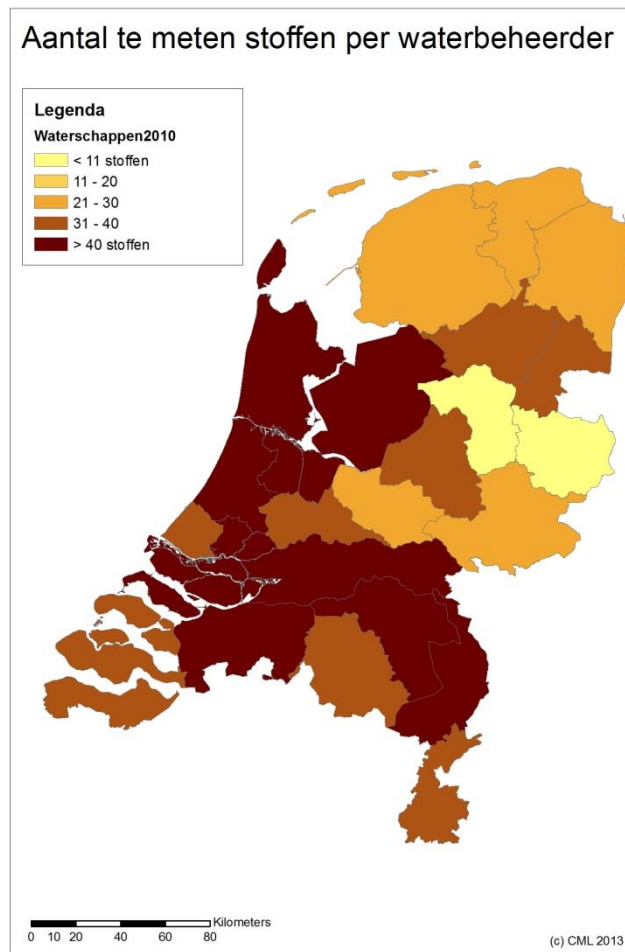


Universiteit Leiden

## Bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en koppeling met het landgebruik versie 2.0



notitie CML 49

Wil L.M. Tamis, Martina G. Vijver, Kees Musters, Maarten van 't Zelfde (CML)  
met bijdragen van Roel Kruijne (Alterra)

Augustus 2013

Centrum voor Milieuwetenschappen, Universiteit Leiden (CML)  
Einsteinweg 2, 2333 CC, Leiden  
Postbus 9518, 2300 RA Leiden  
071 – 527 7477 (projectzaken Esther Philips), 1487 (Martina Vijver)

Dit document is vrij te downloaden van de website van de bestrijdingsmiddelenatlas:  
[www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl](http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl), (→toelichting, → rapportage)

## Voorwoord

In de vorige versie van de bestrijdingsmiddelenatlas (1.0) was informatie opgenomen over de koppeling tussen bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en het landgebruik. Hierbij ging het om vragen zoals bij welke typen landgebruik vinden we hogere concentraties en normoverschrijdingen van een bepaald bestrijdingsmiddel? In deze “oude” versie van de bestrijdingsmiddelenatlas waren de gemeten concentraties en normoverschrijdingen van bestrijdingsmiddelen verwerkt op het niveau van kilometerhokken. In 2007 is een nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas (2.0) gemaakt, die voldeed aan de eisen voortkomend uit de Kaderrichtlijn Water (KRW). Dit betekende dat informatie van bestrijdingsmiddelen voortaan beschikbaar is per meetpunt. In de nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas was echter de koppeling tussen bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en het landgebruik niet opgenomen. Dit werd door vele groepen, o.a. het Ctgb en de waterschappen, een gemis bevonden. We zijn dan ook verheugd over de mogelijkheid om een nieuwe methode voor de koppeling te ontwikkelen en toe te passen voor de bestrijdingsmiddelenatlas 2.0. Voor u ligt de notitie waarin de aangepaste methode en de resultaten ervan worden beschreven. In de loop van 2013 en 2014 zullen hopelijk de ontstaande koppelingsproducten worden geïmplementeerd op de website [www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl](http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl).

W.L.M. Tamis & M.G. Vijver

## Samenvatting

In de vorige versie van de bestrijdingsmiddelenatlas was informatie opgenomen over het verband oftewel de koppeling tussen bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en het landgebruik. In 2007 is een nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas (2.0) gemaakt, die voldeed aan de nieuwe eisen voortkomend uit de Kaderrichtlijn Water (KRW). In de nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas was echter de koppeling tussen bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en het landgebruik niet opgenomen. In deze notitie wordt een aangepaste methode voor de koppeling ontwikkeld en toegepast voor de nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas. Belangrijke elementen in de aangepaste koppelingsmethodiek zijn 1) het gebruik van afwateringseenheden (GAF90) als ruimtelijke eenheid, 2) het gebruik van informatie over landgebruik en verbruik van bestrijdingsmiddelen uit NMI3 (2008), 3) het gebruik van voortschrijdende periodes van 3 jaar, 4) berekeningswijzen aangepast aan de nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas, bovendien nu rekening gehouden met variatie in oppervlakte ruimtelijke eenheden en landgebruik en 5) het gebruik van Milieukwaliteitsnormen (MKN) in plaats van Maximum toelaatbaar Risico (MTR). Deze aangepaste koppelingsmethode zijn toegepast in vier producten: 1) Koppeling per stof (concentratie en normoverschrijding), 2 en 3) samenstelling en aantal van probleemstoffen per type landgebruik, 4) te meten stoffen per waterbeheerder. Afgesloten wordt met een beschrijving van vervolgstappen: 1) implementatie van de nieuwe producten in de website, 2) verder onderzoek naar de verbetering van de koppelingsmethode, en 3) verdere optimalisatie van de presentatie van de producten.

## Summary

In the previous version of the Pesticides Atlas information was included on the relationship, or coupling, between pesticides in surface waters and land use. In 2007 a new version of the Pesticides Atlas (2.0) was created that satisfied the new requirements ensuing from the European Water Framework Directive (WFD) but which did not include the coupling between surface-water pesticides and land use. In this report a revised coupling method is developed and used for the new version of the Atlas. Key elements of this revised method include: 1) use of catchment areas (*afwateringseenheden*, GAF90) as spatial unit, 2) use of land-use and pesticide-consumption data from NMI3 (2008), 3) use of moving 3-year periods, 4) calculation methods geared to the new Atlas version and now also allowing for variation in the area of spatial units and land use, and 5) use of Environmental Quality Standards (EQS) instead of Maximum Tolerable Concentration (MTR). This revised coupling method has been used in four products: 1) coupling per compound (concentration and standards exceedance), 2) composition and 3) number of 'problematic compounds' for each land-use category, and 4) compounds to be monitored by individual water boards. The report concludes by setting out the follow-up: 1) implementation of the new products on the website, 2) further research on improving the coupling method, and 3) further optimisation of product presentation.



