

ANALYSE VAN DE BIJDRAGE VAN VERSCHILLENDE EMISSIEROUTES VAN GEWASBESCHERMINGS- MIDDELEN AAN DE WATERKWALITEIT

►► KIWK 2020-12



Kennisimpuls
WATERKWALITEIT

▶▶ KIWK IN HET KORT

In de Kennisimpuls Waterkwaliteit werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstituten aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders 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 deze kennis (beter) toepasbaar voor de praktijk. Hiermee verstevigen ze de basis onder het waterkwaliteitsbeleid. Het programma is gestart in 2018 en duurt vier jaar. Het wordt gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, STOWA, waterschappen, provincies en drinkwaterbedrijven.

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

►► VOORWOORD

Vanuit de Delta Aanpak Waterkwaliteit is besloten tot een extra inspanning om ervoor te zorgen dat de waterkwaliteitsdoelen van de KRW in 2027 gehaald worden. Naast de uitvoering van verschillende activiteiten is kennis nodig om tot een effectieve verbetering van de waterkwaliteit te komen. Sinds 2018 krijgt dit vorm in de Kennis Impuls Waterkwaliteit (KIWK). Eind 2017 heeft een vertegenwoordiging van stakeholders negen prioritaire kennisbehoeften geformuleerd voor de KIWK en één daarvan betreft het inzicht welke emissieroutes de oorzaak zijn van waterkwaliteitsproblemen met gewasbeschermingsmiddelen. De doelstelling van het project is dan ook om de belangrijkste aangrijpingspunten voor emissiereductie te identificeren.

Het project bestaat uit twee fasen en heeft een beoogde looptijd van vier jaar. Voor de eerste fase is in het tweede kwartaal van 2019 in samenwerking met Deltares, KWR en RIVM een projectplan opgesteld om de kennis over emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen op een rij te zetten. Op verzoek van de vertegenwoordiging van de provincies binnen de gebruikerscommissie werd het projectvoorstel fase 1 uitgebreid met het grondwater. De kennisvraag die ten grondslag ligt aan dit project overlapt met de tussenevaluatie van de nota *Gezonde Groei Duurzame Oogst*, die in juni 2019 verschenen is. Om hier optimaal gebruik van te kunnen maken is dit project van start gegaan nadat de tussenevaluatie gepubliceerd was. De gebruikerscommissie van het project is samengesteld uit een vertegenwoordiging van de financiers van het programma KIWK; t.w. I&W-DWL, waterbeheerders, drinkwaterbedrijven en provincies; en van LTO en Nefyto.

Het voorliggende rapport betreft de rapportage over de eerste fase. Het rapport bevestigt de bevindingen in de tussenevaluatie dat er nog veel onzekerheden zijn over het relatieve belang voor de waterkwaliteit van de verschillende emissieroutes, zoals afspoeling vanaf percelen, spuitdrift, drainage en erfemissies. De tweede fase van het project zal daarom meer specifiek inzoomen op de tot nu toe onbekende emissieroutes en handvatten bieden aan waterbeheerders en boeren om deze emissie te verminderen.

Aaldrik Tiktak

Voorzitter van de gebruikerscommissie

►► COLOFON

Opdrachtgever	Kennisimpuls Waterkwaliteit	
Auteurs	Roel Kruijne (WENR), Marcel Wenneker (WPR), Mark Montforts (RIVM), Jasperien de Weert (Deltares), Arnout van Loon (KWR)	
Gebruikerscommissie	Aaldrik Tiktak	PBL
	Coen van Dijk	Waterschap Rivierenland
	Marian van Dongen	Waterschap Hunze en Aa's
	Arina Nikkels	Waterschap Vallei en Veluwe
	Joan Meijerink	Waterschap Zuiderzeeland
	Henk Bouman	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
	Niels Lenting	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
	Dennis Kalf	Rijkswaterstaat - WVL
	Rosa Sjerps	Oasen
	André Bannink	RIWA
	Maarten van der Ploeg	RIWA
	Anton Dries	Provincie Drenthe
	Janco van Gelderen	Provincie Utrecht
	Jacco van Bruchem	LTO
	Klaas Jilderda	Nefyto
Vormgeving	Shapeshifter.nl Utrecht	
Meer informatie	Roel Kruijne roel.kruijne@wur.nl	
STOWA-rapportnummer	2020-12	
ISBN	978.90.5773.874.6	
Copyright	De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar.	
Disclaimer	Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteur(s) en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.	

►► INHOUD

	KIWK in het kort	2
	Voorwoord	3
	Colofon	4
	Samenvatting	7
1	Inleiding	11
1.1	Aanleiding	11
1.2	Doelstelling	11
1.3	Aanpak	11
1.4	Afbakening	12
1.5	Leeswijzer	13
2	Inventarisatie van gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater en grondwater	14
2.1	Inleiding	14
2.2	Oppervlaktewater	14
	2.2.1 Regionaal systeem	14
	2.2.2 Kavelsloten	17
	2.2.3 Hoofdsysteem	18
2.3	Grondwater	21
	2.3.1 Algemeen	21
	2.3.2 Bronnen voor drinkwatervoorziening	21
2.4	Synthese	23
3	Emissieroutes	26
3.1	Inleiding	26
3.2	Overzicht van de bestaande kennis	26
	3.2.1 Tussenevaluatie van de 2e Nota Duurzame Gewasbescherming	26
	3.2.2 Bronnen van waterbeheerders, waterbedrijven en provincies	28
	3.2.3 Emissieroutes	32
3.3	Fruitteelt	39
3.4	Aardappelteelt	41
3.5	Bollenteelt	42
3.6	Maisteelt	43

4	Discussie	45
4.1	Toepassingsgebieden	45
4.2	Normen	46
4.3	Inzicht in emissieroutes	46
4.4	Mogelijkheden tot kwantificeren van emissieroutes	48
4.5	Beantwoording van de onderzoeksvragen	49
5	Conclusies en aanbevelingen	51
5.1	Conclusies	51
5.2	Aanbevelingen	51
6	Referenties	53
7	Bijlagen	57
7.1	Normoverschrijdende stoffen (LM-GBM; 2017-2018)	58
7.2	Resultaten berekeningen NMI 4 (gebruik 2016)	61
7.3	Gedrag in het milieu, toelating, gebruik en emissies van TOP5-stoffen	65
7.4	Stoffen gemeten in bronnen drinkwaterbronnen	72
7.5	Figuren meetresultaten LM-GBM op maandbasis	74
7.6	Voorbeeld: Inschatting emissieroutes insecticide thiacloprid in de fruitteelt	84
7.7	Inschatting emissieroutes voor de vier toepassingsgebieden	95
7.8	Classificatie van stoffen o.b.v. fysisch-chemische eigenschappen	99
7.9	Resultaten NMI 4 voor TOP5-stoffen (OW)	100

►► SAMENVATTING

Vanuit de Delta Aanpak Waterkwaliteit is besloten tot een extra inspanning om er voor te zorgen dat de waterkwaliteitsdoelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) in 2027 gehaald worden. Sinds 2018 krijgt dit vorm in de Kennis Impuls Waterkwaliteit (KIWK) en één van de onderwerpen in dit programma betreft de emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen die problemen veroorzaken met de waterkwaliteit en met de drinkwaterfunctie van oppervlaktewater en grondwater. De doelstelling van het onderhavige project is om de belangrijkste aangrijpingspunten voor emissiereductie te identificeren. In voorliggend rapport wordt het resultaat van fase 1 van dit project beschreven. De deeldoelstelling van deze fase is het inventariseren van de beschikbare kennis en het identificeren van de kennislücken. Dit biedt aanknopingspunten voor waterbeheerders om de KRW-doelen en de doelen van de 2^e nota Duurzame Gewasbescherming te realiseren.

Inventarisatie

De inventarisatie van beschikbare kennis omvat de resultaten van de tussenevaluatie van de 2^e Nota Duurzame Gewasbescherming (Gezonde Groei, Duurzame Oogst), van de literatuur over emissieroutes die is aangeleverd door de gebruikers, en van resultaten van onderzoek dat bij de kennisinstellingen is uitgevoerd. Tevens is gebruik gemaakt van eerder uitgevoerde berekeningen in de kavelsloten (Nationale Milieu Indicator NMI 4), en van metingen in het regionale oppervlaktewatersysteem (Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen LM-GBM) en in bronnen van drinkwaterproductie uit oppervlaktewater en grondwater.

Op basis van de beschikbare gegevens is een viertal toepassingsgebieden geselecteerd dat relevant is voor een nadere analyse van emissieroutes en representatief voor de huidige problemen met de waterkwaliteit en de drinkwatervoorziening. Een toepassingsgebied is een combinatie van gewas en een aantaster, plaagorganisme of onkruid, waarvoor een gewasbeschermingsmiddel wordt toegepast;

- De belangrijkste stoffen in de fruitteelt zijn insecticiden, fungiciden en een enkele herbicide. Het gekozen toepassingsgebied is het gebruik van insecticiden door zijwaarts/opwaarts spuiten.
- De belangrijkste stoffen in de akkerbouw zijn fungiciden, insecticiden en een enkele herbicide. Het gekozen toepassingsgebied is 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 voor-opkomst herbiciden in tulp en lelies.
- De belangrijkste stoffen in de veehouderij (mais en grasland) zijn herbiciden en een acaricide (zaadcoating). Het gekozen toepassingsgebied is het gebruik van herbiciden in de maisteelt.

Oppervlaktewater

Er is relatief veel onderzoek gedaan naar de emissie via spuitdrift en de bijdrage van deze route aan het risico voor waterleven in de kavelsloten. In de tussenevaluatie is geconstateerd dat deze emissieroute voor het geheel van alle stoffen de grootste bijdrage levert aan het risico voor waterleven.

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 ten opzichte van de bijdrage van spuitdrift. Emissie via de drainpijp kan een grote bijdrage leveren aan de totale emissie; met name vanaf percelen op scheurende kleigronden. De hoeveelheid emissie is sterk afhankelijk van de stof, de bodemsamenstelling en de waterhuishouding op locatie. De grootste emissies via de drainpijp worden berekend voor herbiciden. Deze stoffen zijn over het algemeen minder giftig voor waterleven en zij leveren ondanks de grote hoeveelheid emissie een relatief kleine bijdrage aan het risico voor waterleven. Voor een deel van de insecticiden worden ook emissies via de drainpijp berekend. Voor deze stoffen is de hoeveelheid emissie via de drainpijp kleiner en kan de bijdrage aan het risico voor waterleven groter zijn dan die van spuitdrift. De beschikbare kennis over de concentraties in het afstromende water en de emissies via afspoeling vanaf percelen is beperkt, zodat de omvang van deze emissie niet kan worden gekwantificeerd. Erfemissies vormen een potentieel risico voor het waterleven.

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 het lastig om erfemissies en het risico voor waterleven te kwantificeren.

Grondwater

Een groot deel van de meetpunten van de bestaande grondwatermeetnetten bevindt zich op een diepte van circa 10 m. Rond deze diepte kan het grondwater tientallen jaren oud zijn. Het ontbreken van metadata over de herkomst en de ouderdom van het bemonsterde grondwater maakt het niet eenvoudig om een verband te leggen tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater. De belangrijkste emissieroute naar het grondwater is uitspoeling vanuit de bodem vanaf landbouwpercelen. Deze route is goed te kwantificeren. Volgens berekeningen komt de grootste bijdrage aan de totale hoeveelheid uitspoeling in de richting van het grondwater voor rekening van herbicidengebruik in mais. In bepaalde regio's vormt infiltrerend oppervlaktewater ook een bron van stoffen in het grondwater. Over de bijdrage vanuit deze bron is relatief weinig bekend.

Geselecteerde toepassingsgebieden

Voor de fruitteelt zijn meer resultaten beschikbaar uit onderzoek waarin geprobeerd is de emissieroutes te kwantificeren dan voor de drie andere toepassingsgebieden. Uit onderzoek naar de relatie tussen het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de fruitteelt en de waterkwaliteit in het Kromme Rijngebied en rond Harmelen, blijkt dat spuitdrift zeer waarschijnlijk een grotere bijdrage aan de totale emissie levert dan erfemissies. Emissie via drift lijkt de grootste bijdrage aan het risico voor waterleven te leveren. Emissie via de drainpijp draagt voor de meeste stoffen minder bij aan het risico voor waterleven. Voor andere regio's met fruitteelt kan de onderlinge verhouding van de emissies anders zijn.

In het afvalwater van fruitsorteerbedrijven komen ook veel verschillende stoffen voor. Lozing van dit sorteerwater kan meetbare effecten op de waterkwaliteit geven. Voor de drie andere toepassingsgebieden zijn schema's beschikbaar die bedoeld zijn voor gebruikers om beter zich te krijgen op het relatieve belang van activiteiten en emissieroutes binnen de betreffende sector. Het kwantificeren van de bijdrage van de emissieroutes aan de totale emissie is voor deze toepassingsgebieden niet goed mogelijk.

Voor veel emissieroutes blijkt dat er geen goede kwantitatieve inschattingen gemaakt kunnen worden. Afzonderlijke emissieroutes kunnen sterk verschillen met de regio en de locatie (perceel). Daardoor is het ook niet mogelijk om te bepalen in welke mate ze bijdragen aan de totale emissies van de stoffen naar het oppervlaktewater, en in welke mate ze bijdragen aan de normoverschrijding in de kavelsloten en in het regionale systeem. Op landelijke schaal is het wel mogelijk om voor de emissieroutes drift, atmosferische depositie en drainpijpafvoer de onderlinge verhouding te schatten.

Discussie

Om normoverschrijdingen effectief aan te kunnen pakken moeten de transportroutes binnen het perceel en de emissieroutes vanaf het perceel waarlangs deze in het oppervlaktewater en grondwater terecht komen bekend zijn. Ook de onderlinge (kwantitatieve) verhoudingen tussen de verschillende emissieroutes en hun bijdrage aan het risico voor waterleven zijn hierbij van belang; zodat de meest (kosten-)effectieve maatregelen geïdentificeerd kunnen worden.

De toelatingsbeoordeling is gericht op de kavelsloten. De oorzaak van overschrijding van de toelatingsnorm in de kavelsloten kan liggen in een onderschatting van de bijdrage van spuitdrift in de toelating, in het feit dat de toelating geen rekening houdt met bepaalde emissieroutes, en in situaties waar stoffen niet volgens de voorschriften worden gebruikt. Vanuit de aanname dat dit dekkend zou zijn voor de grotere waterlopen, zou bij toetsing van meetgegevens in het regionale systeem aan de chronische toelatingsnorm geen sprake moeten zijn van normoverschrijding. Uit de tussenevaluatie blijkt echter dat naast de overschrijding van de waterkwaliteitsnorm ook regelmatig de toelatingsnorm wordt overschreden in het regionale systeem. Normoverschrijdingen in het regionale systeem zijn daarmee niet alleen het gevolg van een verschil tussen de toelatingsnorm en de waterkwaliteitsnormen.

Conclusies

Uit de literatuur blijkt dat emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen niet goed bekend zijn en dat niet eenvoudig is om deze te kwantificeren. Unieke lokale omstandigheden kunnen zorgen voor een structurele vracht naar het oppervlaktewater ter plaatse van de meetpunten, terwijl het effect van die lokale omstandigheden niet bekend is, en daarmee niet gewogen kunnen worden. Op dit moment ontbreekt het aan een methode om de relatieve bijdrage van elke emissieroute systematisch te duiden. Op hoofdlijnen blijkt uit deze inventarisatie;

- Het LM-GBM laat zien dat er nog steeds normoverschrijdingen van gewasbeschermingsmiddelen in het regionale systeem worden gevonden.
- De NMI-berekeningen laten ook zien dat normoverschrijdingen in de kavelsloten plaatsvinden.
- De overschrijdingen worden door verschillende stofgroepen veroorzaakt: insecticiden, fungiciden en herbiciden.
- De verschillende emissieroutes van stoffen naar het oppervlaktewater zijn kwalitatief bekend.
- De kwantitatieve emissieroutes van de stoffen naar het oppervlaktewater zijn maar ten dele bekend. Dat zijn met name drift en drainpijpafvoer.
- Voor de emissieroutes als erfemissies en afspoeling vanaf percelen zijn geen kwantitatieve gegevens voorhanden.
- Bij het ontbreken van inzicht in de onderlinge verhouding van de vrachten en het verloop van de blootstelling, is het effect van maatregelen gericht op de reductie van een bepaalde emissieroute niet bekend.
- De frequentie van het optreden van incidenten gerelateerd aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de grootte van de emissies die daarbij optreden zijn niet bekend. De relevantie van incidenten voor de normoverschrijding is evenmin bekend.
- De meetresultaten van de huidige grondwatermeetnetten leveren vaak geen eenduidige relatie tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater.

Aanbevelingen

De aanbevelingen voor verder onderzoek in Fase 2 zijn gericht op het vullen van hiaten in de beschikbare kennis; nodig voor het kwantificeren van de emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater en naar het grondwater.

Om te komen tot een beter inzicht in de bijdrage van erfemissies aan de totale emissie wordt aanbevolen:

- een inventarisatie te maken van watervoerende sloten langs erven. Dit als aanvulling op een verbetering van schattingen vanuit de erfemissiescans;
- bestaande meetgegevens en informatie over concentraties in erfputjes en effluent op het erf te inventariseren, de emissie te schatten en deze te vergelijken met de emissies via andere routes;
- de schatting van het model POSSUM beter uit te werken, van de emissies die kunnen ontstaan bij verschillende handelingen met gewasbeschermingsmiddelen op het erf;
- activiteiten te starten/continueren die bijdragen aan het verhogen van het bewustzijn van de risico's van het werken met gewasbeschermingsmiddelen.

Gebruik van experimentele gegevens en ontwikkeling van modellen:

- Emissies zijn moeilijk te meten. Aanbevolen wordt om tracer-onderzoek te gebruiken voor het volgen van het transport van stoffen richting de kavelsloten;
- Aanbevolen wordt om (bestaande) driftgegevens door te rekenen met nieuwe (probabilistische) modellen, zoals Spexus om te komen tot een realistischer inschatting van de emissie via drift;
- Aanbevolen wordt om het effect van stapeling van emissies van een middel vanaf verschillende percelen op de waterkwaliteit van het regionale oppervlaktewater en het grondwatersysteem te onderzoeken;
- Aanbevolen wordt om het effect op de beoordeling van verschil tussen toelatingscriterium en waterkwaliteitsnorm te evalueren;
- De beschikbare kennis over de emissie via afspoeling vanaf percelen is beperkt. Aanbevolen wordt om bestaande kennis over het ontstaan van afstroming van water en emissie via afspoeling verder uit te werken voor de diverse teeltsystemen en grondsoorten;

- Aanbevolen wordt om meetgegevens te verzamelen over de infiltratiecapaciteit en reactiviteit van bodems, inclusief de variatie binnen percelen en in de tijd.

Meetnet en monitoring:

- Om de bijdragen van emissieroutes vanaf percelen en vanaf het erf beter te kunnen onderscheiden, wordt aanbevolen om metagegevens over het vanggebied te verzamelen voor de meetpunten van het LM-GBM. Dit betreft gegevens over het erf (aantallen, de ligging ten opzichte van sloten en percelen), buisdrainage, de risico index voor afstroming vanaf percelen;
- Tevens wordt aanbevolen om gerichte monitoring op te zetten en uit te voeren om beter inzicht te krijgen in het ontstaan van de verschillende emissieroutes en om hun bijdrage aan de waterkwaliteit in de kavelsloten en het regionale systeem te kunnen schatten (drainpijpafvoer, afspoeling, drift, erfemissies).
- De 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 wordt aanbevolen om de bestaande grondwatermeetnetten uit te breiden met een 'early warning' meetnet in het bovenste grondwater. Voor het ontwerp van een dergelijk meetnet is onderzoek vereist naar de representativiteit voor grotere arealen en hoe de resultaten zich verhouden tot de bestaande meetnetten op grotere diepte.

Algemeen:

- In deze fase is niet verkend in hoeverre nieuwe kennis en ervaring opgedaan in bijvoorbeeld de Emissiereductieplannen en ander lopend onderzoek worden benut, verankerd en gedeeld door de beheersorganisaties. Aanbevolen wordt om de doorwerking van beschikbare kennis en ervaringen op de praktijk toe te onderzoeken.

►► 1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In het Nederlandse oppervlaktewater en grondwater worden regelmatig werkzame stoffen en metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen in concentraties die de normen overschrijden. Deze situatie leidt tot negatieve effecten in het aquatisch milieu en tot knelpunten in de drinkwatervoorziening. Bovendien is de kans aanwezig dat de doelstellingen van de Kader Richtlijn Water (KRW) niet worden gerealiseerd. In de Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming wordt het doel gesteld om uiterlijk 2023 te voldoen aan alle internationale eisen op het gebied van milieu en water. De doelstellingen zijn:

1. 90% afname van het aantal overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen in oppervlaktewater;
2. 95% afname van het aantal overschrijdingen van de drinkwaternorm in oppervlaktewater dat bestemd is voor drinkwaterproductie.

De nota bevat geen concrete doelstelling voor verbetering van de grondwaterkwaliteit, maar het bestaande beleid blijft erop gericht om eventuele problemen met de grondwaterkwaliteit in de regio tegen te gaan.

Eind 2017 heeft een vertegenwoordiging van stakeholders negen prioritaire kennisbehoeften geformuleerd voor de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK). Eén daarvan betreft het inzicht welke emissieroutes de oorzaak zijn van de waterkwaliteitsproblemen met gewasbeschermingsmiddelen (GBM). Ook uit de tussenevaluatie van de Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming (Nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst; Rijksoverheid, 2013) blijkt de noodzaak van een extra inspanning om de doelen voor de waterkwaliteit te realiseren (PBL, 2019; Verschoor et al., 2019). Om dit te bereiken zijn meerdere benaderingen mogelijk en het antwoord op de vraag welke het meest geschikt is kan per teelt of zelfs per stof verschillen.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van het project KIWK GBM is om de belangrijkste aangrijppingspunten voor emissiereductie te identificeren. Met deze informatie kunnen de waterbeheerders en de landbouwsector de maatregelen die zij gaan implementeren richten op het gebruik, de stoffen, de processen en de routes die het meest bijdragen aan de verbetering van de kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater. Hiertoe zijn 2 fasen met elk een deeldoelstelling geformuleerd.

Het doel van Fase 1 is het identificeren van de meest relevante emissieroutes voor de meest relevante werkzame stoffen en/of metabolieten (voorbeeldstoffen) naar oppervlaktewater en grondwater.

In Fase 1 worden de volgende onderzoeksvragen onderzocht;

1. In welke mate dragen de verschillende berekende emissieroutes bij aan de normoverschrijding in oppervlaktewater en grondwater?
2. Zijn er metingen waarmee berekende emissieroutes kunnen worden vergeleken?
3. Welke onderdelen van het NMI-model dienen te worden verbeterd om de praktijksituatie beter te kunnen voorspellen?
4. Wat voor vervolgonderzoek zou er moeten worden opgezet om beter zicht te krijgen op de relevante emissieroutes?

De laatste vraag sluit aan bij de deeldoelstelling van Fase 2: Het opvullen van kennishiaten met behulp van regionale case studies, metingen, verbetering modelinstrumentarium (na een go-no-go beslissing).

1.3 Aanpak

Het project Fase 1 begint met het selecteren van stoffen en sectoren of teeltsystemen die relevant zijn voor een nadere analyse van de emissieroutes. Dit gebeurt op basis van eerder uitgevoerde metingen en berekeningen. In de gewasbeschermingspraktijk zijn de verschillen tussen de agrarische sectoren groot en om het onderzoek voldoende diepgang te kunnen geven wordt een viertal toepassingsgebieden geselecteerd. Een toepassingsgebied is een combinatie van gewas en aantaster, plaagorganisme of onkruid, waarvoor een gewasbeschermingsmiddel wordt toegepast (Ctgb, 2015). We kiezen

combinaties met een intensief gebruik die elkaar zo goed mogelijk aanvullen en samen een beeld geven van een belangrijk deel van de huidige problemen met de waterkwaliteit en de drinkwatervoorziening. Met deze benadering wordt een voorbeeldstof gezien als representatief voor een aantal stoffen met hetzelfde toepassingsgebied. Op basis van metingen, modelberekeningen en andere bronnen (literatuur) wordt voor een toepassingsgebied onderzocht welke routes een belangrijke bijdrage leveren aan de totale emissie en aan de waterkwaliteit. Hierbij geldt het streven naar een zo volledig mogelijk beeld van alle emissieroutes. Deze stap leidt tot het inzicht in de vraag welke hiaten er zijn in de beschikbare kennis.

De oorzakenanalyse van stoffen die structureel in het oppervlaktewater worden aangetroffen, is bedoeld om inzicht te krijgen in de belangrijkste bronnen en emissieroutes en om aangrijpingspunten te benoemen voor maatregelen om deze emissies te reduceren. Om te komen tot een keuze van toepassingsgebieden (stoffen en sectoren) en vervolgens tot het inschatten van de bijdragen van emissieroutes, maken we gebruik van de oorzakenanalyse volgens de methodiek voor terugkoppeling van monitoringsresultaten in oppervlaktewater naar de toelating (zie [tekstbox](#)).

TEKSTBOX

Terugkoppeling monitoringsresultaten naar de toelating

De monitoringsresultaten worden altijd betrokken bij nieuwe aanvragen of verlengingsaanvragen voor toelatingen. In de oorspronkelijke opzet wordt de methodiek voor terugkoppeling van monitoringsresultaten naar de toelating doorlopen voor een stof die voorkomt op de lijst met probleemstoffen die is gemaakt op basis van de meetresultaten in de Bestrijdingsmiddelenatlas (De Werd en Kruijne, 2011). De toelatinghouders kunnen een ERP schrijven voor stoffen die in overleg met de Ministeries van I&W en LNV worden geselecteerd. toelatinghouderHet ERP gaat in op de mogelijke oorzaken van het aantreffen van de stof in het oppervlaktewater en op maatregelen om de emissies te reduceren. Bij het opstellen van dit plan kan de toelatinghouder gebruik maken van het protocol oorzakenanalyse. Bij het doorlopen van het protocol worden gegevens verzameld over de monitoringdetails, het gedrag van de stof in het milieu, het toegelaten gebruik, het gebruik in de praktijk, en de bronnen of emissies van de stof in het oppervlaktewater. Er volgt een interpretatie van de verzamelde gegevens inclusief een overzicht van de uitkomsten in de vorm van een tabel met gewassen (toepassingsgebieden) en emissieroutes, en een conclusie over de meest aannemelijke oorzaak van de normoverschrijdingen. De toelatinghoudertoelatinghouder kan maatregelen formuleren en een plan voor uitvoering opstellen. De verantwoordelijkheid voor de uitvoering van het Emissiereductieplan ligt bij de toelatinghoudertoelatinghouder. Samenvattingen van Emissiereductieplannen zijn beschikbaar op de Toolbox Emissiebeperking.

1.4 Afbakening

Het onderzoek is gericht op het agrarisch gebruik van gewasbeschermingsmiddelen; op het perceel, in de kas en op het erf van agrarische bedrijven en daarnaast op de behandeling van uitgangsmateriaal (plantgoed, zaden, bollen) en/of geoogst product. Sommige werkzame stoffen van een gewasbeschermingsmiddel zijn ook toegelaten als biocide. Eventueel gebruik van biociden, en ander, niet-landbouwkundig gebruik van de geselecteerde stoffen (door consumenten, bedrijven, overheden, verenigingen) wordt wel gesignaleerd maar niet nader onderzocht.

Normoverschrijdingen in het regionale watersysteem zijn over het algemeen beter in verband te brengen met een bepaald gebruik en de emissies die daarbij kunnen optreden, dan normoverschrijdingen in Rijkswateren. Om deze reden wordt het compartiment oppervlaktewater voor de waterkwaliteit afgebakend tussen de haarvaten (perceelsloten) en het type waterlichamen waarin de meetpunten van het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen liggen (LM-GBM; [Figuur 1](#)). Voor de drinkwaterfunctie van het oppervlaktewater gelden de innamepunten als het uitgangspunt.

In deze fase van het project worden geen tools ontwikkeld, metingen aan vrachten of concentraties gedaan, modelberekeningen of veldwaarnemingen gedaan.

1.5 Leeswijzer

In [Hoofdstuk 1](#) van dit rapport zijn het doel en de aanpak van het project KIWK GBM beschreven. [Hoofdstuk 2](#) bevat een overzicht van probleemstoffen vanuit een aantal invalshoeken; t.w. normoverschrijding in de meetpunten van het regionaal systeem (het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen LM-GBM); stoffen met de grootste bijdrage aan het risico voor waterleven in de kavelsloot volgens berekeningen met de Nationale Milieu Indicator (NMI), en stoffen die gevonden zijn in bronnen van drinkwaterproductie uit oppervlaktewater en grondwater. Aan de hand van deze datasets worden vier toepassingsgebieden van gewasbeschermingsmiddelen geselecteerd. [Hoofdstuk 3](#) begint met een overzicht van beschikbare kennis op het gebied van emissies naar oppervlaktewater en grondwater. Het hoofdstuk vervolgt met een meer gedetailleerde beschrijving van kennis over de bijdragen van verschillende emissieroutes aan de totale emissie; voor de vier toepassingsgebieden. Hoofdstuk 4 bevat de discussie en [Hoofdstuk 5](#) bevat de conclusies en aanbevelingen. Achtergrondinformatie is opgenomen in [Bijlage 7.1 t/m 7.9](#) van dit rapport.

►► 2 INVENTARISATIE VAN GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN IN OPPERVLAKTEWATER EN GRONDWATER

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat een inventarisatie van de stoffen die structureel worden aangetroffen in het oppervlaktewater en het grondwater en die tot problemen leiden met de ecologische waterkwaliteit of voor de drinkwaterfunctie.

[Sectie 2.2](#) gaat in op lijstjes met deze stoffen die zijn samengesteld vanuit verschillende invalshoeken. Eerst zijn de stoffen besproken die de waterkwaliteitsnorm(en) overschrijden in de meetpunten van het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen (LM-GBM). Dit is aangevuld met de stoffen die volgens berekeningen met de Nationale Milieu Indicator (NMI 4 o.b.v. CBS-waarnemingen van 2016) de grootste bijdrage leveren aan het risico voor waterleven in de kavelsloten. Voor de belangrijkste stoffen is informatie bij elkaar gebracht die een indruk geeft van het gedrag in het milieu, de toelating, het gebruik en de emissies naar het oppervlaktewater. In de bespreking van de belangrijkste stoffen in deze sectie worden alleen drift, uitspoeling via de drainpijp en atmosferische depositie genoemd. Er zijn ook aanwijzingen dat andere emissieroutes van belang kunnen zijn; deze ontbreken echter in de NMI 4. In [Hoofdstuk 3](#) wordt ingegaan op de beschikbare kennis over emissieroutes en de hiaten in deze kennis. Aansluitend is een overzicht gegeven van de stoffen die gemeten zijn in bronnen van drinkwaterproductie uit oppervlaktewater. Hiermee ontstaat een beeld van stoffen die relevant zijn voor de waterkwaliteit en de drinkwaterfunctie van het oppervlaktewaterstelsel; het regionale systeem, de kavelsloten, en het hoofdsysteem.

In [Sectie 2.3](#) zijn de stoffen besproken die gemeten zijn in bronnen van drinkwaterproductie uit grondwater. Uit dit geheel worden vier toepassingsgebieden geselecteerd, om de beschikbare kennis over de bijdrage van de verschillende emissieroutes op een rij te zetten en de hiaten te benoemen ([Sectie 2.4](#)).

2.2 Oppervlaktewater

2.2.1 Regionaal systeem

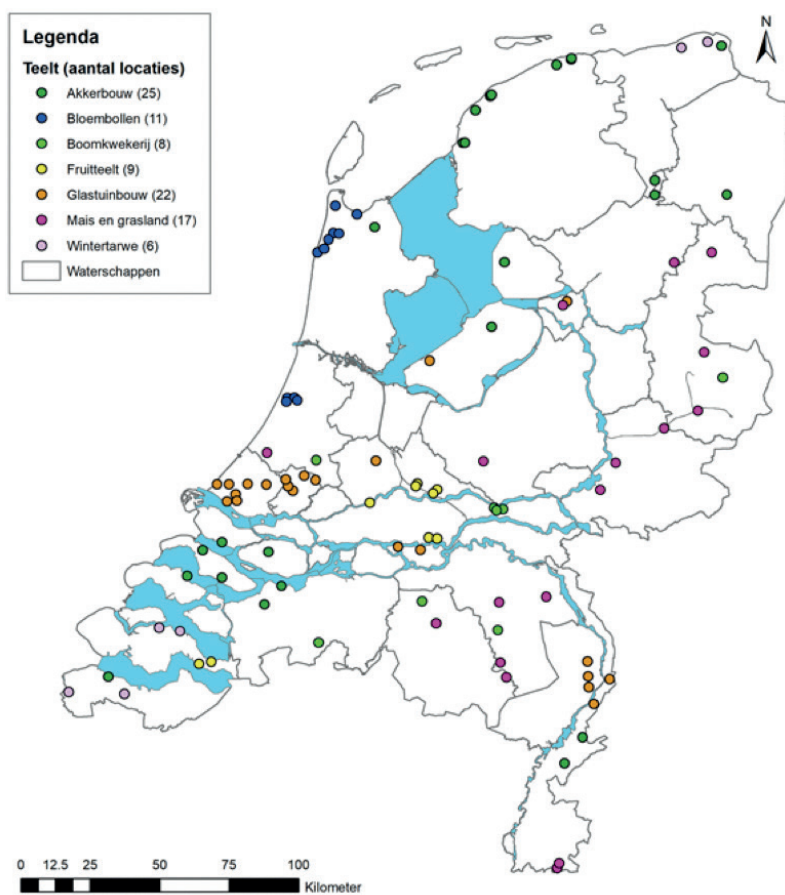
In deze sectie worden de belangrijkste stoffen besproken op basis van de overschrijding van de waterkwaliteitsnormen in de meetpunten van het LM-GBM.

Het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen Land- en Tuinbouw (LM-GBM) is opgezet om veranderingen in de waterkwaliteit te kunnen volgen. Het meetnet is samengesteld uit 98 reguliere meetpunten van de waterbeheerders. Binnen het LM-GBM worden deze jaarlijks bemonsterd. De meetlocaties zijn gelegen in zogenaamde verzamelsloten waarop meerdere kleinere sloten (kavelsloten; ook wel de haarvaten genoemd) uit het gebied op afwateren. De meetlocaties zijn zo geselecteerd dat ze worden beïnvloed door één overheersende agrarische sector, waarbij de gewasbeschermingsmiddelen die ter plekke in het oppervlaktewater worden aangetroffen met grote waarschijnlijkheid ook uit die teelt afkomstig zijn. Het meetnet richt zich op de belangrijkste teeltgroepen, namelijk akkerbouw, bloembollen op zand, boomkwekerij, fruitteelt, glastuinbouw, mais/grasland, en wintertarwe (De Weert et al., 2014; De Weert et al., 2019). De meetlocaties worden door de auteurs ook als representatief gezien voor andere gebieden waar dezelfde teelten zijn maar waar geen meetlocaties zijn aangewezen. De ligging van de meetlocaties voor de verschillende teeltgroepen is weergegeven in [Figuur 1](#).

Voor alle teeltgroepen geldt dat de meetlocaties jaarlijks minimaal zes keer bemonsterd moeten worden waarbij de bemonsteringsperiode zo goed mogelijk is afgestemd op het groeiseizoen en de gewasbeschermingsmiddelen die in de desbetreffende teelt worden toegepast. Er worden ook metingen buiten het toepassingsseizoen van de betreffende teelt verricht. In de opzet van het meetpakket is per teeltgroep aangegeven welke middelen zijn toegelaten. De stoffen die in deze middelen zitten worden zoveel mogelijk geanalyseerd. De gemeten concentraties worden getoetst aan de JG-MKN en de MAC- MKN en jaarlijks worden deze data geëvalueerd.

Figuur 1

Ligging LM-GBM Meetpunten en teeltgroepen (De Weert et al., 2019)



Bijlage 7.1 bevat een overzicht per teeltgroep van de meest recente resultaten van het LM-GBM. Van elke teeltgroep is op een rij gezet hoeveel normoverschrijdingen van een stof er zijn waargenomen in 2017 en 2018 (2016 en 2018 voor mais/grasland en wintertarwe - in deze laatste twee teeltgroepen zijn in 2017 namelijk geen normoverschrijdingen gemeten). De normoverschrijdende stoffen per teeltgroep zijn gerangschikt op basis van de som van het aantal overschrijdingen van de JG-MKN en de MAC-MKN. Deze rangschikking wijst uit welke stoffen in de meetpunten van het LM-GBM voor de betreffende teeltgroep de meeste normoverschrijdingen geven.

Voor het gedrag van stoffen in het milieu is een classificatie op basis van de fysisch-chemische eigenschappen gegeven (Bijlage 7.8). Voor de TOP5-stoffen per teeltgroep is dit aangevuld met informatie over de toelating, het gebruik, de emissies, en de meetresultaten op maandbasis (Bijlage 7.3). In deze sectie zijn deze aspecten per teeltgroep samengevat.

2.2.1.1 Akkerbouw

In ca. 25 LM-GBM meetpunten van de teeltgroep akkerbouw, zijn de stoffen pendimethalin, fluoxastrobin, pyraclostrobin, thiachloprid en fluopicolide het vaakst normoverschrijdend gemeten. Deze TOP5 van de teeltgroep akkerbouw bevat drie fungiciden, een herbicide en een insecticide. Van deze vijf stoffen worden er drie veel gebruikt in aardappelen, drie veel in bloembollen, twee in uien, en een vooral in suikerbieten. Vijf stoffen worden toegepast als gewas-/bodembehandeling door spuiten, één daarnaast als bodembehandeling zonder te spuiten en één ook als bolontsmetting. De vijf stoffen komen in het oppervlaktewater terecht als gevolg van emissie via drift, en drie ook als gevolg van emissie via de drainpijp.

De stoffen zijn weinig of enigszins vluchtig; goed, redelijk of slecht afbreekbaar in bodem; zeer weinig mobiel; en goed, redelijk of slecht afbreekbaar in water/sediment.

2.2.1.2 Bloembollen

In 11 LM-GBM meetpunten van de teeltgroep bloembollen zijn de stoffen carbendazim, imidacloprid, pendimethalin, pyraclostrobin, en esfenvaleraat het vaakst normoverschrijdend gemeten. De TOP5 van de teeltgroep bloembollen bevat twee fungiciden (waarvan één metaboliet), twee insecticiden en een herbicide. Deze vijf stoffen worden inderdaad vooral gebruikt in de bloembollen. Drie stoffen worden toegepast als gewas- of bodembehandeling door spuiten, en twee bovendien als bolontsmetting. Vier stoffen komen in het oppervlaktewater terecht als gevolg van emissie via drift, waarvan twee bovendien als gevolg van emissie via de drainpijp. De stoffen zijn weinig of enigszins vluchtig; redelijk of slecht afbreekbaar in bodem; zeer weinig mobiel; en redelijk of slecht afbreekbaar in water/sediment.

2.2.1.3 Boomkwekerij

In 8 LM-GBM meetpunten van de teeltgroep boomkwekerij zijn de stoffen thiacloprid, metazachloor, carbendazim, imidacloprid en indoxacarb het vaakst normoverschrijdend gemeten. De TOP5 van de teeltgroep boomkwekerij bevat drie insecticiden, een herbicide en een fungicide (een metaboliet). Deze vijf stoffen worden vooral gebruikt in andere sectoren/teeltgroepen en minder in de boomkwekerij. Slechts één stof wordt vooral gebruikt in de boomkwekerij (het herbicide metazachloor). Deze stof komt vooral in het oppervlaktewater terecht als gevolg van emissie via de drainpijp. De stof is slecht oplosbaar in water, enigszins vluchtig, goed afbreekbaar in bodem en weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

2.2.1.4 Fruitteelt

In 9 LM-GBM meetpunten van de teeltgroep fruitteelt zijn de volgende drie stoffen normoverschrijdend gemeten; abamectine, thiacloprid en fenoxycarb. Dit zijn drie insecticiden, waarvan er één vooral wordt gebruikt in de fruitteelt (fenoxycarb). Deze stof komt in het oppervlaktewater terecht als gevolg van emissie via drift en via de drainpijp. De stof is slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig, redelijk afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

2.2.1.5 Glastuinbouw

In 20 LM-GBM meetpunten van de teeltgroep glastuinbouw zijn de stoffen imidacloprid, spinosad, carbendazim, abamectine en pirimicarb het vaakst normoverschrijdend gemeten. De TOP5 van de teeltgroep glastuinbouw bevat vier insecticiden en één fungicide (een metaboliet). Deze vijf stoffen worden vooral gebruikt in groenten onder glas en bloemen onder glas. Drie van deze stoffen worden tevens gebruikt in bloembollen, en een in vollegrondsgroenten. De stoffen komen in het oppervlaktewater terecht als gevolg van emissie via spui vanuit kassen, en in de open teelten als gevolg van emissie via de drainpijp, drift en atmosferische depositie. De stoffen zijn weinig of enigszins vluchtig; weinig, redelijk of slecht afbreekbaar in bodem; zeer weinig mobiel; en slecht of zeer slecht afbreekbaar in water/sediment.

2.2.1.6 Mais en grasland

In ca. 16 LM-GBM meetpunten van de teeltgroep mais en grasland zijn de volgende vier stoffen normoverschrijdend gemeten; foramsulfuron, dicamba, dimethenamide, en methiocarb. Deze TOP4 van de teeltgroep mais en grasland bevat drie herbiciden en een insecticide/acaricide. Deze stoffen worden (uitsluitend) gebruikt in mais; drie als gewas/bodembehandeling door spuiten en een als zaadbehandeling (methiocarb). Drie van deze vier stoffen komen in het oppervlaktewater terecht als gevolg van emissie via drift, twee als gevolg van atmosferische depositie en twee als gevolg van emissie via de drainpijp. De stoffen zijn weinig of enigszins vluchtig; goed of redelijk afbreekbaar in bodem; zeer weinig of weinig mobiel of (pH-afhankelijk) zeer mobiel tot matig mobiel; en goed of redelijk afbreekbaar in water/sediment.

2.2.1.7 Wintertarwe

In 6 LM-GBM meetpunten van de teeltgroep wintertarwe zijn de volgende vijf stoffen normoverschrijdend gemeten; deltamethrin, fluoxastrobin, metsulfuron-methyl, mesosulfuron-methyl en thiacloprid. De TOP5 van de teeltgroep winter-

tarwe bevat vier insecticiden en een fungicide. Drie van deze vijf stoffen worden gebruikt in wintertarwe. De vijf stoffen komen in het oppervlaktewater terecht als gevolg van emissie via drift en twee als gevolg van emissie via de drainpijp. De stoffen zijn weinig of enigszins vluchtig; goed of redelijk afbreekbaar in bodem; zeer weinig of weinig mobiel; en goed of slecht afbreekbaar in water/sediment.

