



Een inventarisatie van emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater en grondwater

In ons grond- en oppervlaktewater worden regelmatig (resten van) gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen in concentraties die de waterkwaliteitsnormen overschrijden. Er zijn nog veel onzekerheden over het relatieve belang voor de waterkwaliteit van de verschillende emissieroutes, zoals afspoeling vanaf percelen, het verwaaien van de spuitnevel (spuitdrift), drainage vanaf percelen en emissies vanaf erven. Zowel kennislacunes als de complexiteit in de praktijk staan een eenvoudige vergelijking van emissieroutes en mogelijke maatregelen in de weg.

1. INLEIDING
2. GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS
3. OPPERVLAKTEWATER
4. GRONDWATER
5. EMISSIES VANUIT GESELECTEERDE TEELTEN
6. CONCLUSIES
7. KENNISLEEMTEN
8. BRONNEN EN LINKS
9. COLOFON
10. DISCLAIMER

1. Inleiding

In de Delta-aanpak Waterkwaliteit is door verschillende overheden en maatschappelijke actoren de intentie uitgesproken om ervoor te zorgen dat in 2027 alle maatregelen genomen zijn om de waterkwaliteitsdoelen van de Kaderrichtlijn

Water (KRW) te halen. Een belangrijk onderdeel van de Delta-aanpak is het verstevigen van de kennisbasis. Dit heeft vorm gekregen in de Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK). De Kennisimpuls genereert kennis die waterbeheerders en andere belanghebbenden (zoals de landbouw) nodig hebben om de ambities van de Delta-aanpak te realiseren. Over de meest effectieve wijze om waterkwaliteitsproblemen door gewasbeschermingsmiddelen te verbeteren ontbreekt nog praktische kennis. Dat komt onder andere doordat het aandeel van verschillende emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlakte- en grondwater onzeker is. Het in deze Deltafact beschreven project [gewasbescherming: minder middelen naar het water](#) beoogt kennis over deze emissieroutes op een rij te zetten en aangrijpingspunten voor emissiereductie naar grond- en oppervlaktewater te identificeren.

2. Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts

Het thema *gewasbeschermingsmiddelen* raakt aan drie andere onderwerpen uit de Kennisimpuls: [nutriënten](#), [diergeneesmiddelen](#) en [grondwater](#), omdat zowel de toepassingsgebieden als processen van verspreiding dezelfde zijn.

