

SIGNALERINGSMEETNET BESTRIJDINGSMIDDELEN IN GRONDWATER: Inventarisatie van de bruikbaarheid van bestaande meetnetten

▶▶ KIWK 2022-09



Kennisimpuls
WATERKWALITEIT

▶▶ KIWK IN HET KORT

In de Kennisimpuls werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstututen aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders en andere partijen de juiste maatregelen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten.

In het programma brengen partijen bestaande en nieuwe kennis bijeen, en maken ze 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.

▶▶ COLOFON

| | |
|---|---|
| Opdrachtgever | Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) |
| Projectbegeleiding | Janco van Gelderen en Nanko de Boorder namens het Platform Meetnetbeheerders |
| Auteurs | Arnaut van Loon (KWR), Esther Brakkee (KWR), Niels Schoffelen (RoyalHaskoningDHV), Cors van den Brink (RoyalHaskoningDHV), Simon Buijs (Deltares), Esther Wattel (RIVM) |
| Kwaliteitsborger | Niels Hartog (KWR) |
| Gebruikerscommissie Gewasbescherming | |
| Aaldrik Tiktak | Planbureau voor de Leefomgeving, voorzitter |
| Maarten van der Ploeg | RIWA |
| André Bannink | RIWA |
| Rosa Sjerps | Oasen |
| Dennis Kalf | Rijkswaterstaat WVL |
| Marian van Dongen | Waterschap Hunze en Aa's |
| Anton Dries | Provincie Drenthe |
| Annette Beems | Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier |
| Joan Meijerink | Waterschap Zuiderzeeland |
| Coen van Dijk | Eaterschap Rivierenland |
| Arina Nikkels | Waterschap Vallei en Veluwe |
| Niels Lenting | Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden |
| Klaas Jilderda | Nefyto |
| Janco van Gelderen | Provincie Utrecht |
| Matthijs ten Harkel | Provincie Noord Brabant |
| Jaco van Bruchem | LTO |
| Petra Geenen | Ctgb |
| Vormgeving | Shapeshifter.nl Utrecht |
| STOWA-rapportnummer | 2022-09 |
| ISBN | 978.90.5773.969.9 |
| Trefwoorden | Grondwaterkwaliteit, gewasbeschermingsmiddelen, Kaderrichtlijn Water, signalering |
| 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. |

▶▶ VOORWOORD

Geachte lezer,

Vanuit de Delta Aanpak Waterkwaliteit is besloten tot een extra inspanning om ervoor te zorgen dat de waterkwaliteitsdoelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) in 2027 gehaald worden. Naast de uitvoering van de verschillende maatregelen is kennis nodig om tot een effectieve verbetering van de waterkwaliteit te komen. Sinds 2018 krijgt dit vorm in de Kennisimpuls 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 onderzoek in het thema *Gewasbescherming, minder naar het water*, is dan ook om de belangrijkste aangrijpingspunten voor emissiereductie te identificeren.

Dit rapport heeft betrekking op de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het grondwater. Het projectvoorstel is op initiatief van de provincies ontwikkeld, en is goedgekeurd door de Gebruikerscommissie van het thema Gewasbescherming. Als verantwoordelijk overheid voor de grondwaterkwaliteit wensen provincies om meer inzicht te krijgen in de antropogene stoffen, waaronder gewasbeschermingsmiddelen, die in het grondwater terecht komen en op termijn het diepere grondwater kunnen bereiken. Provincies overwegen daarom de inrichting van een signaleringsmeetnet om een snelle en specifieke terugkoppeling tussen monitoring en grondwaterkwaliteitsbeleid mogelijk te maken. Dit rapport vormt een eerste stap in dit proces door de bruikbaarheid van een aantal bestaande beleidsmeetnetten waterkwaliteit te evalueren.

Dit rapport is opgesteld onder dagelijkse begeleiding van een afvaardiging van het Platform Meetnetbeheerders Bodem- en Grondwaterkwaliteit, te weten Janco van Gelderen (Provincie Utrecht) en Nanko de Boorder (Provincie Noord-Holland en voorzitter van het Platform Meetnetbeheerders). Daarnaast is de inhoud van dit rapport afgestemd met het hele Platform Meetnetbeheerders Bodem- en Grondwaterkwaliteit. De Gebruikerscommissie van het thema Gewasbescherming heeft conceptrapporten van feedback voorzien en het definitieve rapport vastgesteld.

Aaldrik Tiktak

Voorzitter gebruikerscommissie Gewasbescherming

▶▶ SAMENVATTING

1 AANLEIDING EN DOEL

Uit grondwaterkwaliteitsmonitoring van provincies en drinkwaterbedrijven blijkt dat restanten van gewasbeschermingsmiddelen in 62% van de filters in het Nederlandse grondwater aanwezig zijn. Doordat de meetfilters op 10 meter diepte, of dieper, staan zijn de effecten van recent beleid op de grondwaterkwaliteit niet waarneembaar. Meetresultaten kunnen hierdoor niet bevestigen of de huidige inspanningen voor emissiereductie, in combinatie met het toelatingsbeleid, volstaan om de doelen voor de grondwaterkwaliteit uit de Kaderrichtlijn Water (o.a. 'tegengaan van achteruitgang'), en de toekomstvisie gewasbescherming 2030 ('nagenoeg geen emissie naar het milieu') tijdig te halen.

Provincies zijn voornemens het voortouw te nemen bij de inrichting van een signaleringsmeetnet voor gewasbeschermingsmiddelen in grondwater. Dit signaleringsmeetnet is een aanvulling op de bestaande Provinciale Meetnetten Grondwater, en moet voorzien in een voor Nederland representatief en onderbouwd beeld van de actuele belasting van het grondwater met antropogene stoffen. Het meetnet moet voorzien in een tijdige en specifieke feedback tussen metingen en beleid. Om in deze informatiebehoefte te voorzien, dient het signaleringsmeetnet gericht te zijn op het uitspoelingswater of de bovenste meter(s) grondwater en is het noodzakelijk dat de meetresultaten gerelateerd kunnen worden aan het landbouwkundig gebruik van een gewasbeschermingsmiddel. Om de mogelijkheid voor oplossingen via het toelatingsbeleid open te houden, wensen provincies om bij het ontwerp van het signaleringsmeetnet rekening te houden met de eisen die daarvoor aan het meetnet worden gesteld.

Het doel van dit rapport is om de bruikbaarheid van bestaande meetnetten voor een signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater te evalueren. Met deze uitwerking kunnen provincies een onderbouwde keuze maken over het vervolgproces van ontwerp tot inrichting.

2 RESULTATEN

Uitgangspunten signaleringsmeetnet

Als uitgangspunt voor het signaleringsmeetnet is geformuleerd dat deze optimaal geschikt is voor een snelle en specifieke terugkoppeling tussen monitoring en beleid t.a.v. grondwaterkwaliteitsbeheer en - eventueel - toelating van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland. Hiertoe moet het idealiter aan de volgende uitgangspunten voldoen:

Aantoonbare relatie met landbouwkundig gebruik

Het doel van het signaleringsmeetnet is om informatie over de risico's van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw voor de grondwaterkwaliteit te kunnen verzamelen en relaties met landbouwpraktijk te kunnen leggen. Voor het signaleringsmeetnet betekent dit dat de connectiviteit met het perceel gegarandeerd moet zijn. Beïnvloeding van buitenaf moet zo veel mogelijk worden uitgesloten. Hiertoe moet onder gewaspercelen in de bovenste meter(s) grondwater gemeten worden met een minimale frequentie van één keer per jaar. Om praktische redenen kan gekozen worden voor een lagere meetfrequentie van 1x per 3 jaar, maar dit gaat ten koste van de informatiewaarde van het meetnet omdat relaties met de landbouwpraktijk zich dan minder scherp aftekenen.

Representatief voor het perceel

Om de ruimtelijke representativiteit van grondwatermeetlocaties te vergroten, wordt aanbevolen bij het ontwerp van het signaleringsmeetnet uit te gaan van mengmonsters die binnen een perceel worden verzameld. De LMM-methodiek kan hierbij als voorbeeld dienen; hierbij worden per meetlocatie twee mengmonsters genomen op basis van acht gelote meetpunten binnen een bedrijf. Een belangrijk verschil met het LMM is dat een meetlocatie hier niet gedefinieerd kan worden als een agrarisch bedrijf, maar als een gewasperceel. Gewasbeschermingsmiddelen worden immers specifiek en gericht ingezet, zodat gewaspercelen bepalend zijn voor de schaal waarop variatie bestaat.

Ruimtelijke spreiding

Om een ruimtelijk dekkend en gewogen beeld te krijgen hebben provincies ervoor gekozen om het meetnet in te willen richten op basis de ligging van teelten met een groot areaal, teelten met een intensief middelengebruik en teelten die vaak roteren. Hiervoor zijn 12 bodem-teeltcombinaties geselecteerd die moeten voorkomen in een signaleringsmeetnet.

Meetnetomvang

Om enig gevoel te krijgen voor de gewenste meetnetomvang is de relatie tussen steekproefomvang en betrouwbaarheid van de geschatte fractie normoverschrijdingen binnen een gebied onderzocht. Immers, naarmate de steekproefomvang toeneemt, neemt ook de betrouwbaarheid van de schatting toe. Hiervoor is gebruik gemaakt van een analytische vergelijking die geldt voor een binomiaal verdeelde kansvariabele met succeskans p . Omdat in de toelating getoetst wordt aan het 90%-percentiel van de concentratie onder het toepassingsareaal, is uitgegaan van een succeskans van 0,9. Hieruit volgt dat een meetnet met minimaal 150 meetlocaties (i.e. gewaspercelen) per teelt-bodemcombinatie noodzakelijk is om de fractie normoverschrijdingen te kunnen toetsen met een gebruikelijke overschrijdingskans van 95%.

Evaluatie bestaande meetprogramma's

Omwille van de praktische haalbaarheid en informatiewaarde van het signaleringsmeetnet is het de wens van provincies om aan te sluiten bij reeds bestaande meetnetten, zodat zo veel mogelijk gebruik kan worden gemaakt van reeds beschikbare data, infrastructuur en organisatie. De geëvalueerde meetnetten zijn (1) het KRW Monitoringsprogramma, (2) de freatische grondwatermeetnetten van provincies, (3) het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en (4) het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen (LM-GBM).

KRW Monitoringsprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG)

Het KMG heeft tot doel om een representatief beeld van de grondwaterkwaliteit op 10 en 25 meter diepte op het niveau van grondwaterlichamen te verkrijgen. Ten behoeve van dit doel staan de meetfilters op afstand van agrarische percelen en wordt met vaste meetfilters gewerkt. Hierdoor bevat het KMG slechts een beperkt aantal meetlocaties op gewaspercelen. De kwaliteit van het bovenste grondwater op deze locaties wordt niet, of slechts indirect, beïnvloed door gewasbeschermingsmiddelen die elders worden toegepast. Hierdoor is het niet mogelijk om een directe relatie tussen gebruik en aantreffen van gewasbeschermingsmiddelen te leggen en worden stoffen gemist die wel in het grondwater terecht komen. De inrichting van een signaleringsmeetnet op basis van het KMG is alleen mogelijk door in de omgeving van de meetpunten nieuwe meetlocaties op gewaspercelen in te richten.

Freatische grondwatermeetnetten

De Bodemkwaliteitsmeetnetten van de Provincie Drenthe en het Freatische Grondwatermeetnet van Provincie Utrecht passen qua opzet goed bij de doelstellingen van het signaleringsmeetnet, omdat ze gebaseerd zijn op mengmonsters van ondiep grondwater direct onder landbouwpercelen. De omvang van deze meetnetten is echter onvoldoende ($\ll 150$) om statistisch onderbouwde conclusies over de actuele belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen te kunnen trekken. De freatische grondwatermeetnetten van andere provincies houden qua opzet minder rekening met heterogeniteit en zijn daarom minder geschikt. Het opschalen naar een representatief, landsdekkend signaleringsmeetnet, inclusief de achterliggende organisatie, vereist daarom een grote investering en doorlooptijd.

Landelijk meetnet effecten mestbeleid (LMM)

De diepte waarop in het LMM wordt bemonsterd, namelijk het uitspoelende drainwater en de bovenste meter van het grondwater, past bij de doelstellingen van een signaleringsmeetnet. De meetopzet (bestaande uit mengmonsters) van het LMM is wat principe betreft geschikt, maar wordt op het niveau van bedrijven uitgevoerd. Voor gewasbeschermingsmiddelen is het noodzakelijk om op teeltniveau gegevens te verzamelen, omdat middelen specifiek en gericht worden toegepast. De deelnemers aan het LMM hebben ingestemd met het huidige doel van het LMM, namelijk de monitoring van nutriënten in relatie tot de landbouwpraktijk. Nieuwe doelstellingen van het LMM kunnen niet zomaar worden doorgevoerd zonder toestemming van de deelnemers en initiatiefnemer (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid). Dit kan repercuties hebben voor de bereidheid tot medewerking aan het huidige LMM. Bovendien zijn de LMM-bedrijven

niet een representatieve vertegenwoordiging van de bedrijven waar gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt. Dit betekent dat behalve de medewerking van betrokkenen, ook agrariërs die nu nog niet deelnemen aan het LMM geworven zullen moeten worden.

Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen (LM-GBM)

Het LM-GBM is gericht op de monitoring van gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater. Een signaleringsmeetnet voor grondwater gekoppeld aan het LM-GBM kan een integrale blik geven op de processen die bepalend zijn voor de verspreiding van gewasbeschermingsmiddelen in grond- en oppervlaktewater. Door de integratie van meetnetten kunnen relaties en transportroutes beter in beeld worden gebracht. Wel moet het signaleringsmeetnet nog helemaal opgezet worden en is het aantal teelt-bodem combinaties in het LM-GBM beperkt, o.a. doordat het zwaartepunt van het LM-GBM in het veenweidegebied ligt.

3 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Perspectief op een signaleringsmeetnet

Voor de oprichting van een signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater is het zowel qua informatiewaarde (koppelen van data en informatie) als uitvoerbaarheid gewenst om zo veel mogelijk aan te sluiten bij bestaande beleidsmeetnetten. Van de operationele grondwaterkwaliteitsmeetnetten zijn alleen het LMM en de freatische grondwatermeetnetten van de provincies Utrecht en Drenthe wat meetopzet betreft geschikt om op voort te bouwen. Beide meetnetten vereisen echter nog een grote inrichtingsopgave om een voldoende landelijke dekking te verkrijgen, zelfs als ze gezamenlijk als uitgangspunt worden gebruikt. Dit betekent dat een grote investering noodzakelijk zou zijn in de werving van agrariërs, het inrichten van het meetnet en het organiseren van de dataopslag en -analyse. Koppeling met het KMP door nieuwe meetpunten op gewaspercelen in de omgeving van KMP-meetpunten in te richten ligt meer voor de hand, omdat data en informatie uit het signaleringsmeetnet dan benut kunnen worden voor de interpretatie van de resultaten uit het KMP. Voor het inrichten van een geheel nieuwe meetnet wordt aanbevolen om dit in gezamenlijkheid op te pakken, dus met een gemeenschappelijke inspanning van ministeries, provincies, waterschappen, producenten en gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen.

Alternatieven

Bestaande meetnetten bieden geen kosteneffectieve en snel realiseerbare aanknopingspunten voor een landsdekkend signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater. Het is daarom te overwegen om een geheel nieuw meetnet in te richten, dat tijdig en specifiek een terugkoppeling tussen monitoring en beleid mogelijk maakt. Hiervoor zijn de volgende alternatieven beschikbaar:

- Alternatief 1: het meetnet inrichten op de meest uitspoelingsgevoelige bodems, i.e. de bodems met een laag organische stofgehalte.
- Alternatief 2: Intensieve monitoring op verschillende locaties in het bodem-watersysteem gericht op het begrijpen en beschrijven van uitspoelingsprocessen door middel van veldstudies.
- Alternatief 3: Het meetnet inrichten op percelen in de vanggebieden van de KMP-meetpunten en het LM-GBMG, zodat de gegevens uit meetnetten aan elkaar gekoppeld kunnen worden.

De ontsluiting van spuitregistraties in een landelijke database kan tevens een nuttige signalerende waarde hebben.

Om tot besluitvorming over de voorkeursstrategie te komen, bevelen wij een haalbaarheidsstudie voor bovenstaande opties aan. Deze haalbaarheidsstudie dient betrekking te hebben op de kosten, draagvlak en operationele aspecten, in relatie tot de informatiewaarde van de verschillende opties. Parallel daaraan adviseren wij om operationele monitoring voort te zetten en een pilot te starten door opschaling van de freatische grondwatermeetnetten voor een specifieke teelt, bijvoorbeeld mais op zand.

| | | |
|----------|--|----|
| | Kennisimpuls Waterkwaliteit in het kort | 2 |
| | Voorwoord | 4 |
| | Samenvatting | 5 |
| 1 | INLEIDING | 9 |
| 1.1 | Aanleiding | 9 |
| 1.2 | Waarom een signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater? | 10 |
| 1.3 | Doel en afkadering | 10 |
| 1.4 | Leeswijzer en aanpak | 11 |
| 2 | TOELATINGSPROCEDURE IN NEDERLAND | 12 |
| 2.1 | Algemeen | 12 |
| 2.2 | Toepassing van meetgegevens bij de herbeoordeling | 12 |
| 2.3 | Voorbeelden in het buitenland | 13 |
| 3 | UITGANGS- EN AANDACHTSPUNTEN | 14 |
| 3.1 | Ruimtelijke spreiding | 14 |
| 3.2 | Aantoonbare relatie met landbouwkundig gebruik | 17 |
| 3.3 | Representativiteit op perceelsniveau | 19 |
| 3.4 | Meetnetomvang | 19 |
| 3.5 | Samenvatting | 21 |
| 4 | BESCHIKBARE MEETNETTEN IN NEDERLAND | 22 |
| 4.1 | Inleiding 25 | 22 |
| 4.2 | KRW Monitoringprogramma grondwaterkwaliteit | 22 |
| 4.3 | Freatische grondwatermeetnetten van provincies | 25 |
| 4.4 | LMM | 28 |
| 4.5 | Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen | 30 |
| 5 | DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 33 |
| 5.1 | Informatiewaarde van een signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater | 33 |
| 5.2 | Gewenste ruimtelijke spreiding en meetnetomvang | 33 |
| 5.3 | Naar een voorkeursstrategie signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen | 34 |
| 6 | LITERATUUR | 36 |
| | Bijlage I: | 38 |
| | Voorkomen van doelteelten in gewasrotaties met overlay voor KMG-meetpunten | |
| | Bijlage II: | 41 |
| | Berekende milieubelastingspunten versus waargenomen somconcentraties | |
| | Bijlage III: | 43 |
| | berekende verblijftijden in onverzadigde zone | |

▶▶ 1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING

1.1.1 Invloed van gewasbeschermingsmiddelen op de grondwaterkwaliteit

Uit grondwaterkwaliteitsmonitoring van provincies (Van Loon *et al.*, 2020) en drinkwaterbedrijven (Van Driezum *et al.*, 2020; Van Loon *et al.* 2017) blijkt dat tussen 2015 en 2019 in 60% van de meetfilters op 10 m diepte één of meer actieve stoffen uit gewasbeschermingsmiddelen of humaan-toxicologisch relevante metabolieten¹ zijn aangetroffen. In 34% van de filters waren de concentraties hoger dan de norm van 0,1 µg/l uit de Kaderrichtlijn (Van Loon *et al.*, 2020). Tussen 2015 en 2017 werden in 75% van de freatische grondwaterwinningen één of meer van deze stoffen aangetroffen, en in 25% in een concentratie boven de norm (Van Loon *et al.* 2017). De eindevaluatie van de tweede generatie gebiedsdossiers voor drinkwaterwinningen bevestigt dat gewasbeschermingsmiddelen een van de stofgroepen is die tot knelpunten in de kwaliteit van grondwater voor drinkwaterproductie leidt (Van Driezum *et al.*, 2020).