2.2.2 Kavelsloten

In deze sectie worden de lijstjes met stoffen die de waterkwaliteitsnormen in de meetpunten van het LM-GBM overschrijden aangevuld met stoffen die volgens berekeningen de grootste bijdrage leveren aan het risico voor waterleven in de kavelsloten. Bijlage 7.2 bevat een overzicht per sector met de TOP5-stoffen volgens berekeningen met de Nationale Milieu Indicator NMI 4. Dit model berekent op basis van een landelijk gemiddelde beschrijving van het gebruik, stoffeigenschappen, emissiefactoren en kaartgegevens, een aantal emissie indicatoren en risico indicatoren voor oppervlaktewater, grondwater en andere milieucompartimenten (Kruijne et al., 2011; 2012). Voor deze inventarisatie zijn resultaten op basis van de CBS-waarneming in 2016 gebruikt¹.

In deze sectie worden de TOP5-stoffen genoemd die volgens berekeningen met de NMI 4 de grootste bijdrage leveren aan het risico voor waterleven in de kavelsloten (Bijlage 7.2). In een vergelijkende studie van landelijke datasets met monitoring resultaten in de Bestrijdingsmiddelenatlas en resultaten van berekeningen (NMI) werd beschreven hoe beide datasets elk een ander beeld geven van de waterkwaliteit en hoe deze elkaar kunnen aanvullen (Vijver et al., 2011). In de TOP5-normoverschrijdende stoffen van het LM-GBM zien we voor de teeltgroepen akkerbouw, bloembollen, glastuinbouw en mais/grasland vooral stoffen die in de betreffende teeltgroep zijn toegelaten en gebruikt. In de boomkwekerij, wintertarwe en fruitteelt zien we meer stoffen met een bredere toelating en gebruik. Dit hangt samen met de ruimtelijke verdeling van het landgebruik en met de verdeling van het gebruik van de betreffende stoffen over teelten, en wellicht ook met het aantal meetpunten. Modelresultaten zijn 1 op 1 gekoppeld aan het waargenomen gebruik in het gewas. De monitoring levert alleen resultaten van toetsbare metingen, terwijl het model resultaten kan leveren van alle stoffen met een gegeven gebruik. Regionale verschillen in het waargenomen gebruik zijn echter niet aanwezig in het landelijk gemiddelde dat als invoer voor de berekeningen is gebruikt. In de waarnemingen van het CBS ontbreken bepaalde soorten toepassingen binnen de landbouw (bv. behandeling van plantgoed, geoogst product, zaadbehandeling), niet-landbouwkundig gebruik, en andere bronnen van stoffen in oppervlaktewater. Het model NMI 4 kent ook een aantal lacunes en kan voor bepaalde soorten toepassingen en stoffen geen emissies en risico's berekenen. Dit geldt bijvoorbeeld voor niet-chemische gewasbeschermingsmiddelen.

De TOP5-stoffen die volgens berekeningen met de NMI 4 de grootste bijdrage leveren aan het risico voor waterleven in de kavelsloten, zijn bedoeld ter aanvulling op de TOP5-stoffen in de meetpunten van de betreffende teeltgroep. Enkele stoffen die naar boven komen in de berekeningen, zijn inmiddels niet meer toegelaten in de betreffende teeltgroep. Voor deze inventarisatie van stoffen en teelten is dat minder relevant; het doel is immers om een aantal toepassingsgebieden te selecteren voor verder onderzoek in Fase 2. De indeling van gewassen en sectoren in het model komt grotendeels overeen met de teeltgroepen in het LM-GBM. In het algemeen wordt in de modelresultaten het risico van alle stoffen gedomineerd door de stoffen die het meest toxisch zijn. Dit betreft vooral insecticiden met een JG-MKN in de orde van ng/L (PBL, 2019, Verschoor et al., 2019).

Akkerbouw

Van de TOP5-stoffen van de sector akkerbouw (deze sector omvat de teeltgroepen akkerbouw en wintertarwe van het LM-GBM) staan de insecticiden deltamethrin, esfenvaleraat en lambda-cyhalothrin tevens in de lijst met normoverschrij-

¹ Op www.statline.nl zijn de resultaten van de CBS-waarnemingen gepubliceerd. In 2016 bedraagt het volume verbruik in de bollenteelt 59 kg ha⁻¹ (dat is exclusief 51 kg ha⁻¹ minerale olie), in de fruitteelt 39 kg ha⁻¹, in de boomkwekerij 13 kg ha⁻¹, in de akkerbouw 10 kg ha⁻¹, in de groenteteelt vollegrond 7 kg ha⁻¹, en in de veehouderij 1 kg ha⁻¹ (in kg werkzame stof per ha sectoroppervlak).

dende stoffen in akkerbouw van het LM-GBM. De twee andere TOP5-stoffen van de sector akkerbouw zijn het insecticide pyriproxifen en het fungicide fenpropidin. Die zijn de afgelopen jaren niet normoverschrijdend gemeten in de meetpunten van deze teeltgroep van het LM-GBM.

Bloembollen

Van de TOP5-stoffen van de sector bloembollen staan de insecticiden imidacloprid en esfenvaleraat en het herbicide pendimethalin tevens in de lijst met normoverschrijdende stoffen. De twee andere TOP5-stoffen van de sector bloembollen zijn de insecticiden lambda-cyhalothrin en deltamethrin.

Boomkwekerij

Van de TOP5-stoffen van de sector boomkwekerij staat alleen de insecticide deltamethrin in de lijst met normoverschrijdende stoffen. De andere TOP5-stoffen van de sector boomkwekerij zijn het insecticide lambda-cyhalothrin, de herbiciden flumioxazin en pendimethalin en het insecticide abamectine.

Fruitteelt

Van de TOP5-stoffen van de sector fruitteelt staat alleen de insecticide fenoxycarb in de lijst met normoverschrijdende stoffen. De andere TOP5-stoffen van de sector fruitteelt zijn het insecticide deltamethrin, fungicide dithianon, herbicide flumioxazin en fungicide captan².

Bloemisterij onder glas en groenten onder glas

Van de TOP5-stoffen van de sectoren bloemisterij onder glas en groenten onder glas samen, staan de insecticiden imidacloprid en pirimicarb tevens in de lijst met normoverschrijdende stoffen. De andere TOP5-stoffen van deze twee sectoren zijn de insecticiden lufenuron, spiromesifen en azadirachtine-A.

Veehouderij

Van de TOP5-stoffen van de sector veehouderij (grasland en snijmais) staat het herbicide dimethenamide tevens in de lijst met normoverschrijdende stoffen. De andere TOP5-stoffen van de sector veehouderij zijn de herbiciden terbuthylazin, mesotrion, florasulam en S-metolachloor.

Groenteteelt vollegrond

De TOP5-stoffen van de sector groenteteelt vollegrond zijn de insecticiden deltamethrin, lambda-cyhalothrin, esfenvaleraat, het herbicide pendimethalin en het insecticide spinosad. Deze sector ontbreekt als teeltgroep in het LM-GBM.

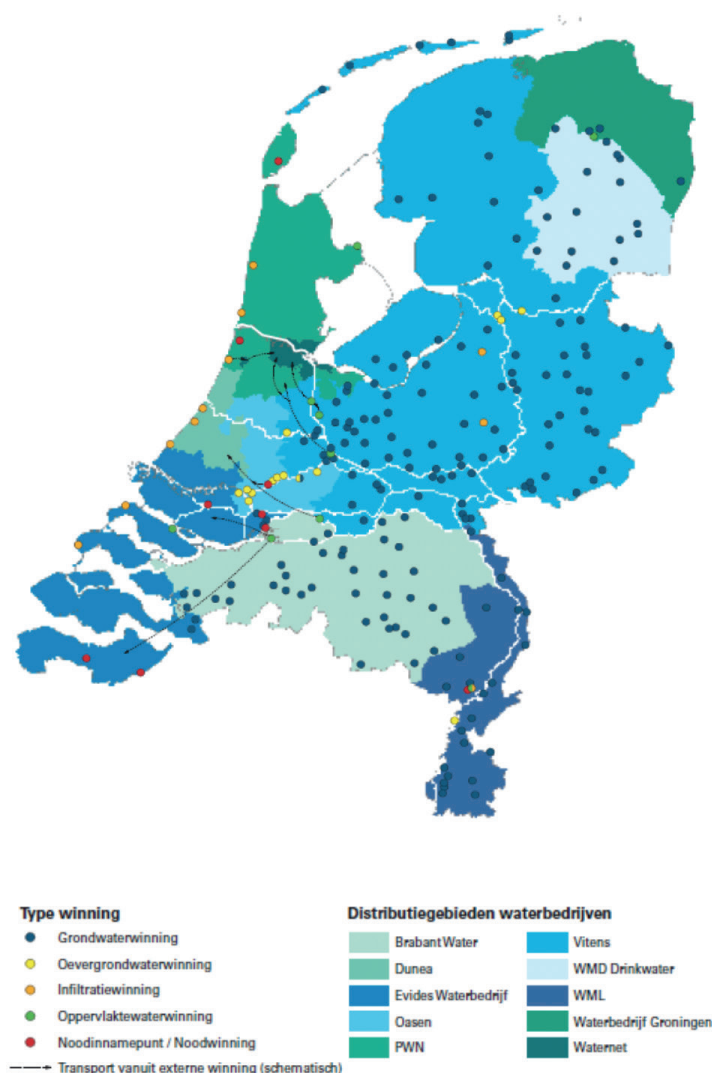
2.2.3 Hoofdsysteem

De inventarisatie van werkzame stoffen en metabolieten in het hoofdsysteem is uitgevoerd op basis van meetgegevens ter plaatse van de innamepunten en spaarbekkens van de drinkwaterbedrijven zoals gerapporteerd door Van Loon et al. (2019) (Figuur 2). Deze innamepunten bevinden zich voornamelijk, maar niet exclusief, langs de Maas, de Rijn en het IJsselmeer. De waterkwaliteit wordt daar mede bepaald door de aanvoer uit de regionale systemen, maar ook door puntlozingen en aanvoer uit het buitenland. Daarnaast is de afvoer sterk bepalend voor de concentraties als gevolg van verdunning van verontreinigingen of juist een tijdelijk grotere emissie uit oppervlakte afvoer of riool overstorten in tijden van wateroverlast. Merk op dat spaarbekkens meestal gevuld worden door middel van selectieve inname: indien de waterkwaliteit onvoldoende is, wordt de inname gestaakt. Hierdoor geeft deze inventarisatie mogelijk geen volledig beeld van de werkzame stoffen en metabolieten die in het hoofdsysteem worden aangetroffen.

² De stof captan is goed afbreekbaar en wordt niet aangetroffen in oppervlaktewater. Het afbraakproduct tetrahydroftalimide wordt wel aangetroffen in oppervlaktewater.

FIGUUR 2

Winningen voor de productie van drinkwater; 2017 (kopie Figuur 1.5, Vewin; 2017)



Van Loon et al. (2019) inventariseerden ook de werkzame stoffen en metabolieten die in het verzameld onttrokken grondwater (geïnfiltreerd oppervlaktewater, dat vaak ook voorgezuiverd is) zijn aangetroffen. Dit onderdeel is buiten deze rapportage gelaten, omdat dit rapport zich richt op de kwaliteit van het oppervlaktewatersysteem. Tevens zijn de middelen die geen agrarische toepassing hebben, zoals DEET, hier niet gepresenteerd. De database bevat concentraties van werkzame stoffen en metabolieten ter plaatse van 15 meetpunten en voor de periode 2010-2014.

In Tabel 1 staan de werkzame stoffen en metabolieten weergegeven die volgens de database de drinkwaternorm ter plaatse van de innamepunten en voorraadbekkens overschreden. Hieruit volgt dat het vooral de herbiciden zijn die leiden tot onvoldoende waterkwaliteit voor drinkwaterproductie uit oppervlaktewater. Fungiciden en insecticiden worden minder vaak in hoge concentraties aangetroffen. Op stofniveau is glyphosaat de belangrijkste probleemstof voor het hoofdsysteem. Deze werkende stof overschreed op 12 van de 15 locaties minimaal één keer de norm. Daarnaast overschreed AMPA, het belangrijkste metaboliet van glyphosaat, op 6 van de 15 locaties minimaal een keer de drinkwaternorm van 1,0 µg/l (AMPA is humaan-toxicologisch niet-relevant verklaard).

TABEL 1

Aantal innamepunten en voorraadbekkens van drinkwaterbedrijven waar werkzame stoffen en hun metabolieten gedurende de periode 2010-2014 de norm minimaal één keer overschreden.

Rang-nummer	Stof	Stof-type ³	Norm (µg/l)	werking	Aantal locaties boven norm oppervlakte-waterbronnen en spaarbekkens
1	glyfosaat	WS	0,1	Herbicide	12
2	MCPA	WS	0,1	Herbicide	7
2	terbutylazine	WS	0,1	Herbicide	7
3	AMPA (glyfosaat)	M	1,0	-	6
3	N,N-dimethylsulfamide (tolylfluanide ¹ , dichlofluanide ²)	M	0,1	-	6
4	isoproturon	WS	0,1	Herbicide	5
5	metolachloor	WS	0,1	Herbicide	4
6	linuron	WS	0,1	Herbicide	3
6	mecoprop ¹	WS	0,1	Herbicide	3
6	nicosulfuron	WS	0,1	Herbicide	3
7	bentazon	WS	0,1	Herbicide	2
7	aldicarb-sulfoxide	M	0,1	-	2
7	dimethenamide-P	WS	0,1	Herbicide	2
7	oxamyl	WS	0,1	Insecticide	2
8	dimethomorf	WS	0,1	Fungicide	1
8	dinoseb	WS	0,1	Herbicide	1
8	diuron ¹	WS	0,1	Herbicide	1
8	thiabendazool	WS	0,1	Fungicide	1
8	2,4-D	WS	0,1	Herbicide	1
8	2-methyl-4,6-dinitrofenol	WS	0,1	Herbicide	1
8	atrazine ¹	WS	0,1	Herbicide	1
8	butocarboximsulfoxide	M	0,1	-	1
8	chloortoluron	WS	0,1	Herbicide	1
8	dimethenamide	WS	0,1	Herbicide	1
8	ethofumesaat	WS	0,1	Herbicide	1
8	etridiazool	WS	0,1	Fungicide	1
8	fenamidone ¹	WS	0,1	Fungicide	1
8	fenpropimorf	WS	0,1	Fungicide	1
8	imidacloprid	WS	0,1	Insecticide	1
8	metoxuron	WS	0,1	Herbicide	1
8	metribuzine	WS	0,1	Herbicide	1
8	S-metolachloor	WS	0,1	Herbicide	1
8	thiophanate-methyl	WS	0,1	Fungicide	1
8	tolclofos-methyl	WS	0,1	Fungicide	1
8	DCFU	WS	0,1		1
8	methoxychloor	WS	0,1	Pesticide	1

1 vervallen als gewasbeschermingsmiddel

2 toegelaten als biocide

3 WS werkzame stof; M metaboliet

2.3 Grondwater

2.3.1 Algemeen

Voor de monitoring van gewasbeschermingsmiddelen en metabolieten in het grondwater zijn diverse meetnetten operationeel. De belangrijkste zijn het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG), de provinciale meetnetten (PMG), en de meetpunten van drinkwaterbedrijven. De meeste meetpunten van het LMG en het PMG bevinden zich op ca. 10 en 25 m diepte. Om te kunnen voldoen aan de rapportageverplichtingen vanuit de KRW, werd omstreeks 2005 het KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG) samengesteld uit een deel van de meetpunten van het LMG en het PMG (Wattel-Koekkoek et al., 2009). Deze meetpunten worden eens in de vier jaar bemonsterd. Doordat de meetnetten elk hun eigen doel hebben en het beheer bij verschillende instanties ligt, zijn databestanden met gegevens over gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater gefragmenteerd. Het samenbrengen van deze databestanden is mede hierdoor arbeidsintensief en vaak niet haalbaar op projectbasis. Op 10 m diepte kan het grondwater in de orde van tientallen jaren oud zijn. Het ontbreken van metadata over de herkomst en ouderdom van het bemonsterde grondwater bemoeilijkt een eenduidige interpretatie en maakt het niet eenvoudig om een verband te leggen tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater.

In dit rapport is het voorkomen van werkzame stoffen en metabolieten in grondwater geïnventariseerd op basis van de nulmeting nieuwe stoffen in de provinciale meetnetten (Sjerps et al., 2017). Dit betreft een database met in totaal 280 bestrijdingsmiddelen en 979 bemonsteringslocaties (filters) verspreid over Nederland. De filters behoren meestal tot het KRW-meetnet, en soms tot het Provinciale Meetnet Grondwaterkwaliteit (PMG), het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) of projectmonitoring op 'risicolocaties'. Een beperkt aantal (<7%) van de bemonsteringsfilters was gesitueerd binnen een grondwaterbeschermingsgebied. De concentraties zijn vergeleken met de drinkwaternorm en geven een indicatie van de mate van verontreiniging. De grondwatermonsters zijn genomen in ondiep (tot ca. 10 m onder maaiveld) en diep (ca. 25 m onder maaiveld) grondwater.

Tabel 2 geeft een overzicht van de stoffen die volgens Sjerps et al. (2017) het vaakst zijn aangetroffen in het grondwater. Hieruit blijkt dat de stoffen die worden aangetroffen in grondwater vooral tot de herbiciden behoren. Fungiciden en insecticiden met een landbouwkundige toepassing behoren niet tot de top-10-lijst. Een enkele stof heeft (tevens) een toelating als biocide. Daarnaast laat deze tabel zien dat de metabolieten vaker de drinkwaternorm overschrijden dan de werkzame stoffen. Van de werkzame stoffen die nog niet vervallen zijn, springen bentazon en glyfosaat (mede vanwege het metaboliet AMPA) in het oog. De werkzame stof chloridazon (metabolieten desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-chloridazon) is recent vervallen en heeft een opgebruiktermijn tot 31 juni 2020.

2.3.2 Bronnen voor drinkwatervoorziening

Drinkwater-relevante werkzame stoffen en metabolieten zijn geselecteerd op basis van de inventarisatie van Van Loon et al. (2019). Deze auteurs inventariseerden de aanwezigheid van deze stoffen in drinkwaterbronnen op basis van een database van analyseresultaten van de Nederlandse drinkwaterlaboratoria voor de periode 2010-2014. Ondanks de grote omvang van de database, was deze niet geheel compleet doordat de bronhouders niet alle data hadden aangeleverd, of doordat verschillende meetpakketten zijn toegepast. Voor grondwaterwinningen betrof dit de analyseresultaten voor monsters die zijn verzameld uit (a) waarnemingsfilters in de omgeving van de winning, (b) individuele winputten en (c) het verzameld ruwwater (kolom 8, 7, 6 in **Tabel 3**, resp.). In deze volgorde neemt de leeftijd van het grondwater globaal gezien toe (grootte orde jaren tot tientallen of honderden jaren) en is de concentratie representatief voor een groter volume (indicatieve grootte orde respectievelijk liters, kubieke meters en honderden kubieke meters).

Van Loon et al. (2019) rankten de waargenomen stoffen op basis van het aantal locaties waar de drinkwaternorm werd overschreden. Hierbij is voor werkzame stoffen en toxicologisch relevante afbraakproducten uitgegaan van een norm van 0,1 µg/l en voor humaan-toxicologisch niet-relevante afbraakproducten van een norm van 1,0 µg/l conform het Nederlandse Drinkwaterbesluit. Naar analogie van de "medaille-spiegel" werden overschrijdingen in gemengd ruwwater zwaarder meegewogen dan individuele winputten en in waarnemingsputten. De resultaten zijn in **Tabel 3** opgenomen.

TABEL 2

Veel voorkomende werkzame stoffen en hun metabolieten in ondiep of diep grondwater (Bron: Sjerps et al., 2017).

nr	Stof	Stof type	werking	Aantal monsters	Aantal boven rapportage-grens	Percentage boven rapportage-grens	Aantal boven drinkwater-norm	Percentage boven water-kwaliteitseis
1	desphenyl-chloridazon ¹	M	herbicide (chloridazon)	161	89	55,3	52	32,3
2	methyl-desphenyl-chloridazon ¹	M	herbicide (chloridazon)	161	56	34,8	30	18,6
3	N,N-dimethyl-sulfamide (DMS)	M	biocide (tolylfluanide)	876	354	40,4	76	8,7
4	2,6-dichloor-benzamide (BAM)	M	herbicide (dichlobenil, verbod '09) en fungicide (fluopicolide)	978	134	13,7	74	7,6
5	bentazon	WS	Herbicide	978	117	18,1	54	5,5
6	mecoprop (MCP, sinds '01 vervallen)	WS	Herbicide	978	92	9,4	20	2,0
7	AMPA	M	herbicide (glyfosaat)	876	49	5,6	13	1,5
8	2-hydroxy-atrazine	M	herbicide (atrazine, verbod '00)	876	30	3,4	10	1,1
9	glyfosaat	WS	Herbicide	876	34	3,9	9	1,0
10	chloridazon (vervallen)	WS	Herbicide	876	32	3,7	2	0,2
11	diuron (vervallen als herbicide)	WS	Herbicide (tevens als biocide)	876	22	2,5	2	0,2

Volgens Van Loon et al. (2019) zijn werkzame stoffen en hun metabolieten in zo'n 75% van de freatische winningen aangetroffen, waarvan in zo'n 25% van de locaties boven de drinkwaternorm. Het gaat hierbij voornamelijk om herbiciden, en in mindere mate om insecticiden en fungiciden (zie Tabel 3). Een aantal van de stoffen die minder vaak in hoge concentraties is aangetroffen, is inmiddels niet meer toegelaten. Echter, de meeste werkzame stoffen die in het gemiddelde ruwwater de drinkwaternorm overschreden zijn wel toegelaten. Hoewel dit beeld het gevolg is van de historische last en sommige toepassingscriteria inmiddels aangescherpt zijn, blijkt hieruit dat het niet alleen de verboden stoffen zijn die nu nog op grote schaal en tot aanzienlijke diepte in het grondwater worden aangetroffen.

Uit Tabel 3 blijkt dat individuele stoffen meestal niet op grote schaal in concentraties boven de drinkwaternorm in grondwater worden aangetroffen. Negen stoffen, waarvan twee metabolieten, overschreden op één of meerdere locaties wel de drinkwaternorm in het gemiddeld ruwwater en komen regionaal dus wel op een aanzienlijke schaal in hoge concentraties in het grondwater voor. De 22 andere stoffen komen op kleinere schaal voor en worden incidenteel in de winputten aan-

getroffen. Omdat deze stoffen ook in het grondwater in de omgeving van de winningen zijn aangetroffen kunnen deze binnen enkele tot tientallen jaren in de winningen terecht komen.

De database NMI 4 is gevuld met werkzame stoffen met een gebruik volgens CBS en daarnaast met een aantal metabolieten. Het model wordt in de eerste plaats gebruikt om het risico voor waterleven in de kavelsloten te berekenen. Voor het grondwater berekent het model de gemiddelde uitspoelingsconcentratie en de vracht op jaarbasis die uitspoelt (beide op 1 m diepte). Bepaalde stoffen die van belang zijn voor de drinkwatersector ontbreken in de berekeningen voor de evaluatie, zoals metabolieten met een humaan-toxicologisch niet-relevant verklaring. Dit zijn stoffen waarvan een aantal een probleem vormt voor de drinkwaterfunctie. Om deze reden geven de modelresultaten een minder goed beeld van de problemen voor de drinkwaterfunctie en zijn deze niet gebruikt om de meetresultaten in deze sectie aan te vullen.

2.4 Synthese

Van de TOP5-stoffen met normoverschrijding in de meetpunten van het LM-GBM is een beschrijving gegeven van het gedrag in het milieu, de toelating, het gebruik, de emissies, en de meetresultaten op maandbasis. De TOP5 per teeltgroep is aangevuld met een aantal stoffen die volgens berekeningen met NMI 4 voor de betreffende sector de grootste bijdrage leveren aan het risico voor waterleven in de kavelsloten. De volgende combinaties komen uit dit overzicht naar boven;

- In de akkerbouw het gebruik van fungiciden in de aardappelteelt en in andere grote teelten binnen de sector.
- In de bloembollen het gebruik van insecticiden en fungiciden, en tevens het gebruik van bodemherbiciden. Dit gebruik van bodemherbiciden kan lokaal een risico voor het grondwater vormen³.
- In de boomkwekerij het gebruik van insecticiden en herbiciden. Dit betreft stoffen die daarnaast en vooral ook in andere sectoren worden gebruikt.
- In de fruitteelt het gebruik van insecticiden en fungiciden.
- In de glastuinbouw het gebruik van insecticiden. Dit betreft stoffen die daarnaast in de bloembollen worden gebruikt.
- In de veehouderij het gebruik van herbiciden in snijmais. Dit gebruik vormt tevens een risico voor het grondwater.
- Voor de drinkwaterproductie uit oppervlaktewater en grondwater geldt dat er vooral herbiciden worden aangetroffen.

Deze combinaties beslaan een groot gedeelte van de teelten met een intensief gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de huidige problemen met de waterkwaliteit en met de drinkwatervoorziening. De opsomming is niet uitputtend, maar geeft voldoende aanknopingspunten om een aantal toepassingsgebieden te kiezen die representatief zijn voor de problematiek en die zo min mogelijk overlap vertonen.

Met een viertal voorbeeldstoffen is het niet mogelijk om de verhouding van de emissieroutes als gevolg van alle soorten toepassingen in de land- en tuinbouw te schetsen. Wel kan een voorbeeldstof representatief zijn voor een aantal stoffen met hetzelfde toepassingsgebied. Vanuit de praktijk kan de voorkeur uitgaan naar voorbeeldstoffen waarvoor binnen afzienbare tijd geen grote wijzigingen in de toelating zijn te verwachten. Anderzijds is de beschikbare kennis over de bijdrage van verschillende emissieroutes voor een deel gebaseerd op onderzoek aan stoffen die inmiddels niet meer zijn toegelaten. Om deze redenen selecteren we toepassingsgebieden waarin aan aantal teelten, een werkingsmechanisme en een toepassingsmethode samenkomen;

- a) Toepassing in de fruitteelt van insecticiden door middel van zijwaarts spuiten;
- b) Toepassing in de aardappelteelt van fungiciden tegen *phytophthora* door middel van neerwaarts spuiten;
- c) Toepassing in de bollenteelt van herbiciden door middel van neerwaarts spuiten (voor opkomst - bodembehandeling);
- d) Toepassing in de maisteelt van herbiciden door middel van neerwaarts spuiten.

De verwachting is dat de insteek van toepassingsgebieden de bruikbaarheid van de resultaten ten goede zal komen.

3 Het gebruik van bodemherbiciden in de agrarische sector vormt een risico voor het grondwater. Een deel van de bollenteelt vindt plaats op de gronden die het meest kwetsbaar zijn voor uitspoeling.

TABEL 3

Veel voorkomende werkzame stoffen en hun metabolieten in waarnemingsputten, onttrekkingsputten en gemengd ruwwater bij grondwaterwinningen (Bron: Van Loon et al., 2019).

Rang-nr.	Stof	Stof-type	Werking	Norm (µg/l)	Gemengd ruwwater	Individuele winputten	Waarnemingsputten
1	bentazon	WS	Herbicide	0,1	13	17	14
2	dikegulac-natrium (geen NL toelating bekend)	WS	Groei-remmer	0,1	5	5	1
3	2-chlooraniline (diflubenzuron)	M	Insecticide	0,1	4	0	0
4	glyfosaat	WS	Herbicide	0,1	3	4	2
5	dimethomorf	WS	Fungicide	0,1	3	0	0
6	bromacil (vervallen)	WS	Herbicide	0,1	2	3	4
7	thiabendazool	WS	Fungicide	0,1	1	0	1
8	glufosinaat-ammonium (vervallen)	WS	Herbicide	0,1	1	0	0
9	imazalil	WS	Fungicide	0,1	1	0	0
10	desfenyl-chloridazon (chloridazon, vervallen)	M	Herbicide	1,0	0	3	5
11	mecoprop (vervallen sinds 2001)	WS	Herbicide	0,1	0	2	4
12	BAM (dichlobenil, vervallen sinds 2008)	M	Herbicide	1,0	0	1	11
13	chloridazon (vervallen)	WS	Herbicide	0,1	0	1	1
14	oxamyl	WS	Insecticide	0,1	0	1	0
15	dinoterb (vervallen sinds 1987)	WS	Herbicide	0,1	0	1	0
16	methyl-desfenyl-chloridazon (chloridazon; vervallen)	M	Herbicide	1,0	0	0	3
18	atrazine (vervallen sinds 2000)	WS	Herbicide	0,1	0	0	2
19	diuron (als gbm/herbicide vervallen)	WS	Herbicide (tevens als biocide)	0,1	0	0	2
20	tetrahydrothiofeen	WS	Insecticide	0,1	0	0	2
21	MCPA	WS	Herbicide	0,1	0	0	1
22	ethofumesaat	WS	Herbicide	0,1	0	0	1
23	2,4-DB	WS	Herbicide	0,1	0	0	1
24	dichlobenil	WS	Herbicide	0,1	0	0	1
25	dimethoat	WS	Insecticide	0,1	0	0	1
26	metalaxyl	WS	Fungicide	0,1	0	0	1
27	monuron	WS	Herbicide	0,1	0	0	1
28	N,N-dimethylamino-sulfanilide (tolylfluanide, vervallen sinds 2006. dichlofluanide, biocide)	M	Fungicide	1,0	0	0	1
29	propoxur	WS	Insecticide	0,1	0	0	1
30	simazine (vervallen)	WS	Herbicide	0,1	0	0	1
31	tritosulfuron	WS	Herbicide	0,1	0	0	1

Grondwater

De bestaande grondwatermeetnetten zijn gefragmenteerd en een groot deel van de meetpunten bevindt zich op een diepte van ca 10 m. Rond deze diepte kan het grondwater in de orde van tientallen jaren oud zijn. Het ontbreken van metadata over de herkomst en de ouderdom van het bemonsterde grondwater maakt het niet eenvoudig om een verband te leggen tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater. Om deze reden wordt aanbevolen om de bestaande grondwatermeetnetten uit te breiden met een meetnet in het bovenste grondwater. Dit geldt specifiek voor de provinciale meetnetten, aangezien binnen de grondwaterbeschermingsgebieden reeds wordt gewerkt aan de implementatie van 'early warning' meetnetten. Voor het ontwerp van een dergelijk meetnet is onderzoek vereist naar de representativiteit voor grotere arealen en hoe de resultaten zich verhouden tot de bestaande meetnetten op grotere diepte.

▶▶ 3 EMISSIEROUTES

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk begint met een overzicht van de bestaande kennis over de emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen vanuit de land- en tuinbouw in zijn geheel, en hun bijdrage aan de waterkwaliteit en aan de risico's voor de drinkwaterfunctie. Dit omvat: 1) de resultaten van tussenevaluatie van de 2e Nota Duurzame Gewasbescherming, 2) de literatuur en andere bronnen aangeleverd door de gebruikers in respons op de vraag van de projectgroep, en 3) resultaten van onderzoek dat bij de kennisinstellingen is uitgevoerd.

Het hoofdstuk vervolgt met een meer gedetailleerde beschrijving van de bestaande kennis over emissies vanuit de vier gekozen toepassingsgebieden: fruitteelt, akkerbouw, bollenteelt en maisteelt. Voor de fruitteelt zijn meer resultaten beschikbaar uit onderzoek waarin geprobeerd is de emissieroutes te kwantificeren dan voor de drie andere toepassingsgebieden. Door De Werd & Van der Wal (2012) is wel een overzicht gemaakt van de verschillende emissieroutes naar oppervlaktewater voor een aantal sectoren in de open teelt in een specifieke regio;

- Akkerbouw - Friesland en Flevoland
- Maisteelt - Zuidoost Nederland
- Bollenteelt - Noord- en Zuid Holland
- Boomkwekerij - Regio Boskoop
- Fruitteelt - Bommelerwaard

Per sector - regio is door De Werd & Van der Wal (2012) een inschatting gemaakt van het risico op normoverschrijding als gevolg van de verschillende emissieroutes. Vervolgens is een inschatting gemaakt van het deel van de bedrijven waar deze emissieroute daadwerkelijk voorkomt en een risico voor het oppervlaktewater vormt. Bij deze inschatting van relevantie en voorkomen is rekening gehouden met de voor de regio meest relevante 'probleemstoffen' in oppervlaktewater en hun eigenschappen, en met gebiedskenmerken als grondsoort en slootdichtheid. Deze schema's zijn vooral bedoeld om te kijken naar het relatieve belang van routes en activiteiten binnen de betreffende sector. Het kwantificeren van emissieroutes is niet uitgevoerd.

De resultaten zijn inzichtelijk gemaakt voor de gebruikers door weer te geven welke emissieroutes kunnen ontstaan bij het werken met gewasbeschermingsmiddelen. Voor deze doelgroep zijn schema's en *info graphics* gemaakt met een aantal stappen dat uitwijst wat de relevante emissieroutes zijn:

1. Waar kan de emissie ontstaan (locatie) en bij welke activiteiten?
2. Wat zijn de verschillende emissieroutes per locatie?
3. Inschatting risico op normoverschrijding als emissie via deze route plaatsvindt.
4. Inschatting vóórkomen van emissie via deze route op de bedrijven.

3.2 Overzicht van de bestaande kennis

3.2.1 Tussenevaluatie van de 2e Nota Duurzame Gewasbescherming

De nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst beschrijft het duurzaam gewasbeschermingsbeleid van de Nederlandse overheid voor de periode 2013-2023 (PBL, 2019). De nota zet in op geïntegreerde gewasbescherming; dat is een vorm van gewasbescherming waarin diverse technieken en methoden worden gebruikt om ziekten, plagen en onkruiden te beheersen. Hiermee wordt de inzet van chemische middelen zoveel mogelijk beperkt met behoud van het economisch perspectief voor de land- en tuinbouw. De doelen en de uitvoering van het duurzaam gewasbeschermingsbeleid in de periode 2013-2018 zijn geëvalueerd op de volgende onderwerpen: 1) effectief middelenpakket, economie en handhaving, 2) geïntegreerde gewasbescherming, 3) milieukwaliteit en biodiversiteit, 4) voedselveiligheid, 5) arbeidsveiligheid, en 6) handelingsperspectieven voor geïntegreerde gewasbescherming. De overlap met het onderwerp gewasbeschermingsmiddelen binnen het programma KIWK betreft de waterkwaliteit en de drinkwaterfunctie van het oppervlaktewater en het grondwater. Hierbij wordt opgemerkt dat de nota minder aandacht besteedt aan het grondwater dan aan het oppervlaktewater.

Gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt om ziekten en plagen te bestrijden en daarmee gewasopbrengst veilig te stellen. In de evaluatie is gesignaleerd dat de afhankelijkheid bij telers van chemische gewasbeschermingsmiddelen hoog blijft en dat er nog geen verschuiving is te zien naar middelen met een laag risico. In de land- en tuinbouw als geheel wordt nog te weinig gewerkt volgens een systeem van geïntegreerde gewasbescherming. Binnen het scala van maatregelen op het gebied van geïntegreerde gewasbescherming kiezen telers wel steeds vaker voor resistente gewassen en wordt het uitgangsmateriaal beter gecontroleerd op besmetting en aantasting. Er wordt door telers bewuster omgegaan met chemische gewasbescherming en er worden emissiebeperkende maatregelen toegepast. Als voorbeeld worden genoemd het gebruik van 90% drift reducerende spuitdoppen en de keuze voor meer selectieve middelen en minder breed werkende middelen. Niet-chemische gewasbescherming is gangbaar in de glastuinbouw en de fruitteelt, maar in de akkerbouw is dit minder het geval. Het areaal akkerrand is afgenomen en mechanische onkruidbestrijding gebeurt slechts op een klein areaal. In de veehouderij wordt nog steeds op grote schaal glyfosaat ingezet om het vanggewas dood te spuiten.

De gevolgen voor de waterkwaliteit zijn positief maar zijn tevens onvoldoende om de doelstelling voor 2023 te halen. De waterkwaliteit wordt beoordeeld op basis van twee normen van de Kaderrichtlijn Water (KRW); een norm voor chronische blootstelling van waterorganismen waarbij wordt getoetst aan de jaargemiddelde concentratie van een werkzame stof of een metaboliet in het water (JG-MKN), en een norm voor acute blootstelling van waterorganismen waarbij wordt getoetst aan de maximum gemeten concentratie in een jaar (MAC-MKN). De KRW schrijft voor dat aan beide normen moet worden voldaan. Er is getoetst in de meetpunten van het Landelijk Meetnet Gewasbescherming (LM-GBM) met de resultaten van de periode 2013 t/m 2017. Het aantal overschrijdingen neemt voor beide normen af maar het aantal meetpunten waar minimaal één stof de norm overschrijdt blijft gelijk. Het KIWK-project Gewasbeschermingsmiddelen maakt gebruik van de resultaten van het LM-GBM van de periode 2016 t/m 2018.

Uit de CBS-waarnemingen van het gebruik en de omzetcijfers blijkt dat het totale gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen licht is gestegen. De Nationale Milieu Indicator (NMI 4) berekent op basis van deze gegevens een afname van de totale emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater. Het betreft de emissie naar kavelsloten als gevolg van drift, atmosferische depositie, drainage, en spui vanuit kassen. Ondanks de afname van emissies is de berekende milieubelasting toegenomen. Dit is het gevolg van een verschuiving naar het gebruik van middelen met een hogere toxiciteit. De berekende milieubelasting door de open teelt wordt gedomineerd door drie insecticiden; deltamethrin, lambda-cyhalothrin en esfenvaleraat. Dit zijn stoffen met een hoge toxiciteit en met een gering aandeel in het totale gebruik. De uitkomsten verschillen sterk per sector. Voor de akkerbouw is de intensiteit van de milieubelasting (het aantal indicatorpunten per ha) het hoogst en voor de veehouderij is deze het laagst. De trend vertoont een stijging voor de akkerbouw en de groenteteelt vollegrond en een daling voor de fruitteelt, de bloembollenteelt en de boomkwekerij.

Uit de modelberekeningen volgt een ander beeld dan uit de metingen. De toegenomen berekende milieubelasting van het oppervlaktewater wordt veroorzaakt door het toegenomen gebruik van een aantal toxische stoffen. Deze stoffen komen in de metingen niet naar voren, omdat ze in de praktijk niet in het oppervlaktewater gemeten kunnen worden. We noemen dit niet-toetsbare stoffen. De grote bijdrage van de niet-toetsbare stoffen aan de totale berekende milieubelasting gaat gepaard met een kleine bijdrage van de niet-toetsbare stoffen aan het totale gebruik van alle stoffen.

In de tussenevaluatie is het effect op de waterkwaliteit van een aantal belangrijke emissie reducerende maatregelen die per 2018 verplicht zijn gesteld nog niet zichtbaar. Er wordt gesteld dat het effect van een emissie reducerende maatregel teniet wordt gedaan als die er toe zou leiden dat stoffen die zónder deze maatregel niet aan de eisen van de toelating voldoen dankzij deze maatregel wél aan deze eisen kunnen voldoen. Door een emissie reducerende maatregel te verdisconteren in de toelating zal de milieubelasting uiteindelijk niet afnemen. Een ander voorbeeld van een onbedoeld effect van de huidige toelating is dat vervallen toelatingen leiden tot substitutie met andere stoffen met een vergelijkbaar risico. Een mix van verplichte - en vrijwillige maatregelen (ook wettelijke en bovenwettelijke maatregelen genoemd) kan positief uitwerken op de waterkwaliteit. Een voorbeeld is de toepassing van de erfemissiescan. Telers die de erfemissiescan toepassen, blijken door verbeterd bewustzijn zorgvuldiger te handelen en daardoor milieuwinst te halen, maar het aandeel telers dat deze scan heeft gedaan is met 7% nog te beperkt om over een omslag binnen de sector te kunnen spreken. Ge-

biedsgerichte of sectorspecifieke projecten om de waterkwaliteit te verbeteren kunnen succesvol zijn als ze het bewustzijn van telers vergroten door intensieve begeleiding. Randvoorwaarden zijn subsidiemogelijkheden voor telers om bovenwettelijke maatregelen te kunnen nemen, de inbreng van kennis en continuïteit in de begeleiding van telers.

Uit de metingen die in de evaluatie zijn gebruikt werd geconcludeerd dat glyfosaat de belangrijkste probleemstof voor de drinkwaterwinning is. De meest aangetroffen stoffen in het grondwater zijn werkzame stoffen en metabolieten van herbiciden. Een deel van deze stoffen is inmiddels niet meer toegelaten. Volgens berekeningen met de NMI 4 zijn in het water dat op 1 m diepte uitspoelt in de richting het bovenste grondwater wel stoffen aanwezig die nog toegelaten zijn. Metabolieten met een humaan-toxicologisch niet-relevant verklaring zijn niet opgenomen in de stoffendatabase NMI 4 en ontbreken in de resultaten.

3.2.2 Bronnen van waterbeheerders, waterbedrijven en provincies

In het kader van dit project is een brede uitvraag gedaan bij waterschappen, waterbedrijven en provincies (Landelijke Werkgroep Grondwater, Platform Meetnetbeheerders) naar literatuur en projecten waarin onderzoek is gedaan naar de emissies van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater en/of grondwater; en/of naar maatregelen gericht op het verminderen van deze emissies.

Een deel van de ontvangen rapporten gaat over emissies vanuit de glastuinbouw. Omdat het vanaf 1 januari 2018 verplicht is voor de teelt op substraat in kassen om residuen van gewasbeschermingsmiddelen uit het rest/afvalwater te zuiveren voordat het geloosd wordt, zijn deze rapporten verder niet meegenomen. Er mag immers verwacht worden dat na afloop van de overgangsperiode in 2021, met deze maatregel de emissies vanuit de glastuinbouw aanzienlijk zijn gereduceerd en het zal uit de monitoring resultaten moeten blijken of dit een einde heeft gemaakt aan de normoverschrijdingen. Daarnaast zijn er rapporten binnengekomen die alleen in algemene zin over emissieroutes gaan en die onvoldoende informatie bevatten om in dit stadium van het project mee te nemen. Deze zijn ook buiten beschouwing gelaten.

Erfemissies

In de bollenteelt hebben diverse deelonderzoeken plaatsgevonden in het kader van het project Schoon erf, Schone sloot. Dit project is onder andere uitgevoerd in Noord- en Zuid Holland, West Brabant, Goeree-Overflakkee en Flevoland (Beek et al., 2018ab, Gooier et al., 2018; Vliet en de Werd, 2019). Bij dit project werden diverse maatregelen op het erf genomen om erfemissies tegen te gaan en werd het effect gemeten op de concentratie in het afvoerputje op het erf. Een belangrijk doel van dit project was de bewustwording van de telers te vergroten over mogelijke emissies vanaf het erf. Door de genomen maatregelen daalden de concentraties in de afvoerputjes op het erf. Door deze lagere concentraties mag verwacht worden dat de emissies afnemen; op die bedrijven waar het afvoerputje is aangesloten op een sloot langs het erf. Echter, omdat er geen metingen zijn verricht in deze sloten langs het erf is niet bekend wat het uiteindelijke effect is op de waterkwaliteit, noch in welke mate erfemissies oorzaak zijn van normoverschrijding, en of de maatregelen inderdaad leiden tot emissie-reductie en tot minder normoverschrijdingen in het oppervlaktewater.