3. Oppervlaktewater

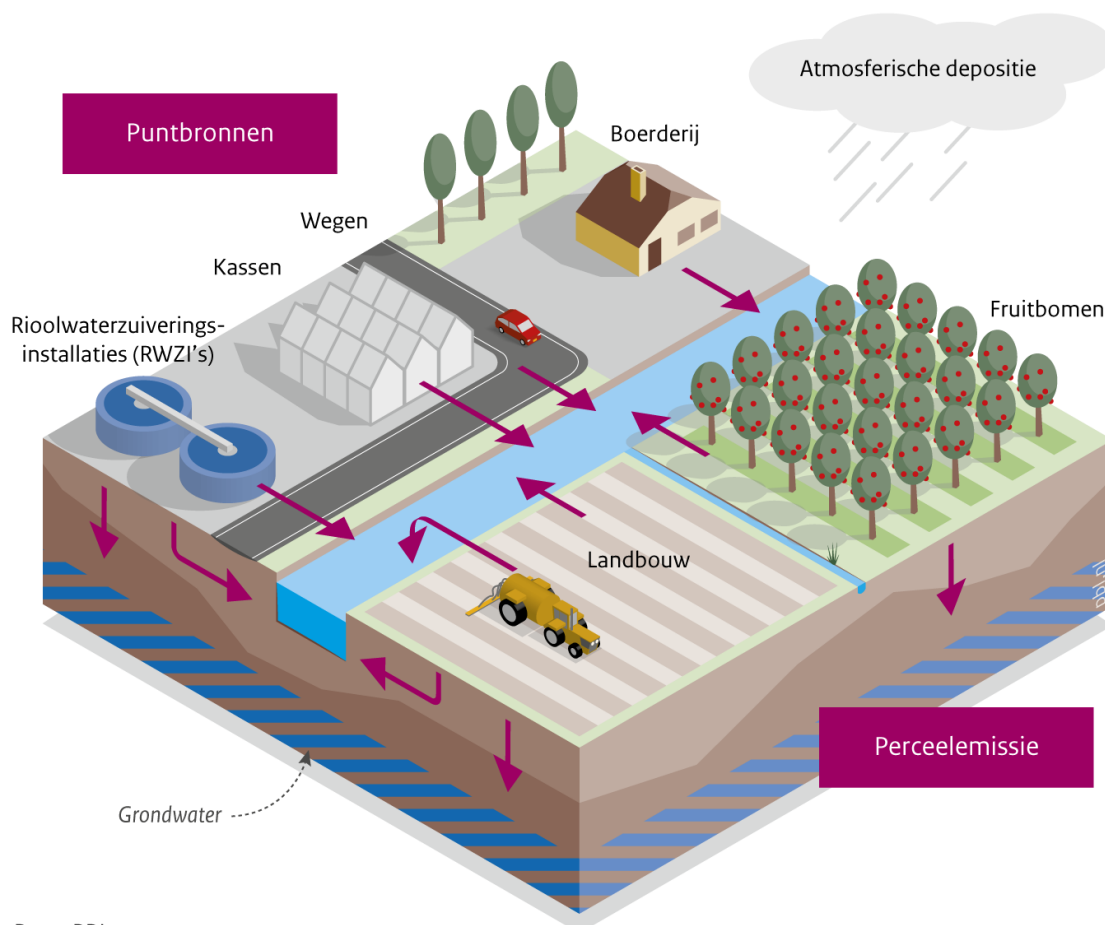
De toelatingsbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen is erop gericht dat geen middelen worden gebruikt die een onaanvaardbaar risico opleveren voor het waterleven in kavelsloten, of voor de innamepunten van drinkwater. De Nederlandse toelatingsbeoordeling houdt alleen rekening met emissies via spuitdrift. Daarom is er relatief veel onderzoek gedaan naar de emissie via spuitdrift naar kavelsloten. Naast spuitdrift kunnen echter ook andere emissieroutes van belang zijn (figuur 1). Dat zijn perceelemissies zoals drainage en oppervlakkige afstroming, maar ook puntemissies zoals emissies vanuit erven en kassen. Ten slotte kan atmosferische depositie van belang zijn voor de waterkwaliteit in de kavelsloten.

Emissieroutes waarover relatief veel bekend is

Over spuitdrift, drainage, spui vanuit kassen en atmosferische depositie is voldoende kennis beschikbaar om deze kwantitatief te kunnen duiden. De [tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst](#) (PBL 2019) constateerde dat van drie emissieroutes (te weten drainage, drift en atmosferische depositie) drainage met 95 procent het meest bijdroeg aan de berekende emissies naar het oppervlaktewater vanuit de open teelt. De hoeveelheid werkzame stof die via drift in het

oppervlaktewater terechtkomt, is met 4 procent relatief klein. Emissies door drift veroorzaken van de bekende emissieroutes de meeste risico's voor het waterleven: in 2016 werd 96 procent van het berekende risico door drift veroorzaakt (Verschoor et al. 2019; PBL 2019). Gewasbeschermingsmiddelen komen na verwaaiing immers zonder verdunning door regenwater in het oppervlaktewater terecht. Daardoor ontstaan direct na het spuiten hoge piekconcentraties. Juist deze piekconcentraties zijn van belang voor effecten op het waterleven ([EFSA PPR Panel 2013](#)). Atmosferische depositie op het wateroppervlak in de kavelsloot treedt vrijwel gelijktijdig op met spuitdrift. De bijdrage van deze route is voor de meeste stoffen laag (<1%) ten opzichte van de bijdrage van spuitdrift. Zie www.clo.nl/nl054805 voor meer details.

Emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlakte- en grondwater



Bron: PBL 2019

Figuur 1: Emissies via drainage, spuitdrift en atmosferische depositie kunnen worden gekwantificeerd. Over oppervlakkige afstroming en erfemissies is minder bekend. De emissies uit niet-landbouwkundige routes zoals rioolwaterzuiveringsinstallaties en verhardingen zijn niet beschouwd in fase 1 van de Kennisimpuls Waterkwaliteit Gewasbeschermingsmiddelen.