Doordat grondwater traag stroomt, is het huidig aantreffen van gewasbeschermingsmiddelen en metabolieten in het grondwater op 10 m diepte en in grondwaterwinningen het gevolg van hoge historische belasting van het grondwater (meer dan 10 jaar terug). Deze hoge historische belasting hing samen met een combinatie van intensief gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de decennia na 1960, en de toepassing van middelen met een hoge uitspoelingsgevoeligheid. Inmiddels is de toelating van een aantal van deze middelen verlopen, of is de toepassing aan extra voorwaarden gebonden. Ook is in 16 van de 29 onderzochte grondwaterwinningen een dalende trend van gewasbeschermingsmiddelen in het gezamenlijk onttrokken grondwater zichtbaar (Wit *et al.*, 2020). Een dalende trend hangt hier samen met een afname van de uitspoeling die decennia geleden heeft plaats gevonden. Het is echter onduidelijk hoe ver deze dalende trend zich voortzet, en in hoeverre dit ook bij de 13 winningen met stijgende trends zichtbaar zal worden.

De effecten van recente emissiereducerende maatregelen zijn zichtbaar in de kwaliteit van regionale oppervlaktewateren: het aantal normoverschrijdingen in oppervlaktewater is sinds 2013 ongeveer gehalveerd (Tiktak *e.a.*, 2019). In het grondwater geven modelberekeningen een dalende trend als gevolg van recente maatregelen (na 2010) aan, maar deze trend is nog niet waargenomen via monitoring. Dit komt mede doordat de meetfilters die zijn geanalyseerd op gewasbeschermingsmiddelen veelal te diep staan om de effecten van recent beleid op de grondwaterkwaliteit waar te kunnen nemen. Hierdoor kunnen metingen niet bevestigen of de huidige inspanningen voor emissiereductie, in combinatie met het toelatingsbeleid, volstaan om de doelen voor de grondwaterkwaliteit uit de Kaderrichtlijn Water en de toekomstvisie gewasbescherming 2030 (“nagenoeg geen emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu”) tijdig te halen.

Ook in Europa is aandacht voor grondwatermonitoring van gewasbeschermingsmiddelen. Zo heeft de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) de wens geformuleerd om grondwatermonitoring meer plaats te geven bij de beoordeling van actieve stoffen (EFSA, 2013). Hieruit voortvloeiend is een SETAC-werkgroep opgericht die de mogelijke opzet van zulke meetnetten beschrijft (Gimsing *et al.*, 2019).

1.1.2 Discrepanctie tussen de KRW-toestandsbeoordeling en het toelatingsbeleid

Hoewel zowel de Kaderrichtlijn water als de toelating een concentratienorm van 0,1 µg/l hanteren, is er een discrepantie in de manier waarop deze in ruimte en tijd getoetst wordt.

De Kaderrichtlijn Water verplicht Nederland om in 2027 voldoende maatregelen te hebben getroffen om o.a. een goede chemische toestand van het grondwater te realiseren (Knoben *et al.*, 2021). Deze toestand wordt beoordeeld op basis van de criteria die zijn beschreven in het Protocol Toetsen en Beoordelen (Landelijke Werkgroep Grondwater, 2019). Met dit protocol geeft Nederland invulling aan het EU Guidance Document No. 18, “guidance on groundwater status and trend

1 In de rest van het rapport “gewasbeschermingsmiddelen” genoemd

assessment". In het protocol heeft Nederland er voor gekozen om een grondwaterlichaam als ontoereikend te beoordelen indien in meer dan 20% van de meetpunten van het KRW-meetnet de norm voor één of meer gewasbeschermingsmiddelen of toxicologisch relevante metaboliëten wordt overschreden. Ook overschrijdingen van de norm voor nitraat en de drempelwaarde van zes anorganische stoffen worden hierbij meegerekend. De KRW kent daarnaast als doelstelling ook het terugdringen van de inbreng van stoffen ("prevent and limit"). Dit vraagt om terugdringen van de inbreng van antropogene stoffen naar nul.

De toelating van gewasbeschermingsmiddelen wordt in Nederland beoordeeld op basis van de beslisboom voor de evaluatie van uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar het grondwater (Van der Linden *et al.*, 2004). In de beslisboom is dit uitgangspunt expliciet gedefinieerd als het 90-percentiel van de uitspoelingsconcentraties op 10-m diepte in het potentiële toepassingsgebied van het middel (90-percentiel in de ruimte) in 50% van de tijd (langjarige gemiddelde nadat de evenwichtssituatie is bereikt). Volgens dit criterium worden normoverschrijdingen onder 10% van het potentiële gebruiksareaal per teelt in de toelating geaccepteerd, waarbij opgemerkt zij dat in de achterliggende modelleringen verschillende worst-case benaderingen worden toegepast. Omdat grondwaterwingebieden zich grotendeels in het uitspoelingsgevoelige landbouwareaal bevinden, wordt voor het gebruik in die gebieden een veiligheidsfactor van 10 toegepast.

1.2 Waarom een signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater?

Provincies zijn voornemens het voortouw te nemen in de inrichting van een signaleringsmeetnet voor gewasbeschermingsmiddelen in grondwater. Dit signaleringsmeetnet is een aanvulling op de bestaande Provinciale Meetnetten Grondwater, en moet voorzien in de volgende informatiebehoeften:

- (1) Een voor Nederland representatief en onderbouwd beeld van de actuele belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen of restanten daarvan. Met deze informatie kunnen knelpunten in de grondwaterkwaliteit en oplossingsrichtingen eerder en concreter in beeld worden gebracht, en op opportune momenten in de KRW-cycli en Ctgb-beoordeling worden benut. Opvallende patronen in de meetresultaten kunnen bijvoorbeeld aanleiding zijn om nader onderzoek uit te voeren naar emissiebeperkende maatregelen.
- (2) Koppeling tussen landbouwpraktijk en uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen. Deze informatie draagt bij aan het verifiëren van risico's van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen voor de grondwaterkwaliteit. Daarmee kunnen discrepanties tussen het toelatingsbeleid en de KRW scherper in beeld worden gebracht, zodat op langere termijn gewerkt kan worden aan het harmoniëren van beide beleidsvelden. Deze informatie kan tevens van nut zijn voor de herbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen.

Om in deze informatiebehoeften te voorzien, dient het signaleringsmeetnet gericht te zijn op het uitspoelingswater of bovenste grondwater, en is het noodzakelijk dat de meetresultaten gerelateerd kunnen worden aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Om de mogelijkheid voor oplossingen via het toelatingsbeleid open te houden, wensen provincies om bij het ontwerp van het signaleringsmeetnet rekening te houden met de eisen die daarvoor aan het meetnet worden gesteld, voor zover dat praktisch haalbaar is.

1.3 Doel en afkadering

Het doel van dit rapport is om de bruikbaarheid van bestaande meetnetten voor een signaleringsmeetnet voor gewasbeschermingsmiddelen in grondwater te evalueren. Met deze uitwerkingen kunnen provincies een onderbouwde keuze maken over het vervolgproces van ontwerp tot inrichting.

Als uitgangspunt is hier gehanteerd dat het signaleringsmeetnet optimaal geschikt is voor een snelle en specifieke terugkoppeling tussen monitoring en beleid t.a.v. grondwaterkwaliteitsbeheer en - eventueel - toelating van gewasbeschermingsmiddelen. Omwille van de praktische haalbaarheid en informatiewaarde van het signaleringsmeetnet wordt ingezet op aansluiting bij reeds bestaande meetnetten, zodat zo veel mogelijk gebruik kan worden gemaakt van reeds beschikbare data, infrastructuur en organisatie. De geëvalueerde meetnetten zijn (1) het KRW Monitoringsprogramma, (2) freatische grondwatermeetnetten, (3) het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en (4) het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen (LM-GBM).

Het ontwerpen en inrichten van een geheel nieuw signaleringsmeetnet heeft bij de provincies vanwege de hoge kosten, lange doorlooptijd en complexe organisatie in eerste instantie niet de voorkeur. De provincies zien het evenmin als hun verantwoordelijkheid om specifieke monitoring in te richten voor het verbeteren van de procesmodellen die tijdens verschillende fases in de toelatingsprocedure worden toegepast. Deze opties zijn daarom geen onderdeel van dit rapport.

1.4 LEESWIJZER EN AANPAK

In [Hoofdstuk 2](#) wordt een overzicht gegeven van de mogelijkheden om meetgegevens te benutten bij de herbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen door het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Hierbij wordt eerst ingegaan op systematiek die Nederland hanteert voor de beoordeling ([HOOFDSTUK 2](#)). Daarna wordt ingegaan op de wijze waarop meetgegevens kunnen worden toegepast in de herbeoordeling ([paragraaf 2.2](#)). Ten slotte wordt in dit hoofdstuk aangegeven hoe enkele andere landen invulling geven aan de signalering van gewasbeschermingsmiddelen in grondwater ten behoeve van benutting bij de herbeoordeling ([paragraaf 2.3](#)).

Vervolgens wordt in [Hoofdstuk 3](#) ingegaan op de ontwerpcriteria en aandachtspunten voor het meetnetontwerp. Deze criteria en aandachtspunten zijn geïnventariseerd op basis van workshops met een afvaardiging van het Platform Meetnetbeheerders van provincies. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een overzicht gegeven van de zoekgebieden voor de inrichting van het signaleringsmeetnet ([paragraaf 3.6](#)).

In [Hoofdstuk 4](#) worden aan aantal ontwerpstrategieën voor het signaleringsmeetnet uitgewerkt. Hierbij zijn bestaande beleidsmeetnetten als uitgangspunt genomen, aangezien synergie met andere meetnetten de informatiewaarde en praktische uitvoerbaarheid van het signaleringsmeetnet ten goede komt. In dit hoofdstuk komen achtereenvolgens aan bod het KRW monitoringsprogramma grondwaterkwaliteit ([paragraaf 4.2](#)), de freatische grondwatermeetnetten van provincies ([paragraaf 4.3](#)), het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM, [paragraaf 4.4](#)) en het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen (LM-GBM, [paragraaf 4.5](#)).

[Hoofdstuk 5](#) bevat de discussie, conclusies en aanbevelingen. Eerst wordt in [paragraaf 5.1](#) gemotiveerd wat de toegevoegde waarde is van het signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater ten opzichte van bestaande landelijke beleidsmeetnetten voor grondwaterkwaliteit. Daarna wordt in [paragraaf 5.2](#) gereflecteerd op de gewenste spreiding en meetnetomvang. Vervolgens schetsen wij in [paragraaf 5.3](#) een aantal opties om het ontwerp en inrichting van het signaleringsmeetnet een stap dichterbij te brengen.

▶▶ 2 TOELATINGSPROCEDURE IN NEDERLAND

2.1 ALGEMEEN

Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) beoordeelt of het veilig gebruik van een gewasbeschermingsmiddel in Nederland mogelijk is. Het Ctgb beoordeelt hiertoe het risico dat gebruik van het middel met zich meebrengt en stelt het wettelijk gebruiksvoorschrift vast. Voor het aspect grondwater gebruikt het Ctgb een getrapte beslisboom waarbij modelstudies gaandeweg verrijkt worden met lab- en veldexperimenten (Van der Linden *et al.*, 2004):

- In de eerste stap van de beoordeling wordt het model PEARL toegepast op één enkel scenario. Deze stap is bedoeld om stoffen met een gering risico op uitspoeling te identificeren. Het PEARL model berekent de concentratie op 1 meter diepte, wat gezien wordt als een worstcase voor de te verwachten concentratie op 10 m diepte. In deze stap maakt het PEARL model gebruik van stofgegevens die afkomstig zijn uit geharmoniseerde Europese dossiers.
- Als uit de eerste stap blijkt dat het risico niet verwaarloosbaar klein is, kan de tweede stap in werking treden. In de tweede stap wordt met behulp van het ruimtelijk verdeeld uitspoelingsmodel GeoPEARL het 90-percentiel van de uitspoelingsconcentratie op 1m diepte berekend. Daarnaast kunnen in de tweede stap stofparameters gebruikt worden die specifiek zijn voor het Nederlands gebruiksareaal. De aanvrager kan daarbij gebruik maken van laboratorium studies en/of veldstudies. Ook mag de aanvrager veilig gebruik van middelen aantonen via monitoring van de uitspoelingsconcentratie op 1 meter diepte (Cornelese *et al.* 2003).
- Als uit de tweede stap blijkt dat er een risico voor uitspoeling bestaat, dan kan in de derde stap van de beoordeling de aanvrager gegevens over het gedrag van de stof in de waterverzadigde zone tussen 1 en 10 m diepte overleggen of gegevens over het voorkomen van de stof op 10 m beneden maaiveld. Hiervoor mag je als aanvrager aanvullende afbraakexperimenten doen voor de verzadigde zone en met een eenvoudige berekening (lineaire retardatie, eerste orde afbraak, reistijd van 4 jaar) aantonen dat de concentratie op 10 meter diepte onder de 0,1 ug/l uitkomt. Daarna volgt pas monitoring. Het onderzoek dat nodig is voor toelating wordt door de fabrikanten uitgevoerd en aangeleverd. Bij toelating toont de fabrikant op basis van wetenschappelijke studies aan dat bij toepassing volgens gebruiksvoorschrift de normen voor grondwater niet overschreden worden. Zie Gimsing *et al.* (2019) voor voorbeelden van monitoringsopzet.

2.2 TOEPASSING VAN MEETGEGEVENS BIJ DE HERBEOORDELING

Naast het gebruik van monitoringdata volgens de beslisboom die in de risicobeoordeling wordt gebruikt, moet het Ctgb in de toelatingsprocedure van een middel ook altijd alle beschikbare monitoring data op een consistente en wetenschappelijke manier interpreteren. Hiervoor moet een directe relatie tussen het gebruikte gewasbeschermingsmiddel in het intrekgebied van het (meng)monster en de metingen in het grondwater zijn.

Voor oppervlaktewater wordt reeds de bestrijdingsmiddelenatlas gebruikt bij de (her)beoordeling. Hier worden jaarlijks alle meetgegevens van gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater gepresenteerd in geaggregeerde figuren en tabellen. Daarnaast wordt hier de ranking getoond met meest normoverschrijdende stoffen van waaruit jaarlijks een aantal stoffen worden geselecteerd voor een Emissie Reductie Plan.

Voor grondwater is in 2017 de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen geïntroduceerd. Het doel van de Grondwateratlas is om monitoringgegevens te ontsluiten voor gebruik door het Ctgb. Deze database bevat 18.000 monsters van de waterbedrijven in de periode 1990-2016. Daarnaast is ook een deel van de historische gegevens van de meetnetten van provincies opgenomen: 2800 monsters uit de periode 2006-2013. De Grondwateratlas wordt gezien als instrument om onacceptabele overschrijdingen van de drinkwaternorm onder de aandacht te brengen bij het Ctgb. Het Ctgb wil deze informatie – meer dan het op dit moment al doet – gaan gebruiken in de herbeoordeling voor gewasbeschermingsmiddelen.

Zo kan de theorie van de beoordeling of veilig gebruik mogelijk is, getoetst worden aan de praktijk van metingen in het grondwater. Hiervoor moeten de meetgegevens openbaar zijn en ook informatie geven over aspecten als landgebruik en de bron van het grondwater. Hierdoor kan worden vastgesteld of een gewasbeschermingsmiddel dat volgens voorschrift is gebruikt, mogelijk de toelatingsnorm heeft overschreden. Hierbij moet bedacht worden dat het optreden van een calamiteit ook kan resulteren in het aantreffen van een stof in het grondwater.

2.3 VOORBEELDEN IN HET BUITENLAND

Gimsing *et al.* (2019) geven een aantal voorbeelden van hoe grondwatermonitoringstudies opgezet kunnen worden. Hierbij wordt benadrukt dat de aanwezigheid van actieve stoffen op verschillende ruimtelijke schalen aangetoond kunnen worden. Sommige monitoring is gericht op concentraties als gevolg van een toepassing op een enkel perceel terwijl andere soorten monitoring meer zijn gericht op een aquifer of stroomgebied. Afhankelijk van de ruimtelijke en temporele schaal waar je op wilt meten zijn verschillende monitoringsprotocollen opgesteld.