Een maatregel om emissies van gewasbeschermingsmiddelen vanaf het erf te verminderen is om het spoelwater van de wasplaats te laten stromen door een bak met veel organische stof, zoals compost. De werking van een dergelijk systeem is bijvoorbeeld onderzocht op de Forwardfarm in Abbenes door middel van metingen met *passive sampling* (Weert, 2017). In het effluent werden voor sommige stoffen concentraties $> 2 \mu\text{g/l}$ gemeten. Dit kwam met name door incidenten op de wasplaats zoals uienstengels die daar waren opgeslagen en het niet afwateren op het helofytenfilter. In de direct aangrenzende sloot werden geen metingen verricht, maar wel benedenstrooms in de aangrenzende verzamelsloot. In deze verzamelsloot werden geen verhoogde concentraties gemeten.

Emissies vanaf het perceel

Lokaal zijn diverse onderzoeken uitgevoerd naar de emissies van gewasbeschermingsmiddelen van het perceel naar de sloot. Eén onderzoek naar emissie via laterale uitspoeling via de bouwvoor en afspoeling is uitgevoerd bij Wetterskip Fryslân (De Boer en Pars, 2015). Hierbij zijn bij een perceel met zaaiuien en een perceel met pootaardappelen in twee meetron-

den monsters verzameld van de afvoer via de drainpijp, bodemvocht ter hoogte van de perceelrand (“perceelswater”) en in de kavelsloot. Met name de herbiciden chloorprofam, chloridazon en pendimethalin, maar ook het fungicide boscalid werden gevonden in hoge concentraties in het bodemvocht. De gemeten concentraties in de drainpijp en de kavelsloot zijn lager. De vraag of hoge concentraties in het bodemvocht uiteindelijk tot normoverschrijding in de kavelsloot leiden wordt niet beantwoord.

Uit eerder onderzoek in de maisteelt komt ook naar voren dat herbiciden via oppervlakkige afspoeling vanaf het veld in de kavelsloot terecht komen (Kroonen-Backbier, 2011). Tijdens het onderzoek werden verhoogde concentraties in het oppervlaktewater gemeten die niet samen konden hangen met drift, maar wel met hevige neerslag enkele dagen voor de bemonstering.

Naar aanleiding van dit onderzoek is door Evenhuis et al. (2013) uitgebreid literatuuronderzoek gedaan naar oppervlakkige afstroming van water en afspoeling van residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Er is gekeken welke factoren van belang zijn en ook hoe deze processen in diverse emissiemodellen zijn opgenomen. In de studies waarbij metingen zijn verricht zijn vooral concentraties in het afstromend water gemeten en niet in het ontvangende oppervlaktewater. Op basis van waarnemingen in de literatuur blijkt dat afspoeling voornamelijk kan optreden bij stoffen die minder goed aan organische stof binden. Meer hydrofobe stoffen die beter aan organische stof binden kunnen eveneens in het oppervlaktewater terecht komen via transport van bodemdeeltjes (erosie). Afspoeling (*run-off*) en transport van stoffen via erosie kunnen gelijktijdig en op dezelfde plek optreden. De wateroplosbaarheid van een stof lijkt geen sleutelfactor te zijn. Het risico op afspoeling is kleiner bij stoffen die goed afbreekbaar zijn. In het onderzoek is ook een inschatting gemaakt van het aantal afstroomincidenten. Voor zandgrond kwam dit uit op 2 en voor klei op 53 incidenten per jaar.

Op basis van de bekeken onderzoeken blijkt dat de beschikbare kennis over afstroming van water en afspoeling van stoffen vanaf landbouwpercelen beperkt is.

In het stroomgebied van de Drentsche Aa wordt al vanaf de jaren '90 onderzoek gedaan om beter zicht te krijgen op emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen. Het betreft onder andere een onderzoek op basis van monitoringsresultaten van Waterschap Hunze en Aa's en Waterbedrijf Groningen van de periode 2011-2013. Van elk meetpunt binnen het stroomgebied was het vanggebied bekend. Voor vijf stoffen is onderzocht welk gebruik en welke emissieroute geldt als de meest aannemelijke oorzaak van het aantreffen in oppervlaktewater (Kruijne et al, 2015). Het betreft terbuthylazine (herbicide), metribuzin (herbicide), MCPA (herbicide), carbendazim (metaboliëet en tevens actieve stof van middelen op basis van thiofanaat-methyl, fungicide) en esfenvaleraat (insecticide).

De stof terbuthylazin is een van de herbiciden die in het voorjaar worden gebruikt en die zijn aangetroffen zowel in de maanden direct volgend op de toepassing als in de winter. Dit is een aanwijzing dat emissie via de drainpijp voor dit soort stoffen een belangrijke oorzaak is. Deze conclusie werd al eerder getrokken in veldonderzoek op basis van lokale gebruiksgegevens en metingen in de afvoer van drainbuizen, de kavelsloot en een verzamelsloot in het deelstroomgebied Anloër Diepje. Voor metribuzin werd het gebruik in de aardappelteelt specifiek op beekdalgronden als meest aannemelijke oorzaak aangewezen. Voor carbendazim, dat was toegelaten voor de behandeling van uitgangsmateriaal (lelies) en geoogst product (tulp, bolontsmetting) door dompelen en daarnaast voor gewasbehandeling door spuiten (wintertarwe), werd het gebruik in lelies als meest aannemelijke oorzaak aangewezen. Dit zijn voorbeelden waarin de oorzaken analyse een aanknopingspunt oplevert voor maatregelen om bepaalde emissies in het stroomgebied te reduceren. In het overzicht met de uitkomsten voor metribuzin (Tabel 4) zijn tevens de lacunes te zien: Emissies vanaf het erf, emissies vanaf centrale vul- en spoelplaatsen in het gebied, en afspoeling vanaf percelen. De oorzaken analyse levert niet voor elke stof een aanknopingspunt. Voor de stof MCPA, met een groot aantal toepassingsgebieden zowel in de landbouw als daar buiten, was het aantal mogelijke bronnen te groot om de meest aannemelijke oorzaak aan te kunnen wijzen. Het insecticide esfenvaleraat, dat zeer giftig is voor waterleven en een waterkwaliteitsnorm in de orde van 0,1 ng/L heeft, werd zeven keer aangetroffen (2% van het aantal monsters). Dit bleek te weinig om een oorzaak aan te kunnen wijzen.

In het stroomgebied Drentsche Aa lopen op dit moment onderzoeken vanuit het Uitvoeringsprogramma Oppervlaktewinning Drentsche Aa (UPDA), gericht op emissieroutes van stoffen vanuit de agrarische sector, waaronder de bloembollenteelt. Er wordt geprobeerd inzicht te krijgen in verschillende emissieroutes door gericht te meten in de kavelsloot, de afvoer via de drainpijp, en het bodemvocht in de bovengrond dat stroomt in de richting van de perceelrand.

TABEL 4

Voorbeeld oorzakenanalyse metribuzin: Overzicht van de oorzaken van het aantreffen van metribuzin in het oppervlaktewater van de Drentsche Aa. De volgorde van toepassingen in de tabel zijn gebaseerd op het volume verbruik in het stroomgebied (Kopie Tabel 7 in Kruijne et al., 2015).

Meetperiode 2011-2013			Bron / emissieroute					
Toepassingsgebied	Indicatie behandeld opp.	Indicatie volume	Landbouw					Niet-landbouw
	(ha)	(kg/j)	Drift	Atmosferische depositie	drainage	afspoeling	Puntbron (b.v. reinigen spuitmachine)	
Zetmeel-aardappel	1330	931	Aannemelijke oorzaak in mei, Apr, Jun-Sep	Niet aannemelijk	Meest aannemelijke oorzaak	Aannemelijke oorzaak	Niet onderzocht	Geen gebruik
Consumptie-aardappel	100	60	Niet uit te sluiten in mei, Apr, Jun-Sep		Niet uit te sluiten			
Asperge	5	2	Niet		Niet	Niet		
Wortel	5	1	aannemelijk		aannemelijk	aannemelijk		
Graszaad	n.b.	n.b.	Niet bekend		Niet bekend	Niet bekend		

Drainage is een andere route waardoor stoffen vanaf het perceel in het oppervlaktewater terecht kunnen komen. Onderzoek van gewasbeschermingsmiddelen in de afvoer via de drainpijp en de ontvangende kavelsloot, gemeten met *passive sampling*, laat zien dat in het drainwater zo nu en dan verhoogde concentraties voorkomen en dat voor sommige stoffen de concentratie in de ontvangende sloot ook verhoogd zijn. Tevens is in de meetresultaten te zien dat een dubbele dosering van een bepaald middel ook leidt tot een hogere concentratie van de stof in het drainwater. Het tijdstip waarop de stoffen in verhoogde concentratie in het drainwater aanwezig zijn wisselt en is veelal niet het moment dat de drains weer gaan lopen. Dit is op te vatten als een bevestiging van resultaten uit eerder onderzoek, dat stoffen in de macroporiën van de bodem en/of in de drainsleuf tot negen maanden na toediening beschikbaar kunnen blijven voor emissie.

Grondwater en oppervlaktewater voor drinkwaterproductie

De drinkwaterbedrijven hebben tot nog toe geen projectmonitoring uitgevoerd ten behoeve van het identificeren en kwantificeren van de bijdrage van verschillende emissieroutes van bestrijdingsmiddelen en metabolieten naar grondwater en oppervlaktewater. Wel participeren sommige drinkwaterbedrijven incidenteel in onderzoeksprojecten die worden uitgevoerd door verantwoordelijke overheden (provincies) met als doel om de emissies uit specifieke teelten in te kunnen schatten en gericht maatregelen te kunnen treffen. Deze projecten zijn o.a. uitgevoerd voor een aantal fruitteeltbedrijven

in Provincie Gelderland, een aantal akkerbouw-, mais- en graspercelen in Provincie Gelderland en diverse akkerbouwmatige teelten in Provincie Drenthe. De resultaten en conclusies zijn niet in openbare rapporten verwerkt of het project is nog in uitvoering. Dunea heeft op basis van gerichte monitoring de bijdrage van de Bommelerwaard en de Maas op de belasting van het water in de Afgedamde Maas geschat.

Drinkwaterbedrijven monitoren al jarenlang werkzame stoffen en metaboliëten van gewasbeschermingsmiddelen in het onttrokken water en in de omliggende watersystemen. Uit deze databestanden kan met geavanceerde analysetechnieken informatie over de herkomst van stoffen worden ontleend. Van Loon (2012) kon met een geo-statistische meta-analyse het bovengemiddeld vaak voorkomen van een aantal residuen van bestrijdingsmiddelen (en oplosmiddelen) in de aanwezigheid van landgebruikstypen statistisch aantonen. Veel van deze stoffen zijn mobiel en persistent en zijn toegelaten in beperkt aantal teelten en sectoren. Vink et al. (2011) bepaalden voor een aantal gebieden in Provincie Limburg de ruimtelijke emissiepatronen van negen werkzame stoffen en metaboliëten op basis van chemisch transport modellering. Hieruit werd geconcludeerd dat maatregelen noodzakelijk waren om de uitspoeling van bentazon en kresoxim-methyl te verlagen.

Volgens berekeningen komt de grootste bijdrage aan de totale hoeveelheid uitspoeling in de richting van het grondwater voor rekening van herbicidegebruik in mais (Kruijne en Deneer, 2013). De drinkwaterbedrijven en provincies signaleerden een aantal jaar geleden dat residuen van gewasbeschermingsmiddelen onvoldoende worden gemonitord in het ondiepe grondwater binnen grondwaterbeschermingsgebieden. Hierdoor kunnen de herkomst en bijdragen van verschillende bronnen van gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater vaak niet eenduidig, en alleen tegen hoge kosten, vastgesteld worden. Om in deze informatiebehoefte te voorzien werken drinkwaterbedrijven en provincies aan de implementatie van *early warning* meetnetten: een meetprogramma van organische microverontreinigingen in geselecteerde, ondiepe waarnemingsfilters, meestal gericht op emissies als gevolg van gebruik in de landbouw. Uit de Gebiedsdossiers voor drinkwaterwinningen blijkt dat de status van deze meetnetten verschilt per grondwaterbeschermingsgebied en varieert van volkomen operationeel tot ontwerpfase. De verwachting is dat op basis van de meetresultaten duidelijkere conclusies getrokken kunnen worden over het gedrag, de herkomst en concentratieontwikkeling van werkzame stoffen en metaboliëten van bestrijdingsmiddelen in grondwater.

Diverse onderzoeken naar oorzaken van belasting van grondwater die in de afgelopen jaren regionaal zijn uitgevoerd, leveren een redelijk dekkend en deels overlappend beeld. Op basis van metingen in het grondwater kan niet worden geconcludeerd of de toelatingsbeoordeling adequaat is of niet, maar de berekende uitspoelingsconcentraties waren voor enkele stoffen wel lager dan de gemeten concentraties (Van der Linden et al., 2016). Duidelijk is dat naast uitspoeling van water dat via de bodemmatrix in de richting van het grondwater stroomt ook preferente stroming (bijvoorbeeld in scheurende klei) en oeverinfiltratie vanuit waterlopen en randmeren een rol spelen. Oeverinfiltratie kan optreden vanuit randmeren, grote waterlopen die gebruikt worden voor de aanvoer van rivierwater voor de watervoorziening in de landbouw, en na het inlaten van oppervlaktewater in polders. Lokaal kunnen puntlozingen of incidenten leiden tot emissie naar het grondwater. Ook niet-landbouwkundig gebruik is op bepaalde plekken aangewezen als de oorzaak van belasting van grondwater. Het kan zijn dat de aannames over de interactie tussen bodem, water en gewas in de modellering van de ploegzool inmiddels minder relevant zijn voor de huidige situatie (vanwege bodemverdichting). Er zijn daarbij nieuwe initiatieven om de bodemkwaliteit te bevorderen (structuur, organische stof, ploegdiepte) die moeten leiden tot een groter waterbergend vermogen en tot minder emissies via afspoeling.

De emissieroute toepassing - bodem - grondwater is relatief goed begrepen, en kennislacunes zijn aangewezen (preferente stroming, oeverinfiltratie, verdichting). Teelten, stoffen en gronden met een hoog risico zijn op basis van de beschikbare kennis wel aan te wijzen. Bestaande meetnetten zijn niet gericht op het leggen van specifieke maatregel-effect relaties en directe relaties tussen meetwaarden en specifieke toepassingen zijn moeilijk te leggen. Een verbetering in de terugkoppeling tussen monitoring enerzijds en toelating en beheer anderzijds is wenselijk. Een betere terugkoppeling zou een kansrijk instrument kunnen zijn om de toelating en de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen in kwetsbare gebieden te voorkomen. Vanwege de reistijd in het grondwater is er geen directe relatie tussen toepassing en monitoring resultaten

zoals die in het oppervlaktewater. Er is weinig kennis verzameld over de schaal, aard, duur, of ernst van oeverinfiltratie.

De inzet op kennisoverdracht naar de toepassers en de actoren in de keten wordt een belangrijk instrument geacht in de vermindering van de emissies naar grondwater. Verminderen van verbruik aan middelen wordt gezien als het meest kansrijk om de belasting van het grondwater te verminderen.

Handelingsperspectief

In de beoordeling van de relevantie van de kennislacunes moet ook worden meegewogen welk handelingsperspectief er is. Kennis en ervaring is versnipperd aanwezig bij de waterbeheerders en drinkwaterbedrijven en niet alle mogelijk maatregelen liggen binnen hun bereik. Het doorvoeren van sommige maatregelen ligt bij één van de stakeholders, en van andere maatregelen bij diverse stakeholders - al of niet in samenwerking met andere partijen. De investeringen in termen van budget, tijd en materiaal zijn voor sommige lacunes veel hoger dan voor andere, maar niet alle lacunes hebben evenredig veel impact op de waterkwaliteit.

Het perspectief van gebruikers en de maatregelen met als doel om de emissies te reduceren kan worden vergroot langs verschillende sporen;

- Kennisvalorisatie op het gebied van methoden voor kennisoverdracht met het oog op verminderen van verbruik (door teeltkeuze, keuze in teeltsysteem en toepassingsmethoden, en stofkeuze).
- In beeld brengen van het belang van oeverinfiltratie voor de grondwaterkwaliteit en beleidsmatig een koppeling maken tussen grondwater en oppervlaktewater binnen beheersgebieden.
- In beeld brengen van het belang en haalbaarheid van opties voor het verbeteren en op peil houden van de bodemkwaliteit voor zowel uitspoeling als oppervlakkige afspoeling.
- Ontwikkeling van de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen en het verbinden van monitoring, modellering en toelating (monitoring resultaten in ondiep grondwater (*early warning*), het effect van maatregelen om de uitspoeling te reduceren).

3.2.3 Emissieroutes

In deze sectie wordt ingegaan op de resultaten van onderzoek dat voor een groot gedeelte bij de kennisinstellingen is uitgevoerd, over de bijdrage van emissieroutes aan de totale emissie naar het oppervlaktewater en over emissies naar grondwater.

Inleiding

Er zijn verschillende routes waarlangs residuen van gewasbeschermingsmiddelen in de sloot langs het perceel of het erf terecht kunnen komen. In het kort zijn dit;

- drift (depositie van druppels spuitvloeistof tijdens de bespuiting),
- atmosferische depositie via transport in de gasfase (op korte afstand van de bron),
- afspoeling via transport van water over het maaiveld (*run-off* of afstroming; Barendregt et al., 2002; OBO, 2018),
- laterale uitspoeling via de bodemmatrix (bodemvocht, bovenste grondwater),
- afvoer via preferente stroming (macroporiën in scheurende kleigronden, drainsleuven) en de drainpijp,
- uitspoeling richting het grondwater,
- en lozingen en verliezen vanaf het erf.

Emissieroutes vanaf perceel en erf worden vaak ingedeeld als diffuse bronnen en puntbronnen (Tabel 5). Dit onderscheid geldt op de *edge-of-field* schaal die ook in de toelating wordt gehanteerd en is niet vanzelfsprekend geschikt om alle relevante emissieroutes en normoverschrijdingen goed te kunnen begrijpen. Bij het ontstaan van watergebonden routes zoals afspoeling van stoffen vanaf vlakke percelen speelt de heterogeniteit binnen het perceel een belangrijke rol (reliëf, bodemconditie). Bij de interpretatie van normoverschrijdingen in de meetpunten van het LM-GBM zijn ook de ruimtelijke verdeling van percelen, erven en waterlopen binnen het vanggebied, en processen in het regionale systeem (verdunding, aanvoer, verdwijning) van belang.

Veel kennis over emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen is voortgekomen uit de ontwikkeling van instrumenten en richtlijnen voor de Nederlandse toelating (drift) of daarvoor bedoeld zijn (afvoer via de drainpijp). De toelating kijkt naar de relevante beschermdoelen op de schaal van het perceel (lokaal), al of niet in combinatie met een probabilistische benadering voor het gebruiksoppervlak in Nederland.

TABEL 5

Voorbeeld indeling van emissieroutes naar oppervlaktewater en grondwater nabij het perceel of het erf (naar Carter, 2000).

Bron	Route	Compartiment
Diffuse bron	Spuitdrift	Oppervlaktewater
	Atmosferische depositie (alle afstanden)	Oppervlaktewater
	Afspoeling, erosie	Oppervlaktewater
	Laterale uitspoeling	Oppervlaktewater
	Drainage	Oppervlaktewater
	Uitspoeling	Grondwater
Puntbron		
	Vullen van de spuit	Oppervlaktewater, grondwater
	Morsen	Oppervlaktewater, grondwater
	Defecte machines	Oppervlaktewater, grondwater
	Waswater en afvalwater lozingen	Oppervlaktewater, grondwater
	Directe lozing spuitvloeistof (inclusief 'bespuiting' van oppervlaktewater).	Oppervlaktewater

Drift is de hoeveelheid spuitvloeistof die tijdens bespuitingen buiten het perceel terecht komt. Atmosferische depositie kan ook van grotere afstand afkomstig zijn, waarbij geldt dat de herkomst niet meer te herleiden is. Afspoeling treedt op wanneer het water in plassen op het land met elkaar in verbinding staat en het water met daarin opgeloste stof over het maaiveld naar de kavelsloot wordt getransporteerd. Dit kan gepaard gaan met het transport van bodemdeeltjes (erosie) met daaraan gebonden stoffen. Laterale uitspoeling ontstaat wanneer bodemvocht en/of het bovenste grondwater met daarin opgeloste stof naar de kavelsloot stroomt. Afvoer via de drainpijp ontstaat wanneer het water in plassen op het land afstroomt naar macroporiën in scheurende kleigronden en/of drainsleuven en vervolgens in de drainpijp terecht komt. Uitspoeling ontstaat wanneer het neerslagoverschot in verticale richting via de bouwvoor in de richting van het grondwater stroomt. Uitspoeling naar het grondwater hangt af van het klei- en organische stofgehalte van de bodem, voor sommige stoffen tevens de pH van de bodem, de eigenschappen van de stof en het toepassingsseizoen. Emissies van het erf kunnen het gevolg zijn van allerlei activiteiten die daar plaats vinden: ontsmetting van bloembollen, behandeling van ander geoogst product of uitgangsmateriaal, opslag van verontreinigde machines en fust in de buitenlucht waardoor tijdens een regenbui residuen kunnen afspoelen. Incidenteel vindt lekkage of lozing van spoelwater plaats uit bijvoorbeeld spoelbassins op het oppervlaktewater. De grootte van de emissie van een bestrijdingsmiddel naar het oppervlaktewater via de verschillende routes is dus afhankelijk van de stoffeigenschappen, de hoeveelheid gebruikt product, de wijze van toediening, de lokale waterhuishouding en de bodemeigenschappen. Eenmaal terechtgekomen in het oppervlaktewater treden de volgende processen op, die nauw samenhangen met de fysisch-chemische eigenschappen: verdunning en verspreiding, degradatie naar andere verbindingen (metaboliëten), adsorptie, vervluchtiging, adsorptie aan het sediment en opname door water- en bodemorganismen (MIRA, 2010).

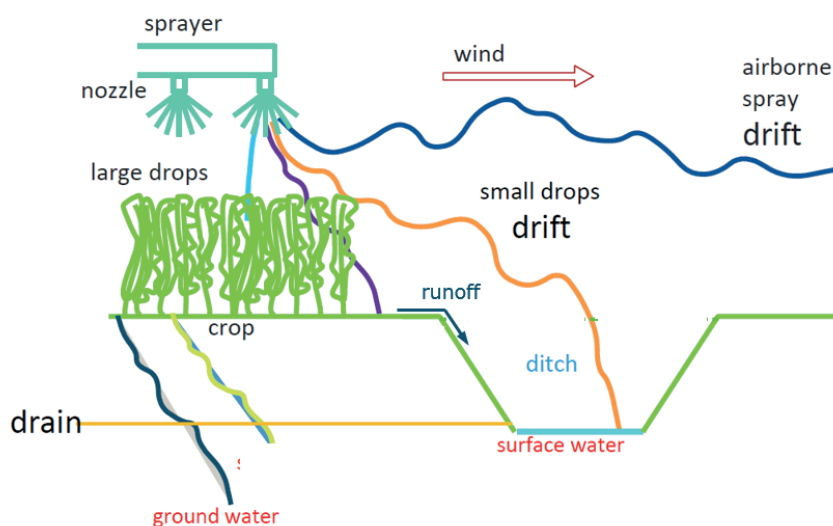
Spuitdrift

In de evaluatie van de nota ‘Duurzame gewasbescherming’ (Van der Linden et al., 2012) constateerde het PBL dat spuitdrift de belangrijkste bron is van het risico voor waterleven in de kavelsloten. Tijdens bespuiting komt spuitvloeistof op het gewas (gewasinterceptie), op de bodem van het perceel (bodemdepositie), op de teeltvrije zone tussen de rand van het perceel en het talud, en op het wateroppervlak in de sloot naast het perceel. Ook gaat een deel van de dosering in de gasfase naar de lucht (Figuur 2).

De driftcijfers zijn in de sectoren met een zijwaartse en opwaartse spuittechniek, zoals boomgaarden en laanbomen, aanzienlijk hoger dan in de sectoren met een neerwaartse spuittechniek (Tabel 6). Op dit moment zijn er teeltvrije zones vastgesteld en verplichte driftreducties op percelen langs watergangen. Bij een zijwaartse/opwaartse spuittechniek is DRT90 verplicht en bij een neerwaartse spuittechniek een DRT75. (DRT = Drift Reducerende Techniek)

FIGUUR 3

Gewasbespuitingen, emissieroutes en beschermdoelen (Van de Zande, 2020).



TABEL 6

Driftcijfers voor zijwaarts/opwaarts spuiten in fruit en laanbomen en neerwaarts spuiten in de overige open teelten (DRT = Drift Reducerende Techniek)

		Driftpercentages				
Zijwaarts/opwaarts		Teeltvrije zone (cm)	Standaardtechniek	DRT75	DRT90	DRT95
Fruitteelt (groot fruit)	voor 1 mei (actueel)	300	16.6	4.15	1.66	0.83
	na 1 mei (actueel)	300	8.6	2.15	0.86	0.43
	voor 1 mei (nieuw)	300	22.0	5.50	2.20	1.10
	na 1 mei (nieuw)	300	12.0	3.00	1.20	0.60
Neerwaarts						DRT90+1r
Bollenteelt		150	2.3	0.56	0.21	0.35
Akkerbouw	aardappel	150	2.5	0.59	0.24	0.4
	graszaad, graan	50	3.9	0.87	0.47	
	mais	50	5.4	1.20	0.80	

Momenteel worden in de toelating voor de fruitteelt de driftcijfers 16,6% en 8,6%, respectievelijk voor en na 1 mei gebruikt. Recent zijn deze driftcijfers verhoogd naar 22,0% en 12,0%, respectievelijk voor en na 1 mei (referentie: PRI - Van de Zande & Wenneker). Bij het neerwaarts spuiten hanteert het Ctgb een driftcijfer van 0,5% voor alle teelten (bij DRT75%). Voor onder andere de maisteelt is dat een aanzienlijke onderschatting van de werkelijke driftcijfers.

In de tussenevaluatie wordt geconstateerd dat tekortkomingen in de toelatingsprocedure mogelijk tot overschrijding van de toelatingsnormen leiden (PBL, 2019). Naast de KRW-norm voor chronische blootstelling (JG-MKN), wordt ook het toelatingscriterium veelvuldig overschreden. Overschrijding van de toelatingsnorm zou bij gebruik volgens het voorschrift niet mogen optreden. Dat er toch overschrijdingen van de toelatingsnorm zijn, kan erop duiden dat stoffen niet volgens het voorschrift worden gebruikt. Het kan ook duiden op tekortkomingen in de toelatingsprocedure. De Nederlandse toelatingsprocedure houdt bijvoorbeeld - in tegenstelling tot de Europese procedure - geen rekening met verliezen via drainage en oppervlakkige afspoeling. Daarnaast wordt de bijdrage van spuitdrift met een factor 1,2 tot 2,5 onderschat. Dat komt doordat de toelating gebruikmaakt van verouderde driftcijfers. Bovendien rekent de toelating in akkerbouwgewassen met een vaste teeltvrije zone van 1,5 meter, terwijl de teeltvrije zone in werkelijkheid varieert van 0,5 tot 1,5 meter. Dit is niet in lijn met de uitgangspunten van het toelatingsbeleid dat rekening moet worden gehouden met de meest ongunstige situatie (EFSA PPR Panel 2010). Het zou dan logischer zijn geweest de drift te baseren op een teeltvrije zone van 0,5 meter. Een minder conservatief alternatief is om in de toelating met gewas-specifieke driftcijfers te rekenen (vergelijk Van de Zande et al. 2012). Daarnaast kunnen er ook tijdens bespuitingen incidenten plaats vinden die een groot effect op de hoeveelheid drift kunnen hebben. Zo heeft de windsnelheid tijdens bespuitingen een groot effect. De driftpercentages in de drifttabel gelden bij een gemiddelde windsnelheid van 3 m/s. Bij een windsnelheid van 5 m/s (de maximale toegestane windsnelheid) verdubbelt de drift (pers. com. Jan van de Zande, WUR).

Atmosferische depositie

Atmosferische depositie op het wateroppervlak in de sloot naast het behandeld perceel treedt vrijwel gelijktijdig op met drift depositie. Het transport van deeltjes in de gasfase is vooral afhankelijk van de verzadigde dampdruk van de werkzame stof. De atmosferische depositie is onafhankelijk van de spuitapparatuur en de driftreductieklasse. De hoeveelheid depositie neemt minder snel af met de afstand dan de hoeveelheid drift. In de Nederlandse situatie leidt dit over het algemeen tot een emissie via atmosferische depositie die kleiner is dan de emissie via drift. Een uitzondering vormt de toepassing van insecticiden door te spuiten met een hoge driftreductieklasse. Deze groep stoffen heeft een relatief hoge verzadigde dampdruk en de combinatie van meer emissie via atmosferische depositie en minder emissie via drift leidt tot een andere verhouding. Dit kan voor de waterkwaliteit van belang zijn omdat een aantal insecticiden zeer giftig is voor waterleven.

Op landelijke schaal is de atmosferische depositie van actieve stoffen in kilogrammen uitgedrukt de belangrijkste aanvoer-route. Tijdens bespuiting, en in de periode daarna via vervluchtiging vanaf de bodem en vanaf het gewas, kunnen stoffen in de atmosfeer komen en getransporteerd worden via de gasfase. Een deel ervan wordt afgebroken door o.a. fotochemische oxidatie, maar persistente stoffen kunnen tot honderden en zelfs duizenden kilometers getransporteerd worden, om dan via natte (regen, sneeuw, hagel) en droge depositie (gasuitwisseling, stofuitval) in het oppervlaktewater terecht te komen (MIRA, 2010). Geschat wordt dat de emissie naar het oppervlaktewater via atmosferische depositie over de lange afstand in omvang 2,5 maal zo groot is dan de emissie via drift en af- en uitspoeling (Boland & Leendertse, 1999). Atmosferische depositie veroorzaakt een grote landelijke vracht, maar er zijn geen aanwijzingen in de literatuur gevonden dat dit leidt tot normoverschrijding in oppervlaktewater (Deneer en Kruijne, 2010). Voor natuurgebieden en spaarbekkens is dit wel een belangrijke bron van verontreiniging (MIRA, 2010). Emissie naar de lucht speelt een verwaarloosbare rol bij de risico's voor waterleven van gewasbeschermingsmiddelen omdat de concentraties en/of hoeveelheden stoffen zeer laag zijn, en verspreid over een grote periode in het water terecht komen. Dit levert geen piekemissies op (Wösten et al., 2001).

Afvoer via de drainpijp

Emissie via de drainpijp kan een grote bijdrage leveren aan de totale emissie; met name vanaf percelen op scheurende kleigronden. De hoeveelheid is sterk afhankelijk van de stofeigenschappen en de locatie (bodem en waterhuishouding) en in mindere mate van het toepassingstijdstip. Over het geheel van alle toepassingen in de land- en tuinbouw, is de bijdrage

van deze route aan de totale emissie veel groter dan de bijdrage van drift. Tijdens perioden met drainafvoer is het volume water in de kavelsloten groter en stroomt het water in de verzamelsloot sneller. Hierdoor treedt meer verdunning op dan in perioden zonder drainafvoer en draagt de emissie via de drainpijp ondanks de grote vracht minder bij aan de normoverschrijdingen dan emissie via drift.

De grootste emissies via de drainpijp worden berekend voor herbiciden. Deze stoffen zijn over het algemeen minder giftig voor waterleven en zij leveren ondanks de grote hoeveelheid emissie een relatief kleine bijdrage aan het risico voor waterleven. Voor een deel van de insecticiden worden ook emissies via de drainpijp berekend. Voor deze stoffen is de hoeveelheid emissie kleiner en kan de bijdrage aan het risico voor waterleven groter zijn.

Afspoeling

Voor afstroming van water en afspoeling van stoffen geldt dat een groot deel van de beschikbare kennis tot stand is gekomen in het nutriëntenonderzoek (afspoeling). Voor de erfemissies zijn de resultaten van praktijkgericht onderzoek en van initiatieven vanuit de industrie een bron van beschikbare kennis.

Onderzoek naar de relatie tussen de nutriëntenhuishouding, afspoeling en waterkwaliteit betreft de veehouderij en vaak alleen grasland. Voor afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen zijn andere open teelten van belang en wordt onderscheid gemaakt tussen de teelt op ruggen, in rijen, en een zaaibed. Door Evenhuis et al. (2011) is een literatuurstudie uitgevoerd met betrekking tot afspoeling in de Nederlandse situatie (volveldsteelten). Daaruit werden de volgende conclusies getrokken:

- De intensiteit van optredende neerslag, de infiltratiecapaciteit, de bergingscapaciteit op het maaiveld en de bergingscapaciteit in de bodem zijn van belang voor het optreden van oppervlakkige afspoeling;
- Het onderscheid tussen klei- en zandgronden is van belang; op zandgronden is de kans op afspoeling het grootst in het zomerhalfjaar, terwijl op kleigronden de kans op afspoeling het grootst is in het winterhalfjaar;
- Op kleigronden treedt afspoeling via greppels vooral op gedurende het winterhalfjaar en zal gedurende het zomerhalfjaar de afvoer van water vooral via drains plaatsvinden;
- Op kleigronden zal de aanwezigheid van greppels de mogelijkheid voor oppervlakkige afspoeling sterk vergroten, waarbij afspoeling vanaf het gehele perceel plaats kan vinden.

Door (Massop et al., 2014) is een risico index voor afstroming berekend voor de landbouwpercelen in Nederland. Op basis van ervaring met de kwaliteit en feedback van de boeren zijn diverse verbeteringen doorgevoerd. Het ruimtelijk patroon van de afstroming over het perceel eindigt in de afstroompunten op de rand van het perceel langs de kavelsloot. Er zijn kaarten berekend in twee varianten:

- In de zomersituatie kan afstroming ontstaan als de neerslagintensiteit de infiltratiecapaciteit van de bodem overschrijdt.
- In de wintersituatie kan afstroming ontstaan bij volledige verzadiging van de bodem (grondwaterstand aan maaiveld).

Gelet op het toepassingsseizoen van gewasbeschermingsmiddelen is de zomersituatie voor de meeste stoffen interessant. Voor bepaalde herbiciden kan de wintersituatie interessant zijn. De berekende afspoeling van water wordt vooral bepaald door de infiltratiecapaciteit van de bodem. Het ontbreekt nog aan voldoende meetgegevens, inclusief de variatie binnen het perceel, variatie in de tijd, en de samenhang met gewasstadium, bodembewerking en bodemverdichting (rijsporen). Een aantal waterbeheerders beschikt over kaarten van deze risico index voor afspoeling van de percelen in het beheersgebied. Het kan interessant zijn om te onderzoeken wat de ervaringen zijn met het gebruik van deze kaarten.

Door simulaties met FOCUS Surface Water Scenarios is de concentratie van stoffen in afstromend water in relatie tot de hoeveelheid afstromend water onderzocht (Adriaanse et al., 2016). Voor de meeste stoffen (zeer mobiel tot matig mobiel; $K_{om} < 60$ L/kg) neemt de berekende concentratie af bij een toenemende hoeveelheid afstromend water. Voor deze stoffen is de berekende concentratie het hoogst bij relatief lage hoeveelheden afstromend water (< 1 mm). Voor zeer weinig mobiele stoffen ($K_{om} > 600$ L/kg) blijkt de berekende concentratie nauwelijks afhankelijk van de hoeveelheid afstromend water. De emissie via afspoeling is dan evenredig met de hoeveelheid afstromend water.

De beschikbare kennis over de concentraties in het afstromende water en de emissies via de route afspoeling vanaf percelen is beperkt. Een kwantificering van de emissies via afspoeling kan op basis van de huidige kennis nog niet worden gemaakt.

Verstuiving/stofdrift tijdens of na toepassing

Verstuiving grond en stofdeeltjes van bijvoorbeeld zaadcoating met gewasbeschermingsmiddelen vanaf een perceel is nog weinig onderzocht en kwantitatieve gegevens ontbreken.

Erfemissies / puntbronnen

Puntemissies van gewasbeschermingsmiddelen vormen een potentieel risico voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. 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. Het blijkt lastig om concentraties gemeten in oppervlaktewater te herleiden tot de bronnen.

Het is onduidelijk welke activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen op het erf het meest bijdragen aan potentiële normoverschrijdingen. Door Beltman et al. (2011) zijn verschillende activiteiten die tot puntemissies kunnen leiden, vergeleken en gerangschikt voor de verschillende sectoren in de open teelten. Hiertoe werd het POSSUM-model ontwikkeld (POint Sources on SURface water Model) om de gevolgen van puntemissies op oppervlaktewater te rangschikken naar de meest risicovolle activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen. POSSUM vergelijkt de risico's van verschillende activiteiten op basis van gegevens over activiteiten en bedrijfssituaties; van kennis omtrent depositie van reststromen (in putten, op het erf of op de bodem), en de frequentie waarin verschillende activiteiten worden uitgevoerd. De invoergegevens voor het model zijn bijvoorbeeld afkomstig van inventarisaties zoals per landbouwsector gegeven in De Werd et al. (2006). Het doel is om de hoogte van de emissie van een aantal mogelijke puntemissies te vergelijken. Dat betekent niet dat de emissies ook daadwerkelijk optreden in de praktijk. De resultaten van de berekeningen zijn daarom niet geschikt om te vergelijken met metingen van concentraties in oppervlaktewater. Door puntbelastingen te rangschikken naar hun bijdrage aan risico voor water is het mogelijk om gerichte maatregelen uit te werken.

Met name in gebieden met veel oppervlaktewater wordt de bijdrage van drift groter ingeschat dan de bijdrage van puntemissies. Dit zijn echter gebieden waar de bijdragen vanuit de verschillende emissieroutes zeer moeilijk te kwantificeren zijn. De verschillende auteurs/onderzoekers hebben in hun onderzoek gebieden met veel oppervlaktewater en fruitteelt (met veel spuitdrift; zoals in Noord Duitsland) buiten de algemene conclusies gehouden met betrekking tot de bijdrage van puntemissies aan belasting van het oppervlaktewater (Bach et al., 2005). Deze bevindingen zijn niet zonder meer te vertalen naar de Nederlandse situatie. Risico-momenten bestaan tijdens het vullen van de spuit (morsen, overlopen, lekkage). Maar vooral restanten van spuitvloeistof kunnen leiden tot milieurisico's. De gewasbeschermingsmiddelen aan de buitenkant van de apparatuur bevinden zich vooral op de spuitboom, de doppen en de tank. Deze concentraties kunnen hoog zijn. Op deze manier bestaat er een risico dat residuen van gewasbeschermingsmiddelen rechtstreeks, dan wel via drainagesystemen afvloeien naar het oppervlaktewater (Debaer et al., 2004).

Verschiedende Europese studies hebben aangetoond dat naast druppeldrift, ook vul- en spoelplaatsen een belangrijk risico geven voor verontreiniging van het oppervlaktewater met gewasbeschermingsmiddelen. Afhankelijk van het land is tussen 40 tot 90% van de oppervlaktewaterverontreiniging afkomstig van zogenaamde directe verliezen (Jaeken & Debaer, 2005). Directe verliezen treden op tijdens de toediening; indirecte verliezen treden op tijdens de langere periode na de toediening. In België toonde een studie van Beernaerts et al. (2003) aan dat vervuiling van het oppervlaktewater door residuen van gewasbeschermingsmiddelen in 70% van de gevallen te wijten is aan directe verliezen. In België wordt nog steeds het reinigen van spuitmachines in het veld aangeraden. Een groot aandeel van de directe verliezen kan te wijten zijn aan vul- en spoelplaatsen, omdat de concentratie aan stoffen in de vul- en spoelplaats zeer hoog kan zijn. De (relatieve) bijdrage van puntemissies aan de verontreiniging van het oppervlaktewater is afhankelijk van de lokale situatie.

Projecten om potentiële erfemissies te verminderen

In de bollenteelt hebben diverse deelonderzoeken plaatsgevonden in het kader van het project Schoon erf, Schone sloot. Dit project is onder andere uitgevoerd in Noord- en Zuid Holland, West Brabant, Goeree-Overflakkee en Flevoland (Beek et al., 2018ab, Gooier et al., 2018; Vliet en de Werd, 2019). Bij dit project werden diverse maatregelen op het erf genomen om erfemissies tegen te gaan en werd het effect gemeten in de erfputjes. Een belangrijk doel van dit project was de bewustwording van de telers over mogelijk emissies vanaf het erf (Figuur 3). Door de genomen maatregelen namen de concentraties in de erfputten af. Door deze lagere concentraties mag verwacht worden dat de emissies naar de sloot waar de erfputten op afwateren ook lager worden. Omdat er echter geen metingen zijn verricht in het oppervlaktewater is niet bekend wat het uiteindelijke effect is op de waterkwaliteit en of de maatregelen inderdaad afdoende zijn om normoverschrijdingen in het oppervlaktewater door erfemissies te voorkomen. De meetgegevens (concentraties) van bijvoorbeeld erfputjes zouden gebruikt kunnen worden om een indruk te krijgen van de totale vracht aan gewasbeschermingsmiddelen op het erf, en van daaruit de mogelijke belasting van een naast gelegen kavelsloot.

Door het invullen van de Erfemissie-scan kunnen agrariërs zien waar mogelijkheden liggen om de belasting van het oppervlaktewater te verminderen. Na het invullen van diverse vragen over bijvoorbeeld het vullen van de spuit, de inwendige - en uitwendige reiniging en de omgang met fust wordt duidelijk bij welke van deze activiteiten mogelijk emissie naar het oppervlaktewater optreedt. Daarnaast geeft de Erfemissie-scan informatie over de wetgeving op het gebied van erfemissie en praktische informatie over maatregelen die mogelijk zijn om deze emissies te verminderen.

FIGUUR 4

Afbeelding uit de Erfemissiescan (www.erfemissiescan.nl)



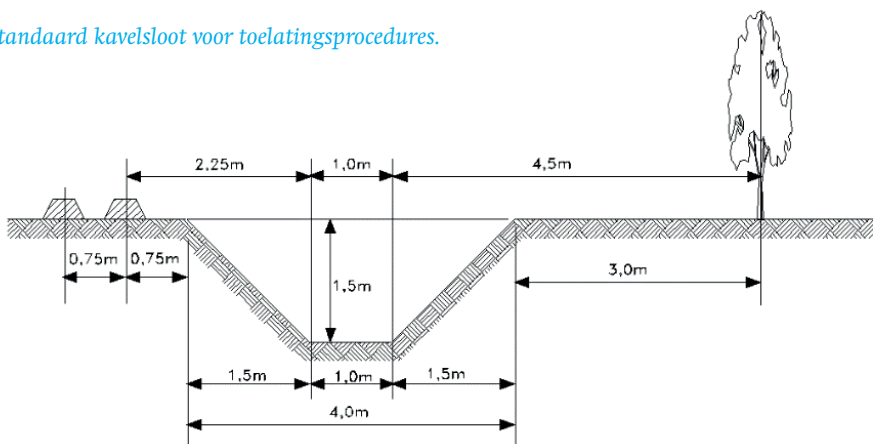
Het is niet mogelijk een lijst van maatregelen op te stellen die het meest effectief zijn om erfemissie te beperken. De mate van effectiviteit hangt sterk af van de bedrijfssituatie en de sector. Zo zijn op een bloembollenbedrijf vooral maatregelen effectief met als doel om emissies tijdens en na het ontsmetten van de bollen voorkomen, aangevuld met maatregelen om emissies vanaf fusten te voorkomen. Door het invullen van de erfemissiescans ontstaat een beeld welke maatregelen voor dit specifieke bedrijf het meest relevant zijn (Rougoor et al., 2018).

