

KWR 2019.072 | Augustus 2019

# De kwaliteit van bronnen van drinkwater in Nederland



## De kwaliteit van bronnen van drinkwater in Nederland

**KWR 2019.072 | Augustus 2019**

### Opdrachtnummer

402552

### Projectmanager

Stefan Kools

### Opdrachtgever

Vewin

### Auteurs

Dr. Stefan Kools, dr. Ir. Arnaut van Loon, Rosa Sjerps  
MSc. en ir. Loet Rosenthal

### Kwaliteitsborgers

Prof. Dr. Annemarie van Wezel (eerste versie) en  
Dr. Thomas ter Laak (tweede versie)

### Verzonden naar

Lieke Coonen, Hans de Groene

### Keywords

waterkwaliteit, chemie, drinkwaterbronnen,  
drinkwaterwinning

Jaar van publicatie  
2019

#### Meer informatie

dr. Stefan A.E. Kools  
T +31 30 606 9539  
E stefan.kools@kwrwater.nl

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511  
F +31 (0)30 60 61 165  
E info@kwrwater.nl  
I www.kwrwater.nl

**KWR**

Augustus 2019 ©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, 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.



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Aanleiding en doel	7
1.2	Reikwijdte	7
1.3	Aanpak	8
1.4	Dankwoord	8
1.5	Leeswijzer	8
<b>2</b>	<b>Drinkwaterbronnen in Nederland</b>	<b>9</b>
2.1	Inleiding	9
2.2	Oppervlaktewater	9
2.3	Grondwater	11
2.4	Oevergrondwater	11
<b>3</b>	<b>Beleid, wet- en regelgeving</b>	<b>12</b>
3.1	Inleiding	12
3.2	Waterbeheer	12
3.3	Europees beleid en doorwerking	13
3.3.1	Eisen vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW)	13
3.3.2	Waterkwaliteitseisen	14
3.3.3	Zuiveringsinspanning (art. 7.3 KRW)	14
3.3.4	Normen voor andere stoffen	14
3.4	Kwaliteitsbewaking	15
3.4.1	Algemeen	15
3.4.2	Grondwater: Early warning en bronbescherming	15
3.4.3	Grondwater: signaleringswaarde	15
3.4.4	Oppervlaktewater: Early warning en innamebeleid	15
3.4.5	Oppervlaktewater: toename ontheffingen	16
3.4.6	Drinkwaterwetgeving	16
3.5	Delta-aanpak waterkwaliteit	17
<b>4</b>	<b>Nitraat en gerelateerde parameters</b>	<b>18</b>
4.1	Inleiding	18
4.1.1	Landelijk beeld van de nitraatuitspoeling	18
4.2	Kwaliteitseisen	20
4.3	Toestand bronnen van drinkwater	20
4.3.1	Normoverschrijdingen	20
4.3.2	Nitraatuitspoeling in grondwaterbeschermingsgebieden	21
4.4	Vooruitblik	22
<b>5</b>	<b>Bestrijdingsmiddelen</b>	<b>23</b>
5.1	Inleiding	23
5.1.1	Landelijk beeld van het gebruik van bestrijdingsmiddelen	23

5.2	Kwaliteitseisen	24
5.2.1	Onttrokken grondwater	24
5.2.2	Ingenomen oppervlaktewater	24
5.3	Toestand bronnen van drinkwater	25
5.3.1	Grondwaterwinningen	25
5.3.2	Provinciaal meetnet grondwater	26
5.3.3	Oppervlaktewaterwinningen	27
5.4	Vooruitblik	28
<b>6</b>	<b>Verzilting</b>	<b>30</b>
6.1	Inleiding	30
6.2	Kwaliteitseisen	30
6.3	Toestand bronnen van drinkwater	30
6.4	Vooruitblik	31
6.4.1	Watervraag	32
6.4.2	Oost- en Zuid Nederland	32
<b>7</b>	<b>Bodemverontreinigingen</b>	<b>33</b>
7.1	Inleiding	33
7.2	Kwaliteitseisen	33
7.3	Toestand bronnen van drinkwater	34
7.4	Vooruitblik	34
<b>8</b>	<b>Medicijnresten</b>	<b>35</b>
8.1	Inleiding	35
8.2	Kwaliteitseisen	36
8.3	Toestand bronnen van drinkwater	36
8.3.1	Oppervlaktewaterwinningen	36
8.3.2	Toestand grondwaterwinningen	36
8.4	Vooruitblik	38
<b>9</b>	<b>Opkomende stoffen</b>	<b>39</b>
9.1	Inleiding	39
9.2	Kwaliteitseisen	39
9.3	Toestand bronnen van drinkwater	40
9.3.1	Maas en Rijn	40
9.3.2	Grondwater	40
9.3.3	Gewonnen grond- en oppervlaktewater	40
9.4	Vooruitblik	42
9.4.1	Oppervlaktewater	42
9.4.2	Grondwater	42
9.4.3	Structurele aanpak	42
<b>10</b>	<b>Overige nieuwe bedreigingen</b>	<b>43</b>
10.1	Inleiding	43
10.2	Oppervlaktewater	43
10.2.1	Microplastics	43
10.2.2	Nanomaterialen	44
10.2.3	Antimicrobiële resistentie	44

10.3	Grondwater	44
10.3.1	Drugsafval	44
10.3.2	Ondergrondse opslag en mijnbouw	45
<b>11</b>	<b>Synthese</b>	<b>46</b>
11.1	Inleiding	46
11.2	De toestand van oppervlaktewater als bron van drinkwater	46
11.3	De toestand van grondwater als bron van drinkwater	47
11.4	De toestand van oevergrondwaterwinningen als bron van drinkwater	48
11.5	Handelingsperspectieven	48
<b>12</b>	<b>Referenties</b>	<b>49</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel

De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) stelt in haar laatste inspectierapport dat de drinkwaterkwaliteit op orde is, maar dat de ontwikkeling van de kwaliteit van de bronnen van drinkwater aanleiding tot zorgen geeft (ILT, 2018). Deze zorgen zijn echter lastig te duiden en te prioriteren doordat de meeste overzichtsrapportages op themaniveau zijn opgesteld, zodat de beschikbare informatie over de kwaliteit van de bronnen sterk gefragmenteerd is. Het ontbreken van een samenvattend overzicht van de beschikbare informatie over de kwaliteit van bronnen maakt het ook lastig om de urgentie en doelmatigheid van verschillende beleid- en beheersopties inzichtelijk te maken. Om de drinkwaterbelangen in het waterkwaliteitsbeheer en – beleid goed te kunnen behartigen heeft Vewin KWR verzocht om de informatie over de kwaliteit van bronnen van drinkwater bijeen te brengen.

Het doel van dit rapport is om de belangrijkste informatie over de kwaliteit van de bronnen van drinkwater bijeen te brengen en in samenhang te presenteren. Hierbij wordt zowel ingegaan op de huidige knelpunten, als op de verwachte ontwikkelingen. Het rapport geeft daarmee een breed beeld van de feiten over de huidige staat van de bronnen van drinkwater voor wat betreft de waterkwaliteit. Deze samenvatting maakt het voor de drinkwatersector beter mogelijk om knelpunten te adresseren en prioriteren. Het kan tevens als basis dienen voor het opstellen van de agenda en inzet bij de behartiging van het drinkwaterbelang in het waterkwaliteitsbeleid voor de komende jaren.

## 1.2 Reikwijdte

De reikwijdte van dit rapport betreft een overzicht van de actuele staat van bronnen van drinkwater voor wat betreft waterkwaliteit, inclusief de aanwezige risico's op verontreiniging van de waterbronnen (omgeving). De staat van de bronnen wordt echter ook bepaald door de beschikbaarheid van voldoende zoetwater (kwantiteit) en de ruimte voor bescherming van de watervoorraden. Deze aspecten komen niet in dit rapport aan bod. Dit rapport geeft een algemeen beeld van de chemische toestand van de bronnen van drinkwater en is samengesteld op basis van feitelijke informatie uit openbare rapporten. Nieuwe inzichten komen dus enkel voort door beschikbare informatie in samenhang te presenteren. Aan dit rapport ligt geen nieuw onderzoek ten grondslag.

Dit rapport is parallel aan de eindevaluatie van de tweede generatie gebiedsdossiers opgesteld. Het rapport van deze eindevaluatie wordt eind 2019 verwacht.



### 1.3 Aanpak

In dit rapport wordt op basis van beschikbaar feitenmateriaal uit thematische rapportages een overzicht gegeven van de huidige kwaliteit van de bronnen van drinkwater. Hierbij onderscheiden wij oppervlaktewater, grondwater en oevergrondwater als bronnen van drinkwater. Dit onderscheid is enerzijds gemaakt omdat de kwaliteitsvereisten voor deze bronnen aan verschillende wet- en regelgeving gebonden zijn. Anderzijds verschillen deze bronnen wezenlijk in gevoeligheid voor wat betreft de doorwerking van kwaliteitsinvloeden door externe factoren.

Per type waterbron wordt de waterkwaliteit voor een aantal thema's beschreven. Bij de definitie van deze thema's hebben wij op hoofdlijnen de indeling van de eerste evaluatie van serie gebiedsdossiers gevolgd (Wuijts et al., 2014). "Verzilting" heeft ook in dit voorliggende rapport een plaats gekregen. Het thema "emerging substances" is opgesplitst in "opkomende stoffen" en "medicijnresten". Vervolgens zijn voor de afzonderlijke thema's overzichtsrapportages die nadien zijn gepubliceerd geraadpleegd. De meest actuele informatie is samengevat en in samenhang in de afzonderlijke hoofdstukken van dit rapport gepresenteerd. Daarnaast komt in dit rapport een aantal nieuwe bedreigingen aan de orde waarvoor nog geen overzichtsrapportages in relatie tot de kwaliteit van bronnen van drinkwater beschikbaar zijn. Door middel van synthese wordt in het afsluitende hoofdstuk een samenhangend overzicht van de chemische toestand van de verschillende typen bronnen van drinkwater gepresenteerd.

### 1.4 Dankwoord

De inhoud van dit rapport is op basis van een review van grotendeels openbare overzichtsrapporten tot stand gekomen. Daarnaast heeft een brede groep vertegenwoordigers uit de drinkwatersector, van Vewin, RIWA en drinkwaterbedrijven, op meerdere conceptversies van dit rapport feedback geleverd. Hiermee is het document ook een product van de kennis van diverse personen van verschillende drinkwaterbedrijven en organisaties als Vewin en RIWA. De auteurs willen dan ook diegenen bedanken die achter de schermen hebben bijgedragen door het aanleveren van gegevens of inhoudelijk en tekstueel commentaar.

### 1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een kenschets van de onderscheiden typen bronnen van drinkwater. Deze informatie is van belang is voor het begrijpen van de gevoeligheid van de waterkwaliteit voor externe invloeden. Vervolgens worden in Hoofdstuk 3 de verschillende maatlatten voor waterkwaliteit beschreven. Hierbij wordt ingegaan op de wijze van normstelling, die voor een deel volgt uit Europese wetgeving en hoe dit verband houdt met de wijze waarop waterkwaliteitsgegevens worden verzameld. Deze maatlatten worden in de daaropvolgende hoofdstukken toegepast voor het beschrijven van de chemische toestand van de bronnen voor drinkwater. Achtereenvolgens komen hierbij de volgende thema's aan bod: nitraat en gerelateerde parameters (Hoofdstuk 4), bestrijdingsmiddelen (Hoofdstuk 5), verzilting (Hoofdstuk 6), bodemverontreinigingen (Hoofdstuk 7), medicijnresten (Hoofdstuk 8) en opkomende stoffen, waaronder industriële stoffen (Hoofdstuk 9). Vervolgens wordt in Hoofdstuk 10 ingegaan op een aantal andere bedreigingen voor de waterkwaliteit, namelijk microplastics, nanomaterialen, antimicrobiële resistentie, drugsafval, en ondergrondse energieopslag. De afsluitende synthese brengt de informatie over deze thema's samen en gaat kort in op handelingsperspectieven (Hoofdstuk 11).

## 2 Drinkwaterbronnen in Nederland

### 2.1 Inleiding

In totaal wordt in Nederland op 221 locaties water voor drinkwaterproductie gewonnen (Figuur 2-1). In dit rapport zijn deze winlocaties onderverdeeld op basis van het type bron, namelijk oppervlaktewater (meren, rivieren en beken), grondwater en oevergrondwater. Dit onderscheid komt ook terug in de manier waarop de waterkwaliteit wordt beschreven. In het vervolg van dit hoofdstuk worden deze drie typen waterbronnen gekenschetst.

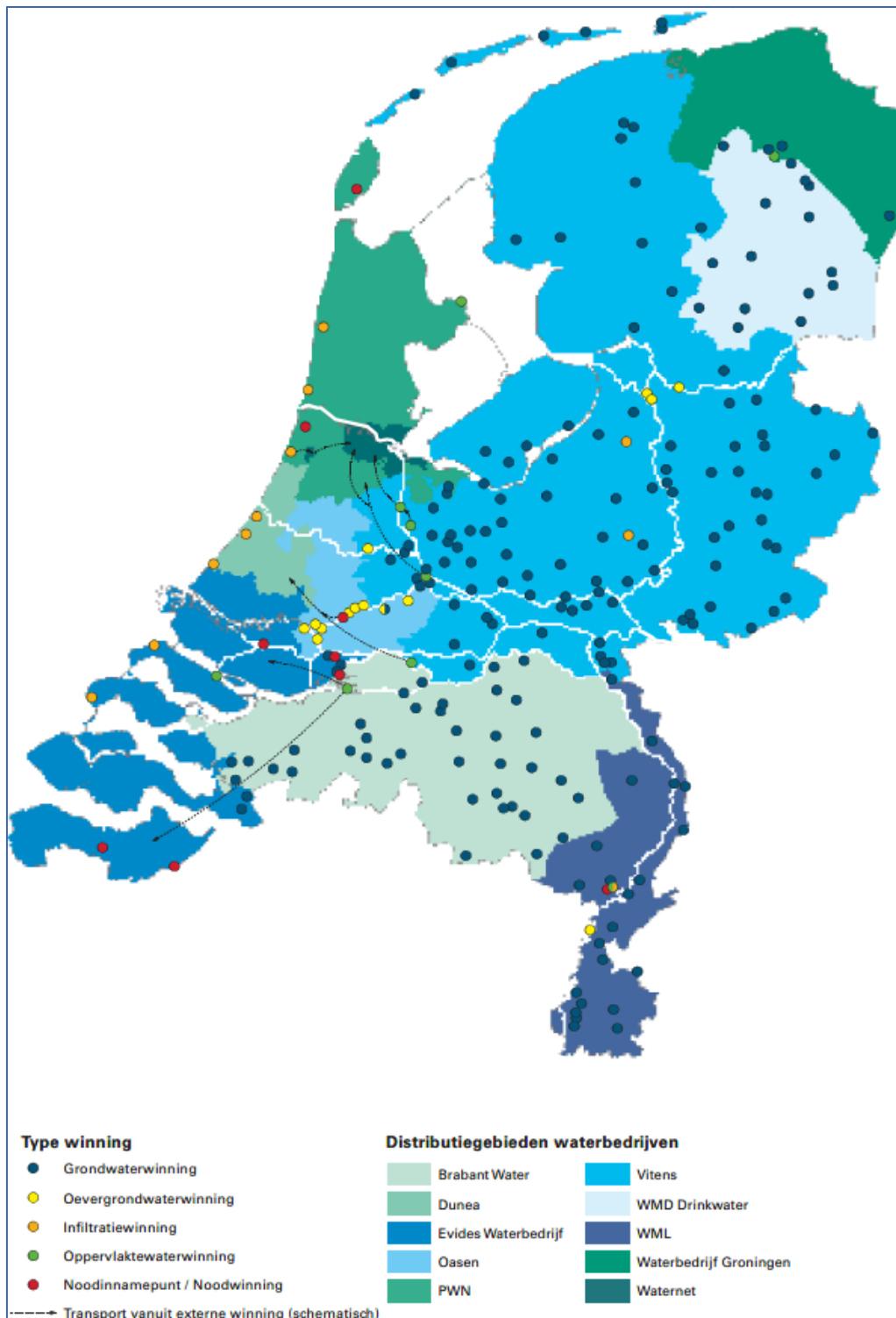
### 2.2 Oppervlaktewater

Ongeveer 40% (500 miljoen m<sup>3</sup>/jaar) van de jaarlijkse hoeveelheid Nederlands kraanwater wordt gewonnen uit oppervlaktewater (Vewin, 2017). De innamepunten voor oppervlaktewater (negen stuks) liggen voornamelijk in West-Nederland. Ongeveer 40% van het ingenomen oppervlaktewater wordt direct gezuiverd tot drinkwaterkwaliteit. De rest wordt na voorzuivering getransporteerd naar de westelijke kustduinen. Daar wordt het water geïnfiltreerd en na verblijf in de ondergrond teruggewonnen. In totaal gaat het om 11 infiltratiewinningen (Vewin, 2017).

Het overgrote deel van het oppervlaktewater wordt gewonnen uit de Rijn, het IJsselmeer en de Maas. Deze rivieren worden zowel gevoed door neerslag en grondwater uit Nederlands grondgebied, als door de aanvoer van oppervlaktewater uit Duitsland en België, dat voor een deel weer afkomstig is uit Luxemburg, Frankrijk, Zwitserland, Liechtenstein, Oostenrijk en Italië. Door de grotere omvang van het stroomgebied en de bijdrage van smeltwater heeft de Rijn van nature een veel hogere en stabielere afvoer dan de Maas. Wel wordt de afvoer van de Maas sterk gereguleerd door stuwen, waardoor de afvoer kunstmatig minder variabel is dan van nature het geval zou zijn. De zomerafvoer van de Rijn is ruwweg 100 keer groter dan die van de Maas. Dit verschil in afvoerkarakteristiek uit zich in de gevoeligheid voor kwaliteitsverandering: de Maas is hier per saldo gevoeliger voor dan de Rijn.

Waterbedrijf Groningen wint oppervlaktewater uit de Drentse Aa, een beek die gevoed wordt door zowel regenwater als grondwater. Door het kleine stroomgebied (200 km<sup>2</sup>) worden lozingen slechts beperkt verdund. Hierdoor werken kwaliteitsinvloeden uit landgebruik en puntlozingen sterk door op de kwaliteit van het ingenomen oppervlaktewater. Met natuurontwikkeling en afspraken met agrariërs worden deze kwaliteitsinvloeden zo veel mogelijk beperkt.

De kwaliteit van oppervlaktewater staat onder directe invloed van lozingen, lozingen via rioolwaterzuiveringsinstallaties en industriële afvalwaterzuiveringsinstallaties, atmosferische depositie, verstuiwing (drift) en afspoeling. Afhankelijk van de mate van verdunning door de afvoer van de rivier kan dit ertoe leiden dat tijdelijk niet aan de kwaliteitseisen voor de productie van drinkwater wordt voldaan. Drinkwaterbedrijven kunnen dan besluiten tot een tijdelijke innamestop van oppervlaktewater. Ze vallen dan terug op buffervoorraden in spaarbekkens, de infiltratieduinen of op alternatieve bronnen. Ten opzichte van grondwater vereist de kwaliteit van het oppervlaktewater intensieve zuiveringstechnieken om water van drinkwaterkwaliteit te kunnen produceren. De Kaderrichtlijn Water (KRW, zie Hoofdstuk 3) verplicht lidstaten om de achteruitgang van de waterkwaliteit te voorkomen om zo de zuiveringsinspanning te verlagen.



Figuur 2-1 Waterwinningen ten behoeve van drinkwaterproductie in Nederland (uit: Drinkwaterstatistieken 2017, Vewin).

Oppervlaktewater wordt ook gebruikt in infiltratiewinningen, voornamelijk in het duingebied van West Nederland waarin voorgezuiverd oppervlaktewater wordt geïnfiltreerd. Het duingebied vormt daarmee een stap in de zuivering. In het verre verleden kon in het duingebied relatief eenvoudig water gewonnen worden zonder dat dit ten koste ging van de zoetwatervoorraad. Echter, op enig moment ging de watervraag de natuurlijke aanvulling in het duin overstijgen, waardoor maatregelen noodzakelijk waren om uitputting van de zoetwatervoorraad te voorkomen. Sinds de jaren '50 van de vorige eeuw wordt voorgezuiverd oppervlaktewater via transportleidingen naar het duingebied gebracht om daar geïnfiltreerd te worden. Het leeuwendeel van het in het duingebied gewonnen water uit geïnfiltreerd oppervlaktewater is tegenwoordig afkomstig van de Rijn, de Maas en het IJsselmeer. Om het water in de duinen te mogen infiltreren, moet de waterkwaliteit voldoen aan de normen van het Infiltratiebesluit bodembescherming én die van de KRW (Hoofdstuk 3). Het doel van het infiltratiebesluit is het voorkomen van verontreiniging van de bodem als gevolg van infiltratie met verontreinigd oppervlaktewater. De kwaliteit van het oppervlaktewater dat wordt gebruikt voor infiltratiewinningen moet ook voldoen aan de KRW-criteria. Deze criteria zijn opgesteld voor behoud van 'voldoende oppervlaktewaterkwaliteit ten behoeve van het aquatische ecosysteem voor de duinwateren met KRW-doelstellingen'.

## 2.3 Grondwater

In Nederland wordt 55% van het drinkwater geproduceerd uit grondwater (Vewin, 2017). Dit grondwater wordt gewonnen op ongeveer 200 locaties voornamelijk in het oostelijk en zuidelijk deel van Nederland (Figuur 2-1). Het grondwater dat daar wordt opgepompt is enkele jaren tot decennia, eeuwen of zelfs millennia oud. Hierdoor werken kwaliteitseffecten van activiteiten en emissies in de omgeving sterk vertraagd door op de kwaliteit van het onttrokken grondwater. Daarnaast worden effecten van verontreinigingen gedempt door menging van grondwater met uiteenlopende ouderdom en herkomst, en door afbraak of omzetting in de ondergrond. De mate waarin afbraak of omzetting van verontreinigingen plaatsvindt, is afhankelijk van de eigenschappen van de verontreiniging, de eigenschappen van de ondergrond en de kenmerken van de onttrekking, en varieert daarmee van plaats tot plaats. Wel zijn er enkele patronen zichtbaar. Zo zijn veel grondwateronttrekkingen kwetsbaar voor activiteiten aan het maaiveld. Vooral de freatische watervoerende pakketten die niet zijn beschermd door een natuurlijke, slecht doorlatende laag (zoals klei) zijn kwetsbaar, i.e. hebben een relatief groot risico op verontreiniging doordat de beschermende slecht doorlatende laag ontbreekt. Grondwater dat wordt onttrokken uit afgesloten watervoerende pakketten is veel beter beschermd tegen invloeden van activiteiten of emissies aan het maaiveld. Daar staat tegenover dat deze onttrekkingen ook kwetsbaar kunnen zijn voor activiteiten onder de afdekkende slecht doorlatende laag (zoals mijnbouw) en dat deze onttrekkingen worden gekenmerkt door een groot intrek- c.q. risicogebied. Daarnaast kan het grondwater uit afgesloten watervoerende pakketten een suboptimale kwaliteit voor drinkwaterproductie hebben, bijvoorbeeld door hoge concentraties aan van nature aanwezige stoffen, zoals ijzer, methaan, mangaan en arseen.