## Contents

VOORWOORD .....	III
SAMENVATTING .....	IV
SUMMARY .....	IV
1. INLEIDING .....	1
1.1 Achtergrond.....	1
1.2 Naar een nieuwe koppeling in de bestrijdingsmiddelenatlas .....	1
1.3 Doel .....	2
2. WERKWIJZE.....	3
2.1 Algemeen.....	3
2.2 Producten van de studie.....	4
3. AANPASSING VAN DE KOPPELINGSMETHODIEK.....	5
3.1 Algemeen.....	5
3.2 Ruimtelijke eenheden voor landgebruik .....	6
3.3 Informatie over landgebruik .....	9
3.4 Informatie over verbruik van bestrijdingsmiddelen.....	13
3.5 Temporele eenheid: periode .....	14
3.6 Aggregatie van gegevens en berekeningen.....	14
3.7 Normen, van MTR naar EQS .....	16
3.8 Statistisch programma: van Genstat naar R.....	17
4. PRESENTATIE VAN KOPPELINGSPRODUCTEN.....	19
4.1 Algemeen.....	19
4.2 Resultaten per stof.....	19
4.3 Resultaten per type landgebruik .....	21
4.4 Aantal probleemstoffen per type landgebruik.....	21
4.5 Te meten stoffen per waterbeheerder.....	23
5. VERVOLG EN AANBEVELINGEN .....	27
5.1 Algemeen.....	27
5.2 Implementatie in de BMA website.....	27
5.3 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek koppeling .....	27
5.3.1 Land- en middelengebruik, en toelatingen 2012 .....	27
5.3.2 Ruimtelijke eenheden: schematisatie KRW-verkenner .....	28
5.3.3 Wijze van analyse .....	28
5.4 Aanbevelingen voor toekomstige producten .....	28
5.4.1 Vergelijking in de tijd .....	28
5.4.2 Welke resultaten presenteren?.....	28
5.4.3 Aanvullende producten .....	29
6. REFERENTIES.....	31
BIJLAGEN .....	33

## 1. Inleiding

### 1.1 Achtergrond

De waterbeheerders in Nederland verrichten veel metingen aan het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater. Deze metingen zijn in kaart zijn gebracht op de website bestrijdingsmiddelenatlas, [www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl](http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl). Uit deze metingen komt naar voren dat er regelmatig bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater worden aangetroffen, die de normen overschrijden.

De vraag is nu wat de verschillende oorzaken zijn waardoor deze werkzame stoffen en metabolieten van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater zijn terug te vinden? De belangrijkste type oorzaak is dat bestrijdingsmiddelen ingezet worden bij een bepaald landgebruik en toepassingswijze (bijv. door volveldspuiten of alleen op verhardingen). Vandaar dat er een duidelijk verband te verwachten is tussen *welke stoffen op welk(e) meetpunt(en)* in het water en het landgebruik in de omgeving van het meetpunt. In plaats van het begrip verband maken we gebruik van het begrip koppeling of de statistische term correlatie. Informatie over het landgebruik kan dus helpen bij het verklaren van het aantreffen van middelen en de normoverschrijdingen ervan in het oppervlaktewater. Andere mogelijke oorzaken van het aantreffen van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater is via grensoverschrijdende rivieren (bijv. Tamis *et al.* 2012). Verder kan op basis van het landgebruik een inschatting worden gemaakt van de te verwachten gehalten en normoverschrijdingen van middelen in het oppervlaktewater. Dit is mogelijk interessant voor waterschappen om te besluiten welke middelen ze op welke locaties willen gaan meten. Het kan ook behulpzaam zijn bij het inzicht krijgen in concentraties aan bestrijdingsmiddelen op locaties waar geen metingen zijn verricht. De vraag daarbij is dan waar nog meer hoge gehalten of normoverschrijdingen te verwachten zijn op basis van het landgebruik. Tenslotte draagt kennis over de koppeling tussen bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en het landgebruik bij aan het kunnen nemen van maatregelen in het kader van emissiereductieplannen (bijv. De Werd *et al.* 2011). Kennis over de koppeling tussen bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en het landgebruik kan dus voor veel partijen van groot belang zijn.

### 1.2 Naar een nieuwe koppeling in de bestrijdingsmiddelenatlas

Teelten zijn gebonden aan allerlei omgevingsfactoren waaronder het type bodem en het grondwaterniveau. Vandaar dat als je ruimtelijk kijkt naar de landbouwactiviteiten, een bepaald type teelt vaak geclusterd in bepaalde regio's te vinden is. Binnen de teelten mogen specifieke middelen gebruikt worden. Als voorbeeld, in ons land worden aardappelen, bieten en granen voornamelijk geteeld op de zeekleigronden van Flevoland en Zeeland. De fruitteelt is voornamelijk te vinden in het rivierengebied, en de bollen uiteraard in de Bollenstreek. De kaarten in de bestrijdingsmiddelenatlas (BMA) laten eveneens een sterke clustering zien van het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in concentraties die de milieukwaliteitsnormen

overschrijden. In de vorige versie van de BMA waren verschillende producten opgenomen die inzicht gaven in het verband of de koppeling tussen landgebruik en bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater<sup>1</sup>. Voor de berekening en presentatie van deze koppeling tussen landgebruik en bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater wordt verwezen naar De Graaf & De Snoo (2003) en Tamis *et al.* (2004). Ook is op de BMA-website veel informatie te vinden over de werkwijze van de koppeling. Van de resultaten van de koppeling zijn recent twee publicaties geschreven (Van 't Zelfde *et al.* 2012, Tamis *et al.* 2012). In al deze bronnen wordt ook gewezen op de beperkingen en mogelijke verbeteringen van de wijze waarop de koppeling wordt bepaald, bijvoorbeeld de ruimtelijke eenheid waarop de koppeling gebaseerd wordt, het rekening houden met schijnrelaties e.d.

Vanaf 2007 is er een nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas (2.0), die voldoet aan de eisen en richtlijnen vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW) (Van 't Zelfde *et al.* 2010). Door de nieuwe eisen en richtlijnen vanuit de KRW kon de koppeling tussen landgebruik en bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater niet direct opgenomen worden in de nieuwe versie van de BMA. Wel bleef er een grote vraag naar producten, met name bij de Ctgb, maar ook bij waterschappen, de nationale overheid en de industrie, waarbij metingen aan bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater werden gekoppeld aan landgebruik. In 2012 heeft het ministerie van I&M opdracht gegeven om de werkwijze van de koppeling aan te passen aan de nieuwe BMA.

### 1.3 Doel

In dit rapport presenteren wij de aangepaste methode en eerste resultaten voor het verband tussen het landgebruik, in het bijzonder het landbouwkundig gebruik en verhardingen in een gebied, en de gemeten concentraties en de normoverschrijdingen van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater. In een vervolgproject kunnen de resultaten van de aangepaste koppelingsmethode opnieuw worden opgenomen in de lopende versie van de BMA.