Deze sectie begint met een overzicht van de inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen tegen de belangrijkste ziekten en plagen, en vervolgt met een beschrijving van de beschikbare kennis over de emissies en de belangrijkste conclusies.

In de fruitteelt (met als voornaamste fruitsoorten appel en peer) komt een groot aantal ziekten en plagen voor. In appel zijn de belangrijkste plagen: appelbloedluis (*Eriosoma lanigerum*) en fruitmot (*Cydia pomonella*). De belangrijkste ziekten in appel zijn: schurft (*Venturia inaequalis*), vruchtboomkanker (*Neonectria ditissima*), en meeldauw (*Podosphaera leucotricha*). Bij peer zijn de belangrijkste plagen: fruitmot (*Cydia pomonella*) en perenbladvlo (*Psylla pyri*). De belangrijkste ziekten in peer zijn zwartvruchtrot (*Stemphylium vesicarium*) en perenschurft (*Venturia pirina*). Tegen de schimmelziekten bij zowel appel als peer worden frequent fungiciden ingezet. De insecticiden vormen echter (ondanks de beperkte inzet/toepassingen) het grootste risico voor de ecologische waterkwaliteit (bijvoorbeeld thiacloprid en deltamethrin) omdat de stoffen toxischer zijn. Op het gebied van de toelating van insecticiden vinden vaak wijzigingen plaats (mede vanwege de discussie over neonicotinoiden). Voorbeelden van nieuwe stoffen met dit toepassingsgebied die de komende vijf jaar belangrijk kunnen worden zijn chloorantraniliprole (middel Coragen) en cyantraniliprole (middel Exirel). De ‘oude’ stoffen imidacloprid en thiacloprid (gaan) verdwijnen.

In deze sectie wordt het effect van spuitdrift en driftreductie op de belasting van het oppervlaktewater langs boomgaarden besproken. Dit is doorgerekend voor de voorbeeldstof thiacloprid (middel Calypso). Voor deze berekeningen is uitgegaan van de slootdimensies die worden gehanteerd in de Nederlandse toelatingsprocedure voor gewasbeschermingsmiddelen (Beltman en Adriaanse, 1999). De breedte van het wateroppervlak is 1 m, de breedte van de bodem is 0,4 m, de hellingshoek is 45°, en het waterpeil is 0,3 m (Figuur 4). In de berekeningen wordt een slootlengte van 100 m verondersteld. Het volume is dan 21.000 L.

Dimensies van een standaard kavelsloot voor toelatingsprocedures.



- Boomgaard: 1 ha (100 x 100 m)
- Slootlengte: 100 m
- Teeltvrije zone: 3 m
- Oppervlaktewater: 4,5-5,5 (1 m breed)
- Inhoud sloot 21.000 liter

Berekeningswijze oppervlaktewater via drift.

Drift wordt berekend als percentage van de toegepaste (uitgebrachte) hoeveelheid middel (actieve stof) per oppervlakte-eenheid dat buiten het behandelde perceel wordt aangetroffen/gemeten. Voor neerwaarts spuiten, zoals in de akkerbouw en in de fruitteelt bij bodembehandeling, is dat als volgt: het bespuiten van 1 ha (10.000 m²) met 1 kg actieve stof resulteert in (1000 g / 10.000 m²) 0,1 g actieve stof/m². Bij boomgaarbespuitingen (die zijwaarts in plaats van neerwaarts worden uitgevoerd) wordt dezelfde rekenmethode gehanteerd. Het driftcijfer is dan het percentage van de uitgebrachte hoeveelheid actieve stof (per m²) dat op een bepaald oppervlak (m²) op een bepaalde afstand van het behandelde perceel wordt aangetroffen. Voor de toelating van middelen wordt rekening gehouden met het effect van een windhaag (bladstadium of kaal). Er wordt vaak gerekend met het midden van de standaard sloot (5 m; 4,5-5,5 m vanaf buitenste bomenrij van de boomgaard). Een driftpercentage van 10% houdt in dat er op de betreffende afstand 10% wordt gemeten van de 0,1 g actieve stof/m² in het perceel = 0,01 g actieve stof/m².

Fruitsorteerders

Bij het sorteren van fruit met gebruik van waterdumpers kunnen gewasbeschermingsmiddelen via het fruit in het fruitsorteerwater terecht komen. Om een beeld te krijgen van het aantal verschillende middelen en de concentraties zijn in een voorgaand project in juni 2011 bij 10 fruitsorteerbedrijven watermonsters uit de sorteerinrichting genomen (Wenneker et al., 2012). Deze watermonsters zijn aan het eind van het fruitbewaarseizoen genomen. De aangetroffen concentraties zijn daardoor aan de 'behoudende' kant. Daarnaast is de monsternamen een momentopname in het sorteerseizoen. De aangetroffen stoffen staan in relatie tot de hoeveelheid, de herkomst en de soort gesorteerde partijen fruit. In de appelteelt worden deels andere middelen gebruikt dan in de perenteelt, en de ene teler kan de voorkeur geven aan een ander middel dan de andere teler. De aanwezigheid van een stof in het sorteerwater kan dus wekelijks verschillen. Het lozen van fruitsorteerwater op het oppervlaktewater is niet toegestaan. Na zuivering kan het wel op het riool geloosd worden. Deze emissieroute wordt daarom niet nader beschouwd.

Puntemissies

Puntemissies van gewasbeschermingsmiddelen zijn een risico voor oppervlaktewater en grondwater, maar het is niet duidelijk welke activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen op het erf het meest bijdragen aan normoverschrijdingen. Het POSSUM-model (POint Sources on SUrface water Model) is ontwikkeld om de gevolgen van puntemissies op oppervlaktewater te rangschikken naar de, voor water, meest risicovolle activiteit met gewasbeschermingsmiddelen (Beltman et al., 2011). POSSUM vergelijkt de risico's van verschillende activiteiten afhankelijk van de bedrijfssituatie. Daarna zijn verschillende scenarioberekeningen uitgevoerd om de belasting van oppervlaktewater (kavelsloten) met thiacloprid van uit spuitdrift en erfbelasting te vergelijken.

In [Bijlage 7.6](#) staat de uitwerking van bovenstaande paragrafen.

Conclusies

De belangrijkste conclusies uit het onderzoek naar de relatie tussen het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de fruitteelt en de waterkwaliteit in het Kromme Rijngebied en rond Harmelen;

- Relatief hoge concentraties van stoffen op meerdere meetpunten en op verschillende momenten werden vastgesteld. Dit maakt het veel waarschijnlijker dat spuitdrift een grotere bijdrage aan de totale emissie levert dan erfemissies. Door het gebruik van waarschuwingssystemen spuiten telers vaak op eenzelfde moment tegen schurft. Erfemissies voortkomend uit bijvoorbeeld het schoonmaken van een spuitmachine worden verwacht op meer verschillende momenten (en op verschillende locaties/bedrijven).
- Emissie via drift lijkt de grootste bijdrage aan de waterkwaliteit te leveren. Verschillende maatregelen om deze terug te dringen zijn beoordeeld op effectiviteit (reductie%), kosten, en robuustheid.
- Emissie via de drainpijp is stofafhankelijk en draagt voor de meeste stoffen minder bij aan de waterkwaliteit.
- In het afvalwater van fruitsorteerbedrijven komen veel verschillende stoffen voor. Deze zijn afkomstig van veldtoepassingen, naogstbehandelingen en kistontsmetting. De fungiciden die relatief kort voor de pluk worden ingezet om vruchtrot te bestrijden zijn in dit sorteerwater in de hoogste concentraties aangetroffen. Lozing van dit sorteerwater kan meetbare effecten op de waterkwaliteit geven. Het voorkomen van lozingen verdient prioriteit.

3.4 Aardappelteelt

Inleiding

Voor veel akkerbouwers is de aardappel een van de belangrijkste inkomstenbronnen. Het is teelt-technisch (opbouw ziekten, bodemkwaliteit) niet mogelijk om elk jaar aardappelen op een akker te telen en daarom teelt de boer aardappelen in een rotatie met bijvoorbeeld granen, uien, wortelen en bieten. Aardappelteelt vindt in heel Nederland plaats. De teelt vindt veelal plaats op basis van contractteelt.

De aardappelteelt kent drie hoofdteeltsystemen: consumptieaardappelen, zetmeelaardappelen, en pootaardappelen

In aardappelen worden vooral gewasbeschermingsmiddelen gebruikt om schimmels te bestrijden. Bij aardappelen gaat het met name om *Phytophthora infestans*, de meest voorkomende aardappelziekte, waartegen in normale (niet te droge) jaren 12 à 16 keer per seizoen moet worden gespoten (in de periode eerste/tweede week juni tot circa half september). De meeste gebruikte fungiciden in de teelt van consumptieaardappelen zijn: Revus (a.i. mandipropamid); Nautile en Video en Curzate M (mancozeb + cymoxanil); Zorvec Enicade (oxathiapiproline) + Mancozeb; Infinito (propamocarb + fluopicolide); Canvas (amisulbron) en Ranman Top (cyazofamide).

In de aardappelteelt wordt het onkruid met name met bodemherbiciden bestreden in de periode tweede helft april tot eerste helft mei; bijvoorbeeld combinaties van Boxer (prosulfocarb), Challenge (aclonifen), Centium (clomazone) en Pro-man (metobromuron) in de teelt van consumptieaardappelen.

Emissies

Gemiddeld is in de pootaardappelteelt het verbruik (in kg w.s. per ha) hoger dan in de teelt van zetmeel- en consumptieaardappelen. In de zetmeel- en consumptieaardappelen worden ongeveer evenveel gewasbeschermingsmiddelen ingezet. Veel middelen worden ingezet voor de bestrijding van *Phytophthora*. In de pootaardappelteelt worden vaker bladluizen bestreden dan in de andere aardappelteelten. Bladluizen brengen namelijk virussen over.

Aardappelen worden op ruggen verbouwd. Ruggen nemen over het algemeen slecht water op. Bij veel neerslag in korte tijd zal het water afstromen en tussen de ruggen belanden. De oppervlakte waarover het water in de bodem kan infiltreren neemt daarmee af. Volgens modelberekeningen (Leistra et al., 2001) is de uitspoeling van het insecticide carbofuran naar grondwater voor ruggenteelt (aardappel) een factor groter dan voor een teelt op een vlak zaaibed. De factor voor dit verschil is afhankelijk van de stoffeigenschaften en van teeltspecifieke factoren.

Een deel van de neerslag die op de ruggen valt stroomt in de richting de dalen. Tussen de ruggen is de bodem minder diep dan in de ruggen en is er minder tijd voor afbraak van de stof in het bodemvocht dat door de bodem percoleert in de richting van het grondwater.

Kwantitatieve gegevens over de verhouding van de emissie als gevolg van uitspoeling in de ruggenteelt en andere teeltsystemen zijn voor de meeste stoffen niet beschikbaar. In de praktijk / praktijkgericht onderzoek is ervaring opgedaan met microdammen tussen de ruggen. Dit is een maatregel met als doel om de afstroming tussen de ruggen te vertragen en de infiltratie te bevorderen. Het is nog niet duidelijk met welke factor de infiltratie toeneemt en of en hoeveel de afstroming van water en de emissie via afspoeling van stoffen afneemt.

In [Bijlage 7.7](#) staat deze inschatting van emissieroutes in meer detail beschreven. In de rapportage van De Werd & Van der Wal (2012) zijn de drainpijpfvoer en emissies vanaf het erf genoemd als belangrijkste routes in de akkerbouw. Emissie als gevolg van spuitdrift wordt als minder belangrijk gezien. In [Bijlage 7.9](#) zijn de berekende emissies per stof gegeven.

3.5 Bollenteelt

Inleiding

De bollenteelt is divers, met een groot aantal teeltregio's en bodemtypes, en bestaat uit de teelt van een groot aantal verschillende gewassen. In de traditionele bollengebieden van Noord- en Zuid-Holland is de bollenteelt dominant. Daarnaast is er verspreid over Nederland een toenemend areaal bollenteelt; soms in rotatie met andere gewassen en een ander teeltsysteem. Binnen deze diversiteit kunnen wel twee hoofdteeltgroepen onderscheiden worden: namelijk tulp & narcis, en lelie. In deze teelten worden herbiciden, insecticiden en fungiciden ingezet. Het groeiseizoen van deze gewassen is verschillend, en ook de periode waarin de verschillende middelen worden toegepast. Als probleemstof wordt pendimethalin (herbicide; Stomp 400 SC: pendimethalin; Wing P: pendimethalin + dimethenamide-P; Spectrum: dimethenamide-P) genoemd in de lijstjes met resultaten van het LM-GBM en de NMI. Dit is een voor-opkomst herbicide, dat in de tulpen (periode dec-maart) en in lelies (april) wordt toegepast. In dit stadium is er nagenoeg geen gewasinterceptie en deze toepassingen kunnen een risico voor het grondwater vormen.

Vergeleken met andere open teelten is het middelengebruik in de bollensector hoog (Sectie 2.2.2), bij de teelt en bewaring van bollen (veelal een combinatie van fungiciden en een insecticide). Ziektevrije producten zijn, niet alleen voor de export, een absolute voorwaarde voor behoud en verdere uitbouw van de afzet. Door de hoge teeltsaldi zijn de kosten voor gewasbescherming (bolontsmetting) relatief laag, zeker gezien de risico's die telers lopen. De lange vegetatieve vermeerderingsduur van de bolgewassen maakt de kans op besmetting met ziekten en plagen groot.

Emissies

Gewasbeschermingsmiddelen die in de bollenteelt gebruikt worden kunnen op verschillende manieren in het oppervlaktewater terechtkomen. Onder andere door druppeldrift tijdens gewasbespuitingen, uitspoeling via de bodem en drainpijpen, emissies of lozingen van het erf. Emissies van het erf worden voornamelijk veroorzaakt door vloeistofstromen die gebruikt worden bij de bolontsmetting, bij het spoelen van de bollen en na het ontstaan van condens en alle handelingen die daarbij verricht worden. Bollen, geteeld op zavel en kleigronden, worden na de oogst gespoeld om gronddeeltjes kwijt te raken. Van het gewas lelie worden alle bollen na de oogst gespoeld ongeacht op welke grondsoort deze zijn geteeld. In het spoelwater kunnen middelen voorkomen die gebruikt zijn bij de ontsmetting van de bollen voorafgaand aan de teelt op het veld.

In De Werd & Van der Wal (2012) wordt afspoeling vanaf het erf na onoverdekt opslaan of na reinigen van fust (zonder opvang van schoonmaakwater) en afspoeling vanaf het erf na bolontsmetting (zonder opvang van morsvloeistof) als belangrijkste emissieroutes gezien in de bollenteelt. In de bollenteeltgebieden in Noord- en Zuid-Holland zijn vooral stoffen die op het erf toegepast worden, voor plantgoedbehandeling en in de bewaring, een probleem in oppervlaktewater. Emissie gerelateerd aan de toepassing van middelen op het erf wordt daarom als een groter risico op overschrijdingen weergegeven, dan druppeldrift bij bespuiting van grond of gewas.

De emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen in de bollenteelt zijn terug te voeren op het klaarmaken van middelen voor de bespuiting van gewassen op het veld en voor het klaarmaken van middelen voor de bolontsmetting. Bij de bolontsmetting kunnen puntbelastingen ontstaan bij het ontsmettingsproces (rond de ontsmettingsketel), op het erf en bij transport naar het veld. Bij de bespuitingen op het veld kunnen 'puntbelastingen' ontstaan bij het keren met uitgeklapte spuitbomen boven de sloot. Het spoelwater, gebruikt voor het verwijderen van tarra bij het rooien van de bollen, kan eveneens gewasbeschermingsmiddelen bevatten. Bij het onzorgvuldig verspreiden van het spoelwater over het veld kan eveneens een puntbelasting van het oppervlaktewater ontstaan.

Uit onderzoek blijkt dat bij onvoldoende uit laten lekken van ontsmette bollen er grote kans is op lekkage van fungiciden en insecticiden bij transport naar het veld. Hoe vaak het voorkomt dat bollen niet goed uitlekken en hoeveel actieve stof er in een gebied uiteindelijk in het oppervlaktewater terecht komt, is niet bekend. Rond de ontsmettingsplaats moet een bollenteler allerlei maatregelen nemen om te voorkomen dat middelen naar het oppervlaktewater afstromen.

In de bollensector is veel aandacht voor bewustwording en het verminderen van erfemissies. Enkele voorbeelden van projecten zijn: “Schoon Erf, Schone Sloot in de bollenteelt” (Sectie 3.2.2), “Aanpak erfemissie Noord-Nederland”, “Verduurzaming bloembollenteelt Drentsche Aa⁴”, “Digitaal Loket Erfemissie” en de ontwikkeling en evaluatie van websites als www.erfemissiescan.nl, www.agriwijzer.nl en www.goedboerenerf.nl.

Vanuit het oogpunt van de waterkwaliteit en het grondwater is aandacht nodig voor de omgang met (restanten) spoelwater. Het gebruik van bodemherbiciden (voor-opkomst) in de bollenteelt kan leiden tot uitspoeling naar het grondwater. Dit hangt samen met de kwetsbaarheid van de bodem, ondiepe grondwaterstanden en het tijdstip van toepassing.

In [Bijlage 7.7](#) staat deze inschatting van emissieroutes in meer detail beschreven.

3.6 Maisteelt

Inleiding

In de maisteelt zijn vooral de volgende middelen voor onkruidbestrijding in gebruik: Laudis (tembotrione), Calaris (mesotrione + terbutylazine), Callisto (mesotrione), Kart (florasulam + fluroxypyr), Frontier Optima (dimethenamide-P), aantal middelen met werkzame stof nicosulfuron, Merlin (isoxaflutole), Capreno (tembotrione + thiencarbazon-methyl) en Monsoon active (foramsulfuron + thiencarbazon-methyl). De middelen worden voornamelijk toegepast in de periode eind mei en begin juni. Het middelenpakket en de gebruiksvoorschriften zijn vaak aan veranderingen onderhevig, zo zijn bijvoorbeeld in 2019 Gardo Gold (terbutylazine + S-metolachloor) en Dual Gold (S-metolachloor) niet meer toegelaten op zandgronden en in grondwaterbeschermingsgebieden. In de praktijk is in de afgelopen jaren op vrijwel elk perceel de stof terbutylazine ingezet. Deze stof zorgt voor een goede, brede en snelle werking op onkruiden. Met de beperkingen van Gardo Gold (niet op zandgronden) en het wegvallen van Akris (dimethenamide-P + terbutylazine), is alleen Calaris nog beschikbaar als bron van terbutylazine.

Emissies

Het gebruik van herbiciden in de maisteelt kan leiden tot uitspoeling naar het grondwater. Voor veel middelen met dit toepassingsgebied gelden restricties met als doel om het grondwater te beschermen.

In De Werd & Van der Wal (2012) worden afvoer via de drainpijp en afspoeling vanaf het erf als belangrijkste emissieroutes genoemd in de maisteelt. Erfemissies kunnen optreden na het vullen en reinigen van de spuitmachine, bij het ontbreken van (volledige) opvang van het schoonmaakwater. Drift bij het spuiten op het perceel wordt als een minder belangrijke emissieroute gezien. De stoffen zijn over het algemeen minder giftig voor waterleven dan insecticiden en herbiciden.

Maïs wordt veel verbouwd door veehouders als krachtvoer. Veehouders laten de gewasbescherming veelal over aan de loonwerker. In 2008-2010 is een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar aantal maisherbiciden in het oppervlaktewater in twee deelgebieden van de Hoge Raam nabij Zeeland en de Lage Raam nabij St. Anthonis (Kroonen-Backbier, 2011).

De volgende emissieroutes zijn benoemd in dit onderzoek:

- a. puntemissie bij het gebruik van de spuit (morsen, restanten lozen, wassen direct na bespuiting, nadruppelen boven sloot bij keren op perceel, meespuiten);
- b. druppeldrift bij spuiten, tevens dampdrift / verdamping vanaf bodem en gewas;
- c. af- en uitspoelen vanaf bespoten perceel;
- d. regenwater op gestalde spuit buiten of tijdens transport van en naar perceel;
- e. waswater van spuit na spuitseizoen;
- f. riooloverstort.

⁴ Dit project is nu onderdeel van het Uitvoeringsprogramma Oppervlaktewater Drentsche.

Zie het UPDA-jaarverslag 2018: www.onzedrentscheaa.nl/rapporten.

De punten “a en b” zijn vooral van belang op de dag van bespuitingen, punten “c en d” bij de eerste regenbuien na bespuiting en punt “e” speelt vooral aan het einde van het spuitseizoen. Indien in een gebied aanwezig kan een riooloverstort “f” ook bijdragen bij hevige regenval en in situaties van ondercapaciteit van het riool. Dit is echter niet een emissieroute die optreedt vanaf een enkel perceel of erf, maar op een punt in het regionale systeem.

Welke emissieroute uit het onderzoek van Kroonen-Backbier de belangrijkste was kon niet uit het onderzoek worden afgeleid. In het algemeen kan gesteld worden dat druppeldrift bij zorgvuldige toepassing op het perceel tot relatief lage concentraties in de kavelsloot leidt. Het onzorgvuldig toepassen van (verplichte) driftreducerende maatregelen kan leiden tot hogere concentraties in de kavelsloot. (Dit kan overigens ook gelden voor andere emissieroutes vanaf het perceel of het erf.) Bij vergelijkbare inzet van middelen en op dezelfde wijze toegepast worden in het ene gebied vaker en hogere concentraties van de middelen gevonden in de kavelsloot dan in het andere gebied. Dit is een aanwijzing dat er naast druppeldrift ook andere emissieroutes optreden. De maximum gemeten waarden werden na veel regenval aangetroffen. De auteurs concluderen dat er naast een correlatie met het gebruik van middelen een ook correlatie valt te leggen met regenval en dat regen-afhankelijke (watergebonden) emissieroutes kennelijk belangrijker zijn voor het verklaren van de gevonden normoverschrijdingen dan andere routes. De toestand van de bodem en de beschikbare berging in de bodem en op het maaiveld (de hoogte- en vlakligging, microreliëf) van percelen bepaalt in welke mate er afstroming van water optreedt. Dit afstromende water kan opgeloste stoffen transporteren. We spreken dan van afspoeling. Om de bodemkwaliteit te bevorderen en het risico op afstroming van water vanaf percelen te verminderen, is het toepassen van een vanggewas (onderzaai en nazaai) verplicht gesteld. Vanaf 1 januari 2019 is het verplicht voor de snijmaisteelt op zand- en lössgronden om vóór 1 oktober een vanggewas te zaaien.

In [Bijlage 7.7](#) staat deze inschatting van emissieroutes in meer detail beschreven.

►► 4 DISCUSSIE

De doelstelling van het KIWK-project gewasbeschermingsmiddelen is om de belangrijkste aangrijpingspunten voor emissiereductie te identificeren. Met deze informatie kunnen de waterbeheerders en de landbouwsector de maatregelen die zij gaan implementeren richten op het gebruik, de stoffen, de processen en de routes die het meest bijdragen aan de problemen met de kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater. Hiertoe zijn twee fasen met elk een deeldoelstelling geformuleerd. Het doel van Fase 1 Inventarisatie (dit rapport) is het identificeren van de meest relevante emissieroutes voor de meest relevante werkzame stoffen en/of metabolieten (voorbeeldstoffen) naar oppervlaktewater en grondwater.

4.1 Toepassingsgebieden

De TOP5-normoverschrijdende stoffen op basis van de meetresultaten in het regionale systeem (LM-GBM) zijn aangevuld met stoffen met de grootste berekende bijdrage aan het risico voor waterleven in de kavelsloot. Deze combinatie van twee landelijke datasets is gebruikt om een aantal toepassingsgebieden te kiezen die representatief zijn voor de problematiek en die zo min mogelijk overlap vertonen;

- De belangrijkste stoffen in de fruitteelt zijn insecticiden, fungiciden en een enkele herbicide. Het gekozen toepassingsgebied is het gebruik van insecticiden door zijwaarts/opwaarts spuiten.
- De belangrijkste stoffen in de akkerbouw zijn fungiciden, insecticiden en een enkele herbicide. Het gekozen toepassingsgebied is het gebruik van fungiciden in de aardappelteelt tegen *phytophthora*.
- De belangrijkste stoffen in de bloembollenteelt zijn insecticiden, fungiciden en herbiciden. Het gekozen toepassingsgebied is het gebruik van voor-opkomst herbiciden in tulpen en lelies.
- De belangrijkste stoffen in de veehouderij (maïs en grasland) zijn herbiciden en een enkele insecticide/acaricide (zaadcoating). Het gekozen toepassingsgebied is het gebruik van herbiciden in de maisteelt.

Deze vier toepassingsgebieden omvatten een belangrijk deel van de teelten met een intensief gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de huidige problemen met de waterkwaliteit. Het toepassingsgebied in de maisteelt 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 de waterkwaliteit en bovendien voor drinkwater uit grondwater.

Uit de analyse blijkt dat voor de verschillende toepassingsgebieden een aantal verschillende stoffen 'de normen' overschrijden. Deze verschillen tussen sectoren/toepassingsgebieden worden vooral verklaard door de toelating en het specifieke gebruik van deze middelen in de sectoren. In [Hoofdstuk 3](#) is een overzicht gegeven van de beschikbare kennis over de belangrijkste emissieroutes en hun onderlinge verhouding in de toepassingsgebieden fruitteelt, aardappelteelt, bloembollenteelt, en maisteelt. De belangrijkste conclusies en bevindingen zijn:

- Het bepalen van de grootte van de verschillende emissieroutes voor de verschillende stoffen wordt bemoeilijkt doordat basisgegevens veelal ontbreken. Zo is bijvoorbeeld de nalevingsgraad van driftreducerende maatregelen niet bekend.
- Uit het experimenteel onderzoek is bekend dat het effect van naleving van de driftreducerende maatregelen op de grootte van emissie via spuitdrift zo groot is dat meer inzicht nodig is om een gefundeerde uitspraak over verhoudingen tussen de verschillende emissieroutes te kunnen doen.
- Om een uitspraak te kunnen doen over de bijdrage van puntemissies (via erfactiviteiten) moet ook meer bekend zijn over de huidige naleving van de verplichte maatregelen, zoals een vul- en spoelplaats met opvang van restwater.
- Onder bepaalde aannames kunnen concentraties omgerekend worden naar vrachten (bij de verschillende emissieroutes) - daarmee kunnen de emissieroutes in een onderlinge kwantitatieve verhouding gezet worden.
- De emissieroutes naar de kavelsloot leiden tot concentraties die in een andere onderlinge verhouding staan dan de vrachten. Emissie via de drainpijp en afspoeling gaan gepaard met een bepaald volume water, met meer verdunning en met sneller transport in de kavelsloot. Bij spuitdrift en atmosferische depositie is geen sprake van transport van water. De verdunning in de kavelsloot is daardoor minder en de stroomsnelheid is over het algemeen lager.
- Daarnaast moet inzicht komen of en hoe vaak een incident plaatsvindt, en of emissie vanaf het erf naar het oppervlakte-

water op kan treden.

- Het vaststellen van de frequentie van incidenten van een bepaalde emissieroutes is nodig om het (absolute/relatieve) belang van de routes onderling te bepalen.
- Opschalen van bedrijf- of perceelniveau naar regionaal niveau is nodig om de relevantie van incidenten te kunnen duiden.

Uit de synthese van kennis en de analyse van de toepassingsgebieden komt een aantal inzichten naar voren die de waargenomen normoverschrijdingen kunnen verklaren. Allereerst maken we een onderscheid tussen normen en emissies.

4.2 Normen

Een bepalend aspect in de verklaring van normoverschrijdingen is de waarde van het normgetal. Wanneer in de onderling afhankelijke beleidskaders van de toelating en de monitoring (KRW) verschillende normgetallen gebruikt worden om dezelfde blootstelling te duiden, dan leidt dat als vanzelf tot verschillen in normoverschrijdingen. Een lijst met stoffen met een verschil tussen de waterkwaliteitsnorm JG-MKN en het toelatingscriterium is opgenomen in [Bijlage 7.5](#). Deze kunnen ontstaan door verschillen in onderliggende datasets en in de wijze van afleiden van de norm, en door verschillen in de waardering van mogelijke effecten en herstel daarvan. Daarbij moet wel in ogenschouw genomen worden dat de toelatingsnormen gelden in de kavelsloot en de waterkwaliteitsnormen in het regionale systeem. Voor een aantal stoffen geldt dat het toelatingscriterium soepeler is dan de waterkwaliteitsnormen volgens de KRW. De verwachting is dat na herbeoordeling van stoffen de toelatingsnorm en de KRW-normen dicht bij elkaar zullen komen te liggen (Brock et al. 2011). Dit biedt perspectief voor verbetering van de waterkwaliteit, omdat vanaf 2019 de goedkeuring van veel stoffen moet worden verlengd en de middelen opnieuw moeten worden beoordeeld. In beide kaders wordt ook de blootstellingsconcentratie, die aan de norm wordt getoetst, anders vastgesteld. Onder de Gewasbeschermingsmiddelenverordening wordt in de toelating getoetst aan de berekende maximale concentratie, of de maximale tijd-gewogen gemiddelde concentratie (4 tot 28 dagen) in de kavelsloot. Of er wordt getoetst aan een concentratie die is vastgesteld in een representatieve (semi-) veldstudie waarin de toepassing gesimuleerd is. Onder de KRW wordt getoetst aan de hoogst gemeten concentratie en aan de jaargemiddelde concentratie in het meetpunt.

De toelatingsbeoordeling is gericht op de haarvaten en kleine waterlopen vlak naast het veld. Vanuit de aanname dat dit dekkend zou zijn voor de grotere waterlopen, zou bij toetsing van meetgegevens aan de chronische toelatingsnorm geen sprake moeten zijn van normoverschrijding. Uit de tussenevaluatie (PBL, 2019) blijkt echter dat dit wel gebeurt. Normoverschrijdingen zijn daarmee niet alleen het gevolg van een keuze van andere normgetallen.

4.3 Inzicht in emissieroutes

Vanuit de drie perspectieven; de bescherming van de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater, de drinkwaterfunctie van het oppervlaktewater, en de drinkwaterfunctie van het grondwater; zijn er diverse inzichten die om aandacht vragen. In het algemeen kan worden gesteld dat waar er normoverschrijding is, dat moet samenhangen met een van de volgende redenen (of een combinatie ervan):

- 1) Historische bronnen: Oude vervallen toepassingen.
- 2) Achtergrondbelasting (buitenland, gebruik buiten de landbouw en niet voor gewasbescherming)
- 3) Waarneming is conform toelatingsbeoordeling. De waargenomen normoverschrijdingen horen bij extreme situaties die het gevolg zijn van stochastische milieuprocessen, en die binnen de methodiek van toelating aanvaardbaar worden geacht. Mogelijk worden deze extremen in de toelatingsmodellen anders gewogen (bv. gemiddeld over 20 jaar) dan in de veldmetingen (gemiddeld per jaar)⁵.

⁵ In de beoordeling van het risico voor grondwater wordt de langjarig gemiddelde concentratie op 1 m diepte berekend die in 90% van het gebruiksoppervlak niet wordt overschreden. Er kan toelating verleend worden als deze concentratie de norm 0,1 µg/L niet overschrijdt. In 10% van het gebruiksoppervlak is een hogere langjarig gemiddelde concentratie acceptabel.

- 4) Emissieroutes zijn in de toelating wel beoordeeld maar het model gaat niet uit van de 'realistic worst case' of wijkt te veel af van de werkelijkheid, waardoor er in de praktijk meer blootstelling is dan berekend. Voorbeelden zijn: de teeltvrije zone wordt in de beoordeling op 1,5 meter gezet waar die volgens het Activiteitenbesluit minimaal 0,5-1,5 meter behoort te zijn; het gehanteerde driftcijfer is te laag; door verdichting van de bovenlaag van de bodem verloopt infiltratie langzamer en ontstaat afspoeling (anders dan in het model); reeds belast water wordt stroomafwaarts nogmaals belast voordat het de meetpunten bereikt.
- 5) Onjuist toepassen van middelen. Indien middelen op onjuiste wijze worden toegepast kan dit leiden tot normoverschrijdingen. Het onjuist toepassen kan worden beschouwd als 'incident'; een situatie die niet is verdisconteerd in de toelating. In welke mate deze bijdragen aan de overschrijding van de waterkwaliteitsnormen is onbekend. Dit wordt bepaald door de frequentie van de incidenten en waar (welke emissieroute) en wanneer deze plaats vinden.
 - a) Onjuist gebruik - niet-intentioneel. De toepasser wordt geacht de gebruiksaanwijzing strikt op te volgen. Hoewel de toepasser zich daartoe inspant, is het mogelijk dat er kleine afwijkingen ontstaan. In feite gaat het hier over een onjuiste modellering van wat Good Agricultural Practice (GAP) is. Als iedereen probeert precies de maximale dosis te bereiken, dan zal in de praktijk het merendeel van de toepassingen om en nabij die dosis zitten, en een kleiner deel er verder vanaf.⁶ Wanneer er vergissingen gemaakt worden (i.v.m. nieuwe apparatuur, of nieuwe regels), dan kan dat ook - te goeder trouw - leiden tot toepassingen met te hoge emissies.
 - b) Onjuist gebruik - er is wel degelijk sprake van nalatigheid (met als extreme variant: met opzet niet juist gebruiken) waarbij nagelaten wordt een middel juist toe te passen.
- 6) Emissie is juist beoordeeld maar stapeling van middelen is mogelijk (achtereenvolgend gebruik van een ander middel met dezelfde werkzame stof). Dit leidt in de praktijk tot een hogere belasting van het waterlichaam met de actieve stoffen dan de toelating voorzag. De pieken worden dus ook hoger; en het aantal toepassingen dat overschrijdt neemt ook toe.
- 7) Emissieroutes die niet beoordeeld worden in de toelating spelen mee. Deze routes vragen om meer of minder onderzoek alvorens geïmplementeerd te kunnen worden in de toelating. Aspecten daarbij zijn: hoeveel kan een emissieroute bijdragen (functie van onder meer de vracht en de frequentie); en hoeveel kennis is nodig om op dat punt van implementatie te komen?
 - a) Emissieroutes zijn wel kwantitatief in te schatten, bekend maar niet beoordeeld in de toelating (voorbeeld drainpijpafvoer).
 - b) Emissieroutes zijn niet kwantitatief bekend. Voorbeelden: puntbronnen op erf of land; preferente stroming in scheurende kleigronden of in waterafstotende zandgronden; oppervlakkige afstroming ('run-off'); riooloverstort; oeverinfiltratie.
- 8) Voor sommige stoffen is er een groot verschil tussen de (ecologische) waterkwaliteitsnorm voor het regionale systeem en het toelatingscriterium voor de kavelsloten. Dit kan tot een factor 20.000 bedragen. Een stof kan voldoen aan het toelatingscriterium maar daarmee de waterkwaliteitsnorm ruim overschrijden.

Het verminderen van de emissies en normoverschrijdingen kan gerealiseerd worden door (i) een stof-specifieke aanpak en/of (ii) door generieke maatregelen. In het uiterste geval door het verbieden van het gebruik van een stof. In de afgelopen jaren zijn beide sporen gevolgd. Zo is er bijvoorbeeld gewerkt aan een specifieke aanpak van de probleemstoffen bentazon, carben-dazim, isoproturon, methomyl en terbuthylazin. De toelatinghouder kan van een probleemstof een Emissiereductieplan opstellen; dat ingaat op de mogelijke oorzaken van het aantreffen van de stof in het oppervlaktewater en op maatregelen om de emissies te reduceren. Het PBL constateerde in zowel 2012 als 2019 dat spuitdrift ten opzichte van atmosferische depositie en drainpijpafvoer de emissieroute is die de grootste bijdrage levert aan het risico voor waterleven in de kavelsloot. Dit op basis van berekeningen voor de open teelten en bij het ontbreken van een goede methodiek voor de erfemissies en afspoeling vanaf landbouwpercelen. Generieke maatregelen in de open teelten zijn dan ook vooral gericht op het verminderen van de

⁶ Bijvoorbeeld uit de OBO rapportage (Vermeulen et al., 2019, Tabel 4.1), blijkt dat de gemeten concentratie in de tankmix afwijkt van de beoogde concentratie. De mediane ratio gemeten/beoogd van 26 metingen was gelijk aan 1, maar de verdeling is log-normaal: overschrijdingen van de ratio zijn groter dan de onderschrijdingen. De gemiddelde ratio is 1,1, en de 95-percentiel ratio gemeten/beoogd van 3,8 is veel groter dan de 5-percentiel ratio.

driftemissie. Om normoverschrijdingen effectief aan te kunnen pakken moeten de transportroutes binnen het perceel en de emissieroutes vanaf het perceel waarlangs deze in het oppervlaktewater en grondwater terecht komen bekend zijn. Ook de onderlinge (kwantitatieve) verhoudingen tussen de verschillende emissieroutes en hun bijdrage aan het risico voor waterleven zijn hierbij van belang; zodat de meest (kosten-)effectieve maatregelen geïdentificeerd kunnen worden.

4.4 Mogelijkheden tot kwantificeren van emissieroutes

Drift (spuitdrift)

Over de emissie gewasbeschermingsmiddelen via spuitdrift is veel bekend. Dit geldt voor zowel neerwaartse spuittechniek (akkerbouw) als zij- en opwaartse spuittechniek (boom- en fruitteelt). Kwantificering van de emissies is hier goed mogelijk.

Atmosferische depositie

De atmosferische depositie op het wateroppervlak van de kavelsloot is te schatten op basis van de dampdrukklasse van de stof en de afstand tussen de buitenste spuitdop en de sloot. Deze emissie in de vorm van damp treedt op tijdens toediening. Atmosferische depositie afkomstig van grotere afstanden is lastiger te kwantificeren. Er zijn geen aanwijzingen dat dit kan leiden tot normoverschrijdingen.

Afspoeling

De afspoeling vanaf vlakke percelen is geen onderdeel van de toelating. De dynamiek en het grillige patroon van het proces (plaatselijk, geen direct verband met het toepassingstijdstip) draagt er aan bij dat het belang van deze emissieroute voor de waterkwaliteit lastig is te schatten. Erosie en wellicht ook afspoeling, zijn vanuit het oogpunt van duurzame landbouw wel beschouwd als het gevolg van slechte landbouwpraktijk.

Erfemissies/puntemissie

Op dit moment ligt de nadruk in de benadering van de risico's voor het optreden van erfemissies vooral op bewustwording bij de toepasser van gewasbeschermingsmiddelen. De activiteiten die een risico geven op vervuiling van het erf (bijvoorbeeld vullen en schoonmaken) zijn geïdentificeerd, en in welke mate (vracht) is redelijk bekend. Cruciaal bij de erfemissies - in de context van het risico voor waterleven - is hoe vaak activiteiten tot vervuiling van het erf leiden en waar en wanneer een emissie naar het oppervlaktewater optreedt. Door de fytofarmaceutische industrie wordt verondersteld dat erfemissie de belangrijkste route van stoffen naar het oppervlaktewater is. Een (kwantitatieve) onderbouwing hiervan voor de Nederlandse situatie ontbreekt echter.

Drainpijpafvoer

Emissie via de drainpijpafvoer in scheurende kleigronden en de resulterende concentratie in de kavelsloot zijn goed te kwantificeren. De methodiek is in beperkte mate gevalideerd.

Uitspoeling

In de beoordeling van het risico voor grondwater wordt de uitspoelingconcentratie op 1 m diepte berekend met het model PEARL of GeoPEARL. De berekening levert tevens de vracht (emissie) die op deze diepte naar het grondwater percoleert. Om voor een groot aantal toepassingen in korte tijd berekeningen te kunnen doen, is een metamodel beschikbaar dat een schatting van de concentratie en van de emissie kan leveren. Uitspoeling is een belangrijke route voor de emissie naar grondwater die goed is te kwantificeren.

Uit onderzoeken die in het verleden zijn uitgevoerd blijkt dat stoffen via een groot aantal routes in het oppervlaktewater terecht kunnen komen, maar dat voor veel emissieroutes geen goede kwantitatieve inschattingen gemaakt kunnen worden. Afzonderlijke emissieroutes kunnen sterk verschillen met de regio en de locatie (perceel). Daardoor is het ook niet mogelijk om de onderlinge verhouding te bepalen voor de mate waarin ze bijdragen aan de emissies van de stoffen naar het oppervlaktewater, en voor de mate waarin ze bijdragen aan de normoverschrijding in de kavelsloten en in het regionale systeem. Op landelijke schaal is het wel mogelijk om voor de emissieroutes drift, atmosferische depositie en drainpijpafvoer de onderlinge verhouding te schatten.

4.5 Beantwoording van de onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen die in Fase 1 zijn onderzocht worden hier beantwoord;

VRAAG 1:

In welke mate dragen de verschillende berekende emissieroutes bij aan de normoverschrijding in oppervlaktewater en grondwater?

Over het geheel van alle stoffen en op landelijke schaal levert de emissie via de drainpijpfvoer de grootste bijdrage aan de totale emissie naar de kavelsloten. De bijdrage van deze emissieroute aan het risico voor waterleven in de kavelsloten (normoverschrijding) is gering. Drift en atmosferische depositie samen leveren een geringe bijdrage aan de totale emissie naar de kavelsloten. Drift en atmosferische depositie samen leveren daarentegen de grootste bijdrage aan het risico voor waterleven in de kavelsloten.

De emissieroute drainpijpfvoer is sterk afhankelijk van de eigenschappen van de stof. Er worden ook stoffen gebruikt waarvoor de emissie via drift en atmosferische depositie samen groter is dan de emissie via drainpijpfvoer. Dit zijn insecticiden waarvan een aantal zeer toxisch is voor waterleven. Deze stoffen leveren de grootste bijdrage aan de normoverschrijding in de kavelsloten en in de meetpunten in het regionale systeem.

De emissieroute drainpijpfvoer is ruimtelijk sterk variabel ten opzichte van de emissieroute drift en atmosferische depositie samen. De verhouding tussen beide emissieroutes voor een bepaalde stof kunnen verschillen per regio en per locatie (perceel).

Het beeld op basis van deze berekende emissieroutes is niet compleet. De beschikbare kennis van emissie via afspoeling van percelen en van erfemissies is onvoldoende om de vrachten en de bijdrage aan de normoverschrijdingen te kwantificeren.

VRAAG 2:

Zijn er metingen waarmee berekende emissieroutes kunnen worden vergeleken?

Bestaande, landelijke datasets van metingen en emissieroutes (blootstellingsconcentraties) in oppervlaktewater zijn niet geschikt voor een vergelijking of validatie. Er zijn te veel verschillen tussen de brongegevens en de onderliggende methode. Beide datasets leveren elk een eigen beeld van de waterkwaliteit en kunnen wel gebruikt worden om elkaar aan te vullen en om de plausibiliteit van bepaalde resultaten te onderzoeken.