Het Deense Pesticide Leaching Assessment Programme (PLAP) is opgezet om te beoordelen of het gebruik van goedgekeurde pesticiden leidt tot een onaanvaardbare verontreiniging van het grondwater (Lindthardt, 2001). In dit programma wordt op vijf percelen het bovenste grondwater bemonsterd. De testvelden bevinden zich op de vijf voor Denemarken representatieve grondsoorten en hydrogeologische setting. In Denemarken wordt ingezet op intensieve monitoring, gericht op het in beeld brengen van de processen en factoren die uitspoeling en verspreiding bepalen.

Daarnaast hebben, naast Nederland, ook het Verenigd Koninkrijk en Duitsland guidance documenten opgesteld om meetgegevens te gebruiken in de beoordeling van gewasbeschermingsmiddelen. In de Britse guidance documenten wordt gewezen op het potentieel van monitoringstudies om de werkelijke uitspoeling naar het grondwater te bepalen, maar het richt zich vooral op de moeilijkheden om hoogwaardige gegevens uit dergelijke analyses te verkrijgen.

In Duitsland is er een kader voor grondwatermonitoring uitgevoerd door autoriteiten of water leveranciers (Aden *et al.*, 2002). Als er concentraties $> 0,1$ g/l worden gevonden, is de vergunninghouder verplicht om elk van deze meldingen nader te onderzoeken en de oorzaak vast te stellen. In sommige gevallen wordt een post-registratiemonitoringstudie opgelegd. De evaluatie van de resultaten gebeurt van geval tot geval.

▶▶ 3 UITGANGS- EN AANDACHTSPUNTEND

Voordat we de bruikbaarheid van bestaande meetnetten inventariseren bepalen we eerst waar een ideaal signaleringsmeetnet aan moet voldoen. Het eerste doel van het signaleringsmeetnet is om een representatief en onderbouwd beeld van de actuele belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen of restanten daarvan te verkrijgen. Opvallende patronen in de meetresultaten kunnen bijvoorbeeld aanleiding zijn om nader onderzoek uit te voeren naar emissiebeperkende maatregelen. Het tweede doel is om meetgegevens tijdig en specifiek te kunnen koppelen aan landbouwpraktijk. Deze informatie draagt bij aan het verifiëren van risico's van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen voor de grondwaterkwaliteit.

Tabel 3.1 geeft de uitgangspunten voor een mogelijk ontwerp uitgaande van bovengenoemde meetdoelen. Deze criteria worden in dit hoofdstuk verder uitgewerkt.

TABEL 3.1

Uitgangspunten voor een signaleringsmeetnet voor gewasbeschermingsmiddelen in grondwater

| Uitgangspunt | Toelichting |
|--|---|
| Ruimtelijke spreiding | Een goede ruimtelijke spreiding over Nederland is noodzakelijk om een representatief landelijk beeld te verkrijgen. |
| Aantoonbare relatie met landbouwkundig gebruik <ul style="list-style-type: none">- Connectiviteit met perceel- Filterstelling en meetfrequentie | Het meetnet is bedoeld om een tijdige en specifieke terugkoppeling met het grondwaterkwaliteitsbeleid en de toelating van gewasbeschermingsmiddelen mogelijk maken. |
| Representatief voor perceel | Binnen een perceel zijn variaties groot als gevolg van heterogeniteit en beperkte dempende mechanismen, zoals menging in bodem en het bovenste grondwater. |
| Meetnetomvang is doelmatig | Voldoende groot meetnet om uitkomsten statistisch te kunnen toetsen op betrouwbaarheid. |

3.1 Ruimtelijke spreiding

Het signaleringsmeetnet Gewasbeschermingsmiddelen in grondwater moet tijdige en specifieke informatie leveren over de actuele belasting van het grondwater met bestaande en nieuwe middelen, voor zover die een risico vormen voor de diepere grondwaterkwaliteit. Om een ruimtelijk dekkend en gewogen beeld te krijgen is ervoor gekozen om het meetnetontwerp te richten op teelten met een groot areaal én op teelten met een intensief gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Deze indeling ligt ook ten grondslag aan het ontwerp van het KRW-monitoringsprogramma (zie [paragraaf 4.2](#)).

De grote teelten in Nederland waar onder concentraties in het grondwater op 10 m diepte boven 0,1 µg/l zijn waargenomen zijn aardappelen, granen, mais, en (in veel mindere mate) grasland. Voor de risicoteelten zijn dat de boomteelt, fruitteelt en bloembollen ([Figuur 3.1](#)). Omdat veel gewassen in rotatie worden verbouwd is het nodig om de monitoring toe te spitsen op de percelen waar de doelteelten naar verwachting met enige regelmaat worden geteeld.

Daarnaast is het nuttig om juist informatie te verzamelen over de belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen die uit percelen met intensieve wisselteelt spoelen; door wisselend middelengebruik blijven concentraties van individuele stoffen mogelijk onder de norm voor grondwater, terwijl het grondwater wel diffuus verontreinigd maakt met een complex mengsel van opeenvolgende stoffen. Volgens provinciale meetronden zijn onder vollegroentes ook hoge somconcentratie aan gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen ([Figuur 3.1](#)). Daarom adviseren wij om ook perce-

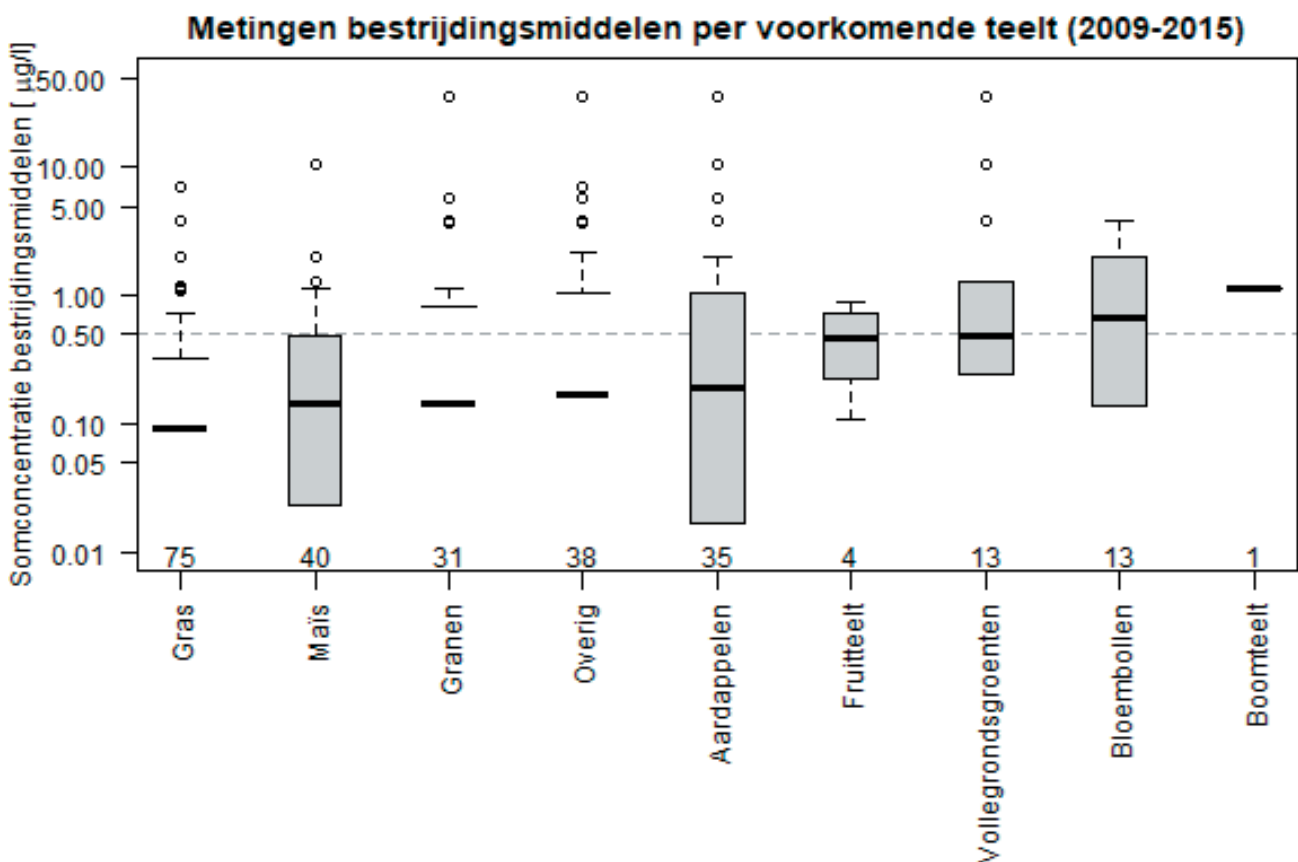
len met een intensieve teeltwisseling, en dan specifiek voor vollegrondsgroenten, als separate categorie te beschouwen en daarbij ook de somconcentraties te monitoren.

Volgens de data uit het KMG zijn ook onder uien hoge somconcentraties aangetroffen, maar het areaal van deze teelt is met ongeveer 36000 ha klein ten opzichte van de andere grote teelten (~100.000 ha of meer (Statline, 2021)). Uien worden in teeltrotatie verbouwd, met een teeltfrequentie van 1 op 5 of ruimer (Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, 2003). Suikerbieten worden ook wel tot de grote teelten van Nederland gerekend, maar het areaal is ongeveer een factor twee kleiner dan dat van aardappelen en granen. Ook de suikerbiet wordt in vruchtwisseling geteeld, vaak in rotatie met een dominante teelt van graan, gras of mais.

Deze middelgrote teelten zijn hier buiten beschouwing gelaten omdat ze meestal geen dominante teelt zijn. Aangezien ze worden verbouwd in rotatie met geselecteerde doelteelten, zullen ze waarschijnlijk wel onderdeel zijn van het meetnet. Het wordt aanbevolen om te evalueren of deze middelgrote teelten voldoende vertegenwoordigd zijn in de teeltrotaties die gemonitord worden.

FIGUUR 3.1

Spreiding van de somconcentratie van gewasbeschermingsmiddelen en metabolieten in de KMG-meetpunten in 2015-2018 op 10 m diepte (Van Loon et al., 2020) tegen het voorkomen van de belangrijkste hoofd- en risicoteelten (één of meerdere keren) in 2009-2015, op basis van de Basis Registratie Gewaspercelen. Alleen de somconcentraties die zijn waargenomen in waarnemingsfilters direct onder of naast een teelt zijn in beschouwing genomen. Door teeltrotaties geven concentraties voor individuele stoffen geen eenduidig patroon met de teeltgeschiedenis.



Bodemeigenschappen zijn sterk bepalend voor de mate waarin gewasbeschermingsmiddelen na gebruik in het grondwater terecht kunnen komen. Volgens modelleringen is het organischestofgehalte voor de meeste stoffen veruit de belangrijkste factor die de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen bepaalt (zie onder andere Heuvelink e.a., 2010). Er zijn echter ook uitzonderingen. Zo zijn er stoffen waarvan de binding sterk pH-afhankelijk is (van der Linden e.a., 2009). Vooral de lössgronden in Zuid-Limburg en de armere zandgronden van zuid- en oost-Nederland zijn gevoelig voor uitspoeling als gevolg van een laag organische stofgehalte. Ook zavelgronden arm in organische stof zijn uitspoelingsgevoelig. Als uitgangspunt voor modelberekeningen met GeoPEARL hebben Van den Berg *et al.* (2017) een verbeterde organische stof kaart ontwikkeld voor Nederland afhankelijk van landgebruik. Grasland heeft namelijk een hoger organischestofgehalte dan akkerland. Als onderdeel van het kiezen van meetlocaties kan modellering de relatieve kwetsbaarheid kwantificeren van de geselecteerde locaties. GeoPEARL berekeningen zouden gebruikt kunnen worden om de meest uitspoelingsgevoelige gebieden per teelt-bodemcombinaties in kaart te brengen.

Om in het meetnetontwerp enigszins rekening te houden met deze geografisch gebonden spreiding, is er voor gekozen om de geselecteerde doelteelten verder onder te verdelen naar hoofdtextuur, i.e. zand, klei, veen en löss. Deze indeling ligt ook ten grondslag aan het KRW-monitoringsprogramma. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de teelt-bodemcombinaties die op basis van voorkomen zijn onderscheiden. De lössgronden zijn hierbij buiten beschouwing gelaten, omdat deze bodems in Nederland sterk ondervertegenwoordigd zijn. Een signaleringsmeetnet voor lössgronden heeft alleen nut indien dat gericht is op het karakteriseren van de processen (de Deense-methode, zie paragraaf 2.3) of in samenwerking met andere landen zodat een grotere dekking wordt verkregen. Deze strategieën vallen buiten de scope van dit rapport.

TABEL 3.2

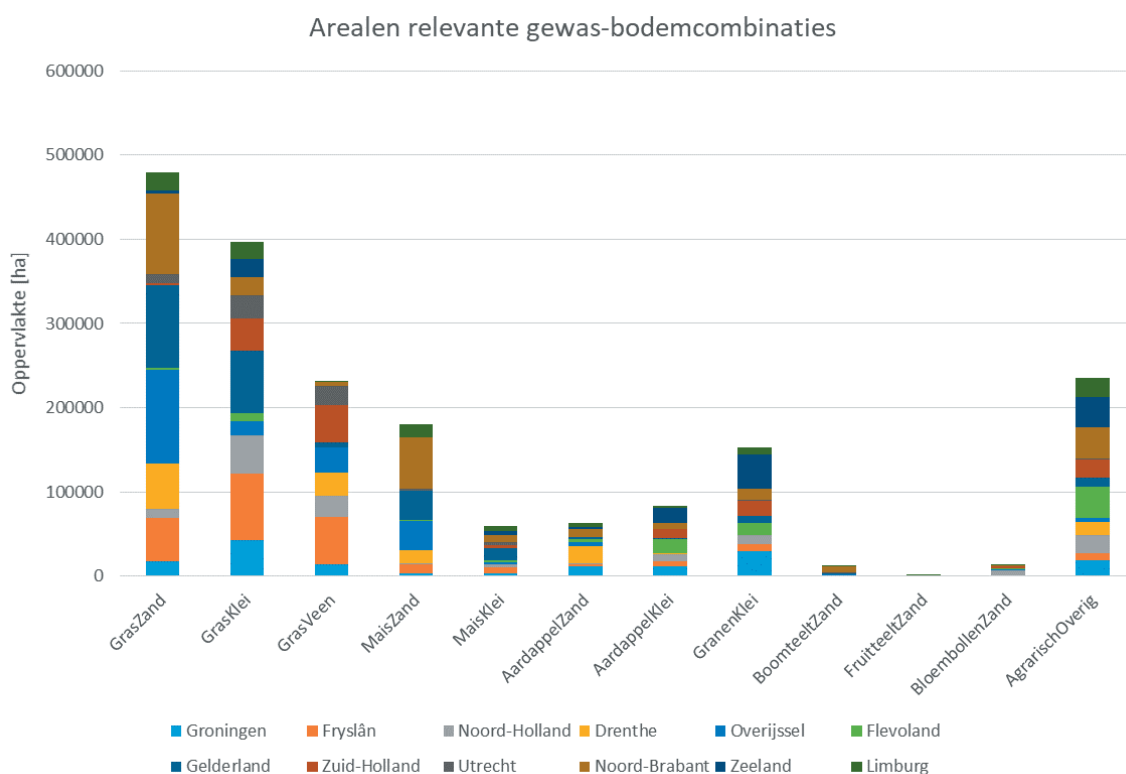
Overzicht van te onderscheiden teelt-bodemcombinaties voor de signalering van uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen

| Categorie | Teelt | Zand | Klei | Veen | Löss |
|----------------|--------------------|------|------|------|------|
| Grote teelten | Gras | 1 | 2 | 3 | |
| | Mais | 4 | 5 | | |
| | Aardappelen | 6 | 7 | | |
| | Granen | | 8 | | |
| Risico teelten | Boomteelt | 9 | | | |
| | Fruitteelt | 10 | | | |
| | Bloembollen | 11 | | | |
| Wisselteelten | Vollegrondsgroente | 12 | | | |

In [Figuur 3.2](#) zijn de voorkomens van de geselecteerde teelt-bodemcombinaties per provincie weergegeven (zie [Bijlage 1](#) voor deze informatie in tabelvorm). In [Figuur 3.3](#) is het relatieve voorkomen van de onderscheiden doelteelten als dominant gewas in de rotatie weergegeven. Behalve het percentage voorkomen (kleurschakering) is in deze figuur ook onderscheid gemaakt naar het bodemtype waarop de teelt plaatsvindt (verschillende kleuren). In [Bijlage I](#) zijn ook kaarten opgenomen met daarin een overlay met de KMG-meetpunten. Deze informatie kan benut worden voor het identificeren van zoekgebieden voor de werving van agrariërs en om een passende taakverdeling tussen provincies te maken.

FIGUUR 3.2

Arealen van teelt-bodemcombinaties opgesplitst naar provincies volgens LGN6 en BOFEK.