Over oppervlakkige afstroming en erfemissies is minder bekend

De beschikbare kennis over de emissies via afspoeling vanaf percelen is beperkt, zodat de omvang niet kan worden gekwantificeerd. Toch benoemden verschillende experts dat afspoeling een belangrijke emissieroute kan zijn, zeker als telers maatregelen nemen om het water na regenval snel van het perceel te laten afstromen ([PBL 2019](#)). Naast emissies vanaf percelen kunnen erfemissies een risico voor het waterleven opleveren. De afgelopen jaren is door monitoren en veldonderzoek getracht om een beter beeld te krijgen van het relatieve belang van verschillende activiteiten op het erf voor de emissie naar oppervlaktewater. Door het incidentele karakter van deze verliezen blijkt dat lastig.

Insecticiden leveren de grootste bijdrage aan waterkwaliteitsproblemen

Waterkwaliteitsproblemen worden met name veroorzaakt door insecticiden. Dat komt doordat deze stoffen in het algemeen giftiger zijn voor het waterleven dan onkruidbestrijdingsmiddelen (herbiciden). Voor de drinkwaterwinning zijn daarentegen vooral onkruidbestrijdingsmiddelen van belang. Deze middelen spoelen relatief meer uit via de drainpijp en naar het grondwater. Ook regionaal zijn er verschillen: emissies via de drainpijp zijn vooral belangrijk in gebieden met scheurende kleigronden. Daarom is naast een stofgerichte aanpak van waterkwaliteitsproblemen ook een gebiedsgerichte aanpak van belang ([PBL 2019](#)).

4. Grondwater

Een groot deel van de meetpunten van de provinciale grondwatermeetnetten bevindt zich op een diepte van circa 10 meter. Op deze diepte bedraagt de leeftijd van het grondwater ongeveer 10 jaar. Het ontbreken van informatie over de herkomst en ouderdom van het bemonsterde grondwater in combinatie met wisselend middelengebruik en aanpassing van gebruiksvoorschriften, maakt het niet eenvoudig om een verband te leggen tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater.

Onkruidbestrijdingsmiddelen in maïs leveren de grootste bijdrage aan de grondwaterbelasting

In de helft van de grondwatermonsters op 10 meter diepte zijn resten van gewasbeschermingsmiddelen of relevante metabolieten (afbraakproducten) aangetroffen ([van Loon et al. 2020](#)). Ook in de helft van de ondiepe winputten van drinkwaterbedrijven zijn resten van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen.

Sommige van deze middelen zijn nog toegelaten ([van Loon et al. 2019](#)).

Onkruidbestrijdingsmiddelen werden het vaakst in het grondwater aangetroffen. Dit geeft aan dat de stoffen tot grote diepte door kunnen dringen en op de lange termijn nadelige effecten voor de drinkwaterwinning kunnen hebben. De meetresultaten van de huidige grondwatermeetnetten leveren vaak geen eenduidige relatie tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater. Dit komt doordat de meetpunten representatief zijn voor grondwater van minimaal 10 jaar oud, terwijl de herkomst onvoldoende nauwkeurig bekend is.

De belangrijkste emissieroute naar het grondwater is uitspoeling vanuit landbouwpercelen. Deze route is goed te kwantificeren. Volgens berekeningen levert het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen in maïs de grootste bijdrage aan de grondwaterbelasting. In bepaalde regio's vormt infiltrerend oppervlaktewater ook een bron van stoffen in het grondwater, maar in vergelijking met de uitspoeling vanuit de bodem is relatief weinig kennis verzameld over de schaal, aard, duur, en ernst van deze zogenoemde oeverinfiltratie.

5. Emissies vanuit geselecteerde teelten

In dit onderzoek hebben we vier teelten geselecteerd voor een nadere analyse van emissieroutes. Binnen de geselecteerde teelten hebben we steeds één toepassingsgebied bekeken. Een toepassingsgebied is een combinatie van een teelt en een ziekte, plaag of onkruid, waartegen een gewasbeschermingsmiddel wordt toegepast. De geselecteerde toepassingsgebieden zijn:

- Zijwaartse bespuiting met insecticiden in de **fruitteelt**. In de fruitteelt worden gewasbeschermingsmiddelen meestal zijwaarts en opwaarts gespoten. Omdat insecticiden de meeste waterkwaliteitsproblemen veroorzaken, hebben we de toepassing van insecticiden via zijwaartse bespuiting nader geanalyseerd.
- De belangrijkste stoffen in de **akkerbouw** zijn fungiciden, insecticiden en een enkele herbicide. In aardappelen is het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen relatief hoog. Het gekozen toepassingsgebied is daarom het gebruik van fungiciden in de aardappelteelt tegen *Phytophthora infestans*.
- De belangrijkste stoffen in de **bloembollenteelt** zijn insecticiden, fungiciden en herbiciden. Het gekozen toepassingsgebied is het gebruik van herbiciden voor opkomst van tulpen en lelies.

