2	2	2	60	0	0	0	60	0	0	0	60	1	0	60	0	0		
NOORDHOLLAND	58	39	39	58	10	3	3	58	1	1	58	2	0	58	1	1	58	7	7	7	58	2	2	2	58	0	0	0	58	0	0	0	58	0	0	
OVERISSEL	7	6	6	7	0	0	0	7	1	1	7	0	0	7	0	0	7	1	1	1	7	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	
UTRECHT	60	57	57	60	10	0	0	60	13	13	60	1	0	60	7	7	60	3	3	3	60	3	3	3	60	5	5	5	60	8	1	60	2	2		
ZEELAND	2	1	1	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	
ZUID HOLLAND	54	52	52	54	14	4	4	54	11	10	54	10	0	54	3	3	54	4	4	4	54	6	6	6	54	6	6	6	54	3	0	54	6	6		
ov totaal	n	%>det	%sign.	waarde	n	%>det	%sign.	waarde	n	%>det	%sign.	waarde	n	%>det	%sign.	waarde	n	%>det	%sign.	waarde	n	%>det	%sign.	waarde	n	%>det	%sign.	waarde	n	%>det	%sign.	waarde	n	%>det	%sign.	waarde
DRENTHE	24	58%	58%		24	0%	0%	0	24	4%	0%	0	24	4%	4%	4%	24	0%	0%	0	24	4%	4%	4%	24	4%	4%	4%	24	0%	0%	0	24	0%	0%	
Drenthe	6	33%	33%		6	0%	0%	6	6	17%	0%	0	6	0%	0%	0	6	0%	0%	0	6	0%	0%	0	6	0%	0%	0	6	0%	0%	6	0%	0%		
FLEVOLAND	4	100%	100%		4	0%	0%	4	4	25%	25%	4	4	50%	25%	4	4	25%	25%	4	4	0%	0%	0	4	0%	0%	0	4	0%	0%	4	0%	0%		
FRIESLAND	53	68%	68%	53	4%	0%	0	53	8%	8%	6%	113	6%	6%	6%	113	3%	3%	3%	113	2%	2%	2%	53	0%	0%	0	53	0%	0%	53	9%	9%	53	9%	9%
GELDERLAND	113	68%	68%	113	1%	0%	0	113	6%	4%	4%	113	6%	4%	4%	113	3%	3%	3%	113	2%	2%	2%	113	3%	3%	3%	113	3%	2%	113	1%	1%	113	1%	1%
GRONINGEN	36	81%	81%	36	0%	0%	0	36	6%	3%	3%	36	3%	3%	3%	36	3%	3%	3%	36	6%	6%	6%	36	0%	0%	0	36	0%	0%	36	3%	3%	36	3%	3%
LIMBURG	12	67%	67%	12	8%	0%	0	12	0%	0%	0	12	0%	0%	0	12	8%	8%	8%	12	0%	0%	0	12	0%	0%	0	12	0%	0%	12	0%	0%	12	0%	0%
NOORDBRABANT	60	72%	72%	60	23%	17%	17	60	3%	2%	2%	60	5%	0%	0	60	3%	3%	3%	60	0%	0%	0	60	0%	0%	0	60	2%	0%	60	0%	0%	60	0%	0%
NOORDHOLLAND	58	67%	67%	58	17%	5%	5	58	2%	2%	2%	58	3%	0%	0	58	2%	2%	2%	58	12%	12%	12%	58	3%	3%	3	58	0%	0%	58	0%	0%	58	0%	0%
OVERISSEL	7	86%	86%	7	0%	0%	0	7	14%	14%	14%	7	0%	0%	0	7	14%	14%	14%	7	0%	0%	0	7	0%	0%	0	7	0%	0%	7	0%	0%	7	0%	0%
UTRECHT	60	95%	95%	60	17%	0%	0	60	22%	22%	22%	60	2%	0%	0	60	12%	12%	12%	60	5%	5%	5%	60	8%	8%	8	60	13%	2%	60	3%	3%	60	3%	3%
ZEELAND	2	50%	50%	2	0%	0%	0	2	0%	0%	0	2	0%	0%	0	2	0%	0%	0	2	0%	0%	0	2	0%	0%	0	2	0%	0%	2	0%	0%	2	0%	0%
ZUID HOLLAND	54	96%	96%	54	26%	7%	7	54	20%	19%	19%	54	19%	0%	0	54	6%	6%	6%	54	7%	7%	7%	54	11%	11%	11	54	6%	0%	54	11%	11%	54	11%	11%

[illegible]