---

<sup>1</sup> Deze koppelingsproducten zijn nog steeds in te zien in de nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas.

## 2. Werkwijze

### 2.1 Algemeen

Voor dit rapport zijn in september en oktober 2012 intern en extern een aantal besprekingen gevoerd, gericht op de mogelijke varianten voor verwerking en presentatie. Een aantal varianten zijn doorgerekend en keuzes van de definitieve variant is uiteindelijk gemaakt door een begeleidingscommissie. Een belangrijk uitgangspunt van het project was om de werkwijze en de producten van de “oude” koppeling (zie inleiding voor referenties) zoveel als mogelijk op te nemen in de nieuwe versie. Deze worden daarom niet of zeer beknopt in deze rapportage herhaald. Een voorbeeld hiervan is dat alle meetpunten in de Nederlandse oppervlaktewateren zijn meegenomen, met uitzondering van de meetpunten in de rijkswateren (rivieren, IJsselmeer, etc.). Hierin verschilt de nieuwe methode voor de berekening van de koppeling niet van de oude methode.

Verder is er een onderscheid gemaakt in de aanpassing van 1) berekeningswijze (analyse) en 2) presentatie van resultaten. De wijze van analyse wordt gepresenteerd in hoofdstuk 3 en de wijze van presentatie in hoofdstuk 4.

Belangrijke aandachtspunten bij de aanpassing van de analyse zijn:

- Ruimtelijke eenheid.

In de versie 1.0 van de BMA werden de resultaten gerapporteerd op het niveau van km-hokken of -cellen (1 km x 1 km) en atlasblokken (5 km x 5 km) als ruimtelijke eenheden. In de nieuwe versie van de bestrijdingsmiddelenatlas worden de concentraties van de bestrijdingsmiddelen op het niveau van meetpunten gerapporteerd conform de KRW. Deze meetpunten moeten nu worden gekoppeld aan het landgebruik. De vraag dringt zich dan op welk landgebruik aan het meetpunt kan en moet worden toegekend.

- Informatie over landgebruik en verbruik stoffen

Recente en gedetailleerde landgebruikgegevens moeten beschikbaar zijn om een betrouwbare koppeling tussen landgebruik en bestrijdingsmiddelen concentraties in water te berekenen. In de oude versie is gebruik gemaakt van de landgebruik gegevens uit de NMI2 (van 2004). Voor de nieuwe versie moet hiervoor een update plaatsvinden.

- Temporele eenheid

In de oude koppeling werd een vaste opeenvolgende periode van 2 jaar gebruikt. In de nieuwe BMA worden de gegevens gepresenteerd per jaar. De verschillende opties voor 1 jaar of langer worden verder onderzocht.

- Wijze van aggregatie en berekeningen

In de nieuwe BMA zijn veel veranderingen doorgevoerd in de wijze waarop gegevens worden geaggregeerd, wat tot andere typen gegevens leidt, bijv. een percentage normoverschrijdingen in plaats van een presentie (wel/niet) van normoverschrijding per ruimtelijke eenheid.

- Normen

In de oude versie van de koppeling waren de Europese normen EQS nog niet beschikbaar. Nu wel, en wat zijn daarvan de consequenties voor de analyses?

- Statistisch programma

Voor de nieuwe koppeling wordt overgestapt op R, in plaats van Genstat.

## 2.2 Producten van de studie

Producten die onderzocht en uitgewerkt zullen worden:

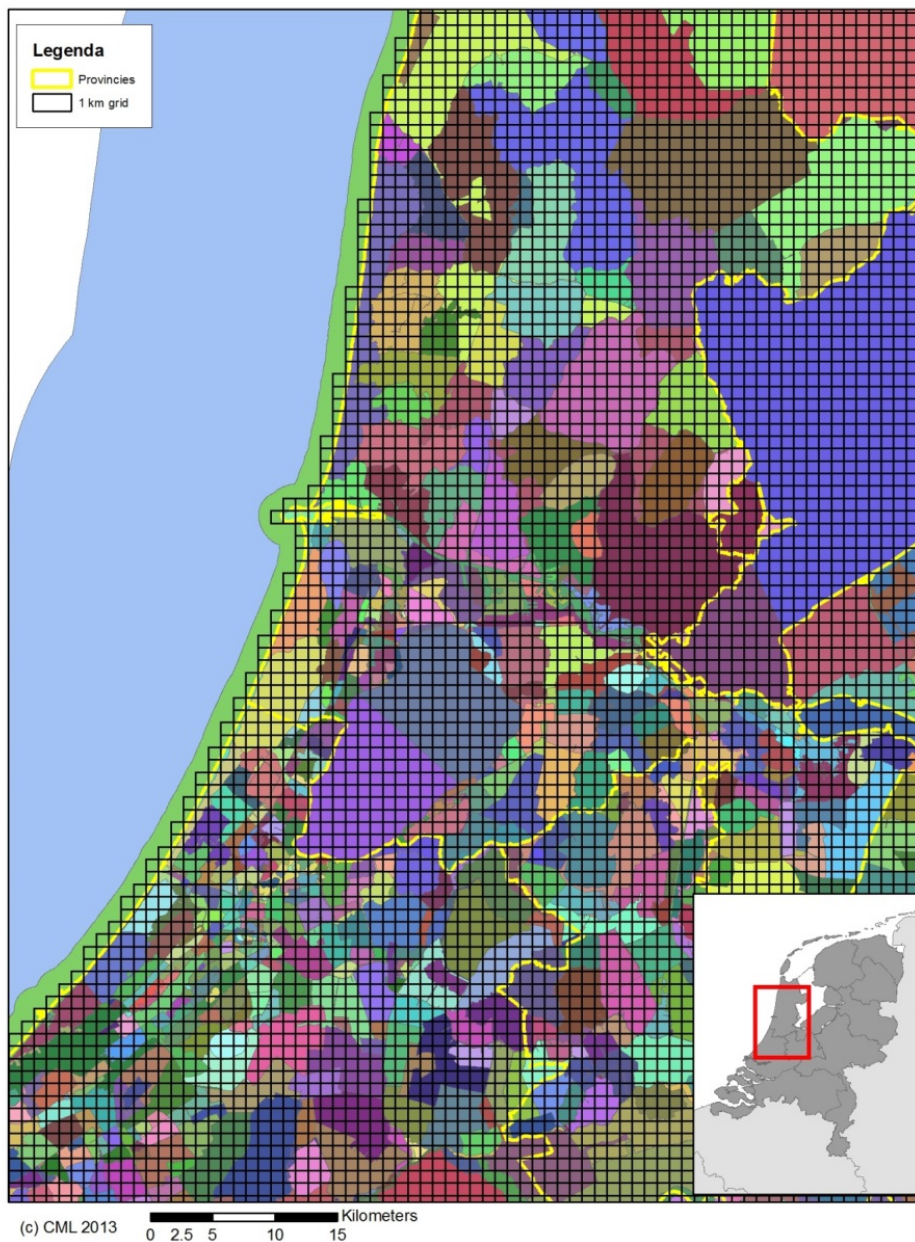
1. Per stof de resultaten van correlatieberekeningen tussen concentraties en normoverschrijdingen enerzijds, met oppervlakte landgebruik (vnl. teelten) anderzijds. Het product wordt een tabel, waarin per stof te lezen valt bij welke typen landgebruik de concentratie of de normoverschrijding (statistisch) significant toeneemt met een toenemende oppervlakte van een bepaald type landgebruik. Dit product was ook al aanwezig in de oude versie van de BMA.
2. Per type landgebruik de resultaten van de correlatieberekening tussen concentraties en normoverschrijdingen van stoffen en landgebruik. Het product wordt een tabel, waarin te lezen valt bij welk landgebruik (vnl. teelten) welke (normoverschrijdende) stoffen te vinden zijn. Dit product is nieuw en dus niet aanwezig in de oude versie van de BMA.
3. Een lijst met typen landgebruik die de grootste aantallen normoverschrijdende stoffen hebben in Nederland. Dit product was aanwezig in de oude versie van de BMA en was opgenomen in de samenvatting (Top10 belastend grondgebruik).
4. Per waterschap een lijst met de stoffen die te verwachten zijn en dus gemeten zouden kunnen worden door de waterschappen op basis van het landgebruik in dat waterschap. Dit product is nieuw en dus nog niet aanwezig in de oude versie van de BMA. In de oude versie van de BMA was wel een kaart aanwezig met het percentage stoffen dat gemeten wordt (van het totaal aantal stoffen dat gemeten zou moeten worden, gegeven het landgebruik).