VRAAG 3:

Welke onderdelen van het NMI-model dienen te worden verbeterd om de praktijksituatie beter te kunnen voorspellen?

Het NMI-model kan geen normoverschrijding berekenen op een specifieke plaats en tijdstip. In algemene zin zijn de resultaten bedoeld om toepassingen met elkaar te vergelijken op basis van emissie indicatoren en risico indicatoren. De invoergegevens en de modules voor de verschillende emissieroutes bepalen samen de kwaliteit en de bruikbaarheid van de resultaten van het NMI-model. Dit zijn: trends (ex-post) en effecten van maatregelen (ex-ante). De uitkomsten zijn bedoeld voor het beantwoorden van vragen die in de nota voor het duurzaam gewasbeschermingsbeleid zijn gesteld.

In de databases NMI 4 is bij het vervangen van de gegevens van de vorige beleidsperiode door gegevens van de eerste helft van de huidige beleidsperiode een aantal lacunes ontstaan. Dit betreft: 1) gegevens van metabolieten van 'nieuwe' stoffen die in de betreffende dossiers worden genoemd (risico voor waterleven, grondwater); 2) restrictiegegevens op het etiket van de belangrijkste middelen; 3) emissiefactoren voor nieuwe technieken (drift) en voor de drainpijpfvoer van 'nieuwe' stoffen en eventuele metabolieten; 4) een set gewaskaarten die past bij de meest recente gegevens over het gebruik.

Het model kan voor enkele soorten toepassingen geen emissie indicatoren en risico indicatoren berekenen. Voor toepassingen in grondgebonden bedekte teelten kan een module afgeleid worden van een nieuw instrument dat is ontwikkeld voor de toelating. Het is mogelijk om een module voor erfemissies te ontwikkelen en op te nemen, mits de benodigde invoergegevens beschikbaar zijn en rekening wordt gehouden met het incidentele karakter van deze emissies. Fysisch-chemisch

mische eigenschappen en het gedrag van stoffen in het milieu spelen bij het ontstaan van erfemissies een minder belangrijke rol dan bij de emissieroutes vanaf het perceel. Er zijn aanwijzingen dat de specifieke situatie op het erf, en voorzorg, bewustzijn en kennis bij degenen die werken met gewasbeschermingsmiddelen, sleutelfactoren zijn voor het reduceren van deze erfemissies.

VRAAG 4:

Wat voor vervolgonderzoek zou er moeten worden opgezet om beter zicht te krijgen op de relevante emissieroutes?

Een hiaat betreft het ontbreken van metagegevens van het vanggebied van de meetpunten in het LM-GBM. Dit betreft de landbouwbedrijven (de ligging van het erf ten opzichte van sloten en percelen); buisdrainage; het risico voor afstroming vanaf percelen; en andere factoren die de risico plekken in het regionale systeem markeren. Gerichte en goed doordachte metingen kunnen beter inzicht geven in het ontstaan van de verschillende emissieroutes en hun bijdrage aan de waargenomen concentraties in het regionale systeem. Dit kan bijdragen aan een beter onderscheid tussen emissies vanaf het erf en vanaf percelen, en om de watergebonden emissieroutes van elkaar te kunnen onderscheiden (drainpijpafvoer en afspoeling).

Een hiaat in de beschikbare kennis is de emissieroute afspoeling: Het ontstaan van afstroming van water vanaf vlakke percelen en afspoeling (transport van opgeloste stof) in de richting van de kavelsloot. Voor de diverse teeltsystemen (ruggen, rijen, zaaibed) zou een model ontwikkeld kunnen worden dat een emissie indicator en een risico indicator voor afspoeling kan berekenen.

►► 5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De doelstelling van het project KIWK GBM is om de belangrijkste aangrijpingspunten voor emissiereductie te identificeren. Met deze informatie kunnen de waterbeheerders en de landbouwsector de maatregelen die zij gaan implementeren richten op het gebruik, de stoffen, de processen en de routes die het meest bijdragen aan de problemen met de kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater.

5.1 Conclusies

Uit de literatuurreview blijkt dat er al langere tijd onderzoek gedaan wordt naar mogelijk lacunes en naar de effectiviteit van maatregelen. Het kwantificeren van emissieroutes is niet eenvoudig, en daarmee is het benoemen van de meest (kosten-)effectieve maatregelen geen sinecure. Unieke lokale omstandigheden kunnen zorgen voor een structurele belasting van de meetpunten, terwijl die aspecten niet gewogen kunnen worden in een generieke toelating (*one out all out*), maar wel gebiedsgericht, of in het kader van maatwerk. Op dit moment ontbreekt het aan een methode om de relatieve bijdrage (in ernst en/of frequentie) van elke lacune systematisch te duiden.

- a) Het LM-GBM laat zien dat er nog steeds normoverschrijdingen van gewasbeschermingsmiddelen in het regionale systeem worden gevonden.
- b) De NMI-berekeningen laten ook zien dat normoverschrijdingen in de kavelsloten plaatsvinden.
- c) De overschrijdingen worden door verschillende stofgroepen veroorzaakt: insecticiden, fungiciden en herbiciden.
- d) Bepaalde stofgroepen komen vaker voor in bepaalde toepassingsgebieden.
- e) De verschillende emissieroutes van stoffen naar het oppervlaktewater zijn bekend (kwalitatief).
- f) De kwantitatieve emissieroutes van de stoffen naar het oppervlaktewater zijn maar ten dele bekend. Dat zijn met name drift en drainage.
- g) Voor de emissieroutes als erfemissies en afspoeling vanaf percelen zijn geen kwantitatieve gegevens voorhanden.
- h) Het effect op de waterkwaliteit van maatregelen om bepaalde emissieroutes te reduceren is daarom (g) niet te geven. De onderlinge verhouding van de vrachten en het verloop van de blootstelling zijn immers niet bekend.
- i) De frequentie van het optreden van incidenten en de grootte van de emissies die daarbij optreden (dat kunnen incidenten zijn bij drift, erfactiviteiten en afspoeling) zijn niet bekend. Dus ook niet hoe relevant ze zijn voor overschrijding van de normen.
- j) De meetresultaten van de huidige grondwatermeetnetten leveren vaak geen eenduidige relatie tussen het gebruik en het voorkomen van stoffen in het grondwater.

5.2 Aanbevelingen

De aanbevelingen voor verder onderzoek in Fase 2 zijn gericht op het vullen van hiaten in de beschikbare kennis; nodig voor het kwantificeren van de emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater en naar het grondwater.

Erfemissies:

Om te komen tot een beter inzicht in de bijdrage van erfemissies aan de totale emissie wordt aanbevolen:

- een inventarisatie te maken van watervoerende sloten langs erven. Dit als aanvulling op een verbetering van schattingen vanuit de erfemissiescans;
- bestaande meetgegevens en informatie over concentraties in erfputjes en effluent op het erf te inventariseren, de emissie te berekenen/schatten en deze te vergelijken met de emissies via andere routes;
- de schatting van het model POSSUM beter uit te werken, van de emissies die kunnen ontstaan bij verschillende handelingen met gewasbeschermingsmiddelen op het erf;
- activiteiten starten/continueren, met als doel om het bewustzijn van de risico's van het werken met gewasbeschermingsmiddelen te bevorderen.

Gebruik van experimentele gegevens en ontwikkeling van modellen:

- Emissies zijn moeilijk te meten. Aanbevolen wordt om tracer-onderzoek te gebruiken voor het volgen van het transport van stoffen richting de kavelsloten;
- Aanbevolen wordt om (bestaande) driftgegevens door te rekenen met nieuwe (probabilistische) modellen zoals Spexus om te komen tot een realistischer inschatting van de emissie via drift;
- Aanbevolen wordt om het effect van stapeling van emissies van een middel vanaf verschillende percelen op de waterkwaliteit van het regionale systeem te onderzoeken;
- Aanbevolen wordt om het effect op de beoordeling van verschil tussen toelatingscriterium en waterkwaliteitsnorm te evalueren;
- De beschikbare kennis over de emissieroute afspoeling is beperkt. Aanbevolen wordt om bestaande kennis over het ontstaan van afstroming van water en afspoeling (emissie) in de richting van de kavelsloot verder uit te werken voor de diverse teeltsystemen en grondsoorten, tot een emissie indicator en een risico indicator voor afspoeling;
- Aanbevolen wordt om meetgegevens te verzamelen over de infiltratiecapaciteit van de bodem, inclusief de variatie binnen percelen en in de tijd.

Meetnet en monitoring:

- Om de bijdragen van emissieroutes vanaf percelen en vanaf het erf beter te kunnen onderscheiden, wordt aanbevolen om metagegevens over het vanggebied te verzamelen en toe te voegen aan de meetpunten in het LM-GBM. Dit betreft (bestaande) gegevens over het erf (aantallen, de ligging ten opzichte van sloten en percelen), buisdrainage, de risico index voor afstroming vanaf percelen;
- Tevens wordt aanbevolen om gerichte monitoring op te zetten en uit te voeren om beter inzicht te krijgen in het ontstaan van de verschillende emissieroutes en om hun bijdrage aan de waterkwaliteit in de kavelsloten en het regionale systeem te kunnen schatten (drainpijpfvoer, afspoeling, drift, erfemissies).
- De 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 wordt aanbevolen om de bestaande grondwatermeetnetten uit te breiden met een meetnet in het bovenste grondwater. Dit geldt specifiek voor de provinciale meetnetten. Voor het ontwerp van een dergelijk meetnet is onderzoek vereist naar de representativiteit voor grotere arealen en hoe de resultaten zich verhouden tot de bestaande meetnetten op grotere diepte.

In deze Fase 1 is niet verkend in hoeverre nieuwe kennis en ervaring opgedaan in bijvoorbeeld de Emissiereductieplannen en ander lopend onderzoek worden benut, verankerd en gedeeld door de beheersorganisaties. Er is wel geconstateerd dat stakeholders opdrachten geven voor onderzoek dat weinig verschilt van de opdrachten van decennia geleden. Dit leidt tot de algemene aanbeveling om de doorwerking van de resultaten te onderzoeken.

►► 6 REFERENTIES

- Adriaanse, P.I., R.C. van Leerdam en J.J.T.I. Boesten, 2016. The effect of the runoff size on the pesticide concentration in runoff water and in FOCUS streams simulated by PRZM and TOXSWA. Science of the Total Environment/STOTEN-21522, 14 pp.
- Bach, M., B. Röpke en H.G. Frede, 2005. Pesticides in rivers - Assessment of source apportionment in the context of WFD. European Water Management Online, pp. 1-13.
- Beek, J. van, Lageschaar, L. Gooier, Y., Knippels, P., 2018a. Schoon erf, Schone sloot, zo doe je dat! Flevoland; Rapportage over 2016-2018. CML Culemborg, mei 2018.
- Beek, J. van, Lageschaar, L. Gooier, Y., 2018b. Schoon erf, Schone sloot, zo doe je dat! Noord-Holland; Rapportage over 2016-2018. CML Culemborg, juni 2018.
- Beernaerts, S., Debongie, Ph., De Vleeshouwer, C. & Pussenier, L., 2003. Implementatie in de praktijk: het Nil-project. KVIV Studie en vervolgmakingsdag in "Een duurzaam gebruik van gewasbeschermingsmiddelen" CODA, 19 Maart, Tervuren, België.
- Beltman, W.H.J., en Adriaanse, P.I., 1999. User's manual TOXSWA 1.2. Simulation of pesticide fate in small surface waters. DLO Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research, Wageningen, the Netherlands, SC-DLO Technical Document 54, 112 p.
- Beltman, W.H.J., Wenneker, M., Zeeland, van M.G., Lans, van der A.M., Weide, van der R.Y., Werd, de H.A.E., 2011. Puntemissies van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater; vergelijking van activiteiten op het erf met het POSSUM-model. Wageningen-UR, Alterra-rapport 2157.
- De Boer, K. en G. Pars. 2015. Perceelsemissie Veldleeuwerik, Nota George Pars graanhandel BV, november 2015
- Boland, D. en P. Leendertse, 1999. Minder gewasbeschermingsmiddelen de lucht in: Maatregelen in praktijk en beleid. Centrum voor milieukunde, Utrecht, 44 p.
- Brock, T.C.M., G.H.P. Arts, T.E.M. Hulscher, F.M.W. de Jong, R. Luttik, E.W.M. Roex, C.E. Smit & P.J.M. van Vliet (2011), Aquatic effect assessment for plant protection products. Dutch proposal that addresses the requirements of the Plant Protection Regulation and the Water Framework Directive. Alterra Report 2235, Wageningen: Alterra.
- Carter, A.D., 2000. How pesticides get into water - and proposed reduction measures. Pesticide Outlook 11: 149 - 157.
- Ctgb, 2015. Definitielijst Termen Wettelijke Gebruiksvoorschriften (DTW-lijst) versie 2.0, juni 2015.
- Debaer, C. en P. Jaeken, 2006. Modified bio filters to clean up leftovers from spray loading and cleaning; experience from pilot installations. Aspects of Applied Biology 77, International advances in pesticide application, pp. 247-252.
- Deneer, J.W. en R. Kruijne, R., 2010. Atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen: een verkenning van de literatuur verschenen na 2003. Wageningen. WOt-werkdocument 161. 58 p.
- De Weert, J., E. Roex, J. Klein en G. Janssen, 2014. Opzet Landelijk meetnet gewasbeschermingsmiddelen land- en tuinbouw. Deltares-rapport 1207762-008.

- De Weert en J. Klein, 2019. Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen Land- en Tuinbouw. Evaluatie resultaten 2017. Deltares rapport 11202236-003
- De Werd, H.A.E., Beltman, W.H.J., Merkelbach, R.C.M., 2006. Puntbelastingen in de gewasbescherming: inclusief verslag workshops 16 en 23 maart 2006. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving-fruit, Wageningen UR Bomen en bollen, Lisse.
- De Werd, H.A.E en A.J. Van der Wal, 2012. Emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater. Relevante emissieroutes per werkgebied van het project 'Water ABC'. Rapport Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, pp. 51
- De Werd, H.A.E. en R. Kruijne, 2011. Interpretation of surface water monitoring results in the authorisation procedure of plant protection products in the Netherlands. Report 2013-02. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen-UR. <http://edepot.wur.nl/168761>
- De Werd, H.A.E. en A.J. Van der Wal, 2012. Emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater - Relevante emissieroutes per werkgebied van het project 'Water ABC'. Rapport PPO nr. 2012_21 & CLM nr. 802_2012.
- De Werd, R., Wenneker, M., Nieuwenhuizen, A., 2013. Verbetering waterkwaliteit door minder emissie uit de open teelten. Gewasbescherming 44 (1), 7-9.
- EFSA PPR Panel, 2010. Scientific Opinion on the development of specific protection goal options for environmental risk assessment of pesticides, in particular in relation to the revision of the Guidance Documents on Aquatic and Terrestrial Ecotoxicology. EFSA Journal 8 (10): 1821.
- Evenhuis, A., W.H.J. Beltman, R.Y. Van der Weide, M.G. van Zeeland, H.T.A.M. Schepers en J. Deneer, 2011. Emissie door oppervlakkige afspoeling. Wageningen-UR, PPO nr. 3250198911
- Evenhuis, A., R. Kruijne, J. Deneer en H.T.A.M. Schepers 2013. Oppervlakkige afspoeling van model tot praktijk - Welke maatregelen hebben impact? Wageningen UR, PPO nr. 3250198912. 37 p.
- Gooier, Y., J. van Beek en L. Lageschaar. 2018. Schoon erf, Schone sloot bollenstreek; bollentelers verminderen erfemissies van gewasbeschermingsmiddelen. CML Culemborg, juli 2018.
- Jaeken, P. en C. Debaer, 2005. Risk of water contamination by plant protection products (PPP) during pre and post treatment operations. Annual Review of Agricultural Engineering 4(1): 93-114.
- Kroonen-Backbier, B.M.A., 2011. Werken aan schoner oppervlaktewater in intensieve maïsteelt gebieden: Pilotstudie Maïscasus in de Hoge en Lage Raam in 2008, 2009 en 2010. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving-fruit, Wageningen UR AGV, Vredepeel, 97 p.
- Kruijne, R., J.W. Deneer, S. Heijting en J. Roelsma, 2015. Gewasbeschermingsmiddelen in de Drentsche Aa - Oorzakenanalyse en maatregelen. Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2532. 53 p. <http://edepot.wur.nl/335200>
- Kruijne, R., Van der Linden, A.M.A., J.W. Deneer, J.G. Groenwold and E.L. Wipfler, 2011. Dutch Environmental Risk Indicator for Plant Protection Products. Alterra, Wageningen UR, Report 2250.1, 80 p. <https://edepot.wur.nl/199114>
- Kruijne, R., Van der Linden, A.M.A., J.W. Deneer, J.G. Groenwold and E.L. Wipfler, 2012. Dutch Environmental Risk Indicator for Plant Protection Products - Appendices. Alterra, Wageningen UR, Report 2250.2, 98 p.

- Kruijne, R. en J.W. Deneer, 2013. Belasting van grondwaterlichamen door gewasbeschermingsmiddelen. Wageningen, Alterra Rapport 2447; 60 blz.
- Leistra, M. en J.J.T.I. Boesten, 2001. Measurement and Computation of Movement of Bromide Ions and Carbofuran in Ridged Humic-Sandy Soil. Arch Environ Contam Toxicol (2010) 59:39-48. DOI 10.1007/s00244-009-9442-4
- Massop, H.T.L., J. Clement en C. Schuiling, 2014. Plassen op het land: een landsdekkende kaart van potentiële risicolocaties voor oppervlakkige afspoeling. Alterra-rapport 2546. (<http://edepot.wur.nl/313588>)
- MIRA, 2010. Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2010, Verspreiding van bestrijdingsmiddelen, Peeters, B., Spanoghe P., Steurbaut W., Theuns I., De Cooman, W., De Wulf, E., Eppinger, R., D'hont, D., Vanhille, A., Huysmans, A., Geeraerts, C., Belpaire, C., den Hond, E., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be.
- Montforts et al., 2019. Bestrijdingsmiddelen en omwonenden. Samenvattend rapport over blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten. RIVM Rapport 2019-0052.
- PBL, 2019. Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd - Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag. <https://www.pbl.nl/publicaties/geintegreerde-gewasbescherming-nader-beschouwd>
- Rijksoverheid, 2013. Gezonde Groei, Duurzame oogst, Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming, 13 mei 2013, van staatssecretaris Dijkzema (EZ) en staatssecretaris Mansveld (I&M) behandeld in de Tweede kamer op 19 juli 2013.
- Rougoor, C., J. Broos, J. en Y. Gooijer, 2018. Erfemissie? Natuurlijk niet! CLM Onderzoek & Advies, Culemorg. Publicatie nr. CLM-959.
- Sjerps, R., et al., 2017. Grondwaterkwaliteit Nederland 2015-2016. Chemie grondwatermeetnetten en nulmeting nieuwe stoffen. KWR 2017.024.
- Swartjes, F. A., A. M. A. van der Linden en N. G. F. M. van der Aa, 2016. Bestrijdingsmiddelen in grondwater bij drinkwaterwinningen: huidige belasting en mogelijke maatregelen, RIVM Report 2016.0083.
- Tiktak, A., P.I. Adriaanse, J.J.T.I. Boesten, R.F.A. Hendriks and A.M.A. van der Linden, 2011. Leaching of Plant Protection Products to field ditches in the Netherlands - Development of a PEARL drain pipe scenario for arable land. RIVM Report 607407003/2011.
- Van der Linden, A.M.A., R. Kruijne, A. Tiktak en M.G. Vijver, 2012. Evaluatie duurzame gewasbescherming 2010. Milieu. RIVM Rapport 607059001/2012. 87p.
- Van der Linden, A.M.A., C. Steinweg en C. van den Brink, 2016. Interpretatie van metingen van gewasbeschermingsmiddelen in grondwater in Noord- en oost-Nederland. Vergelijking van metingen en berekeningen. RIVM, 2016-0163, 85 pp.
- Van de Zande, J.C., H.J. Holterman en J.F.M. Huijsmans, 2012. Spray drift for the assessment of exposure of aquatic organisms to plant protection products in the Netherlands. Part 1: Field crops and downward spraying. Wageningen University and Research, WPR-Report 419, Wageningen: WPR.
- Van de Zande, J.C., Holterman, H.J., Huijsmans, J.F.M., Wenneker, M., 2020. Spray drift for the assessment of exposure of aquatic organisms to plant protection products in the Netherlands. Wageningen University and Research, WPR-Report 564, 86 pp.

- Van Loon, A., Sjerps, R., en Raat, K.J., 2019. Gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in Nederlandse drinkwaterbronnen. BTO2019.016.
- Vermeulen RCH, J. Duyzer, D.M. Figueiredo, M.G. Gerritsen-Ebben, Y.M. Gooijer, G.W. Hoftijser, H.J. Holterman, A. Huss, C.J.M. Jacobs, C.M. Kivits, E.J.M. Krop, R. Kruijne, L.C.C. Lageschaar, J.G.J. Mol, A. Oerlemans, P.J.J. Sauer, P.T.J. Scheepers, J.C. van de Zande, F. van den Berg en M. Wenneker, 2019. Research on exposure of residents to pesticides in the Netherlands (Onderzoek Bestrijdingsmiddelen en Omwonenden). Universiteit Utrecht.
- Verschoor, A., J. Zwartkruis, M. Hoogsteen, J. Scheepmaker, F. de Jong, Y. van der Knaap, P. Leendertse, S. Boeke, R. Vijftig-schild, R. Kruijne en W. Tamis, 2019. Tussenevaluatie van de nota 'Gezonde Groei, Duurzame Oogst': Deelproject Milieu. RIVM rapport 2019-0044. In Dutch, with English summary. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0044.pdf>
- Vewin, 2017. Drinkwaterstatistieken - Van bron tot kraan. Vereniging van waterbedrijven in Nederland (Vewin), Den Haag. 130 pp.
- Vijver, M.G., R. Kruijne., M. van 't Zelfde., A.M.A. van der Linden, W.L.M. Tamis en G.R. de Snoo, 2011. Similarities and differences between measured and predicted concentrations of pesticides in Dutch surface waters. Ghent : University Ghent, (Communications in agricultural applied biological sciences 76/2) - 16 p.
- Vink, K., M. Bonte, B. Putters., E. Castenmiller, E. Frankhuizen, M. Strookman en J. Peters, 2012. Gewasbeschermingsmid-delen in 14 kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden in Limburg.
- Vliet, J. en R. de Werd, 2019. Schoon erf, schone sloot Zuidwest: Rapportage over 2017 - 2019. CML Culemborg. CML 17104 en 18093
- Wattel-Koekkoek, E.J.W., T. de Nijs, M. Zijp, H.P. Broers en L.J.M. Boumans, 2009. Representativiteit KRW Monitoring Grond-waterkwaliteit. RIVM Rapport 680721003/2009.
- De Weert, J. en D. Giesen, 2017. Crop protection compounds in drainage water, ditches and yard run off monitored with passive sampling. Deltares Rapport 1120987-000-BGS-0006
- Wenneker, M., R. Kruijne en M. Vissers, 2012. Emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen uit de fruitteelt in Utrecht. Rapport Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO Fruit, Randwijk, rapportnr. 2012-10. <https://edepot.wur.nl/216058>
- Wösten, M.A.D., I.G.W.M. Kuppen, M. Th. de Kok, G.G.C. Verstappen en R. Faasen, 2001. Wat levert het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij op. RIZA rapport 2001.008.

►► 7 BIJLAGEN

►► 7.1 Normoverschrijdende stoffen (LM-GBM; 2017-2018)	58
►► 7.2 Resultaten berekeningen NMI 4 (gebruik 2016)	61
►► 7.3 Gedrag in het milieu, toelating, gebruik en emissies van TOP5-stoffen	65
►► 7.4 Stoffen gemeten in bronnen drinkwaterbronnen	72
►► 7.5 Figuren meetresultaten LM-GBM op maandbasis	74
►► 7.6 Voorbeeld: Inschatting emissieroutes insecticide thiacloprid in de fruitteelt	84
►► 7.7 Inschatting emissieroutes voor de vier toepassingsgebieden	95
►► 7.8 Classificatie van stoffen o.b.v. fysisch-chemische eigenschappen	99
►► 7.9 Resultaten NMI 4 voor TOP5-stoffen (OW)	100

1.1 1 Normoverschrijdende stoffen (LM-GBM; 2017-2018)

Deze bijlage bevat een overzicht van de meest recente meetresultaten van het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen (LM-GBM) die op dit moment beschikbaar zijn. Bijlage 7.5.4 bevat van de TOP5 stoffen per teeltgroep een figuur met het aantal meetpunten en meetresultaten per maand.

In de periode 2014 t/m 2018 zijn in de meetpunten van het LM-GBM 58 stoffen gemeten met overschrijding van de JG-MKN en 37 stoffen met overschrijding van de MAC-MKN op een of meerdere locaties. Hier zijn alleen de meest recente resultaten in 2017 en 2018 samengevat per teeltgroep;

1. akkerbouw_1718
2. bloembollen_1718
3. boomkwekerij_1718
4. fruitteelt_1718
5. glastuinbouw_1718
6. mais en grasland_1618
7. wintertarwe_1618

Het aantal locaties is weergegeven waar de stof boven de JG-MKN en/of MAC-MKN is waargenomen. Deze gegevens zijn ook bij elkaar opgeteld. De stoffen zijn gerangschikt op basis van de som van deze normen zodat inzicht wordt verkregen welke stof het vaakst normoverschrijdend was. Stoffen die maar op 1 locatie boven de JG-MKN of MAC-MKN zijn waargenomen zijn niet opgenomen in de tabellen, behalve voor mais/grasland en wintertarwe. In deze teelten zijn namelijk maar weinig normoverschrijdingen gemeten. Bij mais en grasland (veehouderij) en bij wintertarwe zijn in dit overzicht geen resultaten van 2017 voorhanden. Voor deze teeltgroepen zijn de meetjaren 2016 en 2018 geselecteerd. Het aantal meetpunten en de meetprogramma's in het LM-GBM verschillen met de teeltgroep.

1 akkerbouw_1718			
Stofnaam	JG-MKN	MAC-MKN	JG & MAC
Pendimethalin	8	12	20
fluoxastrobin (, trans-)	18	1	19
Pyraclostrobin	9	0	9
Thiacloprid	5	3	8
Fluopicolide	1	6	7
Deltamethrin	3	3	6
metolachloor (groepstof)	3	3	6
Esfenvaleraat	3	2	5
dimethenamide (groepstof)	3	1	4
Linuron	0	4	4
Fipronil	3	0	3
Azoxystrobin	2	0	2
Boscalid	2	0	2
cyhalothrin, lambda-	1	1	2
epoxiconazool	1	1	2
2 bloembollen_1718			
Stofnaam	JG-MKN	MAC-MKN	JG & MAC
carbendazim	7	15	22

imidacloprid	11	2	13
Pendimethalin	3	7	10
Pyraclostrobin	5	0	5
Esfenvaleraat	1	1	2
metolachloor (groepstof)	1	1	2
pirimifos-methyl	1	1	2
3 boomkwekerij_1718			
Stofnaam	JG-MKN	MAC-MKN	JG & MAC
Thiacloprid	8	5	13
Metazachloor	7	4	11
Carbendazim	2	5	7
Imidacloprid	2	1	3
Indoxacarb	2	1	3
Deltamethrin	1	1	2
Methoxyfenozide	2	0	2
4 fruitteelt_1718			
Stofnaam	JG-MKN	MAC-MKN	JG & MAC
Abamectine	2	1	3
Thiacloprid	2	1	3
Fenoxycarb	1	1	2
5 glastuinbouw_1718			
Stofnaam	JG-MKN	MAC-MKN	JG & MAC
Imidacloprid	25	2	27
spinosad (groepsstof)	17	0	17
Carbendazim	5	12	17
Abamectine	7	7	14
Pirimicarb	10	1	11
Pymetrozine	10	0	10
Methiocarb	6	1	7
Etridiazool	3	4	7
Thiamethoxam	6	0	6
Dimethoat	3	3	6
Esfenvaleraat	3	3	6
pirimifos-methyl	3	3	6
Methoxyfenozide	5	0	5
Thiacloprid	4	1	5
Cyprodinil	2	2	4
Teflubenzuron	2	2	4
Dodemorf	1	3	4
Acetamiprid	3	0	3
Boscalid	3	0	3
Chlorantraniliprole	2	1	3
Indoxacarb	2	1	3

Azoxystrobin	2	0	2
6 mais en grasland_1618			
Stofnaam	JG-MKN	MAC-MKN	JG & MAC
foramsulfuron	0	3	3
dicamba	1	0	1
dimethenamide (groepstof)	1	0	1
methiocarb	1	0	1
7 wintertarwe_1618			
Stofnaam	JG-MKN	MAC-MKN	JG & MAC
deltamethrin	2	2	4
fluoxastrobin (, trans-)	3	0	3
metsulfuron-methyl	1	1	2
mesosulfuron-methyl		2	2
thiacloprid	1	0	1

1.2 2 Resultaten berekeningen NMI 4 (gebruik 2016)

Inleiding

Om indicatoren voor de emissies naar oppervlaktewater en het risico voor waterleven te berekenen voor een groot aantal toepassingen kan gebruik gemaakt worden van de Nationale Milieu Indicator (NMI; Kruijne et al., 2011). In de beschrijving van het conceptueel model worden de termen emissie (vracht) en milieurisico gebruikt. Voor het oppervlaktewater is de risico indicator berekend als de verhouding tussen de blootstellingsconcentratie in de kavelsloot en de waterkwaliteitsnorm (Milieu Indicator Punten MIPS). Voor de tussenevaluatie werd de invoer van NMI 3 over de vorige beleidsperiode vervangen door invoer over het eerste deel van de huidige beleidsperiode. De methodiek werd opnieuw gebruikt in NMI 4 voor de berekeningen voor de open teelt en voor de bedekte teelt op substraat. Verouderde modules voor toepassingen in de grondgebonden bedekte teelt en voor een aantal behandelingen van plantgoed en/of geoogst product, worden niet meer gebruikt in NMI 4. Het model kan de indicatoren berekenen op basis van een landelijk gemiddelde beschrijving van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de Nederlandse land- en tuinbouw (ex-post), of bijvoorbeeld o.b.v. van toepassingen volgens het Wettelijk Gebruiksvoorschrift met aanvullende restricties (ex-ante). De uitkomsten van de NMI zijn bedoeld voor het vergelijken van stoffen, teelten, voor het maken van kaarten en voor het afleiden van trends. De resultaten zijn niet geschikt voor uitspraken over normoverschrijding of over het risico op een bepaalde locatie en een bepaald tijdstip, zoals in de toelating.

Resultaten voor oppervlaktewater en voor grondwater

Deze bijlage bevat resultaten van berekeningen met de Nationale Milieu Indicator NMI 4 op basis van gegevens over het landelijk gemiddeld gebruik in de land- en tuinbouw in 2016 (CBS; voor grasland aangevuld met gegevens van WEcR).

- a) Emissie naar oppervlaktewater (drift, atmosferische depositie (korte-afstand), drainpijp, spui vanuit kassen)
- b) Emissie via uitspoeling naar grondwater.

Voor de tussenevaluatie van de Nota GGDO zijn met de NMI 4 berekeningen gedaan o.b.v. landelijke gemiddelde gegevens van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de land- en tuinbouw in 2012 en 2016 (www.statline.nl). Het resultaat is een aantal emissie indicatoren en risico indicatoren voor het oppervlaktewater en het grondwater. In het model bestaat het milieucompartiment oppervlaktewater uit de kavelsloten in Nederland. Het milieucompartiment grondwater strekt zich uit onder de landbouwpercelen in Nederland en is aan de bovenkant begrensd op 1 m diepte. De risico indicator voor grondwater is de voorspelling van de uitspoelingconcentratie op 1 m diepte gedeeld door de drinkwaternorm (0,1 µg/L).

Hier zijn de indicatoren voor het risico voor het waterleven en voor het grondwater (2016) samengevat; in de vorm van de top5 van de relatieve bijdrage per stof (in % van het totale risico van alle stoffen met een gebruik in de betreffende sector in 2016).

De CBS-indeling van sectoren wijkt op een aantal punten af van de teeltgroepen in het LM-GBM. In de open teelt zijn de toepassingen gewasbehandeling of bodembehandeling door spuiten in deze cijfers inbegrepen. In de bedekte teelten zijn dat gewasbehandeling door spuiten, en toediening met de voedingsoplossing. In de tabellen is de top5 van stoffen met de hoogste bijdrage aan het milieurisico gegeven;

1. Akkerbouw
2. Bloembollenteelt
3. Boomkwekerij
4. Fruitteelt

5. Bloemisterij onder glas, groenten onder glas (alleen voor oppervlaktewater; niet voor grondwater)
6. Veehouderij
7. Groenteteelt vollegrond

Van sommige stoffen zijn ook metabolieten opgenomen in het rekenschema. In standaard uitvoer en in dit overzicht geldt de score voor een werkzame stof en de eventuele metabolieten samen. Dit is aangegeven met een voetnoot.

Het aantal metabolieten in de stoffendatabase van het model NMI is beperkt. In de evaluaties van het duurzaam gewasbeschermingsbeleid werd de afweging om metabolieten op te nemen gemaakt op basis van het volume verbruik van de moederstof en het risico voor waterleven van de betreffende metaboliet. Om deze reden ontbreekt een aantal humaan-toxicologisch niet-relevante metabolieten die uit de monitoring naar voren komen. Voor de waterbedrijven die grondwater gebruiken voor de productie van drinkwater zijn deze metabolieten wel relevant. Zie verder bij

Oppervlaktewater

Sector Akkerbouw	
Oppervlaktewater	Score milieurisico (%)
DELTAMETHRIN	70
LAMBDA_CYHALOTHRIN	15
ESFENVALERAAT	8
PYRIPROXYFEN	2
FENPROPIDIN	1
Sector Bloembollenteelt	
Oppervlaktewater	Score milieurisico (%)
ESFENVALERAAT	62
LAMBDA_CYHALOTHRIN	24
DELTAMETHRIN	9
PENDIMETHALIN	2
IMIDACLOPRID	1
Sector Boomkwekerij	
Oppervlaktewater	Score milieurisico (%)
DELTAMETHRIN	91
LAMBDA_CYHALOTHRIN	7
FLUMIOXAZIN	0
PENDIMETHALIN	0
ABAMECTINE	0
Sector Fruitteelt	
Oppervlaktewater	Score milieurisico (%)
DELTAMETHRIN	36
DITHIANON	16
FLUMIOXAZIN	14

CAPTAN	11
FENOXYCARB	5
Sectoren bloemisterij onder glas, groenten onder glas	
Oppervlaktewater	Score milieurisico (%)
LUFENURON	52
PIRIMICARB	9
IMIDACLOPRID	6
SPIROMESIFEN	6
AZADIRACHTINE_A	4
Sector Veehouderij	
Oppervlaktewater	Score milieurisico (%)
DIMETHENAMIDE_P	49
TERBUTYLAZIN	28
MESOTRIONE	7
FLORASULAM	5
S_METOLACHLOOR	3
Sector Groenteteelt vollegrond	
Oppervlaktewater	Score milieurisico (%)
DELTAMETHRIN	88
LAMBDA_CYHALOTHRIN	11
ESFENVALERAAT	1
PENDIMETHALIN	0
SPINOSAD	0

Grondwater

Sector Akkerbouw	
Grondwater	Score milieurisico (%)
CHLOORPROFAM	43
FLUROXYPYR	18
BENTAZON	13
CLOPYRALID	11
MCPA	3
Sector Bloembollenteelt	
Grondwater	Score milieurisico (%)
CHLOORPROFAM	73
CHLORIDAZON	12
MCPA	5
FLUROXYPYR	3
2_4_D	2

Sector Boomkwekerij	
Grondwater	Score milieurisico (%)
CHLOORPROFAM	48
2_4_D	17
CLOPYRALID	14
MCPA	6
FLUROXYPYR	6
Sector Fruitteelt	
Grondwater	Score milieurisico (%)
TRICLOPYR	83
MCPA	6
CHLOORPROFAM	4
2_4_D	4
FLUOPYRAM	1
Sector Veehouderij	
Grondwater	Score milieurisico (%)
FLUROXYPYR	57
TERBUTYLAZIN ¹	29
CLOPYRALID	5
2_4_D	3
BENTAZON	2
Sector Groenteteelt vollegrond	
Grondwater	Score milieurisico (%)
BENTAZON	45
CHLOORPROFAM	35
CLOPYRALID	13
METALAXYL_M	3
FLUOPYRAM	1

1)

In de standaard uitvoer van het model NMI worden de resultaten van de werkzame stof en eventuele metabolieten bij elkaar opgeteld. Bij het grondwater (NMI 4) geldt dit voor:

- terbutylazin en metabolieten hydroxy-terbuthylazine en desethyl-terbuthylazine
- glyfosaat en metaboliet AMPA
- atrazine en de metabolieten 2-hydroxy-atrazine en desethyl-atrazine
- simazine en de metabolieten 2-hydroxy-simazine en desethyl-simazine
- S-metolachloor en metaboliet CGA354743/CGA380168 (CasNr. 171118-09-5)

1.3 3 Gedrag in het milieu, toelating, gebruik en emissies van TOP5-stoffen

Voor de TOP5-stoffen met normoverschrijding in de meetpunten van het LM-GBM, per teeltgroep; het gedrag in het milieu, de toelating, het gebruik en de emissies.

Akkerbouw

Pendimethalin

De stof pendimethalin is een herbicide. De stof is slecht oplosbaar in water, enigszins vluchtig, slecht afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is slecht afbreekbaar in water/sediment.

De stof pendimethalin wordt vooral gebruikt in de overige akkerbouw (uien) en bloembollen (tulpen, lelies) en daarnaast in vollegronds groenten, granen, boomkwekerij, mais en fruitteelt.

De emissies pendimethalin via drift, atmosferische depositie en de drainpijp zijn van dezelfde orde van grootte. De verhouding verschilt met de gewasgroep; in uien is de emissie via drift groter dan de emissie via de drainpijp. In de bollenteelt en de mais is dat andersom.

De stof pendimethalin is het vaakst normoverschrijdend gemeten in mei, en in mindere mate in april, maart, juni, juli, augustus, november en december.

Fluoxastrobin

De stof fluoxastrobin is een fungicide. De stof is slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig, redelijk afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is slecht afbreekbaar in water/sediment.

De stof fluoxastrobin wordt vooral gebruikt in poot aardappelen (bodembehandeling) en in zaaiuien.

Het gebruik in poot aardappelen betreft een bodembehandeling (zonder te spuiten). Voor dit soort toepassing berekent het model NMI geen emissies naar oppervlaktewater. De emissie fluoxastrobin als gevolg van het gebruik in zaaiuien is verdeeld over de drainpijp en drift (verhouding 9 : 1).

De stof fluoxastrobin is het vaakst normoverschrijdend gemeten in augustus, september, mei en april, en in mindere mate in de overige maanden m.u.v. januari en december.

Pyraclostrobin

De stof pyraclostrobin is een fungicide. De stof is slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig, redelijk afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is redelijk afbreekbaar in water/sediment (PPDB),

De stof pyraclostrobin wordt vooral gebruikt in suikerbieten (gewasbehandeling) en bloembollen (bolontsmetting), en daarnaast in granen, fruitteelt, overige akkerbouw en vollegronds groenten (gewasbehandeling).

Van pyraclostrobin ontbreken de waarden voor de stoffeigenschappen in de stoffendatabase NMI 4. De emissies als gevolg van toepassingen als gewasbehandeling zijn berekend op basis van default waarden voor fungiciden. Er is alleen een emissie als gevolg van drift berekend.

De stof pyraclostrobin is het vaakst normoverschrijdend gemeten in november en in mindere mate in mei, september en december.

Thiacloprid

De stof thiacloprid is een insecticide. De stof is matig oplosbaar in water, weinig vluchtig, goed afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

De stof thiocloprid wordt gebruikt in aardappel, vollegrondsgroenten, fruitteelt, bloembollen en boomkwekerij.

De emissies thiocloprid zijn verdeeld over drift en de drainpijp. In aardappel en de fruitteelt is de emissieverhouding drift : drainpijp ongeveer 1 : 20. In de vollegrondsgroenten is deze verhouding ongeveer 1 : 10. In de bloembollen en de boomkwekerij is deze verhouding ongeveer 1 : 4.

De stof thiocloprid is normoverschrijdend gemeten in de periode mei – november.

fluopicolide

De stof fluopicolide is een fungicide. De stof fluopicolide is slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig, slecht afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

De stof fluopicolide is sinds 1 juli 2007 op de markt. Het volume verbruik van fluopicolide is in de periode 2008 – 2016 ruim verdubbeld.

Bij de afbraak van fluopicolide wordt de metaboliet 2,6-dichloorbenzamide (BAM) gevormd. De metaboliet BAM is matig oplosbaar in water, enigszins vluchtig, slecht afbreekbaar in bodem en zeer mobiel. De stof is zeer slecht afbreekbaar in water/sediment (PPDB).

De stof fluopicolide wordt gebruikt in aardappel tegen *Phytophthora* in consumptieaardappelen, pootaardappelen en fabrieksaardappelen.

Het model berekent alleen emissies fluopicolide als gevolg van drift.

De stof fluopicolide is normoverschrijdend gemeten in augustus 2018.

Bloembollen

Carbendazim

Carbendazim is een fungicide. De stof is metaboliet en tevens het werkzame bestanddeel van thiofanaat-methyl. Als werkzame stof was carbendazim toegelaten tot eind 2007. De stof carbendazim is matig oplosbaar in water, weinig vluchtig, slecht afbreekbaar in de bodem en zeer weinig mobiel. De stof carbendazim is slecht afbreekbaar in water/sediment.

Producten o.b.v. thiofanaat-methyl worden vooral gebruikt in tulp en andere bolgewassen (bolontsmetting), en daarnaast in bloemisterij onder glas.

Het model NMI 4 kan geen emissies berekenen als gevolg van bolontsmetting en behandeling van ander plantgoed. De NMI-module voor bedekte teelten kan voor metabolieten geen emissies berekenen.

De metaboliet carbendazim wordt vooral in oktober en daarnaast ook in alle andere maanden van 2018 normoverschrijdend gemeten.

Imidacloprid

De stof imidacloprid is matig oplosbaar in water, weinig vluchtig, slecht afbreekbaar in de bodem en zeer weinig mobiel. De stof is slecht afbreekbaar in water/sediment.

De toelating van imidacloprid is de laatste jaren ingeperkt. Voor de glastuinbouw geldt m.i.v. 2018 de verplichte zuivering van het spuiwater met 99,5%.

De stof imidacloprid wordt vooral gebruikt in bloembollenteelt, en daarnaast in bloemisterij onder glas en in mindere mate in groenten onder glas.

De emissies imidacloprid vanuit de open teelt zijn verdeeld over drift en de drainpijp. De drift is ongeveer twee orden van grootte lager dan de emissie via de drainpijp.

De stof imidacloprid is vooral in mei en daarnaast ook in alle andere maanden van 2018 normoverschrijdend gemeten. Een deel van de meetpunten is niet toetsbaar.

