

BTO 2019.016 | Maart 2019

BTO rapport

Gewasbeschermings-
middelen en hun
afbraakproducten in
Nederlandse
drinkwaterbronnen

BTO

Gewasbeschermingsmiddelen en hun afbraakproducten in Nederlandse drinkwaterbronnen

BTO 2019.016 | Maart 2019

Opdrachtnummer

400554/125

Projectmanager

Stefan Kools

Opdrachtgever

Bedrijfstakonderzoek (BTO)

Kwaliteitsborger

Annemarie van Wezel

Auteurs

Arnaut van Loon, Rosa Sjerps en Klaasjan Raat

Verzonden aan

Dit rapport is openbaar

Jaar van publicatie
2019

Meer informatie

Dr. Ir. Arnaut van Loon
T 030 606 9550
E Arnaut.van.Loon@kwrwater.nl

Keywords:

gewasbeschermingsmiddelen,
drinkwaterbronnen,
oppervlaktewater, grondwater

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



BTO 2019.016 | Maart 2019 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorwoord

In het kader van het bedrijfstak onderzoek van Nederlandse drinkwaterbedrijven en De Watergroep (België) heeft KWR gedurende de periode 2015-2018 onderzoek gedaan naar het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen en hun afbraakproducten in drinkwaterbronnen. In dit onderzoek zijn tevens analysetechnieken ontwikkeld om recent op de markt verschenen gewasbeschermingsmiddelen in water te kunnen waarnemen. Dit onderzoek is uitgevoerd onder begeleiding van de themagroepen Nieuwe Stoffen en Duurzame Bronnen en Watersystemen.

De resultaten van bovengenoemd onderzoek zijn gedocumenteerd in Sjerps e.a. (2017), een technische achtergrondrapport waarin de stoffen centraal staan. Het hoofddoel van dit rapport was om bij te dragen aan een effectieve en actuele monitoring van gewasbeschermingsmiddelen ten behoeve van bronbescherming en de productie van drinkwater. Het rapport is opgesteld voor experts met een technisch inhoudelijke achtergrond op het gebied van analysetechnieken voor organische microverontreinigingen of de verspreiding van gewasbeschermingsmiddelen in het milieu.

In het onderhavige rapport worden de resultaten van het BTO-onderzoek naar gewasbeschermingsmiddelen op een laagdrempeliger wijze ontsloten, waarbij niet de stoffen, maar de drinkwaterbronnen centraal staan. De doelgroep voor dit rapport zijn beleidsmedewerkers en bestuurders binnen en buiten de bedrijfstak, waaronder overheden, gebiedspartners, land- en tuinbouworganisaties, industrie en het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb).

Voor inhoudelijk deskundigen vormt het onderhavige rapport een uitgebreide samenvatting van het technische achtergrondrapport (Sjerps e.a., 2017).

Terminologie en definities

Freatisch grondwater: grondwater in een pakket van zand of kalksteen, dat aan de bovenkant niet is afgedekt door een beschermende, slecht waterdoorlatende klei- of leemlaag. Freatisch grondwater is vaak ondiep grondwater en kwetsbaar voor kwaliteitsinvloeden door activiteiten en processen aan het landoppervlak.

Gewasbeschermingsmiddel (volgens de Verordening Gewasbescherming 1107/2009): middelen in de vorm waarin zij aan de gebruiker worden geleverd die geheel of gedeeltelijk bestaan uit werkzame stoffen, beschermstoffen of synergisten, en die bestemd zijn voor een van de volgende toepassingen:

- de bescherming van planten of plantaardige producten tegen alle schadelijke organismen;
- het beïnvloeden van de levensprocessen van planten, zoals het beïnvloeden van hun groei, voor zover het niet gaat om nutritieve stoffen;
- de bewaring van plantaardige producten;
- de vernietiging van ongewenste planten of delen van planten;
- de beperking of voorkoming van de ongewenste groei van planten.

Gewasbeschermingsmiddelen zijn alle bestrijdingsmiddelen met uitzondering van biociden.

Gemengd ruwwater: het mengsel van via meerdere winputten opgepompt grondwater dat de grondstof voor het drinkwaterproductieproces vormt.

Grondwaterwinning: een cluster van winputten voor het oppompen van grondwater. Dit grondwater bestaat geheel of grotendeels uit (jaren-decennia oud) geïnfiltreerd regenwater ('systeemeigen grondwater'), maar bijmenging door andere waterbronnen, zoals geïnfiltreerd oppervlaktewater, is mogelijk.

Individueel ruwwater: het grondwater dat via een onttrekkingsput wordt opgepompt ten behoeve van de productie van drinkwater.

Interceptiewinning: een onttrekkingsput die is afgekoppeld van het drinkwaterproductieproces en dienst doet om een verontreiniging af te vangen zodat verontreiniging van de overige winputten wordt voorkomen.

Niet-freatische grondwaterwinning: een grondwaterwinning uit spanningswater.

Norm: drempelwaarde voor de concentratie van een stof in water die gebruikt wordt als beoordelingscriterium voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater.

Oppervlaktewaterwinning: drinkwaterwinning waar oppervlaktewater direct of indirect de grondstof vormt voor het drinkwaterproductieproces. In deze studie rekenen we ook de duin- en oeverinfiltratiewinningen tot de oppervlaktewaterwinningen, naast de winningen waar oppervlaktewater direct gezuiverd wordt.

Rapportagegrens: de laagste concentratie van een stof in een monster die gerapporteerd wordt aan de opdrachtgever

Semi-freatisch grondwater: grondwater in een pakket van zand of kalksteen, dat aan de bovenkant gedeeltelijk is afgedekt door een beschermende, slecht waterdoorlatende klei- of leemlaag. Semi-freatisch grondwater kan zowel diep- als ondiep grondwater zijn en is vaak matig kwetsbaar voor kwaliteitsinvloeden door activiteiten en processen aan het landoppervlak.

(Semi-)freatische grondwaterwinning: een grondwaterwinning uit freatisch of semi-freatisch grondwater.

Selectieve inname: de inname van oppervlaktewater op basis van actuele kwaliteitsgegevens, zodat de inname van water van onvoldoende kwaliteit wordt beperkt of voorkomen.

Spanningswater: grondwater in een pakket van zand of kalksteen, dat aan de bovenkant goed is afgedekt door een beschermende, slecht waterdoorlatende klei- of leemlaag. Spanningswater is vaak diep en weinig of niet kwetsbaar voor kwaliteitsinvloeden door activiteiten en processen aan het landoppervlak.

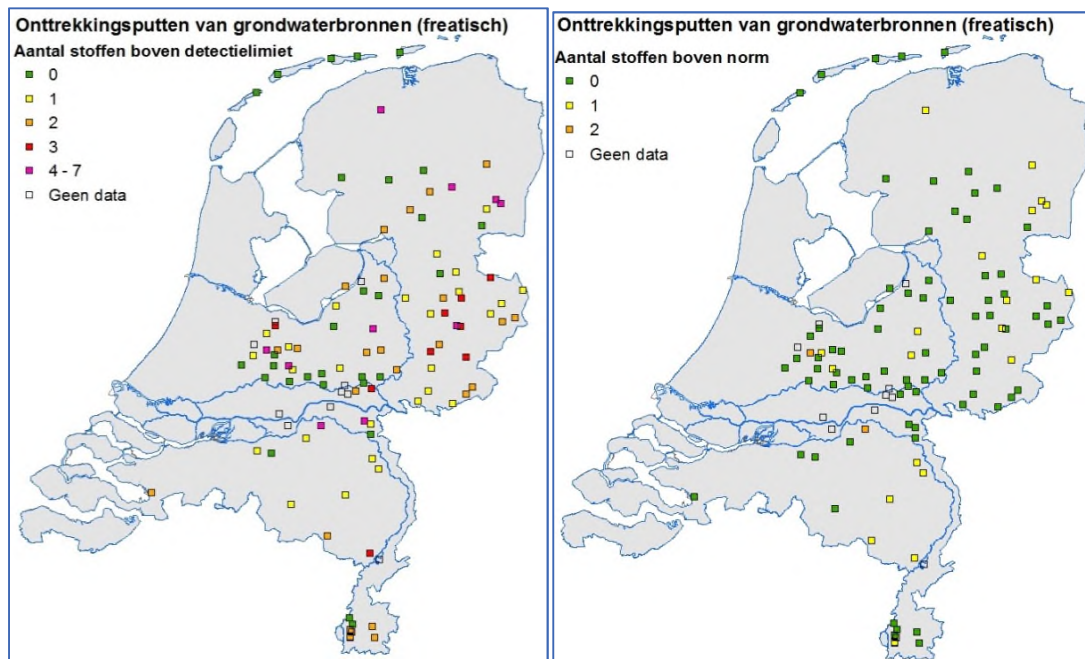
Verzameld Onttrokken Grondwater (VOG): Het grondwater dat met winputten of drains wordt gewonnen door duin- en oeverinfiltratiewinningen. Dit grondwater bestaat voor een groot deel uit geïnfiltreerd, al dan niet voorgezuiverd, oppervlaktewater uit het hoofdsysteem, en kan bijmenging van andere waterbronnen bevatten, zoals systeemeigen grondwater (geïnfiltreerd regenwater) of geïnfiltreerd oppervlaktewater uit het regionale systeem.

BTO Managementsamenvatting

Nederlandse drinkwaterbronnen kwetsbaar voor gewasbeschermingsmiddelen

Auteurs dr.ir. Arnaut van Loon, Rosa Sjerps MSC, dr. Klaasjan Raat

Bij innamepunten van oppervlaktewater voor drinkwaterproductie en voorraadbekkens worden sporen van meerdere gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. Op veel locaties zaten daar norm-overschrijdende concentraties bij. Ook bij het merendeel van de freatische grondwaterwinningen komen sporen van gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten voor. Dit blijkt uit een studie waarin een landelijk overzicht is gemaakt van het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen, inclusief hun afbraakproducten, in drinkwaterbronnen. In regionaal en landelijk beleid moet het drinkwaterbelang sterker worden geborgd om de benodigde zuiveringsinspanning conform de voorschriften van de Kaderrichtlijn Water zo veel mogelijk te beperken. Omdat de gewasbeschermingsmiddelenmarkt doorlopend verandert, is het noodzakelijk regelmatig de inspanningen tegen het licht te houden die worden geleverd om drinkwaterbronnen langdurig veilig te stellen.



Voorkomen (waarneming boven rapportagegrens, links) en normoverschrijding (waarneming boven norm, rechts) van gewasbeschermingsmiddelen of hun afbraakproducten in individuele winputten van freatische grondwaterbronnen.

Belang: meer zicht op risico's van gewasbeschermingsmiddelen voor de drinkwatervoorziening

Volgens ILT voldeed in 2016 99,9% van de metingen in drinkwater aan de gestelde drinkwaternormen voor de destijds bekende stoffen. Toch blijkt uit recent onderzoek dat de kwaliteit van de Nederlandse waterbronnen onder druk staat

als gevolg van menselijke activiteiten, zoals het gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen, historische bodemverontreinigingen en nieuwe stoffen. Deze studie richt zich op gewasbeschermingsmiddelen. Deze komen in het milieu terecht door verwaaiing, afspoeling naar oppervlaktewater en uitspoeling naar grondwater. Tijdens transport van het middel

tussen toepassingslocatie en grondwaterwinning of innamepunt, kan geheel of gedeeltelijke afbraak plaatsvinden. Ook de gevormde afbraakproducten kunnen de waterbron verontreinigen.

De toegelaten groep gewasbeschermingsmiddelen bevat zeer uiteenlopende stoffen en is continue aan verandering onderhevig doordat middelen worden verboden of nieuw worden aangeboden. Zo waren in 2017 ruim 850 middelen toegestaan op de Nederlandse markt, waaronder een aantal als alternatief voor inmiddels uitgesloten middelen. De continue ontwikkelingen in het pakket aan gewasbeschermingsmiddelen stellen beleidsmakers en waterbedrijven voor grote uitdagingen in de drinkwatervoorziening. Zij moeten tijdig anticiperen op nieuwe inzichten met betrekking tot de risico's rond het gebruik ervan.

Aanpak: landelijk overzicht oude én nieuwe gewasbeschermingsmiddelen

Dit rapport geeft voor Nederlandse drinkwaterbronnen een overzicht welke oude én nieuwe gewasbeschermingsmiddelen erin voorkomen, inclusief hun afbraakproducten. Gekeken is naar zowel grondwaterbronnen als oppervlaktewaterbronnen, met voor elk een indeling in verschillende brontypen. Voor grondwaterbronnen betreft dit: (1) grondwater in waarnemingsfilters binnen intrekgebieden, (2) grondwater dat in individuele winputten is opgepompt, en (3) het gemengde ruwwater. Voor oppervlaktewaterbronnen gaat het om: (1) innamepunten en voorraadbekkens, en (2) het Verzameld Onttrokken Grondwater (VOG) van duin- en oeverinfiltratiewinningen. Daarnaast is een quick-scan uitgevoerd voor middelen die recent op de markt zijn verschenen, en met een nieuw ontwikkelde analysetechniek op verschillende locaties in grond- en oppervlaktewaterbronnen zijn waargenomen.

Resultaten: gewasbeschermingsmiddelen op grote schaal aangetroffen in drinkwaterbronnen

Gedurende de periode 2010-2014 zijn bij alle innamepunten en voorraadbekkens minimaal één keer sporen van meerdere gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. Bij 75% van de locaties zaten daar ook (tenminste eenmalig) normoverschrijdingen bij. In het Verzameld Onttrokken Grondwater van duin- en oeverinfiltratiewinningen zaten aanzienlijk minder gewasbeschermingsmiddelen, en traden minder

normoverschrijdingen op. Toch kwamen ook hier minimaal één keer sporen van gewasbeschermingsmiddelen voor, waarvan soms in norm-overschrijdende concentraties.

Binnen een eenmalige meetronde voor 24 nieuwe gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater zijn de neonicotinoïde (anti-insectenmiddelen die bijdragen aan bijensterfte) thiamethoxam en de fungicide (anti-schimmel) fluopyram in norm-overschrijdende concentraties aangetroffen.

Bij 70 van de 99 freatische grondwaterwinningen zijn sporen van gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten gevonden. In 15% van de gevallen leidde dit tot minimaal één normoverschrijding voor één of meer stoffen in het gemengd ruwwater. Voor niet-freatische (diepe) grondwaterwinningen zijn de problemen minder omvangrijk. Maar ook daar doken in 20% van de gevallen sporen van gewasbeschermingsmiddelen op, soms tot boven de norm. In één situatie werd de norm in het gemengd ruwwater overschreden.

Implementatie: sterkere borging van het drinkwaterbelang in regionaal en landelijk beleid Nederlandse grond- en oppervlaktewaterbronnen zijn kwetsbaar voor verontreiniging met oude én nieuwe gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten daarvan. Ook in de toekomst heeft dit zijn weerslag op de kwaliteit van drinkwaterbronnen. Dit pleit voor een sterkere borging van het drinkwaterbelang in het landelijke gewasbeschermingsmiddelenbeleid. En ook voor toenemende aandacht voor de milieuproblemen met gewasbeschermingsmiddelen in het regionale beleid met betrekking tot grondwaterbescherming. Daarnaast bevestigt dit rapport dat beschikbare gegevens beter moeten worden benut bij de toelatingsprocedure van gewasbeschermingsmiddelen. Omdat de gewasbeschermingsmiddelenmarkt doorlopend verandert, is het noodzakelijk regelmatig de inspanningen tegen het licht te houden die worden geleverd om drinkwaterbronnen langdurig veilig te stellen.

Rapport

Dit onderzoek is beschreven in het rapport *Gewasbeschermingsmiddelen en hun afbraakproducten in Nederlandse drinkwaterbronnen* (BTO-2019.016)

Meer informatie

Dr. Ir. Arnaut van Loon
T 030-60 69 550
E Arnaut.van.Loon@kwrwater.nl

KWR

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

Inhoud

Voorwoord

Terminologie en definities

BTO Managementsamenvatting

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Verontreiniging van drinkwaterbronnen met gewasbeschermingsmiddelen	4
1.3	Duurzame veiligstelling van drinkwaterbronnen	5
1.4	Doel en aanpak op hoofdlijnen	6
1.5	Verantwoording	6
1.6	Leeswijzer	8
2	Kwetsbaarheid van Nederlandse drinkwaterbronnen	10
2.1	Algemeen	10
2.2	Grondwaterbronnen	10
2.3	Oppervlaktewaterbronnen	10
3	Verontreiniging van grondwaterbronnen	12
3.1	Inleiding	12
3.2	Overzicht	12
3.3	Waarnemingen ter plaatse van waarnemingsfilters	15
3.4	Waarnemingen ter plaatse van winputten	20
3.5	Waarnemingen in gemengd ruwwater	23
4	Verontreinigingen van oppervlaktewaterbronnen	30
4.1	Inleiding	30
4.2	Overzicht	31
4.3	Oppervlaktewaterbron en spaarbekkens	33
4.4	Verzameld Onttrokken Grondwater	38
5	Discussie en aanbevelingen	42
5.1	Aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in drinkwaterbronnen	42
5.2	Aanbevelingen voor beleidsontwikkeling en beleidsonderbouwend onderzoek	44
6	Conclusies	48
7	Literatuur	50

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Nederland beschikt van oudsher over kwalitatief hoogwaardige grond- en oppervlaktewaterbronnen die de grondstof leveren voor de productie van drinkwater van heel hoge kwaliteit (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014). Volgens het ILT voldeed in 2016 99,9 procent van de metingen in drinkwater aan de gestelde normen voor de destijds bekende stoffen (ILT, 2017). De normoverschrijdingen zijn over het algemeen incidenteel van karakter en leveren geen schade op voor de volksgezondheid.

Uit recent onderzoek blijkt dat de kwaliteit van de Nederlandse waterbronnen onder druk staat als gevolg van menselijke activiteiten. Naast invloeden van mestgebruik (Van Loon en Fraters, 2016), historische bodemverontreinigingen (Wuijts e.a., 2014) en nieuwe stoffen (Coppens e.a., 2015; Schriks e.a., 2010, Wuijts e.a., 2014), worden op grote schaal (synthetische) gewasbeschermingsmiddelen in het Nederlandse grond- en oppervlaktewater aangetroffen (Kruyne, 2017; Sjerps e.a. 2017b; Swartjes e.a., 2016; Loon, 2013). Gewasbeschermingsmiddelen vormen een zeer diverse stofgroep die continue ontwikkeling is wat betreft aantallen en eigenschappen van toegestane middelen. Zo waren anno 2017 ruim 850 middelen toegelaten op de Nederlandse markt, waarvan een aantal als alternatief wordt aangeboden voor middelen die inmiddels uitgesloten zijn van de Nederlandse markt (Ctgb, 2015). De continue ontwikkeling in het middelenpakket stelt beleidsmakers en drinkwaterbedrijven voor de uitdaging om ten behoeve van de drinkwatervoorziening tijdig te anticiperen op nieuwe inzichten in de risico's gerelateerd aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Dit rapport draagt daar aan bij door een landelijk overzicht te geven van het voorkomen van oude én nieuwe gewasbeschermingsmiddelen, inclusief hun afbraakproducten, in Nederlandse drinkwaterbronnen.

1.2 Verontreiniging van drinkwaterbronnen met gewasbeschermingsmiddelen

Gewasbeschermingsmiddelen zijn in dit rapport gedefinieerd als alle bestrijdingsmiddelen exclusief biociden. Deze middelen worden o.a. toegepast om gewassen, openbaar groen en tuinen te beschermen tegen schimmels (fungiciden), insecten (insecticiden) of onkruiden (herbiciden). Afhankelijk van de wijze van toediening, zoals spuiten, strooien, aangieten of onderdompelen, kunnen de werkzame stoffen zich op verschillende manieren in het (bodem)watermilieu verspreiden en vervolgens terecht komen in de grond- of oppervlaktebronnen van de drinkwaterbedrijven.

Ten opzichte van oppervlaktewaterbronnen zijn grondwaterbronnen minder kwetsbaar voor verontreiniging met gewasbeschermingsmiddelen, doordat de afdekkende bodem directe blootstelling onmogelijk maakt. Desondanks komen gewasbeschermingsmiddelen als gevolg van uitspoeling in het grondwater terecht. Als gevolg van de lange transportafstanden kan het enkele jaren tot decennia duren voordat de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen zich manifesteert in de kwaliteit van grondwaterbronnen. Tijdens het transport van het middel vanaf de toepassingslocatie naar een grondwaterwinning kan geheel of gedeeltelijke afbraak plaatsvinden. De mate van afbraak is o.a. afhankelijk van de reistijd van het grondwater, de biologische activiteit en het redoxmilieu in de ondergrond. Indien onvolledige afbraak tijdens bodempassage plaats vindt, kunnen afbraakproducten ontstaan die (ook) de grondwaterbron verontreinigen. Sommige afbraakproducten zijn toxischer dan hun moederstof en kunnen het bodemleven aantasten waardoor de afbraak van middelen afneemt.