Door bovengenoemde dempende mechanismen op de doorwerking van kwaliteitsinvloeden heeft grondwater, zeker ten opzichte van oppervlaktewater, een meer constante (uitgevlakte) kwaliteit, met slechts beperkte fluctuaties op een schaal van uren tot dagen. Kwaliteitsverandering van het grondwater verloopt in de regel traag, op een schaal van jaren tot decennia. Dit betekent dat als een verontreiniging eenmaal in het onttrokken grondwater aanwezig is, dit meestal voor lange tijd zo zal blijven. Tot op heden is de kwaliteit van het onttrokken grondwater op veel plaatsen voldoende om op basis van een relatief eenvoudige zuivering (beluchting en zandfiltratie) drinkwater te kunnen produceren. Wel zijn er signalen, o.a. vanuit de Adviescommissie Water (2017), dat de kwaliteit van het grondwater steeds verder onder druk is komen te staan. Ook hier geldt dat de inzet van geavanceerde technieken tot de mogelijkheden behoort, maar ingaat tegen het voorschrift van de Kader Richtlijn Water om te streven naar vermindering van de zuiveringsinspanning (zie Hoofdstuk 3).

## 2.4 Oevergrondwater

In Nederland wordt 5% van het drinkwater geproduceerd uit oevergrondwater, dat op 14 locaties wordt gewonnen (Vewin, 2017). Dit betekent dat grondwater uit de directe omgeving van rivieren wordt gewonnen, zodat indirect de infiltratie van oppervlaktewater wordt opgewekt. Dit geïnfiltreerde oppervlaktewater wordt na een korte reistijd door de ondergrond opgepompt en gezuiverd tot drinkwater. In tegenstelling tot de puntinname van oppervlaktewater is selectieve inname van oppervlaktewater bij oevergrondwaterwinnings niet mogelijk. Daar staat tegenover dat tijdens de reis door de ondergrond concentratieafvlakking plaatsvindt door menging en afbraak. Desondanks is de kwaliteit van oevergrondwater sterk afhankelijk van de kwaliteit van het oppervlaktewater

## 3 Beleid, wet- en regelgeving

### 3.1 Inleiding

Water, en waterkwaliteit in het bijzonder, komen op verschillende manieren in de wet- en regelgeving aan bod. Vanuit de overheid zijn alle bestuursorganen gezamenlijk verantwoordelijk: Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen. Veel van het Europese beleid, zoals de Europese Kaderrichtlijn Water, werkt door op de Nederlandse wet- en regelgeving. Naast de specifiek water-gerelateerde wetgeving bestaat bijvoorbeeld ook wet- en regelgeving over (industriële) activiteiten en het toelaten en gebruik van bepaalde stoffen. In dit hoofdstuk geven wij een overzicht van de belangrijkste wet- en regelgeving, met specifieke aandacht voor de maatlaten voor het beoordelen van de waterkwaliteit die daarin zijn gedefinieerd.

### 3.2 Waterbeheer

De Drinkwaterwet schrijft een zorgplicht voor aan alle overheden die direct of indirect betrokken zijn bij de drinkwatervoorziening. Naast infrastructuur heeft deze zorgplicht betrekking op de bronnen van drinkwater. De zorgplicht krijgt voor een deel vorm in wettelijke voorschriften, maar dient ook als uitgangspunt bij het formuleren van beleid indien regels ontbreken. Hierdoor kunnen overheden op verschillende manieren invulling geven aan de zorgplicht. Vanuit de drinkwaterwet hebben drinkwaterbedrijven ook een zorgplicht voor de bescherming van de eigen winningen. Dit betekent dat drinkwaterbedrijven verplicht zijn om knelpunten in de bescherming van de bronnen te adresseren en verantwoordelijke overheden te ondersteunen bij de uitvoering van het beschermingsbeleid.

Vanuit de Waterwet is het Rijk verantwoordelijk voor een nationale strategie. In dat kader stelt het Rijk bijvoorbeeld het Nationaal Water Plan op, waarin de hoofdlijnen vastgelegd worden van het nationale waterbeleid met aspecten van het nationale ruimtelijke beleid. Met de komst van de Omgevingswet, waarin 26 wetten op het gebied van ruimtelijke ordening en milieu worden samengevoegd, zal dit stelsel wijzigen.

In de Waterwet staat wat de uitvoerende taken zijn van een waterbeheerder. Ook is vastgelegd welke partij verantwoordelijk is voor de verschillende oppervlaktewaterlichamen. Dit betekent in de praktijk dat waterschappen verantwoordelijk zijn voor regionale watersystemen en het Rijk voor het hoofdwatersysteem.

Voor het grondwaterbeheer is het stelsel van verantwoordelijkheid meer versnipperd. De verantwoordelijkheden en bevoegdheden zijn gekoppeld aan specifieke activiteiten in het grondwater (Sterk Consulting en Colibri Advies, 2012). De Wet Milieubeheer (Wm) verplicht provincies het grondwater te beschermen. Zo stelt de Wm dat de provincie het beleid voor de regionale waterkwaliteit vaststelt in een regionaal waterplan. Het grondwaterbeschermingsbeleid voor gebieden waar grondwater wordt gewonnen voor drinkwaterproductie is verder vastgelegd in provinciale milieuverordeningen. Deze verordeningen bieden provincies in principe de mogelijkheid om aanvullende verboden, gebruiksbepalingen of maatregelen binnen beschermingszones in te stellen, zoals in waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en/of boringvrije zones. Voor sommige dossiers, zoals voor bestrijdingsmiddelen, hanteren provincies vooral een aanpak door bewustwording, voorlichting en stimuleringsprogramma's (Swartjes et al., 2016).

Gemeenten hebben ook taken in het waterbeheer, voornamelijk in de vorm van de hemelwater- en grondwaterzorgplicht. De zorg voor de riolering behoort ook tot het takenpakket van de gemeente, geregeld in de Wet milieubeheer (Wm).

### 3.3 Europees beleid en doorwerking

Europees beleid kent een doorwerking op de Nederlandse wet- en regelgeving. Zo staat in het Nationaal Waterplan de uitvoering vastgelegd van diverse Europese richtlijnen, zoals de Richtlijn Overstromingsrisico's en de Kaderrichtlijn Water (KRW). Onderdelen zijn de Stroomgebiedbeheerplannen (SGBP), het Programma van maatregelen Mariene Strategie, de Beleidsnota Noordzee en de Overstromingsrisicobeheerplannen. Het meest recente Nationaal Waterplan legt voor een periode van zes jaar (2016-2021) de hoofdlijnen vast van het nationale waterbeleid en de daartoe behorende aspecten van het nationale ruimtelijke beleid (MinlenW, 2015). Inmiddels zijn de voorbereidingen gestart voor het derde Nationaal Waterplan.

De KRW is een van de belangrijkste richtlijnen in relatie tot het beschouwen van waterkwaliteit. De KRW (2000/60/EG) en haar dochters de Grondwaterrichtlijn (2006/118/EG) en de Richtlijn Prioritaire Stoffen (Richtlijn 2013/39/EU) zijn van direct belang voor de kwaliteit van drinkwaterbronnen. Andere belangrijke richtlijnen in het licht van de waterkwaliteit van bronnen van drinkwater zijn de Nitraatrichtlijn (91/676/EEG), de Richtlijn Industriële Emissies (2010/75/EU) en de Richtlijn Stedelijk Afvalwater (91/271/EEG).

Op het gebied van bestrijdingsmiddelen of gewasbeschermingsmiddelen<sup>1</sup> zijn de Europese verordening voor het op de markt brengen van gewasbeschermingsmiddelen (1107/2009/EG) en de richtlijn voor duurzaam gebruik van pesticiden (2009/128/EG) van belang. Dergelijke regelgeving op het gebied van de toelating en gebruik van stoffen, zoals ook de REACH wetgeving (1907/2006/EG), werken direct of indirect door in de Nederlandse wetgeving. Nog andere richtlijnen kennen wel een relatie met het waterbeheer in Nederland, maar zijn niet direct gericht op verontreinigingen van drinkwaterbronnen. Voorbeelden hiervan zijn de Kaderrichtlijn mariene strategie (2008/56/EG), de Zwemwaterrichtlijn (2006/7/EG), de Viswater- en Schelpdierwaterrichtlijn (79/923/EEG) en Natura 2000. Ten slotte bevat het (Europees) Gemeenschappelijk Landbouwbeleid richtlijnen voor een goede landbouwpraktijk gericht op o.a. het verminderen van de belasting van grond- en oppervlaktewater met meststoffen en bestrijdingsmiddelen.

De Europese Drinkwaterrichtlijn (98/83/EC) heeft tot doel om de volksgezondheid te beschermen tegen verontreinigingen via drinkwater. De Drinkwaterrichtlijn bevat kwaliteitseisen die specifiek gelden voor drinkwater. De kwaliteit van de bronnen van drinkwater is een van de bepalende factoren voor het realiseren van deze kwaliteitseisen.

#### 3.3.1 Eisen vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW)

Om de doelen van de KRW te halen zijn eisen gesteld waaraan water dient te voldoen. In de KRW staan om die reden naast de ecologische doelen ook chemische waterkwaliteitsdoelen voor de toestand van grond- en oppervlaktewaterlichamen. In artikel 7 van de KRW komt specifiek de kwaliteit van de waterlichamen met onttrekkingen voor menselijke consumptie aan bod. Volgend vanuit artikel 7 lid 1 zijn voor Nederland de locaties waar water onttrokken wordt voor drinkwaterproductie opgenomen in een register voor beschermde gebieden (Informatiehuis Water, 2019). Op deze plaatsen moet de waterkwaliteit voldoen aan afgesproken kwaliteitseisen en deze volgen dan direct uit de KRW, de Richtlijn prioritaire stoffen en de Grondwaterrichtlijn.

Artikel 7 lid 2 van de KRW stelt verder dat de lidstaten de ecologische en chemische doelstellingen zodanig moeten behalen dat drinkwater kan worden bereid dat voldoet aan de eisen uit de Drinkwaterrichtlijn 98/83/EG. Hiervoor kunnen aanvullende kwaliteitseisen en beschermingszones worden gesteld. Deze zogenaamde milieukwaliteitseisen staan in de volgende paragraaf (3.3.2) benoemd.

Tot slot benoemt Artikel 7 lid 3 dat lidstaten de waterlichamen bedoeld voor drinkwaterproductie moeten beschermen, met als doel achteruitgang van de waterkwaliteit te voorkomen, zodanig dat het niveau van zuivering dat voor de productie van drinkwater is vereist op termijn kan worden verlaagd. De wijze van monitoren en toetsen daarvoor wordt verder uitgewerkt in paragraaf 3.3.3.

---

<sup>1</sup> In dit rapport wordt gesproken over 'Bestrijdingsmiddelen (zoals in hoofdstuk 5), terwijl in de wet- en regelgeving ook de termen 'Gewasbeschermingsmiddelen' of 'Pesticiden' gangbaar zijn voor grotendeels dezelfde groep stoffen. 'Gewasbeschermingsmiddelen' zijn stoffen die in de landbouw worden gebruikt, terwijl onder bestrijdingsmiddelen ook de stoffen vallen die buiten de landbouw worden toegepast ('Biociden')

### 3.3.2 Waterkwaliteitseisen

De meest specifieke eisen voor het oppervlakte- en grondwater staan genoemd in de bijlagen van het Bkmw 2009. Zo staan in Bijlage I van het Bkmw de Europese milieukwaliteitseisen voor water voor prioritaire stoffen en bepaalde andere verontreinigende stoffen. In bijlage II van het Bkmw worden de Europees vastgestelde grondwaterkwaliteitsnormen voor de goede chemische toestand van grondwaterlichamen genoemd. Deze zijn Europees vastgestelde voor nitraat en de werkzame stoffen van bestrijdingsmiddelen. Verder staan in deze bijlage de Nederlandse drempelwaarden voor chloride, nikkel, arseen, cadmium, lood en totaal-fosfor. Voor chloride, arseen en totaal-fosfor wordt een onderscheid gemaakt tussen zoet en zout water. Tot slot zijn in bijlage III van het Bkmw de specifieke (Europese) milieukwaliteitseisen opgenomen die zijn afgeleid voor oppervlaktewater dat gebruikt wordt voor de bereiding van drinkwater.

Het onderliggende 'Protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW' (kortweg: 'Protocol') geeft verdere duiding voor monitoring. Hier is specifiek invulling gegeven aan de manier van kwaliteitsbewaking van grondwater, oevergrondwater en oppervlaktewater op basis van de hierboven gestelde eisen (Landelijke Werkgroep Grondwater, 2013). Daarnaast wordt in het Protocol de wijze van toetsing van de toestand van winningen voorgeschreven (Helpdesk Water, 2019).

Oevergrondwater is hierin overigens een aparte categorie. Het Protocol stelt dat bij oevergrondwaterwinningen sprake is van winning van grondwater dat voor een belangrijk deel bestaat uit oppervlaktewater dat de winputten via bodempassage heeft bereikt. De beheerder van het grondwater gebruikt de uitkomsten van de monitoring door de oppervlaktewaterbeheerder als 'early warning' informatie. Hierbij worden de risico's op overschrijding van waarden in de winputten ingeschat op basis van de verblijftijden in de bodem (aan de hand van signaleringswaarden). Op die manier worden zowel de kwaliteit van het onttrokken grondwater als de kwaliteit van het infiltrerende oppervlaktewater getoetst (Helpdesk Water, 2019).

### 3.3.3 Zuiveringsinspanning (art. 7.3 KRW)

Het Protocol biedt een handvat voor de toetsing van het voorschrift om te streven naar een verminderde zuiveringsinspanning volgens artikel 7 lid 3 van de KRW. Immers, voor genormeerde stoffen in het Drinkwaterbesluit is de signaleringswaarde voor grondwater in het Protocol gelijk aan de norm, terwijl voor nieuwe stoffen waarvoor nog geen norm is vastgesteld wordt uitgegaan van 0,1 µg/l. Deze waarde is gebaseerd op de streefwaarden uit het Europese Rivierenmemorandum (ERM), die internationaal door de drinkwatersector als referentie voor eenvoudige zuivering worden gebruikt en die ook in algemene zin als voorzorg worden gehanteerd voor zogenaamde '*antropogene stoffen*' (stoffen die door menselijke invloeden in het milieu komen). Omdat de signaleringswaarden uit het Protocol zijn gekoppeld aan een eenvoudige manier van zuivering wordt op deze manier dus getoetst in hoeverre de kwaliteitsontwikkeling van de drinkwaterbronnen in overeenstemming is met de KRW-doelen.

Wanneer sprake is van overschrijding van een milieukwaliteitseis of als er een achteruitgang van de kwaliteit wordt geconstateerd, dan is de waterbeheerder verplicht om maatregelen te treffen. Als het gaat om verbetering van de kwaliteit met het oog op vermindering van de zuiveringsinspanning, dan geldt daartoe een inspanningsverplichting. Verder stelt het Protocol dat bij overschrijding van een signaleringswaarde de waterbeheerder een vervolgactie in dient te zetten, omdat dit een indicatie kan zijn dat de kwaliteit van de drinkwaterbronnen niet in overeenstemming is met art. 7.3 KRW. De vervolgacties die staan benoemd in het Protocol zijn bedoeld om tot een eenduidige probleemdefinitie te komen en om te bepalen op welke wijze het beste met de gesignaleerde problemen en risico's kan worden omgegaan. In navolging van de uitwerking voor oppervlaktewater dient dit echter voor grondwater nog geoperationaliseerd te worden (Helpdesk Water, 2019).

### 3.3.4 Normen voor andere stoffen

In dit rapport worden vooral de normen uit de KRW gebruikt, maar ook zijn normen opgesteld voor stoffen die niet onder de KRW vallen. Dat zijn bijvoorbeeld stoffen waarvoor bij de aanvraag van een lozingsvergunning normen zijn afgeleid, en stoffen met normen die voor waterbeheerders werden afgeleid om hun waterkwaliteit te beoordelen (veelal bestrijdingsmiddelen).

## 3.4 Kwaliteitsbewaking

### 3.4.1 Algemeen

Het verzamelen van waterkwaliteitsgegevens en de kwaliteitsbewaking van waterlichamen is een taak die primair door de waterbeheerders wordt uitgevoerd. Rijkswaterstaat kent de primaire verantwoordelijkheid over de kwaliteitsbewaking van de Rijn, de Maas en het IJsselmeer en waterschappen voor kleinere, regionale wateren. De provincies zijn verantwoordelijk voor het strategisch grondwaterbeheer, het realiseren van de KRW/Grondwaterrichtlijn-doelen en de verlening van winvergunningen voor o.a. grondwaterwinning voor drinkwater. Verder beschikken zij niet over uitvoerende instrumenten, daarvoor zijn ze afhankelijk van waterschap en gemeente.

Deze kwaliteitsbewaking gaat veelal in nauwe samenwerking met de drinkwaterbedrijven. Drinkwaterbedrijven verrichten niet alleen metingen vanuit hun verplichting vanuit de specifieke drinkwater wet- en regelgeving aan grondwater en oppervlaktewater (zie paragrafen hierna), maar verrichten ook metingen in het belang van de bedrijfsvoering en om proactief te kunnen handelen op basis van actuele informatie. De drinkwaterbedrijven spelen een rol in het vroegtijdig signaleren van bedreigingen, het bewaken van de waterkwaliteit van de drinkwaterbronnen en het zoeken naar verbetering in de monitoringsmethodiek.

### 3.4.2 Grondwater: Early warning en bronbescherming

Drinkwaterbedrijven en provincies hebben voor de bewaking van de grondwaterkwaliteit een meetnet met waarnemingsputten op uiteenlopende diepten rondom de meeste winningen. Thans wordt gewerkt aan de oprichting van een *early warning* meetnet, waarvoor ondiepe meetfilters worden aangewezen of bijgeplaatst, zie bijv. zoals beschreven in het Protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW (Helpdesk Water, 2019). Met deze meetnetten wordt informatie verzameld over de verontreinigingen die op grondwaterwinnings afkomen. Op basis daarvan kunnen gericht maatregelen worden getroffen ter verbetering van de kwaliteit van het grondwater (brongerichte maatregelen), of om de kwaliteit van het drinkwater te borgen (effectgerichte maatregelen). Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn het afvangen van verontreinigingspluimen uit puntbronnen met interceptieputten, het verplaatsen van putten, het mengen van verschillende ruwwaterstromen of in het uiterste geval het tijdelijk verzwaren van de zuiveringsinspanning.

Aanvullend op deze regelgeving is de Wet Bodembescherming (Wbb) van belang voor de grondwaterkwaliteit, omdat deze wet lozingen in of op de bodem en de sanering van verontreinigde bodem en grondwater regelt. Het convenant Bodem en ondergrond (2016-2020) is van belang voor de kwaliteit van de ondergrond, omdat het afspraken bevat over de invulling van de saneringsopgave voor speedlocaties.

### 3.4.3 Grondwater: signaleringswaarde

In navolging van de hierboven genoemde uitgangspunten en omdat de zuivering bij grondwaterwinnings voor drinkwater veelal beperkt is, is in de Landelijke Werkgroep Grondwater afgesproken om voor de KRW-opgave de waterkwaliteit van het onttrokken grondwater (ruwwater) te toetsen aan de normen van het Drinkwaterbesluit (Landelijke Werkgroep Grondwater, 2013). Die werkafspraken zijn bevestigd in het Protocol dat voorschrijft dat de kwaliteit van onttrokken grondwater moet voldoen aan de normen van het Drinkwaterbesluit. In dit Protocol wordt echter niet de term 'norm' gebruikt, maar 'signaleringswaarde'. Signaleringswaarden zijn geen milieukwaliteitseisen die de waterbeheerder juridisch verplichten tot het nemen van maatregelen om de vereiste waterkwaliteit te verwezenlijken. Het zijn hulpmiddelen om te kunnen toetsen in hoeverre de kwaliteitsontwikkeling van de drinkwaterbronnen in overeenstemming is met de KRW-doelen voor water voor menselijke consumptie (artikel 7 van de KRW). Om een handvat te kunnen bieden bij de toetsing, is voor de hoogte van een signaleringswaarde uitgegaan van een waarde die hoort bij toepassing van een eenvoudige zuivering. Signaleringswaarden worden ook gebruikt voor de beschrijving van de toestand en de bepaling van de doelgaten in de gebiedsdossiers.

### 3.4.4 Oppervlaktewater: Early warning en innamebeleid

Drinkwaterbedrijven spelen vanuit de Drinkwaterwetgeving een zeer actieve rol bij de kwaliteitsbewaking van het voor drinkwaterbereiding ingenomen oppervlaktewater. De drinkwaterbedrijven beschikken op de innamepunten van oppervlaktewater voor drinkwaterproductie naast de verplichte monitoring ook over aanvullende monitoringsystemen die de waterkwaliteit continu in de gaten houden. Deze systemen kunnen per bedrijf en inname locatie verschillen en bestaan uit biologische monitoring (zoals met behulp van watervlooiën of mossels) en/of een semi-continue chemische analyse van de waterkwaliteit (zoals met behulp van HPLC-UV, High-performance liquid chromatografische scheidingsmethode en een



detectiemethode met Ultra Violet licht (van Wezel et al., 2010). Wanneer deze meetresultaten afwijkingen van het normale patroon vertonen, zal het waterbedrijf dit verder onderzoeken en kan het besluiten tot een innamestop of een aangepaste inname. Tijdens een innamestop kan drinkwater tijdelijk worden geproduceerd vanuit alternatieve (nood)innamepunten of buffers, zoals spaarbekkens in de Biesbosch of de voorraad geïnfiltreerd water in de duinen. Ook onderlinge levering tussen drinkwaterbedrijven is een mogelijke maatregel.

#### **3.4.5 Oppervlaktewater: toename ontheffingen**

Vanaf 2011 staat de mogelijkheid tot ontheffingen in de Drinkwaterwetgeving. Als uit de wettelijk voorgeschreven monitoring blijkt dat de waarde van een geconstateerde stof hoger is dan is toegestaan (kwaliteitseis of signaleringswaarde uit de Drinkwaterregeling) dan moet het drinkwaterbedrijf dat melden aan ILT. Indien de concentratie van de verontreiniging langer dan 30 dagen hoger is dan de norm of de signaleringswaarde en het drinkwaterbedrijf toch water moet innemen, kan het drinkwaterbedrijf hiervoor ontheffing aanvragen bij ILT. Dit moet ook gebeuren als drinkwaterbedrijven verwachten dat de overschrijding langer dan 30 dagen zal duren. Een ontheffing wordt getoetst op de risico's voor de volksgezondheid door het RIVM. In 2015 werd aan drie Nederlandse drinkwaterbedrijven tijdelijke ontheffing verleend voor het innemen van rivierwater met daarin de opkomende stof pyrazool. In 2016 volgde een ontheffing voor de opkomende stof melamine voor één drinkwaterbedrijf. In 2017 was er een toename van het aantal ontheffingsaanvragen en -toekenningen: zes drinkwaterbedrijven hebben voor 16 stoffen een tijdelijke ontheffing gekregen. In 2017 verleende de inspectie in totaal 22 ontheffingen, een forse toename die volgens ILT een signaal is dat de kwaliteit van oppervlaktewater als grondstof voor drinkwater een aandachtspunt blijft (ILT, 2018). Hierbij dient opgemerkt te worden dat een deel van de toename van het aantal ontheffingen het gevolg is van een inhaalslag. De gegevens over 2018 waren bij het opstellen van dit rapport nog niet bekend gemaakt.