Pendimethalin

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof pendimethalin is gezocht in 4 van de 11 LM-GBM meetpunten van de teeltgroep bloembollen. In februari, maart en juni 2018 is de stof normoverschrijdend gemeten in drie meetpunten.

Pyraclostrobin

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof pyraclostrobin is in mei en juni 2018 in een meetpunt normoverschrijdend gemeten. Een deel van de meetpunten is niet toetsbaar.

esfenvaleraat

De stof esfenvaleraat is een insecticide. De stof is zeer slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig, slecht afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is slecht afbreekbaar in water/sediment.

De stof esfenvaleraat wordt vooral gebruikt in bloembollen (tulpen, lelies), in aardappelen (pootaardappelen) en in granen (wintertarwe).

Het model berekent alleen emissies esfenvaleraat als gevolg van drift.

In de grafiek met het aantal meetpunten per maand zijn uitsluitend niet-toetsbare meetpunten te zien.

Boomkwekerij

thiacloprid

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof thiacloprid is in de periode mei – augustus 2018 normoverschrijdend gemeten.

Metazachloor

De stof metazachloor is een herbicide. De stof is slecht oplosbaar in water, enigszins vluchtig, goed afbreekbaar in bodem en weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

De stof metazachloor wordt vooral gebruikt in vollegronds groenten en boomkwekerij, en daarnaast in overige akkerbouw.

De emissies metazachloor via drift en atmosferische depositie zijn van dezelfde orde van grootte; de verhouding is ongeveer 5 : 1. De emissie via de drainpijp is twee orden van grootte hoger.

De stof metazachloor is vooral in april - mei 2018 en daarnaast ook in alle andere maanden m.u.v. juli normoverschrijdend gemeten.

carbendazim

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof carbendazim is in de periode februari – april en in december 2018 normoverschrijdend gemeten.

imidacloprid

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof imidacloprid is in de periode mei – juli en in september-oktober 2018 normoverschrijdend gemeten.

indoxacarb

De stof indoxacarb is een insecticide. De stof is slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig, goed afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is redelijk afbreekbaar in water/sediment.

De stof indoxacarb wordt vooral gebruikt in vollegronds groenten en groenten onder glas, en daarnaast in fruitteelt, bloemisterij onder glas en boomkwekerij.

De emissies indoxacarb via drift en via de drainpijp zijn van dezelfde orde van grootte. De verhouding verschilt met de gewasgroep; in vollegronds groenten is de emissie via drift lager dan de emissie via de drainpijp. In de fruitteelt is dat andersom. In de boomkwekerij zijn beide emissies ongeveer gelijk.

De stof indoxacarb is vooral in april - mei 2018 en daarnaast ook in alle andere maanden m.u.v. juli normoverschrijdend gemeten.

In de grafiek met het aantal meetpunten is één normoverschrijding te zien in mei 2018. Het grootste deel van de overige meetpunten is niet toetsbaar.

Fruitteelt

Abamectine

De stof abamectine is een insecticide. De stof is slecht oplosbaar in water, enigszins vluchtig, en redelijk afbreekbaar in bodem. De stof is slecht afbreekbaar in water/sediment.

De stof abamectine wordt gebruikt in bloemen onder glas en in groenten onder glas. Het gebruik in de open teelt (vollegronds groenten, boomkwekerij, fruitteelt, bollen) betreft slechts enkele procenten van het totale verbruik.

De emissies abamectine vanuit de open teelt zijn drift en atmosferische depositie. Voor de bedekte teelt op substraat berekent het model emissie via spui vanuit de kas.

In de grafiek met het aantal meetpunten zijn uitsluitend niet-toetsbare meetpunten te zien (2018).

Thiacloprid

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof thiacloprid is in april en in oktober 2018 een keer normoverschrijdend gemeten.

Fenoxycarb

De stof fenoxycarb is een insecticide. De stof is slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig, redelijk afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

De stof fenoxycarb wordt gebruikt in fruitteelt.

De emissies fenoxycarb via drift en via de drainpijp zijn ongeveer gelijk.

In de grafiek met het aantal meetpunten zijn uitsluitend niet-toetsbare meetpunten te zien.

Glastuinbouw

Imidacloprid

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof imidacloprid is in alle maanden van 2018 normoverschrijdend gemeten.

Spinosad

De stof spinosad is een insecticide. De stof is matig oplosbaar in water, weinig vluchtig, redelijk afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is zeer slecht afbreekbaar in water/sediment.

De stof spinosad wordt vooral gebruikt in groenten onder glas en in vollegronds groenten, en daarnaast in bloemen onder glas.

Voor de bedekte teelt op substraat berekent het model emissie spinosad via spui vanuit de kas. Voor de vollegronds groenten is de verhouding tussen de berekende emissies via drift en via de drainpijp ongeveer 1 : 5.

De stof spinosad is in de periode mei-september en in januari en december 2018 normoverschrijdend gemeten. Het grootste deel van de meetpunten is niet toetsbaar.

Carbendazim

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof carbendazim is in alle maanden behalve april, augustus en december 2018 normoverschrijdend gemeten.

Abamectine

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof abamectine is in februari, maart, april, november en december 2018 in één meetpunt normoverschrijdend gemeten. In de overige meetpunten is het resultaat niet toetsbaar.

pirimicarb

De stof pirimicarb is een insecticide. De stof is goed oplosbaar in water, enigszins vluchtig, slecht afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is slecht afbreekbaar in water/sediment.

De stof pirimicarb wordt vooral gebruikt in bloembollen, groenten onder glas en fruitteelt, en daarnaast in overige akkerbouw (erwten), boomkwekerij en bloemen onder glas.

Voor de open teelten berekent het model emissie pirimicarb via drift, via atmosferische depositie en via de drainpijp. In de bollenteelt is de verhouding drift : atmosferische depositie 5 : 1 en in de fruitteelt is deze verhouding 20 : 1. Dit verschil hangt samen met de hoeveelheid drift (in de bollenteelt is de spuitrichting neerwaarts en in de fruitteelt op-/zijwaarts). De emissie via de drainpijp is hoger dan de emissie via drift. In de bollenteelt is deze verhouding 10 : 1 en in de fruitteelt 2 : 1. Voor de bedekte teelt op substraat berekent het model emissie pirimicarb via spui vanuit de kas.

De stof pirimicarb is in alle maanden van 2018 normoverschrijdend gemeten.

Mais en grasland

Foramsulfuron

De stof formasulfuron is een herbicide. De stof is goed oplosbaar in water, weinig vluchtig, redelijk afbreekbaar in bodem en weinig mobiel. De stof is redelijk afbreekbaar in water/sediment.

De stof formasulfuron wordt gebruikt in mais.

De emissies formasulfuron zijn verdeeld over drift en de drainpijp in de verhouding 1 : 35.

De stof formasulfuron is in juni 2018 drie keer normoverschrijdend gemeten.

Dicamba

De stof dicamba is een herbicide. De stof is goed oplosbaar in water, enigszins vluchtig, redelijk afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is redelijk afbreekbaar in water/sediment.

De stof dicamba wordt gebruikt in mais en in grasland.

De emissies dicamba zijn verdeeld over drift en atmosferische depositie in de verhouding 6 : 1.

De stof dicamba is in mei 2018 een keer normoverschrijdend gemeten.

Dimethenamide

De stof dimethenamide is een herbicide. De stof is goed oplosbaar in water, enigszins vluchtig, goed afbreekbaar in bodem. Afhankelijk van de pH van de bodem is de stof dicamba zeer mobiel tot matig mobiel. De stof is redelijk afbreekbaar in water/sediment.

De stof dimethenamide wordt gebruikt in mais en daarnaast in overige akkerbouw, suikerbiet en bloembollen.

De emissies dimethenamide zijn verdeeld over drift, atmosferische depositie en de drainpijp. De emissie via drift is maximaal een factor 5 hoger dan de atmosferische depositie. De emissie via de drainpijp is een tot twee orden van grootte hoger dan de emissie via drift.

De stof dimethenamide is in juni 2018 twee keer normoverschrijdend gemeten.

Methiocarb

De stof methiocarb is een insecticide. De stof is matig oplosbaar in water, enigszins vluchtig, goed afbreekbaar in bodem en weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

De stof methiocarb wordt vooral gebruikt in mais. Dit betreft het middel Mesuron FS (12964) voor insectenbestrijding en/of vogelafweer door middel van een zaadbehandeling.

Het model berekent geen emissies voor toepassingen als zaadbehandeling.

De stof methiocarb is in 2018 in geen van de meetpunten normoverschrijdend gemeten. In de helft van de meetpunten is het resultaat niet toetsbaar.

Wintertarwe

Deltamethrin

De stof deltamethrin is een insecticide. De stof is zeer slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig, goed afbreekbaar in bodem en zeer weinig mobiel. De stof is slecht afbreekbaar in water/sediment.

De stof deltamethrin wordt vooral gebruikt in vollegronds groenten, bloemen onder glas, overige akkerbouw, boomkwekerij, aardappel en granen, en daarnaast in groenten onder glas en suikerbieten.

Voor de open teelten berekent het model emissies deltamethrin via drift. Voor de bedekte teelten op substraat berekent het model emissies via spui.

De stof deltamethrin is in februari en maart 2018 een keer normoverschrijdend gemeten. In de rest van de meetpunten is het resultaat niet toetsbaar.

Fluoxastrobin

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof fluoxastrobin is in augustus en december 2018 een keer normoverschrijdend gemeten.

metsulfuron-methyl

De stof metsulfuron-methyl is een insecticide. De stof is matig oplosbaar in water, enigszins vluchtig, goed afbreekbaar in bodem en weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

De stof metsulfuron-methyl wordt gebruikt in granen (w.o. wintertarwe) en in de boomkwekerij.

De emissie metsulfuron-methyl via de drainpijp is een tot twee orden van grootte hoger dan de emissie via drift.

De stof metsulfuron-methyl is in mei 2018 een keer normoverschrijdend gemeten. In de rest van de meetpunten is het resultaat niet toetsbaar.

mesosulfuron-methyl

De stof mesosulfuron-methyl is een insecticide. De stof is matig oplosbaar in water, enigszins vluchtig, goed afbreekbaar in bodem en weinig mobiel. De stof is goed afbreekbaar in water/sediment.

De stof mesosulfuron-methyl wordt gebruikt in granen (onder andere wintertarwe).

Het model berekent emissie mesosulfuron-methyl via drift. (*check nieuwe stof?*)

Van de meetresultaten van de stof mesosulfuron-methyl is geen figuur gevonden.

thiacloprid

Zie voor deze stof Sectie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, deze bijlage.

De stof thiacloprid is in maart en april 2018 een keer normoverschrijdend gemeten.

1.4 4: Stoffen gemeten in bronnen drinkwater

Tabel 4.1: Aantal Locaties waar werkzame stoffen en metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen gedurende de periode 2010-2014 zijn waargenomen in het verzameld onttrokken grondwater en oppervlaktewaterbronnen en in spaarbekkens van oppervlaktewaterwinningen. Kopie Tabel 4.1 in (Van Loon et al., 2019)

Rangnr.	Cas nr.	stofnaam	Norm (µg/L)	verzameld onttrokken grondwater	spaarbekkens van oppervlaktewaterwinningen
1	25057-89-0	bentazon	0,1	8	2
2	95-51-2	2-chlooraniline	0,1	4	0
3	1071-83-6	glyfosaat	0,1	3	12
4	110488-70-5	dimethomorf	0,1	3	1
5	52508-35-7	dikegulac-natrium	0,1	3	0
6	5915-41-3	terbutylazine	0,1	1	7
7	1066-51-9	AMPA	1	1	6
8	34123-59-6	isoproturon	0,1	1	5
9	51218-45-2	metolachloor	0,1	1	4
10	330-55-2	linuron	0,1	1	3
11	88-85-7	dinoseb	0,1	1	1
12	330-54-1	diuron	0,1	1	1
13	148-79-8	thiabendazool	0,1	1	1
14	10605-21-7	carbendazim	0,1	1	0
15	77182-82-2	glufosinaat-ammonium	0,1	1	0
16	35554-44-0	imazalil	0,1	1	0
17	67129-08-2	metazachloor	0,1	1	0
18	142469-14-5	tritosulfuron	0,1	1	0
19	94-74-6	MCPA	0,1	0	7
20	134-62-3	diethyltoluamide	0,1	0	6
21	3984-14-3	N,N-dimethylsulfamide	0,1	0	6
22	93-65-2	mecoprop	0,1	0	3
23	111991-09-4	nicosulfuron	0,1	0	3
24	1646-87-3	aldicarb-sulfoxide	0,1	0	2
25	163515-14-8	dimethenamide-P	0,1	0	2
26	23135-22-0	oxamyl	0,1	0	2
27	94-75-7	2,4-D	0,1	0	1
28	534-52-1	2-methyl-4,6-dinitrofenol	0,1	0	1
29	1912-24-9	atrazine	0,1	0	1
30	34681-24-8	butocarboximsulfoxide	0,1	0	1
31	15545-48-9	chloortoluron	0,1	0	1
32	87674-68-8	dimethenamide	0,1	0	1
33	26225-79-6	ethofumesaat	0,1	0	1
34	2593-15-9	etridiazool	0,1	0	1
35	161326-34-7	fenamidone	0,1	0	1
36	67564-91-4	fenpropimorf	0,1	0	1
37	138261-41-3	imidacloprid	0,1	0	1
38	19937-59-8	metoxuron	0,1	0	1
39	21087-64-9	metribuzine	0,1	0	1
40	87392-12-9	S-metolachloor	0,1	0	1
41	23564-05-8	thiophanate-methyl	0,1	0	1
42	57018-04-9	tolclofos-methyl	0,1	0	1

43	(?)	DCFU	0,1	0	1
44	72-43-5	methoxychloor	0,1	0	1

Tabel 4.2: Aantal Locaties waar werkzame stoffen en metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen gedurende de periode 2010-2014 zijn waargenomen in het gemengd ruwwater, individuele winputten en waarnemingsputten in de nabijheid van grondwaterwinningen. Kopie Tabel 3.1 in (Van Loon et al., 2019)

Rangnr.	Cas nr.	stofnaam	Norm (µg/L)	Gemengd ruwwater	Individuele winputten	Waarnemingsputten
1	25057-89-0	bentazon	0,1	13	17	14
2	3984-14-3	N,N-dimethylsulfamide	0,1	6	6	0
3	52508-35-7	dikegulac-natrium	0,1	5	5	1
4	95-51-2	2-chlooraniline	0,1	4	0	0
5	1071-83-6	glyfosaat	0,1	3	4	2
6	110488-70-5	dimethomorf	0,1	3	0	0
7	314-40-9	bromacil	0,1	2	3	4
8	148-79-8	thiabendazool	0,1	1	0	1
9	77182-82-2	glufosinaat-ammonium	0,1	1	0	0
10	35554-44-0	imazalil	0,1	1	0	0
11	6339-19-1	desfenylchloridazon	1	0	3	5
12	93-65-2	mecoprop	0,1	0	2	4
13	2008-58-4	BAM	1	0	1	11
14	1698-60-8	chloridazon	0,1	0	1	1
15	23135-22-0	oxamyl	0,1	0	1	0
16	1420-07-1	dinoterb	0,1	0	1	0
17	17254-80-7	methyl-desfenylchloridazon	1	0	0	3
18	134-62-3	diethyltoluamide	0,1	0	0	2
19	1912-24-9	atrazine	0,1	0	0	2
20	330-54-1	diuron	0,1	0	0	2
21	110-01-0	tetrahydrothiofeen	0,1	0	0	2
22	94-74-6	MCPA	0,1	0	0	1
23	26225-79-6	ethofumesaat	0,1	0	0	1
24	94-82-6	2,4-DB	0,1	0	0	1
25	1194-65-6	dichlobenil	0,1	0	0	1
26	60-51-5	dimethoat	0,1	0	0	1
27	57837-19-1	metalaxyl	0,1	0	0	1
28	150-68-5	monuron	0,1	0	0	1
29	304-55-2	N,N-dimethylaminosulfanilide	1	0	0	1
30	114-26-1	propoxur	0,1	0	0	1
31	122-34-9	simazine	0,1	0	0	1
32	142469-14-5	tritosulfuron	0,1	0	0	1

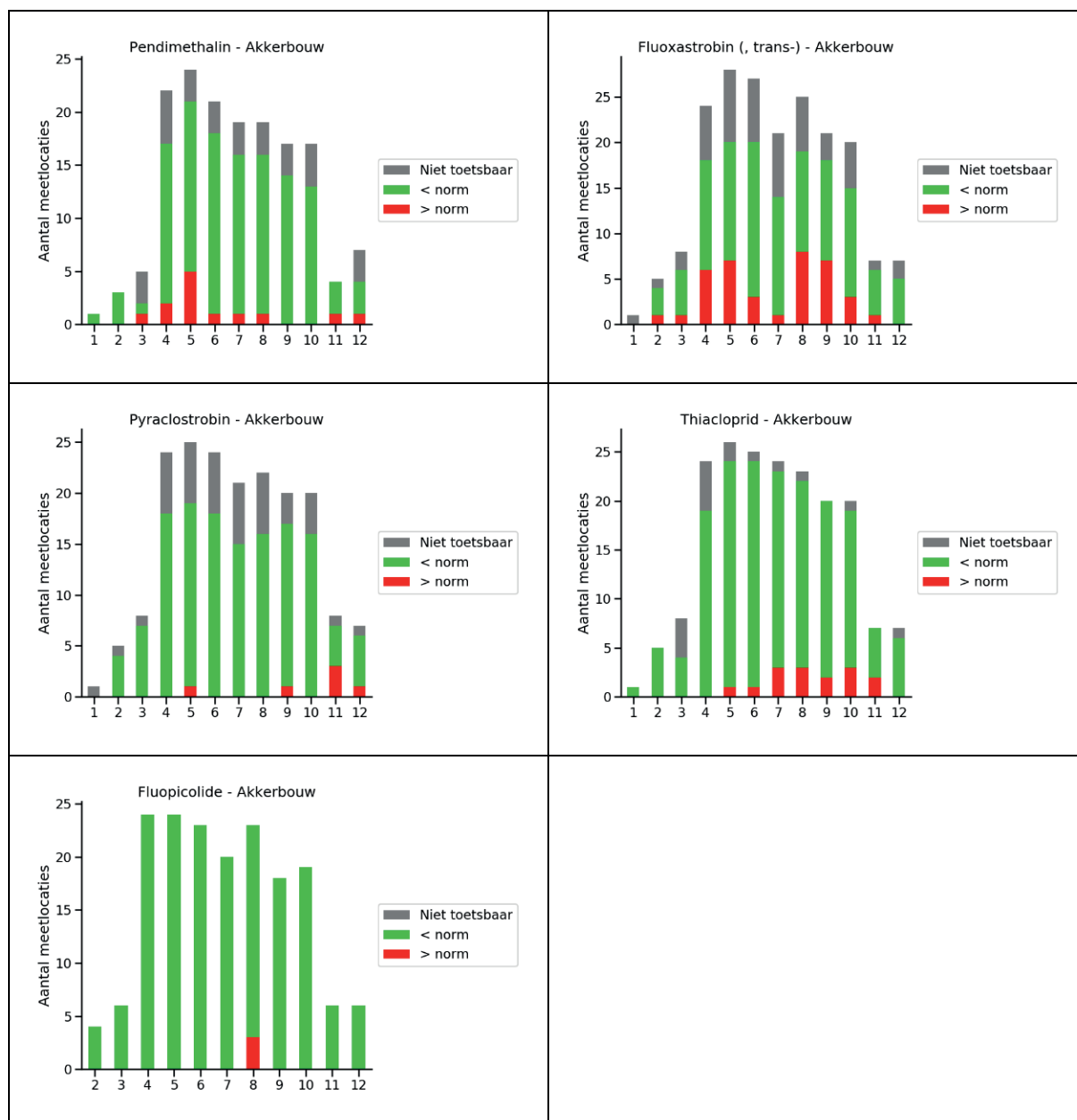
1.5 5: Meetresultaten LM-GBM op maandbasis

Deze bijlage bevat twee onderdelen;

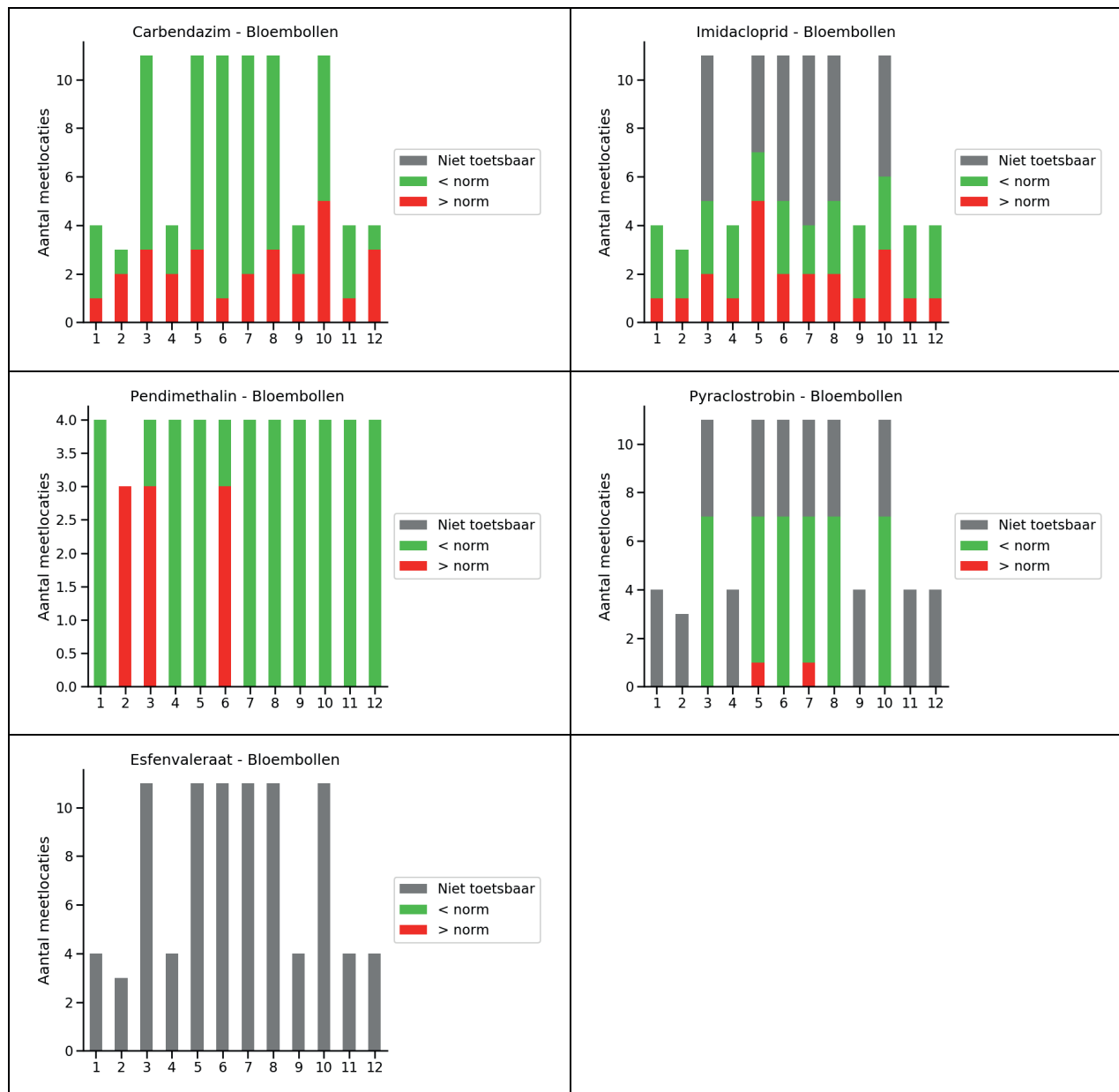
1. een samenvatting van de meetresultaten 2018; van de TOP5-stoffen per LM-GBM teeltgroep. Dit in de vorm van een grafiek met het aantal meetpunten per maand in drie klassen:
 - niet toetsbaar,
 - $\leq$ norm,
 - $>$ norm
2. Analyse van de normoverschrijding op maandbasis aan de hand van gegevens over de toelating en stoffeigenschappen
3. Stoffen met een verschil tussen de waterkwaliteitsnorm en het toelatingscriterium

5.1 Grafieken

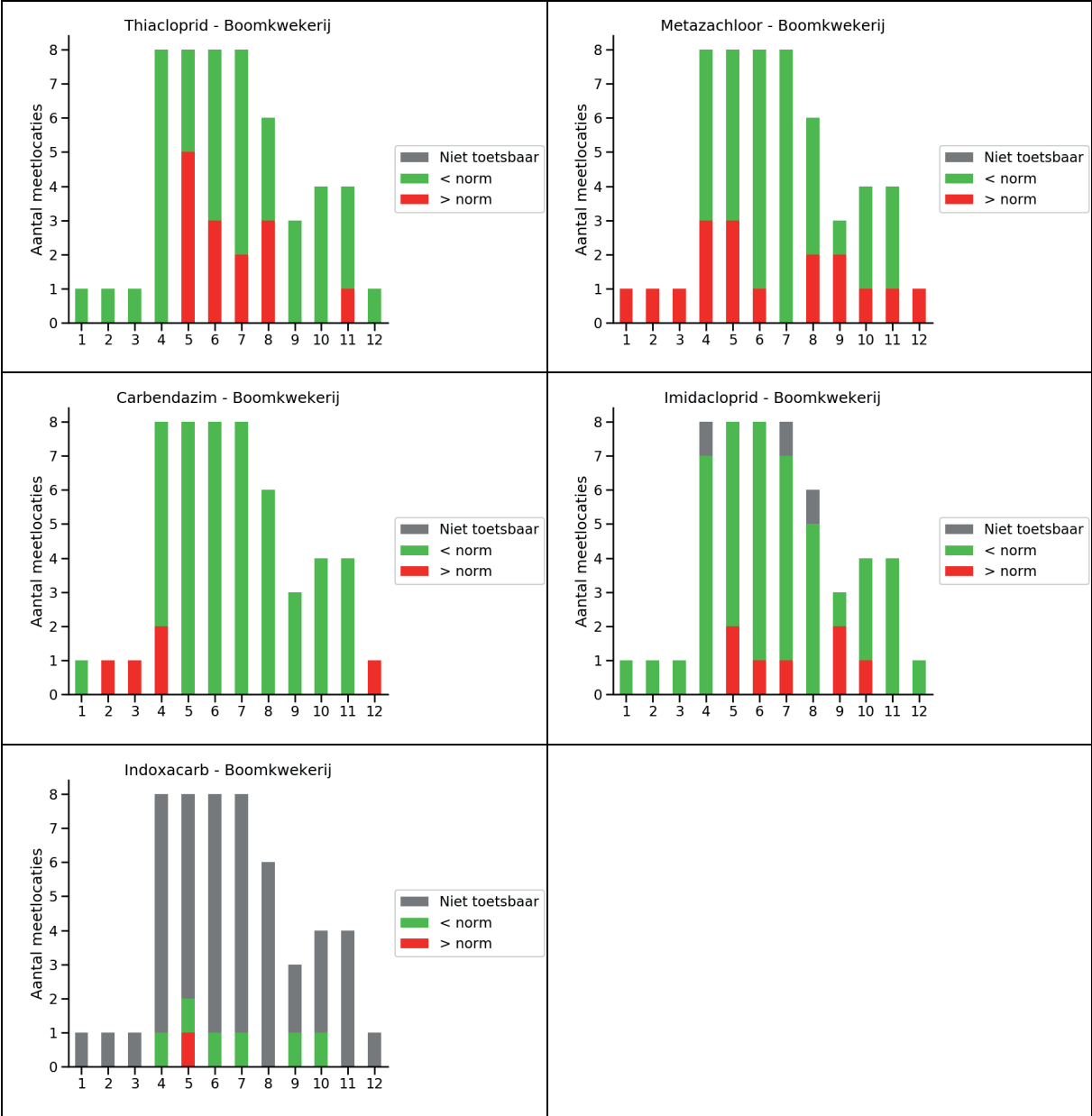
Akkerbouw



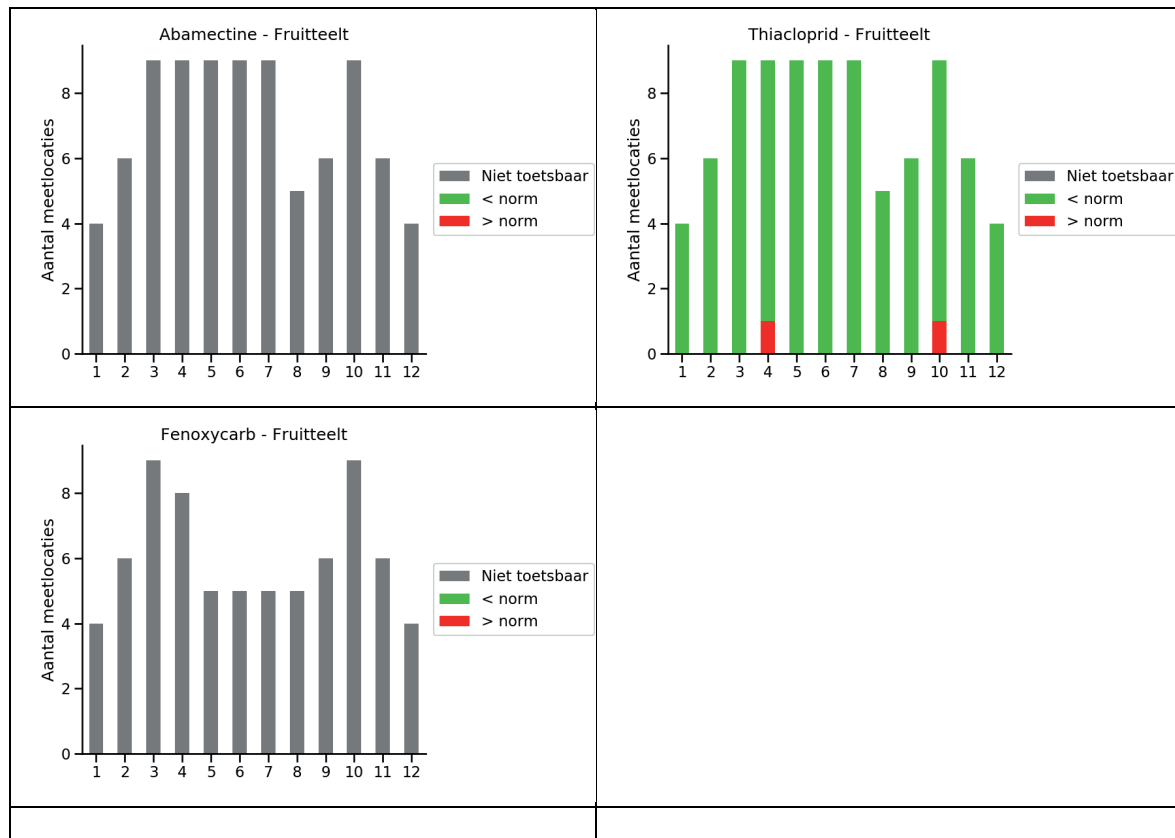
Bloembollen



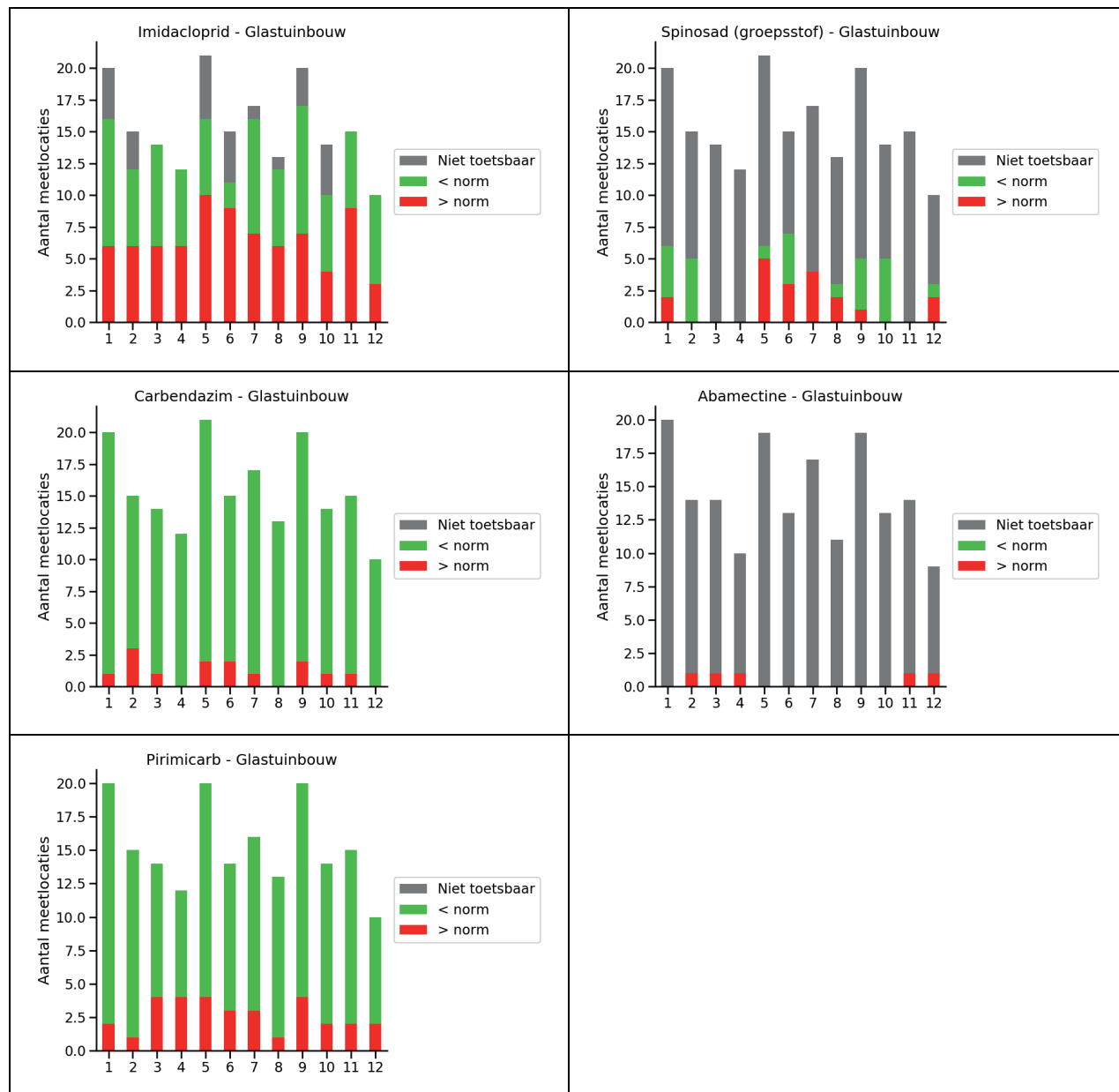
Boomkwekerij



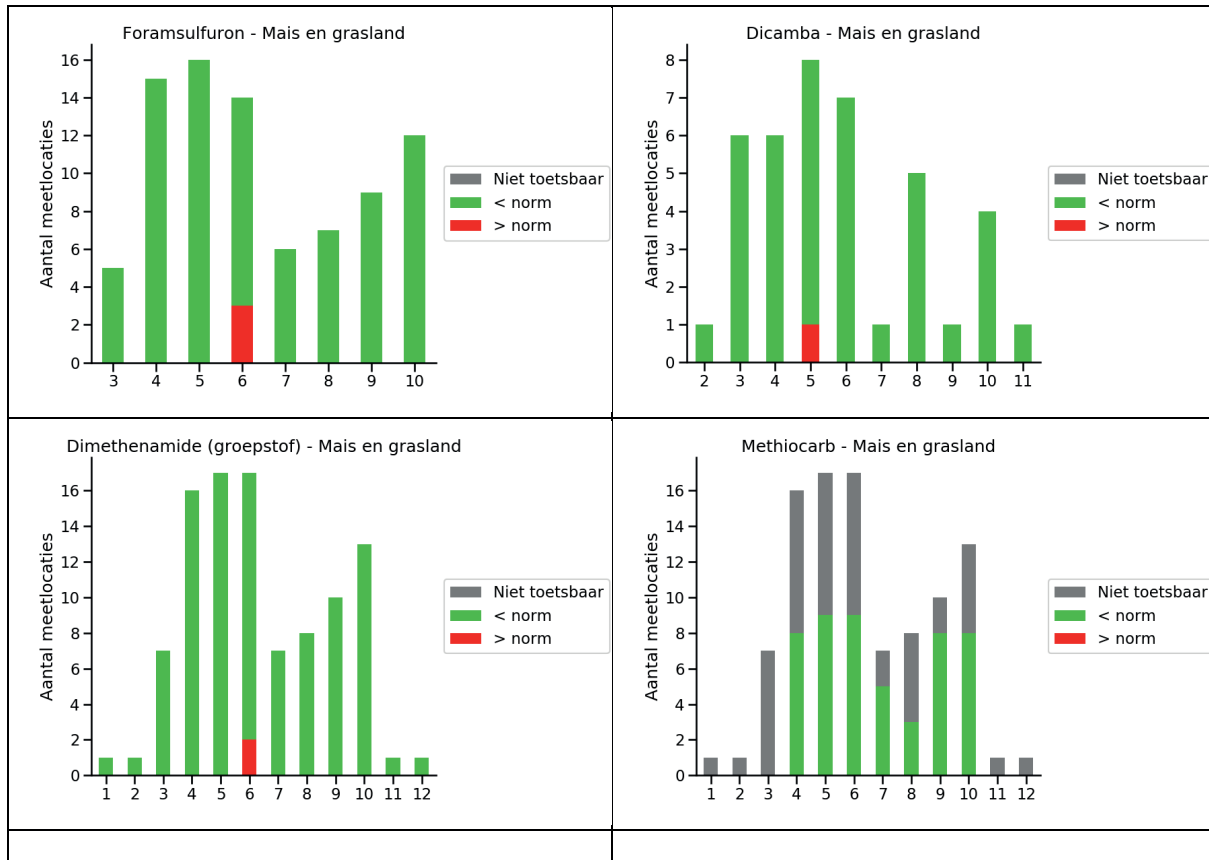
Fruitteelt



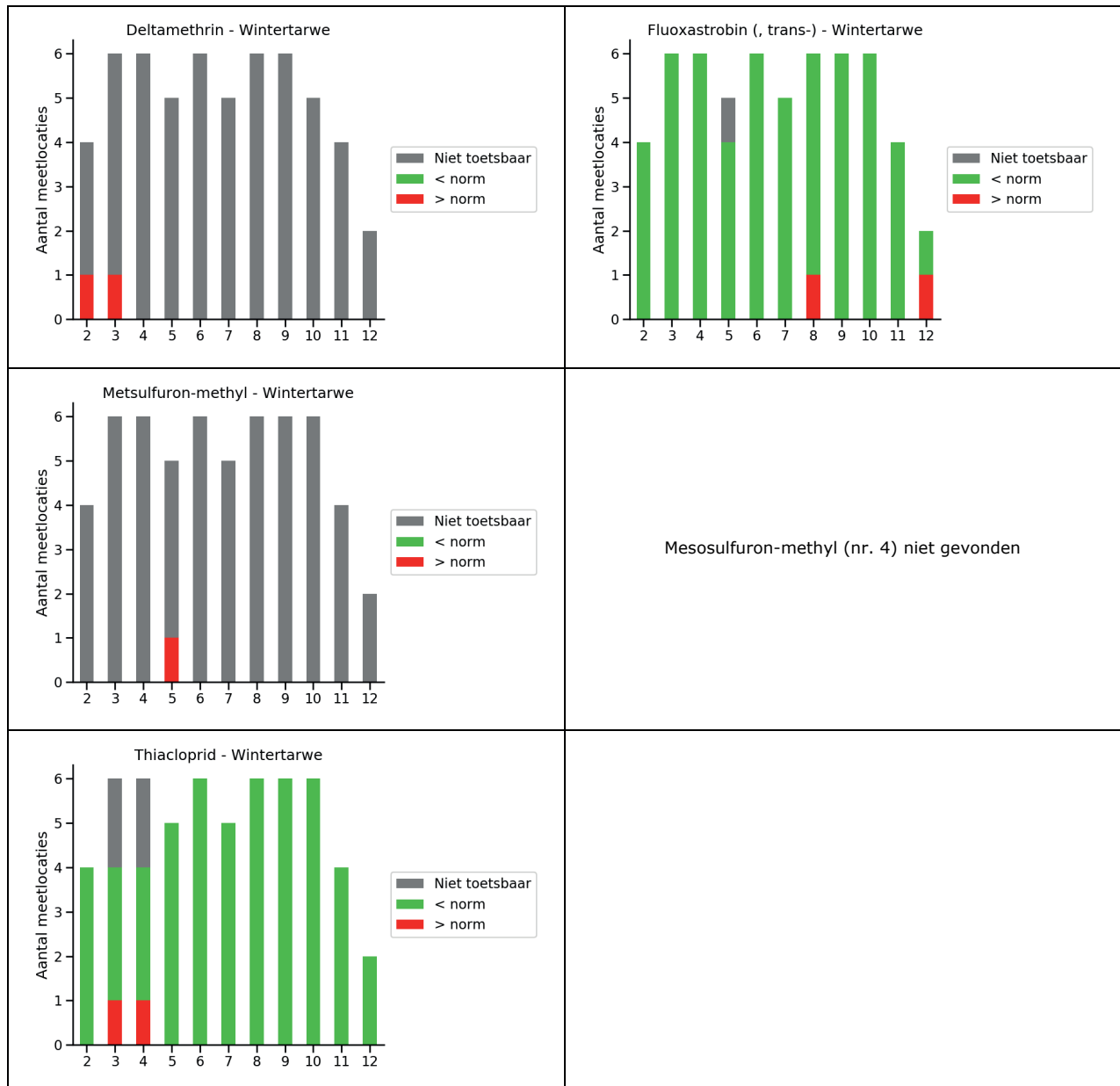
Glastuinbouw



Mais en grasland (veehouderij)



Wintertarwe



5.2 Analyse

Van de TOP5-stoffen met normoverschrijding in de meetpunten van het LM-GBM geven de figuren in deze bijlage een beeld van de maanden waarin de stof in verhoogde concentraties is aangetroffen. (Het betreft geen officiële toetsing aan de JG-MKN omdat in dit geval elk meetresultaat afzonderlijk is vergeleken met de norm). Voor de TOP5-stoffen die verhoogde concentraties hadden in de periode van oktober tot maart is bekeken in welke periode middelen met de betreffende stof is toegelaten. Dit is gedaan voor de teeltgroep waarin de verhogingen zijn gemeten en voor alle andere teelten waarin middelen met de betreffende stof zijn toegelaten. Hiervoor is gebruik gemaakt van de gegevens van het Ctgb die beschikbaar zijn via de toelatingen databank (<https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations>, datum 7 januari 2020). Voor de teeltgroep Mais-grasland bleken de normoverschrijdende stoffen alleen in de toepassingsperiode in verhoogde concentraties te zijn gemeten. Deze teeltgroep en de teeltgroep glastuinbouw staan niet in Tabel 5.2. Vervolgens is gekeken welke stoffen in een verhoogde concentratie zijn gemeten buiten de toepassingsperiode van de middelen. Deze stoffen staan in Tabel 5.1 met de teeltgroep waarin ze zijn gemeten en de belangrijkste stoffeigenschappen. Doordat de stoffen in verhoogde concentraties zijn waargenomen buiten het toepassingsseizoen kan worden uitgesloten dat deze stoffen in deze maanden via drift in het water zijn gekomen. Uit- of afspoeling zijn voor deze stoffen wel aannemelijke emissieroutes.