Oppervlaktewaterbronnen zijn bijzonder kwetsbaar voor verontreiniging met gewasbeschermingsmiddelen als gevolg van verstuiwing (drift), afspoeling of (RWZI)lozingen. Omdat de reistijden tussen locaties van toepassing en het oppervlaktewater beperkt zijn (orde grootte uren-dagen), speelt afbraak van de werkzame stoffen een beperkte rol tijdens dit transport. Eenmaal in het oppervlaktewater kunnen de middelen ook (deels) afgebroken worden, binden aan bodemdeeltjes, of opgenomen worden door planten of dieren. Vanwege de kwetsbaarheid van oppervlaktewaterbronnen wordt bij de productie van drinkwater intensieve zuivering toegepast, waarbij naast diverse zuiveringstechnieken ook gebruik wordt gemaakt van natuurlijke zuiveringsstappen, zoals bodempassage en buffersystemen. Door deze natuurlijke zuivering worden veel verontreinigingen afgebroken en verdund zodat de kwaliteit van het water sterk verbeterd ten opzichte van het ingenomen oppervlaktewater. Een bekend voorbeeld vormen de duininfiltratiewinningen, waar aangevoerd oppervlaktewater uit het Maas- of Rijnsysteem wordt geïnfiltreerd en na duinpassage wordt teruggewonnen.

1.3 Duurzame veiligstelling van drinkwaterbronnen

De beheersing van de problematiek rond gewasbeschermingsmiddelen ten behoeve van een duurzame veiligstelling van drinkwaterbronnen is in Nederland op drie niveaus geregeld, namelijk op:

- Europees en nationaal niveau, via wet en regelgeving voor de toelating en gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (Verordening Gewasbescherming 1107/2009, en Wet Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden). De verantwoordelijkheid voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen ligt in Nederland bij het College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden (Ctgb). Hiertoe toetst het Ctgb op basis van internationale afspraken en in wetgeving verankerde criteria of de toelating van het middel een risico vormt voor mens, dier en milieu;
- Provinciaal niveau, c.q. het grondwaterbeheer en het grondwaterbeschermingsbeleid. Binnen de nationale implementatie van de Kaderrichtlijn Water zijn doelen gesteld voor de toestand van waterlichamen. Volgens artikel 7 van de KRW dient de kwaliteit van drinkwaterbronnen niet te verslechteren en bij voorkeur te verbeteren, zodat in de toekomst een beperkte zuiveringsinspanning kan volstaan voor de productie van drinkwater. Het grondwaterbeschermingsbeleid is vastgelegd in provinciale milieuverordeningen (voortvloeiend uit de Wet Milieubeheer), en bevat instrumenten voor de controle op de naleving van verboden, restricties en gebruiksvoorschriften (handhaving). Provinciale milieuverordeningen bieden provincies in principe de mogelijkheid om aanvullende verboden, gebruiksbeperkingen of maatregelen binnen beschermingszones rond grondwaterwinning in te stellen. In de praktijk hanteren de provincies vooral een aanpak door bewustwording, voorlichting en stimuleringsprogramma's (Swartjes e.a., 2016). Waterschappen en Rijkswaterstaat zijn ook bevoegd om vergunningen te verlenen voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en zijn kwaliteitsbeheerder van het oppervlaktewater.
- Wining-niveau, c.q. effectgerichte en preventieve maatregelen die door de drinkwaterbedrijven zelf worden genomen. Drinkwaterbedrijven hebben vanuit de Drinkwaterwet de wettelijke taak voor het leveren van drinkwater aan huishoudens. Hiertoe gebruiken de drinkwaterbedrijven, conform de regelgeving, water dat aan de drinkwaternormen voldoet. Daarnaast worden, afhankelijk van de kwaliteit van de waterbron, beperkte tot intensieve waterzuiveringsprocessen toegepast. Ten slotte dragen drinkwaterbedrijven via diverse regionale projecten bij aan bewustwording van de milieubelasting door de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen.

1.4 Doel en aanpak op hoofdlijnen

In dit rapport geven wij inzicht in de huidige omvang van de belasting van Nederlandse drinkwaterbronnen met gewasbeschermingsmiddelen. Hiertoe geven wij landelijke overzichten van waargenomen gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten op verschillende posities in de Nederlandse drinkwaterbronnen. Voor grondwaterbronnen betreft dit (1) grondwater in waarnemingsfilters binnen intrekgebieden, (2) grondwater dat in individuele winputten is opgepompt, en (3) gemengd ruwwater. Voor oppervlaktewaterbronnen betreft dit (1) de innamepunten en voorraadbekkens, en (2) het Verzameld Onttrokken Grondwater (VOG) van duin- en oeverinfiltratiewinningen. Daarnaast worden de resultaten gepresenteerd van een quick-scan voor recent op de markt verschenen middelen die met een nieuw ontwikkelde analysetechniek zijn waargenomen op verschillende posities in grond- en oppervlaktewaterbronnen.

Kader 1: Gewasbeschermingsmiddelen vanuit historisch perspectief

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kent een lange geschiedenis. Al voor de jaartelling werden natuurlijke materialen verwerkt in landbouwgronden om ongedierte te bestrijden. Na de Tweede Wereldoorlog kwamen synthetische gewasbeschermingsmiddelen beschikbaar die al snel intensief en op grote schaal toepassing binnen de agrarische sector vonden. Tegelijkertijd dienden zich ook andere gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen aan. Zo passen gemeenten gewasbeschermingsmiddelen toe voor het onderhoud van algemeen groen en sportvelden en burgers voor het beheer van tuinen. Gedurende de periode 1985-2002 halveerde de afzet van gewasbeschermingsmiddelen (in volume) in Nederland, terwijl de laatste 10 jaar de afzet weer licht toeneemt. Een deel van de middelen die in Nederland verboden is, is inmiddels vervangen door een alternatief middel dat wel voldoet aan de criteria van het Ctgb. De laatste jaren neemt het aantal toegelaten middelen op de Nederlandse markt licht toe en bedraagt anno 2017 bijna 850 middelen (Ctgb, 2015).

1.5 Verantwoording

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van

- (1) een inventarisatie van gangbare gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in drinkwaterbronnen, en
- (2) een één- of tweemaalige (voorjaars- en zomerronde) analyse van recent toegelaten gewasbeschermingsmiddelen in drinkwaterbronnen.

In deze paragraaf wordt kort verantwoord hoe deze resultaten tot stand zijn gekomen.

1.5.1 Inventarisatie gangbare gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten

De aanwezigheid van gangbare gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in drinkwaterbronnen is geïnventariseerd op basis van een database van analyseresultaten van de Nederlandse drinkwaterlaboratoria voor de periode 2010-2014. Hiertoe zijn de analyseresultaten voor alle grond- en oppervlaktewaterwinnings bij de drinkwaterlaboratoria opgevraagd. Voor grondwaterwinnings betrof dit de analyseresultaten voor monsters die zijn verzameld uit (a) waarnemingsfilters in de omgeving van de winning, (b) individuele winputten en (c) het verzameld ruwwater. Voor oppervlaktewaterwinnings betrof dit de analyseresultaten voor monsters die zijn verzameld in (a) het oppervlaktewater ter plaatse van de innamepunten en de voorraadbekkens en (b) het Verzameld Onttrokken Grondwater.

De databestanden die zijn aangeleverd door de drinkwaterlaboratoria zijn samengevoegd tot één gemeenschappelijke database. Vervolgens is voor elke winning vastgesteld welke gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten zijn aangetroffen (waarneming boven de rapportagegrens) en welke stoffen zijn aangetroffen boven de norm. Hierbij is voor gewasbeschermingsmiddelen en toxicologisch relevante afbraakproducten uitgegaan van een norm van 0,1 µg/l en voor humaan-toxicologisch niet-relevante afbraakproducten van een norm van 1,0 µg/l conform het Nederlandse Drinkwaterbesluit. Een overzicht van de normen die voor elke stof zijn gehanteerd is in bijlage A opgenomen. Overschrijdingen van de somnorm (0,5 µg/l) zijn buiten beschouwing gelaten, omdat deze minder vaak voorkomen dan overschrijdingen voor individuele parameters en daar bovendien sterk mee samenhangen.

De uitvoering van een nationale inventarisatie van gewasbeschermingsmiddelen die zijn waargenomen in drinkwaterbronnen op basis van de samengestelde databases heeft de volgende beperkingen:

- (1) De database is niet geheel compleet, o.a. doordat de bronhouders niet altijd de gegevens voor *alle* posities in de drinkwaterbron hebben aangeleverd.
- (2) De lijst met geanalyseerde stoffen en de meetfrequentie verschilt per waterbedrijf, en vaak ook per winning. Zo wordt als gevolg van de korte responstijden in oppervlaktewaterbronnen veel vaker en uitgebreider gemeten dan in grondwaterbronnen.
- (3) Voor het berekenen van statistieken uit de samengestelde database zijn de drinkwaterbronnen geschematiseerd tot grondwaterwinningen en oppervlaktewaterwinningen. Deze indeling is enigszins arbitrair, omdat sommige grondwaterwinningen ook een aandeel oppervlaktewater kunnen bevatten en vice versa.

Gezien het grote aantal meetpunten hebben deze omissies en onzekerheden een beperkt effect op het globale beeld dat volgt uit deze landelijke inventarisatie van het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in grond- en oppervlaktewaterbronnen.

1.5.2 Analyse nieuwe gewasbeschermingsmiddelen

Ten behoeve van de monitoring van recent op de markt verschenen gewasbeschermingsmiddelen is voor 24 stoffen een analysemethode (LC-MS/MS, Liquid Chromatography – Mass Spectrometry) ontwikkeld. Deze analysemethode houdt in dat stoffen gelijktijdig en gevoelig worden gekwantificeerd met vloeistofchromatografie (LC) gekoppeld aan massaspectrometrie (MS). Hierbij worden semi-polaire en apolaire stoffen gescheiden op een analytische kolom (C18) en gedetecteerd met een massaspectrometer.

De 24 geselecteerde stoffen zijn sinds 2005 toegelaten, zijn mobiel in een bodem-watermilieu en breken daar niet of nauwelijks in af. Voor acht stoffen die aan deze criteria voldoen kon door verschillende oorzaken (zoals te polaire stoffeigenschappen) geen methode op basis van LC-MS/MS worden ontwikkeld. De 24 stoffen konden zeer nauwkeurig worden geanalyseerd met een terugvindbaarheid (recovery) tussen 87,7-124,9% en rapportagegrenzen van 0,01-0,05 µg/L. Een uitgebreide beschrijving van de methode is terug te vinden in het technische achtergrondrapport (Sjerps e.a., 2017c).

De analysemethode is toegepast voor een screening van de 24 stoffen in grond- en oppervlaktewaterbronnen van Nederlandse en Belgische drinkwaterbedrijven. Hiertoe zijn in de periode mei-juni 2016 verspreid over Nederland en Vlaanderen 128 watermonsters verzameld uit waarnemingsfilters, winputten, voorraadbekkens, ingenomen oppervlaktewater, infiltratiebekkens en ruwwatertakken. De oppervlaktewatermonsters zijn

vanwege de seizoensdynamiek van oppervlaktewaterverontreinigingen een tweede keer bemonsterd in augustus 2016. Een lijst met monsterlocaties is opgenomen in Bijlage V van het technische achtergrondrapport (Sjerps e.a., 2017c).

1.6 Leeswijzer

In het vervolg van dit rapport wordt eerst, in Hoofdstuk 2, een korte toelichting gegeven op de kwetsbaarheid van drinkwaterbronnen in Nederland, met specifieke aandacht voor de verschillen tussen grondwater- en oppervlaktewaterbronnen. Daarna worden in Hoofdstuk 3 de resultaten besproken van een inventarisatie van gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in grondwaterbronnen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen grondwater uit waarnemingsputten, grondwater uit individuele winputten en gemengd ruwwater. Vervolgens volgt in Hoofdstuk 4 de presentatie van soortgelijke resultaten voor de oppervlaktewaterbronnen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen enerzijds de innamepunten en voorraadbekkens en anderzijds het Verzameld Onttrokken Grondwater. Daarna volgen in Hoofdstuk 5 de discussie en aanbevelingen en ten slotte in Hoofdstuk 5 de conclusies.

2 Kwetsbaarheid van Nederlandse drinkwaterbronnen

2.1 Algemeen

De Nederlandse drinkwaterbedrijven produceren jaarlijks zo'n 1200 miljoen kubieke meter drinkwater. Ongeveer 60% van dit volume wordt geproduceerd uit grondwater en 40% uit oppervlaktewater. De grondwaterbronnen voor drinkwaterproductie, zo'n 200 stuks, liggen verspreid over het oostelijk en zuidelijk deel van Nederland. Het westen van Nederland is minder geschikt voor grondwaterwinning, o.a. doordat de grondwatervoorraad daar te zout is voor de productie van drinkwater met kosteneffectieve zuiveringstechnieken. Daarom wordt vooral in de kustprovincies oppervlaktewater gebruikt voor de productie van drinkwater. Hiervoor wordt het oppervlaktewater gewonnen ter plaatse van zo'n tien innamepunten en 20 oeverinfiltratiewinningen die hoofdzakelijk langs de grote rivieren liggen.

2.2 Grondwaterbronnen

Grondwaterbronnen zijn vooral kwetsbaar voor de toepassing van stoffen die gemakkelijk uitspoelen naar het grondwater, beperkt binden aan de bodem (mobiel zijn) en langzaam afbreken (persistent zijn). Daarnaast spelen een aantal eigenschappen van de winning zelf, waaronder de diepte van de winning, een rol. In Nederland is ongeveer de helft van de grondwaterbronnen gekwalificeerd als niet-freatische (spanningswater) en de andere helft als (semi-)freatische grondwaterwinning. Bij niet-freatische grondwaterwinningen wordt grondwater gewonnen uit een zand- of grindlaag die goed is afgedekt met klei. Dit water heeft een leeftijd van tientallen jaren tot meer dan duizend jaar, en is verschillende chemische milieus gepasseerd. Door de lange reistijd en daarmee de hoge ouderdom ten opzichte van de meer recente opkomst van synthetische gewasbeschermingsmiddelen, en de zuiverende werking van bodempassage, staan deze winningen te boek als weinig of niet kwetsbaar voor menselijke activiteiten aan het maaiveld.

Bij (semi-)freatische grondwaterwinningen ontbreekt een goed afdekkende kleilaag boven de winning. Hierdoor bedraagt de reistijd van het opgepompte water slechts enkele tientallen jaren, zodat de zuiverende werking van de bodem minder volledig is en het effect van grondwaterverontreiniging zich eerder manifesteert in de ruwwaterkwaliteit. Freatische grondwaterwinningen staan te boek als kwetsbaar voor kwaliteitsverslechtering door menselijk toedoen en zijn als zodanig ook aangemerkt in het provinciale beleid.

2.3 Oppervlaktewaterbronnen

Doordat oppervlaktewater niet afgeschermd is voor menselijke beïnvloeding zijn oppervlaktewaterbronnen bijzonder kwetsbaar voor verontreinigingen die door verstuing, afspoeling of lozingen in het water terecht komen. Door de beperkte reistijden vindt nauwelijks afbraak plaats en is de tijdsduur tussen de toepassing van de middelen en de kwaliteitseffecten op de bron beperkt. Vooral tijdens droge zomerperioden zijn deze winningen kwetsbaar voor kwaliteitsverslechtering, doordat bij een lage zomerafvoer verontreinigen minder verdund worden en daardoor in hogere concentraties in het oppervlaktewater voorkomen (Sjerps et al., 2017b).

In Nederland zijn twee productielocaties waar ingenomen oppervlaktewater vanuit reservoirs direct als grondstof voor drinkwaterproductie wordt toegepast. Hier heeft een verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit dus directe consequenties voor het drinkwaterproductieproces. In alle andere gevallen wordt het ingenomen water, al dan niet na voorzuivering, eerst in de bodem of de duinen geïnfiltreerd. Hiermee verminderen de drinkwaterbedrijven de kwetsbaarheid van het drinkwaterproductieproces voor (tijdelijke) verontreiniging van het oppervlaktewater. De duinwaterbedrijven in west-Nederland doen dat door het ingenomen oppervlaktewater naar de westelijke kustduinen te transporteren, om het daar te infiltreren en na een verblijf van enkele weken in de ondergrond weer terug te winnen. De drinkwaterbedrijven Oasen, Vitens en WML doen dat door grondwater te winnen uit rivier- of vijveroevers, zodat een mengsel van grond- en oppervlaktewater wordt gewonnen. Met beide winstrategieën wordt de zuiverende werking van de bodem benut om verontreinigingen in het ingenomen water onschadelijk te maken. In sommige gevallen is deze winstrategie aangevuld met selectieve inname van het oppervlaktewater. Dit betekent dat in tijden van onvoldoende waterkwaliteit de inname tijdelijk wordt stilgelegd en de watervoorraden in de voorraadbekken worden aangesproken.

3 Verontreiniging van grondwaterbronnen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van een inventarisatie van het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in grondwaterbronnen in concentraties boven de rapportagegrens en boven de norm. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen (1) het grondwater in de directe omgeving van grondwaterwinningen, (2) het individueel ruwwater dat wordt opgepompt en (3) het gemengd ruwwater dat de grondstof voor het drinkwaterproductieproces vormt. Deze opeenvolgende posities binnen een grondwaterbron verschillen onderling door een toenemende ouderdom én een toenemende verdunning van verontreinigingsbronnen als gevolg van menging met water dat afkomstig is uit gebieden die niet of minder belast worden met gewasbeschermingsmiddelen. Tevens heeft het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in elk van deze drie compartimenten andere gevolgen voor het drinkwaterbedrijf. Gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten in grondwater geven een indruk van de toekomstige ontwikkeling van de problematiek rond drinkwaterproductie, terwijl die in individueel en gemengd ruwwater direct consequenties hebben voor de wijze waarop drinkwater wordt geproduceerd. Hierdoor zijn bij het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in deze compartimenten andere handelingsperspectieven relevant.

De inventarisatie van gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten is uitgevoerd op basis van een database van analyseresultaten voor 109 (semi-)freatische grondwaterwinningen en 77 niet-freatische grondwaterwinningen (spanningswater). De database bevat gegevens over concentraties van 408 verschillende gewasbeschermingsmiddelen en 52 afbraakproducten die zijn gemeten gedurende de periode 2010-2014.

3.2 Overzicht

Tabel 3-1 geeft een overzicht van de geïnventariseerde gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten die in norm-overschrijdende concentraties zijn aangetroffen in of nabij grondwaterwinningen. In deze tabel zijn de stoffen gerangschikt op basis van het aantal winningen waar de stoffen de norm overschreden in achtereenvolgens het gemengd ruwwater, individuele winputten en waarnemingsputten.

Uit deze tabel blijkt dat 10 verschillende gewasbeschermingsmiddelen in het gemengd ruwwater van grondwaterwinningen zijn aangetroffen, waarvan zeven stoffen in meerdere winningen. Deze zeven stoffen zijn bentazon, glyfosaat, N,N-dimethylsulfamide, dikegulac-natrium, 2-chlooraniline, dimethomorf en bromacil.

Volgens Tabel 3-1 zijn 11 van de 460 geïnventariseerde stoffen één of meerdere keren in normoverschrijdende concentraties aangetroffen in de individuele winputten van verschillende grondwaterwinningen. Hierbij gaat het om negen gewasbeschermingsmiddelen en drie afbraakproducten van gewasbeschermingsmiddelen. Vijf van de stoffen die in individuele winputten de norm overschreden deden dat ook in het gemengd ruwwater, zij het in beperktere mate als gevolg van menging van verschillende ruwwaterstromen. Deze stoffen zijn bentazon, N,N-dimethylsulfamide, dikegulac-natrium, glyfosaat en bromacil. Vier

gewasbeschermingsmiddelen (mecoprop, chloridazon, oxamyl en dinoterb) en twee afbraakproducten (desfenylchloridazon en BAM) zijn in de winputten van één of meerdere grondwaterwinningen in norm-overschrijdende concentraties aangetroffen, maar niet in het gemengd ruwwater van deze winningen. Waarschijnlijk bleven de concentraties van deze stoffen in gemengd ruwwater onder de norm als gevolg van verdunning door menging met ruwwaterstromen met een betere kwaliteit.

Uit Tabel 3-1 volgt ook dat 25 van de 460 geïnventariseerde stoffen in norm-overschrijdende concentraties zijn aangetroffen in waarnemingsfilters in de omgeving van grondwaterwinningen. Het betreft hier 22 gewasbeschermingsmiddelen en 3 afbraakproducten. Vijftien van deze stoffen overschreden de norm in het grondwater nabij een beperkt aantal grondwaterwinningen ($n \leq 2$), en zijn niet boven de norm in het ruwwater aangetroffen.

Dikegulac-natrium en glyfosaat overschreden de norm ter plaatse van de waarnemingsfilters nabij een beperkt aantal grondwaterwinningen, terwijl deze stof bij meer winningen de norm overschreed in individuele winputten (respectievelijk 1 om 5 en 2 om 4). Deze stoffen zijn tevens problematisch voor de kwaliteit van het ruwwater van meerdere grondwaterwinningen ($n=5$ en $n=3$). Mogelijk hangt dit verschil samen met een beperkte analyse van deze parameter in waarnemingsfilters of met onvoldoende representativiteit van de waarnemingsputten zodat de volledige omvang van de verontreiniging niet gedekt wordt. Een andere mogelijkheid is dat de database die in deze studie gebruikt is hiaten bevat.

TABEL 3-1: AANTAL GRONDWATERWINNINGEN WAAR GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN AFBRAAKPRODUCTEN GEDURENDE DE PERIODE 2010-2014 ZIJN WAARGENOMEN IN HET GEMENGD RUWWATER, INDIVUELE WINPUTTEN OF WAARNEMINGSPUTTEN VAN/IN DE NABIJHEID VAN GRONDWATERWINNINGEN. AFBRAAKPRODUCTEN ZIJN CURSIEF WEERGEGEVEN.