3.2 AANTOONBARE RELATIE MET LANDBOUWKUNDIG GEBRUIK

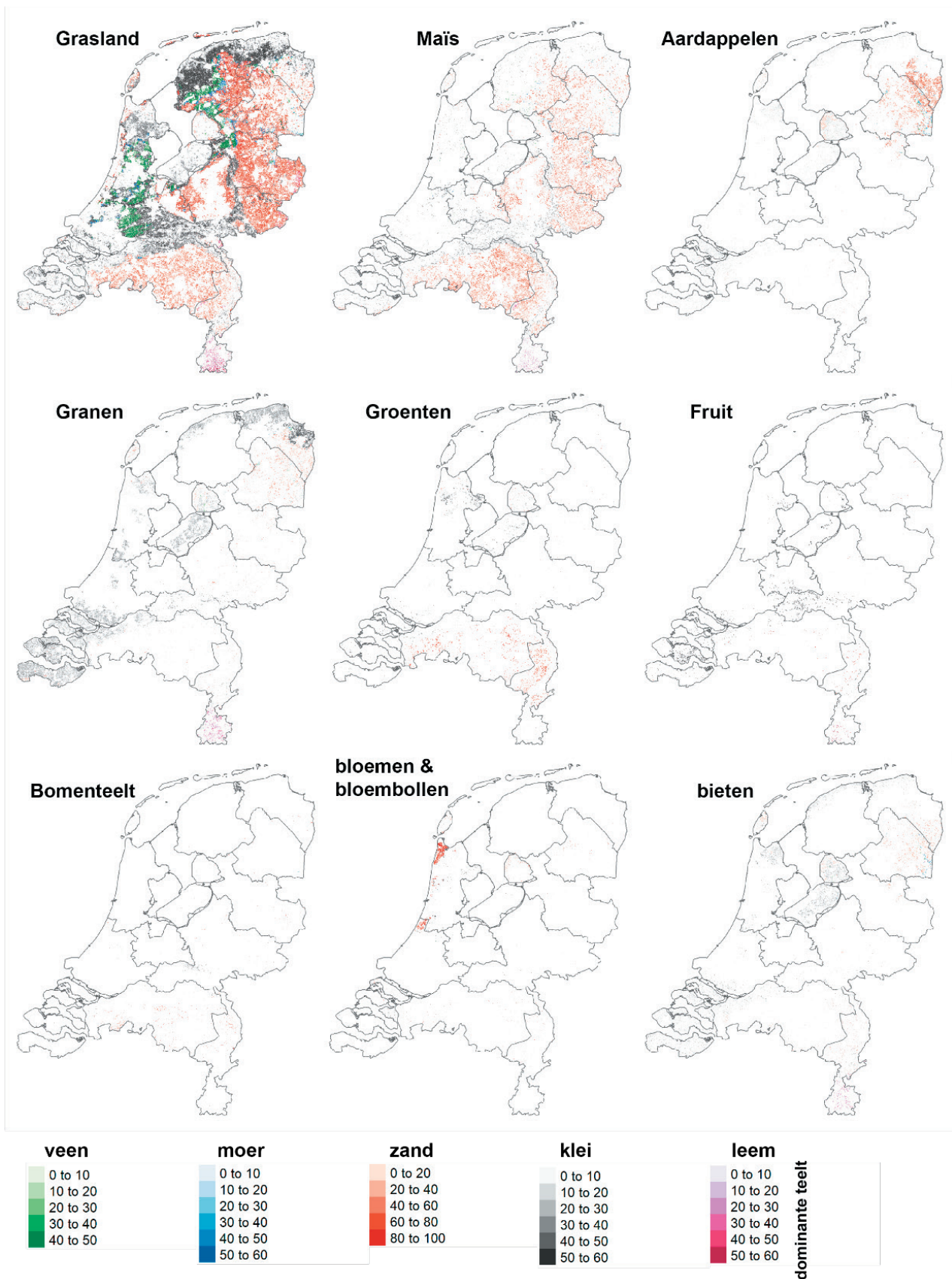
3.2.1 Connectiviteit met perceel

Het doel van het signaleringsmeetnet is om informatie over de risico's van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw voor de grondwaterkwaliteit te verzamelen en relaties met landbouwpraktijk te kunnen leggen. Voor het signaleringsmeetnet betekent dit dat de connectiviteit met het perceel gegarandeerd moet zijn. Beïnvloeding van buitenaf moet zo veel mogelijk worden uitgesloten. Deze invloeden zijn bijvoorbeeld aanvoer van stoffen via infiltrerend oppervlaktewater of toestromend grondwater. Voor een goede interpretatie van de resultaten uit het signaleringsmeetnet is het daarom noodzakelijk dat de meetlocaties direct onder een agrarisch perceel liggen; omdat de stroming van water in de onverzadigde zone vrijwel verticaal verloopt, is de bovenste meter grondwater afkomstig uit de directe omgeving van het filter. Op grotere dieptes neemt de invloed van lateraal toestromend grondwater toe, zodat het invloedsgebied niet per se in de directe omgeving van het filter liggen.

Meetlocaties in de bovenste meter grondwater direct onder de doelteelten geven bovendien de grootste pakkans en de snelste response op het gebruik van middelen. Meetlocaties in of langs percelen met infiltrerend oppervlaktewater of grondwateraanvoer (lateraal of kwel) zijn niet geschikt omdat mogelijke externe aanvoer van gewasbeschermingsmiddelen afbreuk doet aan de informatiewaarde voor de signaleringsfunctie van het meetnet. Bij laterale grondwaterstroming kan dit ondervangen worden door het meetpunt benedenstrooms van het gewasperceel te plaatsen. Dit vereist vaak locatiespecifiek onderzoek.

FIGUUR 3.3

Voorkomen van dominante teelten in de teeltrotatie (% voorkomen) op basis van de Basisregistratie Gewaspercelen voor de periode 2009-2020. Bijlage bevat deze kaart met een overlay voor de KMG-meetpunten.



3.2.2 Filterstelling en meetfrequentie

Het signaleringsmeetnet Gewasbeschermingsmiddelen in grondwater is bedoeld om een actueel beeld van de belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen in relatie tot de landbouwpraktijk te verkrijgen. Om feedback te kunnen leveren op de KRW is het gewenst dat het bemonsterde grondwater en de daarin opgelost gewasbeschermingsmiddelen jonger is dan 6 jaar, en liefst jonger dan 3 jaar (tussentijdse KRW-meetronde). Deze termijn volstaat ook voor terugkoppeling in het toelatingsbeleid, waar verlening van de toelating vanaf 5 of 10 jaar gebruikelijk is. Om aan dit doel te kunnen voldoen is het noodzakelijk om het signaleringsmeetnet zo in te richten dat het bovenste grondwater (tot 3 m diepte) of uitspoelingswater met een frequentie van minimaal een keer per drie jaar wordt bemonsterd.

Om een eenduidige relatie met de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen te verkrijgen is het gewenst om ondieper en vaker te meten: jaarlijks in de bovenste meter grondwater. Voor permanente, ondiepe filters geldt hierbij als aandachtspunt dat voorkomen moet worden dat ze tijdens de zomerperiode droog vallen, zodat bemonstering niet mogelijk is. Dit nadeel kan ondervangen worden met multi-levelfilters, zodat altijd zo dicht mogelijk bij de grondwaterspiegel bemonsterd kan worden. Een andere optie is om te werken met gericht geplaatste, tijdelijke filters tot een meter onder de grondwaterspiegel. Deze hebben als voordeel dat ze niet in de weg staan bij agrarische activiteiten, maar als nadeel dat bij elke meetronde een nieuw meetnet moet worden ingericht.

In gebieden met een dikke onverzadigde zone (c.q. een grondwaterstand dieper dan 3-5 m) kan de verblijftijd van bodemvocht enkele tot tientallen jaren bedragen (Bijlage III). Daarom is het in deze gebieden niet mogelijk om de effecten van recente toepassing van gewasbeschermingsmiddelen op de grondwaterkwaliteit in het bovenste grondwater te meten. Omdat in deze gebieden de meest kwetsbare bodems (met van nature een diepe grondwaterstand en een laag organische stofgehalte), oververtegenwoordigd zijn, is monitoring van de grondwaterkwaliteit hier echter wel relevant. Daarom kan overwogen worden om op deze locaties ook het bodemvocht in de bovenste meter te bemonsteren, zodat informatie over de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen in relatie tot de toepassing wordt verkregen. Ook het centraal opslaan van spuitregistraties is nuttige informatie om ontwikkelingen en risico's vroegtijdig te signaleren.

3.3 REPRESENTATIVITEIT OP PERCELSNIVEAU

Een steekproef op basis van bemonsteringsfilters is al snel erg klein ten opzichte van de heterogeniteit (als gevolg van bijvoorbeeld organisch stofgehalte en fysische infiltratie-eigenschappen) op perceelsniveau. Daarmee bestaat er risico dat in een deel van de meetfilters nooit middelen worden aangetroffen, terwijl die op het perceel wel worden toegepast. Andersom kunnen concentraties in individuele filters door toevalsprocessen uitschieters vertonen, die beperkt representatief zijn voor het grondwater onder het hele perceel. Om de ruimtelijke representativiteit van meetlocaties te vergroten, wordt aanbevolen bij het ontwerp van het signaleringsmeetnet uit te gaan van mengmonsters die binnen een perceel worden verzameld. De LMM-methodiek kan hierbij als voorbeeld dienen; hierbij worden twee mengmonsters genomen op basis van acht gelote meetpunten die verspreid liggen over een landbouwbedrijf.

Het freatisch grondwatermeetnet van de Provincie Utrecht is net als de LMM-methodiek gebaseerd op mengmonsters. De resultaten van dit meetnet geven aan dat andere stoffen in beeld komen dan bij monitoring op 10 m diepte en dat een betere relatie met de toepassing van middelen kan worden gelegd (Visser, 2020). Onder fruitteelt, bijvoorbeeld, werden in opeenvolgende meetrondes vrijwel dezelfde stoffen aangetroffen, wat overeenkomt met het permanent karakter van deze teelt (Visser, 2020).

3.4 MEETNETOMVANG

Om enig gevoel te krijgen voor de relatie tussen steekproefomvang en informatiewaarde van het signaleringsmeetnet beschouwen we als doel het schatten van de fractie normoverschrijdingen (of overschrijdingen van een andere drempelwaarde) binnen een (deel-)gebied gedefinieerd op basis van dominante teelt en bodemtextuur (zie paragraaf 3.1). Aangenomen wordt dat de steekproef voldoet aan een binomiale verdeling. Dit betekent dat de kans op een overschrijding van de norm (of andere drempelwaarde) gelijk is aan p (d.w.z. de fractie overschrijdingen in de steekproef), en de kans op onderschrijding gelijk aan $1-p$ (i.e. de fractie onderschrijdingen in de steekproef). Volgens standaardstatistiek voldoet de

schatte van de fractie overschrijdingen binnen de steekproef dan aan een normale verdeling, met als standaard deviatie

$$S = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Hieruit volgt dat het tweezijdige α -betrouwbaarheidsinterval van de schatter van de fractie overschrijdingen voldoet aan

$$bi(\alpha) = z(\alpha) \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

De z-waarde staat voor de standaard normale verdeling en is voor een 95%-betrouwbaarheidsinterval gelijk aan 1,96. De minimaal gewenste steekproefomvang is dan een functie van de verwachte overschrijdingsfractie(p) en de gewenste nauwkeurigheid van de uitkomst, uitgedrukt in de breedte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval (bi):

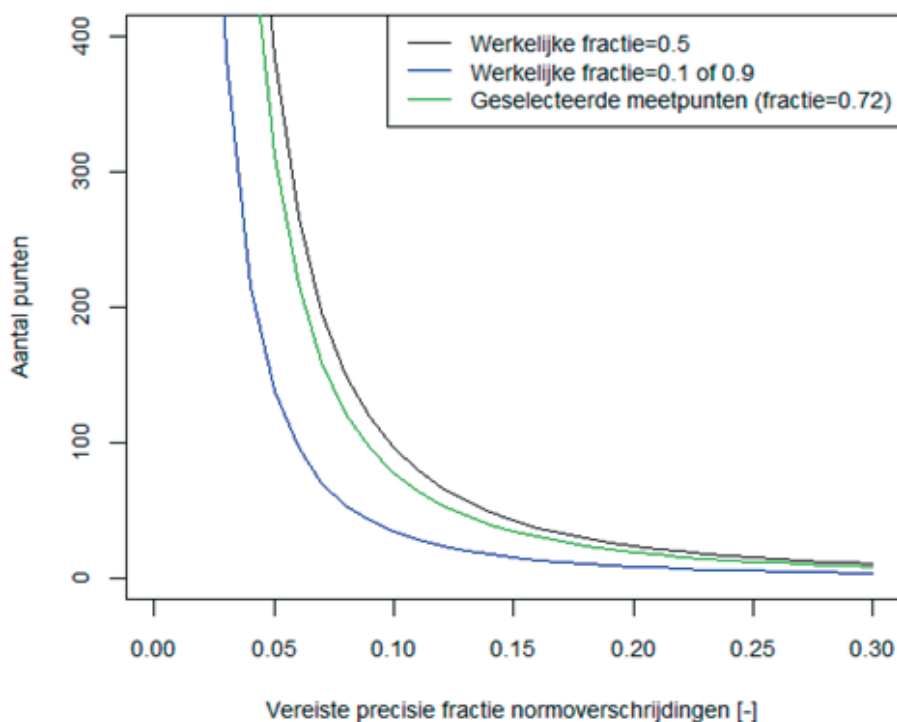
$$n = \frac{p(1-p)}{\left(\frac{bi}{1,96}\right)^2}$$

Voor het 95%-betrouwbaarheidsinterval is deze vergelijking gevisualiseerd in [Figuur 3.4](#). In deze figuur is voor vier overschrijdingsfracties de minimale steekproefomvang (y-as) uitgezet tegen de gewenste breedte van het 95%- betrouwbaarheidsinterval (de precisie of nauwkeurigheid). Omdat in de toelating van gewasbeschermingsmiddelen getoetst wordt aan het 90%-concentratiepercentiel onder het toepassingsareaal, kunnen we aannemen dat een overschrijdingsfractie van 0,9 representatief is (de blauwe lijn in [Figuur 3.4](#)). Hieruit volgt dat voor een 95%-betrouwbaarheidsinterval met een breedte van 0,05 ($p \pm 0,025$) zo'n 150 meetpunten per deelgebied (teelt-bodemcombinatie) nodig zijn, en voor een omvang van 0,1 ($p \pm 0,05$) zo'n 30 meetpunten per deelgebied (teelt-bodemcombinatie).

Ten behoeve van ruimtelijke spreiding zijn in [paragraaf 3.1](#) twaalf deelgebieden gedefinieerd op basis van teelt-bodemcombinaties. Deze deelgebieden zijn in de praktijk verre van homogeen. Zo zal de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen sterk variëren, alleen al omdat gewassen in rotatie worden verbouwd, en het middelengebruik dus wisselt. Daarnaast varieert de uitspoelingsgevoeligheid sterk binnen de gedefinieerde hoofdbodemsoorten, o.a. door variatie in organisch stofgehalte (Van den Berg, 2017). Het gecombineerde effect van deze variaties in toepassing van middelen én kwetsbaarheid van de bodem op de belasting van het grondwater is door Steinweg *et al.* (2020) voor Noord-Nederland met behulp van de Milieumaatlat in beeld gebracht. De door Steinweg *et al.* (2020) berekende milieubelastingspunten correleerden echter niet met de somconcentraties die in meetfilters op 10 m diepte onder of direct naast een perceel zijn waargenomen ([Bijlage II](#)). Het ontbreken van een correlatie geeft aan dat de milieumaatlat onvoldoende geschikt is om de relatie tussen het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de belasting van het grondwater te beschrijven. Heterogeniteit en toevalsprocessen spelen kennelijk een grote rol in de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen. Dit betekent dat het signaleringsmeetnet per teelt-bodemcombinatie een groot aantal meetpunten vereist, i.e. de benadering op basis van een binomiaal verdeelde variabele binnen deelgebieden.

Figuur 3 4

Relatie tussen het aantal meetpunten en de gewenste breedte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor vier overschrijdingsfracties.



3.5 SAMENVATTING

In Tabel 3.3 zijn de belangrijkste ontwerpkeuzes die voortvloeien uit de uitgangspunten samengevat. Deze keuzes passen bij de doelen van het signaleringsmeetnet (paragraaf 1.3), maar zijn niet getoetst aan praktische haalbaarheid.

TABEL 3.3

Samenvatting van de keuzes voor het meetnetontwerp op basis van de uitgangspunten.

| Uitgangspunt | Keuzes voor ontwerp |
|--|---|
| Ruimtelijke spreiding | Spreiding op basis van teelten met een groot areaal, intensief middelengebruik of met een intensieve rotatie, en met onderscheid naar hoofdtextuur. |
| Aantoonbare relatie met landbouwkundig gebruik <ul style="list-style-type: none">- Connectiviteit met perceel- Filterstelling en meetfrequentie | Jaarlijkse bemonstering van de bovenste meter(s) grondwater onder gewaspercelen en zonder externe invloeden |
| Representatief voor perceel | Het gebruik van mengmonsters die verzameld worden binnen een gewasperceel |
| Meetnetomvang is doelmatig | 150 meetpunten per bodem-teelt combinatie |

►► 4 BESCHIKBARE MEETNETTEN IN NEDERLAND

4.1 INLEIDING

Een goede aansluiting van het signaleringsmeetnet bij bestaande meetnetten is gewenst om gunstige praktische condities te scheppen (o.a. inrichtings- en onderhoudskosten) en synergie met andere monitoring te benutten.

Op nationale schaal zijn in Nederland verschillende meetnetten operationeel om de effecten van emissies uit de agrarische sector naar het grond- en oppervlaktewater te monitoren (Tabel 4.1). Van deze meetnetten is het MNLSO inferieur ten opzichte van het LM-GBM, aangezien beide meetnetten op regionaal oppervlaktewater zijn gericht, maar het MNLSO in tegenstelling tot het LM-GBM niet ingericht is voor de monitoring van gewasbeschermingsmiddelen. Het MNLSO wordt om deze reden verder buiten beschouwing gelaten.

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden om het signaleringsmeetnet op elk van de andere vier meetnetten aan te sluiten geëvalueerd, met als uitgangspunt de uitgangs- en aandachtspunten zoals beschreven in Hoofdstuk 3. Achtereenvolgens komen aan de orde:

1. KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG)
2. Freatische grondwatermeetnetten van provincies
3. Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM)
4. Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen (LM-GBM).

TABEL 4.1

Overzicht meetnetten gericht op relatie landbouw en waterkwaliteit.

| | Nutriënten | Gewasbeschermingsmiddelen |
|--------------------------------|--|--|
| Grondwater (10 en 25 m diepte) | <ul style="list-style-type: none">• Provinciale meetnetten grondwaterkwaliteit (PMG)• Landelijk meetnet grondwaterkwaliteit (LMG)• het daarvan afgeleide KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG) | <ul style="list-style-type: none">• Sommige meetfilters van de provinciale meetnetten grondwaterkwaliteit (PMG),• het KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG) |
| Bovenste grondwater en drains | <ul style="list-style-type: none">• LMM: Landelijk meetnet effecten mestbeleid | <ul style="list-style-type: none">• Geen nationaal monitoringsprogramma beschikbaar |
| Regionale oppervlaktewateren | <ul style="list-style-type: none">• MNLSO: Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater | <ul style="list-style-type: none">• LM-GBM: Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen |

4.2 KRW MONITORINGPROGRAMMA GRONDWATERKWALITEIT

4.2.1 Doel en opzet

Het KRW Monitoringsprogramma Grondwaterkwaliteit heeft tot doel om een representatief beeld van de grondwaterkwaliteit op 10 en 25 meter diepte te verkrijgen. Hiertoe worden o.a. gewasbeschermingsmiddelen geanalyseerd. Het KMG is daarmee het enige landelijke beleidsmeetnet voor de monitoring van de invloed van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op de grondwaterkwaliteit (Tabel 4.1).