Voor de stoffen die worden aangetroffen buiten de periode van het toegelaten gebruik is niet eenduidig te zeggen dat deze binnen dezelfde groep vallen of dezelfde stoffeigenschappen hebben. Het zijn wel allemaal stoffen die zeer weinig mobiel zijn.

Binnen de akkerbouw zijn azoxystrobin (fungicide), cyhalothrin lambda- (insecticide), fluoxastrobin (trans-) (fungicide), MCPA (herbicide) en metolachloor (herbicide) in verhoogde concentraties gemeten buiten de toegestane periode. De oplosbaarheid van deze stoffen verschillen erg; MCPA is zeer goed oplosbaar en cyhalothrin lambda- juist zeer slecht. De andere drie stoffen vallen in de categorie matig en slecht oplosbaar. De vluchtigheid van deze stoffen lijkt meer op elkaar waarbij drie van de vijf stoffen een zeer lage vluchtigheid heeft en twee daarvan enigszins vluchtig zijn. De meeste stoffen zijn redelijk tot goed afbreekbaar in de bodem met uitzondering van azoxystrobin die slecht afbreekbaar is. In water breekt alleen lambda-cyhalothrin goed af en metolachloor en MCPA redelijk.

Tabel 5.1: Overzicht van stoffen die zijn gemeten buiten de toepassingsperiode met hun chemische eigenschappen (per teeltgroep van het LM-GBM)

Teeltgroep	Stof	Oplosbaar- heid	Vluchtig- heid	Mobiliteit	Afbreek- baarheid water	Afbreek- baarheid bodem
Akkerbouw	fluoxastrobin (trans-)	slecht oplosbaar	weinig vluchtig	zeer weinig mobiel	slecht afbreekbaar	redelijk afbreekbaar
Akkerbouw	metolachloor	matig oplosbaar	enigszins vluchtig	zeer weinig mobiel	redelijk afbreekbaar	goed afbreekbaar
Akkerbouw	azoxystrobin	slecht oplosbaar	weinig vluchtig	zeer weinig mobiel	zeer slecht afbreekbaar	slecht afbreekbaar
Akkerbouw	cyhalothrin, lambda-	zeer slecht oplosbaar	weinig vluchtig	zeer weinig mobiel	goed afbreekbaar	redelijk afbreekbaar
Akkerbouw	MCPA	goed oplosbaar	enigszins vluchtig	-	redelijk afbreekbaar	redelijk afbreekbaar
Wintertarwe	deltamethrin	zeer slecht oplosbaar	weinig vluchtig	zeer weinig mobiel	slecht afbreekbaar	goed afbreekbaar
Bloembollen	carbendazim	matig oplosbaar	enigszins vluchtig	zeer weinig mobiel	slecht afbreekbaar	slecht afbreekbaar

Bloembollen	metolachloor	matig oplosbaar	enigszins vluchtig	zeer weinig mobiel	redelijk afbreekbaar	goed afbreekbaar
Bloembollen	Deltamethrin	zeer slecht oplosbaar	weinig vluchtig	zeer weinig mobiel	slecht afbreekbaar	goed afbreekbaar
Boomkwekerij	thiofanaat-methyl	matig oplosbaar	weinig vluchtig	zeer weinig mobiel	goed afbreekbaar	goed afbreekbaar

Voor wintertarwe is alleen deltamethrin (insecticide) verhoogd buiten de toegestane periode. Deltamethrin is goed oplosbaar en goed afbreekbaar in de bodem, maar slecht in het water. De vluchtigheid van de stof is erg laag. In de bollenteelt zijn de stoffen carbendazim (afbraakproduct van thiofanaat-methyl), metolachloor (herbicide) en deltamethrin (herbicide) in hogere concentraties gemeten buiten de toegestane periode. De oplosbaarheid van elke stof valt in een andere categorie en de vluchtigheid van de stoffen is laag tot erg laag. De meeste stoffen zijn goed afbreekbaar in de bodem op carbendazim na. Deze stof valt in de categorie slecht afbreekbaar, maar het is immers zelf al een afbraakproduct. In het water zijn alle drie de stoffen (redelijk) slecht afbreekbaar. In de boomkwekerij is alleen de thiofanaat-methyl (fungicide) verhoogd gemeten buiten de toegestane periode. Thiofanaat-methyl wordt snel omgezet in de actieve stof carbendazim die slecht afbreekbaar is. De vluchtigheid is erg laag.

Toch zijn er wel enkele overeenkomsten in de eigenschappen van genoemde stoffen. Zo hebben ze allemaal een lage tot erg lage vluchtigheid en zijn ze allemaal zeer weinig mobiel. De meeste stoffen zijn ook goed tot redelijk goed afbreekbaar in de bodem op azoxystrobin en carbendazim na. Zodra een stof in water terecht komt zijn ze over het algemeen slecht afbreekbaar. Volgens de gebruikte classificatie (Bijlage 8) valt een stof in de categorie goed afbreekbaar als deze binnen 20 dagen wordt afgebroken en is deze redelijk afbreekbaar als dit binnen 20 tot 60 dagen gebeurt. Het kan dus zijn dat ook een goed tot redelijk afbreekbare stof een behoorlijke tijd na toepassing nog in het oppervlaktewater terecht kan komen omdat deze nog niet (volledig) is afgebroken.

Maandplaatjes versus onderzoeken Waterschappen

In de analyse van de maandplaatjes komt naar voren dat MCPA en thiofanaat-methyl in verhoogde concentraties worden gevonden buiten de toepassingsperiode van de middelen die zijn toegelaten met deze twee actieve stoffen. Dit versterkt de resultaten uit het onderzoek van de Drentsche Aa dat het voor deze stoffen aannemelijk is dat uit- en afspoeling belangrijke emissieroutes zijn. Voor het LM-GBM betreft het metingen in verzamelsloten en niet in de haarvaten. Uit- en afspoeling kunnen dus ook in verzamelsloten met meer water voor hogere concentraties zorgen.

5.3 stoffen met ene verschil tussen de normen

In Tabel 5.3 bevat een lijst met stoffen met een verschil tussen (a) de waterkwaliteitsnorm JG-MKN en (b) het toelatingscriterium, die in de 2017-2018 normoverschrijdend zijn gemeten in meetpunten van het LM-GBM en waarvoor geldt: ratio a:b ≥ 2 (normgetallen op 18 feb 2020 ontvangen van Deltares).

Tabel 5.3: Stoffen met een verschil tussen de waterkwaliteitsnorm JG-MKN en het toelatingscriterium (datum 18 feb 2020).

stofnaam	JG-MKN of MTR (µg/L)	toelatingscriterium (µg/L)	ratio (-)
pyriproxyfen	0.00003	0.6	20000
deltamethrin	0.0000031	0.0032	1032
acetamiprid	0.1	100	1000
cyhalothrin, lambda-	0.00002	0.01	500
dicamba	0.13	45	346
methoxyfenozone	0.18	28	156
esfenvaleraat	0.0001	0.01	100
pendimethalin	0.018	1.6	89
methiocarb	0.002	0.131	66
etridiazool	0.2	12	60
dimethoat	0.07	4	57
thiacloprid	0.01	0.52	52
spiromesifen	0.0025	0.12	48
cyprodinil	0.16	6.5	41
captan	0.34	10.3	30
chloorthalonil	0.06	1.78	30
hexythiazox	0.025	0.61	24
fenpropiidin	0.014	0.33	24
boscalid	0.55	12.5	23
epoxiconazole	0.19	4.3	23
metazachloor	0.08	1.62	20
thiofanaat-methyl	0.56	10.7	19
diflubenzuron	0.004	0.07	18
pyraclostrobin	0.023	0.38	17
abamectine	0.001	0.016	16
metribuzine	0.12	1.9	16
mesosulfuron-methyl	0.026	0.39	15
cyazofamid	0.13	1.9	15
indoxacarb	0.022	0.26	12
MCPA	1.4	15.2	11
azoxystrobin	0.2	2	10
fluoxastrobin (, trans-)	0.012	0.1	8
terbutylazine	0.32	2.5	8
pymetrozine	0.5	2.5	5
pirimifos-methyl	0.0005	0.0021	4
fluopicolide	0.71	2.9	4
metsulfuron-methyl	0.01	0.0365	4
imidacloprid	0.0083	0.027	3
foramsulfuron	0.036	0.101	3
triflusaaluron-methyl	0.13	0.282	2
teflubenzuron	0.0012	0.0025	2
mepanipyrim	1.45	2.9	2
pirimicarb	0.09	0.17	2
pencyuron	2.7	4.96	2
dodemorf	5	8	2

1.6 6: Voorbeeld - Inschatting emissieroutes insecticide thiacloprid in de fruitteelt

Emissie van stoffen naar oppervlaktewater door druppeldrift

In de onderstaande paragraaf is een aantal "driftsituaties" voor de verschillende geselecteerde stoffen in een standaardsituatie doorgerekend. Elke situatie is berekend voor de "kaal" en de "volblad" gewassituatie. In de fruitteelt zijn dit gewassituaties waarvoor verschillende driftcijfers worden gehanteerd.

De verschillende driftsituaties zijn:

- Standaard of referentiesituatie: dit zijn de "kaal" = voor 1 mei; 17% drift op 5 meter van de laatste bomenrij; "volblad" = na 1 mei; 7% drift op 5 meter van de laatste bomenrij. Deze driftcijfers gelden bij bespuitingen met een standaard spuitmachine (dwarsstroomspruit of axiaalspruit), zonder aanvullende driftreducerende technieken, bij een teeltvrije zone van 3 meter.
- 90% driftreductie (LOTV/Ctgb). Dit is 90% driftreductie ten opzichte van de standaard driftcijfers (17% kaal en 7% volblad). De beschikbare technieken staan weergegeven in Tabel 6.2.
- 95% driftreductie. Met nieuwe (innovatie) technieken blijkt 95% driftreductie realiseerbaar – dit is het streven voor 2030.

Tabel 6.1: Informatie thiacloprid

Actieve stof	Thiacloprid
Middelnaam	Calypso
Dosering	250 ml/ha
Concentratie	480 gram a.i./liter
Dosering a.i./ha	120 gram
Aantal bespuitingen	1 bespuiting per jaar
MTR	0.025 µg/l
JG-MKN	0.01 µg/l

Er is een risico dat de driftreductie in de praktijk niet wordt gehaald en dat er zelfs meer spuitdrift ontstaat dan in de standaardsituatie. Dat kan veroorzaakt worden door bijvoorbeeld het niet juist toepassen van een driftreducerende maatregel zoals gebruik driftarme doppen waarbij het eenzijdig bespuiten van de laatste bomenrij achterwege blijft. De laatste bomenrij wordt dan tweezijdig bespoten (in strijd met de voorschriften).

De verschillende driftsituaties zijn doorgerekend voor:

- De totale vracht op het sloot oppervlak (1m x 100 m = 100m²) naast de boomgaard.
- De concentratie in deze (kavel-)sloot.
- Het aantal keren dat deze concentratie in de kavelsloot de norm overschrijdt.
- Het aantal kubieke meter oppervlaktewater dat in principe tot de MTR-norm verontreinigd kan worden als de totale vracht in het water terecht komt. (De MTR is inmiddels vervangen door de JG-MKN.)

Uit de berekeningen blijkt dat in vrijwel alle situaties de MTR-norm in de kavelsloot overschreden wordt. Uit de berekeningen blijkt verder dat in alle situaties de belasting in de 'kale' gewassituatie 2½-keer groter is dan in de volbladsituatie.

In de kavelsloten vindt geen reguliere monitoring plaats. Wat van deze overschrijdingen in de kavelsloot en in de andere sloten wordt gemeten is onder meer afhankelijk van de dichtheid van het netwerk aan

(kavel)sloten in het gebied, de stromingspatronen, de plek van de meting/monstername, het tijdstip van meting.

Tabel 6.2: spuitdrift en vrachten thiacloprid bij bespuitingen in de fruitteelt langs kavelsloot (1 ha boomgaard 100x100m).

Situatie	Gewassituatie	Driftreductie	driftpercentage	vracht (g) / µg/ [ctgbsl]	overschrijding	# kuub tot de norm ver	
Referentie	volblad	0%	7%	0.084	4.0	160	3360
Referentie	kaal	0%	17%	0.204	9.7	389	8160
Ctgb	volblad	90%	0.70%	0.008	0.4	16	336
Ctgb	kaal	90%	1.70%	0.020	1.0	39	816
Innovatie	volblad	95%	0.35%	0.004	0.2	8	168
Innovatie	kaal	95%	0.85%	0.010	0.5	19	408
Risico	risico*	-25%	25%	0.300	14.3	571	12000

[vracht: g middel in 100 m kavelsloot; µg/ctgb: concentratie in sloot; overschrijding: aantal malen dat MTR-norm overschreden wordt; #kuub tot: aantal kuub oppervlaktewater dat tot de norm bij een enkele bespuiting tot de norm vervuild kan worden.]

De berekening van het volume water (m³) dat tot de norm verontreinigd kan worden laat zien dat bij een stof als thiacloprid voor een (gemiddeld) bedrijf van 20 hectare in potentie in de volbladperiode: 1 bespuiting (volblad) x 336 m³ (Ctgb volblad 90%) x 20 ha = 6720 m³ oppervlaktewater tot norm verontreinigd kan worden.

Fruitsorteerders

De meetgegevens zijn uit het jaar 2011. Opvallend is het grote aantal verschillende stoffen dat in het sorteerwater werd aangetroffen. Hierbij waren enkele middelen die geen toelating in de Nederlandse fruitteelt hebben. Sorteerbebedrijven verwerken ook buitenlands fruit, dat zou de aanwezigheid van deze stoffen kunnen verklaren. Daarnaast werd in een enkel geval een stof aangetroffen die geen relatie heeft met fruitteelt. Mogelijk is hier fust verontreinigd geraakt. Het sorteerwater mag niet op het oppervlaktewater geloosd worden!

De concentraties captan in het sorteerwater waren laag. Dat valt te verklaren doordat captan na bespuiting snel wordt omgezet in tetrahydroftalimide. Deze stof wordt wel in het sorteerwater in hoge concentraties aangetoond.

Andere opvallende stoffen (in relatief hoge concentraties) in het sorteerwater zijn: fosetyl-aluminium (3 bedrijven; mogelijk Belgisch fruit), propiconazole (8 bedrijven; middel om fust te ontsmetten tegen hout- en vruchtrotschimmels), imazalil en pyrimethanil. Deze stoffen kunnen afkomstig zijn uit fruitdompelbaden tegen vruchttrot (middel Philabuster).

Het meest frequent (en in de hoogste concentraties) zijn de middelen gevonden die tegen vruchttrot worden ingezet. Dat zijn de laatste bespuitingen voordat het fruit geoogst wordt. De stoffen boscalid en pyraclostrobin zijn afkomstig van het middel Bellis. De stoffen fludioxonil en cyprodinil zijn afkomstig van het middel Switch.

FRUITSORTEERWATER					
		Conc.	aantal		
		ug/l	gram/regio/jaar		
			worst case		MTR
		gemiddeld	20 bedrijven	# kuub tot norm	(ug/L)
Fludioxonil		15.163	36.39	37133	0.980
Boscalid		29.889	71.73	130424	0.550
Cyprodinil		1.244	2.99	7284	0.410
Dithianon		0.056	0.13	336	0.400
Fenoxycarb		0.010	0.02	16686	0.001
Imidacloprid		0.034	0.08	6277	0.013
Indoxacarb		0.056	0.14	16098	0.008
Kresoxim-methyl		0.041	0.10	6480	0.015
Pyraclostrobin		0.835	2.00	87130	0.023
Tebuconazool		0.024	0.06	58	1.000
Thiacloprid		0.101	0.24	9696	0.025
Trifloxystrobin		0.070	0.17	3092	0.054

Puntemissies vanaf het erf

Overschrijdingen van normen voor gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater worden meestal toegeschreven aan diffuse bronnen zoals spuitdrift en drainage. Er is veel onderzoek gedaan naar spuitdrift bij de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen vanwege de bijdrage ervan aan emissie naar oppervlaktewater. Driftreducerende doppen, spuitvrije zones en bufferzones zonder gewas zijn geïntroduceerd om de emissie terug te dringen. Echter, metingen van waterschappen tonen minder afname van concentraties in oppervlaktewater dan verwacht op basis van modelberekeningen (MNP, 2006). Dit is mogelijk veroorzaakt door de bijdragen van andere diffuse bronnen als uitspoelingen. Verder kunnen niet-diffuse bronnen een rol spelen. Puntemissies als gevolg van activiteiten op het erf zoals vullen, en inwendig en uitwendig reinigen van spuitapparatuur dragen bij aan emissies naar oppervlaktewater (Basford et al., 2004; Debaer en Jaeken, 2006a,b; De Wilde et al., 2007; Jaeken en Debaer, 2005; Wenneker, 2004). Puntemissies van gewasbeschermingsmiddelen zijn een risico voor oppervlaktewater, maar het is niet duidelijk welke activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen op het erf het meest bijdragen aan normoverschrijdingen. In België en Duitsland wordt de bijdrage van puntemissies vanaf het erf op de totale emissie naar het oppervlaktewater geschat op 40% respectievelijk 70 - 90% (Carter, 2000; Kreuger en Nilsson, 2001; Mason et al., 1999). Hiermee zouden puntemissies mede verantwoordelijk zijn voor overschrijdingen van de normen. De afgelopen jaren is door monitoren en veldonderzoek getracht om een beter beeld te krijgen van het relatieve belang van verschillende activiteiten met betrekking tot de emissie naar oppervlaktewater (Bach et al., 2005; Huber et al., 2000; Kreuger en Nilsson, 2001; Müller et al., 2002). Het blijkt zeer moeilijk om concentraties gemeten in oppervlaktewater te herleiden tot de bronnen. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de bijdrage van puntemissies aan de totale belasting van het oppervlaktewater in het buitenland vaak hoog wordt ingeschat. Dat wordt mede veroorzaakt door de lokale situatie: relatief weinig oppervlaktewater rondom percelen (laag spuitdriftrisico) en vaak liggen de landbouwbedrijven bij elkaar in een relatief verstedelijkt gebied, waardoor het risico op erfafspoeling vergroot wordt. In Nederland is juist veel oppervlaktewater aanwezig rondom percelen, en staan de bedrijven meer verspreid over het teeltgebied.

Over de grootte en het optreden van puntemissies van gewasbeschermingsmiddelen vanuit de landbouw zijn in Nederland vrijwel geen kwantitatieve data beschikbaar. Voor de fruitteelt is in 2006 een beperkte enquête over puntemissies gehouden onder fruittelers (41 fruittelers uit Flevoland, Gelderland, Utrecht en Zeeland). Deze steekproef is in relatie tot de totale fruitteelt in Nederland relatief klein. De uitkomsten zijn hierdoor mogelijk niet representatief voor hetgeen daadwerkelijk in de Nederlandse

fruitteelt gedaan wordt. Daarnaast kunnen er grote regionale verschillen zijn. De uitkomsten geven wel inzicht hoe een aantal telers werkt op het gebied van gewasbescherming en middelengebruik (Wenneker, 2007). Het risico op puntemissies of piekbelastingen wordt onder meer beïnvloed door de bedrijfsinrichting, de erfsituatie en uitgevoerde handelingen met gewasbeschermingsmiddelen. In onderstaande paragrafen worden de hoofdpunten uit de enquête besproken, en zo mogelijk specifieke situaties voor de Utrechtse fruitteelt nader toegelicht. Van dit soort zijn geen recentere data bekend.

Puntemissie-model: POSSUM

Het POSSUM-model (POint Sources on SURface water Model) is ontwikkeld om de gevolgen van puntemissies op oppervlaktewater te rangschikken naar de, voor het oppervlaktewater, meest risicovolle activiteit met gewasbeschermingsmiddelen (Beltman et al., 2011). POSSUM vergelijkt de risico's van verschillende activiteiten afhankelijk van de bedrijfssituatie. De activiteiten worden vergeleken op bedrijfsniveau voor een periode van één jaar.

Op een bedrijf waar activiteiten met gewasbeschermingsmiddelen plaatsvinden, kan een klein deel van deze gebruikte middelen in het oppervlaktewater terecht komen. Door bijvoorbeeld wassen van de spuitapparatuur of door morsen bij het vullen van apparatuur kan een deel van het middel in een put, op de vloer of op de bodem terechtkomen. Het gedeponeerde gewasbeschermingsmiddel kan vervolgens via afstroming het nabijgelegen oppervlaktewater bereiken, of via het riool het influent van de RWZI bereiken.

POSSUM berekent uitgaande van een depositie die optreedt bij een activiteit op het bedrijf - leidend tot een emissie - een concentratie in het oppervlaktewater.

De berekening beslaat het traject van depositie van het gewasbeschermingsmiddel tot en met een emissie naar water. Op basis van de emissie wordt een concentratie uitgerekend, onafhankelijk van of er in de praktijk wel oppervlaktewater is.

De berekening betreft emissies op lokaal oppervlaktewater, d.w.z. daar waar de emissie optreedt. De consequenties voor regionaal oppervlaktewater, waar de gewasbeschermingsmiddelen na transport via sloten terecht kunnen komen zijn geen onderdeel van de POSSUM-studie.

De concentratie als gevolg van emissie in lokaal oppervlaktewater wordt bepaald door de volgende factoren:

- De massa (M) van de actieve stof in de opgetreden depositie, en de kans op emissie hiervan naar oppervlaktewater.
- De emissiefractie (E) op basis van route en processen.
- Het volume (V) van het ontvangende oppervlaktewater.
- De frequentie waarmee de activiteit wordt uitgevoerd.

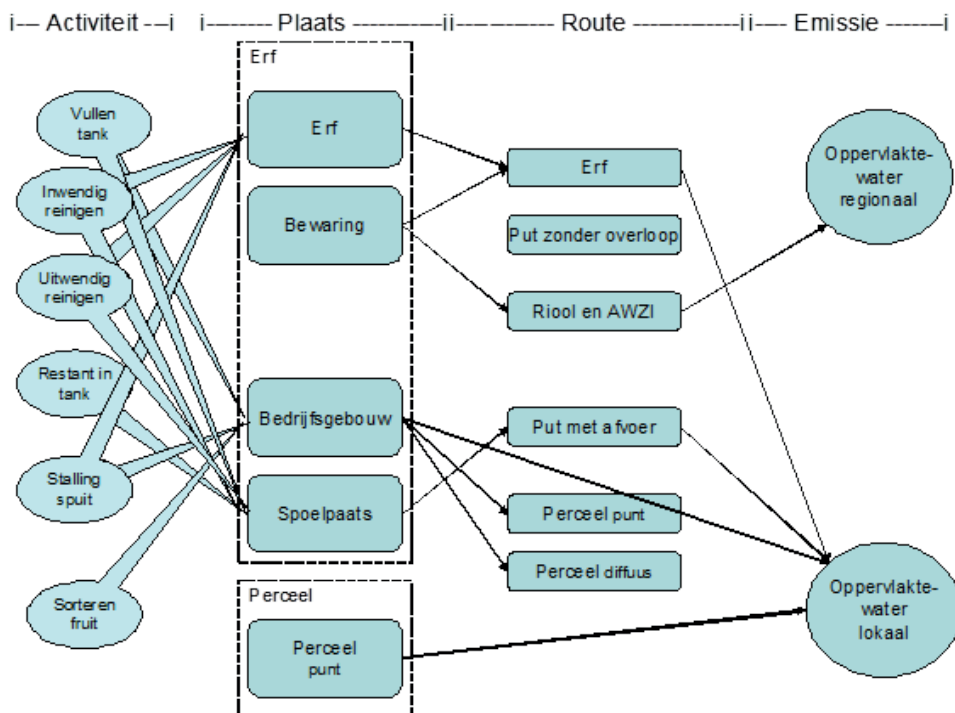
Voorbeelden van mogelijke deposities zijn het water dat van een spuit afdruipt bij het uitwendig reinigen van de spuit, product dat wordt gemorst bij het vullen van de spuit, middel dat van het plant- en/of (opkweek) fustmateriaal lekt en water dat na het reinigen van geoogst materiaal vrijkomt.

Als basis voor iedere berekening geldt het schema in Figuur 6.1. De plaats van de activiteit kan zijn: op het erf zelf, in/bij de bewaring, in/bij het spoelbassin, in het bedrijfsgebouw, op een spoelplaats of op het perceel. Mogelijke routes zijn: via het erf (water stroomt over het erf), via een put zonder afvoer (kan een mestput zijn), via riool en afvalwaterzuivering (AWZI), via een put met overloopmogelijkheid (meestal via een pijp), via grondwater (door veel infiltratie door de bodem), via één punt (plaats waar de spuitapparatuur wordt gereinigd) op een perceel (puntemissie) of via het uitrijden van het restant spuitvloeistof over het perceel (diffuse emissie). De emissie kan plaats vinden op lokaal of regionaal oppervlaktewater. Emissies naar regionaal oppervlaktewater worden niet door POSSUM beschreven.

Voor het vullen van het model en het verzamelen van de invoergegevens zijn vijf stappen onderscheiden:

- Vaststellen van activiteiten die kunnen leiden tot puntemissies.
- Vaststellen van plaats van activiteit.
- Berekenen of schatten van de depositie van massa actieve stof.

- Combineren van plaats van activiteit en depositie met routes om te komen tot emissiefracties voor verschillende bedrijfssituaties.
- Vaststellen hoe vaak de activiteiten op een bedrijf binnen een jaar optreden.



Figuur 6.1: Schema van activiteiten, plaats van activiteit, routes en emissieplaatsen voor de fruitteelt (naar Beltman et al., 2011).

Door Beltman wordt het literatuuronderzoek van Van de Zande (2007) aangehouden voor de inschatting van de vervuiling van fruitteeltsputten. In dat rapport wordt aangegeven dat in de fruitteelt 1% van het spuitvolume achterblijft op de buitenkant van de spuitapparatuur. Van de Zande verwijst verder naar Ramwell (2007) voor de recovery van gewasbeschermingsmiddelen vanaf de spuitapparatuur van 40-80%. Door Beltman et al. (2011) wordt aangenomen dat bij goed uitwendig reinigen dit percentage van de uitwendige massa aan middelen (actieve stof) eraf wordt gespoten.

WUR-onderzoek geeft aan dat de uitwendige verontreiniging van de spuit een bepaalde limiet heeft (Michielsen et al., 2012). De voorlopige resultaten wijzen uit dat tijdens de bespuiting maximaal ongeveer 1% van een spuitvolume van 400 liter op de machine neerslaat, en mogelijk bij langere spuitduur maximaal 1% van 1000 liter spuitvloeistof. Het type spuitmachine lijkt echter van grote invloed op de hoeveelheid depositie op de spuitmachine.

Van thiocloprid wordt de dosering per ha in 200-250 liter water verspoten (Tabel 6.3). De emissie van de drie puntbronnen (uitwendig reinigen, inwendig reinigen, vullen) is gebaseerd op de concentratie in de spuittank. POSSUM houdt geen rekening met afbraak of adsorptie van de stoffen.

Daardoor is de procentuele bijdrage aan de totale emissie per puntbron gelijk en is de massa emissie recht evenredig met de dosering per ha. De resultaten zijn gegeven per eenmalige toepassing en schoonmaakbeurt.

Tabel 6.3: Doseringen en aantal toepassingen doorgerekend met POSSUM (in 250L).

stof	dosering (a.i.) gram/ha/per toepassing	aantal toepassingen
thiaclopid	120	1 á 2

De berekeningen (Tabellen 6.4 en 6.5) geven aan dat het uitwendig reinigen potentieel het grootste risico op puntemissies geeft. Ook onder aanname van 1% vervuiling van 400 liter spuitvloeistof is de bijdrage substantieel groter dan de andere twee routes.

Tabel 6.4: Emissie van thiaclopid bij éénmalige toepassing in een jaar naar potentieel aanwezig oppervlaktewater voor een gemiddeld bedrijf van 17.9 ha als procentuele bijdrage per puntbron, en als massa per puntbron, bij 1% depositie van alle spuitvloeistof voor 17.9 ha (4475 liter).

Puntbron	Bijdrage (%)	Thiaclopid (g)
Vullen tank	0.6	0.06
Inwendig reinigen tank	1.7	0.17
Uitwendig reinigen spuit	97.6	9.62
Totaal	100	9.85

Tabel 6.5: Emissie van thiaclopid bij tweemaalige toepassing in een jaar naar potentieel aanwezig oppervlaktewater voor een gemiddeld bedrijf van 17.9 ha als massa per puntbron, en als procentuele bijdrage per puntbron, bij 1% depositie van 400 liter spuitvloeistof.

Puntbron	Bijdrage (%)	Thiaclopid (g)
Vullen tank	5.5	0.06
Inwendig reinigen tank	15.6	0.17
Uitwendig reinigen spuit	78.9	0.86
Totaal	100	1.09

Of het middel vanuit een puntbron in het oppervlaktewater terecht komt is afhankelijk van:

- Aanwezigheid van oppervlaktewater bij het erf.
- Afwezigheid van een vul- en spoelplaats met opvanginrichting voor restwater.

Door Beltman et al. (2011) wordt aangegeven dat de volgende gegevens ontbreken of zwak onderbouwd zijn:

- er zijn geen kwantitatieve gegevens over morsen bij vullen van de spuittank; hoeveel wordt er gemorst en hoe vaak;
- het is onduidelijk wat er gebeurt met de restvloeistof als men geen mogelijkheid heeft om deze op het perceel achter te laten, en hoe vaak dit optreedt;
- er zijn geen gegevens over de aantallen spuiten van een bepaalde grootte. Dat is nodig om de deposities bij verschillende tankvolumes beter te berekenen;
- onduidelijk is in hoeverre in de praktijk voorafgaand aan inwendig reinigen wordt voorgespoeld;
- er zijn geen gegevens over de grootte van het restvolume in de leidingen na een bespuiting;
- er zijn onvoldoende gegevens over resten op de buitenkant van de spuit, en de mate waarin deze afwasbaar zijn bij de uitwendige reiniging;

- een relatie tussen de geschiedenis van een spuit (hoe vaak en hoeveel gespoten) en de hoogte van afwasbare rest op de buitenkant van de spuit is niet bekend;
- er is onvoldoende bekend hoe was-/vulplaatsen zijn ingericht en op welk deel van de bedrijven was-/vulplaatsen aanwezig zijn;
- voor activiteiten die op een perceel worden uitgevoerd is niet bekend of dit in de praktijk op voldoende afstand van een waterloop gebeurt.

Bovenstaande betekent dat het POSSUM-model gebruikt kan worden om het belang van verschillende puntemissies te vergelijken op basis van de best beschikbare informatie. Dit kan een beeld geven van het potentiële effect van emissiereducerende maatregelen op de totale emissie van een stof op bedrijfsniveau. De uitkomsten zijn niet zonder meer te gebruiken om algemene uitspraken te doen over het belang van de betreffende puntemissies door de relatief grote onzekerheid in de invoergegevens. Verder houdt POSSUM geen rekening met processen die de emissie van de gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater beïnvloeden, zoals afbraak, vervluchtiging en adsorptie. Door deze processen wordt de massa die geloosd wordt kleiner en/of wordt de emissie vertraagd in de tijd wat kan resulteren in een lager risico voor waterleven. De mate waarin dit gebeurt is stofafhankelijk. Door geen rekening te houden met deze processen zijn de resultaten 'worst case'. Voor de meeste routes zal het effect van deze processen vergelijkbaar zijn. Dus voor een vergelijkende studie zoals hier uitgevoerd heeft het niet meenemen van de processen geen effect. Of daadwerkelijk emissies plaatsvinden hangt af van de aanwezigheid van sloten rond het erf.

Scenarioberekeningen voor kavelsloten: spuitdrift versus puntemissies

Het POSSUM-model geeft op dit moment een vergelijking van de kans op puntemissies. Voor de fruitteelt bleek via het POSSUM-model dat het uitwendig reinigen de meest risicovolle activiteit is voor het ontstaan van puntemissies.

In de onderstaande paragraaf zijn verschillende scenarioberekeningen uitgevoerd om de belasting van oppervlaktewater (kavelsloten) met thiacloprid vanuit spuitdrift en erfbelasting te vergelijken.

Voor de spuitdrift is de berekening uitgevoerd voor het hele Utrechtse fruitteeltgebied in 2011 (aanname: 1400 hectare fruitteelt, met sloten omgeven en 200 fruittelers).

In Tabel 6.6 is de totale hoeveelheid thiacloprid weergegeven die in een *worst case* situatie in een kavelsloot terecht kan komen. Deze hoeveelheid is voor verschillende driftsituaties uitgerekend (zie ook paragraaf; drift et cetera). In de situatie zonder toepassing van driftreducerende maatregelen zal bij een volblad gewas in totaal 117.6 gram thiacloprid per spuitbeurt in het oppervlaktewater (kavelsloten) terecht komen voor de Utrechtse fruitteelt (situatie Referentie Volblad). Wanneer alle telers zich strikt houden aan de verplichte maatregelen bij toediening komt er 90% minder middel in de kavelsloten terecht (11.8 gram; LOTV Volblad). Wanneer telers extra maatregelen toepassen dan kan de emissie met 95% beperkt worden (5.9 gram; Innovatie Volblad).

Tabel 6.6: De totale vracht (g) aan thiacloprid die in een worst case situatie via spuitdrift in het oppervlaktewater terecht kan komen per spuitbeurt (aanname 1400 ha fruitteelt).

Situatie	driftreductie	totale vracht (g)
Referentie Volblad	x	117.6
Referentie Kaal	x	285.6
Etiket Volblad*	90%	11.8
Etiket Kaal*	90%	28.6
Innovatie Volblad	95%	5.9
Innovatie Kaal	95%	14.3

*uitgangspunt 90% driftreductie bij 3 meter teeltvrij, en de standaard driftcurve van het Ctgb.

In Tabel 6.7 is de hoeveelheid thiacloprid gegeven die in een kavelsloot terecht kan komen in een *worst case* situatie bij het uitwendig reinigen van de spuitmachine. De volgende aannames zijn daarbij gedaan:

- Uitgaande van 200 telers in het Utrechtse fruitteeltgebied betekent 1% twee telers, 5% zijn tien telers, enzovoorts.
- De hoeveelheid captan (middel) die van de spuitmachine kan komen, direct na de bespuiting, is berekend voor een situatie waarin 1% van 400 l spuitvloeistof de spuit heeft vervuild. Bij een spuitvolume van 200 liter is de spuitvloeistofconcentratie dan 0.6 gram thiacloprid/liter (1% => 4 liter, oftewel 0.6 gram thiacloprid x 4 = 2.4 gram thiacloprid). Evenzo is de berekening uitgevoerd voor de situatie waarin 1% van 1000 l liter spuitvloeistof de spuit heeft vervuild.
- De hoeveelheid thiacloprid die vervolgens in de kavelsloot terecht komt is voor verschillende fracties vervuiling berekend variërend van 1% tot 100% (in dat laatste geval komt dus al het waswater direct in het oppervlaktewater terecht).

Tabel 6.7: Hoeveelheden thiacloprid die via puntemissie (uitwendig reinigen spuitmachine) in worst case situaties in het oppervlaktewater terecht kunnen komen.

tankconcentratie thiacloprid 0.6 gram/liter								
			Hoeveelheid middel (g) in oppervlaktewater bij verschillende fracties waswater die in de sloot terecht komen					
aantal telers (1% = 2 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%		
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	0.05	0.48	1.20	2.40	3.60	4.80		
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	0.1.-2	1.20	3.00	6.00	9.00	12.00		
			Hoeveelheid middel (g) in oppervlaktewater bij verschillende fracties waswater die in de sloot terecht komen					
aantal telers (5% = 10 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%		
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	0.24	2.04	6.00	12.00	18.00	24.00		
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	0.60	6.00	15.00	30.00	45.00	60.00		
			Hoeveelheid middel (g) in oppervlaktewater bij verschillende fracties waswater die in de sloot terecht komen					
aantal telers (10% = 20 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%		
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	0.48	4.80	12.00	24.00	36.00	48.00		
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	1.20	12.00	30.00	60.00	90.00	120.00		

Uit de tabel blijkt dat een aantal zaken in deze *worst case* situaties van grote invloed is op de uiteindelijke vervuiling van de kavelsloot:

- De maximale hoeveelheid middel die de spuitmachine kan vervuilen; 1% van 400 liter of 1% van 1000 liter (in dit voorbeeld dus een factor 2.5 verschil).
- Het aantal telers dat de vervuiling veroorzaakt (de vervuiling neemt evenredig toe met het aantal telers).
- De fractie van het middel dat in de kavelsloot terecht komt.

Een situatie waarin 100% van het middel (= al het waswater) in het oppervlaktewater terecht komt is bijvoorbeeld een verhard erf met een putje dat direct op de sloot afvoert. Deze erfsituatie is uitzonderlijk, maar is in het verleden in bijvoorbeeld provincie Utrecht wel waargenomen. Aannemelijk is dat de situatie waarin er geen opvang is en het waswater via het erf afspoelt veel vaker voorkomt. Veel

van dit waswater zal terecht komen in de strook tussen de sloot en het erf. De hoeveelheid middel die het oppervlaktewater bereikt zal dan lager zijn.

In Tabel 6.8 zijn de relatieve hoeveelheden thiacloprid vanuit de erfemissie (uitwendig reinigen van de spuitmachine) ten opzichte van de verschillende spuitdrift scenario's weergegeven (LOTV volblad= alle telers passen driftreducerende maatregelen toe; Referentie volblad= telers passen geen driftreducerende maatregelen toe). Uit de tabel blijkt dat wanneer 2 fruittelers (1% van totaal aantal fruittelers) direct al het waswater in het oppervlaktewater laten lopen (bij 1% spuitvervuiling van 1000 liter spuitvloeistof) de totale vracht aan captan gelijk is aan de hoeveelheid captan die via spuitdrift door alle telers (200) in het oppervlaktewater terecht komt (het verhoudingsgetal is 50%). Wanneer de spuit vervuild raakt met 1% van 400 liter spuitvloeistof zijn er tenminste 5 telers nodig die de helft van al het waswater direct in de sloot laten lopen.

Wanneer telers geen driftreducerende maatregelen toepassen (Referentie Volblad) dan treedt een dergelijke situatie pas op wanneer 20 telers al het waswater direct in de sloot laten lopen (Tabel 6.9).

Thiacloprid kan zowel voor als na de bloei worden toegepast. Bij bespuitingen in het voorjaar (open gewas en veel hogere driftcijfers) zal de relatieve bijdrage van puntemissies nog kleiner zijn.

De berekeningen laten zien dat puntemissies vooral incidenten betreffen. Enkele incidenten kunnen (relatief) grote gevolgen hebben. Hoe groot de bijdrage van de puntemissies zijn ten opzichte van spuitdrift hangt sterk af van de implementatiegraad en de naleving van de driftreducerende maatregelen.

De weergegeven relatieve hoeveelheden gelden óók voor andere middelen (actieve stoffen), omdat de verhoudingsgetallen in de berekeningen gelijk blijven (1% spuitvervuiling en gelijke concentraties in de spuitvloeistof).

Tabel 6.8: Relatieve hoeveelheid thiacloprid (en andere middelen) (g) in oppervlaktewater bij verschillende fracties waswater, die in de sloot terecht komen ten opzichte van totale hoeveelheid middel (uitwendig reinigen + spuitdrift) in vergelijking tot de spuitdrift in de volbladsituatie en waarbij alle telers de vereiste driftreducerende maatregelen in acht nemen.

LOTV. Volblad	Fractie van hoeveelheid waswater dat direct in het oppervlaktewater terecht komt.					
aantal telers (1% = 2 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	0.4	3.9	9.3	16.9	23.4	29.0
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	1.0	9.3	20.3	33.8	43.4	50.5
aantal telers (5% = 10 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	2.0	16.9	33.8	50.5	60.5	67.1
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	4.9	33.8	56.1	71.8	79.3	83.6
aantal telers (10% = 20 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	3.9	29.0	50.5	67.1	75.4	80.3
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	9.3	50.5	71.8	83.6	88.4	91.1

Tabel 6.9: Relatieve hoeveelheid middel (g) in oppervlaktewater bij verschillende fracties waswater, die in de sloot terecht komen ten opzichte van totale hoeveelheid middel (uitwendig reinigen + spuitdrift) in vergelijking tot de spuitdrift in de volbladsituatie en waarbij alle telers **geen** vereiste driftreducerende maatregelen in acht nemen.

Referentie Volblad	Fractie van hoeveelheid waswater dat direct in het oppervlaktewater terecht komt.					
aantal telers (1% = 2 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	0.0	0.4	1.0	2.0	3.0	3.9
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	0.1	1.0	2.5	4.9	7.1	9.3
aantal telers (5% = 10 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	0.2	2.0	4.9	9.3	13.3	16.9
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	0.5	4.9	11.3	20.3	27.7	33.8
aantal telers (10% = 20 telers)	1%	10%	25%	50%	75%	100%
spuitvervuiling 1% (van 400 l)	0.4	3.9	9.3	16.9	23.4	29.0
spuitvervuiling 1% (van 1000 l)	1.0	9.3	20.3	33.8	43.4	50.5

Samenvatting

Puntemissies bij erfactiviteiten wordt voornamelijk veroorzaakt door het uitwendig reinigen van de spuitmachine, gevolgd door inwendig reinigen en het vullen van de spuit. Maatregelen om emissie van het reinigingswater te voorkomen zullen daarom het meest bijdragen aan de reductie van puntemissies naar oppervlaktewater. Op basis van de enquête lijken er nog relatief weinig was- en spoelplaatsen met een opvanginrichting te zijn. Door de aanleg van (tijdelijke) was- en spoelplaatsen te bevorderen kunnen deze emissies snel worden teruggedrongen. Het absolute risico van verschillende erfactiviteiten met betrekking tot emissie naar het oppervlakte water is niet vast te stellen, omdat onder meer gegevens over de erfsituaties in het gebied ontbreken.

Verder zijn er te weinig gegevens bekend over de implementatiegraad en de naleving van driftreducerende maatregelen. Hierdoor is het niet mogelijk om aan te geven welke emissieroute op dit moment daadwerkelijk de grootste bijdrage levert.

Duidelijk is wel dat bij naleving van de vereiste driftreducerende maatregelen, een beperkt aantal telers deze inspanning via puntemissies te niet kan doen.