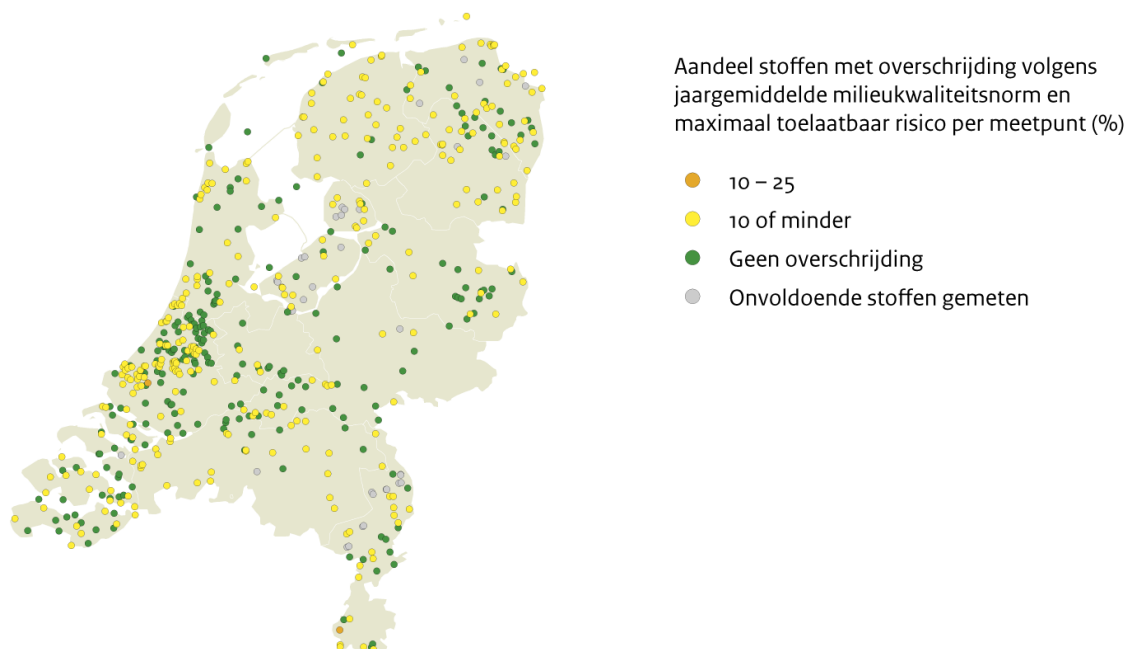
- In de **veehouderij** (maïs en grasland) zijn vooral herbiciden van belang. Herbiciden zijn vooral van belang voor de drinkwaterfunctie. Het gekozen toepassingsgebied is daarom het gebruik van herbiciden in de maïsteelt.

Deze vier toepassingsgebieden omvatten een belangrijk deel van de teelten met een intensief gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de huidige problemen met de waterkwaliteit (figuur 2). Het toepassingsgebied in de maïsteelt is vooral van belang voor de drinkwaterfunctie. Dit betreft vooral herbiciden waarvan een deel in bronnen voor drinkwater uit grondwater worden aangetroffen. Het toepassingsgebied in de bollenteelt is van belang voor zowel de oppervlaktewaterkwaliteit als voor drinkwater uit grondwater.

Er is een vrij volledig beeld van mogelijke emissieroutes...