### 3. Aanpassing van de koppelingmethodiek

#### 3.1 Algemeen

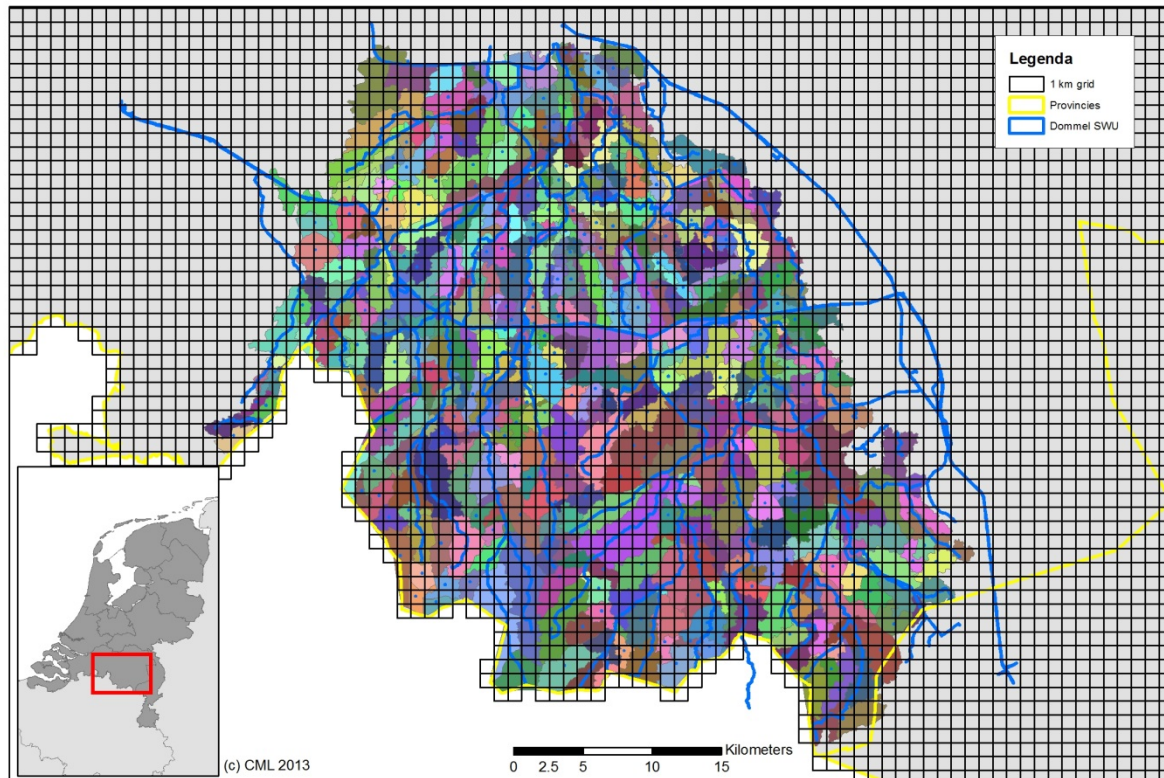
In dit hoofdstuk worden de opties voor belangrijkste veranderingen in de koppelingmethodiek geanalyseerd en uiteindelijk keuzes gemaakt voor de aangepaste werkwijze. De belangrijkste topics zijn: de ruimtelijke eenheden voor landgebruik (par. 3.2), de informatie over landgebruik (par. 3.3 en 3.4), de temporele eenheid, periode (par. 3.5), de wijze van aggregatie van gegevens en wijze van analyse van de normoverschrijdingen (par. 3.6), de normen (par. 3.7) en statistiekprogramma (par. 3.8).

#### Verschillende grootte van afwateringseenheden (GAF90)



Figuur 1. Indeling in afwateringseenheden (GAF90, gekleurde vlakken) en in km-hokken (1x1 km, zwart raster).

## Overzicht van Deltares Locale Surface Waters (LSW) voor gebied van de Dommel



Figuur 2. Indeling in LSW-eenheden (gekleurde vlakken en blauwe lijnen) van de KRW-gebiedschematisatie voor de Dommel-regio, en in km-hokken (1x1 km, zwart raster), zie tekst voor bronnen.

### 3.2 Ruimtelijke eenheden voor landgebruik

In de vorige versie van de koppeling was de ruimtelijke eenheid het km-hok, 1x1 km, volgens een vast grid (RD-meting-Amersfoort coördinatenstelsel, daarnaast ook opgeschaald tot atlasblok 5x5 km, Figuren 1 en 2). In de nieuwe BMA wordt uitgegaan van meetpunten. Belangrijke vraag hierbij is, welk deel van de omgeving draagt bij aan de belasting met bestrijdingsmiddelen? Dit moet bij voorkeur een logische eenheid zijn, waarbij het landgebruik ook inderdaad bijdraagt aan de belasting van het meetpunt, dus rekening houdend met afstroming en stromingsrichting van het water.