Rang-nummer	Gewasbeschermingsmiddel of afbraakproduct	Norm ($\mu\text{g/l}$)	Gemengd ruwwater	Individuele winputten	Waarnemingsputten
1	bentazon	0,1	13	17	14
2	<i>N,N-dimethylsulfamide</i>	0,1	6	6	0
3	dikegulac-natrium	0,1	5	5	1
4	2-chlooraniline	0,1	4	0	0
5	glyfosaat	0,1	3	4	2
6	Dimethomorf	0,1	3	0	0
7	Bromacil	0,1	2	3	4
8	thiabendazool	0,1	1	0	1
9	glufosinaat-ammonium	0,1	1	0	0
10	Imazalil	0,1	1	0	0
11	<i>desfenylchloridazon</i>	1,0	0	3	5
12	Mecoprop	0,1	0	2	4
13	<i>BAM</i>	1,0	0	1	11
14	chloridazon	0,1	0	1	1
15	Oxamyl	0,1	0	1	0
16	Dinoterb	0,1	0	1	0
17	<i>methyl-desfenylchloridazon</i>	1,0	0	0	3
18	diethyltoluamide	0,1	0	0	2
19	Atrazine	0,1	0	0	2
20	Diuron	0,1	0	0	2
21	Tetrahydrothiofeen	0,1	0	0	2
22	MCPA	0,1	0	0	1
23	ethofumesaat	0,1	0	0	1
24	2,4-DB	0,1	0	0	1
25	Dichlobenil	0,1	0	0	1
26	dimethoat	0,1	0	0	1
27	Metalaxyl	0,1	0	0	1
28	Monuron	0,1	0	0	1
29	<i>N,N-dimethylaminosulfanilide</i>	1,0	0	0	1
30	Propoxur	0,1	0	0	1
31	Simazine	0,1	0	0	1
32	tritosulfuron	0,1	0	0	1

3.3 Waarnemingen ter plaatse van waarnemingsfilters

3.3.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van een inventarisatie van het vóórkomen van gewasbeschermingsmiddelen in grondwater in concentraties boven de rapportagegrens en boven de norm. Deze inventarisatie is uitgevoerd op een database van analyseresultaten voor grondwatermonsters uit de directe omgeving van 58 van de 109 freatische grondwaterwinningen (uit freatische of semi-freatische pakketten of kalksteen) en 35 van de 77 niet-freatische grondwaterwinningen (spanningswater). De overige grondwaterwinningen zijn niet meegenomen in deze inventarisatie, omdat de gegevens voor waarnemingsfilters in de samengestelde database ontbraken. De grondwatermonsters zijn afkomstig uit waarnemingsfilters op variërende diepte en afstand van de winning. Waarnemingen van gewasbeschermingsmiddelen in waarnemingsfilters in de omgeving van grondwaterwinningen geven een indruk van de toekomstige belasting van de grondwaterbronnen.

3.3.2 Gangbare middelen

Freatische grondwaterwinningen

In het grondwater nabij 22 van de 58 (38%) geïnventariseerde (semi-)freatische grondwaterwinningen zijn *geen* gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen (concentratie onder de rapportagegrens, Figuur 3-1). Deze winningen liggen verspreid over de zandregio en in de lössregio van Zuid-Limburg (Figuur 3-2).

In het grondwater nabij 36 van de 58 (62%) geïnventariseerde (semi-)freatische grondwaterwinningen zijn één of meerdere gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen. Dit zijn waarnemingen boven de rapportagegrens (Figuur 3-1). Deze winningen liggen verspreid over de zandregio en meestal in agrarisch gedomineerd gebied. In elf gevallen gaat het om de aanwezigheid van één stof, in zeven gevallen gaat het om twee stoffen, in vijf gevallen gaat het om drie stoffen en in 13 gevallen om vier tot 21 verschillende stoffen (Figuur 3-2). In het grondwater nabij 22 van deze winningen (38% van de hele inventarisatie) overstegen de waargenomen concentraties voor minimaal één parameter de norm (Figuur 3-1), waarvan in vier gevallen voor meer dan vier verschillende stoffen, tot maximaal 10 stoffen. Deze winningen liggen voornamelijk in het oosten van het land (Figuur 3-2). In sommige gevallen zijn gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten boven de norm ($> 0,1 \mu\text{g/l}$ voor humaan toxicologisch relevante afbraakproducten en $> 1,0 \mu\text{g/l}$ voor de humaan toxicologisch niet-relevante afbraakproducten, zie bijlage I) waargenomen. Het gaat hier meestal om de stoffen bentazo ($n=14$), n, BAM (afbraakproduct van dichlobenil, $n=1$) en desfenylchloridazon (afbraakproduct van chloridazon, $N=5$).

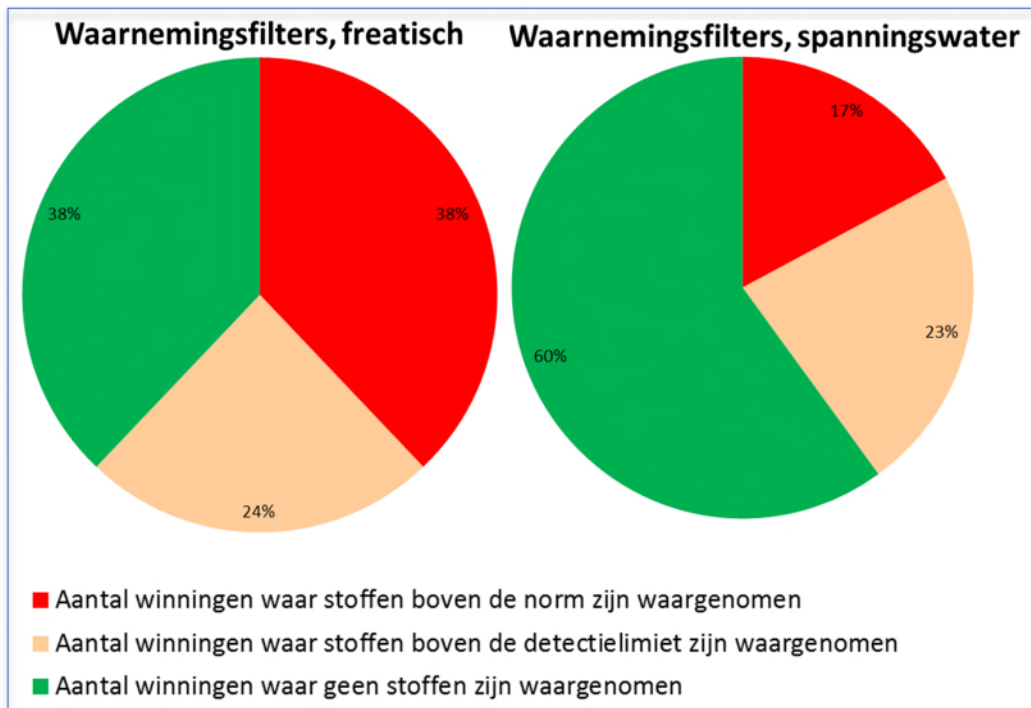
Bovenbeschreven inventarisatie van gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater nabij (semi-)freatische grondwaterwinningen is gebaseerd op een database waarin de meeste kalksteenwinningen in Limburg ontbreken. Op basis van de gebiedsdossiers van de kalksteenwinningen in Limburg is de verwachting dat ook in de Provincie Limburg gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten in het grondwater nabij grondwaterwinningen aanwezig zijn. Vink e.a. (2012) analyseerden 20 grondwatermonsters nabij kalksteenwinningen op gewasbeschermingsmiddelen. Hierbij zijn 6 gewasbeschermingsmiddelen waargenomen in concentraties boven de rapportagegrens, maar lager dan de drinkwaternorm.

Een andere beperking van de database is dat de beschikbare gegevens niet gelijkmatig over de winningen zijn verdeeld. Zo zijn op basis van de database 22 (semi-)freatische grondwaterwinningen geïdentificeerd waar geen gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater zijn aangetroffen. Voor 15 winningen is deze constatering echter gebaseerd op een zeer beperkt aantal geanalyseerde stoffen (1 of 2 stuks), terwijl in 10 van deze winningen *wel* gewasbeschermingsmiddelen in de winputten zijn aangetroffen (zie paragraaf 3.4). Dit geeft aanwijzingen dat gewasbeschermingsmiddelen vaker in het grondwater nabij grondwaterwinningen voorkomen dan de Figuren 3-1 en 3-2 aangeven.

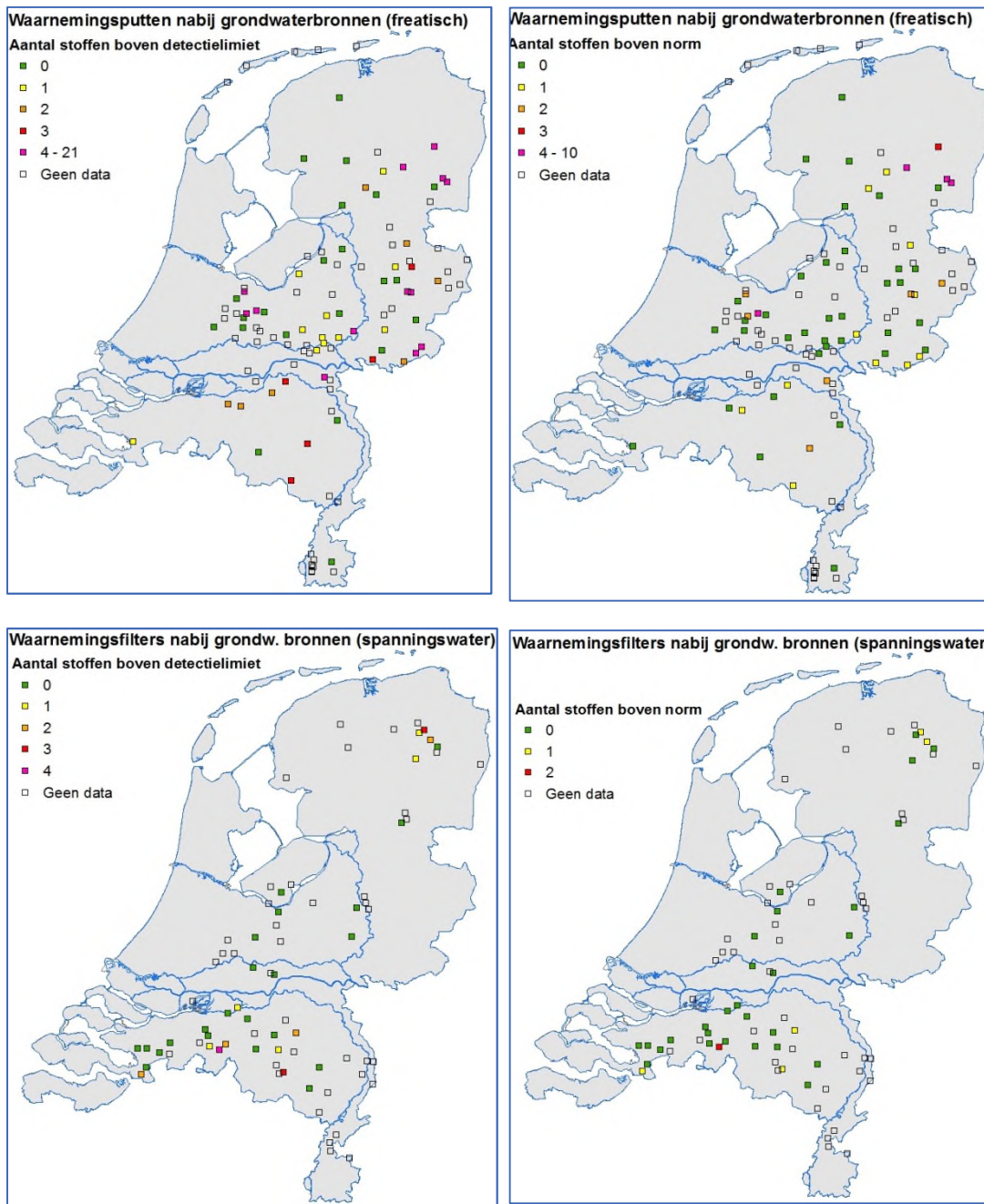
Niet-freatische grondwaterwinningen (spanningswater)

In het grondwater nabij 21 van de 35 (60%) geïnventariseerde niet-freatische grondwaterwinningen zijn *geen* gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen (concentratie onder de rapportagegrens, Figuur 3-1). De winningen liggen verspreid over de noord-zuid as van Nederland (Figuur 3-2). Opgemerkt dient te worden dat deze constatering in 16 gevallen gebaseerd is op een zeer beperkt aantal geanalyseerde stoffen (1 of 2 stuks).

In het grondwater nabij de overige 14 geïnventariseerde niet-freatische grondwaterwinningen zijn één of meerdere gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen (Figuur 3-1). Deze winningen liggen zonder uitzondering in Brabant en Groningen. In zes gevallen gaat het om de aanwezigheid van één stof, in vier gevallen gaat het om twee stoffen, in drie gevallen gaat het om drie stoffen en in één gevallen om vier verschillende stoffen (Figuur 3-2). In het grondwater nabij zes van deze winningen (17% van de hele inventarisatie) overstegen de waargenomen concentraties van een of twee verschillende stoffen de norm. De meeste van deze winningen liggen in Brabant (Figuur 3-2).



FIGUUR 3-1 : OVERZICHT VAN HET AANTAL GRONDWATERWINNINGEN WAAR IN WAARNEMINGSFILTERS BINNEN HET INTREKGEBIED VAN FREATISCHE EN NIET-FREATISCHE WINNINGEN GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN OF AFBRAAKPRODUCTEN BOVEN DE NORM OF BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET ZIJN AANGETROFFEN.

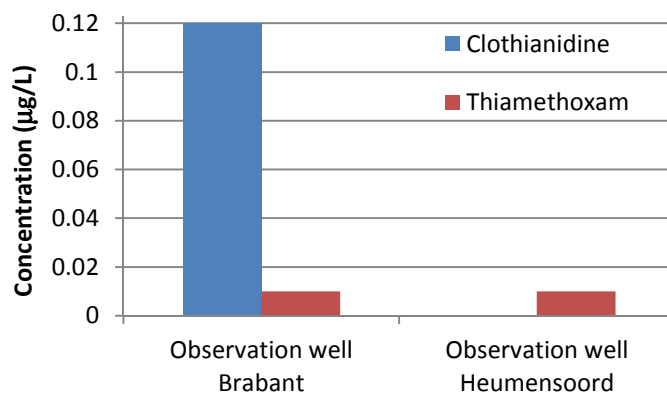


FIGUUR 3-2: AANTAL GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN AFBRAAKPRODUCTEN DIE GEDURENDE DE PERIODE 2010-2014 ZIJN AANGETROFFEN IN HET GRONDWATER BINNEN HET INTREKGEBIED VAN 58 (SEMI-) FREATISCHE (BOVEN) EN 35 NIET-FREATISCHE (SPANNINGSWATER, ONDER) GRONDWATERWINNINGEN IN NEDERLAND. LINKS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE RAPPORTAGEGREN. RECHTS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE NORM (GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN TOXICOLOGISCH RELEVANTE AFBRAAKPRODUCTEN $\geq 0.1 \mu\text{G/L}$, HUMAAN-TOXICOLOGISCH NIET-RELEVANTE AFBRAAKPRODUCTEN $\geq 1 \mu\text{G/L}$).

3.3.3 Recent toegelaten middelen

De leeftijd van grondwater neemt toe met de diepte. De samenstelling van het ondiepe grondwater biedt daarom een indicatie van de mate waarin nieuw op de markt verschenen gewasbeschermingsmiddelen een bedreiging kunnen vormen voor de kwaliteit van diepere grondwaterbronnen. Deze stoffen worden als gevolg van hun korte gebruiksgeschiedenis ten opzichte van de reistijd van het opgepompte grondwater normaal gesproken niet in grondwaterwinningen worden aangetroffen.

In het voorjaar van 2016 zijn op 12 locaties analyses van 24 nieuwe gewasbeschermingsmiddelen in grondwater uitgevoerd. Deze gewasbeschermingsmiddelen zijn tussen 2004 en 2015 op de Nederlandse markt toegelaten. Hiertoe is het grondwater in 12 waarnemingsfilters rond grondwaterwinningen van Evides (n=1), Brabant Water (n=5), en Vitens (n=6) bemonsterd. De diepte van deze waarnemingsfilters varieerde van 3 tot 18 meter. In twee van deze filters (15%) werden nieuw op de markt verschenen stoffen aangetroffen (Figuur 3-3). In het eerste filter, gesitueerd in een Brabantse maisakker en 3,5 m diep, werd Clothianidine met een norm-overschrijdende concentratie van 0,12 µg/l aangetroffen. Dit insecticide is sinds 2008 toegestaan en kan daarom op het moment van bemonstering maximaal 8 jaar toegepast zijn. In het eerste en het tweede filter (13 m diep, te Heumensoord), werd Thiamethoxam met een concentratie van 0,01 µg/l aangetroffen. Thiamethoxam is een insecticide dat in meerdere middelen verwerkt zit en waarvan de eerste in 2005 is toegelaten. Beide stoffen zijn zeer mobiel ($\log K_{ow} < 1$) en breken (zeer) langzaam af ($DT_{50} > 100$ dagen).



FIGUUR 3-3: WAARGENOMEN CONCENTRATIES VAN TWEE RECENT TOEGELATEN GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN (CLOTHIANIDINE - 2008 EN THIAMETHOXAM - 2005) IN ONDIEP GRONDWATER IN HET VOORJAAR VAN 2016.

3.4 Waarnemingen ter plaatse van winputten

3.4.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van een inventarisatie van het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in individuele winputten van grondwaterbronnen in concentraties boven de rapportagegrens en boven de norm. Deze waarnemingen zijn representatief voor het grondwater dat opgepompt wordt en, na menging van de afzonderlijke deelstromen, de grondstof vormt voor het drinkwaterproductieproces. Het grondwater uit individuele winputten is een mengsel van grondwater met verschillende herkomst en uiteenlopende ouderdom. Hierdoor komen verontreinigingsbronnen in individueel ruwwater sterk vertraagd en gedempt tot uiting, en kunnen gewasbeschermingsmiddelen die al enige tijd verboden zijn tegelijkertijd worden waargenomen met gewasbeschermingsmiddelen die nog wel zijn toegestaan. Deze inventarisatie is uitgevoerd op een database van analyseresultaten voor monsters uit individuele winputten van 99 van de 109 (semi-)freatische grondwaterwinningen (uit semi-freatische of freatische pakketten, of kalksteen) en 58 van de 77 niet-freatische grondwaterwinningen (spanningswater uit afgesloten pakketten). De overige grondwaterwinningen zijn niet meegenomen in deze inventarisatie, omdat de gegevens voor winputten in de samengestelde database ontbraken.

3.4.2 Gangbare middelen

Freatische grondwaterwinningen

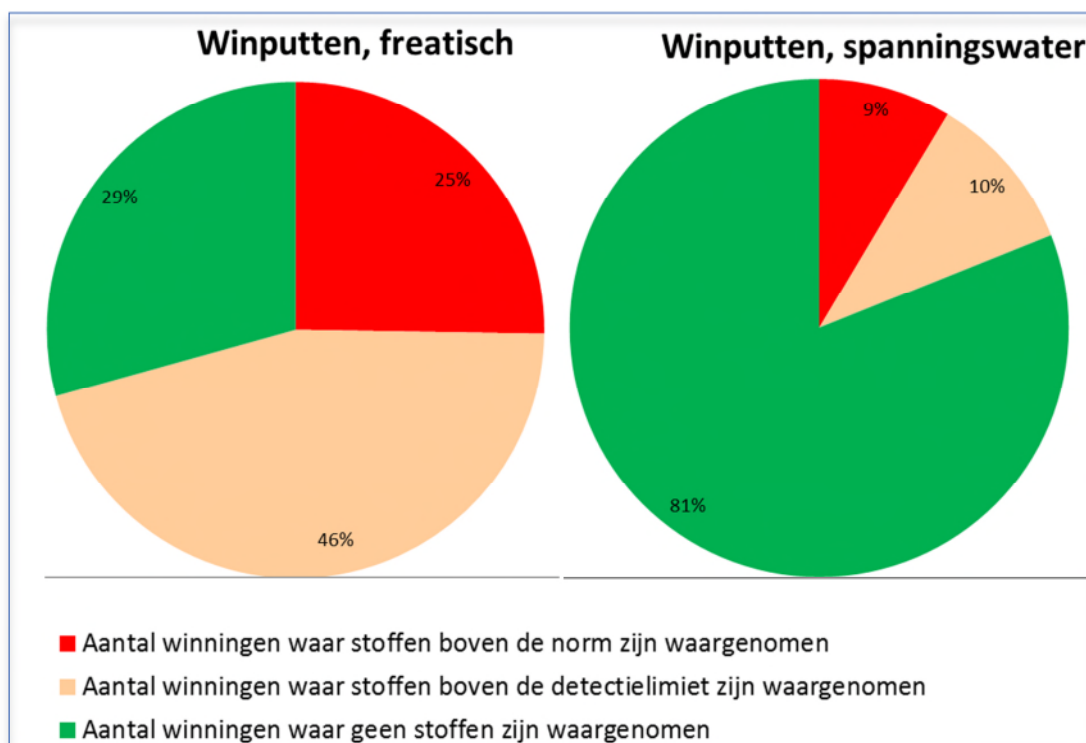
In individuele winputten van 29 van de 99 (29%) geïnventariseerde ondiepe grondwaterwinningen zijn *geen* gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen (concentratie onder de rapportagelimit). Deze winningen liggen voornamelijk op de Waddeneilanden en op de flanken van de Veluwe, gebieden waar natuur een groot aandeel heeft in het landgebruik (Figuren 3-4 en 3-5). In de winputten van twee freatische grondwaterwinningen in Limburg zijn geen middelen aangetroffen. In beide gevallen is echter slechts één middel in de winputten geanalyseerd.