#### **3.4.6 Drinkwaterwetgeving**

De Europese Drinkwaterrichtlijn werkt in de Nederlandse wet- en regelgeving door op de Drinkwaterwet, het Drinkwaterbesluit en de Drinkwaterregeling. Deze wet- en regelgeving stelt eisen aan de drinkwaterkwaliteit en monitoring van het drinkwater en het in te nemen water, uit te voeren door de drinkwaterbedrijven. In totaal voeren de drinkwaterbedrijven per jaar ruim een miljoen waterkwaliteitsmetingen uit waarvan bijna 620.000 de basis vormen voor de jaarlijkse rapportages door ILT (zie bijv. ILT, 2018). Een belangrijke signaleringsparameter in de Drinkwaterregeling is die van de groep 'overige antropogene stoffen' om toenemende concentraties van mogelijke probleemstoffen tijdig te signaleren. Deze waarde bedraagt 1,0 µg/l in de Drinkwaterregeling en is van toepassing voor drinkwaterbedrijven. In het Protocol dat van toepassing is voor waterbeheerders, is de waarde van deze signaleringsparameter een factor 10 lager (namelijk 0,1 µg/l). De reden hierachter is dat waterbeheerders invulling kunnen geven aan het voorzorgsbeginsel en verontreinigingen vroegtijdig gesignaleerd worden. Overigens zijn de signaleringswaarden in het protocol voor alle reeds bekende probleemstoffen gelijk aan de norm voor drinkwater in het Drinkwaterbesluit.

## Versnellingsstafels en de Delta-aanpak Waterkwaliteit

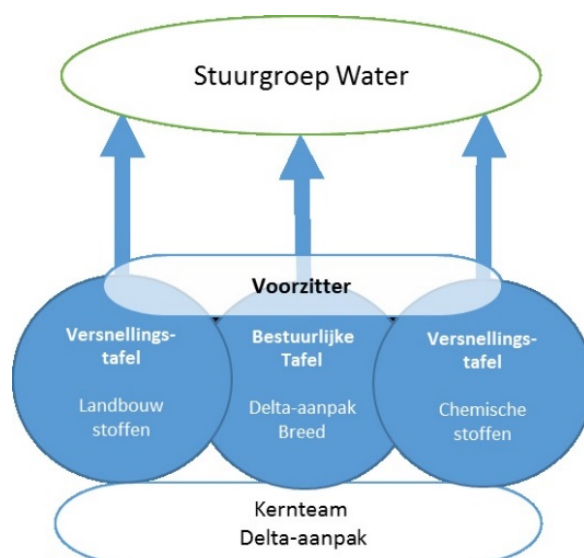
Mede naar aanleiding van een oproep vanuit de Tweede Kamer heeft de minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) het initiatief genomen tot de Delta-aanpak Waterkwaliteit, een aanpak waarin actoren in de waterketen initiatieven bundelen om knelpunten in de waterkwaliteit aan te pakken. Eind 2016 hebben betrokken partijen hiertoe een intentieverklaring ondertekend. De minister van IenW heeft begin 2018 ingezet om te komen tot bestuurlijke afspraken. In de vernieuwde opzet (najaar 2018) zijn zogenaamde versnellingsstafels ingericht, met als doel concrete afspraken om de waterkwaliteit verder te verbeteren, mede gericht op kwetsbare functies zoals drinkwaterbronnen (Figuur 3-1).

De Stuurgroep Water is opdrachtgever voor de Delta-aanpak Waterkwaliteit. Om de gewenste versnelling te bewerkstelligen zijn twee bestuurlijke versnellingsstafels voorgesteld: Nutriënten en bestrijdingsmiddelen ("landbouw") en Opkomende stoffen en medicijnresten ("stoffen"). Daarnaast bestaat de bestuurlijke tafel Delta-aanpak Breed, voor doorsnijdende thema's. Doel van de versnellingsstafels is om een extra verdieping en impuls te geven aan de prioriteiten van de Delta-aanpak. De partijen, zowel overheden als ketenpartners, organiseren mandaat en de overeenkomst waarin bestuurlijke afspraken gemaakt worden.

### 3.5 Delta-aanpak waterkwaliteit

Naast de beschreven wetgeving is in 2016 de Delta-aanpak waterkwaliteit gestart. Het doel van de Delta-aanpak is om de realisatie van de KRW-doelen te versnellen zodat in 2027 de noodzakelijke maatregelen zijn getroffen. De Governance structuur van de delta-aanpak staat in Figuur 3-1 weergegeven.

Binnen de Delta-aanpak zijn bedreigingen voor de bronnen van drinkwater benoemd als prioriteit. Specifiek gaat het daarbij om meststoffen, bestrijdingsmiddelen, medicijnresten en opkomende (industriële) stoffen. De minister van IenW heeft aangeven bestuurlijke afspraken te willen maken over maatregelen die daadwerkelijk de waterkwaliteit verbeteren. Om hiertoe te komen zijn eind 2018 bestuurlijke versnellingsstafels gestart (zie kader). In de volgende hoofdstukken komen de genoemde verontreinigingen aan bod.



Figuur 3.1. (Nieuwe) Governance structuur Delta-aanpak Waterkwaliteit

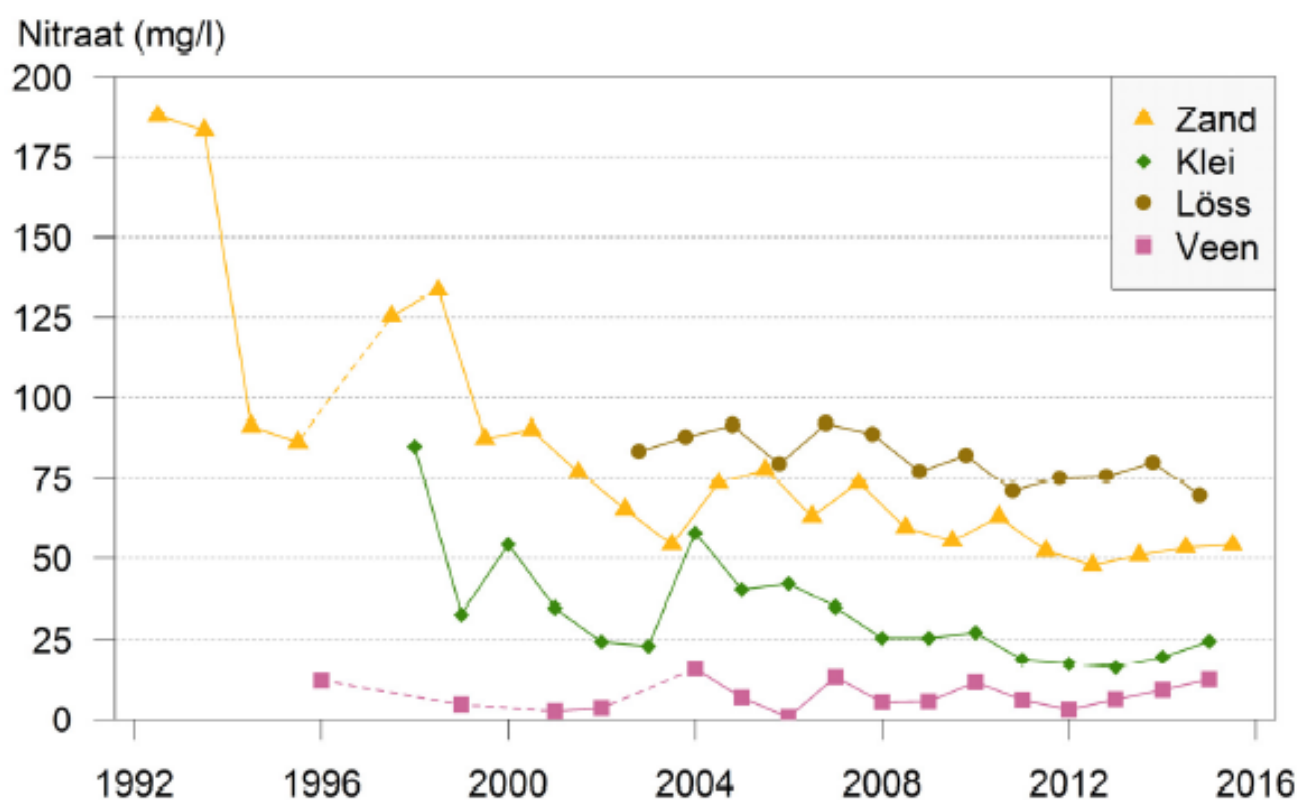
## 4 Nitraat en gerelateerde parameters

### 4.1 Inleiding

In Nederland zijn het vooral de meststoffen fosfor en stikstof die de waterkwaliteit op het vlak van meststoffen negatief beïnvloeden. Hierbij geldt dat problemen met fosfor (fosfaat) vooral optreden in oppervlaktewater, en problemen met stikstof (nitraat) vooral in grondwater. Voor de kwaliteit van ingenomen oppervlaktewater voor drinkwaterproductie is fosfaat tot nog toe geen knelpunt, omdat deze stof op veel plaatsen vroegtijdig in het productieproces verwijderd wordt, zoals door ijzerdosering voor het innamepunt. Nitraat behoort wel tot de risicostoffen voor de productie van drinkwater uit grondwater.

#### 4.1.1 Landelijk beeld van de nitraatuitspoeling

Sinds de jaren 1990 voert de Nederlandse overheid actief meststoffenbeleid door het reguleren van mestgebruik in de agrarische sector. Nederland is hiervoor onderverdeeld in verschillende regio's op basis van de meest aangetroffen grondsoort. Met dit beleid is de nitraatuitspoeling uit agrarisch gebied sterk teruggebracht. Hierdoor is de gemiddelde nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt naar het grondwater onder landbouwpercelen in de Zandregio afgenomen van ongeveer 200 mg/l in 1991, naar 50 mg/l sinds 2012. Vanaf 2012 stagneert de afname van nitraatconcentraties in de zandregio (Fraters et al., 2016).

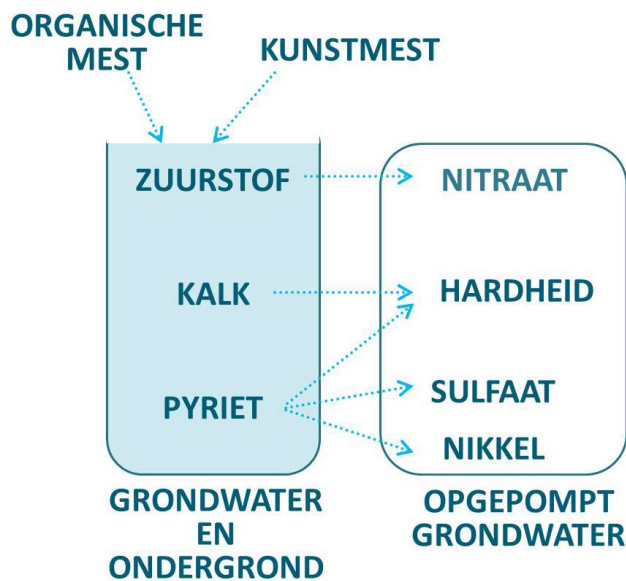


Figuur 4-1 Nitraatconcentraties in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven per regio in de periode 1992-2014. Jaarlijkse gemiddelden van gemeten concentraties. Bron: Fraters et al., 2016.

In de Lössregio was het mestbeleid tot nog toe minder succesvol. Daar is de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater gedaald tot ongeveer 75 mg/l in 2015 (Figuur 4-1, Fraters et al., 2016). Een tussenevaluatie van het PBL geeft aanwijzingen dat de nitraatuitspoeling uit landbouwpercelen op lössgronden de laatste jaren daalt en dat de nitraatdoelen daar ook in zicht komen (Compendium voor de Leefomgeving, 2018). De komende jaren moet blijken of de afname van de nitraatuitspoeling van structurele aard is en in hoeverre de kwaliteit van het grondwater daarmee verbetert. Droge zomers zoals die van 2018 kunnen o.a. leiden tot een tijdelijke toename van de nitraatconcentratie in ondiep grondwater onder landbouwgronden door verminderde gewasopname, versnelde afbraak van organische stof en verminderde verdunning uit het neerslagoverschot.

De meeste grondwaterwinningen voor drinkwaterproductie liggen op de droge en daarmee meest kwetsbare delen van de Zandregio. Hierdoor is de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater in grondwaterbeschermingsgebieden vaak hoger dan de gemiddelde concentratie voor de regio als geheel (Van Loon en Fraters, 2016). Afhankelijk van de eigenschappen van de winning en de ondergrond, komt het uitspoelingswater in grondwaterbeschermingsgebieden binnen enkele jaren tot decennia aan in de grondwaterwinning. Onderweg kunnen omzettingprocessen plaatsvinden, die leiden tot verhoogde concentraties van o.a. sulfaat en nikkel in het diepere grondwater of kan de hardheid door bekalken en aanvoer van zuren toenemen (Figuur 4-2).

Bij 10 tot 15 ondiepe grondwaterwinningen uit zuurstofhoudende watervoerende lagen vindt geen omzetting van nitraat plaats, waardoor de nitraatconcentratie in diep grondwater en onttrokken grondwater hoger is de norm van 50 mg/l (Van Loon en Fraters, 2016). In deze situatie zal de toekomstige nitraatconcentratie in het opgepompte grondwater ongeveer gelijk zijn aan de huidige, gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater in het gebied rond de winning.



Figuur 4-2: Conceptuele weergave van de doorwerking van mestgiften op een aantal chemische parameters die de kwaliteit van opgepompt grondwater bepalen.

## 4.2 Kwaliteitseisen

Het Drinkwaterbesluit biedt de belangrijkste maatlat voor de beoordeling van nitraat en gerelateerde parameters in het onttrokken grondwater. Daarnaast bevatten de Grondwaterrichtlijn en de Nitraatrichtlijn normen voor nitraat in grondwater. De norm voor nitraat in grondwater en onttrokken grondwater is in deze wetten gesteld op 50 mg/l. Daarnaast zijn in het Drinkwaterbesluit normen opgenomen voor een aantal parameters die vaak, maar niet altijd, aan mest gerelateerd zijn (Tabel 4.1). Strikt genomen heeft het Drinkwaterbesluit enkel betrekking op de chemische kwaliteit van drinkwater (reinwater). Omdat de zuivering bij grondwaterwinningen veelal beperkt is, is in de Landelijke Werkgroep Grondwater afgesproken om voor de KRW-opgave de waterkwaliteit bij grondwaterwinningen te toetsen aan de normen van het Drinkwaterbesluit (Landelijke Werkgroep Grondwater, 2013). Daarnaast schrijft de KRW een inspanningsverplichting voor om de zuiveringsinspanning voor drinkwaterproductie te verlagen (zie Hoofdstuk 3).

Tabel 4.1 Ruwwaternormen voor nitraat, sulfaat en nikkel volgens het drinkwaterbesluit.

Stof	Norm
Nitraat	50 mg/l
Sulfaat	150 mg/l
Nikkel	20 µg/l

## 4.3 Toestand bronnen van drinkwater

### 4.3.1 Normoverschrijdingen

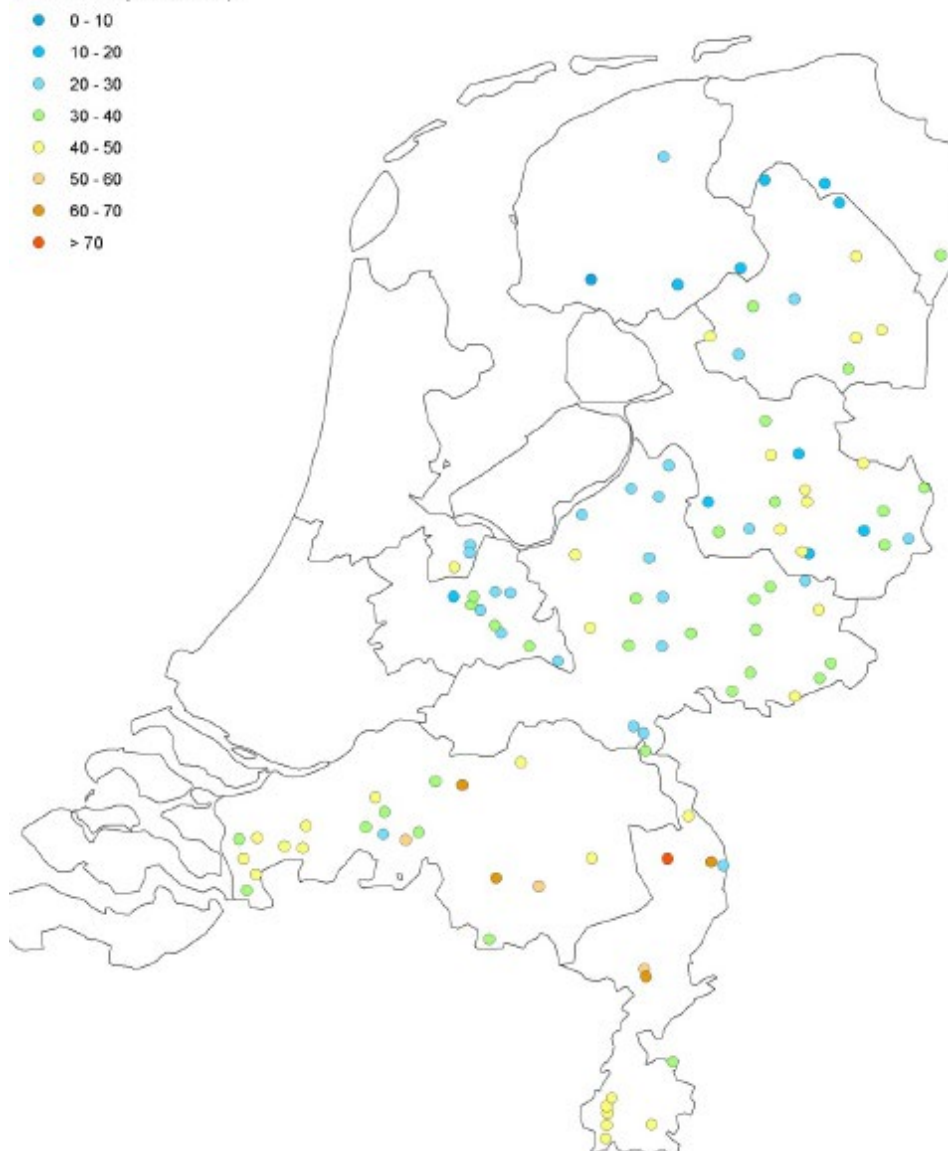
Sinds de jaren 1990 is het mestoverschot in de agrarische sector sterk afgenomen. Desondanks worden op veel winplaatsen op de hoge zandgronden en het Lössgebied de normen voor de parameters die vaak samenhangen met nitraatuitspoeling overschreden in het onttrokken grondwater (in individuele winputten, Van Loon en Fraters, 2016). Afhankelijk van de eigenschappen van de winning en de ondergrond, manifesteren de effecten van nitraatuitspoeling zich o.a. in verhoogde concentraties van bijvoorbeeld nitraat, sulfaat en nikkel en een toename van de totale hardheid van het ruwwater (Figuur 4-3). Volgens Van Loon en Fraters (2016) zijn gedurende de periode 2000-2015 in één of meerdere winputten van 86 grondwaterwinningen verspreid over zuid- en oost-Nederland normoverschrijdingen voor deze parameters in individueel ruwwater (in pompputten) waargenomen. Hierbij ging het bij acht grondwaterwinningen om normoverschrijding van nitraat, bij 11 om nikkel, bij twee om sulfaat, bij 33 om een hoge hardheid en bij 35 om meerdere van deze parameters (Van Loon en Fraters, 2016). In een aantal gevallen zijn de normoverschrijdingen niet (alleen) het gevolg van stikstofuitspoeling. Ook ontwatering, oude bodemverontreinigingen, infiltrerend oppervlaktewater, verzilting en zuurdepositie kunnen daaraan bijgedragen hebben. Dit geldt in ieder geval voor normoverschrijdingen voor nikkel in het onttrokken grondwater op drie winlocaties op de Waddeneilanden en voor de hoge hardheid in het onttrokken grondwater op zes winlocaties in Friesland.

### 4.3.2 Nitraatuitspoeling in grondwaterbeschermingsgebieden

De normoverschrijdingen voor parameters die vaak samenhangen met nitraatuitspoeling in het onttrokken grondwater op de droge zand- en lössgronden hangen voor een deel samen met de hoge historische last die, als gevolg van decennialange reistijden van grondwater naar de grondwateronttrekkingen, nu tot uiting komt in de waterkwaliteit van de winningen. Echter, berekeningen van Van Loon en Fraters (2016) en Claessens et al. (2017) geven aanwijzingen dat het generieke mestbeleid voor zo'n 40 grondwaterwinningen onvoldoende effectief is om normoverschrijdingen voor parameters die vaak gerelateerd zijn aan nitraatuitspoeling in het opgepompte grondwater in de toekomst te kunnen voorkomen. Volgens de berekeningen van Claessens et al. (2017) is de gemiddelde nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater binnen de grondwaterbeschermingsgebieden van deze winningen op termijn hoger dan 40 mg/l (Figuur 4-3). De nitraatnorm van 50 mg/l wordt in het ondiepe grondwater binnen deze gebieden mogelijk overschreden onder het huidige mestbeleid. Claessens et al. (2017) berekenden ook dat in 53 andere grondwaterbeschermingsgebieden de nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater is verhoogd ( $\text{NO}_3 > 25 \text{ mg/l}$ ) door nitraatuitspoeling uit landbouwpercelen.

## Nitraat concentratie (mg/l)

Scenario A (2026-2030)



Figuur 4-3 Gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie voor kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden onder het stelsel van gebruiksnormen van het 5<sup>de</sup> Actieprogramma 2014-2017 berekend met behulp van STONE (Claessens et al., 2017)

#### 4.4 Vooruitblik

In 2017 is een bestuursovereenkomst gesloten tussen Vewin, IPO, de ministeries van LNV en IenW en LTO Nederland. Met deze bestuursovereenkomst zijn afspraken gemaakt over vrijwillige maatregelen in de 34 meest kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden. Hiermee wordt beoogd om binnen de looptijd van het lopende (zesde) Actieprogramma Nitraatrichtlijn maatregelen te treffen om zo snel mogelijk, maar uiterlijk tijdens de looptijd van het volgende (zevende) Actieprogramma, de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater binnen grondwaterbeschermingsgebieden structureel tot onder de norm van 50 mg/l te krijgen. Hiervoor zijn uitvoeringsovereenkomsten gesloten tussen de betrokken provincies, het betrokken waterbedrijf en de betrokken regionale landbouworganisatie. Mocht uit tussentijdse evaluaties blijken dat de voorgestelde aanpak onvoldoende perspectief biedt op het tijdig halen van het gestelde doel, dan worden verplichte maatregelen in het vooruitzicht gesteld.