Er zijn vier varianten in beschouwing genomen:

- De afwateringseenheden (GAF90), zie Figuur 1 (zie bijv. KRW-portaal: <http://krwportaal.nl/portaal/>): meerdere meetpunten per ruimtelijke eenheid en variabele grootte. Ook onderzoek naar effect grootte;
- De schematisatie van de KRW-verkenner, zie Figuur 2 (bijv. Van den Roovaart *et al.* 2012): meerdere meetpunten per ruimtelijke eenheid en variabele grootte;
- Twee ringen van NMI-landgebruikcellen (250x250 m) om de cel met het meetpunt (dus totaal 25 cellen, 1250x 1250 m): één meetpunt per ruimtelijke eenheid en vaste grootte;

- Klassieke km-hok (1x1 km), zie Figuur 1 en 2: meerdere meetpunten per ruimtelijke eenheid en vaste grootte, te gebruiken als “referentie” van oude koppeling.

Een belangrijk voordeel van de GAF90-afwateringseenheden is dat in vergelijking met de klassieke km-hokken gebruik gemaakt wordt van (hydrologische) afwateringseenheden. Een belangrijk nadeel van de GAF90 is de enorme variatie in grootte (Figuur 1). Des te groter de eenheid, des te zwakker is waarschijnlijk het verband met het landgebruik erin. Daarom is ook een extra variant doorgerekend, waarin rekening is gehouden met de grootte van de ruimtelijke eenheid. Een ander nadeel van de GAF90 is dat deze indeling niet meer wordt onderhouden.

Een nieuwere schematisatie is die van KRW-verkenner. Deze maakt ook gebruik van de GAF90-afwateringseenheden en combineert die met eenheden en informatie van het Nationaal Hydrologisch Model. Groot voordeel hiervan is dat informatie is opgenomen over bijv. stromingsrichting. Nadeel zijn de relatief kleine eenheden, voor toepassing in de koppeling zou een opschaling door regionale aggregatie van eenheden nodig zijn. Deze schematisatie is echter nog volop in ontwikkeling (mondelinge mededeling J. van der Roovaart, Deltares) en is door ons op dit moment verder niet in beschouwing genomen.

De derde variant is geïnspireerd door de werkwijze en de resultaten van de studie van Heuvelink *et al.* (2011). In deze studie is de relevantie onderzocht, van het schaalniveau voor 10 variabelen die de concentratie van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater kunnen beïnvloeden. Een van de belangrijke conclusies was dat informatie op het hogere schaalniveau *rondom een meetpunt* vaak van belang was.

Ook de km-hokken zijn als “referentie” van de oude koppeling meegenomen. Hierbij is alleen het schaalniveau vergelijkbaar, want er zijn vele andere verschillen tussen oude en nieuwe koppeling bij de wijze van berekening.

Tabel 1. Aantal stoffen met ten minste één ( $n > 0$ ) waarneming (=een concentratie en oppervlakte landgebruik  $> 0.001$  ha per ruimtelijke eenheid), tenminste tien ( $n > 10$ ) waarnemingen, een positieve correlatie ( $n_{pos}$ ) tussen landgebruik en concentraties, een significante positieve correlatie ( $n_{sig}$ ) en de mediaan waarde van de significante P-waarden voor drie ruimtelijke eenheden (RE), te weten: AE=afwateringseenheid, km= km-cel, en mpt = 1250 x 1250 m rond meetpunt en voor 2 periodes (tijd) , 1 jaar (2010) en 3 jaar (2009-2011). Cijfers zijn gemiddelden per 22 typen landgebruik. Non-parametrische Spearman correlatie, eenzijdig (positief) getoetst.

RE	tijd	n>0	n>10	%n>10	npos	%pos	nsig	%sig	med_sig
AE	1	609	388	63.7	172	44.3	81.6	47.5	0.00422
km	1	575	483	84.0	176	36.4	66.6	37.9	0.01072
mpt	1	583	498	85.4	188	37.8	74.1	39.4	0.00845
AE	3	629	443	70.5	205	46.3	100.3	48.8	0.00260
km	3	599	522	87.1	205	39.2	86.4	42.2	0.00640
mpt	3	605	531	87.8	211	39.7	95.9	45.4	0.00422

Tabel 2. Zie Tabel 1, maar nu voor correlatie tussen landgebruik en normoverschrijding (MTR). NB. Er is hier nog een ander criterium (niet in de tabel gepresenteerd) toegepast, nl tenminste 3 ruimtelijke eenheden met een of meer normoverschrijdingen. Logistische regressie van aantal normoverschrijdingen (%) in relatie tot oppervlakte landgebruik. Eenzijdig getoetst.

RE	tijd	n>0	n>10	%n>10	npos	%pos	nsig	%sig	med_sig
AE	1	518	364	70.2	17.3	4.75	2.32	13.4	0.0136
km	1	494	422	85.3	11.4	2.71	2.77	24.3	0.0150
mpt	1	500	434	86.8	14.4	3.32	1.91	13.2	0.0126
AE	3	529	411	77.6	32.7	7.96	7.27	22.3	0.0173
km	3	510	454	89.1	25.6	5.64	7.14	27.8	0.0161
mpt	3	514	462	89.9	28.2	6.12	6.32	22.4	0.0135

De effecten van de verschillende ruimtelijke eenheden en periodes (zie par. 3.4) voor de correlaties met de concentraties zijn weergegeven in Tabel 1 en voor normoverschrijdingen in Tabel 2. Het totaal aantal gemeten stoffen is 616 voor 1 jaar (2011) en 636 voor 3 jaar (2009-2011). Het totaal aantal stoffen met een norm is 634. Het totaal aantal stoffen met tenminste één waarde in één ruimtelijke eenheid (n>0) in Tabel 1 en 2 etc. is lager dan deze totale waarden, omdat in de tabel het gemiddeld aantal stoffen *per type landgebruik* betreft. Niet bij alle typen landgebruik zijn immers alle stoffen gebruikt of gemeten.

De ruimtelijke eenheid AE (afwateringseenheden, GAF90) hebben meer stoffen met tenminste één waarneming (n>0), maar minder met ten minste tien (n>10) waarnemingen dan de overige typen ruimtelijke eenheden. Dit hangt samen met de grotere oppervlakte van de AE ten opzichte van de ruimtelijke eenheden km en mpt.

Het aantal stoffen met een positieve correlatie met concentratie of normoverschrijding is voor alle ruimtelijke eenheden ongeveer gelijk, maar het aantal significante correlaties en de significantie ervan is hoger (met name voor concentraties) voor de afwateringseenheden (AE). Ook dit hangt waarschijnlijk weer samen met het feit dat afwateringseenheden (AE) groter zijn dan km-hokken (km) of meetpunten in blokken (mpt). Voor de nieuwe koppeling tussen landgebruik en bestrijdingsmiddelen zal voortaan gebruik worden gemaakt van de afwateringseenheden.