In individuele winputten van 70 van de 99 (71%) geïnventariseerde freatische grondwaterwinningen zijn één of meerdere gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen (Figuur 3-4). Deze winningen liggen verspreid over de zandregio en in het zuidelijke löss-gebied. In 26 gevallen gaat het om de aanwezigheid van één stof, in 25 gevallen gaat het om twee stoffen, in negen gevallen gaat het om drie stoffen en in tien gevallen om vier tot zeven verschillende stoffen. In 25 van deze winningen (25% van de hele inventarisatie) zijn tevens normoverschrijdingen voor één (n=23) of twee (n=2) stoffen waargenomen. De meeste van deze winningen liggen in het oosten van het land (Figuur 3-5).

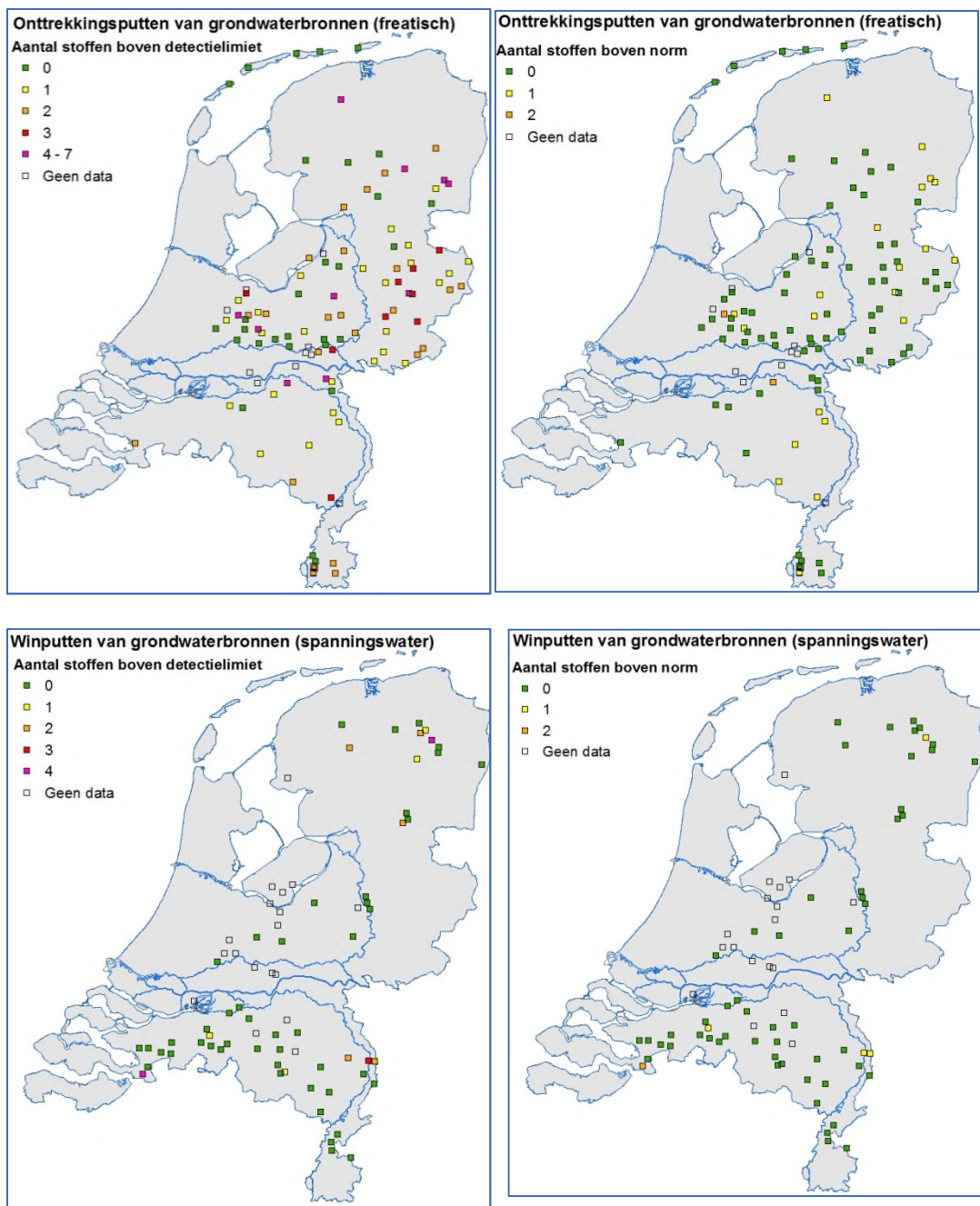
Niet-freatische grondwaterwinningen

In individuele winputten van 47 van de 58 (81%) geïnventariseerde niet-freatische grondwaterwinningen (spanningswater) zijn *geen* gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen (concentratie onder de rapportagegrens). Deze winningen liggen voornamelijk in de centrale en zuidelijke zandregio van Utrecht, Gelderland, Brabant en Limburg. In 32 gevallen, vooral in Brabant, is deze constatering gebaseerd op een zeer beperkte hoeveelheid geanalyseerde stoffen van maximaal drie stuks (Figuur 3-4 en 3-5).

In individuele winputten van 11 van de 58 (19%) geïnventariseerde niet-freatische grondwaterwoningen zijn één of meerdere gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen. Deze winningen liggen voornamelijk in Brabant, het noorden van Limburg, en Groningen. In vier gevallen gaat het om de aanwezigheid van één stof, in vier gevallen om twee stoffen, in één geval om drie stoffen en in twee gevallen om vier tot zes stoffen. In vijf van deze winningen (9% van de hele inventarisatie) zijn tevens normoverschrijdingen voor één (n=4) of twee (n=1) stoffen waargenomen. De meeste van deze winningen liggen in de zuidelijke zandregio van Brabant en Limburg (Figuur 3-5).



FIGUUR 3-4: OVERZICHT VAN HET AANTAL GRONDWATERWINNINGEN WAAR IN HET INDIVIDUEEL RUWWATER GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN OF AFBRAAKPRODUCTEN BOVEN DE NORM OF BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET ZIJN AANGETROFFEN.



FIGUUR 3-5: AANTAL GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN AFBRAAKPRODUCTEN DIE GEDURENDE DE PERIODE 2010-2014 ZIJN AANGETROFFEN IN INDIVIDUELE WINPUTTEN VAN 99 FREATISCHE (BOVEN) EN 58 NIET-FREATISCHE (SPANNINGSWATER, ONDER) GRONDWATERWINNINGEN IN NEDERLAND. LINKS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET. RECHTS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE NORM (GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN $\geq 0.1 \mu\text{G/L}$, AFBRAAKPRODUCTEN $\geq 1 \mu\text{G/L}$).

3.4.3 Recent toegelaten middelen

In het voorjaar van 2016 zijn 37 winputten van verschillende grondwaterbronnen verspreid over Nederland eenmalig bemonsterd en geanalyseerd op 24 recent op de markt toegelaten gewasbeschermingsmiddelen (2004-2015). Geen van deze gewasbeschermingsmiddelen werd tijdens deze meetronde in het individueel ruwwater aangetroffen. Vanwege de hoge leeftijd van het opgepompte grondwater (ordegrootte decennia) ligt het ook niet in de lijn der verwachting dat deze nieuwe stoffen in het ruwwater aangetroffen zouden worden. Indien een of meer van deze stoffen wel zou zijn aangetroffen, moet er sprake zijn geweest van een kortsluitstroming waarmee het middel versneld op de diepte van de onttrekking is gekomen. Dergelijke kortsluitstromingen kunnen ontstaan als gevolg van doorboringen van watervoerende lagen of kleilagen, zoals ten behoeve van peilbuizen en beregeningsputten. Deze doorboringen kunnen als gevolg van een slechte afdichting gaan lekken, of ze kunnen misbruikt worden voor het lozen van resten van de middelen. Dit laatste is vermoedelijk de oorzaak van de verontreiniging met MCPP van een middeldiepe winput van de winning te Helmond (zie Kader 2).

Kader 2: MCPP in de middeldiepe winputten van Helmond

Brabant Water wint ter plaatse van de grondwaterwinning te Helmond jaarlijks 9 miljoen m³ grondwater. Deze winning bestaat uit 13 middeldiepe (matig kwetsbaar, 30-75 m diep) en 14 diepe (niet kwetsbaar) winputten. In twee van de 13 middeldiepe winputten van deze winning is het gewasbeschermingsmiddel MCPP aangetroffen. Dit middel is echter niet aangetroffen in de waarnemingsputten rond de winning die aan de verontreinigde winputten gerelateerd kunnen worden. Andersom geldt dat in de waarnemingsputten wel een aantal gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten zijn aangetroffen die niet in de winputten zijn aangetroffen. Het betreft o.a. bentazon, 1,2-dichloorpropan en BAM, stoffen die op meerdere andere winlocaties wel in winputten zijn aangetroffen (Van Loon, 2011, paragraaf 3.2). Als gevolg van dit atypische patroon in de verspreiding van MCPP wordt vermoed dat MCPP in de winputten het gevolg is van een lozing via een beregeningsput of een andere doorboring van het watervoerende pakket. Hierdoor kan deze stof versneld op diepte zijn geraakt en de winputten eerder verontreinigingen dan op basis van reistijden verwacht kon worden, en zonder dat dit met de waarnemingsputten werd opgemerkt.

Overigens was de concentratie van MCPP in één van de winputten dermate hoog (boven de drinkwaternorm en nog altijd stijgend) dat deze winput is afgekoppeld van het drinkwaterproductieproces. Deze put doet thans dienst als interceptiewinning ter bescherming van de andere winputputten. Bronnen: Van Vught, 2011; Castelijns, 2010.

3.5 Waarnemingen in gemengd ruwwater

3.5.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van een inventarisatie van het vóórkomen van gewasbeschermingsmiddelen in gemengd ruwwater van grondwaterwinningen in concentraties boven de rapportagegrens en boven de norm. Hier is gemengd ruwwater gedefinieerd als het mengsel van opgepompt grondwater via meerdere winputten (individueel ruwwater). Doordat individuele ruwwaterstromen worden gemengd komen de effecten van gewasbeschermingsmiddelen gedempt tot uiting in de kwaliteit van gemengd ruwwater. Een deel van de gewasbeschermingsmiddelen die in het individueel ruwwater zijn waargenomen zal hierdoor tot onder de rapportagegrens verdund worden.

Alleen de gewasbeschermingsmiddelen die in hoge concentraties in het individueel ruwwater voorkomen, zijn terug te meten in het gemengd ruwwater.

Deze inventarisatie is uitgevoerd op een database van analyseresultaten voor monsters uit ruwwaterstrengen van 78 van de 109 (semi-)freatische grondwaterwinningen (uit semi-freatische of freatische pakketten of kalksteen) en 57 van de 77 niet-freatische grondwaterwinningen (spanningswater uit afgesloten pakketten). De overige grondwaterwinningen zijn niet meegenomen in deze inventarisatie, omdat de gegevens voor gemengd ruwwater in de samengestelde database ontbraken.

3.5.2 Gangbare middelen

Freatische grondwaterwinningen

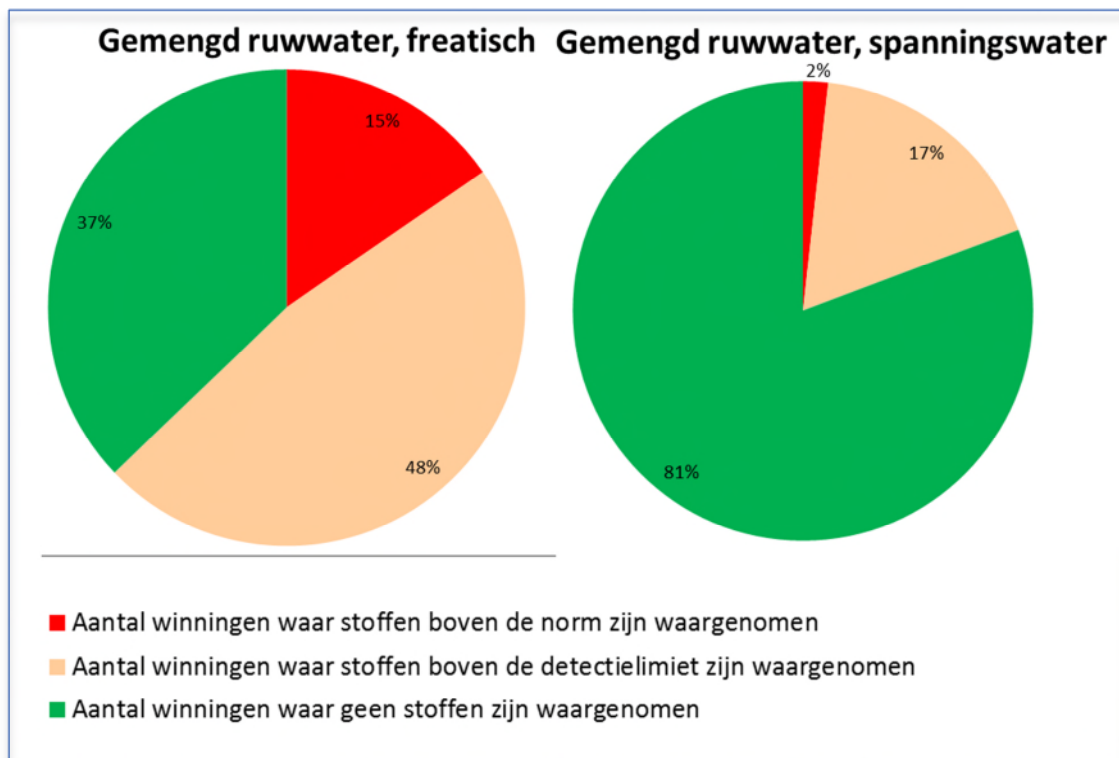
In het gemengde ruwwater van 29 van de 78 (37%) geïnventariseerde (semi-)freatische grondwaterwinningen zijn *geen* gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen (concentratie onder de rapportagegrens). Deze winningen liggen voornamelijk op de flanken van de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe en in Friesland (Figuur 3-6 en Figuur 3-7). In deze gevallen zijn minimaal 44 stoffen in gemengd ruwwater geanalyseerd.

In het gemengde ruwwater van 49 van de 78 (63%) geïnventariseerde freatische grondwaterwinningen zijn één of meerdere gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen. De meeste van deze winningen liggen verspreid over de centrale, zuidelijke en oostelijke zandregio en in het zuidelijke löss-gebied. In 25 gevallen gaat het om de aanwezigheid van één stof, in tien gevallen gaat het om twee stoffen, in acht gevallen gaat het om drie stoffen, in zes gevallen om vier tot 6 verschillende stoffen. In 12 van deze winningen (15% van de 49 geïnventariseerde winningen) zijn tevens normoverschrijdingen voor één (n=11) of twee (n=1) stoffen waargenomen. De meeste van deze winningen liggen in Limburg, Oost-Brabant en Utrecht (Figuur 3-6 en Figuur 3-7).

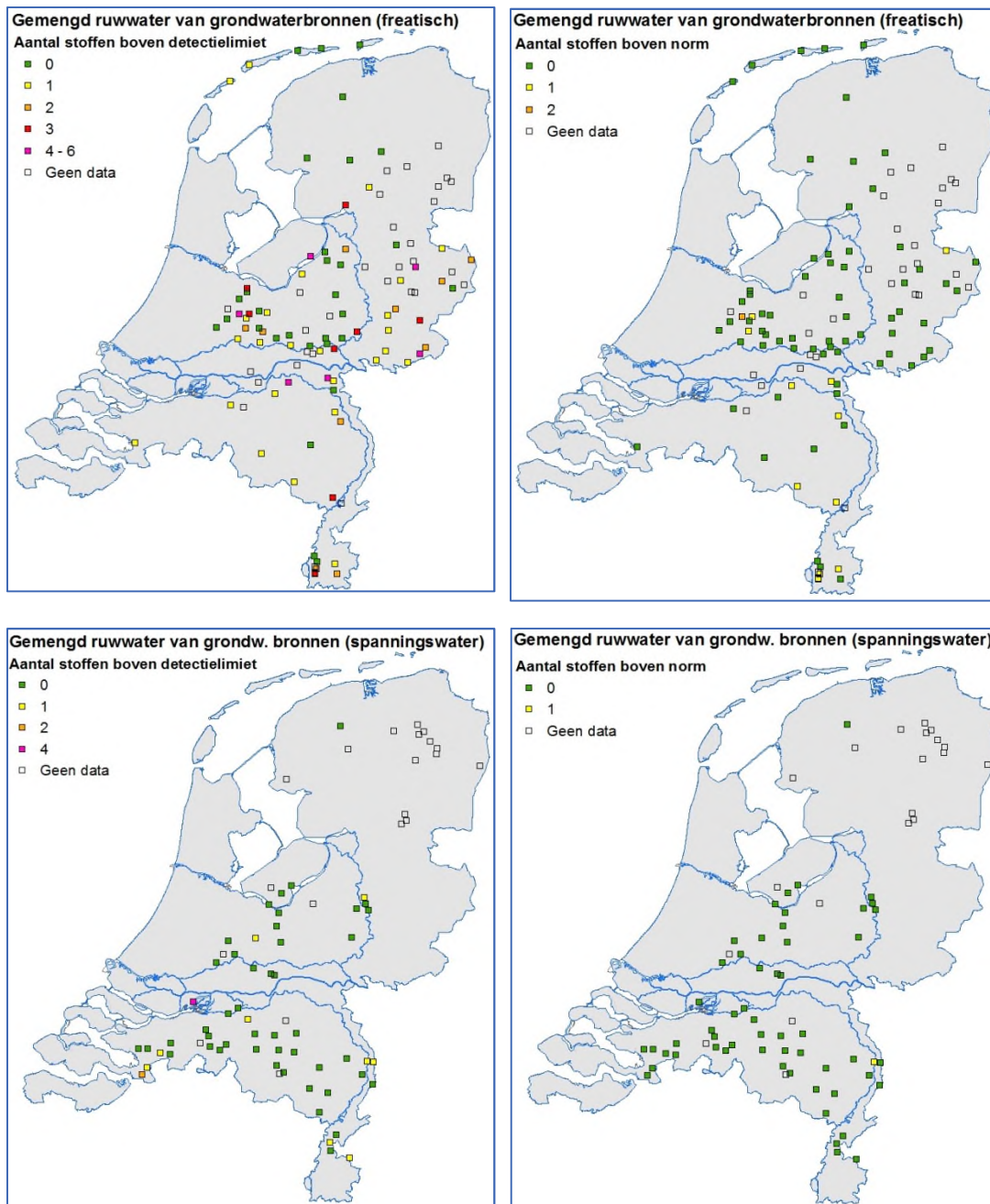
Niet-freatische grondwaterwinningen

In het gemengde ruwwater van 46 van de 57 (81%) geïnventariseerde niet-freatische grondwaterwinningen zijn *geen* gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen (concentratie onder de rapportagelimit). Deze winningen liggen voornamelijk in centrale en zuidelijke zandregio; Figuur 3-6 en Figuur 3-7). In één van deze gevallen is deze constatering gebaseerd op een beperkte hoeveelheid geanalyseerde stoffen (n=3). In de overige gevallen zijn minimaal 53 verschillende stoffen geanalyseerd.

In het gemengde ruwwater van 11 van de 57 (19%) geïnventariseerde niet-freatische grondwaterwinningen zijn één of meerdere gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten waargenomen. Deze winningen liggen verspreid over de zuidelijke en centrale zandregio. In negen gevallen gaat het om de aanwezigheid van één stof, in één geval gaat het om 2 stoffen, in één geval gaat het om vier verschillende stoffen. In één van deze winningen (2% van de hele inventarisatie), in noord-Limburg, is tevens een normoverschrijding voor één stof waargenomen (Figuur 3-6 en Figuur 3-7).



FIGUUR 3-6: OVERZICHT VAN HET AANTAL GRONDWATERWINNINGEN WAAR IN HET GEMENGD RUWWATER GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN OF AFBRAAKPRODUCTEN BOVEN DE NORM OF BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET ZIJN AANGETROFFEN.



FIGUUR 3-7: AANTAL GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN AFBRAAKPRODUCTEN DIE GEDURENDE DE PERIODE 2010-2014 ZIJN AANGETROFFEN IN GEMENGD RUWWATER VAN 78 (SEMI-) FREATISCHE (BOVEN) EN 57 NIET-FREATISCHE (SPANNINGSWATER, ONDER) GRONDWATERWINNINGEN IN NEDERLAND. LINKS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET. RECHTS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE NORM (GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN $\geq 0.1 \mu\text{G/L}$, AFBRAAKPRODUCTEN $\geq 1 \mu\text{G/L}$).

3.5.3 Recent toegelaten middelen

In het voorjaar van 2016 zijn 52 ruwwaterstrengen (gemengd ruwwater) van verschillende grondwaterbronnen verspreid over Nederland eenmalig bemonsterd en geanalyseerd op 24 recent op de markt toegelaten gewasbeschermingsmiddelen (2004-2015). Geen van deze gewasbeschermingsmiddelen werd tijdens deze meetronde in het gemengd ruwwater aangetroffen. Vanwege de hoge leeftijd van het opgepompte grondwater (orde grootte decennia tot eeuwen) en de menging van verschillende (meer en minder verontreinigde) ruwwaterstromen ligt het ook niet in de lijn der verwachting dat deze nieuwe stoffen in het ruwwater aangetroffen zouden worden.