Het KMG bestaat uit een selectie van monitoringsputten uit de Provinciale Grondwatermeetnetten, aangevuld met monitoringsputten uit het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (Claessens *et al.*, 2020). Deze selectie is door provincies gemaakt vanuit hun verantwoordelijkheid voor de KRW, i.e. de monitoring van de toestand en trends in grondwaterkwaliteit.

4.2.2 Bruikbaarheid als signaleringsmeetnet

4.2.2.1 Ruimtelijke spreiding

Binnen het KMG, LMG en PMG worden verspreid over het land zo'n 1500 permanente meetfilters bemonsterd en geanalyseerd op o.a. gewasbeschermingsmiddelen en metabolieten (Van Loon *et al.*, 2020). Alleen niet alle meetlocaties zijn te relateren aan een perceel. Daarnaast wordt ook niet rekening gehouden met de uitspoelingsgevoeligheid van de percelen.

4.2.2.2 Relatie met landbouwkundig gebruik

Het KMG bestaat uit meetfilters op 10 en 25 m beneden maaiveld. Het grondwater uit deze filters is hierdoor ouder dan 10 jaar, en de stoffen die daarin worden aangetroffen nog ouder. Hierdoor geven de resultaten geen actueel beeld van de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar het grondwater. Deze filters zijn daarom ongeschikt om in een signaleringsmeetnet op te nemen. Het bijplaatsen van filters in het bovenste grondwater zou noodzakelijk zijn voor het signaleringsmeetnet.

Het KMG heeft tot doel om een representatief beeld van de grondwaterkwaliteit te verkrijgen. Daarom is bij de inrichting van het KMG geselecteerd op meetfilters die onder invloed staan van emissies uit een groter gebied. Meetfilters op risico-locaties zijn zo veel mogelijk uitgesloten. Vanwege deze selectie zijn meetfilters direct onder of naast agrarische percelen ondervertegenwoordigd in het KMG; volgens de basisregistratie gewaspercelen zijn 112 van de 913 unieke meetlocaties direct te relateren aan de landbouwpraktijk omdat ze onder of direct naast een agrarisch perceel staan. De andere meetlocaties staan op afstand van agrarische percelen, en zijn daarom niet geschikt om op te nemen in een signaleringsmeetnet.

4.2.2.3 Representatief voor perceel

Het KMG, LMG en PMG zijn gebaseerd op vaste meetfilters. Deze meetopzet past goed bij het doel van deze meetnetten, maar is vanwege de sterke heterogeniteit in het bovenste grondwater minder geschikt voor een signaleringsmeetnet. Een meetopzet die beter inspeelt op de te verwachten heterogeniteit en de herkomst van gewasbeschermingsmiddelen zou meer voorkeur verdienen. Dit zou betekenen dat voor het signaleringsmeetnet mengmonsters verzameld moeten worden in de percelen waar een KMG-meetfilter aanwezig is. Met andere woorden, twee meetstrategieën moeten met elkaar gecombineerd worden, zodat de praktische voordelen van koppelen aan het KMG-meetnet niet meer opgaan.

4.2.2.4 Meetnetomvang

De beschikbare meetpunten zijn geïnventariseerd op basis van de grondwaterkwaliteitsmeetpunten uit de KMG-meettrondes van 2015-2016 en 2018-2019 (van Loon *et al.*, 2020), en ervan uitgaande dat ondiepe meetfilters bijgeplaatst worden of mengmonsters worden verzameld in het bovenliggend perceel. Hierbij zijn alle meetpunten in de dataset meegenomen, dus inclusief aanvullend bemonsterde meetfilters (bv ter plaatse van risicolocaties) en ongeacht het meetpakket dat in de meettrondes is toegepast. In totaal zijn dit 913 unieke meetlocaties. We hebben ervoor gekozen om niet de complete Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit te inventariseren, omdat de coördinaten en status van meetfilters niet altijd voldoende goed bekend zijn.

Van de geselecteerde meetlocaties is een nadere selectie gemaakt op basis van een aantal criteria voor een signaleringsmeetnet, namelijk

- Het meetpunt bevindt zich direct onder of naast (<1 m afstand) een landbouwperceel.
- Het meetpunt bevindt zich niet in een kwelgebied, zodat de kans op aanvoer van stoffen met grondwaterstroming wordt verkleind.
- De Gemiddelde laagste grondwaterstand is ondieper dan 5 meter, zodat de verblijftijd van stoffen in de onverzadigde zone niet hoger oploopt dan een aantal jaar (orde grootte 3 jaar, zie Bijlage III).

- De afstand van het meetpunt tot het oppervlaktewater bedraagt meer dan 2 meter, zodat het bovenste grondwater niet of in ieder geval beperkt, onder invloed staat van infiltrerend oppervlaktewater.

Deze criteria zijn ruimer dan voor een ideaal signaleringsmeetnet (zie [Hoofdstuk 3](#)), zodat meetpunten niet onterecht over het hoofd worden gezien.

De selectie van meetpunten is uitgevoerd op basis van overlays met landelijke kaarten van teelten, bodemtypen, kwel en oppervlaktewateren. Door het gebruik van landelijke GIS-kaarten en de beperkte nauwkeurigheid van de locatiebepaling van de meetpunten geeft deze selectie een eerste indruk van de beschikbaarheid van geschikte meetlocaties. Een locatie-specifieke analyse is noodzakelijk voor een definitieve selectie van meetlocaties. De overzichten in deze paragraaf geven dus een beeld van de potentieel bruikbare meetlocaties gekoppeld aan het KMG. Overigens kunnen het LMG en de PMG nog geschikte locaties bevatten die geen onderdeel zijn van het KMG en daardoor niet in deze inventarisatie terugkomen. De verwachting is dat het aantal extra geschikte meetpunten beperkt is, omdat de meetfilters meestal op afstand van teelten liggen.

[Figuur 4.1](#) geeft een overzicht van de KMG-locaties die mogelijk voldoen aan de criteria voor een signaleringsmeetnet. In [Tabel 4.2](#) zijn deze locaties opgesplitst naar teelt-bodemcombinatie en provincie. Het KMG bevat 913 unieke meetlocaties, waarvan er 112 potentieel geschikt zijn om op te nemen in een signaleringsmeetnet, door in de betreffende percelen mengmonsters van het bovenste grondwater of uitspoelingswater te verzamelen. Het aantal meetpunten is onvoldoende om statistisch onderbouwde conclusies over het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen te kunnen trekken. Alleen onder gras op zand biedt het aantal meetlocaties hiervoor een eerste aanzet. De andere grote teelten (mais, aardappelen en (in mindere mate) granen), risicoteelten en percelen met intensieve rotaties zijn ondervertegenwoordigd.

FIGUUR 4 1

Ligging van de meetpunten die onderdeel zijn van het KMG en op locaties die mogelijk voldoen aan de criteria voor een signaleringsmeetnet (n=112). Als criteria zijn gebruikt: afstand tot perceel < 1 m, GLG < 5 m - mv, afstand tot oppervlaktewater > 2 m en kwelgebieden uitgesloten.

Selectie meetpunten KMG
 Afstand perceel <= 0.1 m
 GLG <= 5m
 Hydrologie = Infiltratie/Intermediair
 Afstand water <= 2m
 112 punten



TABEL 4.2

Aantal KMG-locaties die potentieel geschikt zijn voor een signaleringsmeetnet (in perceel, geen kwel, GLG<5 m, >2m van OW) en opgesplitst naar geselecteerde teelt-bodemcombinaties. Teelten zijn bepaald op basis van het dominante gewas in de rotatie afgeleid van de Basisregistratie Gewaspercelen 2009-2020.

| Dominant gewas | Bodemtype | Drenthe | Flevoland | Friesland | Gelderland | Groningen | Limburg | Noord-Brabant | Noord-Holland | Overijssel | Utrecht | Zeeland | Zuid-Holland | Totaal |
|---------------------|------------|---------|-----------|-----------|------------|-----------|---------|---------------|---------------|------------|---------|---------|--------------|------------|
| Gras | Zand | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | 13 | 2 | | | 36 |
| Gras | Klei | | 4 | 1 | 2 | | | | 1 | 1 | 3 | | | 12 |
| Gras | Veen | 1 | | 1 | | 2 | | | | 3 | 3 | | 1 | 11 |
| Mais | Zand | 1 | | | 5 | | 1 | | | 2 | | | | 9 |
| Mais | Klei | | 1 | | 2 | | 1 | | | | 1 | | | 5 |
| Aardappel | Zand | 1 | 2 | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | | 7 |
| Aardappel | Klei | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 2 |
| Graan | Klei | | 7 | | | 1 | | 1 | | | | 3 | | 12 |
| Boomteelt | Zand | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| Fruitteelt | Zand | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| Bloembollen | Zand | | | | | | | | | | | | 2 | 2 |
| Vollegrondsgroenten | zand | | 1 | | | | 1 | 2 | | | | | | 4 |
| | Overig | | 2 | | | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | 1 | 9 |
| | subtotaal | 7 | 20 | 4 | 13 | 6 | 8 | 10 | 4 | 21 | 10 | 5 | 4 | 112 |
| | Totaal KMP | 31 | 69 | 63 | 117 | 60 | 52 | 120 | 108 | 65 | 98 | 66 | 64 | 913 |

4.2.3 Conclusies

Bovenstaande analyses laten zien dat de doelen en opzet van het KMG, LMG en PMG niet overeenkomen met die van het beoogde signaleringsmeetnet. Het KMG bevat slechts een beperkt aantal meetlocaties (c.q. percelen) die geschikt zijn om mee te nemen in een signaleringsmeetnet. Het aantal meetpunten is onvoldoende (<<150) om statistisch onderbouwde conclusies over de actuele belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen te kunnen trekken. Alleen voor gras op zand biedt het aantal meetpunten (>30) aanknopingspunten om op voort te bouwen. Voor de andere teelt-bodemcombinaties is het aantal filters te klein om op voort te bouwen. De belangrijkste oorzaak daarachter is dat de meetpunten omwille van hun doel op enige afstand van percelen zijn gelegen. De kwaliteit van het bovenste grondwater op deze locaties wordt niet, of slechts indirect, beïnvloed door gewasbeschermingsmiddelen die elders worden toegepast, en een directe relatie tussen gebruik en aantreffen van gewasbeschermingsmiddelen is niet goed mogelijk.

4.3 FREATISCHE GRONDWATERMEETNETTEN VAN PROVINCIES

4.3.1 Doel en opzet

Een aantal provincies monitort het bovenste grondwater (grondwaterstanden en/of -kwaliteit) in één of meerdere freatische grondwatermeetnetten (d.w.z. in bovenste 3 meter grondwater). Op hoofdlijnen hebben de meetnetten tot doel om ongewenste kwaliteitsveranderingen vroegtijdig te signaleren en om te beoordelen of maatregelen voldoende effectief zijn. Omdat deze meetnetten op initiatief van individuele provincies zijn ingericht, verschillen ze onderling wat betreft reikwijdte en opzet (Tabel 4.3). Zo worden niet alle meetnetten gebruikt om gewasbeschermingsmiddelen te meten, en zijn de meetpunten anders verdeeld over het landgebruik.

Wat opzet betreft zijn er op hoofdlijnen drie groepen te onderscheiden. Ten eerste de groep meetnetten die zijn vormgegeven met permanente filters. Hiertoe behoren het Meetnet Verzuring (Provincie Drenthe), het Meetnet Ondiepe Grondwa-

terkwaliteit (Provincie Gelderland) en de freatische filters in het provinciale meetnet van de Provincie Friesland. Ten tweede het omvangrijke Provinciaal Meetnet Bodem van de Provincie Noord-Brabant, dat als enige gebaseerd is op tijdelijke filters die eenmalig bemonsterd worden. Ten slotte is er de groep meetnetten die zijn gebaseerd op mengmonsters uit vier tijdelijke peilbuizen of open boorgaten verspreid over het perceel. Tot deze groep behoren de Bodemkwaliteitsmeetnetten van de Provincie Drenthe en het Freatisch Grondwatermeetnet van de Provincie Utrecht. Tot nu toe zijn gewasbeschermingsmiddelen in drie van de zeven freatische meetnetten gemonitord.

TABEL 4 3

Overzicht van de freatische grondwatermeetnetten van provincies en hun kenmerken.

| Provincie | Meetnet | Aantal punten | Permanente filters | Tijdelijke filters | Mengmonsters | Landgebruik | Frequentie | GBM gemeten |
|---------------|---|---------------|--------------------|--------------------|--------------|----------------------------------|------------|-------------|
| Noord-Brabant | Provinciaal Meetnet Bodem | 104 | | X | | Landbouw en natuur | 1/3 jaar | 1/6 jaar |
| Drenthe | Bodemkwaliteitsmeetnet Drentsche Aa | 49 | | | X | Landbouw en natuur | | Nee |
| | Bodemkwaliteitsmeetnet Provinciedekkend | 76 | | | X | Landbouw? | | Nee |
| | Meetnet Verzuring | 14 | X | | | Natuur? | | Nee |
| Utrecht | Freatisch Grondwatermeetnet | 73 | | | x | Landbouw | 1/3 jaar | Ja |
| Gelderland | Meetnet Ondiepe Grondwaterkwaliteit | 40 | X | | | Natuur, landbouw, bebouwd gebied | Vanaf 2021 | Ja |
| Friesland | | 306 | x | | | | | |

4.3.2 Bruikbaarheid als signaleringsmeetnet

4.3.2.1 Ruimtelijke spreiding

De freatische grondwatermeetnetten van de provincies zijn geschikt voor de monitoring van de kwaliteit van het bovenste grondwater onder landbouw, natuur of bebouwd gebied. Dit past bij het doel van het signaleringsmeetnet om ontwikkelingen in de grondwaterkwaliteit vroegtijdig te signaleren, en een snelle en specifieke feedback tussen monitoring en beleid te bewerkstelligen. Door gebrek aan uniformiteit in de opzet van de meetnetten zijn ze gezamenlijk echter (nog) niet geschikt voor toepassing bij de herbeoordeling van gewasbeschermingsmiddelen.

4.3.2.2 Relatie met landbouwkundig gebruik

De freatische grondwatermeetnetten van provincies verschillen onderling in opzet. Wel is het mogelijk om de relatie met landbouwkundig gebruik te leggen door de ondiepe filters.

4.3.2.3 Representatief voor perceel

Wat opzet betreft hebben de bodemkwaliteitsmeetnetten van de Provincie Drenthe en het Freatisch Grondwatermeetnet van de Provincie Utrecht de voorkeur omdat met mengmonsters een representatiever beeld van de gemiddelde concentratie onder een perceel wordt verkregen. Deze meetnetten kunnen als basis dienen voor het ontwerp van het signaleringsmeetnet.

4.3.2.4 Meetnetomvang

In [Figuur 4.2](#) en [Tabel 4.4](#) is de spreiding van de meetpunten van de freatische grondwatermeetnetten weergegeven, inclusief of sprake is van een directe relatie met de geselecteerde teelt-bodemcombinaties. In [Tabel 4.4](#) zijn de bodemkwaliteits

teitsmeetnetten van de Provincie Drenthe samengevoegd, en het Meetnet Verzuring met vaste peilbuizen weggelaten. Het aantal meetpunten per teelt-bodemcombinatie biedt alleen voor gras (>30) een eerste aanzet voor de inrichting van een signaleringsmeetnet van voldoende omvang, mits de meetopzet geharmonieerd wordt naar voorbeeld van de provincies Utrecht en Drenthe. Voor de andere teelt-bodemcombinaties zijn ruimschoots onvoldoende meetpunten beschikbaar (<30). Er rest nog altijd een grote inrichtingsopgave om over voldoende (~150 per deelgebied) meetpunten te beschikken voor statistisch onderbouwde uitspraken over de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen.

TABEL 4.4

Aanwezigheid van meetpunten van de freatische grondwatermeetnetten binnen de geselecteerde teelt-bodemcombinaties op basis van dominante teelt (2009-2020) in de gewasrotatie.