De afwateringseenheden variëren sterk in grootte. Het gaat hierbij om de totale oppervlakte en niet om de oppervlakte van het landgebruik. Hoe groter de afwateringseenheid hoe minder sterk het effect van het landgebruik zou moeten zijn op het meetpunt. Dit is verder onderzocht voor de correlatie met concentratie en periode 3 jaar (Tabel 3). Hieruit wordt duidelijk dat correctie voor de grootte van de afwateringseenheid leidt tot iets meer en betere significanties. Voor de nieuwe koppeling tussen landgebruik en bestrijdingsmiddelen zal daarom gecorrigeerd worden voor grootte.

Tabel 3. Effecten van “correctie” voor totale grootte van afwateringseenheden (AE, periode 3 jaar) op de correlatie met concentratie met bestrijdingsmiddelen. Non-parametrische partiële correlatie, eenzijdig getoetst. Geen = geen correctie; wel = wel correctie. Gemiddelde per 22 typen landgebruik. Voor verdere toelichting, zie Tabel 1.

Correctie	n>0	n>10	%n>10	npos	%pos	nsig	%sig	med_sig
geen	629	443	70.5	205	46.3	100	48.8	0.00260
wel	629	443	70.5	219	49.4	111	50.9	0.00169

### 3.3 Informatie over landgebruik

In de oude versie van de koppeling werd gebruik gemaakt van de landgebruiksgegevens van 2004 (afkomstig uit NMI2; zie bijv. Van der Linden *et al.* 2008). Daarom is voor de aangepaste koppeling ook gekozen om gebruik te maken van de landgebruiksgegevens van 2008 uit NMI3. De NMI wordt o.a. ingezet voor beleidsevaluaties maar ook binnen projecten van de Beslisboom Water (o.a. De Werd *et al.* 2011). De nieuwste versie van het NMI instrument, NMI-3 (Ontwikkeld door Alterra, RIVM en PBL) bevat landgebruik gegevens op 250 m x 250 m (zie bijv. Kruijne *et al.* 2011, zie ook de gewaskaarten: <http://www.pesticidemodels.eu/nmi/gewaskaarten>). Deze kaarten zijn berekend op basis van het Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN6; met een resolutie van 25 m x 25 m en 10 klassen van agrarisch landgebruik) en het gewasareaal per gemeente (met een fijnere verdeling in gewassen volgens het CBS; gegevens van 2008). Zie evt. Annex IV in De Werd *et al.*, 2011.

De landgebruiksgegevens van NMI3 omvat informatie over:

1. Land- en tuinbouw, met onderscheid in 44 gewassen in de sectoren akkerbouw, bloembollenteelt, boomkwekerij, fruitteelt, groenteteelt vollegrond, en veehouderij, zie bijv. Figuur 3;
2. Groenteteelt en sierteelt onder glas, met onderscheid in 14 gewassen;
3. Natuur (in oude versie: natuur, bos, kale grond);
4. Stedelijk gebied<sup>2</sup> (in oude versie: verhardingen);
5. Open water (klein open water in het landelijk gebied).

De gegevens zijn verder geaggregeerd tot 28 zogenaamde GeopEARL-klassen, als ook bij de oude koppeling is gedaan, zie bijlage voor de vertaaltabel voor de open teelten. Deze indeling voor de BMA omvat 24 GeoPEARL gewassen (ad 1), de sector glastuinbouw als één geheel (ad 2), en drie samengestelde klassen van niet-agrarisch grondgebruik uit het LGN (ad 3 t/m 5). Oorspronkelijk was de indeling van GeoPEARL gewassen gemaakt vanuit het oogpunt van de toelating. Elk gewas vertegenwoordigt een groep teelten met gelijksoortig gebruik van bestrijdingsmiddelen. Er zijn alleen oppervlaktes groter dan 0,001 ha van een landgebruik in

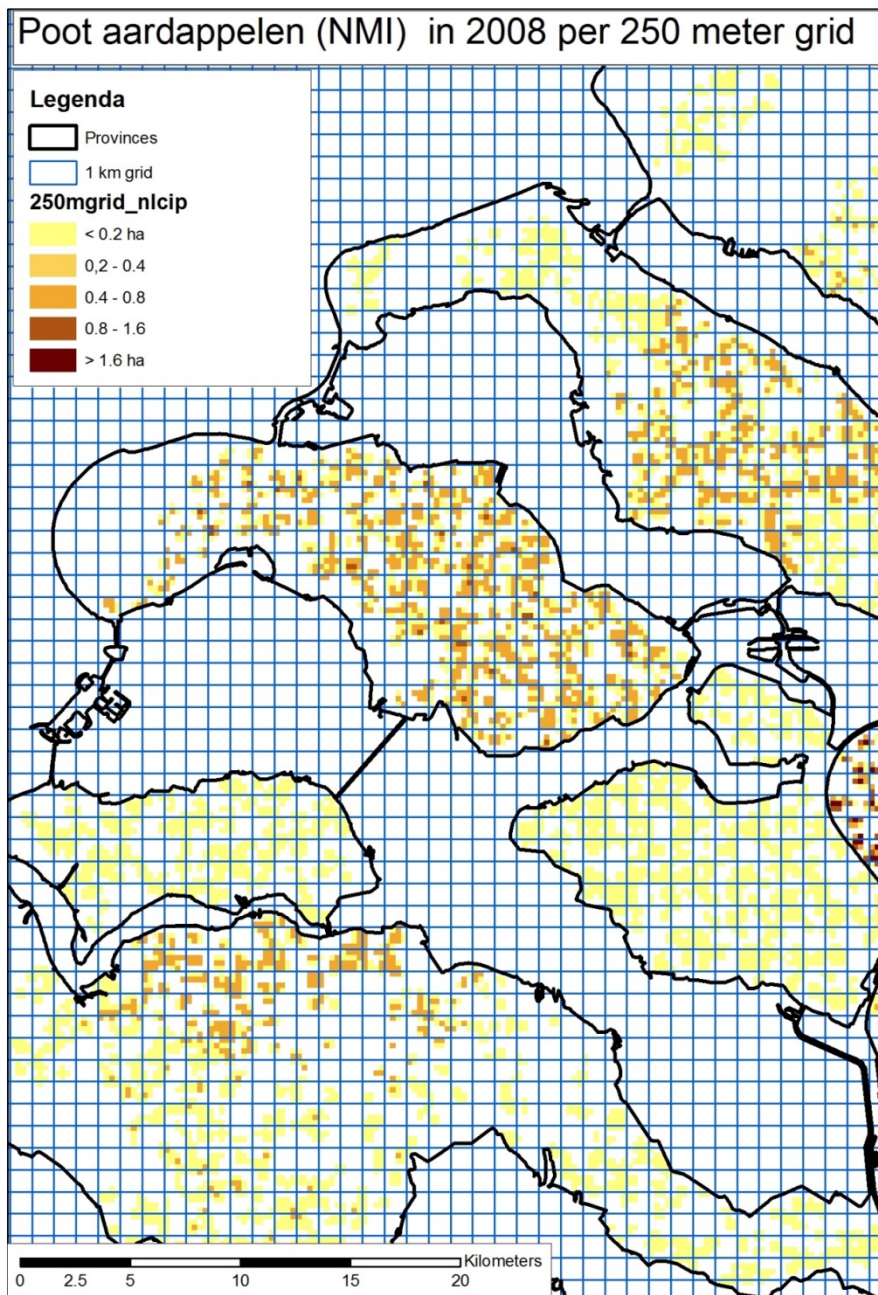
<sup>2</sup> Dit is een samenstelling van LGN-klassen voor bebouwd oppervlak *in het landelijk gebied*. Cellen binnen de grote stedelijke gebieden maken geen deel uit van de kaarten in de NMI 3. Misschien is **Verhardingen in het landelijk gebied** als toevoeging op deze plek voldoende.