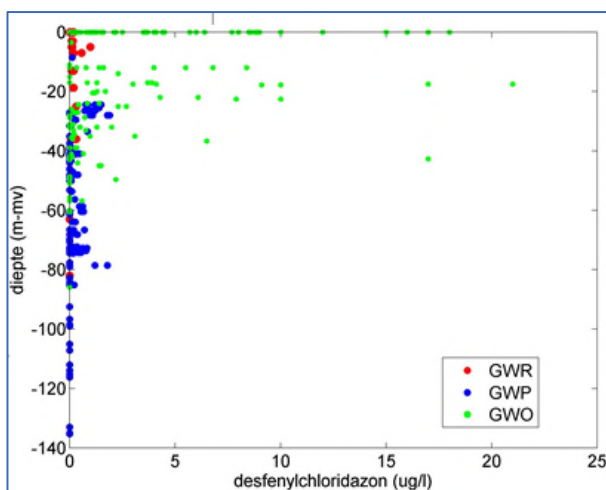
Kader 3: Fronten van gewasbeschermingsmiddelen in de ondergrond

De ouderdom van grondwater, individueel ruwwater en gemengd ruwwater neemt in het algemeen toe met de diepte. Individueel en gemengd ruwwater uit ondiepe (kwetsbare) grondwaterwinningen heeft een gemiddelde ouderdom van enkele tientallen jaren en die van diepe winningen honderden tot duizenden jaren. Als gevolg van deze leeftijdsopbouw wordt elk gewasbeschermingsmiddel tot een diepte aangetroffen die afhankelijk is van (1) het jaar van introductie op de markt en (2) de transporteigenschappen van het middel in de ondergrond (retardatie, een maat voor de binding van de stof aan bodembestanddelen). Om deze reden worden oude middelen al wel aangetroffen in winputten, maar nieuwe middelen nog niet.

In Tabel 3-2 staat een overzicht van de diepte waarop de negen meest voorkomende gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten in waarnemingsfilters, winputten en gemengd ruwwater zijn waargenomen. In Figuur 3-8 staat als voorbeeld de concentratie van desfenylchloridazon uitgezet tegen de diepte. Deze tabel en figuur geven aan dat gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten reeds op grote diepte worden aangetroffen, soms dieper dan op basis van de ouderdom van het grondwater en van de middelen kan worden verwacht. De oorzaak van deze inconsistentie is nog onbekend en vereist nader onderzoek. Vraagt dit nog om een extra aanbeveling? Desondanks geven deze resultaten aanwijzingen dat grondwaterbronnen de komende jaren in toenemende mate verontreinigd zullen raken met gewasbeschermingsmiddelen, doordat de historische last van decennialang gewasbeschermingsmiddelengebruik de winputten nog moet bereiken.

TABEL 3-2: MAXIMALE DIEPTE WAAROP DE NEGEN MEEST VOORKOMENDE GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN IN GRONDWATER ZIJN WAARGENOMEN.

Stof (afbraakproduct van)	Jaar toelating	Verbod?	Maximale diepte
DMS (tolylfluamide)	Voor 1984	2006	40
Glyfosaat	Voor 1984		65
Mecoprop	Voor 1984	2001	70
Desfenyl chloridazon (chloridazon)	Voor 1984		80
Chloridazon	Voor 1984		80
BAM (dichlobenil, fluopicolide)	Voor 1984 2007	2008	80
Dikegulac		1993	90
Dinoterb	Voor 1984	1987	100
Bentazon	Voor 1984		125



FIGUUR 3-8: CONCENTRATIE VAN DESFENYLCHLORIDAZON IN WAARNEMINGSPUTTEN (GWO, GROEN), WINPUTTEN (GWP, BLAUW) EN GEMENGD RUWWATER (GWR, ROOD) UITGEZET TEGEN DIEPTE VAN DE WAARNEMING.

4 Verontreinigingen van oppervlaktewaterbronnen

4.1 Inleiding

Oppervlaktewaterbronnen zijn hier gedefinieerd als drinkwaterbronnen met een substantieel aandeel oppervlaktewater en een beperkte bijmenging met systeemeigen grondwater. Het aandeel (geïnfiltreerd) oppervlaktewater in deze bronnen kan variëren. De verwachting is dat de belasting van deze bronnen met gewasbeschermingsmiddelen hoofdzakelijk via het oppervlaktewater verloopt.

Oppervlaktewater is vooral gevoelig voor verontreiniging met gewasbeschermingsmiddelen als gevolg van directe blootstelling (zoals door verstuiving of drift), afspoeling en lozingen. Kenmerkend voor de verspreiding van verontreinigingen via oppervlaktewater is het snelle transport en daardoor de korte reactietijden. Eenmaal in het oppervlaktewatersysteem speelt afbraak van gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater een belangrijke rol. Daarnaast worden de effecten van gewasbeschermingsmiddelen ter plaatse van de innamepunten gedempt door verdunning met water dat minder belast is of wordt de inname van water tijdelijk gestopt indien de kwaliteit niet aan de vereisten uit het infiltratiebesluit voldoet. Om de effecten van gewasbeschermingsmiddelengebruik op de ruwwaterkwaliteit verder te dempen wordt in de meeste gevallen een vorm van bodempassage toegepast. Hiermee wordt de afbraak van niet-persistente verontreinigingen gestimuleerd en worden verontreinigingen verder verdund.

In dit hoofdstuk worden de resultaten van een inventarisatie van gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewaterbronnen gepresenteerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds oppervlaktewaterbronnen en spaarbekkens (voor bodempassage en eventuele voorzuivering), en anderzijds het Verzameld Onttrokken Grondwater (na bodempassage) bij duininfiltratie- en oeverinfiltratiewinningen. De verschillen in het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in deze compartimenten zijn het gevolg van bodempassage, eventueel voorafgegaan door voorzuivering. Verzameld Onttrokken Grondwater (VOG) is het grondwater dat met winputten of drains wordt gewonnen door duin- en oeverinfiltratiewinningen. Dit grondwater bestaat voor een groot deel uit geïnfiltreerd, al dan niet voorgezuiverd, oppervlaktewater uit het hoofdsysteem, en kan bijmenging van andere waterbronnen bevatten, zoals systeemeigen grondwater (geïnfiltreerd regenwater) of geïnfiltreerd oppervlaktewater uit het regionale systeem.

Deze inventarisatie is uitgevoerd op een database van analyseresultaten voor watermonsters die zijn verzameld ter plaatse van 15 van de 36 spaarbekkens en innamepunten en 16 van de 34 duin- en oeverinfiltratiewinningen (Verzameld Onttrokken Grondwater). De overige winningen zijn niet meegenomen in deze inventarisatie omdat de gegevens daarvoor ontbraken.

4.2 Overzicht

Tabel 4-1 geeft een overzicht van de geïnventariseerde gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten die in norm-overschrijdende concentraties zijn aangetroffen in oppervlaktewaterwinningen. In deze tabel zijn de stoffen gerangschikt op basis van het aantal winningen waar de stoffen de norm overschreden in het Verzameld Onttrokken Grondwater en in de Oppervlaktewaterbronnen (inamepunten) en spaarbekkens. Met deze wijze van rangschikken tellen normoverschrijdingen in de twee oppervlaktewaterbronnen die direct de grondstof leveren voor drinkwaterproductie (waar geen gebruik wordt gemaakt van natuurlijke zuiveringsprocessen) onterecht minder zwaar mee.

Uit Tabel 4-1 blijkt dat 44 verschillende gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten problematisch zijn voor de drinkwaterproductie uit oppervlaktewater. Met uitzondering van aminomethylfosfonzuur (AMPA, het voornaamste afbraakproduct van glyfosaat) zijn het vooral gewasbeschermingsmiddelen die de normen in de oppervlaktewaterbronnen overschrijden. Zeven van deze stoffen overschreden op één of meerdere winlocaties de norm in het Verzameld Onttrokken Grondwater, terwijl deze stoffen niet zijn waargenomen in de oppervlaktewaterbronnen (inamepunten) en spaarbekkens. Deze afwijking ten opzichte van het algemene patroon kan veroorzaakt worden doordat de monitoringsprogramma's niet zijn ingericht om de herkomst van verontreinigingen volledig terug te traceren, of doordat deze stoffen een lokale oorsprong hebben (niet via het oppervlaktewater worden aangevoerd).

Andersom geldt dat 26 stoffen wel de norm overschreden in oppervlaktewaterbronnen of spaarbekkens, maar niet in het Verzameld Onttrokken Grondwater. Dit patroon hangt in ieder geval voor een deel samen met de natuurlijke zuiveringsprocessen als bodempassage, waardoor veel stoffen geheel of gedeeltelijk afgebroken worden. Op basis van de geanalyseerde gegevens wordt echter niet uitgesloten dat deze stoffen in de toekomst toch problematisch kunnen worden voor de kwaliteit van het Verzameld Onttrokken Grondwater. Een voorbeeld is de toename van het gebruik van fungiciden om schimmelgroei bij een natter en warmer klimaat tegen te gaan.

Volgens Tabel 4-1 zijn 18 van de 174 geïnventariseerde stoffen in norm-overschrijdende concentraties aangetroffen in het Verzameld Onttrokken Grondwater van duin- en oeverinfiltratiewinningen. Vijf van deze 21 stoffen zijn op 3 of meer winlocaties tot boven de norm aangetroffen. Deze stoffen zijn bentazon, 2-chlooraniline, glyfosaat, dimethomorf en dikegulac-natrium.

TABEL 4-1: AANTAL LOCATIES WAAAR GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN AFBRAAKPRODUCTEN GEDURENDE DE PERIODE 2010-2014 ZIJN WAARGENOMEN IN HET VERZAMELD ONTTROKKEN GRONDWATER EN OPPERVLAKTEWATERBRONNEN EN SPAARBEKKENS VAN OPPERVLAKTEWATERWINNINGEN. AFBRAAKPRODUCTEN ZIJN CURSIEF WEERGEGEVEN.

Rang-nummer	Gewasbeschermingsmiddel of afbraakproduct	Norm (µg/l)	Verzameld Onttrokken Grondwater	Oppervlaktewaterbronnen en spaarbekkens
1	bentazon	0,1	8	2
2	2-chlooraniline	0,1	4	0
3	glyfosaat	0,1	3	12
4	Dimethomorf	0,1	3	1
5	dikegulac-natrium	0,1	3	0
6	terbutylazine	0,1	1	7
7	AMPA	1,0	1	6
8	Isoproturon	0,1	1	5
9	metolachloor	0,1	1	4
10	Linuron	0,1	1	3
11	Dinoseb	0,1	1	1
12	Diuron	0,1	1	1
13	thiabendazool	0,1	1	1
14	Carbendazim	0,1	1	0
15	glufosinaat-ammonium	0,1	1	0
16	Imazalil	0,1	1	0
17	metazachloor	0,1	1	0
18	tritosulfuron	0,1	1	0
19	MCPA	0,1	0	7
20	diethyltoluamide	0,1	0	6
21	<i>N,N-dimethylsulfamide</i>	0,1	0	6
22	Mecoprop	0,1	0	3
23	Nicosulfuron	0,1	0	3
24	aldicarb-sulfoxide	0,1	0	2
25	Dimethenamide-P	0,1	0	2
26	Oxamyl	0,1	0	2
27	2,4-D	0,1	0	1
28	2-methyl-4,6-dinitrofenol	0,1	0	1
29	Atrazine	0,1	0	1
30	Butocarboximsulfoxide	0,1	0	1
31	chloortoluron	0,1	0	1
32	Dimethenamide	0,1	0	1
33	ethofumesaat	0,1	0	1
34	etridiazool	0,1	0	1
35	Fenamidone	0,1	0	1
36	fenpropimorf	0,1	0	1
37	Imidacloprid	0,1	0	1
38	Metoxuron	0,1	0	1

Rang-nummer	Gewasbeschermingsmiddel of afbraakproduct	Norm (µg/l)	Verzameld Onttrokken	
			Grondwater	Oppervlaktewaterbronnen en spaarbekkens
39	metribuzine	0,1	0	1
40	s-metolachloor	0,1	0	1
41	Thiophanate-methyl	0,1	0	1
42	tolclofos-methyl	0,1	0	1
43	DCFU	0,1	0	1
44	Methoxychloor	0,1	0	1

4.3 Oppervlaktewaterbron en spaarbekkens

4.3.1 Inleiding

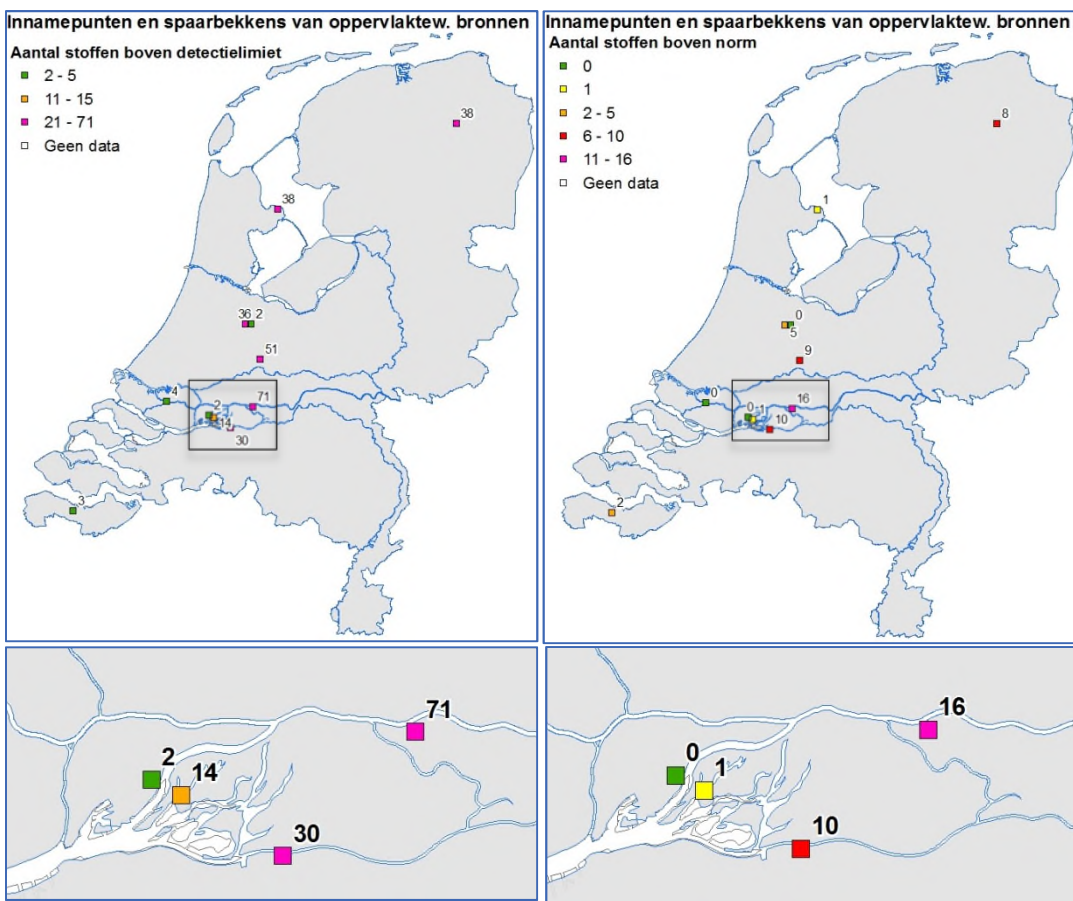
In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van een inventarisatie van het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in de spaarbekkens en het ingenomen oppervlaktewater in concentraties boven de rapportagegrens en boven de norm. Met oppervlaktewaterbron wordt hier bedoeld het oppervlaktewater ter plaats van het innamepunt van duininfiltratiewinningen én het oppervlaktewater ter hoogte van de winmiddelen van oeverinfiltratiewinningen. Spaarbekkens zijn oppervlaktewater-elementen waarin ingenomen oppervlaktewater tijdelijk wordt opgeslagen voordat het verder het drinkwaterproductieproces in wordt geleid. De kwaliteit van het water in spaarbekkens kan als gevolg van selectieve inname afwijken van dat van de oppervlaktewaterbron. Omdat met selectieve inname vooral *hoge* concentraties van verontreinigingen worden gemeden, zullen de *aantallen* waargenomen gewasbeschermingsmiddelen in de spaarbekkens en het ingenomen oppervlaktewater niet veel van elkaar verschillen. Dit legitimeert de keuze om waarnemingen op deze locaties gezamenlijk te presenteren. De aantallen waargenomen middelen in oppervlaktewater en spaarbekkens zijn daarom representatief verondersteld voor de kwaliteit van het oppervlaktewater dat de basis vormt voor het drinkwaterproductieproces. Deze inventarisatie is uitgevoerd op een database van analyseresultaten van monsters uit spaarbekkens en ingenomen oppervlaktewater van 15 van de 36 oppervlaktewaterwinningspunten.

4.3.2 Gangbare middelen

Ter plaatse van alle geïnventariseerde innamepunten en spaarbekkens van drinkwaterbedrijven (n=15) zijn gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten in het oppervlaktewater waargenomen over de periode 2010-2014. Het aantal waargenomen stoffen loopt sterk uiteen en bedraagt maximaal 71 verschillende stoffen. Ter plaatse van 11 van deze innamepunten en spaarbekkens zijn concentraties van één of meerdere (tot 16 stuks) stoffen tot boven de norm waargenomen (Figuur 4-1 en 4-2). Concentraties hoger dan 10 keer de norm zijn hierbij geen uitzondering. De hoogste concentratie (52 µg/l) werd ter plaatse van het innamepunt te Brakel waargenomen voor dimethomorf. Dit voorval was het gevolg van een calamiteit in de Bommelerwaard, die via een gemaal afwatert op de afgedamde Maas.



FIGUUR 4-1: OVERZICHT VAN HET AANTAL INNAMEPUNTEN EN SPAARBEEKENS WAAR GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN AFBRAAKPRODUCTEN BOVEN DE NORM OF BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET ZIJN WAARGENOMEN.



FIGUUR 4-2: AANTAL VERSCHILLENDE GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN AFBRAAKPRODUCTEN DIE GEDURENDE DE PERIODE 2010-2014 ZIJN AANGETROFFEN IN DE SPAARBEEKENS EN IN HET INGENOMEN OPPERVLAKTIEWATER VAN 15 NEDERLANDSE OPPERVLAKTIEWATERWINNINGEN. LINKS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET. RECHTS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE NORM.

4.3.3 Recent toegelaten middelen

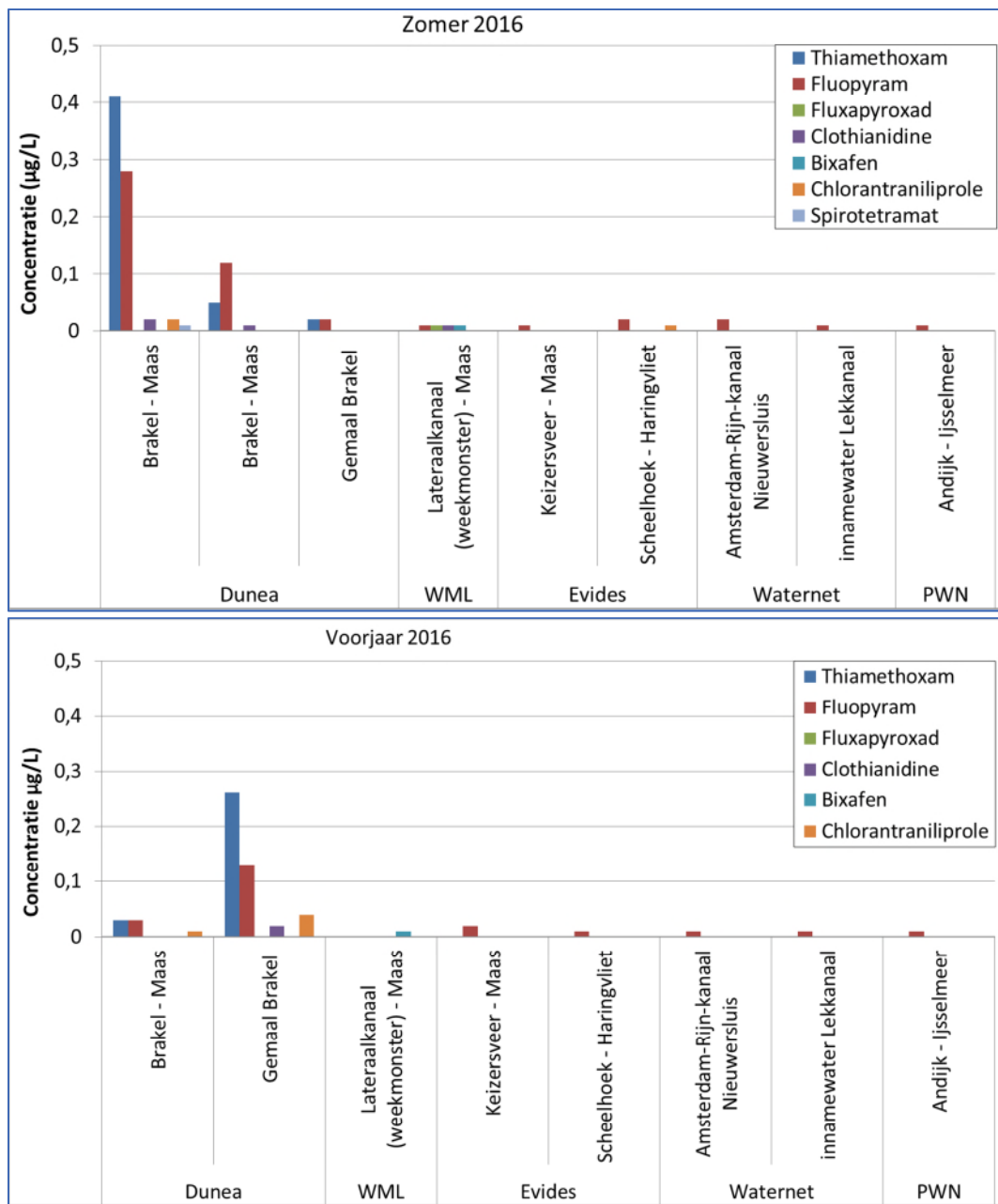
In het voorjaar en zomer van 2016 zijn op 8 locaties analyses van 24 nieuwe gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater (n=6) en voorraadbekken (n=2) van Nederlandse drinkwaterbedrijven uitgevoerd. Deze gewasbeschermingsmiddelen zijn tussen 2004 en 2015 op de Nederlandse markt toegelaten. De resultaten van deze meetronde zijn in Tabel 4-2 en Figuur 4-3 weergegeven.