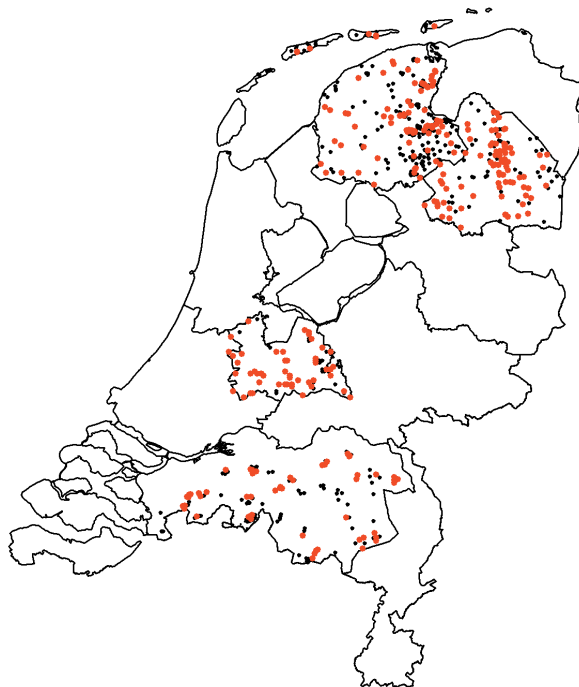
| Dominant gewas | Bodemtype | Totaal | Friesland | Gelderland | Drenthe | Utrecht | Noord-Brabant |
|---------------------|-----------|--------|-----------|------------|-----------|-----------|---------------|
| | | | Vast | Vast | Tijdelijk | Tijdelijk | Tijdelijk |
| Gras | Zand | 65 | 33 | | 41 | 7 | 25 |
| Gras | Klei | 35 | 24 | | | 11 | |
| Gras | Veen | 65 | 51 | | 8 | 6 | |
| Gras | Zand | 21 | | | 10 | 3 | 8 |
| Mais | Klei | 0 | | | | | |
| Mais | Zand | 22 | | | 5 | | 17 |
| Aardappel | Klei | 0 | | | | | |
| Aardappel | Klei | 0 | | | | | |
| Graan | Klei | 4 | | | 4 | | |
| Boomteelt | Zand | 1 | | | | 1 | |
| Fruitteelt | Zand | 14 | | | | 14 | |
| Bloembollen | Zand | 0 | | | | | |
| Vollegrondsgroenten | zand | 1 | | | 1 | 3 | |
| | Totaal | 228 | 108 | 40 | 69 | 45 | 50 |

4.3.3 Conclusies

De Bodemkwaliteitsmeetnetten van de Provincie Drenthe en Freatische Grondwatermeetnet van Provincie Utrecht passen qua opzet goed bij de doelstellingen van het signaleringsmeetnet, omdat ze gebaseerd zijn op mengmonsters van ondiep grondwater direct onder de landbouwpercelen. De omvang van deze meetnetten is echter onvoldoende (<<150) om statistisch onderbouwde conclusies over de actuele belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen te kunnen trekken. Het opschalen naar een representatief, landsdekkend signaleringsmeetnet, inclusief de achterliggende organisatie, vereist daarom een grote investering en doorlooptijd. De freatische grondwatermeetnetten van andere provincies houden qua opzet minder rekening met heterogeniteit en zijn daarom minder geschikt.

FIGUUR 4.2

Ligging en spreiding van de meetlocaties van de freatische grondwatermeetnetten in beheer van provincies. Rode meetpunten voldoen aan de criteria (1) afstand tot perceel < 0.1 m, (2) GLG < 5 m – mv, (3) afstand tot oppervlaktewater < 2 m en (4) kwelgebieden uitgesloten.



4.4 LMM

4.4.1 Doel en opzet

De hoofdvraag van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM) is:

Kunnen we een verandering zien in de waterkwaliteit en hangt die verandering samen met een verandering in de landbouwpraktijk (bijv. N overschot) en het mestbeleid?

Het doel van het LMM is om bovenstaande vraag goed in beeld te brengen. Het meetnet is daarmee belangrijk voor de evaluatie van het Nederlandse en Europese beleid over meststoffen (nitraat en fosfaat). Daarnaast houdt het LMM bij wat de effecten van de derogatie zijn op de waterkwaliteit en de bedrijfsvoering / gewasopbrengsten. Het LMM wordt gezamenlijk door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (het RIVM) en Wageningen Economic Research ontwikkeld en beheerd. Wageningen Economic Research verzamelt financiële, economische en milieudata van ongeveer 450 landbouwbedrijven. Het RIVM meet de kwaliteit van het grondwater en/of drainagewater, bodemvocht en slootwater op deze bedrijven. De focus bij het LMM ligt dus bij nutriënten. Er worden geen gewasbeschermingsmiddelen geanalyseerd.

4.4.2 Bruikbaarheid als signaleringsmeetnet

4.4.2.1 Ruimtelijke spreiding

Het LMM is een gestratificeerde aselecte steekproef uit het Bedrijven-InformatieNet (BIN) van Wageningen Economic Research. Het LMM beperkt zich tot de (relatief) homogene bedrijfstypen met dominant landgebruik. Deze bedrijfstypen vertegenwoordigen de dominante vormen van land- en mestgebruik. Ze vertegenwoordigen ongeveer 85 procent van het landbouwgebied in de regio's (Van Duijnen *et al.*, 2021). De bedrijven die aan het LMM meedoen zijn verdeeld over grondsoortregio's (zand, klei, veen en löss). Het LMM onderscheidt melkveebedrijven, akkerbouwbedrijven en overige dierbedrijven. Bij deze laatste categorie is onderscheid gemaakt tussen extensieve en intensieve dierbedrijven. Of een bedrijfstype is opgenomen in het regioprogramma hangt af van het belang van het bedrijfstype in een regio (Tabel 4.5).

TABEL 4.5*Aanwezige bedrijfstypen en grondsoort in het LMM.*

| Bedrijfstype | NSO Nederlandse variant op de Europese Standard Output (oftewel Standaard Opbrengst) -type | Zandregio | Lössregio | Kleiregio | Veenregio |
|-------------------|--|-----------|------------------|------------------|------------------|
| Melkvee | 4500 | X | X | X | X |
| Akkerbouw | 1, 6100 ^x | X | X | X | |
| Overig, extensief | 4 ^y , 7300, 8 | X | X | X | (X) ^z |
| Overig, intensief | 4611, 5, 7400 | X | (X) ^z | (X) ^z | (X) ^z |

x dit betreft gewascombinaties met maximaal 20% tuinbouwgewassen

y graasdierbedrijven met uitzondering van melkvee- (4500) en vleeskalverbedrijven (4611)

z alleen in het derogatiemetnet

In Everdingen & Wisman (2020) staan de gewassen en dieren die bij de verschillende NSO-bedrijfstypen horen. Hieruit blijkt dat met name gras en mais in het LMM vertegenwoordigd zijn. Voor gewasbeschermingsmiddelen zijn naast akkerbouw, juist ook teelten zoals vollegrondsgroenten, tuinbouw, boomgaarden en bollen relevant. Er kunnen her en der in het huidige LMM wel bijvoorbeeld percelen met groenten, bomen of bollen voorkomen, maar die zijn dan nog niet representatief voor alle bollen-, boom-, en groenteteeltpercelen in Nederland. Daarvoor wordt geadviseerd ook de gespecialiseerde bedrijven mee te nemen in de steekproef en te gaan monitoren.

4.4.2.2 Relatie met landbouwkundig gebruik

Binnen het LMM wordt in het bovenste grondwater gemeten direct onder het perceel. Daarnaast verzamelt Wageningen Economic Research reeds gegevens over het gebruik van GBM per gewas (niet op perceelsniveau). De koppeling van gegevens uit het Bedrijven Informatie Net van Wageningen Economic Research en de meetresultaten kan relevant zijn om inzicht te krijgen in emissieroutes en relaties met historische GBM-gebruiken.

4.4.2.3 Representatief voor perceel

De grondwatermetingen worden binnen het LMM gedaan door mengmonsters te analyseren op bedrijfsniveau. Het is de vraag of de LMM-werkwijze van het op bedrijfsniveau meten in mengmonsters zinnig is voor signalering van GBM, of dat dit op perceel – of gewasniveau moet gebeuren. Dit vereist een andere aanpak dan nu gehanteerd wordt in het LMM.

4.4.2.4 Meetnetomvang

Qua omvang bestaat het LMM uit 450 landbouwbedrijven. De locaties van het LMM vallen onder de privacywetgeving en worden daarom niet openbaar gedeeld. Gegevens van het LMM worden in rapportages altijd geaggregeerd weergegeven, waarbij de minimale groeps grootte 10 bedrijven is. Deze 450 landbouwbedrijven zijn echter niet representatief voor de bodemteelt-combinaties waarin we geïnteresseerd zijn en zouden zodoende uitgebreid moeten worden naar andere teelten.

4.4.3 Conclusies

De diepte waarop in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid wordt bemonsterd, namelijk het uitspoelende drainwater en de bovenste meter van het grondwater, past bij de doelstellingen van een signaleringsmeetnet. De meetopzet (bestaan uit mengmonsters) van het LMM is deels geschikt, maar omdat het LMM met bedrijfsmiddelen werkt, zal aanpassing van het meetnet noodzakelijk zijn. Voor gewasbeschermingsmiddelen is het namelijk noodzakelijk om op teeltniveau gegevens te verzamelen, omdat middelen specifiek en gericht worden toegepast. De focus ligt nu op het monitoren van nutriënten. Wageningen Economic Research verzamelt per gewastype reeds het gebruik van GBM. Echter, de deelnemers

aan het LMM hebben ingestemd met het huidige doel van het LMM. Nieuwe doelstellingen van het LMM kunnen niet zomaar worden doorgevoerd zonder toestemming van de deelnemers. Dit kan repercussies hebben voor de bereidheid tot medewerking aan het huidige LMM. Als eerste stap wordt daarom een verkenning van mogelijkheden tussen provincies en het Ministerie van LNV geadviseerd. Qua omvang en representativiteit is het LMM vooral gericht op mais en grasland en akkerbouw. Als er geen andere bedrijfstype/bedrijven in het LMM worden opgenomen is een signaleringsmeetnet GBM niet zinvol met het LMM. Het opzetten van nieuwe categorieën en werven van deelnemers vergt veel inzet van WEcR, en kan wellicht efficiënter en effectiever door provincies worden uitgevoerd.

De volgende aandachtspunten zijn van toepassing bij de afweging met betrekking tot het gebruik van het LMM als signaleringsmeetnet GBM.

- Het is qua kosten efficiënter om één monitoringprogramma te hebben dan twee in de bovenste meter grondwater. Wanneer het signaleringsmeetnet binnen het LMM wordt uitgevoerd, zullen er met name additionele kosten zijn voor laboratorium analyses en veldwerk.
- Als het signaleringsmeetnet en LMM niet worden gecombineerd bestaat een kans dat er voor overlappende parameters (zoals nitraat), de KRW en Nitraatrichtlijn rapportages twee verschillende resultaten weergeven; combineren van meetnetten betekent één set gegevens en levert een consistenter beeld internationaal.
 - De deelnemers aan het LMM hebben ingestemd met het huidige doel van het LMM. Nieuwe doelstellingen van het LMM kunnen niet zomaar worden doorgevoerd zonder melding en/of toestemming van de deelnemers. Dit kan repercussies hebben voor de bereidheid tot medewerking aan het huidige LMM. Stikstof is een politiek gevoelig dossier, met grote economische belangen. Het LMM speelt een essentiële rol in de Europese nitraatrichtlijn-rapportage en derogatierapportage. Als eerste stap wordt daarom een verkenning van mogelijkheden tussen provincies en het Ministerie van LNV geadviseerd.

4.5 LANDELIJK MEETNET GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN

4.5.1 Doel en opzet

Het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen Land- en Tuinbouw (LM-GBM) is in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu in 2013 opgezet naar aanleiding van de Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming “Gezonde Groei, Duurzame Oogst” (GGDO). Het doel van het meetnet is om:

1. een beter aannemelijk verband te kunnen leggen tussen het voorkomen van ecologische normoverschrijdingen in **oppervlaktewater** en het gebruik van specifieke gewasbeschermingsmiddelen in de Nederlandse land- en tuinbouw;
2. te kunnen vaststellen of de beleidsdoelstellingen in de Tweede Nota wat betreft de reductie van het aantal normoverschrijdingen (90% in 2023) worden gerealiseerd en tussentijds de voortgang te monitoren;
3. te kunnen vaststellen of de beleidsdoelstellingen in het Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie gewasbescherming 2030 het Pakket van maatregelen emissiereductie gewasbescherming open teelten en het Hoofdlijnenakkoord waterzuivering in de glastuinbouw worden gerealiseerd en tussentijds de voortgang te monitoren

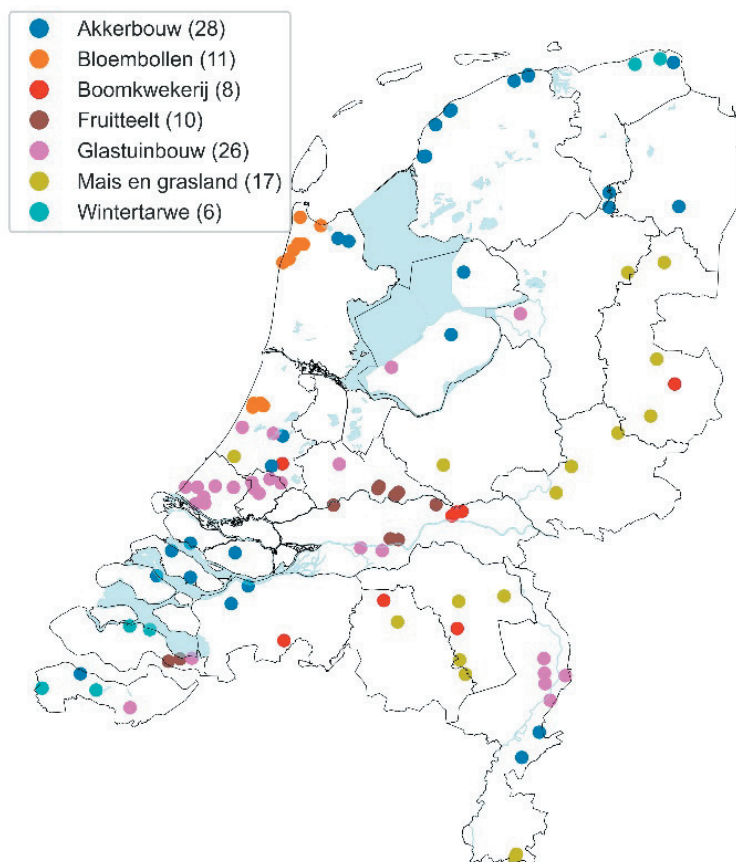
4.5.2 Bruikbaarheid als signaleringsmeetnet

4.5.2.1 Ruimtelijke spreiding

Het LM-GBM bestaat uit 106 vaste meetlocaties in oppervlaktewater verspreid over de beheersgebieden van de waterschappen (Figuur 4.3). De meetlocaties zijn in overleg met elk waterschap geselecteerd. Het belangrijkste selectie criterium was dat de meetlocatie wordt beïnvloed door één overheersende agrarische sector, waarbij de gewasbeschermingsmiddelen die ter plekke in het oppervlaktewater worden aangetroffen met grote waarschijnlijkheid ook afkomstig zijn uit die teelt. De meetlocaties worden ook als representatief gezien voor gebieden waar dezelfde teelten actief zijn maar waar geen meetlocaties zijn aangewezen. Het meetnet richt zich op de belangrijkste teeltgroepen, namelijk mais/grasland, bloembollen op zand, fruitteelt, glastuinbouw, akkerbouw, wintertarwe en boomkwekerij.

FIGUUR 4.3

Meetlocaties in het LM-GBM.



4.5.2.2 Meetnetomvang

Het LM-GBM heeft een ander doel, namelijk het monitoren van het oppervlaktewater gebaseerd op representatieve teelten. Het LM-GBM beschikt niet over grondwatermeetpunten. Daarentegen kan het koppelen van een signaleringsmeetnet voor grondwater aan het meetnet voor oppervlaktewater wel een aantal voordelen hebben. Door het meten van grondwater en oppervlaktewater in één stroomgebied te koppelen ontstaat een integrale aanpak die de processen en transportroutes van GBM blootleggen.

Een goede strategie zou kunnen zijn om binnen de stroomgebieden van de locaties dezelfde teelten te bemonsteren als binnen het LM-GBM. In [Tabel 4.6](#) is een overzicht van de aanwezige teelt-bodemcombinaties in het LM-GBM.

TABEL 4.6

teelt-bodemcombinaties in de vanggebieden van het LM-GBM per provincie. Teelten zijn bepaald op basis van het dominante gewas in de rotatie afgeleid van de Basisregistratie Gewaspercelen 2009-2020.

| Dominant gewas | Bodemtype | Totaal | Groningen | Friesland | Drenthe | Overijssel | Flevoland | Noord-Holland | Gelderland | Utrecht | Zuid-Holland | Zeeland | Noord-Brabant | Limburg |
|---------------------|-----------|--------|-----------|-----------|---------|------------|-----------|---------------|------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
| Gras | Zand | 22 | | | 1 | 3 | | | | 11 | | | 5 | 2 |
| Gras | Veen | 2 | | | | | | | 2 | | | | | |
| Gras | Zand | 2 | | | 1 | 1 | | | | | | | | |
| Mais | Klei | 22 | | | 1 | 3 | | | | 11 | | | 5 | 2 |
| Mais | Zand | 2 | | | | | | | 2 | | | | | |
| Aardappel | Klei | 15 | 1 | 4 | 1 | | 1 | 1 | | | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Aardappel | Klei | 11 | | 4 | | | 1 | | | | | | | |
| Graan | Klei | 3 | 1 | | | | | | | | | 2 | | |
| Boomteelt | Zand | 5 | | | | 1 | | | 1 | | | | 3 | |
| Fruitteelt | Zand | 1 | | | | | | | | | | 1 | | |
| Bloembollen | Zand | 11 | | | | | | 7 | | | 4 | | | |
| Vollegrondsgroenten | Zand | | | | | | | | | | | | | |

4.5.3 Conclusies

Een signaleringsmeetnet gekoppeld aan het LM-GBM kan een integrale blik geven op de processen van gewasbeschermingsmiddelen. Door de integratie van meetnetten kunnen relaties en transportroutes beter in beeld worden gebracht. Wel moet het signaleringsmeetnet nog helemaal opgezet worden en is het aantal teelt-bodem combinaties in het LM-GBM beperkt.

►► 5 DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 INFORMATIEWAARDE VAN EEN SIGNALERINGSMEETNET GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN IN GRONDWATER

Uit grondwaterkwaliteitsmonitoring van provincies (Van Loon *et al.*, 2020) en drinkwaterbedrijven (Van Driezum, 2020; Van Loon *et al.* 2017) blijkt dat restanten van gewasbeschermingsmiddelen op grote schaal in het Nederlandse grondwater aanwezig zijn. In 34% van de meetfilters op 10 m diepte overschrijden concentraties van één of meer gewasbeschermingsmiddelen of humaan-toxicologisch relevante metaboliëten de norm van 0,1 µg/l uit de Grondwaterrichtlijn. De conclusies uit deze meetnetten werken echter beperkt door op het grondwaterkwaliteitsbeleid van provincies en het toelatingsbeleid voor gewasbeschermingsmiddelen. Dit komt mede door de opzet van de monitoring:

- (1) De meetfilters van het KMP zijn minimaal 10 m diep. Als gevolg zijn de meetresultaten representatief voor gewasbeschermingsmiddelen die meer dan 10 jaar geleden zijn toegepast. De meetfilters representeren qua locatie ook niet de hele verdeling van gevoeligheid van het teeltareaal voor uitspoeling. De huidige meetnetten geven daarom een beperkt beeld van de risico's van het (huidige) gebruik van gewasbeschermingsmiddelen voor de grondwaterkwaliteit.
- (2) De meeste meetfilters staan vanwege de meetdoelen, en om praktische redenen, buiten de toepassingsgebieden van gewasbeschermingsmiddelen. Hierdoor is het aantreffen van gewasbeschermingsmiddelen in deze filters niet direct te relateren aan een specifieke toepassing; de stoffen bereiken door laterale stroming vanaf bovenstrooms gelegen gebied het filter.