beschouwing genomen. Hierbij tekenen we verder aan dat we ons afvragen in hoeverre de conversie van chicorei naar bladgroente correct en zinvol is: is chicorei een bladgroente en chicorei is dan de enige onderscheiden bladgroente.

De landgebruiksgegevens zijn gebaseerd op gegevens van 2008. Het belangrijkste verschil met de gegevens uit 2004 is de nieuwe klasse boomkwekerij in de legenda van LGN6 (2008). In LGN5 (2004) is de boomkwekerij samen met de vollegronds groenteteelt en een aantal akkerbouwgewassen ondergebracht in de restklasse “overige landbouwgewassen”. Met deze uitbreiding is de ruimtelijke nauwkeurigheid van deze vorm van landgebruik aanzienlijk verbeterd. De effecten van veranderingen in landgebruik in de loop der tijd zijn waarschijnlijk verwaarloosbaar klein. Eind 2013 zal een nieuwe versie LGN7 beschikbaar komen. In combinatie met nieuwe CBS-gewasarealen zou daarmee weer een update van de gewaskaarten kunnen worden gemaakt.

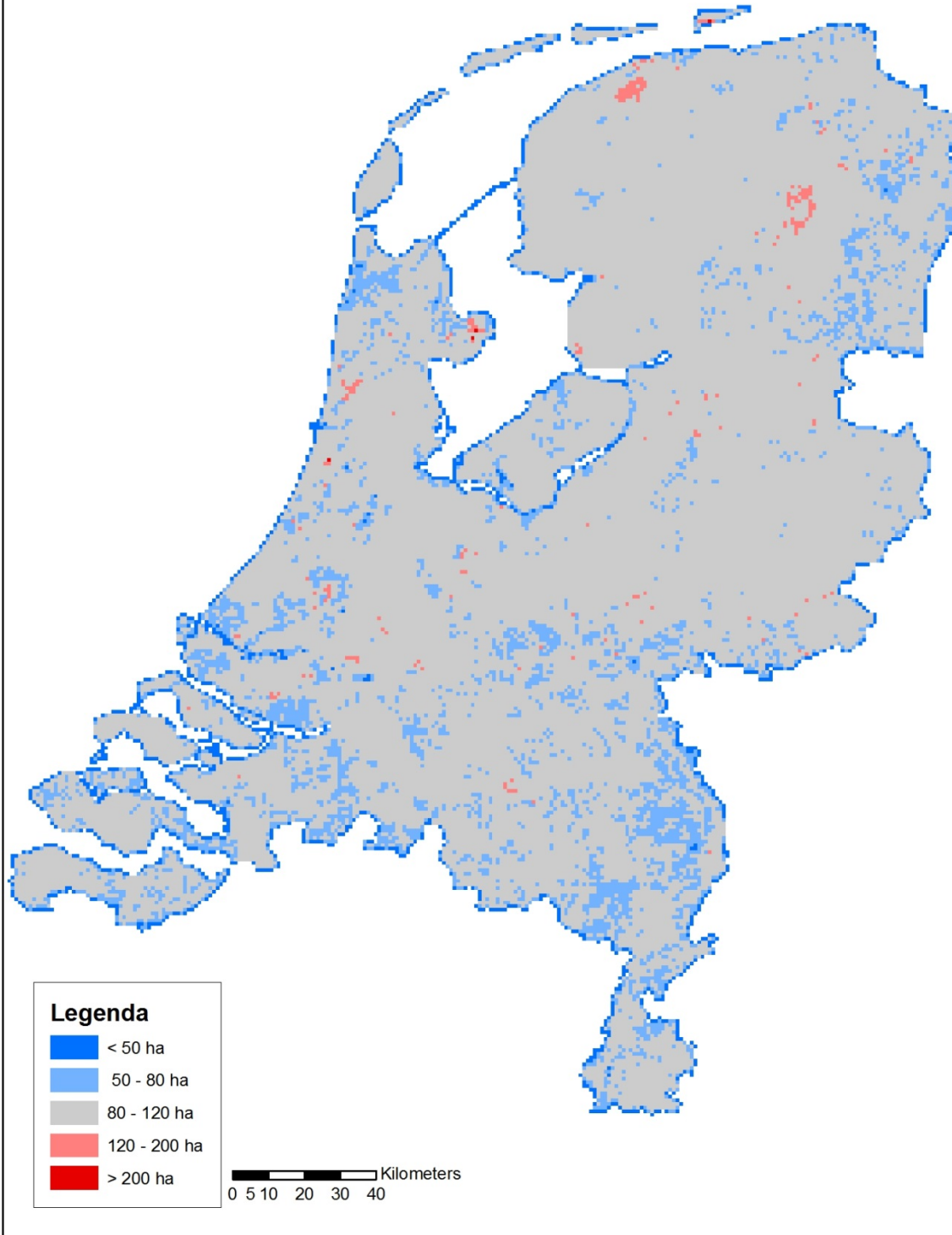
Eventuele alternatieve data voor de NMI landgebruiksgegevens zijn ook besproken in de begeleidingscommissie. Een mogelijk alternatief voor de landgebruiksdata zijn de data uit het Basis Registratie Percelen (BRP). Hiermee is bij CML en Alterra voorsnog niet of nauwelijks ervaring opgedaan en hieraan zitten mogelijke grote kosten verbonden i.v.m. de grootte van het BRP-bestand en noodzakelijke conversies. Het grote voordeel is dat alle informatie in het BRP aanwezig is op perceelsniveau. Eventuele conversiefouten als gevolg van het combineren van grondgebruik op basis van satellietbeelden (LGN) met administratieve gegevens (CBS-gewasarealen per gemeente zijn gebaseerd op de postcode van het bedrijf) komen dan niet langer voor. Een mogelijk nadeel is echter dat de huidige gewasindeling in de BRP niet goed bruikbaar is voor het onderwerp bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater.