Bij beide meetrondes zijn ter plaatse van *alle* meetpunten één of meerdere nieuwe gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. In totaal betreft dit zeven van de 24 geanalyseerde nieuwe stoffen (concentratie boven rapportagegrens). Het fungicide Fluopyram is ter plaatse van *alle* monsternamenpunten aangetroffen, op twee locaties zelfs in norm-overschrijdende concentraties. Deze normoverschrijdingen zijn op de ene locatie waargenomen tijdens de voorjaarsronde, en op de andere locatie tijdens de zomerronde. Bij beide gebeurtenissen werd ook het insecticide Thiamethoxam boven de norm waargenomen. Deze stof is niet aangetroffen bij de overige zes bemonsterlocaties.

In het Maassysteem werden tijdens de voorjaarsronde op twee van de zes meetpunten meerdere stoffen tegelijkertijd aangetroffen en tijdens de zomerronde op vijf van de zes meetpunten. In het Rijnsysteem is op alle meetlocaties en bij beide meetrondes steeds dezelfde stof (Fluopyram) aangetroffen.

TABEL 4-2: NIEUWE GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN DIE IN 2016 ZIJN WAARGENOMEN IN HET MAAS- OF RIJNSYSTEEM.

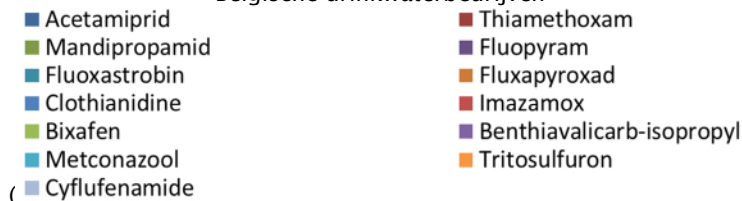
Middel	Type middel	Geïntroduceerd	Aantal locaties	
			Voorjaar 2016	Zomer 2016
Fluopyram	Fungicide	2005	7/8	8/8
Clothianidine	Insecticide	2006	1/8	2/8
Thiamethoxam	Insecticide	2007	2/8	2/8
Chlorantraniliprole	Insecticide	2007	2/8	2/8
Fluxapyroxad	Fungicide	2012	0/8	1/8
Bixafen	Fungicide	2006	1/8	1/8
Spirotetramat	Insecticide	2014	0/8	1/8



FIGUUR 4-3: WAARGENOMEN CONCENTRATIES VAN RECENT OP DE MARKT VERSCHENEN GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN IN MONSTERS UIT OPPERVLAKTEWATER EN SPAARBEEKS VAN DRINKWATERBEDRIJVEN IN NEDERLAND. BOVEN: VOORJAARSRONDE 2016. ONDER: ZOMERRONDE 2016. NB TIJDENS DE ZOMERRONDE IS DE BEMONSTERLOCATIE BRAKEL-MAAS DUBBEL BEMONSTERD EN GEANALYSEERD.

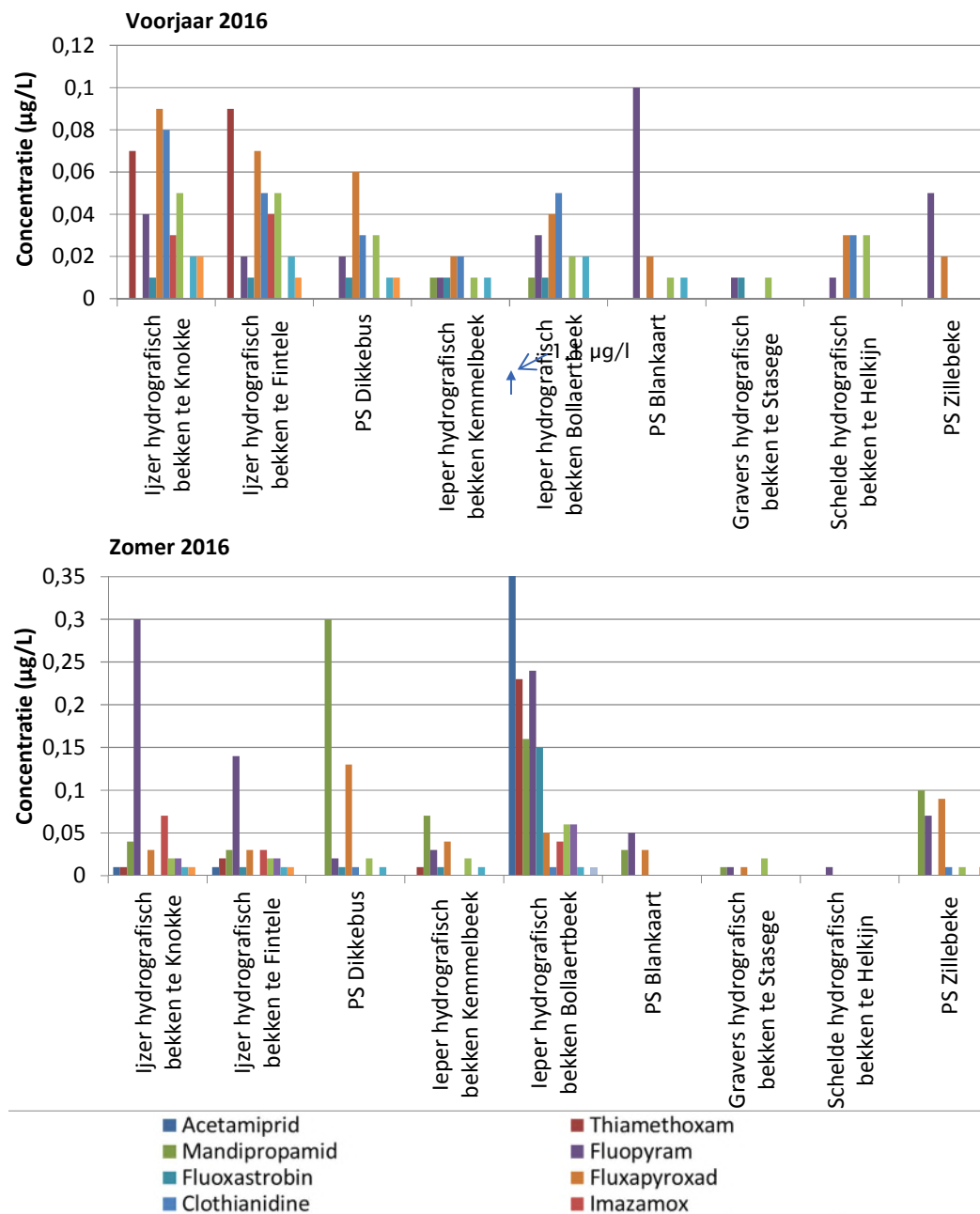
Kader 3: Nieuwe gewasbeschermingsmiddelen in Belgisch oppervlaktewater

In het voorjaar en zomer van 2016 zijn op 9 locaties analyses uitgevoerd van 24 nieuwe gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater (n=5) en voorraadbekkens (n=2) van Belgische drinkwaterbedrijven



Figuur 4-4). Deze gewasbeschermingsmiddelen zijn tussen 2004 en 2015 op de Nederlandse markt toegelaten. Bij deze meetrondes zijn 13 van de 24 geanalyseerde stoffen aangetroffen, waarvan zes stoffen in normoverschrijdende concentraties. Fluopyram werd tijdens beide meetrondes op alle meetlocaties aangetroffen, waarvan op vier locaties met normoverschrijdende concentraties.

Ter plaatse van alle monsterlocaties zijn voor beide meetrondes nieuwe gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen, vrijwel altijd met meerdere stoffen tegelijk. Op drie meetlocaties werden minimaal 10 stoffen tegelijk aangetroffen. Tijdens de voorjaarsronde overschreed geen van de middelen de norm van 0,1 µg/l, maar tijdens de zomerronde werd de norm van zes stoffen ter plaatse van 4 bemonsteringslocaties overschreden. In één geval werd de norm met een factor 10 overschreden.



4.4 Verzameld Onttrokken Grondwater

4.4.1 Inleiding

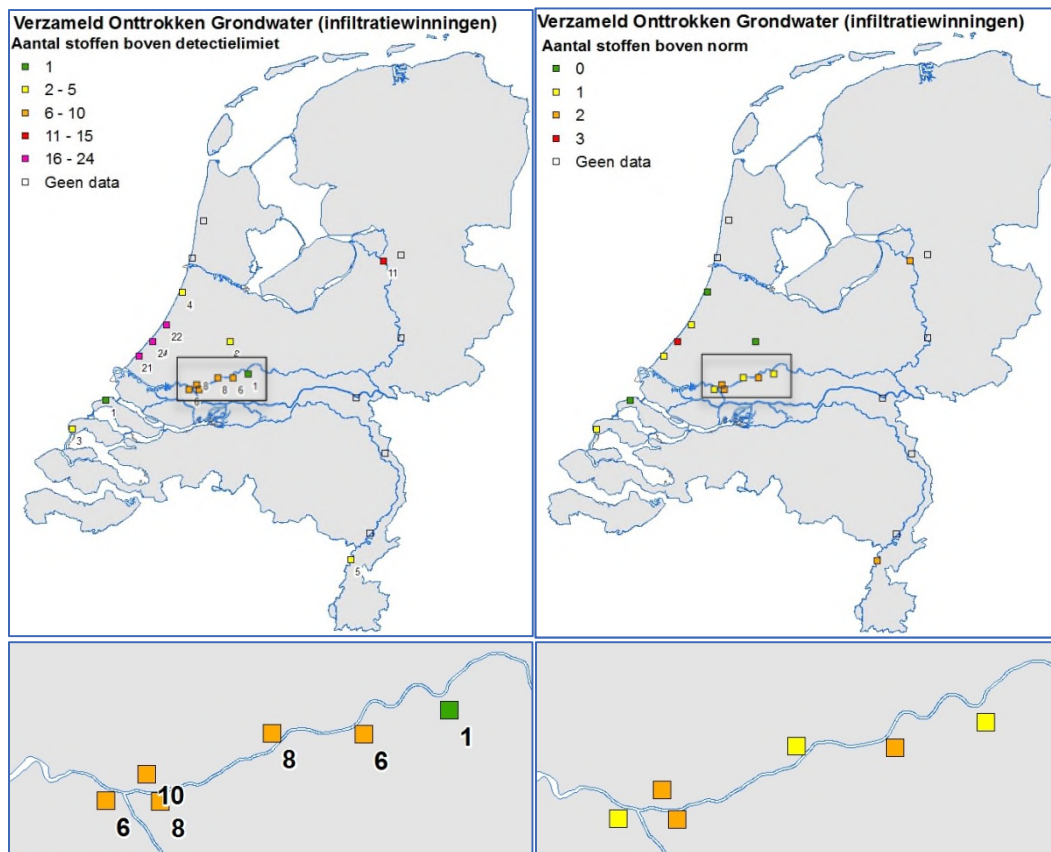
Deze paragraaf betreft waarnemingen van gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in het Verzameld Onttrokken Grondwater van duin- en oeverinfiltratiewinningen die gevoed worden met oppervlaktewater. Dit water is het equivalent van het gemengd ruwwater van grondwaterwinningen en vormt de grondstof voor het drinkwaterproductieproces. Deze inventarisatie is uitgevoerd op een database van analyseresultaten voor monsters uit ruwwaterstrengen van 16 van de 34 duin- en oeverinfiltratiewinningen. De overige winningen zijn niet meegenomen in deze inventarisatie omdat de gegevens daarvoor ontbraken.

4.4.2 Gangbare middelen

Ter plaatse van *alle* 16 (100%) geïnventariseerde (duin- en oever)infiltratiewinningen zijn gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten in het Verzameld Onttrokken Grondwater waargenomen. In twee van de 16 infiltratiewinningen gaat het om één aangetroffen stof, in vijf gevallen gaat het om twee tot vijf verschillende aangetroffen stoffen, in vijf gevallen om zes tot 10 aangetroffen stoffen en in vier gevallen om 11 tot 24 aangetroffen stoffen. Ter plaatse van 13 van deze innamepunten en spaarbekkens (81% van de totale inventarisatie) zijn de waargenomen concentraties van één (n=7), twee (n=5) of drie (n=1) stoffen hoger dan de norm. Tot deze stoffen behoren de gewasbeschermingsmiddelen bentazon, linuron, dikegulac, dimethomorf en glyfosaat, en het afbraakproduct AMPA (moederstof glyfosaat, Sjerps e.a., 2017c). Met uitzondering van één winning langs de IJssel (Engelse Werk), liggen deze winningen langs de Maas, de Lek (Rijn), het IJsselmeer (Rijn) of in het westelijk duingebied (Figuur 4-5 en Figuur 4-6).



FIGUUR 4-5: OVERZICHT VAN HET AANTAL OPPERVLAKTEWATERWINNINGEN WAAR IN HET DUIN- OF OEVERFILTRAAAT GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN OF AFBRAAKPRODUCTEN BOVEN DE NORM EN BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET ZIJN WAARGENOMEN.



FIGUUR 4-6: AANTAL VERSCHILLENDE GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN AFBRAAKPRODUCTEN DIE GEDURENDE DE PERIODE 2010-2014 ZIJN AANGETROFFEN IN HET VERZAMELD ONTTROKKEN GRONDWATER VAN 16 NEDERLANDSE DUIN- EN OEVERINFILTRATIEWINNINGEN. LINKS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE RAPPORTAGELIMIET. RECHTS: AANTAL STOFFEN BOVEN DE NORM.

4.4.3 Recent toegelaten middelen

In mei 2016 en augustus 2016 is het Verzameld Onttrokken Grondwater van Dunea op twee locaties bemonsterd en geanalyseerd op 24 nieuwe gewasbeschermingsmiddelen. In mei 2016 werd één van deze nieuwe middelen, het fungicide fluopyram, in lage concentratie in het Verzameld Onttrokken Grondwater waargenomen. In augustus 2016 werden vier van de 24 nieuwe middelen in het Verzameld Onttrokken Grondwater waargenomen, in concentraties die veel hoger waren dan in mei 2016. Deze stoffen zijn ook ter plaatse van het innamepunt van Dunea aangetroffen, maar daar waren de concentraties van Fluopyram en Thiamethoxam veel hoger (Tabel 4-3). Eén stof (Spirotetramat) is niet in het Verzameld Onttrokken Grondwater aangetroffen, maar wel in een lage concentratie ter plaatse van het innamepunt. Deze resultaten bevestigen dat bodempassage een aanzienlijke bijdrage levert aan de zuivering van gewasbeschermingsmiddelen uit ingenomen oppervlaktewater. Tegelijkertijd blijkt hieruit dat met duinfiltratiesystemen niet altijd volledige verwijdering kan worden bereikt, zodat sprake is van enige mate van kwetsbaarheid van het drinkwaterproductieproces voor verontreiniging van oppervlaktewaterbronnen met gewasbeschermingsmiddelen. Aanpassing van de drinkwaterzuivering zijn daarom noodzakelijk voor de continuïteit van de drinkwatervoorziening in een toekomst waarbij steeds weer nieuwe gewasbeschermingsmiddelen beschikbaar zullen komen.

TABEL 4-3: WAARGENOMEN NIEUWE GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN IN HET VERZAMELD ONTTROKKEN GRONDWATER VAN DUNEA

Stof	Concentratie ($\mu\text{g/l}$)	
	mei-16	aug-16
Chlorantraniliprole	<0.01	0,04
Clothianidine	<0.01	0,02
Fluopyram	0,01	0,13
Thiamethoxam	<0.01	0,26

5 Discussie en aanbevelingen

5.1 Aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in drinkwaterbronnen

5.1.1 Dit rapport (inventarisatie 2010-2014)

In dit rapport is het voorkomen geïnventariseerd van 460 gangbare gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in grondwater- en oppervlaktewaterwinningen. Hiertoe is een database samengesteld op basis van analysegegevens van de drinkwaterbedrijven voor de periode 2010-2014. De samengestelde database geeft daarmee een breed beeld van het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen op verschillende locaties in drinkwaterbronnen. In aanvulling hierop is een meetcampagne uitgevoerd voor 24 gewasbeschermingsmiddelen die recent op de markt verschenen zijn en die zich potentieel snel verspreiden in grond- en oppervlaktewater. Deze 24 middelen zijn met een nieuw ontwikkelde analysemethode (LC-MS/MS) een- of tweemaal gescreend op 128 bemonsteringslocaties in Nederlandse en Vlaamse grond- en oppervlaktewaterbronnen.

Uit deze inventarisatie blijkt dat gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten op grote schaal zijn aangetroffen in grond- en oppervlaktewaterbronnen van Nederlandse drinkwaterbedrijven. In *alle* geanalyseerde oppervlaktewaterbronnen zijn één of meerdere keren restanten van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen, in 70% van de gevallen kwamen zaten daar norm-overschrijdende concentraties bij. Dit geldt zowel ter plaatse van het ingenomen oppervlaktewater (zonder zuivering), als in het Verzameld Onttrokken Grondwater (na bodempassage en eventuele voorzuivering). Daarnaast zijn zeven van de 24 nieuwe middelen in oppervlaktewaterbronnen aangetroffen. Deze resultaten bevestigen de kwetsbaarheid van oppervlaktewaterbronnen voor verontreiniging met gewasbeschermingsmiddelen.

Uit deze inventarisatie blijkt tevens dat in 70 van de 99 (71%) freatische grondwaterwinningen één of meerdere keren sporen van gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten zijn aangetroffen. Dit heeft bij 15 % van de freatische grondwaterwinningen geleid tot incidentele normoverschrijdingen voor één of meer stoffen in het gemengd ruwwater. Voor niet-freatische grondwaterwinningen zijn de problemen minder omvangrijk, maar ook daar zijn in 20% van de gevallen, één of meerdere keren, restanten van gewasbeschermingsmiddelen in individuele winputten aangetroffen, soms tot boven de norm. In één geval heeft dit geleid tot een normoverschrijding in het gemengd ruwwater. Op grond van de ouderdom van het grondwater en de zuiverende werking van bodempassage werd het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in en nabij niet-freatische grondwaterwinningen op deze schaal niet verwacht.

Specifiek voor grondwaterwinningen blijkt tevens dat niet alleen de bronnen zelf, maar ook het grondwater in de omgeving van grondwaterwinningen op grote schaal verontreinigd is met gewasbeschermingsmiddelen. Restanten van deze middelen zijn aangetroffen in waarnemingsfilters nabij 60% van de geanalyseerde freatische grondwaterwinningen en 40% van de geanalyseerde niet-freatische grondwaterwinningen. Op veel plaatsen zijn daarbij norm-overschrijdende concentraties waargenomen. Deze resultaten geven aan dat de historische belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen de komende jaren tot decennia tot uiting zal komen in de kwaliteit van het opgepompte grondwater. Het aantreffen van twee van de 24 geanalyseerde nieuwe gewasbeschermingsmiddelen in ondiepe waarnemingsfilters geeft aan dat toekomstige kwaliteitsproblemen als gevolg van nieuwe middelen niet uitgesloten kunnen worden.

5.1.2 Inventarisatie op basis van gebiedsdossiers (2012)

Het RIVM heeft in 2016 op basis van informatie uit gebiedsdossiers een inventarisatie uitgevoerd van gangbare gewasbeschermingsmiddelen in individuele drinkwaterputten (Swartjes e.a., 2016). Swartjes e.a. (2016) concluderen dat in 15% van de grondwaterwinningen één of meer gewasbeschermingsmiddelen in een hogere concentratie dan de norm is aangetroffen. Dit komt overeen met de bevindingen van het onderhavige rapport, namelijk dat ter plaatse van 25% van de freatische en 10% van de niet-freatische grondwaterwinningen één of meer gewasbeschermingsmiddelen in winputten tot boven de norm zijn aangetroffen.

Daarnaast concluderen Swartjes e.a. (2016) dat in 25% van de grondwaterwinningen één of meer gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten zijn aangetroffen met een concentratie hoger dan de 75% van de norm (potentiele probleemstoffen). In onderhavig rapport zijn stoffen geïnventariseerd die in winputten boven de rapportagegrens zijn waargenomen en dus 'bewezen aanwezig' zijn. Hieruit volgde dat in 71% van de freatische en 19% van de niet-freatische grondwaterwinningen gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten zijn aangetroffen. Het onderhavige rapport geeft daarmee een specificering van de resultaten die Swartjes e.a. (2016) presenteren.