In de grondwaterbeschermingsgebieden van tientallen andere grondwaterwinningen is de nitraatbelasting van het grondwater weliswaar onder de norm, maar wel verhoogd als gevolg van nitraatuitspoeling uit landbouwgronden. Op basis van artikel 7.3 van de KRW zijn waterbeheerders in deze gebieden verplicht om maatregelen te treffen indien de nitraatconcentratie in het grondwater toeneemt (de kwaliteit van het grondwater gaat dan achteruit). Deze maatregelen moeten er toe leiden dat op de middellange tot lange termijn een kwaliteitsverbetering van het onttrokken grondwater gerealiseerd wordt en de zuiveringsinspanning kan worden verlaagd. Dit loopt via het spoor van de gebiedsdossiers en de maatregelen programma's van de Stroomgebiedbeheerplannen.

In een aantal gebieden met een pyriet houdende ondergrond zijn normoverschrijdingen van parameters die vaak samenhangen met nitraatuitspoeling in het onttrokken grondwater tot nog toe niet opgetreden door denitrificatie onder invloed van pyriet. Het nikkel dat in deze onttrekkingen wordt aangetroffen is mogelijk een voorbode voor problemen met andere metalen, zoals cadmium, koper, zink en arseen. Deze metalen komen ook bij de oxidatie van pyriet vrij, maar ze zijn minder mobiel dan nikkel door gedeeltelijke binding aan de bodemmatrix en kunnen daardoor vertraagd tot problemen leiden. Onderzoek naar de langetermijneffecten van nitraatuitspoeling op de kwaliteit van onttrokken grondwater is noodzakelijk om de beleidsrelevantie vast te stellen.

# 5 Bestrijdingsmiddelen

## 5.1 Inleiding

Bestrijdingsmiddelen worden o.a. toegepast om gewassen, openbaar groen en tuinen te beschermen tegen onder andere schimmels (fungiciden), insecten (insecticiden) of onkruiden (herbiciden). Bestrijdingsmiddelen vormen een zeer diverse stofgroep die continu in ontwikkeling is wat betreft aantallen en eigenschappen van toegestane middelen. Zo zijn in 2018 in totaal 1001 middelen en 1654 biociden toegelaten op de Nederlandse markt, waarvan een aantal als alternatief wordt aangeboden voor middelen die inmiddels uitgesloten zijn van de Nederlandse markt (Ctgb, 2019).

Afhankelijk van de toepassing en wijze van toediening, zoals spuiten, strooien, aangieten of onderdompelen, kunnen de werkzame stoffen via uitspoeling terecht komen in grondwater en voornamelijk via afspoeling en drift (verwaaiing) in oppervlaktewater. Gedurende het transport naar de onttrekking of innamepunt kan geheel of gedeeltelijke afbraak optreden. Hierbij kunnen afbraakproducten (metabolieten) ontstaan die tevens ongewenst zijn in het ingenomen water voor drinkwaterproductie.

Bij de toelating van bestrijdingsmiddelen wordt ook gelet op de kwetsbaarheid van grondwater. Omdat grondwaterbeschermingsgebieden gemiddeld genomen kwetsbaarder zijn voor uitspoeling van bestrijdingsmiddelen dan de overige (agrarische) gebieden in Nederland, wordt in het toelatingsbeleid voor grondwaterbeschermingsgebieden een strengere veiligheidsfactor toegepast in de beoordeling van nieuwe stoffen dan voor grondwater buiten deze gebieden.

### 5.1.1 Landelijk beeld van het gebruik van bestrijdingsmiddelen

Gedurende de periode 1985-2002 halveerde de afzet van bestrijdingsmiddelen (in volume) in Nederland, terwijl de laatste 10 jaar de afzet stabiel is tot licht toeneemt (de Snoo en Vijver; 2012; van Loon et al., 2019; CBS, 2019). Een deel van de middelen die in Nederland verboden zijn, is inmiddels vervangen door een alternatief middel dat wel voldoet aan de criteria van het toelatingsbeleid. Omdat de toelatingen veelal gebaseerd zijn op gegevens van de fabrikant kan de uitspoeling in de praktijk anders uitpakken dan tijdens de toelatingsprocedure werd voorzien. Daarom is een traject ingezet om monitoringgegevens van waterbeheerders en drinkwaterbedrijven ook mee te kunnen nemen in de toelatingsbeoordeling. In de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen worden, vergelijkbaar met de Bestrijdingsmiddelenatlas voor oppervlaktewater, voortaan deze data verzameld en geëvalueerd.

Sinds 2016 is het professioneel gebruik van bestrijdingsmiddelen buiten de landbouw op verhardingen en openbaar groen verboden (Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming). Alternatieven voor onkruidbestrijding die gemeenten en andere terreinbeheerders inzetten zijn bijvoorbeeld branden, schoffelen of het gebruik van heet water. Voor het gebruik van bestrijdingsmiddelen door particulieren geldt geen verbod. Uit de evaluatie van de Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming blijkt dat de Green Deals Recreatie, Sportvelden en Particulier gebruik beperkt effect hebben gesorteerd.



## 5.2 Kwaliteitseisen

### 5.2.1 Onttrokken grondwater

Als maatlat voor de kwaliteit van grondwater als bron van drinkwater is in dit rapport uitgegaan van de signaleringswaarden uit het Protocol voor monitoring en toetsing van drinkwaterbronnen KRW. De waarde is gelijk aan de normen van het Drinkwaterbesluit (zie paragraaf 3.4.3) en de Grondwaterrichtlijn.

Voor werkzame stoffen van bestrijdingsmiddelen en humaan-toxicologisch relevante metaboliëten is de waarde in de bronnen 0,1 µg/l. Voor metaboliëten die door het RIVM humaan-toxicologisch niet-relevant zijn verklaard, geldt een hogere signaleringswaarde van 1,0 µg/l. Dit betreft o.a. de metaboliëten AMPA, desphenylchloridazon, BAM, Metazachloor, metolachloor en N,N-dimethylaminosulfanilide.

Daarnaast is een somwaarde van 0,5 µg/l van kracht voor de som van afzonderlijke werkzame stoffen met een concentratie hoger dan de detectiegrens.

### 5.2.2 Ingenomen oppervlaktewater

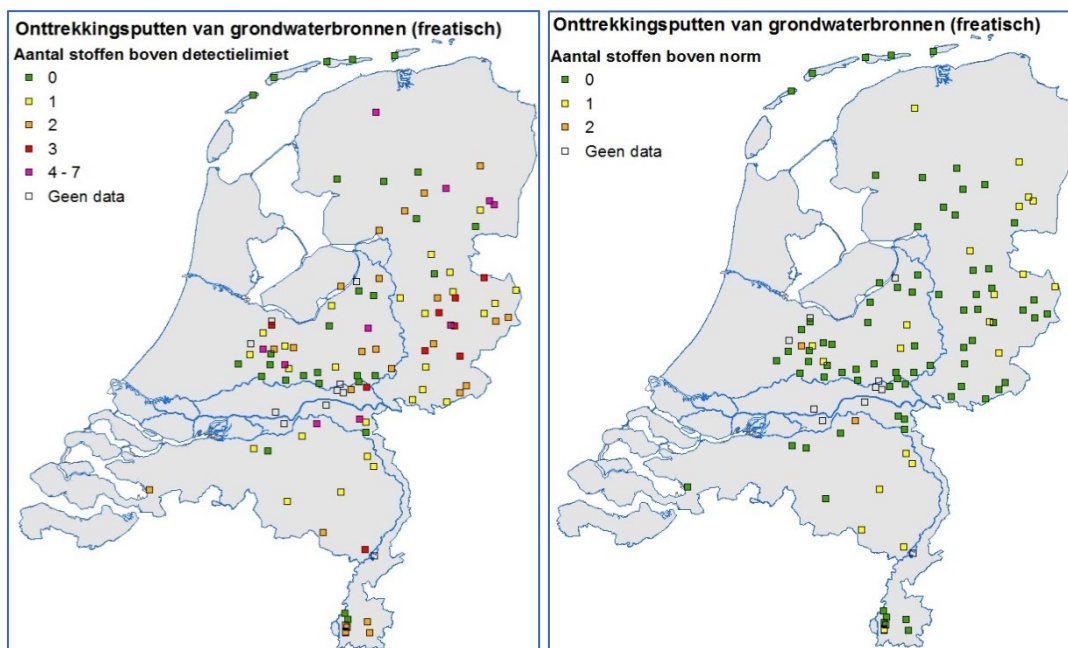
Voor oppervlaktewaterwinningen wordt de kwaliteit van het ingenomen oppervlaktewater getoetst aan de signaleringswaarden of normen uit het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw), de Drinkwaterregeling (Bijlage V) en het Infiltratiebesluit uit 1993. Dit betekent een waarde van 0,1 µg/l voor werkzame stoffen en hun humaan-toxicologisch relevante metaboliëten, 1,0 µg/l voor humaan-toxicologisch niet-relevante metaboliëten en een somnorm van 0,5 µg/l. Bij overschrijding van deze normen heeft de overheid een inspanningsverplichting om de waterkwaliteit in het betreffende oppervlaktelichaam te verbeteren en volgend uit de KRW dienen de doelen uiterlijk in 2027 gehaald te zijn. Een drinkwaterbedrijf is bij een overschrijding van maximaal 30 dagen verplicht dit te melden bij de Inspectie Leefomgeving en Transport. Indien dit langer dan 30 dagen duurt, is de inname van oppervlaktewater ontheffingsplichtig (zie paragraaf 3.5.1).

Het Protocol geeft aan dat bij oevergrondwater zowel de kwaliteit van het onttrokken grondwater, als de kwaliteit van het infiltrerende oppervlaktewater getoetst dient te worden (zie H3), dat dus ook geldt voor de concentratie bestrijdingsmiddelen.

## 5.3 Toestand bronnen van drinkwater

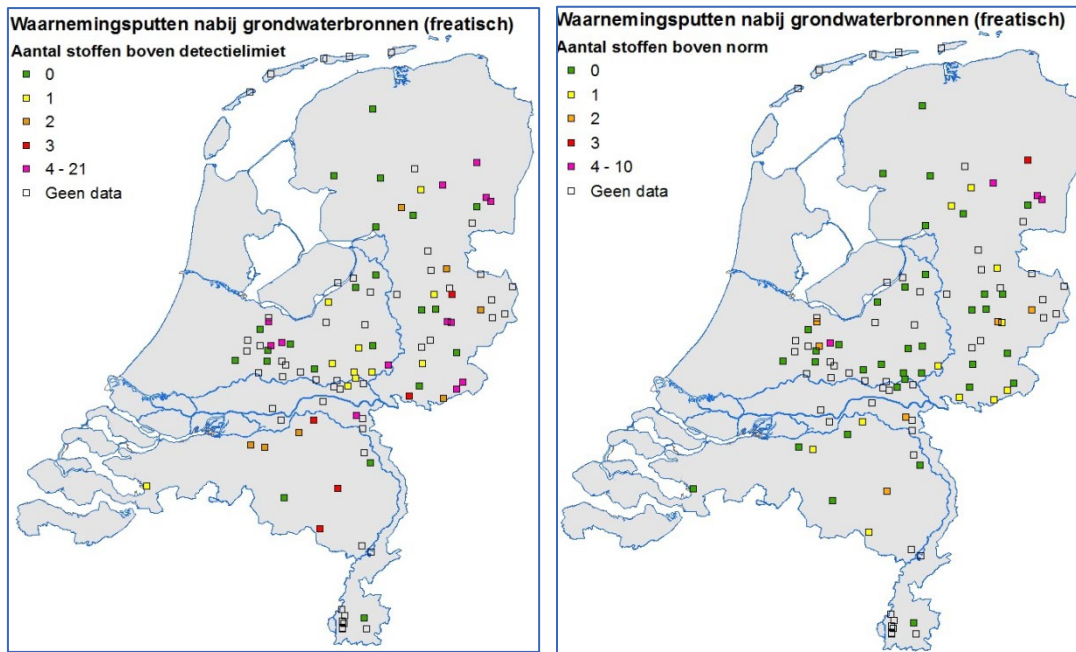
### 5.3.1 Grondwaterwinningen

Van Loon et al. (2019) inventariseerden overschrijdingen in de onttrekkingsputten van grondwaterwinningen voor drinkwaterproductie gedurende de periode 2010-2014. Hieruit bleek dat in 70 van de 99 (71%) freatische grondwaterwinningen (onttrekking van grondwater uit een watervoerende pakket dat niet geheel wordt afgedekt door een kleilaag) minimaal één keer sporen van bestrijdingsmiddelen of afbraakproducten zijn aangetroffen. In de helft van deze winningen zaten daar een of meerdere overschrijdingen van de signaleringswaarden voor één of twee stoffen bij (Figuur 5-1). Ook in de winputten van 19% van de niet-freatische grondwaterwinningen (onttrekking van grondwater onder een kleilaag) zijn sporen van bestrijdingsmiddelen of afbraakproducten aangetroffen, waarvan in 9% boven de signaleringswaarde. Dit beeld komt goed overeen met de resultaten uit de evaluatie van de eerste generatie gebiedsdossiers (Swartjes et al., 2016). Volgens dit rapport zijn het vooral herbiciden die in onttrekkingsputten worden waargenomen, waarvan een aantal stoffen nog steeds is toegelaten.



Figuur 5-1: Bestrijdingsmiddelen of afbraakproducten die gedurende de periode 2010-2014 ten minste éénmaal zijn aangetroffen in één of meerdere winputten van 99 freatische grondwaterwinningen. Links: aantal stoffen dat boven de detectielimiet is aangetroffen. NB de detectielimiet is de laagste hoeveelheid van een stof die kan worden gedetecteerd binnen een aangegeven betrouwbaarheidsgrens. Rechts: aantal stoffen dat boven de signaleringswaarde (bestrijdingsmiddelen  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ , afbraakproducten  $\geq 1 \mu\text{g/l}$ ) is aangetroffen. Bron: Van Loon et al., 2019.

Van Loon et al. (2019) inventariseerden ook waarnemingen van bestrijdingsmiddelen en afbraakproducten in waarnemingsfilters in de omgeving van de freatische grondwaterwinningen (Figuur 5-2). Hieruit bleek dat in het grondwater nabij 36 van de 58 (62%) geïnventariseerde grondwaterwinningen één of meerdere bestrijdingsmiddelen of afbraakproducten zijn waargenomen. Dit zijn waarnemingen boven de rapportagegrens en in sommige gevallen waarnemingen boven de signaleringswaarde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de bestaande meetnetten van drinkwaterbedrijven nog niet volledig zijn ingericht voor kwaliteitsmonitoring in ondiep grondwater. In de inventarisatie van Van Loon et al. (2019) ontbraken tevens gegevens voor kalksteenwinningen in Zuid-Limburg. Hierdoor zal het ondiepe grondwater rond grondwaterwinningen op grotere schaal verontreinigd zijn met bestrijdingsmiddelen dan hier is aangegeven.



*Figuur 5-2: Bestrijdingsmiddelen of afbraakproducten die gedurende de periode 2010-2014 zijn aangetroffen in de waarnemingsfilters van 99 grondwaterwinningen die niet worden beschermd door een afdekkende kleilaag. Links: aantal stoffen dat boven de detectielimiet is aangetroffen. Rechts: aantal stoffen dat boven de signaleringswaarde (bestrijdingsmiddelen  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ , afbraakproducten  $\geq 1 \mu\text{g/l}$ ) is aangetroffen. Bron: Van Loon et al., 2019.*

### 5.3.2 Provinciaal meetnet grondwater

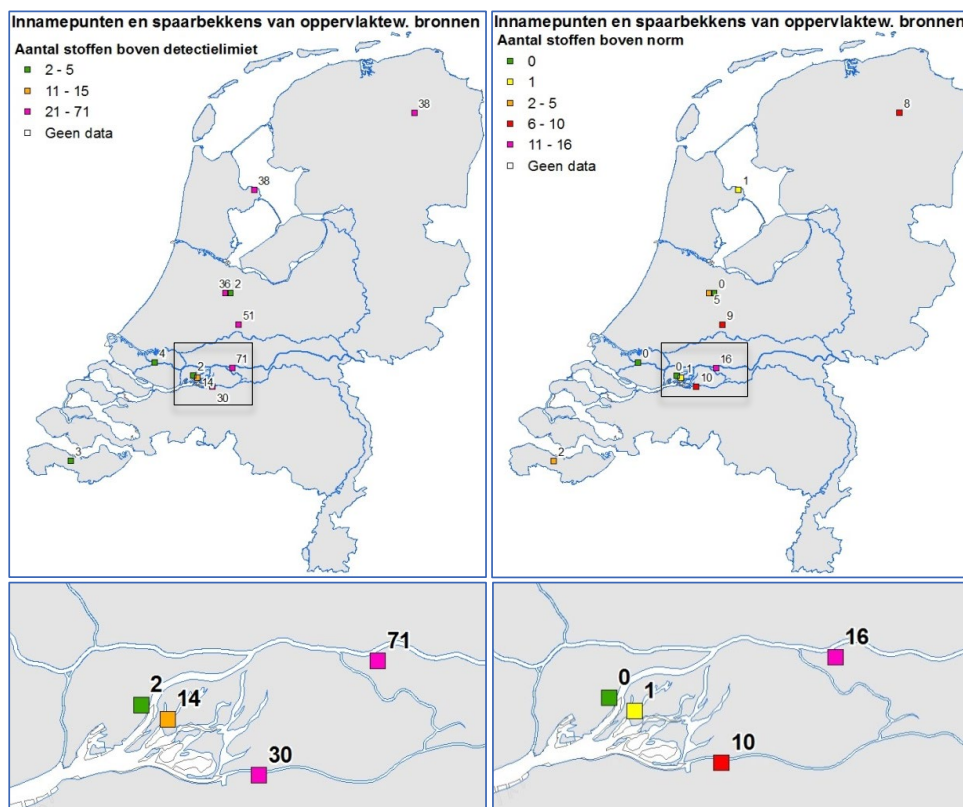
Deze resultaten komen goed overeen met een inventarisatie van bestrijdingsmiddelen en afbraakproducten in de provinciale grondwater meetnetten, die slechts voor een beperkt deel de grondwaterbeschermingsgebieden dekken (Sjerps et al., 2017b). Hieruit bleek namelijk dat de helft van de grondwatermonsters is verontreinigd met bestrijdingsmiddelen. Dit versterkt het beeld dat een aantal bestrijdingsmiddelen en metabolieten op steeds grotere diepte geraken, zodat ze vroeger of later in grondwateronttrekkingen terecht kunnen komen. Dit geldt o.a. voor bentazon, glyfosaat, BAM (metabool van dichlobenil) en desfenylchloridazon (metabool van chloridazon).

### 5.3.3 Oppervlaktewaterwinningen

De Vereniging van Rivierwaterbedrijven (RIWA) verzamelt reeds jarenlang waterkwaliteitsgegevens van de Rijn en de Maas. Uit de meetgegevens van 2017 blijkt dat geen enkel bestrijdingsmiddel permanent de toetsing overschrijdt in Maas. Echter, in het ingenomen Maaswater werden de ERM-streefwaarden overschreden door in totaal 14 bestrijdingsmiddelen, biociden en/of afbraakproducten (Bannink en van der Ploeg, 2018), (zie 3.3.3 voor uitleg van de ERM-waarden en de koppeling met de signaleringswaarde). Hiertoe behoorden o.a. het herbicide glyfosaat en AMPA (afbraakproduct van glyfosaat), glufosinaat-ammonium, carbendazim en propyzamide.

In de Rijn kwamen vijf stoffen boven deze waarde uit, waaronder glyfosaat, AMPA (afbraakproduct van glyfosaat), metolachloor, en N, N-dimethylsulfamide (DMS, een afbraakproduct van tolylfluanide) (Stroomberg et al, 2018). Hier werd aangemerkt dat de overschrijdingen van de streefwaarden doorgaans beperkt waren in omvang en incidenteel van aard.

Uit een andere studie naar stoffen ter plaatse van innamepunten en in voorraadbekken van oppervlaktewaterwinningen werd duidelijk dat gedurende de periode 2010-2014 bestrijdingsmiddelen minimaal één keer zijn aangetroffen (Figuur 5-3; Van Loon et al., 2017). Op 75% van de locaties zijn ook één of meerdere normoverschrijdingen waargenomen. Daarnaast werden bestrijdingsmiddelen of afbraakproducten in alle duin- en oeverinfiltratiewinningen aangetroffen, waarbij in meer dan 70% van de winningen ook normen werden overschreden. De verontreiniging van duin- en oevergrondwaterwinningen hangt voornamelijk samen met het grote aandeel geïnfiltreerd oppervlaktewater. De stof glyfosaat werd het meeste aangetroffen in het ingenomen oppervlaktewater en spaarbekken. De stof bentazon werd het meeste aangetroffen in het verzameld onttrokken grondwater van duin- en oeverinfiltratiewinningen.



Figuur 5-3 Aantal bestrijdingsmiddelen en afbraakproducten die gedurende de periode 2010-2014 zijn aangetroffen in de spaarbekken en in het ingenomen oppervlaktewater van 15 Nederlandse oppervlaktewaterwinningen. Links: aantal stoffen boven de rapportagelimiet. Rechts: aantal stoffen boven de norm. Bron: Van Loon et al., 2017.

## 5.4 Vooruitblik

De ontwikkeling van de oppervlaktewaterkwaliteit wordt mede bepaald door internationale maatregelen binnen het stroomgebied van de Rijn en, in sterkere mate het stroomgebied van de Maas. Deze paragraaf richt zich conform de reikwijdte van dit rapport op nationale ontwikkelingen die van invloed zijn op knelpunten in de kwaliteit van bronnen van drinkwater voor wat betreft bestrijdingsmiddelen.

In de Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming (2013-2023) wordt het doel gesteld om uiterlijk 2023 te voldoen aan alle internationale eisen op het gebied van milieu- en water. De doelstelling specifiek voor oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterbereiding luidt als volgt:

- 2018: afname van het aantal overschrijdingen van de drinkwaternorm in oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterproductie met 50% ten opzichte van 2013;
- 2023: afname van het aantal overschrijdingen van de drinkwaternorm in oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterproductie met 95% ten opzichte van 2013 (nagenoeg geen overschrijdingen).

Deze beleidsnota bevat geen specifieke doelen voor grondwater, zodat er geen concreet beleidstraject voorligt om de normen voor bestrijdingsmiddelen in grondwater te realiseren. Wel wordt verwezen naar artikel 7 van de Kaderrichtlijn Water betreffende het voorkomen van achteruitgang van de waterkwaliteit bestemd voor menselijke consumptie. Om de problemen voor de grondwaterkwaliteit tegen te gaan wordt vooral verwezen naar aanpak via de provincies. Zo wordt o.a. ingezet op samenwerking tussen maatschappelijke partners. Dit heeft geleid tot een aantal Green Deals (Recreatie, Sportvelden en Particulier gebruik) voor het beperken van het gebruik van bestrijdingsmiddelen buiten de landbouw of het overstappen naar milieuvriendelijker alternatieven. Daarnaast zijn professionele gebruikers van bestrijdingsmiddelen sinds 2014 verplicht om geïntegreerde gewasbescherming toe te passen. Hierbij ligt de nadruk op preventieve maatregelen, zodat de inzet van chemische middelen zoveel mogelijk wordt beperkt. Ten slotte is een aantal verboden ingesteld, zoals het professioneel gebruik van bestrijdingsmiddelen buiten de landbouw op verhardingen in de openbare ruimte en in openbaar groen.