De inventarisatie van beschikbare kennis heeft een vrij volledig beeld opgeleverd van activiteiten die mogelijk leiden tot emissies naar het oppervlakte- en grondwater. Deze kennis is samengevat in schema's, die waterbeheerders en andere belanghebbenden kunnen gebruiken om inzicht te verkrijgen in *mogelijke*

Normoverschrijding gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater, 2018



Bron: www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl (databankversie 26-11-2019)

PBL/jul20
www.clo.nl/nl054707

Figuur 2: Normoverschrijdingen komen vooral voor in gebieden met kassen, fruitteelt, aardappelen en bloembollen. Zie www.clo.nl/nl054707 voor details .

emissieroutes en handelingsperspectieven bieden om emissies te verminderen. De schema's bevatten de volgende stappen:

- Waar kan de emissie ontstaan (locatie) en bij welke activiteiten?
- Wat zijn de verschillende emissieroutes per locatie?
- Wat is het risico op normoverschrijding als emissie via deze route plaatsvindt?
- Op hoeveel bedrijven vindt emissies via de betreffende route naar schatting plaats?

Bij het maken van deze schema's werd een onderscheid gemaakt tussen activiteiten (en emissieroutes) op het perceel en op het erf. De volledige set aan schema's is te vinden in het rapport [Emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater](#) (De Werd et al. 2012). Bij de schema's past wel de kanttekening dat de informatie niet zonder meer naar de gehele sector vertaald kan worden. Het belang van verschillende emissieroutes verschilt namelijk tussen regio's, bijvoorbeeld door verschillen in grondsoort, slootdichtheid en bedrijfsinrichting.

... maar informatie is veelal ontoereikend emissies te kwantificeren

In de fruitteelt in het Kromme Rijngebied en rond Harmelen kon eenduidig worden vastgesteld dat spuitdrift de hoogste bijdrage levert aan de emissies en waterkwaliteitsproblemen. Voor de overige drie toepassingsgebieden bleek de kennis ontoereikend om het relatieve belang van de verschillende emissieroutes ook kwantitatief in te schatten. Afzonderlijke emissieroutes kunnen namelijk sterk verschillen per regio en per locatie. Bovendien vinden sommige emissies zoals oppervlakkige afspoeling en erfemissies incidenteel plaats. Ook dit maakt ze lastig te kwantificeren. Tenslotte bleek dat kennis over naleving van emissiereducerende maatregelen onvoldoende is. Het ontbreken van kwantitatieve informatie over het belang van emissieroutes staat beslissingen over de meest effectieve maatregelen in de weg.

6. Conclusies

Meeste emissieroutes in beeld, maar kennis om elk van de routes te kwantificeren ontbreekt vaak

Om normoverschrijdingen effectief aan te kunnen pakken moet het relatieve belang van emissieroutes aan waterkwaliteitsproblemen bekend zijn. Dit onderzoek heeft geleerd dat de meeste emissieroutes wel in beeld zijn, maar dat de kennis om elk van deze routes te kwantificeren vaak ontbreekt. Het relatieve belang van

emissieroutes verschilt namelijk per regio en per locatie. Ook zijn sommige emissieroutes lastig te kwantificeren omdat ze alleen incidenteel optreden en omdat kennis over naleving van verplichte maatregelen onvoldoende is. De meeste kennis ontbreekt over emissies door oppervlakkige afspoeling vanaf percelen en emissies vanaf erven. Bij het ontbreken van kwantitatief inzicht in de onderlinge verhouding van emissieroutes is het niet mogelijk om de effectiviteit van emissiereducerende maatregelen integraal te duiden.

Uitspoeling belangrijkste bron grondwaterbelasting

Verder blijkt uit dit onderzoek dat uitspoeling vanuit landbouwgronden de belangrijkste emissieroute naar het grondwater is. Ondanks dat deze route in de toelating wordt meegenomen, worden resten van gewasbeschermingsmiddelen regelmatig in het grondwater op 10 meter diepte aangetroffen. Voor een deel betreft dit middelen die nu nog zijn toegelaten. De meetresultaten van de huidige grondwatermeetnetten leveren vaak geen eenduidige relatie tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater. Dit komt doordat de meetpunten representatief zijn voor grondwater van minimaal 10 jaar oud, terwijl de herkomst onvoldoende nauwkeurig bekend is.

7. Kennisleemten

Uit dit onderzoek blijkt dat voor een aantal emissieroutes onvoldoende informatie beschikbaar is om ze kwantitatief te kunnen duiden. Dit maakt beslissingen over de meest effectieve maatregelen om emissies te verminderen onzeker. De tweede fase van het Kennisimpuls project [gewasbescherming: minder middelen naar het water](#) zal specifiek inzoomen op de tot nu toe onbekende emissieroutes en handvatten bieden aan waterbeheerders en telers om deze emissie te verminderen.