Een snelle feedback tussen monitoring van gewasbeschermingsmiddelen en wet- en regelgeving vereist een specifiek meetnet dat gericht is op de monitoring van de kwaliteit van de bovenste meter(s) grondwater direct onder de teelten waar gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast. Een aantal provincies beschikt reeds over freatische grondwatermeetnetten die als signaleringsmeetnet voor gewasbeschermingsmiddelen worden ingezet, of daarvoor ingezet kunnen worden. Deze freatische grondwatermeetnetten zijn echter beperkt in omvang, en missen de noodzakelijke uniformiteit om onderlinge vergelijking van meetresultaten mogelijk te maken.

In het mestbeleid wordt al decennialang gebruik gemaakt van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) ter onderbouwing van beleidskeuzes gericht op het realiseren van waterkwaliteitsdoelen in relatie tot de actuele landbouwpraktijk. Het LMM kent als signaleringsmeetnet geen parallel voor gewasbeschermingsmiddelen, terwijl een dergelijk meetnet gedetailleerde inzichten in de relatie tussen teelt, bodem en uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen op kan leveren. Daarnaast maakt de monitoring van het bovenste grondwater (of uitspoelingswater) de effecten van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen op de grondwaterkwaliteit relatief snel zichtbaar.

5.2 GEWENSTE RUIMTELIJKE SPREIDING EN MEETNETOMVANG

Een signaleringsmeetnet voor gewasbeschermingsmiddelen in grondwater is gericht op de monitoring van de kwaliteit van het bovenste grondwater of uitspoelingswater onder landbouwpercelen. Om een ruimtelijk dekkend en gewogen beeld te krijgen adviseren wij om het meetnet in te richten op basis van de verwachte ligging van (1) de dominante teelten met een groot areaal (gras, mais, aardappelen en granen), (2) teelten met een intensief middelengebruik (boomteelt, fruitteelt en bloembollen), én intensieve wisselteelten. Deze teelten komen in Nederland in verschillende arealen voor op zand, klei, veen en löss, resulterend in 32 teelt-bodemcombinaties. Op basis van areaalvoorkomens zijn de relevante teelt-bodemcombinaties in dit rapport teruggebracht tot 12 stuks ([paragraaf 3.1](#)).

Het gewenste aantal meetpunten per deelgebied, c.q. de meetnetomvang, is een balans tussen noodzakelijke inspanning (in termen van tijd en geld) en informatiewaarde. Deze balans is niet op voorhand objectief in te schatten. Uitgaande van statistisch homogene deelgebieden en een binomiale verdeelde toetsvariabele (zoals de fractie overschrijdingen van een drempelwaarde binnen een gebied), is het aantal meetpunten voor een 95%-betrouwbaarheidsinterval geschat op 150 per deelgebied (zie [paragraaf 3.4](#)). Met 12 onderscheiden deelgebieden op basis van hoofdteelt en bodemtype, resulteert dit in een meetnetomvang van 1800 meetpunten (percelen).

Door de ruimtelijke spreiding van het signaleringsmeetnet te baseren op teelt-bodemcombinaties, wordt gestreefd naar het verkrijgen van een actueel en representatief beeld van de belasting van het grondwater met gewasbeschermingsmiddelen in relatie tot de landbouwpraktijk. Om de beoordeling van gewasbeschermingsmiddelen ten behoeve van de toelating te verbeteren, ligt het meer voor de hand om het meetnet te concentreren op de uitspoelingsgevoelige bodems in landbouwkundig gebruik, d.w.z. op de 10% uitspoelingsgevoelige gebruiksarealen die kritisch zijn voor de toelating. Het organisch stofgehalte in de bodem geeft daar een goede indicatie voor. Een dergelijk meetnet kan als verdichting op een landsdekkend signaleringsmeetnet worden ingevoerd. Afstemming tussen de ministeries die verantwoordelijk zijn voor de toelating (thans Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid en Infrastructuur en Waterstaat) en de provincies als verantwoordelijk overheid voor de grondwaterkwaliteit, is hiervoor noodzakelijk.

5.3 NAAR EEN VOORKEURSSTRATEGIE SIGNALERINGSMEETNET GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN

Voor de oprichting van een signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater is het zowel qua informatiewaarde als uitvoerbaarheid gewenst om zo veel mogelijk aan te sluiten bij bestaande beleidsmeetnetten. De mogelijkheden hiertoe zijn echter beperkt doordat veel (>1500) en grote of mengmonsters noodzakelijk zijn om binnen de heterogeniteit op verschillende ruimtelijke schalen (van perceel tot landelijk) een representatief en statistisch toetsbaar beeld van de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen te verkrijgen. Een andere beperking is dat grondwatermonsters verzameld moeten worden direct onder de verwachte toepassing van de middelen, om een tijdige en specifieke feedback naar verschillende beleidsvelden te kunnen maken. Van de operationele grondwaterkwaliteitsmeetnetten zijn alleen het LMM en de freatische grondwatermeetnetten van de provincies Utrecht en Drenthe wat meetopzet betreft geschikt om op voort te bouwen. Beide meetnetten vereisen echter nog een grote inrichtingsopgave om een voldoende landelijke dekking te verkrijgen, zelfs als ze gezamenlijk als uitgangspunt worden gebruikt. Dit betekent dat een grote investering noodzakelijk zou zijn in de werving van agrariërs, het inrichten van het meetnet en het organiseren van de dataopslag en -analyse.

Bestaande meetnetten bieden daarom geen kosteneffectieve en snel realiseerbare aanknopingspunten voor een landsdekkend signaleringsmeetnet gewasbeschermingsmiddelen in grondwater. Het is daarom te overwegen om een geheel nieuw meetnet in te richten, dat tijdig en specifiek een terugkoppeling tussen monitoring en beleid mogelijk maakt. Hiervoor zijn de volgende alternatieven beschikbaar:

- Alternatief 1: het meetnet inrichten op de meest uitspoelingsgevoelige bodems, i.e. de bodems met een laag organischestofgehalte, waarbij je qua methodiek aansluiting zoekt bij internationale werkgroepen. Dit alternatief geeft geen representatief beeld van de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland, maar zou wel goed gebruikt kunnen worden voor feedback op de toelating.
- Alternatief 2: Intensieve monitoring op verschillende locaties in het bodem-watersysteem gericht op het begrijpen en beschrijven van uitspoelingsprocessen door middel van veldstudies. Het Deense-model kan hier als voorbeeld dienen (paragraaf 2.3). De monitoring richt zich dan specifiek op de informatievoorziening van de tweede trap in de beoordelingssystematiek (paragraaf 2.1). Voor dit model ligt samenwerking met proefboerderijen voor de hand..
- Alternatief 3: Het meetnet inrichten op percelen in de vanggebieden van de KMP-meetpunten en het LM-GBM, zodat de gegevens uit meetnetten aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Het signaleringsmeetnet zou daarmee op termijn (na 10 jaar) informatie leveren over de doorwerking van het gebruik en uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar het diepere grondwater dat als uitgangspunt voor de KRW-toestandbepaling en de toelating van gewasbeschermingsmiddelen dient. Hiervoor is het noodzakelijk om de vanggebieden van de KMP-meetpunten en LM-GBM-meetpunten goed in beeld te brengen. Dit vereist locatie-specifiek onderzoek naar stromingspatronen en reistijden door combinatie van grondwatermodellering, isotopenonderzoek en/of grondwaterkwaliteitsparameters die als tracer kunnen dienen.

Daarnaast kan registratie van toegepaste gewasbeschermingsmiddelen in een landelijke database dienst doen als signalering. Op basis van spuitregistraties kan afgeleid worden waar welke stof, wanneer en in welke hoeveelheden is toegepast. Deze informatie is ook bruikbaar om ontwikkelingen te signaleren en vroegtijdig een beeld te krijgen van de doorwerking van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op de grondwaterkwaliteit.

Voor het inrichten van een geheel nieuwe meetnet wordt aanbevolen om dit in gezamenlijkheid op te pakken, dus met een gemeenschappelijke inspanning van ministeries, provincies, waterschappen, producenten en gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen. Om tot besluitvorming over de voorkeursstrategie te komen, bevelen wij een haalbaarheidsstudie voor bovenstaande opties aan. Deze haalbaarheidsstudie dient betrekking te hebben op de kosten, draagvlak en operationele aspecten, in relatie tot de informatiewaarde van de verschillende opties. Centrale vraag hierbij is hoeveel een signaleringsmeetnet mag kosten, hoe deze kosten verdeeld worden en welke informatie dat voor welk doel op zou leveren. Parallel daaraan adviseren wij om operationele monitoring voort te zetten en een pilot te starten door opschaling van de freatische grondwatermeetnetten voor een specifieke teelt, bijvoorbeeld mais op zand.

▶▶ 6 LITERATUUR

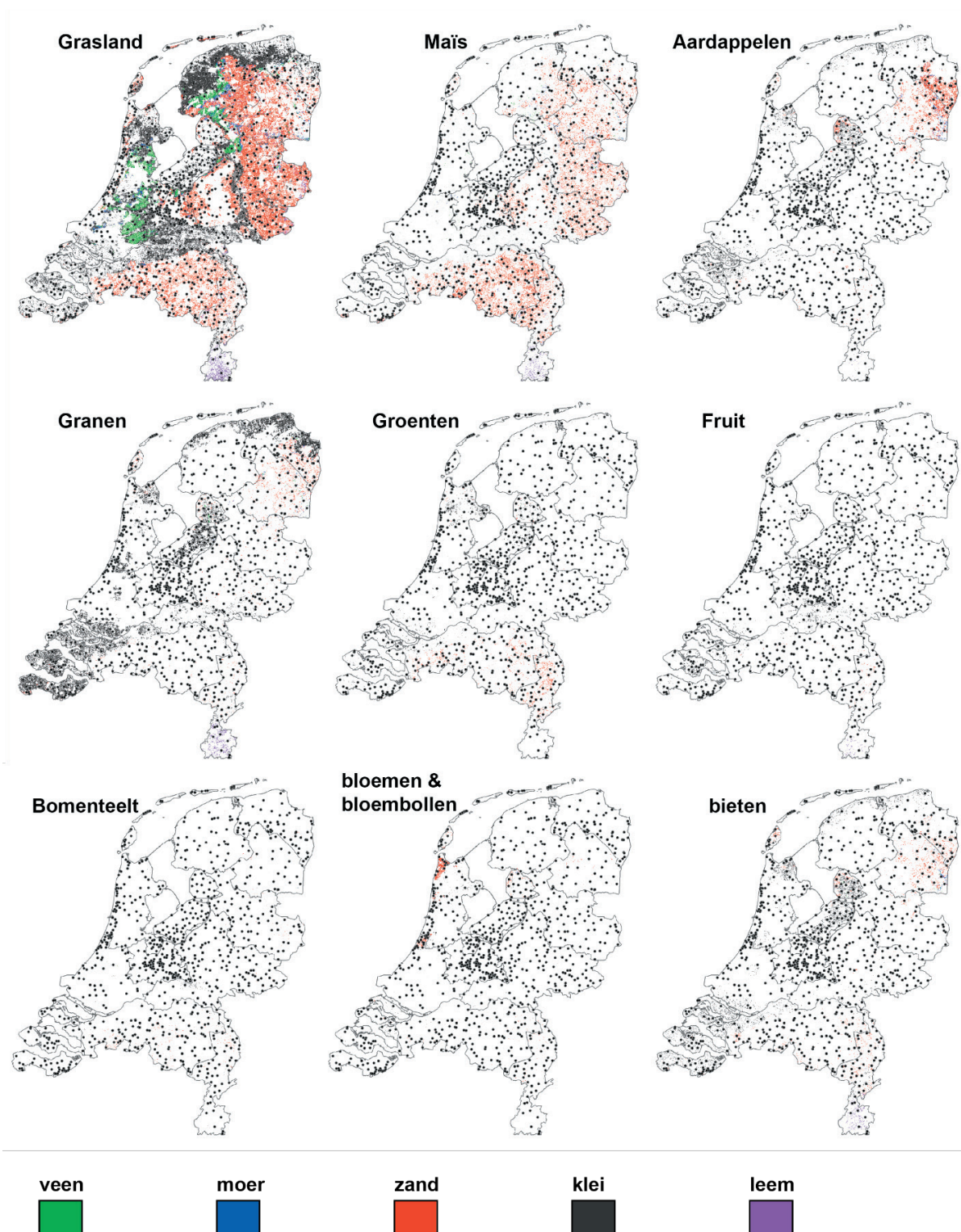
- Aden, K., Binner, R., Fischer, R., Gottschild, D., Klowskowski, R., Schnikel, K. & Michalski, B. (2002) Protection of groundwater from entry of plant protection products: guidance on how to clarify findings and implement post-registration monitoring studies (Official English translation). *Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz* 54(5):125–129
- Berg, F. van den, Bruns, D.J., Burgers, S.L.G.E., Heuvelink, G.B.M., Kroes, J.G., Stolte, J., Tiktak, A., en Vriest, F. de, 2008. Uncertainty and sensitivity analysis of GeoPEARL. Alterra, Wageningen, Alterra-rapport 1330. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/report_1330.pdf.
- Berg, F. van den, Tiktak, A., Hoogland, T., Poot, A., Boesten, J.J.T.I, Linden, A.M.A. van der & Pol, J.W. (2017). An improved soil organic matter map for GeoPEARL_NL. Model description of version 4.4.4 and consequences for the Dutch decision tree on leaching to groundwater. Wageningen Environmental Research report number 2816. Wageningen: Wageningen Environmental Research
- Claessens, J., Wit, M., en Wattel, E., 2020. Feitenrapportage grondwaterkwaliteitsmeetnetten. RIVM, Bilthoven, RIVM-rapport 2020-0186.
- Van Driezum, Beekman, J., Van Loon, A.H., Van Leerdam, R.C., Wuijts, S., Rutgers, M., Boekhold, S., en Zijp M.C., 2020. Staat drinkwaterbronnen. RIVM, Bilthoven, RIVM-2020-0179, DOI 10.21945
- EFSA PPR Panel (EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues), 2013; Scientific Opinion on the report of the FOCUS groundwater working group (FOCUS, 2009): assessment of higher tiers. *EFSA Journal* 2013;11(6):3291. [25 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2013.3291
- Gaalen, F. van, L. Osté & E. van Boekel (2020), Nationale analyse waterkwaliteit. Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Gimsing, A. L., Agert, J., Baran, N., Boivin, A., Ferrari, F., Gibson, R., ... & Ulrich, U. (2019). Conducting groundwater monitoring studies in Europe for pesticide active substances and their metabolites in the context of Regulation (EC) 1107/2009. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 14(1), 1-93. DOI <https://doi.org/10.1007/s00003-019-01211-x>.
- Heuvelink, C.B.M., Burgers, S.I.G.E., Tiktak, A., en Berg, F. van den, 2010. Uncertainty and stochastic sensitivity analysis of the GeoPEARL pesticide leaching model. *Geoderma* (155) 186-192.
- Knoben, R., Verhagen, F., Schoffelen, N. en Rost, J., 2021. Ex Ante Analyse Waterkwaliteit: Ex Ante 2021. RoyalHaskoningDHV, BH7109WMP2109281159.
- Landelijke Werkgroep Grondwater, 2019. Protocol voor toestand- en trendbeoordeling van grondwaterlichamen KRW – herzien 2019. <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/grondwater/grondwater-krw/protocol-toetsen>.
- Lanen, H.A.J. van, 1984. Verblijftijd van water in de onverzadigde zone van zandgronden in gebieden met diepe grondwaterspiegels. *H2O* 17(1) 9-16.
- Linden, A.M.A., Tiktak, A., Boesten, J.J.T.I. en Leijnse, A., 2009. Influence of pH-dependent sorption and transformation on simulated pesticide leaching. *Science of The Total Environment* (407) 3415-3420

- Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., 2003. Teelthandleiding zaaiuien. <https://edepot.wur.nl/119907>.
- Van Loon, A., Sjerps, R., en Raat, K.J., 2017. Gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in Nederlandse drinkwaterbronnen. KWR, Nieuwegein, BTO2017.079
- Van Loon, A.H., Pronk, T., Raterman, B., Ros, S., 2020. Grondwaterkwaliteit Nederland 2020. Anorganische parameters, bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige verontreinigende stoffen in de grondwatermeetnetten van de provincies. KWR, Nieuwegein, KWR2020.067
- Steinweg, C., Kleijer, J., en Brink, C. van den, 2020. Gebruik en risico's van gewasbeschermingsmiddelen: eindrapport Grondwaterkwaliteit Noord- en Midden Nederland. RoyalHaskoningDHV, BF9001WATRP2004141246WM.
- Swartjes, F.A., Hoekstra, N., Verweij W., Dijkstra J.J., Van Vliet, M.E., Van Loon, A.H., en Schipper, P. 2021. Vergrijzing van grondwater. Deltafact, <https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/kennisimpuls-waterkwaliteit/vergrijzing-van-grondwater>.
- Tiktak, A., Bleeker, A., Boezeman, D., Dam, J. van, Eerdt, M. van, Franken, R., Kruitwagen, S., en Uijl, R. de, 2019. Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd. Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst. PBL, Den Haag, PBL-publicatienummer 3549. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-geintegreerde-gewasbescherming-nader-beschouwd-3549_0.pdf.
- Visser, M., 2020. Rapportage meetronde freatische grondwaterkwaliteit Provincie Utrecht 2020: kwaliteitscontrole en gegevensanalyse. Sweco, SWNL0269600.
- Wit, M., Claessens, J., Dik, H. en Aa, M. van der, 2020. Trendanalyse grondwaterkwaliteit van drinkwaterwinningen (2000-2018).