Via het toelatingsbeleid worden steeds vaker bestrijdingsmiddelen uitgesloten voor toepassing binnen grondwaterbeschermingsgebieden. Dit heeft onbedoeld ook geleid tot stagnatie van de verversing van het aanbod van middelen met een laag milieurisico. Hierdoor zijn de oudere, reeds toegelaten middelen, met vaak een hoger milieurisico, overgebleven. De Green Deal Groene Gewasbeschermingsmiddelen die in 2014 is gesloten moet de toelating van laag-ricisomiddelen van natuurlijke oorsprong bevorderen. Binnen het toelatingsbeleid wordt thans ook gewerkt aan een betere ontsluiting van meetgegevens van bestrijdingsmiddelen in grond- en oppervlaktewater, zodat de risico's op uit- en afspoeling beter in beeld kunnen worden gebracht bij de toelatingsbeoordeling. Deze ontwikkelingen dragen bij aan het verminderen van de risico's van bestrijdingsmiddelengebruik voor drinkwaterbronnen, maar het is onbekend hoe groot de impact daarvan is.

Provincies en drinkwaterbedrijven stimuleren het verantwoord gebruik van bestrijdingsmiddelen door middel van bewustwordings-, stimulerings- en voorlichtingsprogramma's (Swartjes et al., 2016). Vaak zijn deze programma's gericht op meerdere doelgroepen, waarvan agrariërs, groenbeheerders en burgers de belangrijkste zijn. In de praktijk blijken stimuleringsprogramma's voor verduurzaming van de landbouw effectief te zijn voor het verminderen van het gebruik van bestrijdingsmiddelen (Vliet et al., 2017). Op grond daarvan kan op de middellange termijn een verbetering van de kwaliteit van het onttrokken grondwater voor wat betreft bestrijdingsmiddelen verwacht worden. Dit effect is echter nog niet goed zichtbaar in meetgegevens, omdat deze projecten daarvoor nog niet lang genoeg lopen. Hierdoor is niet precies bekend in hoeverre de huidige sturingselementen die worden ingezet toereikend zijn om knelpunten in drinkwaterbronnen in de toekomst te voorkomen. Een tegengestelde ontwikkeling is dat het gebruik van bestrijdingsmiddelen nog altijd toeneemt en dat de grenzen van vrijwillige deelname in zicht komen.

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 bestrijdingsmiddelen, inclusief hun afbraakproducten. Dit wordt bevestigd door een onderzoek van Sjerps et al. (2017c). Deze auteurs rapporteren over een eenmalige meetronde van 24 nieuwe bestrijdingsmiddelen. Deze meetronde geeft aanwijzingen dat ook relatief recent toegelaten stoffen wijdverbreid voorkomen in oppervlaktewaterbronnen. De continue ontwikkeling van de bestrijdingsmiddelenmarkt vereist regelmatige reflectie op de inspanningen die geleverd worden om drinkwaterbronnen duurzaam veilig te stellen.

Specifiek voor grondwater geldt dat bestrijdingsmiddelen die in het verleden zijn uitgespoeld een steeds grotere diepte bereiken en al in een groot aantal freatische grondwaterwinningen (zonder beschermende kleilaag) zijn aangekomen. Ook in een aantal niet-freatische grondwaterwinningen (met beschermende kleilaag) zijn al bestrijdingsmiddelen of afbraakproducten aangetroffen. De aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in onttrokken grondwater zoals beschreven in paragraaf 5.4.1 in combinatie met de voortdurende belasting van het grondwater geeft aan dat de effecten van historisch middelengebruik zich de komende jaren op grotere schaal zullen gaan manifesteren in het onttrokken grondwater. Anderzijds blijkt hieruit dat maatregelen noodzakelijk zijn om op de middellange tot lange termijn aan de kwaliteitsvereisten voor grondwater dat bestemd is voor drinkwaterproductie te kunnen voldoen.

Uit de tussenevaluatie van de tweede beleidsnota Duurzame Gewasbescherming door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) blijkt dat de afgelopen 5 jaar op veel terreinen winst is geboekt. Het PBL stelt echter ook dat het totale verbruik van chemische middelen door telers niet afneemt. In het rapport staat het operationeel doel dat het aantal normoverschrijdingen in oppervlaktewater voor de productie van drinkwater in 2023 met 95 procent moet zijn gereduceerd ten opzichte van 2013. De tussendoelstelling om het aantal normoverschrijdingen met 50 procent te verminderen is in 2018 niet gehaald. Gemiddeld was het aantal normoverschrijdingen 25,7 in de periode 2011-2013 en 28,7 in de periode 2015-2017 (PBL, 2019). Daarnaast lijken de Green deals Recreatie, Sportvelden en Particulier tot nu nog weinig effect hebben gehad (PBL, 2019).

In april 2019 heeft de minister van LNV de Toekomstvisie Gewasbescherming 2030 naar de Tweede Kamer gestuurd, waarin onder andere wordt ingezet op een sterke vermindering van emissies tot nul in 2030. De volgende stap is het opstellen van een uitvoeringsprogramma waarin het handelingsperspectief voor de korte, middellange en lange termijn wordt beschreven en de betrokken organisaties aangeven wat hun bijdrage zal zijn om de visie dichterbij te brengen.

## 6 Verzilting

### 6.1 Inleiding

Verzilting van oppervlaktewater treedt voornamelijk op in het westen van Nederland door oprukkend zeewater als gevolg van een tijdelijke toename van het zeeniveau door getijdenwerking en windstuwing of bij lage rivierafvoeren. Daarnaast kunnen bronnen op het land daaraan bijdragen. Verzilting kan versterkt worden door klimaatverandering, daling van de ondergrond en ingrepen in het watersysteem zoals de aanleg van havens en sluizen en de verdieping van waterwegen (bijv. de Nieuwe Waterweg) (Deltares, 2018). Zo zal het IJsselmeer o.a. verzilting ondervinden omdat het waterstandverschil aan weerskanten van de Afsluitdijk een grondwaterstroming veroorzaakt vanuit de Waddenzee in de richting van het IJsselmeer (dijkse kwel) (Deltares, 2018). De monding van de rivieren in West-Nederland zullen naar verwachting ook jaarlijks langdurig kunnen verzilten (Deltares, 2018).

Verzilting van grondwater ter plaatse van grondwateronttrekkingen hangt meestal samen met het aantrekken van zout grondwater dat al lange tijd in de ondergrond aanwezig is. Toename van onttrekkingen, veranderingen in het waterbeheer, klimaatverandering en zeespiegelstijging kunnen de verzilting van grondwater doen toenemen.

### 6.2 Kwaliteitseisen

Verzilting kan een bedreiging voor de waterkwaliteit betekenen door de toename van chloride en het overschrijden van de norm in drinkwater en de bronnen. Deze norm is vooral ingegeven vanuit smaak en bedrijfscondities en niet vanuit gezondheidskundige zorgen. In het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 staan de Europese milieukwaliteitseisen voor oppervlaktewater dat bestemd is voor de bereiding van drinkwater en hierin is de jaargemiddelde norm 150 mg chloride/L.

### 6.3 Toestand bronnen van drinkwater

De evaluatie van de gebiedsdossiers uit 2014 laat zien dat in 11 van de 215 beschouwde winningen chloride in normoverschrijdende concentraties is waargenomen in een of meer onttrekkingsputten (Wuijts et al., 2014). Bij nog eens 8 winningen overschreed de chlorideconcentratie in het ingenomen water 75% van de norm waardoor chloride daar een potentiële probleemstof vormde. Dit betrof zowel grond- als oppervlaktewater. Van deze 19 winningen met (dreigende) normoverschrijdingen zijn 16 grondwaterwinningen; hier betreft het veelal het aantrekken van dieper gelegen zouter grondwater. Voor de 3 oevergrondwater- en oppervlaktewaterwinningen werden hoge chlorideconcentraties veroorzaakt door lozingen (uit het verleden), uitslag van zout polderwater, verzilting vanuit zee en/of verlaagde afvoer uit de rivieren (Wuijts et al., 2014).

De zomer van 2018 maakte duidelijk wat de gevolgen van een verlaagde afvoer, in combinatie met verzilting vanuit zee, gedurende lange periodes betekent. Meetdata uit 2018 van Rijkswaterstaat laat duidelijk zien dat de chloride gehalten toenemen tot 149 mg/L bij Wijk bij Duurstede en tot 365 mg/L Kinderdijk (mondelinge mededeling Gertjan Zwolsman, data niet getoond).

Vooraf in het IJsselmeer was de chlorideconcentratie verhoogd, zodat ter plaatse van het innamepunt Andijk niet aan de jaarnorm voor chloride kon worden voldaan. Een jaar eerder, in 2017, had PWN ook een melding over de normoverschrijding van het gemiddelde jaarlijks zoutgehalte (156 mg/l in plaats van 150 mg/L) gedaan aan de Inspectie Leefomgeving en Transport (PWN, 2018). De oorzaak voor deze verhoging is nog onbekend.

## 6.4 Vooruitblik

Reeds in een studie uit 2008 werden verhoogde concentraties voor het IJsselmeer voorspeld, mede gebaseerd op de droge zomer van 2003 (Zwolsman, 2008). In 2018 beschreef Deltares in een uitgebreide studie dat in de toekomst verzilting vanuit zee vaker en langduriger voorkomen door zeespiegelstijging, bodemdaling en klimaatverandering (Deltares, 2018). Tijdens de zomer van 2018 bleek dat deze klimaatprojecties al werkelijkheid zijn, zoals hierboven is beschreven.

De evaluatie van de eerste generatie gebiedsdossiers laat zien dat knelpunten met verzilting zich concentreren op de Rijn en vooral de Lek (Wuijts et al., 2014). Modelberekeningen van Deltares laten zien dat bij snelle klimaatverandering in 2050, in een extreem droog jaar, de chlorideconcentratie bij Lobith boven de 150 mg/L uit kan komen (bij de huidige belasting van de Rijn). In de Lek in het westen van het land, zal de jaargemiddelde chlorideconcentratie de norm overschrijden in droge jaren bij snelle klimaatverandering (Wuijts et al., 2013; Sjerps and Huijting, 2017a). De mogelijke verzilting van de Lek is relevant omdat Dunea hier een innameplaats (Bergambacht) heeft. Modelprojecties geven aan dat de chlorideconcentratie op deze locatie bij lage afvoer langdurig boven de norm van 150 mg/l kan komen (Hydrologic, 2018), zie ook tabel 6.1. Het is dan ook de verwachting dat dit vaker zal voorkomen.

**Tabel 6.1 Top 10 van verziltingsevents (perioden met chlorideconcentratie boven 150 mg/L) in het WHdry-klimaatscenario bij Bergambacht (overgenomen uit Hydrologic, 2018). De duur van de verziltingsperiode bepaalt de rangorde 1 tot 10.**

Nr.	Jaar	Aantal dagen achtereenvolgende verzilting
1	1976	152
2	1964	116
3	2003	110
4	1971	97
5	1962	77
6	1991	69
7	1990	65
8	2009	54
9	1972	43
10	1985	41



#### **6.4.1 Watervraag**

Naast de verzilting van het oppervlaktewater geeft de toekomstprojectie van Deltares ook aan dat de diepe grote zoetwaterlenzen onder de duinen van Zuid- en Noord-Holland met aangepast beheer de komende 100 jaar zeespiegelstijging aan moeten kunnen, zolang het duinmassief groot en hoog genoeg is. Op een nog langere termijn - na 2200 - zal bij een extra versnelde zeespiegelstijging het zoetwatervolume uiteindelijk flink afnemen, tot 40% van het oorspronkelijke volume. Op deze termijn - na 2200 - verdwijnen bij dergelijke zeespiegelstanden in elk geval alle middelgrote zoetwaterlenzen op de Waddeneilanden, in Friesland en Groningen, in de Kop van Noord-Holland, en in de omgeving van Hoek van Holland en Katwijk. De grotere zoetwaterlenzen zullen waarschijnlijk zodanig krimpen dat ze functioneel niet meer kunnen worden ingezet voor de drinkwatervoorziening (Deltares, 2018).

#### **6.4.2 Oost- en Zuid Nederland**

Verzilting door klimaatverandering werkt het sterkst door in West- en Noord-Nederland. Toch zal klimaatverandering en de veranderingen in watervraag (zowel kwantiteit en kwaliteit) ook lokaal een rol kunnen spelen bij de grondwaterwinning in Oost- en Zuid-Nederland. Het is de verwachting dat klimaatverandering tot wijzigingen in het waterbeheer en toename van onttrekkingen kan leiden.

# 7 Bodemverontreinigingen

## 7.1 Inleiding

Bodemverontreinigingen zijn allereerst de ‘oude’ bodemverontreinigingen, veelal het gevolg van activiteiten uit het verleden, zoals chemische wasserijen, benzinstations en industrie. In het beleid hieromtrent worden historische bodemverontreinigingen gedefinieerd als ontstaan vóór 1 januari 1987. Voor deze oude verontreinigingen is de saneringsopgave bekend. Afgelopen jaren zijn de meest urgente bronnen in beeld gebracht en is voor een risicogerichte benadering gekozen, de zogenaamde spoedlocatie-aanpak. De gemeenten met resterende probleemlocaties zijn verantwoordelijk voor de aanpak van bodemverontreiniging en maken een afweging tussen saneren en beheersen.

In hoofdstuk 3 staan in dit kader de Wet Bodembescherming (Wbb) en het convenant Bodem en ondergrond genoemd. In het convenant Bodem en ondergrond zijn afspraken gemaakt om de risico's van alle verontreinigde locaties met onaanvaardbare risico's voor mens, ecologie en verspreiding uiterlijk in 2020 te beheersen. Dit zijn de bodemverontreinigingen die volgens de criteria uit de Wbb zowel ernstig als urgent zijn. Waar dat om financiële redenen niet lukt, moeten de onaanvaardbare risico's in beeld zijn en de uitvoering van de aanpak daarvan gepland.

Daarnaast komen ook verontreinigingen voor uit recentere activiteiten, zoals rubberkorrels op sportvelden, thermisch gereinigde grond, dumping van drugsafval en de aanwezigheid van PFAS in relatief lage concentraties (Voortgang bodemverontreinigingsopgave 2018; Stuurgroep Ondergrond, Bodem en Grondwater, 2019). Een aantal van deze verontreinigingen komen nog aan bod in de komende hoofdstukken.

## 7.2 Kwaliteitseisen

In het licht van de bedreiging voor de waterkwaliteit door bodemverontreinigingen is in de eerste generatie gebiedsdossiers gewerkt met het identificeren van probleemstoffen en potentiële probleemstoffen (Wuijts et al., 2014). Probleemstoffen hebben één of meer keren de normen overschreden, terwijl *potentiële* probleemstoffen die verontreinigingen zijn die 75 procent van de norm overschrijden, dan wel de parameters die het beoordelingskader van de drinkwatersector zelf overschrijden. De waarde is ontleend aan de Kaderrichtlijn Water die aan lidstaten vraagt om bij de karakterisering van waterlichamen te inventariseren welke concentraties van stoffen een dusdanige trend laten zien dat normoverschrijding kan optreden aan het einde van de volgende planperiode. Als drempel wordt daarbij een waarde van 75 procent van de norm aangehouden, terwijl opgemerkt werd dat deze waarde van 75 procent in Nederland niet is geïmplementeerd in het Bkmw (Wuijts et al., 2014).

### 7.3 Toestand bronnen van drinkwater

De studie naar de evaluatie van de gebiedsdossiers (Wuijts et al., 2014) geeft het meest recente landelijk overzicht van bodemverontreinigingen in relatie tot de bronnen van drinkwater. Van de 215 beschouwde winningen komen er bij 40 stoffen in het onttrokken water voor die kunnen worden gerelateerd aan de aanwezigheid van 'oude' bodemverontreinigingen in norm overschrijdende concentraties. In totaal zijn in deze studie 72 winningen aangemerkt waarvoor 'oude' verontreinigingen in concentraties boven de signaleringswaarden zijn aangetroffen ofwel winningen waar potentiële probleemstoffen zijn aangetroffen. Het gaat om 57 grondwaterwinningen en 15 oppervlaktewater- en oevergrondwaterwinningen. In deze laatste groep voeren de oevergrondwaterwinningen de boventoon. Deze analyse was uitgevoerd op basis van een toetsing conform de Drinkwaterwet, met de signaleringswaarden die lager zijn dan de waarden in de Wbb. Bij 31 grondwaterwinningen is sprake van een overschrijding van de drinkwaternorm. In de studie van het RIVM staat dat 11 van deze gevallen worden aangepakt via het spoor van de spoedlocaties uit de Wbb.

Deze voorliggende rapportage richt zich op de toestand van de bronnen. Echter, verontreinigingen in de bodem waar drinkwaterleidingen liggen kunnen ook direct de drinkwaterkwaliteit bedreigen als gevolg van indringing (permeatie) van deze verontreinigingen door kunststof drinkwaterleidingen. Het RIVM heeft met KWR een stappenplan opgesteld voor het omgaan met deze problematiek. De verwachting is dat hiermee beter in beeld kan worden gebracht of stoffen uit bodemverontreinigingen daadwerkelijk in drinkwater terecht komen en gepaste maatregelen genomen kunnen worden (RIVM, 2016).

### 7.4 Vooruitblik

Het huidige Bodemconvenant van de overheden loopt tot 2020 en regelt de sanering en/of beheersing van de meest urgente locaties. Uit de monitoringscijfers van 2018 blijkt dat van de 1.383 spoedlocaties die bij de start van het convenant zijn geïdentificeerd, er 210 in uitvoering moeten worden gebracht. Hiervan zijn voor slechts 26 locaties plannings gemaakt voor uitvoering na 2020. De overige locaties zijn in uitvoering (700 locaties) of al afgerond (473 locaties) (Stuurgroep Ondergrond, Bodem en Grondwater, 2019).

Echter, het gaat hier wel om complexe grondwatersaneringen die qua uitvoering en monitoring pas na 2020 worden afgerond en de definitieve beheersing van de risico's en afhandeling van de locaties zal doorlopen tot ver na 2020 of zelfs eeuwigdurend zijn (Stuurgroep Ondergrond, Bodem en Grondwater, 2019). Het voortgangsverslag gaat overigens niet specifiek in op de locaties in relatie tot drinkwater, terwijl juist bij deze locaties onduidelijkheid bestaat over de verantwoordelijkheden en aanpak van spoedlocaties op basis van verspreidingsrisico's. Duidelijk is wel dat ook na 2020 nog substantiële kosten voor het beheer van historische verontreinigingen aan de orde zijn. Daarnaast blijft monitoring van 'oude' bodemverontreinigingen in de omgeving van grondwaterwinningen nog lang nodig om vroegtijdig problemen te signaleren en daar op te anticiperen.

Een van de zorgen van de drinkwaterbedrijven is dat bij de overgang naar de Omgevingswet na 2020 alleen de spoedlocaties die voor 1987 zijn ontstaan onder het overgangsrecht vallen. Dit betekent dat de verantwoordelijkheid voor niet-spoedlocaties, nog onontdekte historische bodemverontreinigingen en recente bodemverontreinigingen (na 1987) meer bij de veroorzaker zal komen te liggen. Deze locaties zullen daardoor minder of zelfs niet meer beheerst worden, met een toenemend risico op verspreiding richting grondwaterwinningen tot gevolg. Daarnaast maken de bedrijven zich zorgen over de continuering van de monitoring van bodemverontreinigingen doordat de bijdrage van het Rijk met het realiseren van de gestelde doelen van de spoedlocatie-aanpak wegvalt. De problematiek van nieuwe verontreinigingen, zoals PFAS, leidt tot behoefte aan een nieuw handelingsperspectief en het voortgangsverslag van de Stuurgroep Ondergrond spreekt over een grotere (financiële) opgave dan was voorzien bij het afsluiten van het convenant Stuurgroep Ondergrond, Bodem en Grondwater, 2019). Kortom, terwijl de 'oude' verontreinigingen nog zorg opleveren, vormen de 'nieuwe' verontreinigingen mogelijk een bedreiging voor de kwaliteit van drinkwaterbronnen.

## 8 Medicijnresten

### 8.1 Inleiding

Medicijnen zijn in dit rapport gedefinieerd als alle chemische stoffen die worden ingezet ten behoeve van de gezondheid van mensen (humane geneesmiddelen) of dieren (veterinaire of diergeneesmiddelen). Resten van een aantal medicijnen, zoals antibiotica, bètablokkers, cytostatica (middelen tegen kanker), pijnstillers, antidepressiva, antidiabetica, anti-epileptica en bloedverdunners kunnen in het grond- en oppervlaktewater terecht komen. Ook hormoonverstorende stoffen vallen onder de categorie medicijnresten indien ze afkomstig zijn van de anticonceptiepill of andere hormonale preparaten. Medicijnresten zijn meestal goed in water oplosbaar en verspreiden zich daarom gemakkelijk in het milieu. Daarnaast is bekend dat ze door hun specifieke werking al in lage concentraties ongewenste milieueffecten kunnen veroorzaken (Moermond, 2016).

Formeel zijn röntgencontrastmiddelen geen medicijnresten, ze worden in dit hoofdstuk wel meegenomen, omdat ze in de medische sector worden toegepast. Röntgencontrastmiddelen en ook MRI contrastmiddelen zijn niet alleen persistent, maar ook mobiel in de waterketen (polair). Deze stoffen moeten immers snel worden opgenomen en zich verspreiden in weefsels om vervolgens snel met de urine te worden uitgescheiden. Deze eigenschappen bevorderen de diagnostische toepassing in patiënten, maar kunnen hierdoor relatief slecht verwijderd worden en kunnen hierdoor vaak in drinkwater voorkomen.

Resten van humane geneesmiddelen komen vooral vanuit huishoudens, zorginstellingen en ziekenhuizen met de urine en ontlasting in het afvalwater terecht. Naar schatting wordt in Nederland per jaar minstens 140 ton medicijnresten en 30 ton röntgencontrastmiddelen via de rioolwaterzuivering (of overstorten) op het oppervlaktewater geloosd (Moermond, 2016). Voor de stroomgebieden van de grote rivieren buiten onze landsgrenzen, zijn deze getallen niet voorhanden. Het geneesmiddelengebruik van inwoners van het stroomgebied van de Rijn en Maas, bovenstrooms van Nederland, is vergelijkbaar of zelfs wat hoger, waardoor relevante vrachten uit het buitenland Nederland binnenkomen (ter Laak et al., 2010; ter Laak et al., 2014; Coppens et al., 2015). Tevens komt een onbekende hoeveelheid van deze stoffen via lekkende riolen, afvalstortplaatsen en infiltrerend oppervlaktewater in het grondwater terecht. Ter Laak et al., 2010 berekenden dat tot 70% van de geconsumeerde medicijnen in het milieu terecht kan komen, een deel daarvan in het grond- of oppervlaktewater.

Het voorkomen, de risico's en de mogelijkheden voor emissiereductie van humane geneesmiddelen in water krijgen de afgelopen jaren steeds meer aandacht. Naar diergeneesmiddelen gaat tot op heden minder aandacht uit dan naar humane geneesmiddelen. Het veterinaire gebruik van alle middelen is niet goed in beeld, en ook de verspreiding in grondwater is niet goed in beeld doordat meetgegevens ontbreken. Resten van diergeneesmiddelen komen vooral in dierlijke mest terecht en kunnen bij het bemesten of beweiden van landbouwgronden afspoelen naar het oppervlaktewater of uitspoelen naar het grondwater. De hoeveelheid meetgegevens is ook relatief beperkt (Moermond, 2016; Lahr et al., 2018).