Aanbevelingen

- Bij de jaarlijkse bedrijfsinspecties moeten de erfsituaties in beeld worden gebracht. Vooral de situaties met grote risico's: erfverharding en een directe afvoer naar het oppervlaktewater moeten aangepakt worden. Op deze wijze worden de enkele (mogelijk) grote vervuilers direct opgespoord.
- In alle situaties waar geen opvangsysteem aanwezig is verdient het de aanbeveling om een tijdelijke inrichting (bv agraclean met opvang) toe te staan.
- Het uitwerken van oplossingen op maat voor de zuivering of het verwerken van de restwaterstroom (bijvoorbeeld biofilters).
- Metingen in het oppervlaktewater op bedrijfsniveau (+ kavelsloten).
- Informeren van de telers omtrent wet- en regelgeving in samenwerking met de sectororganisatie NFO.
- Telers er op wijzen dat kleine hoeveelheden middel die terecht komen in het oppervlaktewater al snel grote milieubelasting of normoverschrijdingen geven.
- Ontwikkelen van een methodiek voor het inschatten van emissierisico's op bedrijfsniveau. Voor een gerichte aanpak van emissieroutes moet op een eenvoudige wijze voor de teler duidelijk worden waar de risico's het grootst zijn. Op basis hier van kan een emissiebeheersplan worden opgesteld.

- Het gebruik van vloeibare middelen in plaats van poeders moet gestimuleerd worden. Naast verminderen risico van verstuiven, is het ook beter voor verspuiten met drift-arme doppen (minder risico op klonters en daarmee verstopping).
- Voor de fruitteelt verdient het de aanbeveling om meer gegevens te verzamelen over het uitwendig reinigen van de spuittank.
 - o Frequentie van schoonmaken
 - o Moment van schoonmaken
 - o Gehaltes van middelen in het waswater
 - o Stofeigenschappen
- In een pilotproject kan bijvoorbeeld gedurende het spuitseizoen bij verschillende telers direct na een bespuiting worden schoongemaakt en de gehaltes aan middelen bepaald worden.

1.7 7: Inschatting emissieroutes voor vier toepassingsgebieden

Door De Werd & Van der Wal (2012) is een overzicht gemaakt van de verschillende emissieroutes naar oppervlaktewater voor een aantal open teelten (sectoren) in specifieke regio's. Dat waren:

- Akkerbouw – Friesland en Flevoland
- Maisteelt – Zuidoost Nederland
- Bollenteelt – Noord- en Zuid Holland (met ook aandacht voor broeierij)
- Boomkwekerij – Regio Boskoop
- Fruitteelt – Bommelerwaard (werkgebied Brabant en Bommelerwaard)

Per regio + sector is een inschatting gemaakt van het risico op normoverschrijding voor de combinaties van emissieroute en locatie. Vervolgens is er een inschatting gemaakt van het deel van de bedrijven waarop deze emissieroute daadwerkelijk voorkomt en een risico voor het oppervlaktewater vormt. Bij de inschatting van relevantie en voorkomen is rekening gehouden met de voor de regio meest relevante 'probleemstoffen' in oppervlaktewater en hun eigenschappen en met gebiedskenmerken als grondsoort, slootdichtheid, etc.. Deze schema's waren vooral bedoeld om te kijken naar het relatieve belang van routes en activiteiten binnen de betreffende sector. Het kwantificeren van emissieroutes werd niet uitgevoerd.

In figuren is weergegeven welke emissieroutes er in de verschillende sectoren aanwezig zijn.

Daarnaast zijn schema's gemaakt met de relevante emissieroutes, en deze zijn ingevuld volgens de volgende stappen:

1. Waar kan de emissie ontstaan (locatie) en bij welke activiteiten?
2. Wat zijn de verschillende emissieroutes per locatie?
3. Inschatting risico op normoverschrijding als emissie via deze route plaatsvindt.
4. Inschatting vóórkomen van emissie via deze route op de bedrijven

Bij het maken van deze schema's werd een onderscheid gemaakt tussen activiteiten (en emissieroutes) op het perceel en op het erf.

Onderstaand het voorbeeld voor de maisteelt:

Regio: Zuidoost Nederland, Hoge Raam (Brabant)

Grondsoort: zandgrond met laag organische stofgehalte

Drainage: deels

Water: relatief lage slootdichtheid

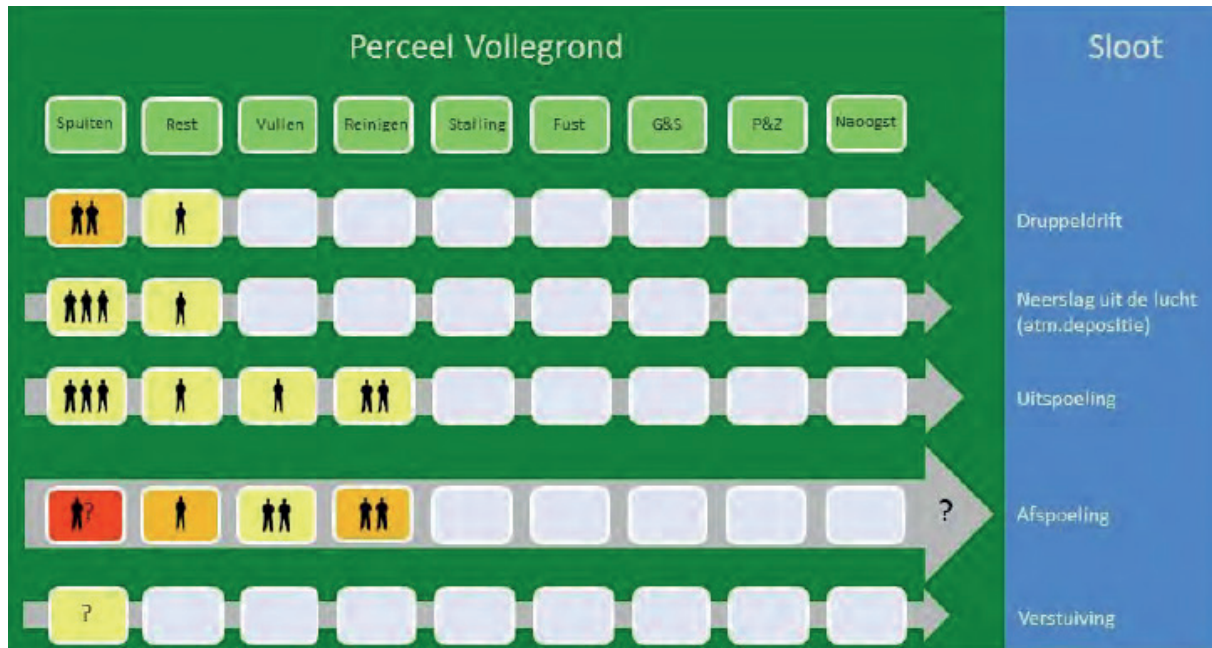
Gewassen: vaak 'mais op maisteelt'

Sputten: neerwaarts

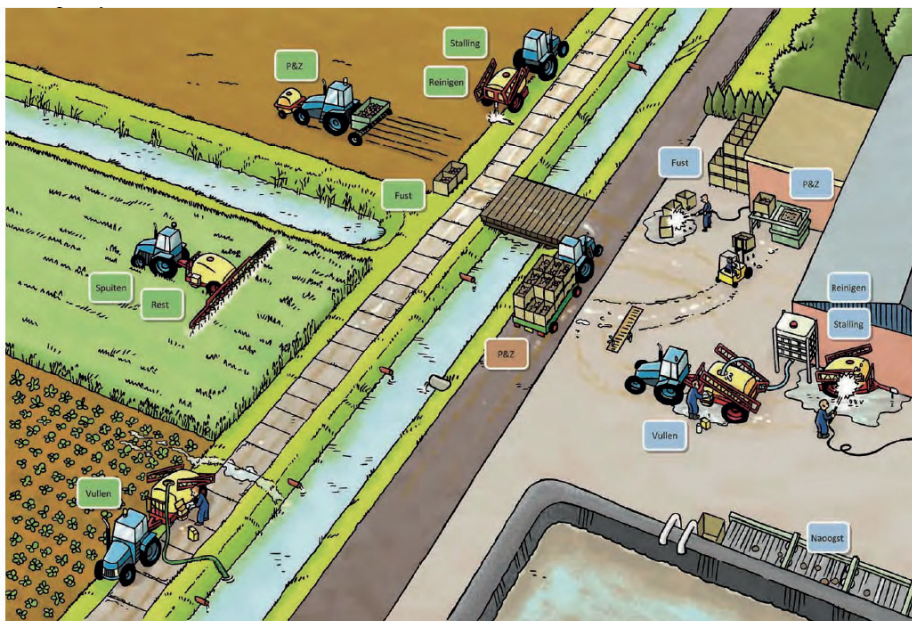
Probleemstoffen: S-metolachloor, terbuthylazin, dimethenamid-P, fluroxypyr



Maisteelt



Kanttekening daarbij is dat informatie in dat rapport niet zonder meer als algemeen geldend beeld voor een sector in Nederland gebruikt kan worden. Het belang van verschillende emissieroutes verschilt namelijk tussen regio's, bijvoorbeeld door verschillen in grondsoort, slootdichtheid en bedrijfsinrichting. Ook verandering in teelten, middelenpakket, bedrijfsinrichting en toepassing van emissie-reducerende maatregelen heeft een invloed op het belang van verschillende emissieroutes ten opzichte van elkaar.



Akkerbouw (en maisteelt)

Akkerbouw – Friesland en Flevoland:

- ++ Afspoeling en uitspoeling uit grond/drainen bij spuiten op het perceel
- ++ Afspoeling vanaf het perceel bij reinigen van de spuitmachine
- ++ Afspoeling vanaf het erf bij vullen en reinigen van de spuitmachine zonder opvang van morsvloeistof resp. schoonmaakwater.
- + Afspoeling vanaf het erf door stallen van de spuitmachine zonder overkapping.
- + Afspoeling na uitrijden/afvoer van restvloeistof.
- + Drift bij het spuiten op het perceel.

Maisteelt – Zuidoost Nederland:

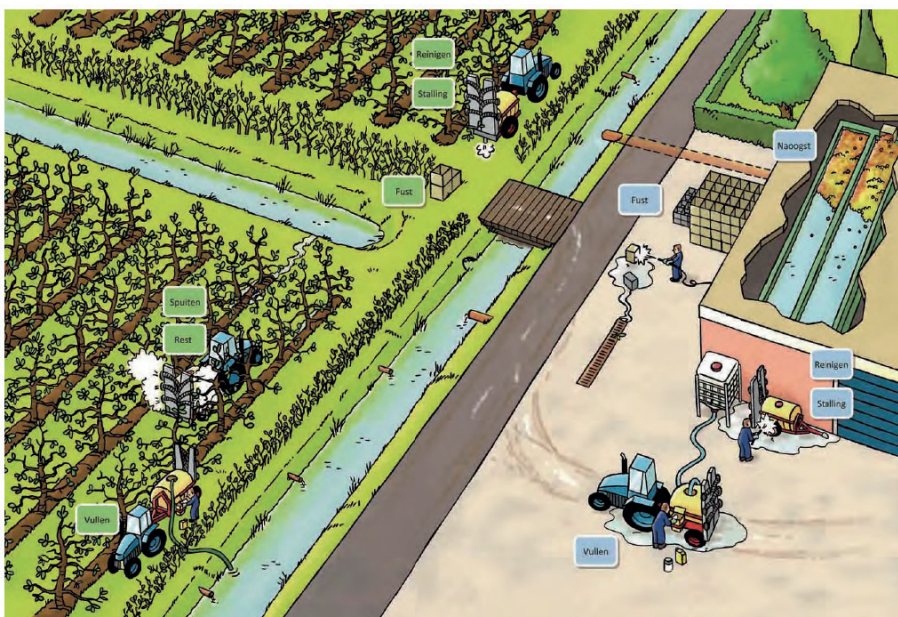
- ++ Afspoeling na spuiten op het perceel
- ++ Afspoeling vanaf het erf na vullen en reinigen van de spuitmachine zonder opvang van morsvloeistof resp. schoonmaakwater.
- + Afspoeling na uitrijden/afvoer van restvloeistof.
- + Drift bij het spuiten op het perceel.



Bollenteelt en Broei

Bollenteelt – Noord- en Zuid Holland:

- ++ Afspoeling vanaf het erf na onoverdekt opslaan of na reinigen van fust, zonder opvang van (schoonmaak-) water.
- ++ Afspoeling vanaf het erf na bolontsmetting, zonder opvang van morsvloeistof.
- + Emissie van Actellic in condenswater uit de bewaring van bollen.



Fruitteelt

Fruitteelt – Bommelerwaard:

- ++ Drift bij het spuiten op het perceel
- ++ Afspoeling vanaf het erf bij reinigen van de spuitmachine zonder opvang van schoonmaakwater.
- + Afspoeling vanaf het erf bij reinigen van fust zonder opvang van schoonmaakwater.
- + Afspoeling vanaf het erf door stallen van de spuitmachine zonder overkapping.
- + Afspoeling en uitspoeling via grond/drains bij het spuiten op het perceel.

1.8 8: Classificatie van stoffen o.b.v. fysisch-chemische eigenschappen

Oplosbaarheid in water (mg/L)			
20-25 degr.			
0	0,1	1	zeer slecht oplosbaar
0,1	10	2	slecht oplosbaar
10	1000	3	matig oplosbaar
1000	>	4	goed oplosbaar
Vluchtigheid (mPa)			
20-25 degr.			
0	0,01	1	weinig vluchtig
0,01	10	2	enigszins vluchtig
10	1000	3	matig vluchtig
1000	100000	4	vluchtig
afbreekbaarheid in bodem (d)			
20 degr, pF = 2			
180	>	4	zeer slecht afbreekbaar
60	180	3	slecht afbreekbaar
20	60	2	redelijk afbreekbaar
0	20	1	goed afbreekbaar
Mobiliteit (dm ³ /kg)			
100	>	5	zeer weinig mobiel
20	100	4	weinig mobiel
5	20	3	matig mobiel
1	5	2	mobiel
0	1	1	zeer mobiel
afbreekbaarheid in water-sediment (d)			
20 degr, pF = 2			
180	>	4	zeer slecht afbreekbaar
60	180	3	slecht afbreekbaar
20	60	2	redelijk afbreekbaar
0	20	1	goed afbreekbaar

Voor volatiliteit, afbreekbaarheid door hydrolyseer, en afbreekbaarheid door fotolyse: zie referentie.

Referenties

B.J.W.G. Mensink, M. Montforts, L. Wijkhuizen-Maslankiewicz, H. Tibosch, J.B.H.J. Linders. Manual for Summarising and Evaluating the Environmental Aspects of Pesticides. RIVM Report no. 679101022, Bilthoven, The Netherlands, July 1995, 135 pp.

J.B.H.J. Linders, J.W. Jansma, B.J.W.G. Mensink, K. Otermann. Pesticides: Benefaction or Pandora's Box? A synopsis of the Environmental Aspects of 243 Pesticides. RIVM Report no. 679101014, Bilthoven, The Netherlands, March 1994, 214 pp.

1.9 9: Resultaten NMI 4 voor TOP5-stoffen (oppervlaktewater)

Resultaten 2016;

- Procentuele verdeling van het volume verbruik over gewasgroepen.
- Emissies per stof-gewasgroep (in % van de totale emissie naar oppervlaktewater).

In de evaluatie van de Nota Duurzame Gewasbescherming (EDG2010) en in de tussenevaluatie van de Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming (GGDOE) zijn CBS-gegevens over het landsdekkend gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de land- en tuinbouw gebruikt om emissie indicatoren en risico indicatoren te berekenen. Het CBS onderscheidt in haar waarnemingen ca. zestig gewassen die verdeeld zijn over negen sectoren. Om een indruk te krijgen van de verdeling van het volume verbruik en de berekende emissies over sectoren en gewassen is het weinig zinvol om deze indeling ongewijzigd over te nemen. Meer geschikt is een indeling die bestaat uit gewassen en -groepen met een relatief groot areaal: de grote akkerbouwgewassen aardappel, suikerbiet en graan; de overige gewassen binnen de sector akkerbouw; mais; grasland; en zeven sectoren;

Aardappel
Graan
Suikerbiet
Overige_akkerbouw
Mais
Grasland
Groenteteelt vollegrond
Boomkwekerij
Fruitteteelt
Bloembollenteelt
Bloemisterij glas
Groenteteelt glas
Eetbare paddestoelen

De vertaaltabel van CBS-gewassen in de NMI naar deze gewasgroepen is gegeven in Tabel 9.2.

Tabel 9.1: Verbruik en emissies berekend met NMI 4 (2016), voor de TOP5-stoffen van het LM-GBM (zeven teeltgroepen; resultaten 2017-2018). Het volume verbruik per gewasgroepen (het totale volume verbruik van de stof = 100%). De emissieroutes naar oppervlaktewater per stof-gewasgroep; drift, atmosferische depositie, de drainpijp, en spui vanuit kassen (de som van vier emissieroutes = 100%)

Gewasgroep	Stofnaam	Volume_ws (%)	E_drift (%)	E_atmdep (%)	E_drain (%)	E_spui (%)
Bloemisterij glas	ABAMECTINE	70.6	0	0	0	100
Groenteteelt glas	ABAMECTINE	23.3	0	0	0	100
Groenteteelt vollegrond	ABAMECTINE	2.5	82.7	17.3	0	0
Boomkwekerij	ABAMECTINE	1.8	86.9	13.1	0	0
Fruitteteelt	ABAMECTINE	1.4	95.4	4.6	0	0
Bloembollenteelt	ABAMECTINE	0.5	83.6	16.4	0	0
Aardappel	ACETAMIPRID	49.9	100	0	0	0
Bloembollenteelt	ACETAMIPRID	34.9	100	0	0	0
Boomkwekerij	ACETAMIPRID	6.1	100	0	0	0
Bloemisterij glas	ACETAMIPRID	4.5	0	0	0	100
Fruitteteelt	ACETAMIPRID	2.6	100	0	0	0
Groenteteelt glas	ACETAMIPRID	2.0	0	0	0	100
Bloemisterij glas	AZADIRACHTINE_A	97.8	0	0	0	100
Fruitteteelt	AZADIRACHTINE_A	1.7	100	0	0	0
Boomkwekerij	AZADIRACHTINE_A	0.5	100	0	0	0
Groenteteelt glas	AZADIRACHTINE_A	0.0	0	0	0	100

Gewasgroep	Stofnaam	Volume_ws (%)	E_drift (%)	E_atmdep (%)	E_drain (%)	E_spui (%)
Aardappel	AZOXYSTROBINE	70.1	0.7	0	99.3	0
Groenteteelt vollegrond	AZOXYSTROBINE	10.7	0.4	0	99.6	0
Bloembollenteelt	AZOXYSTROBINE	10.1	1.8	0	98.2	0
Overige_akkerbouw	AZOXYSTROBINE	4.7	0.5	0	99.5	0
Boomkwekerij	AZOXYSTROBINE	1.3	1.1	0	98.9	0
Graan	AZOXYSTROBINE	1.0	1.2	0	98.8	0
Bloemisterij glas	AZOXYSTROBINE	1.0	0	0	0	100
Groenteteelt glas	AZOXYSTROBINE	0.9	0	0	0	100
Suikerbiet	AZOXYSTROBINE	0.1	0.5	0	99.5	0
Overige_akkerbouw	BOSCALID	18.9	3.9	0	96.1	0
Fruitteelt	BOSCALID	18.6	37.9	0	62.1	0
Bloembollenteelt	BOSCALID	18.0	5.2	0	94.8	0
Aardappel	BOSCALID	17.6	7.7	0	92.3	0
Groenteteelt vollegrond	BOSCALID	14.6	8.1	0	91.9	0
Boomkwekerij	BOSCALID	6.0	9.8	0	90.2	0
Bloemisterij glas	BOSCALID	3.0	0	0	0	100
Groenteteelt glas	BOSCALID	2.8	0	0	0	100
Graan	BOSCALID	0.4	6.9	0	93.1	0
Fruitteelt	CAPTAN	83.8	100	0	0	0
Bloembollenteelt	CAPTAN	8.8	100	0	0	0
Boomkwekerij	CAPTAN	6.5	100	0	0	0
Groenteteelt vollegrond	CAPTAN	0.8	100	0	0	0
Groenteteelt glas	CAPTAN	0.1	0	0	0	100
Bloemisterij glas	CAPTAN	0.0	0	0	0	100
Bloemisterij glas	CARBENDAZIM	100.0	0	0	0	100
Groenteteelt glas	CHLORANTRANILIPROLE	47.6	0	0	0	100
Fruitteelt	CHLORANTRANILIPROLE	26.7	100	0	0	0
Groenteteelt vollegrond	CHLORANTRANILIPROLE	23.3	100	0	0	0
Aardappel	CHLORANTRANILIPROLE	1.2	100	0	0	0
Boomkwekerij	CHLORANTRANILIPROLE	0.6	100	0	0	0
Mais	CHLORANTRANILIPROLE	0.4	100	0	0	0
Bloemisterij glas	CHLORANTRANILIPROLE	0.1	0	0	0	100
Fruitteelt	CYPRODINIL	42.2	59.0	2.3	38.6	0
Graan	CYPRODINIL	33.0	42.0	4.2	53.8	0
Groenteteelt vollegrond	CYPRODINIL	13.7	35.1	6.9	58.0	0
Boomkwekerij	CYPRODINIL	3.3	25.4	4.1	70.5	0
Bloemisterij glas	CYPRODINIL	3.1	0	0	0	100
Groenteteelt glas	CYPRODINIL	3.1	0	0	0	100
Bloembollenteelt	CYPRODINIL	1.6	14.2	2.8	83.0	0
Groenteteelt vollegrond	DELTAMETHRIN	27.3	100	0	0	0
Bloemisterij glas	DELTAMETHRIN	17.0	0	0	0	100
Overige_akkerbouw	DELTAMETHRIN	14.3	100	0	0	0
Boomkwekerij	DELTAMETHRIN	10.9	100	0	0	0
Graan	DELTAMETHRIN	10.0	100	0	0	0
Aardappel	DELTAMETHRIN	7.2	100	0	0	0
Groenteteelt glas	DELTAMETHRIN	6.7	0	0	0	100
Suikerbiet	DELTAMETHRIN	4.2	100	0	0	0
Bloembollenteelt	DELTAMETHRIN	1.7	100	0	0	0
Eetbare paddestoelen	DELTAMETHRIN	0.3	-	-	-	-
Fruitteelt	DELTAMETHRIN	0.3	100	0	0	0
Mais	DICAMBA	61.4	86.8	13.2	0	0
Grasland	DICAMBA	38.3	82.5	17.6	0	0
Overige_akkerbouw	DICAMBA	0.2	91.3	8.7	0	0
Boomkwekerij	DICAMBA	0.0	86.7	13.3	0	0
Groenteteelt glas	DICAMBA	0.0	0	0	0	100
Bloemisterij glas	DICAMBA	0.0	-	-	-	-
Mais	DIMETHENAMIDE_P	71.5	5.2	1.1	93.7	0

Gewasgroep	Stofnaam	Volume_ws (%)	E_drift (%)	E_atmdep (%)	E_drain (%)	E_spuil (%)
Overige_akkerbouw	DIMETHENAMIDE_P	8.7	0.3	0.2	99.5	0
Suikerbiet	DIMETHENAMIDE_P	8.3	1.8	0.4	97.8	0
Bloembollenteelt	DIMETHENAMIDE_P	5.8	0.4	0.2	99.4	0
Groenteteelt vollegrond	DIMETHENAMIDE_P	2.4	0.7	0.4	99.0	0
Grasland	DIMETHENAMIDE_P	2.1	3.7	0.8	95.5	0
Boomkwekerij	DIMETHENAMIDE_P	1.1	1.1	0.7	98.2	0
Graan	DIMETHENAMIDE_P	0.1	2.9	0.3	96.8	0
Fruitteelt	DIMETHENAMIDE_P	0.0	0.2	0.2	99.7	0
Bloemisterij glas	DIMETHENAMIDE_P	0.0	0	0	0	100
Bloemisterij glas	DIMETHOAAAT	100.0	0	0	0	100
Fruitteelt	DITHIANON	98.4	92.8	0	7.2	0
Boomkwekerij	DITHIANON	1.2	72.1	0	27.9	0
Groenteteelt vollegrond	DITHIANON	0.4	89.6	0	10.4	0
Groenteteelt glas	DITHIANON	0.0	0	0	0	100
Bloemisterij glas	DITHIANON	0.0	0	0	0	100
Bloemisterij glas	DODEMORF	100.0	0	0	0	100
Graan	EPOXICONAZOOL	76.7	5.2	0.2	94.6	0
Suikerbiet	EPOXICONAZOOL	22.5	5.1	0.4	94.6	0
Mais	EPOXICONAZOOL	0.3	15.1	0.9	84.0	0
Overige_akkerbouw	EPOXICONAZOOL	0.2	4.3	0.3	95.5	0
Aardappel	EPOXICONAZOOL	0.2	2.9	0.4	96.7	0
Groenteteelt vollegrond	EPOXICONAZOOL	0.0	1.7	0.3	98.0	0
Boomkwekerij	EPOXICONAZOOL	0.0	4.0	0.4	95.5	0
Bloembollenteelt	EPOXICONAZOOL	0.0	3.9	0.3	95.8	0
Bloembollenteelt	ESFENVALERAAT	61.4	100	0	0	0
Aardappel	ESFENVALERAAT	26.3	100	0	0	0
Graan	ESFENVALERAAT	6.4	100	0	0	0
Bloemisterij glas	ESFENVALERAAT	4.0	0	0	0	100
Overige_akkerbouw	ESFENVALERAAT	1.0	100	0	0	0
Groenteteelt vollegrond	ESFENVALERAAT	0.8	100	0	0	0
Fruitteelt	ESFENVALERAAT	0.1	100	0	0	0
Boomkwekerij	ESFENVALERAAT	0.1	100	0	0	0
Bloemisterij glas	ETRIDIAZOOL	73.3	0	0	0	100
Groenteteelt glas	ETRIDIAZOOL	26.3	0	0	0	100
Bloembollenteelt	ETRIDIAZOOL	0.3	0	0	100.0	0
Aardappel	ETRIDIAZOOL	0.1	0	0	100.0	0
Fruitteelt	FENOXYCARB	97.4	54.5	0	45.5	0
Groenteteelt vollegrond	FENOXYCARB	2.1	41.6	0	58.4	0
Boomkwekerij	FENOXYCARB	0.5	65.8	0	34.2	0
Suikerbiet	FENPROPIDIN	96.5	45.9	40.4	13.7	0
Graan	FENPROPIDIN	2.7	47.9	31.7	20.3	0
Bloemisterij glas	FENPROPIDIN	0.8	0	0	0	100
Graan	FLORASULAM	53.2	1.0	0	99.0	0
Grasland	FLORASULAM	30.2	1.9	0	98.1	0
Mais	FLORASULAM	8.5	4.9	0	95.1	0
Overige_akkerbouw	FLORASULAM	5.8	1.3	0	98.7	0
Bloembollenteelt	FLORASULAM	1.7	1.6	0	98.4	0
Boomkwekerij	FLORASULAM	0.4	2.5	0	97.5	0
Groenteteelt vollegrond	FLORASULAM	0.1	0.8	0	99.2	0
Bloemisterij glas	FLORASULAM	0.0	0	0	0	100
Aardappel	FLORASULAM	0.0	14.9	0	85.1	0
Groenteteelt glas	FLORASULAM	0.0	0	0	0	100
Fruitteelt	FLUMIOXAZIN	91.4	80.5	19.5	0	0
Boomkwekerij	FLUMIOXAZIN	7.2	82.8	17.2	0	0
Bloemisterij glas	FLUMIOXAZIN	1.3	0	0	0	100
Aardappel	FLUOPICOLIDE	98.8	100	0	0	0
Groenteteelt vollegrond	FLUOPICOLIDE	1.1	100	0	0	0

Gewasgroep	Stofnaam	Volume_ws (%)	E_drift (%)	E_atmdep (%)	E_drain (%)	E_spuil (%)
Boomkwekerij	FLUOPICOLIDE	0.1	100	0	0	0
Groenteteelt glas	FLUOPICOLIDE	0.0	0	0	0	100
Fruitteteelt	FLUOPICOLIDE	0.0	100	0	0	0
Aardappel	FLUOXASTROBIN	53.9	-	-	-	-
Overige_akkerbouw	FLUOXASTROBIN	45.7	4.1	0	95.9	0
Graan	FLUOXASTROBIN	0.4	11.6	0	88.4	0
Bloembollenteelt	FLUOXASTROBIN	0.0	6.2	0	93.8	0
Mais	FORAMSULFURON	96.7	2.7	0	97.3	0
Grasland	FORAMSULFURON	3.3	1.4	0	98.6	0
Bloembollenteelt	IMIDACLOPRID	59.2	0.5	0	99.5	0
Bloemisterij glas	IMIDACLOPRID	33.2	0	0	0	100
Groenteteelt glas	IMIDACLOPRID	5.4	0	0	0	100
Fruitteteelt	IMIDACLOPRID	1.5	0.6	0	99.4	0
Boomkwekerij	IMIDACLOPRID	0.7	0.8	0	99.2	0
Groenteteelt vollegrond	INDOXACARB	56.8	23.6	0	76.4	0
Groenteteelt glas	INDOXACARB	26.3	0	0	0	100
Fruitteteelt	INDOXACARB	7.2	65.4	0	34.6	0
Bloemisterij glas	INDOXACARB	4.5	0	0	0	100
Boomkwekerij	INDOXACARB	4.3	46.5	0	53.5	0
Overige_akkerbouw	INDOXACARB	1.0	31.7	0	68.3	0
Bloembollenteelt	LAMBDA_CYHALOTHRIN	24.0	100	0	0	0
Graan	LAMBDA_CYHALOTHRIN	21.4	100	0	0	0
Groenteteelt vollegrond	LAMBDA_CYHALOTHRIN	19.7	100	0	0	0
Aardappel	LAMBDA_CYHALOTHRIN	17.8	100	0	0	0
Overige_akkerbouw	LAMBDA_CYHALOTHRIN	14.7	100	0	0	0
Boomkwekerij	LAMBDA_CYHALOTHRIN	2.3	100	0	0	0
Suikerbiet	LAMBDA_CYHALOTHRIN	0.1	100	0	0	0
Bloemisterij glas	LAMBDA_CYHALOTHRIN	0.0	-	-	-	-
Aardappel	LINURON	82.4	1.0	0.3	98.7	0
Boomkwekerij	LINURON	7.7	2.9	0.8	96.3	0
Groenteteelt vollegrond	LINURON	7.6	0.8	0.3	98.9	0
Bloembollenteelt	LINURON	0.7	0.7	0.2	99.1	0
Fruitteteelt	LINURON	0.5	0.6	0.2	99.2	0
Overige_akkerbouw	LINURON	0.5	1.1	0.2	98.8	0
Grasland	LINURON	0.4	3.3	0.6	96.1	0
Bloemisterij glas	LINURON	0.2	0	0	0	100
Groenteteelt glas	LINURON	0.0	0	0	0	100
Bloemisterij glas	LUFENURON	100.0	0	0	0	100
Boomkwekerij	LUFENURON	0.0	100	0	0	0
Graan	MESOSULFURON_METHYL	100.0	100	0	0	0
Mais	MESOTRIONE	95.2	1.6	0	98.4	0
Grasland	MESOTRIONE	3.7	0.7	0	99.3	0
Overige_akkerbouw	MESOTRIONE	1.0	0.3	0	99.7	0
Graan	MESOTRIONE	0.1	1.2	0	98.8	0
Boomkwekerij	MESOTRIONE	0.0	2.5	0	97.5	0
Bloemisterij glas	MESOTRIONE	0.0	0	0	0	100
Groenteteelt vollegrond	METAZACHLOOR	56.6	0.7	0.1	99.2	0
Boomkwekerij	METAZACHLOOR	35.9	2.0	0.5	97.5	0
Overige_akkerbouw	METAZACHLOOR	7.1	1.0	0.1	98.9	0
Fruitteteelt	METAZACHLOOR	0.2	0.3	0.1	99.5	0
Bloemisterij glas	METAZACHLOOR	0.1	0	0	0	100
Bloembollenteelt	METAZACHLOOR	0.1	0.2	0.1	99.7	0
Mais	METHIOCARB	92.0	-	-	-	-
Grasland	METHIOCARB	5.4	-	-	-	-
Bloemisterij glas	METHIOCARB	2.3	0	0	0	100
Bloembollenteelt	METHIOCARB	0.3	-	-	-	-
Boomkwekerij	METHIOCARB	0.0	2.3	0.2	97.6	0

Gewasgroep	Stofnaam	Volume_ws (%)	E_drift (%)	E_atmdep (%)	E_drain (%)	E_spuil (%)
Fruitteelt	METHOXYFENOZIDE	62.5	100	0	0	0
Bloemisterij glas	METHOXYFENOZIDE	19.6	0	0	0	100
Groenteteelt glas	METHOXYFENOZIDE	12.6	0	0	0	100
Aardappel	METHOXYFENOZIDE	3.6	100	0	0	0
Boomkwekerij	METHOXYFENOZIDE	1.2	100	0	0	0
Groenteteelt vollegrond	METHOXYFENOZIDE	0.6	100	0	0	0
Graan	METSULFURON_METHYL	78.2	0.4	0	99.6	0
Boomkwekerij	METSULFURON_METHYL	21.8	0.3	0	99.7	0
Overige_akkerbouw	PENDIMETHALIN	46.8	26.1	22.0	52.0	0
Bloembollenteelt	PENDIMETHALIN	39.3	29.7	24.2	46.1	0
Groenteteelt vollegrond	PENDIMETHALIN	7.8	34.9	29.2	35.9	0
Graan	PENDIMETHALIN	2.2	67.8	13.6	18.6	0
Boomkwekerij	PENDIMETHALIN	2.1	45.7	30.3	23.9	0
Mais	PENDIMETHALIN	1.5	58.7	27.7	13.6	0
Fruitteelt	PENDIMETHALIN	0.3	20.8	19.1	60.1	0
Bloemisterij glas	PENDIMETHALIN	0.0	0	0	0	100
Bloembollenteelt	PIRIMICARB	35.2	7.0	1.3	91.6	0
Groenteteelt glas	PIRIMICARB	26.2	0	0	0	100
Fruitteelt	PIRIMICARB	11.7	29.3	1.4	69.3	0
Overige_akkerbouw	PIRIMICARB	7.8	9.5	1.2	89.3	0
Boomkwekerij	PIRIMICARB	6.7	15.1	2.3	82.6	0
Bloemisterij glas	PIRIMICARB	5.6	0	0	0	100
Groenteteelt vollegrond	PIRIMICARB	2.7	7.4	1.4	91.2	0
Graan	PIRIMICARB	2.4	7.5	0.7	91.8	0
Aardappel	PIRIMICARB	1.7	5.1	1.1	93.8	0
Groenteteelt glas	PYMETROZINE	50.3	0	0	0	100
Bloemisterij glas	PYMETROZINE	26.4	0	0	0	100
Aardappel	PYMETROZINE	11.7	5.1	0	94.9	0
Bloembollenteelt	PYMETROZINE	8.0	12.6	0	87.4	0
Boomkwekerij	PYMETROZINE	3.3	11.1	0	88.9	0
Fruitteelt	PYMETROZINE	0.1	33.1	0	66.9	0
Suikerbiet	PYRACLOSTROBINE	36.2	100	0	0	0
Bloembollenteelt	PYRACLOSTROBINE	24.0	100	0	0	0
Graan	PYRACLOSTROBINE	18.4	100	0	0	0
Fruitteelt	PYRACLOSTROBINE	7.8	100	0	0	0
Aardappel	PYRACLOSTROBINE	4.2	100	0	0	0
Overige_akkerbouw	PYRACLOSTROBINE	3.9	100	0	0	0
Groenteteelt vollegrond	PYRACLOSTROBINE	3.0	100	0	0	0
Boomkwekerij	PYRACLOSTROBINE	1.1	100	0	0	0
Mais	PYRACLOSTROBINE	0.7	100	0	0	0
Groenteteelt glas	PYRACLOSTROBINE	0.5	0	0	0	100
Bloemisterij glas	PYRACLOSTROBINE	0.1	0	0	0	100
Aardappel	PYRIPROXYFEN	97.9	95.9	0	4.1	0
Groenteteelt glas	PYRIPROXYFEN	1.5	0	0	0	100
Bloemisterij glas	PYRIPROXYFEN	0.5	0	0	0	100
Mais	S_METOLACHLOOR	34.0	5.4	1.7	92.9	0
Bloembollenteelt	S_METOLACHLOOR	26.8	0.4	0.4	99.2	0
Suikerbiet	S_METOLACHLOOR	16.6	1.3	0.4	98.2	0
Overige_akkerbouw	S_METOLACHLOOR	14.4	0.4	0.3	99.4	0
Groenteteelt vollegrond	S_METOLACHLOOR	4.8	1.3	0.6	98.2	0
Boomkwekerij	S_METOLACHLOOR	1.9	1.1	0.6	98.3	0
Grasland	S_METOLACHLOOR	1.2	5.5	1.2	93.3	0
Fruitteelt	S_METOLACHLOOR	0.3	0.2	0.1	99.7	0
Groenteteelt glas	S_METOLACHLOOR	0.1	0	0	0	100
Bloemisterij glas	S_METOLACHLOOR	0.0	0	0	0	100
Groenteteelt glas	SPINOSAD	63.8	0	0	0	100
Groenteteelt vollegrond	SPINOSAD	25.9	14.7	0	85.3	0

Gewasgroep	Stofnaam	Volume_ws (%)		E_drift (%)	E_atmdep (%)	E_drain (%)	E_spuil (%)
Bloemisterij glas	SPINOSAD	9.1		0	0	0	100
Boomkwekerij	SPINOSAD	0.8		23.1	0	76.9	0
Overige_akkerbouw	SPINOSAD	0.5		6.7	0	93.3	0
Fruittelt	SPINOSAD	0.0		59.3	0	40.7	0
Groenteteelt glas	SPIROMESIFEN	95.8		0	0	0	100
Bloemisterij glas	SPIROMESIFEN	4.0		0	0	0	100
Boomkwekerij	SPIROMESIFEN	0.2		100	0	0	0
Groenteteelt glas	TEFLUBENZURON	67.3		0	0	0	100
Bloemisterij glas	TEFLUBENZURON	32.6		0	0	0	100
Boomkwekerij	TEFLUBENZURON	0.1		95.5	0	4.5	0
Mais	TERBUTYLAZIN	99.8		1.8	0.1	98.1	0
Graan	TERBUTYLAZIN	0.2		0.8	0.03	99.1	0
Boomkwekerij	TERBUTYLAZIN	0.0		1.6	0.1	98.3	0
Groenteteelt vollegrond	TERBUTYLAZIN	0.0		1.1	0.1	98.8	0
Bloemisterij glas	TERBUTYLAZIN	0.0		0	0	0	100
Aardappel	THIACLOPRID	55.3		4.3	0	95.7	0
Groenteteelt vollegrond	THIACLOPRID	17.3		5.7	0	94.3	0
Fruittelt	THIACLOPRID	9.0		20.2	0	79.8	0
Bloembollenteelt	THIACLOPRID	8.0		5.0	0	95.0	0
Boomkwekerij	THIACLOPRID	6.1		22.5	0	77.5	0
Groenteteelt glas	THIACLOPRID	2.2		0	0	0	100
Overige_akkerbouw	THIACLOPRID	1.8		11.0	0	89.0	0
Bloemisterij glas	THIACLOPRID	0.4		0	0	0	100
Bloemisterij glas	THIAMETHOXAM	52.0		0	0	0	100
Aardappel	THIAMETHOXAM	43.8		0.4	0	99.6	0
Mais	THIAMETHOXAM	1.9		1.7	0	98.3	0
Boomkwekerij	THIAMETHOXAM	1.9		1.0	0	99.0	0
Fruittelt	THIAMETHOXAM	0.5		2.5	0	97.5	0
Bloembollenteelt	THIOFANAAT_METHYL	92.2		-	-	-	-
Bloemisterij glas	THIOFANAAT_METHYL	6.2		0	0	0	100
Groenteteelt vollegrond	THIOFANAAT_METHYL	0.9		-	-	-	-
Boomkwekerij	THIOFANAAT_METHYL	0.6		-	-	-	-

Tabel 9.2: Vertaaltabel van CBS-gewas naar gewasgroep

CBS-gewasnaam	Sectornaam	Gewasgroep
AARDAPP_CONS	Akkerbouw	01 Aardappel
AARDAPP_FABR	Akkerbouw	01 Aardappel
AARDAPP_POOT	Akkerbouw	01 Aardappel
WINTERTARWE	Akkerbouw	02 Graan
ZOMERGERST	Akkerbouw	02 Graan
ZOMERTARWE	Akkerbouw	02 Graan
BRUINE_BONEN	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
CICHOREI	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
ERWTEN_GROEN	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
GRASZAAD	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
KOOLZAAD	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
POOT_PLANTUIEN	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
VELDBONEN	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
VLAS	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
ZAAIUIEN	Akkerbouw	04 Overige_akkerbouw
SUIKERBIETEN	Akkerbouw	03 Suikerbiet
GLADIOLLEN	Bloembollenteelt	10 Bloembollenteelt
HYACINTEN	Bloembollenteelt	10 Bloembollenteelt
IRISSEN	Bloembollenteelt	10 Bloembollenteelt
LELIES	Bloembollenteelt	10 Bloembollenteelt
NARCISSEN	Bloembollenteelt	10 Bloembollenteelt
TULPEN	Bloembollenteelt	10 Bloembollenteelt
ALSTROEMERIA	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
ANJERS	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
CHRYSANTEN	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
FREESIA	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
GERBERA	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
LELIE_GLAS	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
ORCHIDEEN	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
PERKPLANTEN	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
POTPLANT_BLAD	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
POTPLANT_BLOEI	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
ROZEN	Bloemisterij glas	11 Bloemisterij glas
BLOEMKWEKERIJ	Boomkwekerij	08 Boomkwekerij
BOS_HAAGPLANTEN	Boomkwekerij	08 Boomkwekerij
LAAN_PARKBOMEN	Boomkwekerij	08 Boomkwekerij
ROZENSTRIJKEN	Boomkwekerij	08 Boomkwekerij
SIERCONIFEREN	Boomkwekerij	08 Boomkwekerij
VASTE_PLANTEN	Boomkwekerij	08 Boomkwekerij
VRUCHTBOMEN	Boomkwekerij	08 Boomkwekerij
CHAMPIGNONS	Eetbare paddestoelen	13 Eetbare paddestoelen
APPELEN	Fruitteelt	09 Fruitteelt
PEREN	Fruitteelt	09 Fruitteelt
AARDBEIEN_BT	Groenteteelt glas	12 Groenteteelt glas
KOMKOMMERS	Groenteteelt glas	12 Groenteteelt glas
PAPRIKA	Groenteteelt glas	12 Groenteteelt glas
RADIJS	Groenteteelt glas	12 Groenteteelt glas
TOMATEN	Groenteteelt glas	12 Groenteteelt glas
AARDBEIEN	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
ASPERGES	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
BLOEMKOOL	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond

CBS-gewasnaam	Sectornaam	Gewasgroep
BROCCOLI	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
PREI	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
SCHORSENEREN	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
SLUITKOOL	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
SPRUITKOOL	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
STAMBONEN	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
WAS_BOSPEEN	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
WINTERPEEN	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
WITLOFWORTEL	Groenteteelt vollegrond	07 Groenteteelt vollegrond
GRASLAND	Veehouderij	06 Grasland
SNIJMAIS	Veehouderij	05 Mais



Kennisimpuls
WATERKWALITEIT