►► BIJLAGE I: Voorkomen van doelteelten in gewasrotaties met overlay voor KMG-meetpunten

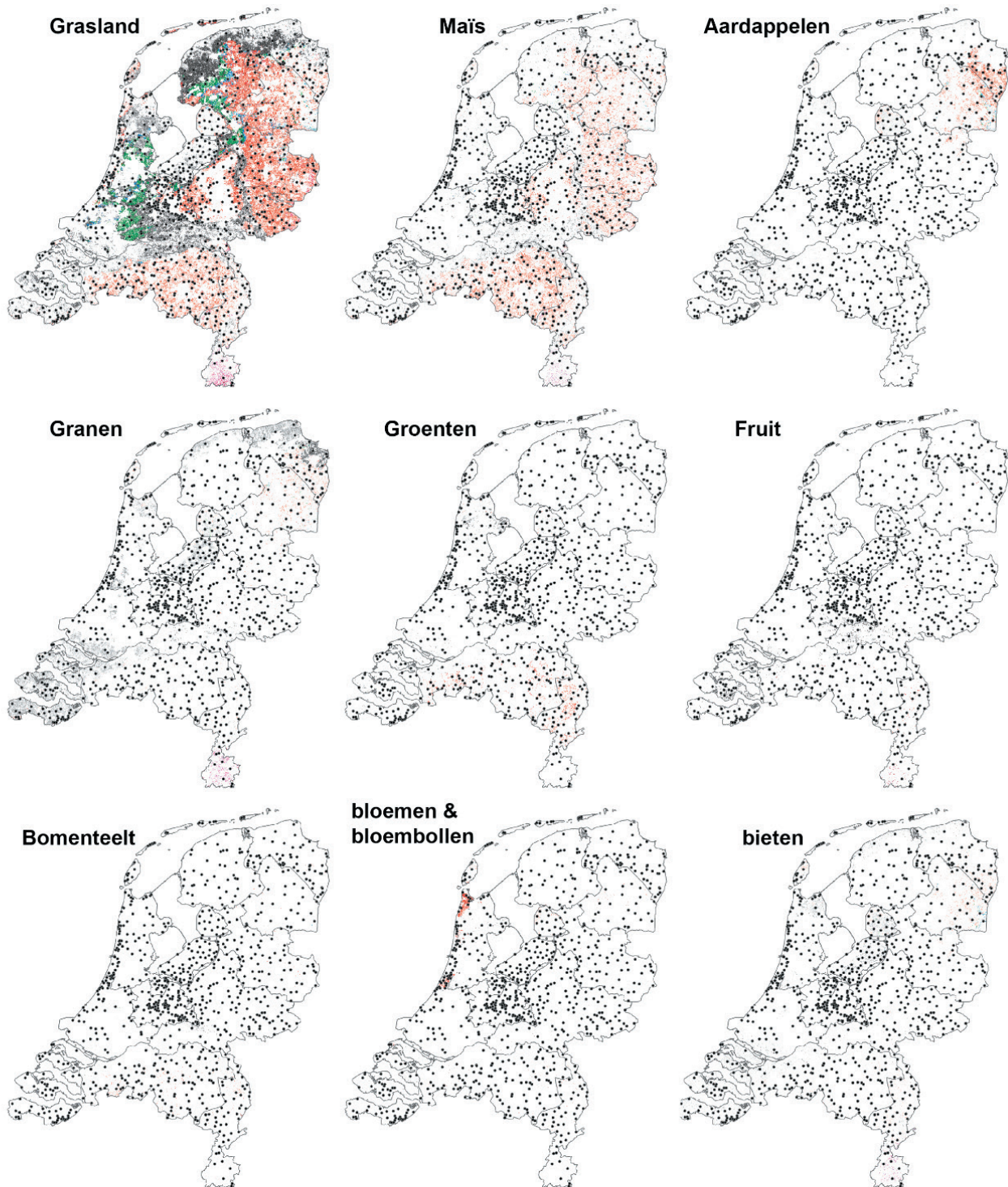
KAART 1

Aanwezigheid van doelteelten als dominant gewas in de gewasrotatie opgedeeld naar bodemtype zand, klei, moer, veen en leem.



KAART 2

Relatief voorkomen van doelteelten als dominant gewas in de gewasrotatie opgedeeld naar bodemtype zand, klei, moer, veen en leem.



TABEL 6.1

Areaal (ha) per doelteelt-bodemcombinatie per provincie. De arealen zijn berekend op basis van een combinatie van de BOFEK2020-data-base (bodemtypen) en de LGN6-kaart, en geven dus mogelijk een onderschatting van het areaal aan wisselteelten.

| Doelteelt | Groningen | Fryslân | Noord-Holland | Drenthe | Overijssel | Flevoland | Gelderland | Zuid-Holland | Utrecht | Noord-Brabant | Zeeland | Limburg | Totaal |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| GrasZand | 17.405 | 51.624 | 10.533 | 53.771 | 111.570 | 2.065 | 97.916 | 2.518 | 11.010 | 95.910 | 3.711 | 21.225 | 479.258 |
| GrasKlei | 42.555 | 79.711 | 44.564 | 441 | 16.970 | 9.336 | 74.674 | 37.941 | 27.237 | 21.414 | 21.246 | 20.842 | 396.931 |
| GrasVeen | 13.800 | 57.094 | 24.173 | 28.209 | 29.581 | 610 | 5.292 | 44.691 | 22.455 | 4.211 | 130 | 1.325 | 231.571 |
| MaisZand | 3.625 | 11.023 | 1.065 | 15.824 | 34.287 | 547 | 34.741 | 74 | 2.160 | 61.170 | 722 | 15.733 | 180.971 |
| MaisKlei | 3.932 | 6.632 | 3.602 | 60 | 2.266 | 2.417 | 14.814 | 3.395 | 2.858 | 9.242 | 4.095 | 6.692 | 60.005 |
| AardappelZand | 12.382 | 1.446 | 1.956 | 19.872 | 4.966 | 3.941 | 1.870 | 66 | 66 | 9.985 | 1.321 | 5.407 | 63.278 |
| AardappelKlei | 11.336 | 6.517 | 8.905 | 47 | 262 | 16.970 | 1.203 | 11.122 | 74 | 7.374 | 17.467 | 2.853 | 84.130 |
| GranenKlei | 29.874 | 8.770 | 10.197 | 33 | 448 | 14.326 | 7.808 | 18.598 | 427 | 13.320 | 40.558 | 8.988 | 153.347 |
| BoomteeltZand | 170 | 269 | 81 | 543 | 1.159 | 90 | 1.463 | 40 | 296 | 7.156 | 55 | 2.101 | 13.423 |
| FruitteeltZand | 27 | 16 | 17 | 35 | 78 | 11 | 200 | 3 | 41 | 566 | 138 | 730 | 1.862 |
| BloembollenZand | 17 | 78 | 7.069 | 399 | 236 | 1.367 | 271 | 2.898 | NA | 510 | 24 | 996 | 13.865 |
| AgrarischOverig | 18.649 | 9.263 | 21.303 | 15.439 | 4.632 | 36.930 | 10.386 | 22.130 | 1.014 | 37.263 | 35.396 | 23.312 | 235.717 |
| Totaal | 153.772 | 232.443 | 133.465 | 134.673 | 206.455 | 88.610 | 250.638 | 143.476 | 67.638 | 268.121 | 124.863 | 110.204 | 1.914.358 |

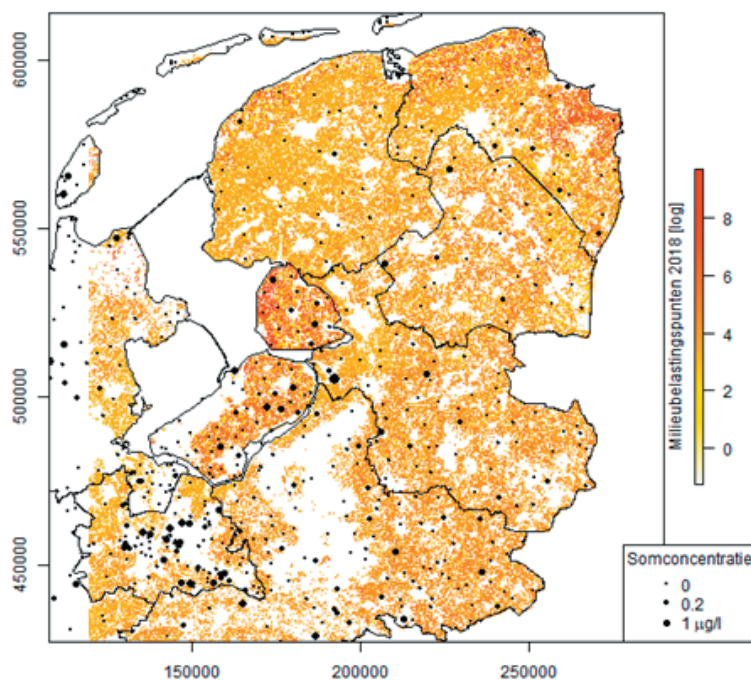
►► BIJLAGE II: Berekende milieubelastingspunten versus waargenomen somconcentraties

Het gecombineerde effect van de variatie in toepassing van middelen én kwetsbaarheid van de bodem op de belasting van het grondwater is door Steinweg *et al.* (2020) voor Noord-Nederland met behulp van de Milieumaatlat in beeld gebracht. Milieubelastingspunten zijn berekend op basis van gereconstrueerde gewasrotatie- en spuitschema's voor 2009 en 2018 in Noord- en Midden-Nederland (Steinweg *et al.*, 2020; [Figuur 6.1](#)). Milieubelastingspunten zijn een maat voor de milieueffecten van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen op voor Nederland representatieve situaties op waterleven, bodemleven, en grondwater. Voor grondwater zijn milieubelastingspunten equivalent aan 100 keer de concentratie in $\mu\text{g/l}$; 100 milieubelastingspunten staat gelijk aan de toelatingsnorm. Voor uitspoeling naar het grondwater worden het organischestofgehalte van de bodem, de eigenschappen van het middel en de tijdstip van toepassing als maatgevend voor het milieurisico gezien. Milieubelastingspunten worden berekend met de Milieumeetlat voor de open teelt. Meer informatie: <https://www.milieumeetlat.nl/nl/hoe-werkt-het-open-teelt.html>.

Wij hebben onderzocht hoe berekende milieubelastingspunten door Steinweg *et al.* (2020) zich verhouden tot somconcentraties die in de meetrondes 2015-2016 en 2018-2019 zijn waargenomen in filters op 10 m diepte, die direct onder of naast een agrarisch perceel liggen (Van Loon *et al.*, 2020). Uit deze vergelijking blijkt dat de aangetroffen somconcentraties voor gewasbeschermingsmiddelen op 10 m diepte niet verklaard kunnen worden met de milieubelastingspunten berekend op basis van gewasrotaties en spuitschema's; voor alle gronden, en specifiek zandgronden, in agrarisch gebruik correleerden de milieubelastingspunten niet met de somconcentratie van gewasbeschermingsmiddelen op 10 m diepte ($R^2 \ll 0,1$, zie linker paneel [Figuur 6.2](#)). Deze correlatie is ook erg laag voor een scherpere selectie van KMG-meetpunten, waarbij locaties met mogelijke kwelinvloed en een diepe grondwaterstand zijn weggefilterd ($R^2 \ll 0,2$, zie rechter paneel in [Figuur 6.2](#)). Hieruit blijkt dat het KMG geen gedetailleerde informatie bevat over de relatie tussen het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en hun aantreffen op 10 m diepte.

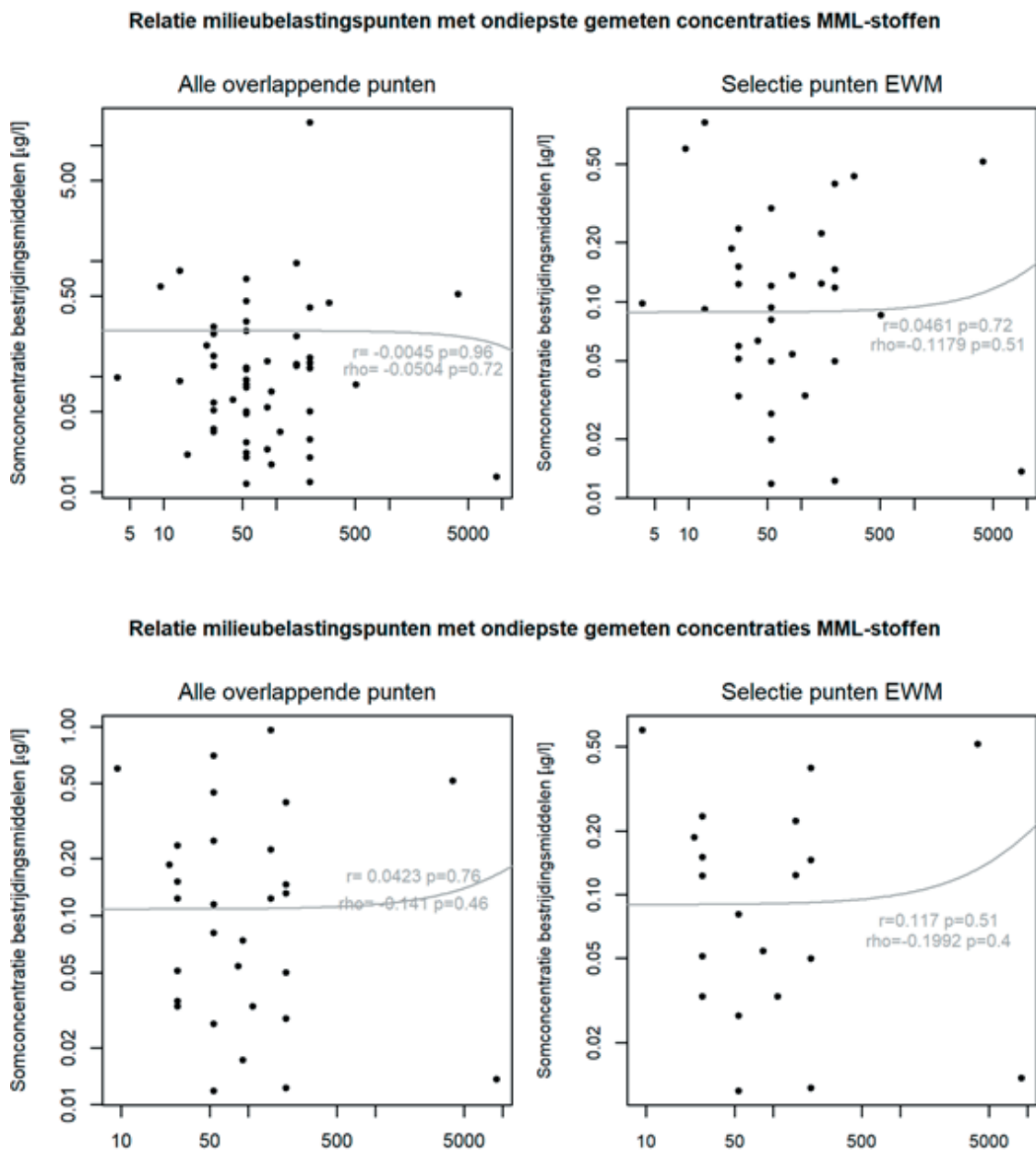
FIGUUR 6.1

Berekende milieubelastingspunten volgens Steinweg *et al.* (2020) (log-schaal) en somconcentraties van gewasbeschermingsmiddelen die zijn waargenomen op 10 m diepte.



FIGUUR 6.2

Berekende milieubelastingspunten door Steinweg et al. (2020) uitgezet tegen somconcentratie van gewasbeschermingsmiddelen waargenomen op 10 m diepte onder agrarische percelen. In de somconcentraties zijn alleen die stoffen meegenomen die ook in de milieumeetlat worden meegenomen. Boven: agrarisch gebruik op alle gronden. Onder: agrarisch gebruik op zandgrond. Links: alle KMG-meetpunten onder of direct naast landbouwgrond. Rechts: KMG-meetpunten onder of direct naast landbouwgrond op locaties met een grondwaterstand ondieper dan 5 m – maaiveld en buiten kwelgebieden.



►► BIJLAGE III: Berekende verblijftijden in onverzadigde zone

Onderstaande tabel geeft een berekende gemiddelde verblijftijd (jaar) van een conservatieve stof in de onverzadigde zone als functie van de dikte van de onverzadigde zone en het vochtgehalte. Het effect van preferente stroombanen is hierbij niet meegenomen. De berekening is uitgevoerd op basis van Van Lanen (1984):

$$t = \frac{D\theta}{NN'}$$

Hierin is t is de gemiddelde verblijftijd in jaren, D de dikte van de onverzadigde zone in meters, θ het bodemvochtgehalte, en NN' het neerslagoverschot in m/j. Voor de berekening is uitgegaan van een neerslagoverschot van 325 mm/j dat representatief is voor akkerbouwgewassen.

| Vochtgehalte | | | | | | | |
|--------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| Dikte (m) | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,35 |
| 1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,1 |
| 2 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,2 |
| 3 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 1,8 | 2,3 | 2,8 | 3,2 |
| 4 | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 2,5 | 3,1 | 3,7 | 4,3 |
| 5 | 0,8 | 1,5 | 2,3 | 3,1 | 3,8 | 4,6 | 5,4 |
| 6 | 0,9 | 1,8 | 2,8 | 3,7 | 4,6 | 5,5 | 6,5 |
| 7 | 1,1 | 2,2 | 3,2 | 4,3 | 5,4 | 6,5 | 7,5 |
| 8 | 1,2 | 2,5 | 3,7 | 4,9 | 6,2 | 7,4 | 8,6 |
| 9 | 1,4 | 2,8 | 4,2 | 5,5 | 6,9 | 8,3 | 9,7 |
| 10 | 1,5 | 3,1 | 4,6 | 6,2 | 7,7 | 9,2 | 10,8 |



Kennisimpuls
WATERKWALITEIT