Wel is het gebruik van antibiotica in de agrarische sector geschat op circa 200 tot 225 ton per jaar in Nederland (Moermond, 2016; ter Laak et al., 2017). Een onbekend deel daarvan spoelt af naar het oppervlaktewater of uit naar het grondwater, afhankelijk van excretie door het dier, omgevingsfactoren en stofeigenschappen. Het is niet goed bekend hoe groot deze fractie precies is, maar wel dat sommige middelen slecht of niet afbreken, én zich gemakkelijk verspreiden in grond- en oppervlaktewater (Rougoor et al., 2016). Opvallende uitkomst van een studie naar de relatie met de toediening van drijfmest is dat concentraties van een groot aantal antibiotica, anti-parasitaire middelen, coccidiostatica en natuurlijke hormonen bepaald kon worden in alle monsters (Lahr et al., 2018).

Niet alle medicijnen die gebruikt worden, worden geanalyseerd. Zo zijn in Nederland ongeveer 260 actieve stoffen geregistreerd als diergeneesmiddel, en ongeveer 2000 stoffen op de markt als humaan geneesmiddel. Uit een studie van het RIVM in 2016 bleek dat waterbeheerders van circa 80 werkzame stoffen hebben geïnventariseerd of daadwerkelijk in het oppervlaktewater voorkomen (Moermond et al., 2016).

Metingen aan metabolieten of afbraakproducten van medicijnen worden nóg minder ingezet, omdat deze meetmethoden minder beschikbaar zijn. Dit terwijl deze afbraakproducten waarschijnlijk nog een veelvoud van het aantal moederstoffen beslaat. Van deze stoffen is het dus niet duidelijk óf en in welke mate ze in het oppervlaktewater en/of grondwater aanwezig zijn. Wel kan verwacht worden dat wanneer bepaalde geneesmiddelen worden aangetroffen, ook resten van andere medicijnen en metabolieten of afbraakproducten in het water aanwezig zullen zijn (Moermond, 2016). Studies van ter Laak en de Jongh laten bijvoorbeeld zien dat deze omzettingsproducten in vergelijkbare of zelfs hogere concentraties voorkomen dan hun moederstoffen in verschillende beken en rivieren (de Jongh et al., 2012; ter Laak et al., 2014; ter Laak et al., 2016b).

## 8.2 Kwaliteitseisen

Voor medicijnresten in bronnen van drinkwater ontbreken normen, maar wel bestaat binnen de drinkwaterregeling voor de drinkwaterbedrijven de signaleringsparameter van 1,0 µg/L en voor de waterbeheerders uit de BKMW een signaleringswaarde van 0,1 µg/L voor drinkwaterbronnen. In Hoofdstuk 3 is het beleid en de regelgeving in meer detail beschreven.

## 8.3 Toestand bronnen van drinkwater

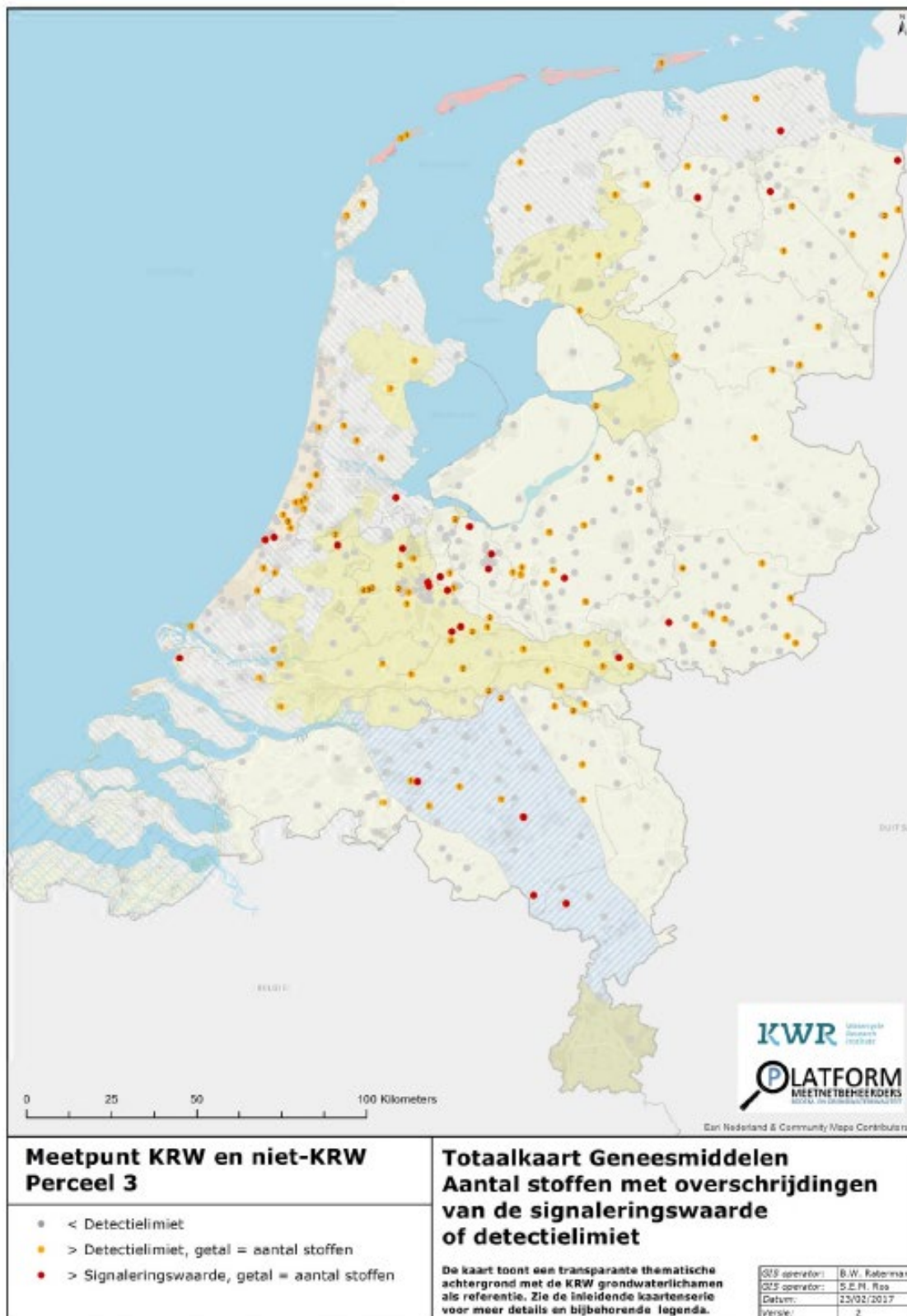
### 8.3.1 Oppervlaktewaterwinningen

Humane medicijnresten en röntgencontrastmiddelen worden maar gedeeltelijk gezuiverd in afvalwaterzuiveringen en daarom vrijwel continu geloosd op het ontvangende oppervlaktewater. Door de continue emissies blijven de concentraties aanhoudend verhoogd in ontvangende wateren van rioolwaterzuiveringen. Dit wordt ook wel *pseudo-persistentie* genoemd. De gemiddelde gemeten concentraties in oppervlaktewater variëren doorgaans van 0,01 µg/L tot 10 µg/L (Monteiro and Boxall, 2010; ter Laak et al., 2010; ter Laak et al., 2014). In de Maas overschreden in 2017 een totaal van 24 medicijnresten de signaleringswaarde van 0,1 µg/L. In de Maas werd in 2017 voor het eerst tiamuline, een veterinair antibioticum, aangetroffen boven de signaleringswaarde (ERM-streefwaarde). In 2017 overschreden medicijnresten de signaleringswaarde van 0,1 µg/L in de Rijn (Stroomberg et al, 2018), de concentraties diergeneesmiddelen waren onder de signaleringswaarde.

### 8.3.2 Toestand grondwaterwinningen

De concentraties van medicijnresten in grondwater zijn lager dan in oppervlaktewater, vaak in de range van nanogrammen per liter (Lahr et al., 2014; Ter Laak and Kools, 2016a). Omdat detectielimieten de afgelopen jaren steeds lager zijn geworden door verbeterde analysemethodes, kunnen deze lagere concentraties van medicijnresten ook steeds vaker in grondwater worden gemeten. Een verkennende studie naar het voorkomen van resten van diergeneesmiddelen in Nederland (ter Laak et al., 2017) laat zien dat enkele stoffen die als 'waarschijnlijk veterinair' kunnen worden bestempeld, worden aangetroffen in grondwater. De duiding van de veterinaire oorsprong door (historische) toepassing als humaan medicijn of bestrijdingsmiddel bemoeilijkt de duiding van exacte herkomst.

Binnen een landelijke analyse van het Nederlandse grondwater (Sjerps et al., 2017b) zijn 101 soorten medicijnresten geanalyseerd (zie ter illustratie Figuur 8-1). Hier zijn in een kwart van de grondwatermonsters uit de provinciale meetnetten (waarnemingsfilters) medicijnresten aangetroffen; in 5% van de grondwatermonsters was dit boven de signaleringwaarde van 0,1 µg/L die geldt voor bronnen van drinkwater. De meest voorkomende medicijnresten in grondwater zijn fenazon en carbamazepine, deze stoffen werden aangetroffen in meer dan 5% van de monsters. Omdat deze resultaten zijn ontleend aan de provinciale meetnetten, zijn ze niet helemaal representatief voor het grondwater als bron voor drinkwaterproductie. Wel geven ze aan dat medicijnresten op veel plaatsen in het grondwater worden aangetroffen. Daarbij is ook van belang dat de helft van de aangetroffen medicijnresten is gemeten met een rapportagegrens die tien keer hoger ligt dan de signaleringswaarde, waardoor de kans op aantreffen voor deze stoffen laag is en de toetsing aan de signaleringswaarde niet goed mogelijk is.



Figuur 8-1: Aantal geneesmiddelen met overschrijdingen van de signaleringswaarde of detectielimiet in de provinciale meetnetten op basis van een eenmalige meetronde. Bron: Sjerps et al., 2017b. Een overzicht van oppervlaktewater is niet opgenomen.

## 8.4 Vooruitblik

De trend in de emissies van de humane medicijnen verschilt per stof, per land en per jaar, mede door het wisselende beleid van voorschrijven en toelating. De emissie neemt wereldwijd toe (Oldenkamp et al., 2019) en het is de verwachting dat de emissie van geneesmiddelen in de toekomst verder zal toenemen (Moermond, 2016). Het RIVM voorspelde een toename van de Nederlandse consumptie van diverse geneesmiddelen tot 2050 (van der Aa et al., 2011). Deze toename varieert van 8 tot 68%, voor respectievelijk anti-reumatica en analgetica. Daarmee zal de druk van medicijnresten op de bronnen van drinkwater ook toenemen, zo is de verwachting.

Sinds 2009 is in Nederland het gebruik van antibiotica voor dieren met ca. 60% afgenomen. Voor andere diergeneesmiddelen is de trend in gebruik niet bekend. Bovendien is onduidelijk of het veterinaire gebruik nog verder zal afnemen. In het najaar van 2019 komt een studie beschikbaar met de laatste stand van zaken op het gebied van diergeneesmiddelen en een inventarisatie van de kennishiaten.

De verschillen in de trends van humane en veterinaire geneesmiddelen zijn te verklaren doordat al meer dan een decennium actief beleid is om geneesmiddelengebruik in de veterinaire sector terug te dringen (met name antibiotica). Hier is voor het gebruik van humane geneesmiddelen in mindere mate sprake van, omdat de rol van deze middelen voor patiënten belangrijker wordt geacht dan de effecten op het milieu. Wel schrijven Nederlandse artsen al jarenlang minder snel antibiotica voor in vergelijking met artsen in het buitenland en heeft men aandacht voor het verbruik vanuit kostenoverwegingen.

Onder regie van het ministerie van IenW loopt de Ketenaanpak Medicijnresten uit Water met als doel het terugdringen van medicijnresten van humane oorsprong in grond- en oppervlaktewater. Met alle schakels binnen de keten van zorg- en watersector wordt samengewerkt aan dit doel. Binnen de Ketenaanpak is een Uitvoeringsprogramma opgesteld voor de periode 2018-2022. De zorgsector heeft in oktober 2018 de Green Deal Duurzame Zorg ondertekend, waarbinnen het terugdringen van medicijnresten in water één van de vier pijlers is.

## 9 Opkomende stoffen

### 9.1 Inleiding

Opkomende stoffen zijn in dit rapport gedefinieerd als stoffen waarvoor nog geen norm beschikbaar is en waarvan de risico's voor mens en milieu nog onvoldoende in beeld zijn. Onder deze categorie vallen o.a. industriële stoffen, consumentenproducten (zoals wasmiddelen, zoetstoffen, cafeïne), hormoonverstorende stoffen en geneesmiddelen. Deze stofgroepen zijn echter breder dan alleen opkomende stoffen, omdat er ook reeds genormeerde stoffen onder kunnen vallen. Daarnaast kunnen deze stoffen verschillende oorsprong en emissieroutes naar het milieu hebben. Zo is cafeïne een consumentenproduct, maar kan het ook in medicijnen zitten. In hoofdstuk 8 zijn geneesmiddelen reeds aan de orde geweest.

In dit hoofdstuk ligt de nadruk op stoffen die kunnen worden onderscheiden in hun gebruik als industriële *producten* en industriële *chemicaliën* (Schwarzenbach et al., 2006). De eerste categorie maakt deel uit van de producten die de chemische industrie op de markt brengt, en dus doorgaans tijdens of na toepassing door zowel consumenten als professionele gebruikers in de waterketen terecht kunnen komen. De andere categorie wordt gebruikt of komt vrij in het industriële proces (als tussenproduct, als reactiemedium of als afvalstof), maar komt niet als zodanig in het industriële product terecht. Het maakt voor de potentiële emissieroutes én voor de mogelijke maatregelen een groot verschil of de stof onderdeel is van een industrieel product, of (in principe) alleen wordt toegepast of vrij komt op een industriële locatie.

Twee recente voorbeelden zijn: Pyrazool, een afvalstof die door een slecht functionerende industriële afvalwaterzuivering in grote hoeveelheden in de Maas terecht kwam (Baken et al., 2016), en GenX, een stof toegepast in coatings, die in lucht, grondwater en oppervlaktewater nabij één van de grootste productielocaties van deze stof in Europa terecht kwam (Beekman et al., 2016; RIVM, 2018). In beide gevallen was de monitoring op de afvalstromen en de vergunningverlening niet ingericht om emissies adequaat op te merken en te reguleren. In het geval van GenX ging het om een zgn. indirecte lozing (op het riool), waarbij een adequate toets op de impact van de lozing op het ontvangende oppervlaktewater niet is uitgevoerd.

### 9.2 Kwaliteitseisen

Nieuwe ontwikkelingen en nieuwe toepassingen in de chemische industrie leiden tot een steeds veranderend palet van geëmitteerde stoffen en meetmethoden zijn in staat om steeds meer stoffen aan te tonen tot op lage concentraties, zie bijv. (ter Laak et al., 2012; Brunner et al. 2019). Bovendien kunnen tal van stoffen die waarschijnlijk al langer in het water voorkomen pas recent worden gemeten door ontwikkelingen van meetmethoden in de analytische chemie. Voor beide typen stoffen zijn vaak geen (wettelijke) normen vastgesteld, ook ontbreekt vaak informatie over de schadelijkheid wat normstelling lastig maakt. Voorbeelden zijn brandvertragers, oplosmiddelen, petrochemische producten, pigmenten, chemicaliën in kunststoffen, harsen en coatings en complexvormers.

Voor veel industriële stoffen ontbreken om die reden dan ook individuele normen, terwijl er wel signaleringswaarden bestaan voor stofgroepen. Zo bestaat binnen de Drinkwaterregeling de signaleringsparameter van 1,0 µg/l voor drinkwaterbedrijven en kent het 'Protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW' een signaleringswaarde van 0,1 µg voor waterbeheerders/l (zie Hoofdstuk 3).



## 9.3 Toestand bronnen van drinkwater

### 9.3.1 Maas en Rijn

De jarenlange en zich continue ontwikkelende meetinspanning van drinkwaterbedrijven (verenigd in RIWA) en het Rijk (door Rijkswaterstaat) in de Maas en Rijn geven aan dat verontreinigingen met een industriële oorsprong regelmatig voorkomen in de rivieren en tot normoverschrijdingen leiden. Industriële stoffen die in 2017 de toetsingswaarden in de Maas en/of Rijn overschreden waren melamine, 1,2-dichloorethaan, 1,4-dioxaan, benzotriazool, tetrachlooretheen, trichlooretheen, benzothiazool, di-ethyleentriaminepenta-azijnzuur (DTPA), diisopropylether (DIPE), methenamine, methyl-tertiar-butylether (MTBE), pyrazool en trichloormethaan. In enkele gevallen werden stoffen in dusdanige hoge concentraties aangetroffen dat ontheffingen aangevraagd moesten worden voor de inname van water voor drinkwaterbereiding. Deze verontreinigingen waren aceton, diisopropylether (DIPE), 1,4-Dioxaan, Ethyleendiaminetetra-azijnzuur (EDTA), Melamine, Pyrazool, Trifluorazijnzuur (TFA) en het oplosmiddel Urotropine (Methenamine) (Stroomberg et al, 2018; Bannink en van der Ploeg, 2018).

### 9.3.2 Grondwater

In een studie naar het voorkomen van stoffen in grondwater op basis van de provinciale meetnetten is ook de aanwezigheid van een aantal industriële stoffen geïnventariseerd (Sjerps et al., 2017b). Deze metingen kunnen niet direct gekoppeld worden aan drinkwaterbronnen, omdat ook gebieden zonder een waterwinning zijn bemonsterd. Toch geeft deze studie wel een indruk van het breder voorkomen van industriële stoffen in de ondergrond. Omdat een norm voor deze stoffen ontbreekt, is in deze studie getoetst aan de signaleringswaarde van 0,1 µg/L van de KRW. Van de geanalyseerde stoffen met een mogelijk industriële herkomst kwamen de stoffen bisfenol A, PFOA en PFOS in meer dan 10% van de monsters verspreid over Nederland voor, zei het in lage concentraties (Sjerps et al., 2017b).

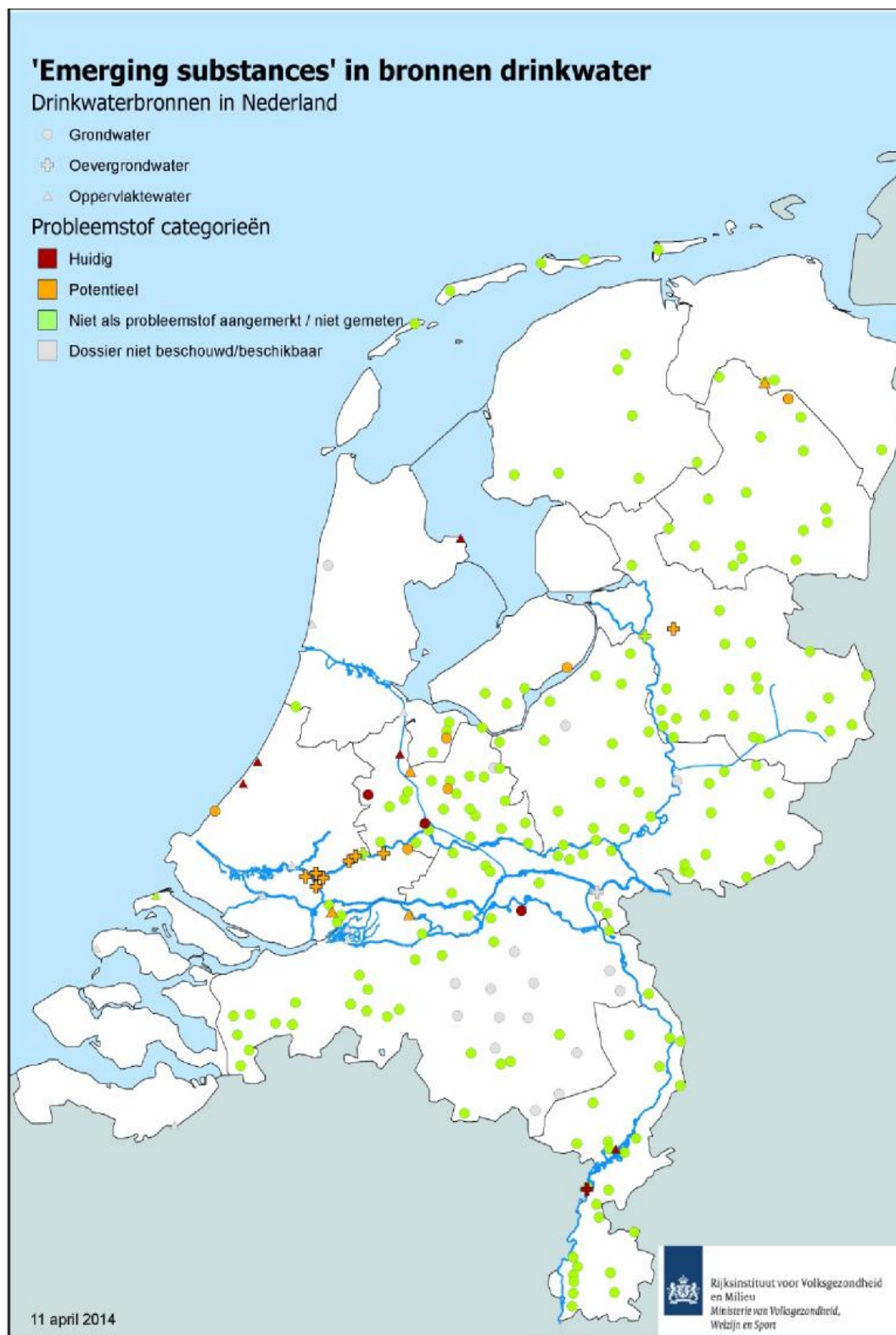
### 9.3.3 Gewonnen grond- en oppervlaktewater

Op basis van de eidevaluatie van de eerste generatie gebiedsdossiers stelden Wuijts et al. (2014) een landelijk overzicht op van (potentiële) problemen met opkomende stoffen in bronnen van drinkwater. Bij 6% van de onttrekkingen van grond- en oppervlaktewater voor drinkwaterproductie zijn opkomende (industriële) stoffen als probleemstof aangemerkt (Figuur 9-1). Dit betekent dat hun concentraties de signaleringswaarde in de Drinkwaterregeling (Bijlage A, Tabel IIIc) één of meer keren overschrijden. Bij het landelijk beeld over de winningen dient opgetekend te worden dat de kaart ook winningen bevat die inmiddels gesloten zijn (Figuur 9-1).

In 13% van deze winningen worden één of meerdere opkomende stoffen als potentiële probleemstof aangemerkt, omdat ze 75% van de signaleringswaarde overschrijden. Bij een toename van productie of gebruik zal de signaleringswaarde voor deze stoffen overschreden kunnen worden. In de evaluatie van het RIVM uit 2014 leiden opkomende stoffen bij 13 grondwaterwinningen, oppervlaktewaterwinningen en oevergrondwaterwinningen tot overschrijdingen. Deze stoffen zijn als 'huidige probleemstof' aangemerkt (Tabel 9-1, overgenomen uit de evaluatie in 2014), terwijl ook aandacht in het rapport was voor 'potentiële probleemstoffen' (Wuijts et al., 2014).