5.1.3 Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen (1996-2016)

De Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen (Kruyne e.a., 2017) bevat analyseresultaten voor ruim 400 stoffen in 18.000 grondwatermonsters. Deze monsters zijn voor de periode 1990-2016 verzameld op basis van de grondwatermeetnetten van provincies en drinkwaterbedrijven. Deze atlas overlapt gedeeltelijk, te weten de waarnemingen in waarnemingsfilters, met de database die in het kader van dit rapport is samengesteld. De Grondwateratlas bevat daarnaast ook gegevens van waarnemingsfilters van bronhouders buiten de drinkwatersector. Ter vergelijking van beide databases zijn ruimtelijke concentratiepatronen met behulp van de Grondwateratlas gevisualiseerd voor de gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten die volgens de onderhavige BTO-studie de norm overschreden in het gemengde ruwwater van grondwaterwinningen. Dit betreffen de stoffen Imazil (n=1, één keer aangetroffen in ruwwater), glufosinaat-amonium (n=1), thiabendazool (n=1), glyfosaat (n=3), bromical (n=10), 2-chlooraniline (n=19), dimethomorf (n=20), dikegulac-natrium (n=20) en bentazon (n=83). De resultaten zijn in Bijlage II opgenomen. De Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen bevat geen gegevens over het voorkomen van 2-chlooraniline (in deze studie 19 keer aangetroffen in ruwwater).

De Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen laat zien dat Bentazon op grote schaal aanwezig is in het grondwater, vaak in concentraties die de norm overschrijden. Ook bromacil en glyfosaat zijn volgens de Grondwateratlas (recentelijk) op diverse plaatsen in het grondwater aangetroffen. De atlas laat zien dat een beperkte hoeveelheid grondwatermonsters uit het midden en noorden van Nederland is geanalyseerd op imazalil, waarbij imizalil niet is aangetroffen. Voor de overige genoemde stoffen bevat de Grondwateratlas, op het moment van schrijven van dit rapport, slechts een zeer beperkte hoeveelheid gegevens, zodat geen landelijk beeld van het voorkomen van eerder genoemde stoffen kan worden verkregen.

5.1.4 Inventarisatie voor grondwatermeetnetten (2015-2016)

Sjerps e.a. (2017b) presenteren de resultaten van een inventarisatie van gewasbeschermingsmiddelen in grondwater gebaseerd op analyses uit provinciale grondwatermeetnetten. Hiertoe stelden Sjerps e.a. (2017b) een database samen van analyseresultaten voor in totaal 280 stoffen in ruim 1000 monsters uit diepe en ondiepe waarnemingsfilters die zijn verzameld gedurende de periode 2015-2016. De geselecteerde waarnemingsfilters

waren onderdeel van KRW-meetnetten, provinciale grondwatermeetnetten en overige meetpunten (o.a. risicolocaties). Slechts een klein deel van de gegevens betreft het grondwater in grondwaterbeschermingsgebieden. Deze inventarisatie van Sjerps e.a. (2017b) heeft dus beperkte overlap met de hier uitgevoerde inventarisatie en is grotendeels (ruimtelijk) complementair daaraan.

Uit de inventarisatie van Sjerps e.a. (2017b) blijkt dat in de helft van de grondwatermonsters gewasbeschermingsmiddelen zijn aangetroffen (concentratie boven de rapportagegrens). Dit komt goed overeen met de resultaten die in dit rapport zijn gepresenteerd. Daarnaast rapporteren zij dat in 17% van alle monsters (binnen en buiten grondwaterbeschermingsgebieden) gewasbeschermingsmiddelen de norm hebben overschreden en dat daar sprake van was in 11% van de monsters uit grondwaterbeschermingsgebieden. De resultaten in het onderhavige BTO-rapport geven een minder positief beeld, namelijk dat normoverschrijdingen zijn aangetroffen in de intrekgebieden van 38% van de freatische en 17% van de niet-freatische grondwaterwinningen. Waarschijnlijk wordt dit verschil veroorzaakt door afwijkingen in de gehanteerde grondslag. Sjerps e.a. (2017b) gaan uit van een eenmalige meetronde (2015-2016) van individuele waarnemingsfilters in het provinciale meetnet, terwijl in dit rapport uitgegaan is van meerdere metingen over de periode 2010-2014 van meerdere waarnemingsfilters in de intrekgebieden van individuele grondwaterwinningen. Daarnaast is de telling in het onderhavige BTO-rapport gebaseerd op het "one out- all out"-principe, waarbij een eenmalige overschrijding van een enkele gewasbeschermingsmiddel of afbraakproduct de status van de winning bepaalt. Daarnaast geven de provinciale grondwatergegevens zoals geanalyseerd door Sjerps e.a. (2017b) een onvoldoende representatief beeld van de grondwaterkwaliteit in grondwaterbeschermingsgebieden, omdat het provinciale meetnet deze gebieden beperkt bedekt.

5.1.5 Resumé

De landelijke analyses van Swartjes e.a., 2016, Kruijne e.a. (2017) en Sjerps e.a. (2017b) bevestigen het beeld uit dit rapport dat het grondwater in Nederland op grote schaal verontreinigd is met gewasbeschermingsmiddelen. Dit leidt tot kwaliteitsproblemen bij grondwaterbronnen. Deze studies geven tevens aan dat tientallen verschillende stoffen hierbij een rol spelen en dat er een sterke ruimtelijke variatie is. Het huidige rapport geeft aan dat (1) gewasbeschermingsmiddelen in een aantal grondwaterwinningen de normen ook in het gemengde ruwwater overschrijden, en (2) nieuwe gewasbeschermingsmiddelen in het ondiepe grondwater zijn aangetroffen, zij het in beperkte mate als gevolg van de hoge ouderdom van het betreffende grondwater. Samen met bovengenoemde landelijke analyses bevestigen deze resultaten dat de Nederlandse grondwaterbronnen kwetsbaar zijn voor verontreiniging met gewasbeschermingsmiddelen.

5.2 Aanbevelingen voor beleidsontwikkeling en beleidsonderbouwend onderzoek

In dit rapport is op basis van een omvangrijke dataset aangetoond dat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen negatieve effecten heeft op de kwaliteit van drinkwaterbronnen en dat de drinkwaterbedrijven ook in de nabije toekomst hiermee te maken blijven houden. Aanvullende (beleids)maatregelen zijn op drie niveaus mogelijk:

- nationaal niveau, c.q. nationale wet en regelgeving voor de toelating en gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden);
- provinciaal niveau, c.q. het grondwaterbeschermingsbeleid dat is vastgelegd in provinciale milieuvorderingen (voortvloeiend uit de Wet Milieubeheer), inclusief controle op de naleving van verboden, beperkingen en gebruiksvoorschriften (handhaving);

- Winning-niveau, c.q. effectgerichte maatregelen die door de drinkwaterbedrijven zelf kunnen worden genomen om met de problematiek om te gaan.

Voor elk niveau worden in deze paragraaf aanbevelingen voor beleidsontwikkeling gedaan.

5.2.1 Nationaal niveau: toelatingsbeleid en versterkte handhaving

In Nederland is het Ctgb belast met de uitvoering van het toelatingsbeleid voor gewasbeschermingsmiddelen. Toelatingsrestricties worden hierbij getoetst ten opzichte van de norm voor het 90%-concentratiepercentiel in het ondiepe grondwater en op 10 m diepte binnen het toepassingsgebied van het middel. Voor grondwaterbeschermingsgebieden wordt vanuit het voorzorgsprincipe getoetst aan een 10 keer scherpere norm. Deze toetsing is in eerste instantie gebaseerd op de resultaten van af- en uitspoelingsmodellen (PEARL of GeoPearl, Tiktak et al, 2003), en de resultaten van veld- en laboratoriumproeven. Het Ctgb kan bij de toelatingsprocedure van herbeoordelingen ook gebruik maken van meetgegevens zoals deze in de recent gelanceerde Grondwateratlas beschikbaar zijn.

Als eerste stap in de ontsluiting van gegevensbronnen van waterbedrijven en provincies ten behoeve van de toelatingsbeoordeling is in 2017 de eerste versie van de Grondwateratlas voor gewasbeschermingsmiddelen uitgebracht (Kruyne e.a., 2017). Deze grondwateratlas bevat de analyseresultaten voor ruim 400 stoffen die gedurende de periode 1990-2016 zijn aangetroffen in 18.000 grondwatermonsters uit waarnemingsfilters. Op dit moment wordt in opdracht van EZ en I&M onderzocht hoe gegevens uit de Grondwateratlas een plek kunnen krijgen in de meer gedetailleerde niveaus van toelatingsbeoordeling. Een punt van aandacht hierbij is de ruimtelijke dichtheid van gegevens, want net als bij de oppervlaktewatergegevens moet eerst een verband zijn aangetoond tussen gebruik van een gewasbeschermingsmiddel in een teelt en het voorkomen ervan in grondwater, voordat in een bestaande middeltoelating kan worden ingegrepen. Hierbij zijn ook bekendheid met de herkomst en ouderdom van het grondwater in de waarnemingsfilters van belang.

Om het drinkwaterbelang bij de herbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen voldoende te borgen dienen monitoringsgegevens van waterbedrijven, provincies en eventueel andere bronhouders optimaal benut te worden bij de cyclische risicobeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen. Hiervoor is het noodzakelijk om de gegevens in de Grondwateratlas en Bestrijdingsmiddelenatlas (voor oppervlaktewater) regelmatig te actualiseren. Vervolgens is het noodzakelijk om de beoordeling van toegestane middelen door het Ctgb met enige regelmaat te vergelijken met een beoordeling op basis van actuele meetgegevens. Het aantreffen van recentelijk op de markt verschenen gewasbeschermingsmiddelen in grond- en oppervlaktewater, zoals in het onderhavige rapport is beschreven, geeft daar direct aanleiding toe. Daarnaast dienen de uitspoelingsmodellen die bij de beoordeling door het Ctgb zijn ontwikkeld op basis van de empirische gegevens verrijkt en gevalideerd te worden, zodat de modellen gebaseerd zijn op de best beschikbare informatie. Wat betreft de ontsluiting van meetgegevens, en het optimaal benutten van de informatiewaarde daarvan, zien wij de volgende verbeterpunten:

- De Grondwateratlas bevat van een aantal voor drinkwaterbronnen relevante stoffen slechts een beperkte hoeveelheid gegevens. Geadviseerd wordt om hiaten in de atlas zoveel mogelijk op te vullen.
- De Grondwateratlas bevat geen informatie over de ouderdom en de herkomst van het grondwatermonster waar de meetgegevens betrekking op hebben. Geadviseerd wordt om met behulp van forensische technieken de belangrijkste meetlocaties te typeren.
- Slechts een beperkt deel van de data in de Grondwateratlas heeft betrekking op grondwatermonsters van het ondiepe grondwater of op 10 m diepte. Een mogelijkheid is

de concentraties die in de atlas zijn opgenomen met behulp van geochemische modellering te vertalen naar een concentratie in het ondiep grondwater en op 10 m diepte. Deze informatie zou via een separate module in de Grondwateratlas ontsloten kunnen worden.

- Een mogelijkheid is het historische en actuele toepassingsgebied van potentieel risicovolle middelen op basis van geo-informatie en/of registraties van landgebruik inzichtelijk te maken en via de Grondwateratlas te ontsluiten. Deze informatie zou als 'onderlegger' of via een separate module in de Grondwateratlas ontsloten kunnen worden.

De naleving van de gebruiksvoorschriften en restricties voor gewasbeschermingsmiddelen wordt gehandhaafd door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) en de waterschappen. Deze organisaties controleren o.a. op het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in spuitvrije zones, het gebruik van niet meer toegelaten werkzame stoffen en de naleving van de wettelijke gebruiksvoorschriften van het betreffende middel, zoals teelt-specifieke restricties in grondwaterbeschermingsgebieden. Momenteel is voor de handhaving van voorgeschreven restricties voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, zoals van toepassing op grondwaterbeschermingsgebieden, de capaciteit zeer beperkt. Versterking van deze capaciteit is daarom te overwegen.

5.2.2 Provinciaal niveau: grondwaterbeschermingsbeleid en handhaving

Provinciale milieuverordeningen bieden provincies de mogelijkheid om aanvullende verboden, gebruiksbeperkingen of maatregelen binnen beschermingszones rond grondwaterwinningen in te stellen. In de praktijk maken provincies echter weinig gebruik van deze bevoegdheid. Een bekende uitzondering vormt de gebruiksbeperking van glyfosaat binnen het waterwingebied van de winning Bethunepolder (Provincie Utrecht). De provincies hanteren thans vooral een aanpak door bewustwording, voorlichting en stimuleringsprogramma's (Swartjes e.a., 2016). In de praktijk blijken stimuleringsprogramma's voor verduurzaming van de landbouw effectief te zijn voor het verminderen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (Vliet e.a., 2017). Het effect van deze programma's is echter nog niet met grondwatermonitoring te kwantificeren, omdat ze daarvoor nog niet lang genoeg lopen. Het onderhavige rapport biedt daarom geen inzicht in de effectiviteit van dergelijke kortlopende stimuleringsprogramma's.

De hier aangetoonde omvang van het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater en in grondwaterbronnen legitimeert een sterkere borging van het drinkwaterbelang in het provinciaal grondwaterbeschermingsbeleid. Dit kan vormgegeven worden door verdere regulering van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen binnen grondwaterbeschermingsgebieden en sterker te handhaven op gebruiksbeperkingen die gelden voor grondwaterbeschermingsgebieden. Het Ctgb schrijft veelvuldig restricties ten aanzien van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in grondwaterbeschermingsgebieden voor, maar deze restricties worden in de praktijk beperkt gehandhaafd. De in dit rapport gepresenteerde informatie kan waar nodig gebruikt worden in gebiedsarrangementen, en de noodzaak onderbouwen om lopende initiatieven voort te zetten, uit te breiden, of om aanvullende beleidsmaatregelen, zoals een verbod op uitspoelingsgevoelige teelten binnen grondwaterbeschermingsgebieden, in te zetten.

5.2.3 Winning-niveau: effectgerichte maatregelen

Drinkwaterbedrijven hebben op het niveau van winningen effectgerichte maatregelen genomen om te voldoen aan hun wettelijke taak voor het leveren van drinkwater aan huishoudens. Zo wordt waar mogelijk grondwater, dat minder kwetsbaar is voor kwaliteitsinvloeden dan oppervlaktewater, gebruikt als grondstof voor drinkwaterproductieprocessen. Om kwaliteitsproblemen o.a. als gevolg van gewasbeschermingsmiddelen te vermijden is de afgelopen decennia tevens een aantal grondwaterwinningen verplaatst, verdiept of gedeeltelijk als interceptiewinning ingericht. Daar waar nodig zijn aanvullende zuiveringsstappen ingericht om restanten van gewasbeschermingsmiddelen voldoende te verwijderen.

Om tijdig te kunnen anticiperen op kwaliteitsveranderingen is het van belang om met enige regelmaat de kwaliteit van het grondwater rondom grondwaterwinningen te meten en daar prognoses voor op te stellen. De momenteel in te voeren risico-gebaseerde monitoring vormt hierbij een uitstekend aanknopingspunt, maar ook een openbare database van de toegepaste middelen is daarbij nuttig. Registratie van de toegepaste middelen vindt nu alleen nog maar op bedrijfsniveau plaats, zonder dat deze gegevens centraal worden verzameld en ontsloten. Het ontsluiten van deze gebruiksgegevens via een centrale database in combinatie met de resultaten uit monitoringsprogramma's kunnen een aanzienlijke verbetering van ruwwaterprognoses opleveren. Deze gegevens zijn tevens een bron van informatie voor het prioriteren en ontwerpen van preventieve maatregelen.

Op locaties waar onvoldoende zoet grondwater beschikbaar is voor drinkwaterproductie, gebruiken de drinkwaterbedrijven oppervlaktewater als grondstof voor het drinkwaterproductieproces. Gegeven de variabele kwaliteit van oppervlaktewater, zijn de drinkwaterbedrijven hierbij afhankelijk van verschillende technieken, zoals selectieve inname, bodempassage en intensieve zuivering. Om de productie van drinkwater uit oppervlaktewater ook in de toekomst te kunnen garanderen zijn van belang het benutten van data uit actuele monitoring, prognoses van de waterkwaliteit, verhogen van de verwijderingsefficiëntie van zuiveringstechnologieën en optimalisatie van natuurlijke zuiveringsprocessen. Vervolg onderzoek op deze onderwerpen kan hierbij behulpzaam zijn. Daarnaast geeft het onderhavige rapport het belang aan van terugkerend onderzoek naar de risico's van nieuwe gewasbeschermingsmiddelen voor oppervlaktewaterbronnen. Brongerichte maatregelen zijn namelijk de meest geëigende weg voor langdurige veiligstelling van drinkwaterproductie, zoals ook vastgelegd in de Kaderrichtlijn Water.

6 Conclusies

Gedurende de periode 2010-2014 zijn op grote schaal sporen van gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten aangetroffen in de Nederlandse drinkwaterbronnen. Ter plaatse van alle innamepunten en voorraadbekken van oppervlaktewaterwinningen zijn meerdere gewasbeschermingsmiddelen minimaal één keer aangetroffen. Op 75% van de locaties zijn één of meerdere norm-overschrijdingen waargenomen. Gewasbeschermingsmiddelen zijn in alle duin- en oeverinfiltratiewinningen aangetroffen, in meer dan 70% van de winningen kwamen hierbij normoverschrijdingen voor. Bentazon, 2-chlooraniline en glyfosaat zijn het meeste aangetroffen in oppervlaktewaterbronnen. Een eenmalige meetronde van 24 nieuwe gewasbeschermingsmiddelen geeft tevens aanwijzingen dat ook relatief recent toegelaten stoffen wijdverbreid voorkomen in oppervlaktewaterbronnen. Drinkwaterproductie uit oppervlaktewaterbronnen is mede om deze reden afhankelijk van natuurlijke en intensieve zuiveringstechnieken. De continue ontwikkeling van de gewasbeschermingsmiddelenmarkt vereist regelmatige reflectie op de inspanningen die geleverd worden om oppervlaktewaterbronnen duurzaam veilig te stellen.

Uit de inventarisatie van gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in grondwaterbronnen blijkt tevens dat gedurende de periode 2010-2014 in 70 van de 99 (71%) van de freatische grondwaterwinningen minimaal één keer sporen van gewasbeschermingsmiddelen of afbraakproducten zijn aangetroffen. Bij 15% van deze winningen heeft dit geleid tot incidentele normoverschrijdingen voor één of meer stoffen in het gemengd ruwwater. Voor niet-freatische grondwaterwinningen zijn de problemen minder omvangrijk, maar ook daar zijn in 20% van de gevallen incidenteel restanten van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen, soms ook tot boven de norm, en in één geval ook normoverschrijdend in het gemengd ruwwater. Hieruit blijkt dat (1) het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen gedurende de afgelopen decennia zijn weerslag heeft op de kwaliteit van veel grondwaterbronnen voor drinkwaterproductie, en (2) veel grondwaterbronnen kwetsbaar zijn voor kwaliteitsverslechtering als gevolg van het gebruik van (oude en nieuwe) gewasbeschermingsmiddelen. Het aantreffen van gewasbeschermingsmiddelen in waarnemingsfilters nabij grondwaterwinningen geeft daarnaast aanwijzingen dat restanten van gewasbeschermingsmiddelen ook in de toekomst de kwaliteit van grondwaterbronnen zullen beïnvloeden.

7 Literatuur

Castelijns, J., 2010. Beschermingsdossier wpb Helmond. Brabant Water.

Claessens, J., Van der Aa, M., Groenendijk, P., en Renaud, L., 2017. Effecten van het landelijk mestbeleid op de grondwaterkwaliteit in grondwaterbeschermingsgebieden. RIVM, Bilthoven, Rapport 2016-0199.

Coppens L.J.C, Van Gils J., Ter Laak T., Raterman B. en Van Wezel, A., 2015. Towards spatially smart abatement of human pharmaceuticals in surface waters: defining impact of sewage treatment plants on susceptible functions. *Water Research* 81: 356-365

Cornelese, A.A., Boesten, J.J.T.I., Leistra, M., Linden, A.M.A. van der, Linders, J.B.H.J., Pol, J.W.W., en Verschoor, A.J., 2003. RIVM, Bilthoven, RIVM-rapport 601450015/2003.

Ctgb, 2015. Werkplan en begroting 2016: Meerjaren ontwikkeling en begroting 2016-2020. <https://www.ctgb.nl/documenten/jaarverslagen/2016/begroting-en-werkplan-2016/begroting-en-werkplan-2016/begroting-en-werkplan-2016>.

ILT, 2017. De kwaliteit van het drinkwater in 2016. Inspectie Leefomgeving en Transport ILT/Water, Producten en Stoffen, Den Haag.

Kruyne, R., Linden, T. van der, en Berg, H. van den, 2017. Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen gepubliceerd. H2O-online, 30 augustus 2017.

Loon, A.H. van, 2013. Organische micro-verontreinigingen in ruwwater van kwetsbare grondwaterwinningen: een meta-analyse van stofspecifieke risico's van landgebruikfuncties. KWR, Nieuwegein, BTO2013.215.