Oppervlaktewater: oppervlakkige afspoeling en erfafspoeling

Allereerst is de beschikbare kennis over de emissie via afspoeling vanaf percelen beperkt. Het is daarvoor nodig om bestaande kennis over emissies via afspoeling voor diverse teeltsystemen en grondsoorten verder uit te werken. Daarnaast ontbreekt kwantitatieve informatie over erfemissies. We bevelen daarom aan om betere schattingen van erfemissies te maken met behulp van bestaande meetgegevens over concentraties in erfputjes. Dit kan helpen om het relatieve belang van erfemissies ten opzichte van perceelemissies te duiden.

Grondwater: metingen in het ondiepe grondwater

Bestaande grondwatermeetnetten zijn gefragmenteerd en de meetresultaten leveren vaak geen eenduidig verband tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater. Om deze reden bevelen we aan om de bestaande grondwatermeetnetten uit te breiden met een *early warning* meetnet in het ondiepe grondwater.

8. Bronnen en links

Deze Deltafact is gebaseerd op de rapportage van de eerste fase van het project *gewasbescherming: minder middelen in het water* (Kruijne et al. 2020). Het rapport bevat een inventarisatie van beschikbare kennis waaronder resultaten van de tussenevaluatie van de nota *Gezonde Groei, Duurzame Oogst* (PBL 2019), van de literatuur over emissieroutes die is aangeleverd door gebruikers, en van resultaten van onderzoek dat bij de kennisinstellingen is uitgevoerd. Ook is gebruik gemaakt van beschikbare berekeningen in de kavelsloten met de Nationale Milieu Indicator (NMI4; zie www.clo.nl/nl054805 voor details), en van metingen in het regionale oppervlaktewatersysteem (LM-GBM) en in bronnen van drinkwaterproductie uit oppervlaktewater en grondwater (zie www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl).

- De Werd H.A.E. & A.J. van der Wal (2012), [Emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater](#). Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- EFSA PPR Panel (2013), [Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters](#). Parma: European Food Safety Authority.
- PBL (2019), [Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd](#). Tussenevaluatie van de nota *Gezonde groei, duurzame oogst*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Kruijne R., M. Wenneker, M. Montforts, J. de Weert & A. van Loon (2020), [Analyse van de bijdrage van verschillende emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen aan de waterkwaliteit](#). Amersfoort: STOWA.
- Van Loon, A.H., T. Pronk, B. Raterman & S. Ros (2020), [Grondwaterkwaliteit Nederland 2020](#). Anorganische parameters, bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen in de grondwatermeetnetten van de provincies. Nieuwegein: KWR.

- Van Loon, A., R. Sjerps & K.J. Raat (2019), [Gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in Nederlandse drinkwaterbronnen](#). Nieuwegein: KWR.
- Verschoor, A., J. Zwartkruis, M. Hoogsteen, J. Scheepmaker, F. de Jong, Y. van der Knaap, P. Leendertse, S. Boeke, R. Vijftigschild, R. Kruijne & W. Tamis (2019), [Tussenevaluatie van de nota 'Gezonde Groei, Duurzame Oogst': Deelproject Milieu](#). Bilthoven: Rijkinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

9. Colofon

Deze Deltafact is geschreven door Roel Kruijne (WEnR), Arnaut van Loon (KWR), Mark Montforts (RIVM), Aaldrik Tiktak (PBL), Jasperien de Weert (Deltares; tegenwoordig Hoogheemraadschap van Rijnland) en Marcel Wenneker (WPR).

Datum: 28 oktober 2020

Het onderzoek is gefinancierd door de **Kennisimpuls Waterkwaliteit**. In de Kennisimpuls Waterkwaliteit werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstututen aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders en andere partijen de juiste maatregelen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten. In het programma brengen partijen bestaande en nieuwe kennis bijeen, en maken ze die kennis (beter) toepasbaar voor de praktijk.

Kennisimpuls Waterkwaliteit. Beter weten wat er speelt en wat er kan

10. Disclaimer

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en diagnosemethoden zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteur(s) en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.