Tabel 9-1 Aantal winningen waarvoor opkomende stoffen huidige en/of potentiële probleemstoffen vormen, overgenomen uit (Wuijts et al., 2014), zie uitleg over begrippen aldaar).

	Aantal winningen met 'opkomende stoffen' waaronder industriële stoffen		
	huidige probleemstoffen	potentiële probleemstoffen	huidig én potentieel
Grondwaterwinningen	2	9	0
Oppervlaktewaterwinningen, incl. oevergrondwaterwinningen	11	18	10
<i>Totaal</i>	<i>13</i>	<i>27</i>	<i>10</i>



Figuur 9-1: Winningen waarvoor een gebiedsdossier is opgesteld en waar opkomende stoffen (waaronder industriële stoffen) zijn aangemerkt als (potentiële) probleemstof (Wuijts et al., 2014).

## 9.4 Vooruitblik

### 9.4.1 Oppervlaktewater

De emissie van industriële stoffen naar het aquatisch milieu wordt geschat op ongeveer 1600 ton per jaar (Moermond, 2016). Industriële stoffen kennen een breed spectrum aan eigenschappen en toepassingen waardoor de omvang en route naar het milieu zeer divers is. Gedeeltelijk komen deze stoffen in het watersysteem via industriële afvalwaterzuiveringen en rioolwaterzuiveringen (indirecte lozings), ook komen ze in het milieu door atmosferische depositie of lokale toepassing. De (verplichte) waterkwaliteitsparameters die voor de industriële lozingsvergunningen moeten worden aangeleverd en getoetst beslaan niet de grote diversiteit aan industriële stoffen in het afvalwater. Tevens is er beperkte controle op de toepassing en verwerking van stoffen bij niet-professioneel gebruik. Daardoor hebben het bevoegd gezag, noch de drinkwaterbedrijven goed zicht op welke stoffen in welke hoeveelheden waar in het watersysteem komen.

De industriële stoffen vallen onder de REACH wetgeving (uitzonderingen daargelaten). Daardoor zou informatie over hun gedrag in het watersysteem en effecten op levende organismen goed beschikbaar zou moeten zijn. Echter, deze informatie is vaak te beperkt voor het inrichten van monitoringsprogramma's, bepalen van specifieke risico's of beheersmaatregelen voor de (drink)waterketen. Gegevens over de stoffen in REACH-dossiers bieden wel aanknopingspunten om opkomende stoffen op te sporen en te evalueren (Kolkman and Ter Laak, 2012; Ter Laak et al., 2015).

De drinkwatersector is in het recente verleden geconfronteerd met het opduiken van 'onbekende verbindingen', zoals LCAqua-033 (bleek pyrazool te zijn) en LCAqua-057 (bleek 8-hydroxyphenillic acid te zijn). Deze stoffen kwamen in beeld door de kwaliteitsbewaking van de drinkwaterbedrijven en bleken in hogere concentraties aanwezig in drinkwaterbronnen dan geschat toen ze nog niet geïdentificeerd waren. Dit onderstreept het belang van monitoring, bronaanpak en risicoanalyses. Ook bij het monitoren van grondwater worden veel (industriële) stoffen aangetroffen waarvan de herkomst niet direct duidelijk is (ter Laak et al., 2012).

### 9.4.2 Grondwater

De laatste jaren is steeds zichtbaarder geworden dat industriële en andere opkomende stoffen via infiltrerend oppervlaktewater in het grondwater terecht komen. Maatregelen ter verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit zullen daarom ook positief doorwerken op de grondwaterkwaliteit in gebieden met infiltrerend oppervlaktewater. Dit betekent echter niet dat daarmee ook de doelen van de KRW worden behaald, i.e. het verbeteren van de kwaliteit van grondwater dat bestemd is voor drinkwaterproductie en het streven naar een afname van de zuiveringsinspanning. Waarschijnlijk zijn hiervoor in sommige gebieden aanvullende maatregelen, die expliciet gericht zijn op de kwaliteit van bronnen van drinkwater, noodzakelijk.

Daarnaast kunnen sommige industriële stoffen, waaronder PFAS, via atmosferische depositie in het grondwater terecht komen. De risico's van atmosferische depositie van industriële stoffen is echter geen onderdeel van het grondwaterbeschermingsbeleid dat provincies voeren. Sommige grondwateronttrekkingen kunnen mogelijk niet aan de doelen van de KRW voldoen, omdat ze kwetsbaar zijn voor atmosferische depositie.

### 9.4.3 Structurele aanpak

In de Delta-aanpak waterkwaliteit is het probleem van opkomende stoffen als prioriteit benoemd. Als onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit is de zogenaamde 'structurele aanpak opkomende stoffen' opgesteld met als doel om risico's van drinkwaterrelevante opkomende stoffen uit puntbronnen steeds verder te verkleinen door met industrie, drinkwatersector en kennisinstituten inzicht te krijgen welke opkomende stoffen in het milieu kunnen komen, wat hun risico's zijn, en emissies te beperken (Schultz van Haegen, 2017). Momenteel wordt onder regie van het ministerie van IenW gewerkt aan een Uitvoeringsprogramma Opkomende Stoffen. Een eerste versie daarvan is eind 2018 naar de Tweede Kamer gestuurd.

# 10 Overige nieuwe bedreigingen

## 10.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een aantal relatief nieuwe bedreigingen voor de kwaliteit van bronnen van drinkwater beschreven. Deze bedreigingen zijn, in tegenstelling tot de opkomende stoffen die zijn besproken in de voorgaande hoofdstukken, nog niet in reguliere monitoring opgenomen en wettelijke kaders ontbreken. De bedreigingen zijn geselecteerd op basis van de grote schaal waarop ze de kwaliteit van bronnen van drinkwater kunnen beïnvloeden. Hierbij hebben wij onderscheid gemaakt tussen bedreigingen die vooral betrekking hebben op oppervlaktewater en die vooral betrekking hebben op grondwater. Met betrekking tot de oppervlaktewaterkwaliteit komen achtereenvolgens aan de orde microplastics, nanomaterialen en antimicrobiële resistentie. Met betrekking tot de grondwaterkwaliteit komen achtereenvolgens aan de orde drugsafval en ondergrondse opslag en winning van energie.

## 10.2 Oppervlaktewater

### 10.2.1 Microplastics

De potentiële bedreiging die uitgaat van plastics is bekend geworden door de 'plastic soep', het voorkomen van grote clusters van plastic op de oceaan. Een groot deel van het plastic is afkomstig van het land, zie o.a. (Rochman, 2018). Het wordt steeds duidelijker dat plastic overal aanwezig is. Het is aangetoond in vele milieucompartmenten, bodem, slib, oppervlaktewater en lucht. Microplastics worden gedefinieerd als deeltjes kleiner dan 5 mm (SAPEA, 2019). De meeste plastic soorten die worden aangetroffen zijn bijvoorbeeld Polypropyleen (PP), nylon, Polystyreen (PS), Polyethyleen (PE), en in verschillende vormen als folie, fibers, schuim en pellets (bolletjes) (WHO, 2019b).

Universiteiten en onderzoeksinstituten onderzoeken de meetmethode om de aanwezigheid en risico's van microplastics in water te beschrijven. Drinkwaterbedrijven en waterbeheerders willen immers weten of en hoeveel deeltjes in hun water aanwezig is en welke maatregelen genomen kunnen worden. Gegevens over het voorkomen van (zichtbare) deeltjes microplastic in oppervlaktewater zijn nog summier beschikbaar, terwijl over de nog kleinere fracties geen inzicht bestaat door het ontbreken van betrouwbare meetmethoden (Kosuth, et al. 2018; Mintenig, et al., 2019; Mason, et al., 2018; Schymanski et al., 2018).

De eerste onderzoeken aan de zichtbare deeltjes tot 5 mm wijst op algemeen voorkomen van lage gehalten microplastics in drinkwater uit oppervlaktewater (1-470 deeltjes/l), en op nog lagere gehalten in drinkwater dat geproduceerd is uit grondwater (0,7 deeltjes/m<sup>3</sup>). De concentraties lopen uiteen van enkele tot honderden deeltjes per liter, afhankelijk van de grootte van de deeltjes. In het algemeen bestaat nu het beeld dat hoe kleiner de fractie in de studie, hoe hoger de aantallen die gevonden worden (WHO, 2019b).

Op basis van de beperkte informatie op dit moment is er geen bewijs dat duidt op een gezondheidsrisico (SAPEA, 2019; WHO, 2019b). Voorlopige indicatieve risicoanalyses geven aan dat continuering van het huidige gebruik van plastic tot risico's kan leiden voor het ecosysteem (Everaert et al., 2018; Besseling et al., 2017, Burns & Boxall, 2018). De WHO stelt dan ook dat meer onderzoek nodig is om een beter beeld te krijgen van de exacte effecten van microplastics. Het in kaart brengen van de milieubelasting, incl. de belasting van de drinkwaterbronnen, is zinvol voor een zo compleet mogelijke risicoanalyse. Begin 2019 is vanuit het ZonMw een grootschalig onderzoek gestart naar de effecten van micro- en nanoplastics op de volksgezondheid. Onderdeel daarvan is de onderzoeksvraag of aangroei op plastics de verspreiding van ziekten en antimicrobiële resistentie versterkt.

De Europese Commissie heeft vooruitlopend op de risicoanalyses van microplastics een strategie voor kunststoffen in een circulaire economie uitgewerkt en benoemt hierin de mogelijkheid van preventieve en reactieve maatregelen (EC, 2018). Zo wordt reeds ingezet op het verbieden van plastic draagtassen en het verminderen van plastic voor eenmalig gebruik.

### 10.2.2 Nanomaterialen

De productie van materialen met hele kleine afmetingen is bekend als nanotechnologie. Nanomaterialen hebben specifieke eigenschappen, zoals geleiding of een zuiverende werking door de toepassing van metaaloxides. Nanomaterialen worden veelal toegepast om bestaande technologie duurzamer te maken, zoals een verbetering van zonnepanelen. Het is de verwachting dat deze technologie sterk zal groeien, wat kan leiden tot grotere emissies in de waterketen.

Uit onderzoek blijkt dat de nanodeeltjes op dit moment alleen in lage concentraties te vinden zijn in het Nederlandse milieu en dat afvalwaterzuiveringen een hoge mate van verwijdering kennen (Bauerlein et al., 2017; Peters et al., 2018). Toch, mede vanwege de verwachte sterke toename in toepassingen, is het zaak om ook deze materialen en deeltjes te blijven volgen en metingen hiernaar uit te voeren. De vraag is echter wat de risico's van deze deeltjes betekenen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater als bron voor drinkwater (Westerhoff et al., 2018). Nanodeeltjes waaruit de nanomaterialen zijn opgebouwd, kunnen zich namelijk sterk anders gedragen dan andere deeltjes. Als de deeltjes bijvoorbeeld metalen bevatten, dan reageren ze soms sterker dan metalen in vrije, opgeloste vorm. Recent heeft de Europese Commissie de REACH-bijlagen aangepast, om zo de REACH-registratie van nanomaterialen duidelijker te maken. Zo komt er wellicht meer helderheid over mogelijke risico's bij het gebruik van nanomaterialen. Dit proces kent wel een implementatiefase van ca. 5 jaar.

### 10.2.3 Antimicrobiële resistentie

De link tussen het voorkomen van antibiotica en antimicrobiële resistentie is bekend in de medische sector. Ook is bekend dat het watersysteem een belangrijke rol speelt in de verspreiding van resistente bacteriën (Bengtsson-Palme et al., 2017). De WHO ziet antimicrobiële resistentie als een belangrijk risico voor de volksgezondheid (WHO, 2019a). Eerder is beschreven dat slechts een beperkte dataset beschikbaar is over geneesmiddelen en transformatieproducten in het oppervlaktewater (Moermond 2016), wat ook geldt voor de antibiotica. Duidelijk is inmiddels dat verschillende antibiotica, incl. de actieve stoffen, in zowel grond- als oppervlaktewater worden aangetroffen (zie Hoofdstuk 8)

Het RIVM heeft in samenwerking met andere instituten onderzocht hoeveel resistente bacteriën via afvalwater in het Nederlandse oppervlaktewater terechtkomen (Schmitt et al., 2017). Behandeld afvalwater (RWZI-effluent) is, naast mest, de belangrijkste bron waardoor antibiotica-resistente bacteriën in het milieu belanden. In 60 tot 100% van het onderzochte afvalwater zitten bijzonder resistente micro-organismen (BMRO), zoals ESBL producerende *E. coli* en resistente *Enterobacteriaceae*. Daarnaast zijn antibiotica en omzettingproducten, resistente bacteriën en antimicrobiële resistentiegenen in het behandelde afvalwater gevonden, en deze komen door lozing terecht in het oppervlaktewater (Sabri et al., 2018). Systematisch onderzoek naar de bronnen van drinkwater is beperkt beschikbaar, waardoor het onduidelijk is wat de risico's voor de drinkwaterkwaliteit zijn.

## 10.3 Grondwater

### 10.3.1 Drugsafval

Het wordt steeds duidelijker dat de illegale productie van de synthetische drugs, amfetamine (speed) en MDMA (XTC) in grote mate in Nederland plaatsvindt. In toenemende mate richten criminelen zich ook op andere synthetische drugs, zoals methamfetamine en ketamine (die worden geproduceerd in illegale laboratoria met behulp van uitgangsstoffen (precursoren), oplosmiddelen, zouten en sterke zuren en basen. Naar schatting komt bij de productie van 1 kilo amfetamine en MDMA, respectievelijk 20 en 7 kilo afval vrij (Europol, 2016). Deze ongecontroleerde productie vindt plaats op onveilige locaties en het illegaal verwerken en dumpen van het afval baart steeds meer zorgen (Schoenmakers et al., 2016). Het afval komt immers ongecontroleerd in het milieu terecht. Bij rechtstreekse dumping in de natuur kan het afval infiltreren in de bodem. Ook kan een dumping het oppervlaktewater bedreigen via een directe lozing of indirect via lozing op het riool of door het afval te mengen met mest of andere producten. Op deze wijze kunnen deze stoffen mogelijk uiteindelijk ook in bronnen van drinkwater terechtkomen.

In Nederland wordt de productie van synthetische drugs geschat op 610 ton amfetamine poeder en 153 ton MDMA kristallen op basis van in beslag genomen uitgangsstoffen (Tops et al., 2018). Dat zou dan betekenen dat de omvang van het afval tot wel het twintigvoudige hiervan is. De omvang van deze illegale sector is dus niet alleen een zorg voor politie en justitie. Het is ook een zorg voor het milieu in het algemeen en de watersector in het bijzonder. Daarbij lijkt de productie ook nog toe te nemen. Een analyse van de risico's voor de bronnen van drinkwater is nog niet beschikbaar.

### 10.3.2 Ondergrondse opslag en mijnbouw

Nederland staat aan de vooravond van een transitie naar duurzame energie. Deze transitie is op hoofdlijnen een warmtetransitie, omdat een groot deel van het energieverbruik in Nederland gerelateerd is aan het opwarmen en afkoelen van gebouwen en woningen. De toepassing van WKO systemen (diepte tot 200 meter) heeft al een enorme vlucht genomen. Zo waren er in 2018 reeds 1976 open systemen en 812 gesloten systemen bekend. De ontwikkeling van geothermie (diepte vanaf 1 km) wordt via een programma van EZK gestimuleerd. In het masterplan Aardwarmte (Platform Geothermie 2018) wordt de ontwikkeling van geothermie ingeschat: van 17 (2018) naar 75 in 2025, 175 in 2030 en 700 in 2050.

Het PBL verwacht dat warmtekoede-opslag in de ondergrond en aardwarmte een grote rol gaan spelen in de energietransitie van Nederland (Hoogervorst, 2017). Het ligt daarom in de lijn der verwachting dat de komende jaren een schaalvergroting van bestaande energietoepassingen in de ondergrond plaats zal vinden. Mogelijk wordt dit vorm gegeven met zogenaamde warmtecascade, waarbij warmtenetten worden gevoed uit geothermie en warmteoverschotten in de ondergrond worden opgeslagen en later weer benut. Ook het benutten van de potentie van energiewinning uit oppervlaktewater, afvalwater en drinkwater vraagt om een schaalvergroting van ondergrondse energie-opslag om faseverschillen tussen warmte/koude vraag en –aanbod met elkaar in overeenstemming te brengen (Kruit et al., 2018).

De risico's voor de grondwaterkwaliteit, en de wijze waarop ze beheersbaar kunnen worden gemaakt, verschillen sterk per type energietoepassing (open-WKO, gesloten WKO of geothermie). Op hoofdlijnen en zonder verder onderscheid naar toepassing, kunnen de volgende risico's aan de orde zijn:

- Watervoerende pakketten en scheidende lagen worden geheel of gedeeltelijk doorboord. Hierdoor kunnen reeds aanwezige verontreinigingen sneller op diepte geraken en door een grondwaterwinning worden aangetrokken.
- Lekkages uit installaties (algemeen) of afvalwaterbassins (geothermie) van vloeistoffen die gebruikt of verpompt worden. Voorbeelden zijn boorvloeistoffen, chemicaliën voor putregeneratie en corrosieremmers. Lekkages kunnen o.a. optreden door corrosie van de mantel als in bovengrondse installaties. Daarnaast kunnen temperatuur-effecten optreden, zoals het in oplossing gaan van metalen (bij hoge temperaturen), het mobiliseren van bestaande bodemverontreinigingen en een temperatuurverhoging van het opgepompte grondwater.

De mate waarin deze effecten optreden en op termijn doorwerken op de kwaliteit van het onttrokken grondwater is sterk afhankelijk van het type toepassing, waar en op welke schaal en op welke wijze deze plaats vindt.

Naast de winning van aardwarmte, wordt de ondergrond ook gebruikt voor de opslag van olie, gas, CO<sub>2</sub> en productiewater van gaswinning (in Twente). Eindberging van radioactief afval in de diepe ondergrond wordt als een van de opties meegenomen in een studie van EZK (Adviesgroep Opera, 2018). De toenemende drukte in de ondergrond leidt tevens tot een verdere uitputting van potentiële alternatieve winlocaties die als terugvaloptie kunnen dienen indien een winlocatie ongeschikt wordt.

# 11 Synthese

## 11.1 Inleiding

Dit rapport geeft een feitelijk overzicht van de huidige kwaliteit van bronnen van drinkwater in Nederland. Hiertoe is de eindevaluatie van de eerste generatie gebiedsdossiers (Wuijts et al., 2014) als uitgangspunt genomen en aangevuld met algemene rapporten en evaluatierapporten op nationale schaal die sindsdien zijn uitgekomen. Dit betekent dat recente overzichtsstudies voor specifieke regio's, zoals de evaluatierapporten van de tweede generatie stroomgebiedsbeheerplannen, niet in dit rapport zijn verwerkt. Daarnaast wordt dit jaar de eindevaluatie van de tweede generatie gebiedsdossiers opgeleverd. Deze rapporten kunnen nieuwere en gedetailleerdere informatie bevatten dan in dit rapport is opgenomen. Dit geldt voornamelijk voor (1) bodemverontreinigingen vanwege mogelijke vals-positieven (potentiele bodemverontreinigingen die inmiddels nader onderzocht zijn) resulterend in mogelijke overschatting van de problematiek door Wuijts et al. (2014), en (2) verzilting vanwege de nieuwe kennis die met lopende droogte-evaluaties voor 2018 wordt opgedaan. Daarnaast ontbreekt het aan voldoende informatie over opkomende stoffen in het algemeen en medicijnresten specifiek voor grondwater om de chemische toestand van bronnen van drinkwater adequaat weer te geven. Desondanks zijn uit dit rapport een aantal hoofdlijnen te halen die bruikbaar zijn voor het opstellen van de agenda en inzet bij de behartiging van het drinkwaterbelang in het waterkwaliteitsbeleid voor de komende jaren.

In dit hoofdstuk worden eerst op basis van voorgaande thematische hoofdstukken de belangrijkste bedreigingen voor de kwaliteit van verschillende typen bronnen van drinkwater weergegeven. Achtereenvolgens komen aan de orde de bronnen oppervlaktewater, grondwater en oevergrondwater. Ten slotte wordt op hoofdlijnen het handelingsperspectief weergegeven.

## 11.2 De toestand van oppervlaktewater als bron van drinkwater

Uit meetgegevens blijkt dat de kwaliteit van oppervlaktewater als bron van drinkwaterproductie voornamelijk onder invloed staat van bestrijdingsmiddelen, verzilting, medicijnresten en industriële stoffen. Dit heeft geleid tot overschrijding van signaleringswaarden of normen in het oppervlaktewater ter plaatse van de innamepunten. Dit betekent dat voor de betreffende parameters niet altijd voldaan wordt aan de kwaliteitsvereisten voor een goede toestand van bronnen van drinkwater die voortvloeien uit de KRW. In sommige gevallen werd de signaleringswaarde zo lang overschreden dat de inname van oppervlaktewater ontheffingsplichtig werd of zelfs tijdelijk gestaakt. Deze situaties komen vooral, maar zeker niet uitsluitend, voor tijdens zomerperiodes met een lage rivierafvoer. Behalve van monitoring en intensieve zuivering, zijn de drinkwaterbedrijven dan ook afhankelijk van de buffervoorraden van reeds ingenomen oppervlaktewater of het bijschakelen van grondwateronttrekkingen.

Naast bovengenoemde thema's, wordt steeds duidelijker dat microplastics, nanomaterialen en antibiotica-resistentie een bedreiging kunnen vormen, of kunnen gaan vormen, voor de kwaliteit van oppervlaktewater als bron van drinkwater. Door het ontbreken van systematische monitoringsgegevens is de kennis over deze bedreigingen nog volop in ontwikkeling. Hierdoor is op basis van de huidige stand der kennis geen goed beeld te geven van de toestand van het oppervlaktewater op deze thema's.

Het KNMI heeft verschillende klimaatscenario's opgesteld die de discussie over stoffen in water een extra dimensie geeft. Deze scenario's geven aan dat de klimaatextremen toe zullen nemen, maar ze verschillen onderling in de mate waarin. De kans op extreme neerslag kan leiden tot verhoogde uit- en afspoeling van stoffen. Tijdens periodes van weinig tot geen neerslag kunnen hogere concentraties van allerlei verontreinigingen ontstaan in grond- en oppervlaktewater. Door toename van extreme neerslaggebeurtenissen zal de afspoeling van stoffen uit diffuse bronnen en riooloverstorten toenemen. Ook zal extreem veel neerslag zorgen dat waterzuiveringen minder efficiënt worden (Brunsch et al., 2018) en overstorten vaker optreden.

Drogere zomers, die onder twee van de vier klimaatscenario's worden verwacht, zullen door lage rivierafvoer leiden tot afname van verdunning van verontreinigingen en een toename van verzilting. Ook zullen hierdoor toenemende emissies, zoals een toenemend medicijngebruik als gevolg van vergrijzing (Sjerps et al., 2016), sterker doorwerken op de kwaliteit van

oppervlaktewater. Daarnaast mag verwacht worden dat er na de ontdekkingen van tot voor kort onbekende verontreinigingen, zoals pyrazool en GenX, weer nieuwe probleemstoffen geïdentificeerd gaan worden.