Loon, A.H. van, en Fraters, D., 2016. De gevolgen van mestgebruik voor waterwinning: een tussenbalans. KWR, Nieuwegein, KWR 2016.023.

Schriks, M., Van Leerdam, J.A., Van der Linden, S.C., Van der Burg, B. en Van Wezel, A.P., De Voogt, P., 2010. High-Resolution Mass Spectrometric Identification and Quantification of Glucocorticoid Compounds in Various Wastewaters in The Netherlands. *Environmental Science and Technology*, 44:4766-4774.

Sjerps R.M.A., Laak, T.L. ter, Zwolsman G.J.J.G., 2017a. Projected impact of climate change and chemical emissions on the water quality of the European rivers Rhine and Meuse: A drinking water perspective. *Science of The Total Environment*; 601-602: 1682-1694.

Sjerps, R., Maessen, M., Raterman, B., Laak, T. ter, en Stuyfzand, P., 2017b. Grondwaterkwaliteit Nederland 2015-2016: Chemie grondwatermeetnetten en nulmeting nieuwe stoffen. KWR, Nieuwegein, KWR 2017.024.

Sjerps, R., Stuyfzand, P., Kooij, P., Loma-Gonzalez, B. de la, Kolkman, A., en Puijker, L., 2017c. Vulnerability of drinking water sources in The Netherlands to pesticides. KWR, Nieuwegein, BTO 2017.071.

Swartjes, F.A., Linden, A.M.A. van der, en Aa, N.G.F.M. van der, 2016.

Gewasbeschermingsmiddelen in grondwater bij drinkwaterwinningen: huidige belasting en mogelijke maatregelen. RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 2016-0083.

Tiktak, A., Linden, A.M.A. van der, en Boesten, J.J.T.I., 2003. The GeoPEARL model. Description, applications and manual. RIVM-rapport 716601007, RIVM, Bilthoven.

Vink, K., Bonte, M., Putters, B., Castenmiller, E., Frankhuizen, E., Strookman, M., en Peters, J., 2012. Gewasbeschermingsmiddelen in 14 kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden in Limburg.

Vliet, J. van, Terryn, L., Gooijer, Y., Rougoor, C., Lommen, J., en Leendertse, P., 2017. Schoon Water voor Brabant: rapportage over 2016. CLM, publicatienummer 942.

Vught, A.C. van, 2011. Gebiedsdossier drinkwaterwinning Helmond. Witteveen+Bos, HT331-7/vuga/006.

Wuijts, S., Bogte, J.J., Dik, H.H.J., Verweij, W.H.J., en Aa, N.G.F.M. van der, 2014. Eindevaluatie gebiedsdossiers drinkwaterwinningen. RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 270005001/2014.

Bijlage I Stoffenlijst en normen

I.1 Gewasbeschermingsmiddelen

Gewasbeschermingsmiddel	Norm ($\mu\text{g/l}$)
bentazon	0,1
dikegulac-natrium	0,1
glyfosaat	0,1
Mecoprop	0,1
Bromacil	0,1
Dimethomorf	0,1
2-chlooraniline	0,1
Isoproturon	0,1
MCPA	0,1
terbutylazine	0,1
Diuron	0,1
diethyltoluamide	0,1
Tetrahydrothiofeen	0,1
metolachloor	0,1
Nicosulfuron	0,1
Oxamyl	0,1
Propoxur	0,1
chloortoluron	0,1
chlorigazon	0,1
Linuron	0,1
thiabendazool	0,1
Atrazine	0,1
aldicarb-sulfoxide	0,1
Dimethenamide	0,1
ethofumesaat	0,1
glufosinaat-ammonium	0,1
Dichlobenil	0,1
Dimethenamide-P	0,1
dimethoaat	0,1
Dinoseb	0,1
etridiazool	0,1
Imazalil	0,1
Imidacloprid	0,1
Monuron	0,1
Simazine	0,1
tritosulfuron	0,1
2,4-D	0,1

2,4-DB	0,1
2-methyl-4,6-dinitrofenol	0,1
Butocarboximsulfoxide	0,1
Carbendazim	0,1
Dinoterb	0,1
Fenamidone	0,1
fenpropimorf	0,1
Metalaxyl	0,1
metazachloor	0,1
Metoxuron	0,1
metribuzine	0,1
piperonyl-butoxide	0,1
s-metolachloor	0,1
Thiophanate-methyl	0,1
tolclofos-methyl	0,1
DCFU	0,1
Methoxychloor	0,1
6-benzyladenine	0,1
2,4,5-T	0,1
2,4-DP	0,1
2,6-dichloorbenzoezuur	0,1
1-(3,4-dichloorfenyl)-3-methylureum	0,1
3,4-dichloorphenylureum	0,1
4-chloorfenoxyazijnzuur	0,1
Acephate	0,1
Aldicarb	0,1
aldicarb-sulfon	0,1
Asulam	0,1
Desethylatrazine	0,1
azinphos-methyl	0,1
Azoxystrobin	0,1
beta-endosulfan	0,1
beta-hexachloorcyclohexaan	0,1
Boscalid	0,1
Butoxycarboxim	0,1
Carbetamide	0,1
Carbofuran	0,1
chloorbromuron	0,1
chloorthal	0,1
chlorpyrifos	0,1
cis-chloorfenvinfos	0,1
Clomazone	0,1
clothianidin	0,1
Cyprodinil	0,1

Dalapon	0,1
Daminozide	0,1
desmethylprimicarb	0,1
Desmetryn	0,1
Diazinon	0,1
Dicamba	0,1
dichloorvos	0,1
Dieldrin	0,1
diflubenzuron	0,1
disulfoton-sulfoxide	0,1
Endrin	0,1
ethoprofos	0,1
fenhexamid	0,1
fenuron	0,1
Fipronil	0,1
Flonicamid	0,1
Flufenacet	0,1
Flumioxazin	0,1
fluometuron	0,1
Fluopicolide	0,1
Fluroxypyr	0,1
Flutolanil	0,1
Folpet	0,1
fonofos	0,1
Fosthiazate	0,1
glufosinaat	0,1
Hexazinon	0,1
joodpropynylcarbamaat	0,1
Kresoxim-methyl	0,1
Lenacil	0,1
Methabenzthiazuron	0,1
Metamitron	0,1
Methamidophos	0,1
Methiocarb	0,1
methiocarb	0,1
methiocarb	0,1
Methomyl	0,1
methoxyfenozide	0,1
methyl	0,1
Metobromuron	0,1
metsulfuron-methyl	0,1
molinaat	0,1
Monolinuron	0,1
Oxydemeton-methyl	0,1

p,p-DDE	0,1
p,p-DDT	0,1
Paclobutrazol	0,1
paraoxon-ethyl	0,1
PCNB	0,1
Pencycuron	0,1
Picloram	0,1
primicarb	0,1
Prometryn	0,1
Propamocarb	0,1
Propyzamide	0,1
Prosulfocarb	0,1
Pymetrozine	0,1
Pyraclostrobin	0,1
pyridate	0,1
Pyrimethanil	0,1
Sethoxydim	0,1
sulcotrione	0,1
tebuconazool	0,1
Terbutryn	0,1
terbutylazin-desethyl	0,1
Thiacloprid	0,1
thiametoxam	0,1
thiofanoxsulfon	0,1
thiofanoxsulfoxide	0,1
Triadimenol	0,1
Trichlorfon	0,1
Triflusulfuron-methyl	0,1
Barban	0,1
Cyanazine	0,1
Haloxfop	0,1
Parathion-methyl	0,1
Pirimifos-ethyl	0,1
Triclopyr	0,1
Dimethachloor	0,1
Triazofos	0,1

I.2 Afbraakproducten

Afbraakproduct	Norm ($\mu\text{g/l}$)
aminomethylfosfonzuur	1,0
desfenylchloridazon	1,0
BAM	1,0
methyl-desfenylchloridazon	1,0
N,N-dimethylaminosulfanilide	1,0
R417888	1,0
N,N-dimethylsulfamide (DMS)	0,1
Metolachloor-S-metabooliet	1,0
Metazachloor-S-metabooliet	1,0
Metolachloor-C-metabooliet	1,0
Metazachloor-C-metabooliet	1,0
desisopropylatrazine	1,0
N,N-Dimethyl-N-tolylsulfonyldiamide	1,0

Bijlage II Resultaten uit de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen

II.1 Inleiding

Deze bijlage bevat de kaarten zijn gegenereerd met de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen (Kuyne e.a., 2017) voor die gewasbeschermingsmiddelen die volgens de onderhavige studie de norm overschreden in gemengd ruwwater van grondwaterwinningen. Achtereenvolgens worden de kaarten gepresenteerd voor bentazon (n=83), dikegulacnatrium (n=20), dimethomorf (n=20), bromacil (n=10), glyfosaat (n=3), thiabendazool (n=1), glufisonaat (n=1), en imazalil (n=1). De Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen bevat geen gegevens over het voorkomen van 2-chlooraniline (n=19). NB De getallen die tussen de haakjes zijn vermeld komen overeen met het aantal grondwaterwinningen waar de betreffende stof de norm in het gemengd ruwwater overschreed.

II.2 Bentazon

Stof
bentazon

Periode
Beginjaar: 1963
Eindjaar: 2016

Filterdieptes (m-maaiveld)
Bovenkant (>): 0.78
Onderkant (≤): 384.7

Meetnet/Bronhouder
 Alles
 Landelijk (NL)
 Overig (OV)
 Provincies (PR)
 Waterbedrijven (WB)

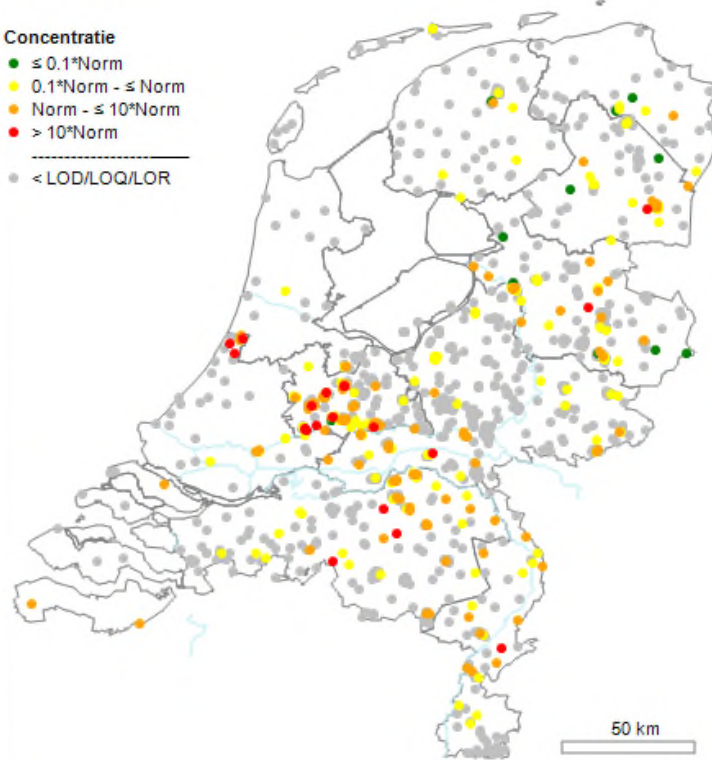
Overige selecties
Kenmerken grondwater:

Reset selecties

Maximum meetwaarde per put

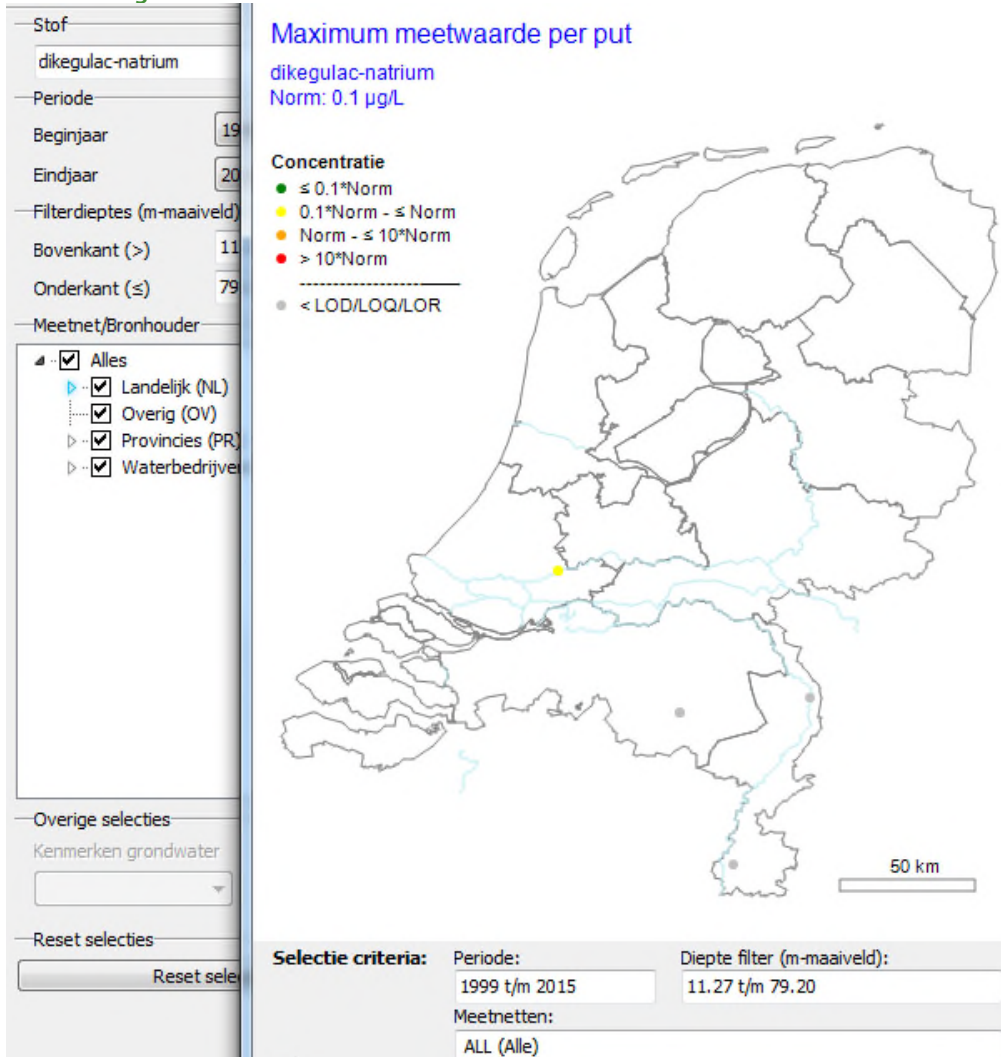
bentazon
Norm: 0.1 µg/L

- Concentratie
- ≤ 0.1*Norm
 - 0.1*Norm - ≤ Norm
 - Norm - ≤ 10*Norm
 - > 10*Norm
 - < LOD/LOQ/LOR

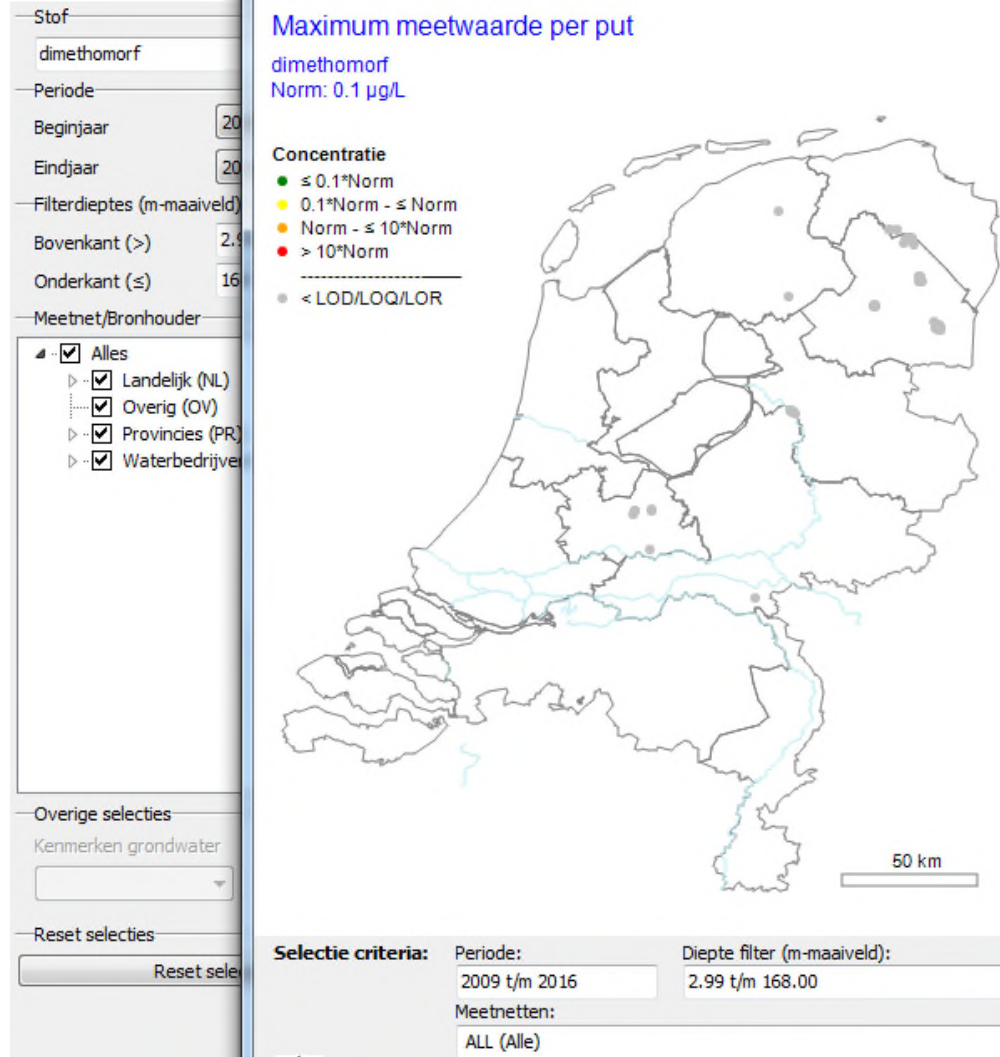


Selectie criteria:	Periode:	Diepte filter (m-maaiveld):
	1963 t/m 2016	0.78 t/m 384.70
	Meetnetten:	
	ALL (Alle)	

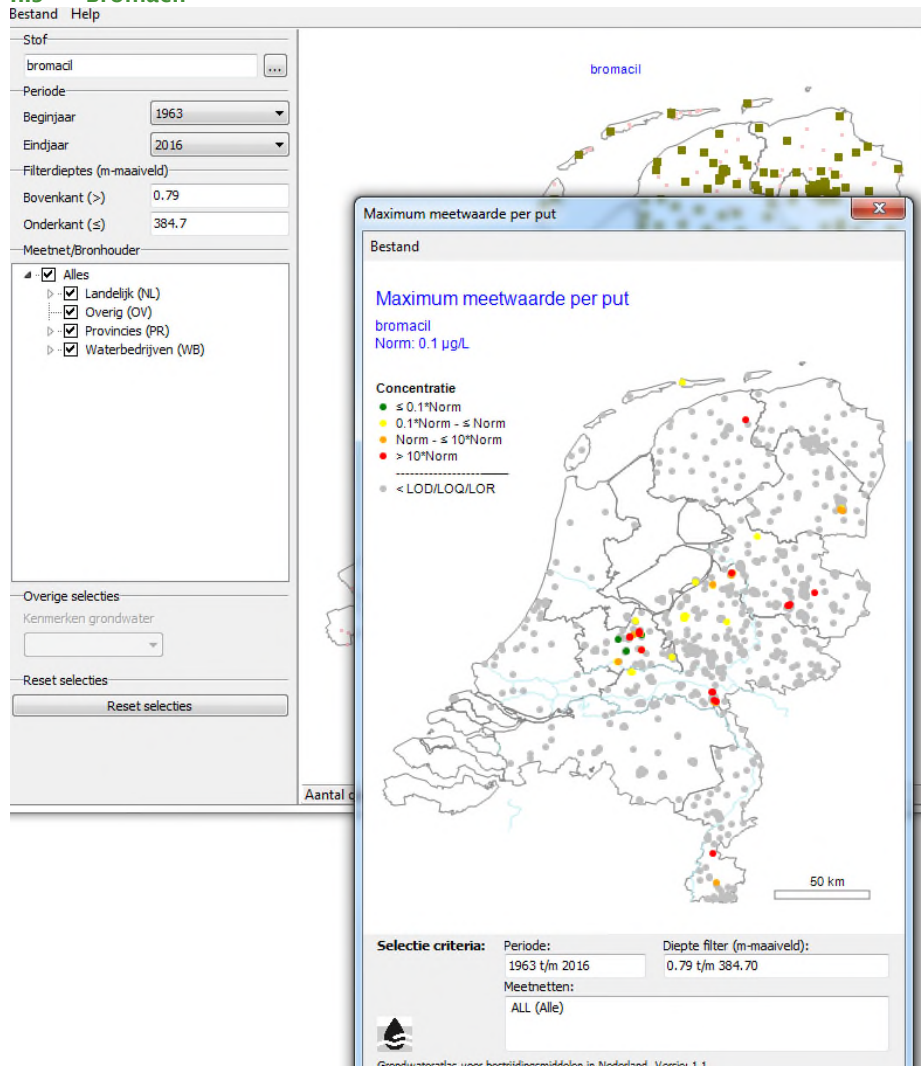
II.3 Dikegulac-natrium



II.4 Dimethomorf



II.5 Bromacil



II.7 Thiabendazool