Uit bovenstaande volgt het beeld dat de kwaliteit van oppervlaktewater als bron voor drinkwater in toenemende mate, en vanuit verschillende sectoren, onder druk staat, en dat deze druk in de toekomst waarschijnlijk nog groter zal worden. Dit betekent dat niet alleen maatregelen noodzakelijk zijn om te kunnen voldoen aan bestaande Europese wet- en regelgeving, maar dat daar bovenop ook maatregelen noodzakelijk zijn om de effecten van klimaatverandering en een toenemend gebruik van opkomende stoffen te mitigeren.

### 11.3 De toestand van grondwater als bron van drinkwater

Uit meetgegevens blijkt dat de kwaliteit van grondwater als bron van drinkwater voornamelijk onder invloed staat van nitraat, bestrijdingsmiddelen, oude bodemverontreinigingen en verzilting. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat sporen van industriële stoffen, (dier)geneesmiddelen en opkomende stoffen op steeds grotere schaal in het grondwater voorkomen. Door de aanhoudende en zich verbredende belasting van het grondwater raakt het grondwater op steeds grotere diepte verontreinigd met steeds meer stoffen. Inmiddels hebben diverse verontreinigingen ongeveer de helft van de grondwaterwinningen bereikt. Op basis van meetgegevens en kennis over reistijden van grondwater wordt verwacht dat in de nabije toekomst verontreinigingen in steeds meer grondwaterwinningen zullen worden aangetroffen. Dit bevestigt de interpretatie van de Adviescommissie Water dat de aanhoudende belasting van het grondwater leidt tot een gestage en langdurige, zo niet onomkeerbare, verslechtering van de grondwaterkwaliteit.

Tot voor kort was de verontreiniging van het grondwater voornamelijk gerelateerd aan activiteiten aan het aardoppervlak en vormden kleilagen (indien aanwezig) betrouwbare barrières voor deze verontreinigingen. Inmiddels wordt de ondergrond op steeds grotere schaal benut voor infrastructuur en gebouwen, het opslaan van warmte, koude en diverse stoffen, het onttrekken van grondwater en diverse mijnbouwactiviteiten. Dergelijke toepassingen kunnen het risico op verontreiniging van het gewonnen grondwater vergroten. Dit komt enerzijds doordat bestaande verontreinigingen via doorboring van kleilagen versneld op diepte kunnen geraken en anderzijds doordat nieuwe verontreinigingen kunnen ontstaan door lekkages van installaties. Met de aanstaande energietransitie zullen ondergrondse energietoepassingen, en de daaraan verbonden risico's, een schaalvergroting ondergaan. Hierdoor kan de kwaliteit van de grondwatervoorraden die bestemd zijn voor drinkwaterproductie verder onder druk komen te staan en neemt de beschikbare ruimte voor de ontwikkeling van alternatieve winlocaties af.

De effecten van klimaatverandering op de grondwaterkwaliteit zijn nog onduidelijk. Wel lijkt het erop dat extreem weer vaker voor zal komen. Dit kan leiden tot een toename van de nitraatuitspoeling uit landbouwpercelen door verminderde nutriëntenopname en verhoogde mineralisatie van organische stof. Tevens kunnen ziekten en plagen door klimaatverandering toenemen, met mogelijk een toename van het bestrijdingsmiddelengebruik in de agrarische sector en door burgers tot gevolg. In tegenstelling tot oppervlaktewater leidt klimaatverandering naar verwachting niet direct tot een toename van verzilting van het gewonnen grondwater. Indirect kan daar wel sprake van zijn doordat de vraag naar drinkwater of grondwater toeneemt.

Uit monitoringsdata van de drinkwaterbedrijven blijkt dat verontreiniging van het grondwater decennia lang kan doorwerken op de kwaliteit van het opgepompte grondwater. Onder het huidige, 30 jaar oude grondwaterbeschermingsbeleid ligt het uitgangspunt dat het verplaatsen van grondwaterwinningen en het verhogen van de zuiveringsinspanning reële opties zijn om met onvoldoende waterkwaliteit om te gaan. Inmiddels is het verplaatsen van winningen door sterke concurrentie om het beschikbare water en de beschikbare ruimte nauwelijks meer mogelijk. Daarnaast is een verhoging van de zuiveringsinspanning in strijd met artikel 7.3 van de KRW (streven naar een verlaging van de zuiveringsinspanning). Door beide veranderingen is het verbeteren van de grondwaterkwaliteit, in de woorden van de Adviescommissie Water, een urgente opgave, die ook geldt voor strategische reserves om benutting ten behoeve van drinkwaterproductie in de toekomst mogelijk te houden (Adviescommissie Water, 2017).



## 11.4 De toestand van oevergrondwaterwinningen als bron van drinkwater

De kwaliteit van oevergrondwater als bron van drinkwater staat voornamelijk onder invloed van bodemverontreinigingen en het oppervlaktewater met daarin bestrijdingsmiddelen, geneesmiddelen en opkomende stoffen, waaronder industriële stoffen. Diverse oevergrondwaterwinningen langs de Lek zijn daarnaast gevoelig voor verzilting. De kwaliteitsproblemen lijken qua aard sterk op die van oppervlaktewater als bron van drinkwater. Door bodempassage dringen veel verontreinigingen niet of gedempt door tot de winning. Moeilijk afbreekbare stoffen zullen vertraagd op de kwaliteit van het ingenomen oevergrondwater doorwerken. Gegeven de zuiverende werking van bodempassage worden de risico's van microplastics en nanomaterialen wel wat lager ingeschat, en zal de toename van piekconcentraties door klimaatverandering minder sterk doorwerken ten opzichte van oppervlaktewater als bron van drinkwater. Hier staat tegenover dat de handelingsopties bij oevergrondwaterwinning beperkter zijn, omdat selectieve inname niet mogelijk is en de buffervoorraden kleiner zijn dan bij veel oppervlaktewaterwinningen. Daar komt bij dat oude bodemverontreinigingen op veel locaties een bedreiging van de kwaliteit van gewonnen oevergrondwater vormen omdat deze winningen vaak in of nabij een sterk verstedelijkte omgeving liggen.

De ontwikkeling van de kwaliteit van oevergrondwater komt, net als de kwaliteit van oppervlaktewater, in de toekomst waarschijnlijk verder onder druk te staan door klimaatverandering en een toename van de emissies van stoffen, o.a. als gevolg van toenemend medicijngebruik door vergrijzing. Daarnaast zijn verstedelijking en het toenemend ondergronds ruimtegebruik, o.a. voor de energietransitie, net als voor grondwateronttrekkingen een belangrijk aandachtspunt.

## 11.5 Handelingsperspectieven

De KRW schrijft voor dat de bronnen van drinkwater in een goede toestand moeten verkeren en dat gestreefd moet worden naar een vermindering van de zuiveringsinspanning voor drinkwaterproductie. Het realiseren van deze doelen vereist een adequate inzet van in ieder geval de volgende instrumenten:

- 1 Bronaanpak gericht op het verminderen van emissies naar grond- en oppervlaktewater.
- 2 Ketenaanpak gericht op het verminderen van de risico's van industriële stoffen en medicijnen in verschillende fases in de ontwikkeling, toepassing en verspreiding in het watersysteem.
- 3 Regulering en handhaving, gericht op een verantwoorde benutting van de beschikbare ruimte (toekomstgericht grondwaterbeschermingsbeleid) én het gebruik en toepassing van stoffen in de agrarische sector, industrie en door consumenten (milieubeleid). Hierbij hoort ook het harmoniseren van normen uit verschillende wetten en beleidskaders en het operationaliseren van de signaleringswaarden in het Protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW voor grondwater.
- 4 Stimulerings- en uitnodigingsbeleid voor gewenste functies (zoals natuur en milieuvriendelijke landbouw) of activiteiten (zoals waterconservering) zodat synergie wordt ontwikkeld tussen maatschappelijk gewenste ontwikkelingen en het drinkwaterbelang.
- 5 Bewustwording en stimuleren van goed gedrag, voornamelijk gericht op agrariërs en burgers.
- 6 Omgevingsmanagement ten behoeve van early warning, bewustwording en voorkantsturing in ruimtelijke ontwikkelingsprocessen.
- 7 Internationale samenwerking gericht op het verminderen van emissies naar het oppervlaktewater in de bovenstrooms gelegen delen van de stroomgebieden van de Rijn en de Maas.
- 8 Voortzetting en waar nodig uitbreiding van de monitoring en beheersing van mobiele puntverontreinigingen ter bescherming van de kwaliteit van het onttrokken grondwater.
- 9 Early warning gericht op een vroegtijdige signalering van nieuwe bedreigingen en risico's voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Deze informatie is noodzakelijk om adequaat bron- of effectgerichte maatregelen te kunnen treffen.

## 12 Referenties

Adviescommissie Water (2017). Advies Grondwater. Website geraadpleegd augustus 2019  
<https://www.rli.nl/raad/adviescommissie-water>.

Baken KA, Kolkman, A, van Diepenbeek P en Ketelaars H (2016). Signalering van 'overige antropogene stoffen', en dan? De Pyrazool casus. H2O-online.

Bannink A en Van der Ploeg M (2018) RIWA Jaarrapport 2017 De Maas. RIWA Maas, Rotterdam. ISBN 978-90-6683-170-4.

Bauerlein PS, Emke E, Tromp P, Hofman JAMH, Carboni A, Schooneman F, de Voogt P, van Wezel AP (2017) Is there evidence for man-made nanoparticles in the Dutch environment? *Science of the Total Environment*, 576, pp. 273-283.

Bengtsson-Palme J, Kristiansson, E, Larsson DGJ (2017) Environmental factors influencing the development and spread of antibiotic resistance. *FEMS Microbiology Reviews*, fux053

Besseling E, Foekema EM, van den Heuvel-Greve MJ, Koelmans AA (2017) The Effect of Microplastic on the Uptake of Chemicals by Lugworm *Arenicola marina* (L.) under Environmentally Relevant Exposure Conditions. *Environ. Sci. Technol*

Brunner AM, Dingemans MM, Baken KA, Van Wezel AP (2019) Prioritizing anthropogenic chemicals in drinking water and sources through combined use of mass spectrometry and ToxCast toxicity data. *J. Haz. Mat.* 364:332-338.

Brunsch AF, ter Laak TL, Christoffels E, Rijnaarts HHM, Langenhoff AMM (2018). Retention soil filter as post-treatment step to remove micropollutants from sewage treatment plant effluent. *Science of The Total Environment* 637-638: 1098-1107.

Burns EE, Boxall ABA (2018) Microplastics in the aquatic environment: Evidence for or against adverse impacts and major knowledge gaps. *Environ Toxicol Chem*, 2018. 37(11): p. 2776-2796.

CBS (2019) Statline: Gewasbeschermingsmiddelen; afzet werkzame stof, toepassingsgroepen, website bezocht augustus 2019. [opendata.cbs.nl](https://opendata.cbs.nl)

Claessens JM, Van der Aa NGFM, Groenendijk P, Renaud L (2017). Effecten van het landelijk mestbeleid op de grondwaterkwaliteit in grondwaterbeschermingsgebieden. RIVM Bilhoven. Rapportnummer 2016-0199

Compendium voor de Leefomgeving (2018) Nitraat in het uitspoelend water onder landbouwbedrijven, 1992-2016. Website bezocht op 25-1-2019,

Coppens LJC, van Gils JAG, ter Laak TL, Raterman BW, van Wezel AP (2015) Towards spatially smart abatement of human pharmaceuticals in surface waters: Defining impact of sewage treatment plants on susceptible functions. *Water Research* 81(Supplement C): 356-365.

Ctgb (2019) website bezocht april 2019 [www.ctgb.nl/toelatingen](http://www.ctgb.nl/toelatingen)

De Jongh CM, Kooij PJF, de Voogt P, ter Laak TL (2012). Screening and human health risk assessment of pharmaceuticals and their transformation products in Dutch surface waters and drinking water. *Science of the Total Environment* 427-428: 70-77.

Deltares (2018). Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma. Delft, Deltares: 84 pp.

de Snoo GR en Vijver M (2012) Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit. CML, Leiden. Rapport ISBN 978-90-5191-170-1

EC (2018) EU Plastics Strategy website bezocht april 2019 [https://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-5\\_en.htm](https://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-5_en.htm)

Europol (2016) EU drug markets report : in-depth analysis. 2016: The Hague, The Netherlands.

Everaert G, Van Cauwenberghe L, De Rijcke M, Mees, J, Vandegheuchte M, Janssen CR (2018) Risk assessment of microplastics in the ocean: Modelling approach and first conclusions. *Environmental Pollution*. 242: p. 1930-1938.

Fraters B, Hooijboer AEJ, Vrijhoef A, Claessens J, Kotte MC, Rijs GBJ, Denneman, AIM, van Bruggen C, Daatselaar CHG, Begeman HAL, Bosma, JN (2016). Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2014) en trend (1992-2014). RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 2016-0076.

Helpdesk Water (2019). Rijksoverheid - Helpdesk Water, bezocht April, 2019,; <https://www.helpdeskwater.nl/>.

Hoogervorst N (2017) Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten Nederland. PBL, Den Haag, PBL-publicatienummer 1926.

Hydrologic (2018). Verzilting op de Lek. Amersfoort: pp. 41 Rapport P954.

ILT (2018) Kwaliteit drinkwater van Nederlandse drinkwaterbedrijven 2017. Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), Den Haag.

Informatiehuis Water (2019). Website Waterkwaliteitsportaal WKP Register Beschermd Gebieden. Bezocht op 12 April 2019 [https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Beheer/Rapportage/Kaart/register\\_beschermd\\_gebieden](https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Beheer/Rapportage/Kaart/register_beschermd_gebieden).

Kolkman, A, Ter Laak TL (2012). Dialog between environmental occurrence data and REACH. Nieuwegein, The Netherlands, KWR, Watercycle Reserach Institute: 39. Rapport 2012-098

Kosuth, M, Mason SA, Wattenberg EV (2018), Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLOS ONE* 13(4): p. e0194970.

Kruit K, Schepers B, Roosjen R, Boderie P (2018) Nationaal potentieel van aquathermie: analyse en review van de mogelijkheden. CE Delft, Delft, publicatienummer 15.5S74.116.

Lahr J, ter Laak TL, Derksen A. (2014). Screening van hot spots van nieuwe verontreinigingen : een pilot studie in bodem, grondwater en oppervlaktewater. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2538| ISSN 1566-7197

Lahr, J, Derksen A, Wipfler L, van de Schans M, Berendsen B, Blokland M, Dimmers W, Bolhuis P, Smidt R (2018). Diergeneesmiddelen & hormonen in het milieu door de toediening van drijfmest. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Landelijke Werkgroep Grondwater (2013). Protocol voor toestand- en trendbeoordeling van grondwaterlichamen KRW. Den Haag.

MinlenW (2015) Nationaal Waterplan 2016-2021. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat Den Haag.

Moermond C, Smit C, van Leerdam R, van der Aa N, Montforts M (2016). Geneesmiddelen en waterkwaliteit, RIVM: RIVM Briefrapport 2016-0111

Monteiro, SC, Boxall ABA (2010) Occurrence and fate of human pharmaceuticals in the environment. *Rev Environmental Contamination Toxicology* 202: 53-154.

Mintenig SM, Löder MGJ, Primpke S, Gerds G. (2019) Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. *Sci Total Environ*, 2019. 648: p. 631-635.

Mason SA, Welch V, Neratko J (2018). Synthetic polymer contamination in bottled water. Fredonia State University of New York.

Oldenkamp R, Beusen AHW, Huijbregts MAJ (2019). Aquatic risks from human pharmaceuticals—modelling temporal trends of carbamazepine and ciprofloxacin at the global scale. *Environmental Research Letters* 14(3): 034003.

Peters RJB, van Bommel G, Milani NBL, van der Lee M, Bouwmeester H (2018) Detection of nanoparticles in Dutch surface waters *Science of the Total Environment* 621, pp. 210-218

PBL (2019). Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd - Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.

Platform Geothermie (2018) Masterplan Aardwarmte in Nederland: een brede basis voor een duurzame warmtevoorziening. Online beschikbaar: <https://kennisbank.ebn.nl/het-masterplan-aardwarmte-nederland/>

PWN (2018) Jaarverslag 2017. Hoofdstuk Waterkwaliteit en –beschikbaarheid. Website bezocht op 25-1-2019.

RIVM (2016) Permeatie van contaminanten vanuit grondwater door polyethyleen-drinkwaterleidingen : Methodiek voor de beoordeling van risico's voor de drinkwaterkwaliteit Rapportnummer 2016-0107

RIVM (2018). Memo: Advies voor beoordeling GenX in oppervlaktewater, RIVM.

Rochman, CM (2018). Microplastics research—from sink to source. *Science* 360(6384): 28-29.

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

Sabri NA, Schmitt H, Van der Zaan B, Gerritsen HW, Zuidema T, Rijnaarts HHM, Langenhoff AAM (2019) Prevalence of antibiotics and antibiotic resistance genes in a waste water effluent-receiving river in The Netherlands. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. (In press, online available).

SAPEA (2019). A scientific perspective on microplastics in nature and society. Berlin, Science Advice for Policy by European Academies (SAPEA)

Schoenmakers, S, Mehlbaum, M, Everartz en C. Poelarends (2016) Elke dump is een plaats delict. Yvette Schoenmakers onderzoek & advies, Amsterdam. Amsterdam, The Netherlands. Politiekunde 83

Schmitt H, et al. (2017) Bronnen van antibioticaresistentie in het milieu en mogelijke maatregelen. RIVM Rapport 2017-0058.

Schultz van Haegen, MH (2017) Structurele aanpak van opkomende stoffen uit puntbronnen in relatie tot bescherming drinkwaterbronnen. IENM/BSK-2017/161702. Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Den Haag, the Netherlands.

Schwarzenbach, RP, Escher BI, Fenner K, Hofstetter TB, Johnson CA, Von Gunten U, Wehrli B (2006). The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science* 313(5790): 1072-1077.

Schymanski, D, Goldbeck C, Humpf H-U, Fürst P. (2018) Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research*, 129: p. 154-162.

Sjerps R, Laak T, Zwolsman G (2016) Ontwikkeling waterkwaliteit bij innamepunten voor de drinkwatervoorziening. KWR, Nieuwegein, BTO 2016.028.

Sjerps RMA, Huijting H (2017a). Gevolgen van zoetwatertekorten voor industrie en drinkwaterproductie. Nieuwegein, KWR Watercycle Research Institute: 53. KWR 2017.099

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

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

Sterk Consulting en Colibri Advies (2012). Handreiking Juridische Helderheid Grondwaterbeheer, Deel A: de theorie uiteengezet. Leiden.

Stroomberg GJ, Neefjes REM, de Jonge JA, Bannink AD, van de Haar G, Zwamborn, CC (2018) Jaarrapport 2017, De Rijn. RIWA Rijn, Nieuwegein, ISBN 978-90-6683-168-1

Stuurgroep Ondergrond, Bodem en Grondwater. (2019). Voortgang bodemverontreinigingsopgave 2018. Verslag via Website Bodem+, augustus 2019. <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bodemconvenant/publicaties/downloads/monitoringverslag-up/>

Swartjes FA, van de Linden AMA, van der Aa NGFM (2016). Gewasbeschermingsmiddelen in grondwater bij drinkwaterwinningen: huidige belasting en mogelijke maatregelen. Bilthoven, RIVM. Rapport 2016-0083

ter Laak TL, Van der Aa M, Stoks P, Houtman C, van Wezel AP (2010) Relating environmental concentrations of pharmaceuticals to consumption: A mass balance approach for the river Rhine. *Environment International* 36: 403-409.

ter Laak TL, Puijker LM, van Leerdam JA, Raat KJ, Kolkman A, de Voogt P, van Wezel AP (2012) Broad target chemical screening approach used as tool for rapid assessment of groundwater quality. *Science of the Total Environment* 427-428: 308-313.

ter Laak T, Kooij P, Hofman J, Tolkamp H (2014). Different compositions of pharmaceuticals in Dutch and Belgian surface waters explained by consumption patterns and treatment efficiency. *Environmental Science and Pollution Research* 21 (22): 12843-12855.

ter Laak T, van Leerdam T, Sjerps R, Vughs D (2015). Dialog between environmental occurrence data and REACH II. Nieuwegein, KWR, KWR Rapport 2015.001

ter Laak TL, Kools SAE (2016a) Evaluatie diergeneesmiddelen in bronnen van Vitens. KWR, Nieuwegein. Rapport KWR 2016.003

ter Laak TL, Raterman B, Meijers E (2016b). Ruimtelijke modellering van geneesmiddelen in het stroomgebied van de Dommel. Nieuwegein, KWR Watercycle Research Institute. KWR rapport KWR 2016.061

ter Laak TL, Sjerps RMA, Kools SAE (2017). Quickscan Diergeneesmiddelen in de waterketen. KWR, Nieuwegein. KWR rapport 2017.037

Tops P, Valkenhoef J, van der Torre E, van Spijk L (2018) The Netherlands and synthetic drugs, an inconvenient truth. 2018, Dutch National Police Academy: The Hague, the Netherlands. p. 52. Book ISBN 978-94-6236-876-7

van der Aa, M, Dijkman E, van de Ven BM, van der Steegh A, Emke E, Helmus R, de Voogt P, Bijlsma R, Hernández F (2011). Drugs en kalmeringsmiddelen in het oppervlaktewater. *H2O*. 44: 4-6.

van Loon AH, Fraters D (2016) De gevolgen van mestgebruik voor waterwinning: een tussenbalans. KWR, Nieuwegein. KWR rapport 2016.023.

van Loon A, Sjerps R, Raat KJ (2019) Gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in Nederlandse drinkwaterbronnen. KWR, Nieuwegein. KWR rapport BTO2019.016

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

van Wezel AP, Mons M, Van Delft W. (2010) New methods to monitor emerging chemicals in the drinking water production chain. *Journal of Environmental Monitoring*. 12:80-89.

Vewin (2017) Drinkwaterstatistieken 2017, via website geraadpleegd april 2019; <https://www.Vewin.nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/Cijfers/Drinkwaterstatistieken-2017-NL.pdf>

Westerhoff P, Atkinson A, Fortner J, Wong MS, Zimmerman J, Gardea-Torresdey J, Ranville J, Herckes P (2018) Low risk posed by engineered and incidental nanoparticles in drinking water. *Nature Nanotechnology* 13 (661–669)

WHO (2019a) Website bezocht, april 2019 <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

WHO (2019b). Microplastics in drinking-water. Geneva, World Health Organization. Report via [www.who.int](http://www.who.int)

Wuijts S, van der Grinten E, Meijers E, Bak-Eijsberg CI, Zwolsman JJG (2013). Impact klimaat op oppervlaktewater. Van knelpunten naar maatregelen., Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu. RIVM rapport 609716007/2013

Wuijts S, Bogte JJ, Dik HHJ, Verweij WHJ, van der Aa NGFM (2014). Eindevaluatie gebiedsdossiers drinkwaterwinningen. Bilthoven, Nederland, RIVM. RIVM Rapport 270005001/2014

Zwolsman, GJ (2008). Klimaatbestendigheid van de drinkwatervoorziening in Nedeland gebaseerd op oppervlaktewater. Nieuwegein, KWR. KWR rapport 08.070