Een probleem met de landgebruiksgegevens van NMI is dat de som van de verschillende typen landgebruik in een cel van 6,25 ha soms (veel) kleiner of groter is als 100% (6,25 ha), zie ook Figuur 4. Dit heeft verschillende oorzaken. Sommige daarvan zijn logisch, als bijv. de totale oppervlakte kleiner is dan 100%, bijv. langs de grens van Nederland. Andere fouten hebben te maken dat gewassen geadmistreerd zijn in een andere gemeente, dan waar ze daadwerkelijk geteeld worden. Dit gebeurt als de percelen akkers/grasland niet nabij de boerderij liggen. In overleg met de begeleidingscommissie is besloten om overschrijding 100% van de som oppervlaktes te corrigeren tot 100%, door de oppervlaktes evenredig te verminderen.



Figuur 3. Gewaskaart (in ha per 6,25 ha) voor pootaardappelen uit NMI3 (zie hoofdtekst voor bron)

Gesommeerde oppervlakte per vierkante kilometer  
voor NMI-grondgebruik data 2008



Figuur 4. Som landgebruik NMI3, weergegeven per vierkante km, zie tekst.

### 3.4 Informatie over verbruik van bestrijdingsmiddelen

Het relatief verbruik per gewas van 196 actieve stoffen van bestrijdingsmiddelen uit de NMI 3 is afgeleid uit de bestrijdingsmiddelen enquête van het CBS in 2008. Deze informatie wordt gebruikt om te bepalen welke correlaties tussen landgebruik en bestrijdingsmiddelen worden getoond. Voor metabolieten die uit één moederstof ontstaan wordt het relatief verbruik van de metaboliet gelijk gesteld aan die van de moederstof. Belangrijke knelpunten zijn de gedateerdheid van de CBS-gegevens (2008), en het grote aantal bestrijdingsmiddelen in de BMA (430) waarover geen informatie over verbruik beschikbaar is. De resultaten van de CBS-bestrijdingsmiddelenenquête 2012 zijn nog niet beschikbaar. Een ander onopgelost punt is de toewijzing van relatief verbruik van metabolieten met meerdere moederstoffen.

In Tabel 4 zijn de resultaten weergegeven per type landgebruik van de correlatie tussen landgebruik en normoverschrijding (MTR). Opmerkelijk zijn de lage aantallen correlaties voor de bloembollen. Kasteelten scoren als vanouds zeer hoog. Bieten en Natuur hebben geen relatie met normoverschrijdende stoffen. Nota bene: bij de uiteindelijke presentatie van de resultaten worden alleen die resultaten gebruikt van stoffen, waarvan een relatief verbruik (als benadering van toelating) bekend is voor een type landgebruik, dus voor open water en voor natuur is dat nul.

Tabel 4. Resultaten voor 22 typen landgebruik, zie verder toelichting Tabel 1 en 2. Analyse normoverschrijding op basis van % normoverschrijdingen MTR (km-hok, 3 jaar)

landgebruik	n>10	npos	%pos	nsig	%sig	med-sig
Aardappelen	506	26	5.14	8	30.77	0.0103335
Aardbeien	311	17	5.47	5	29.41	0.0172587
Asperges	497	21	4.23	5	23.81	0.0102411
Suikerbieten	502	9	1.79	0	0.00	-
Vaste planten	504	24	4.76	7	29.17	0.0172201
Bloemisterij	513	42	8.19	10	23.81	0.0156640
Bloembollen	301	7	2.33	6	85.71	0.0000127
Boomkwekerij	301	14	4.65	2	14.29	0.0292466
Fruiteelt	487	23	4.72	4	17.39	0.0292237
Granen	515	28	5.44	4	14.29	0.0066486
Grasland	521	32	6.14	11	34.38	0.0233477
Graszaad	504	44	8.73	22	50.00	0.0055890
Groentegewassen	503	11	2.19	1	9.09	0.0417402
Koolsoorten	504	26	5.16	7	26.92	0.0210195
Mais	515	18	3.50	2	11.11	0.0223489
Peulvruchten	505	22	4.36	5	22.73	0.0076454
Prei	367	21	5.72	6	28.57	0.0300808
Uien	499	27	5.41	6	22.22	0.0050239
Kasteelten	502	40	7.97	27	67.50	0.0004902
Stedelijk gebied	521	54	10.36	10	18.52	0.0044826
Natuur	521	17	3.26	0	0.00	-
Open water	520	41	7.88	9	21.95	0.0164827

### 3.5 Temporele eenheid: periode

Bij de oude koppeling werd gebruik gemaakt van opeenvolgende periodes van twee jaar, bijv. 2003-2004, 2005-2006. Hoofdgedachte hierachter was dat daarmee variatie tussen jaren (in weer en daarmee samenhangend optreden van ziekten en plagen) en in meetprogramma's (niet elk jaar dezelfde metingen) beter werd opgevangen. In de nieuwe BMA wordt de informatie weergegeven per jaar. Voor de nieuwe koppeling zijn twee varianten onderzocht:

- één jaar (2011)
- drie jaar (2009-2011)

In geval van een periode van meer dan één jaar, zijn er nog twee keuzes (in voorbeeld voor periodes van drie jaar):

- Vaste periode bijv. 2001-2003, 2004-2006.
- Voortschrijdende periode bijv. 2002-2004, 2003-2005, 2004-2006.

Zowel voor de correlaties met de concentraties als met de normoverschrijdingen geeft het gebruik van een periode van drie jaar veel betere resultaten dan een periode van één jaar, zie Tabel 1 en 2. Er is door de begeleidingscommissie gekozen van een periode van drie jaar op basis van een voortschrijdend gemiddelde. Dit sluit aan bij de oorzaak analyse van de normoverschrijdende stoffen van de beslisboom water (De Werd *et al.* 2011). Het nadeel van een voortschrijdend gemiddelde, elk nieuwe (jaar)waarde is  $2/3$  gebaseerd op oude waarden van voorgaande jaren) is vooralsnog minder belangrijk, omdat er nog geen analyses in de tijd worden gedaan.

### 3.6 Aggregatie van gegevens en berekeningen

Naast een keuze van de ruimtelijke en temporele eenheden is het ook belangrijk op welke wijze de concentraties en normoverschrijdingen van de bestrijdingsmiddelen ruimtelijk en temporeel geaggregeerd moeten worden. Voor de nieuwe koppeling zal zoveel als mogelijk de gangbare EU en BMA-berekeningswijze en de meer logische keuzes uit de statistiek (gemiddelde) worden gevolgd, die daarmee verschillen van de berekeningen bij de oude koppeling.

Concentraties.

Voor de "oude" koppeling werd: 1) aparte 90% berekeningen voor onder gelijk rapportage grens en erboven per km-hok per jaar gedaan, 2) dan 90% percentiel per 2 jaar berekend en 3) combinatie van gegevens op basis van de volgende regel. Als 90% percentiel boven rapportagegrens voorkomt, dan wordt die genomen, anders werd de waarde op 0 (nul) gesteld. Voor de nieuwe koppeling wordt 1) niet langer onderscheid gemaakt tussen waarden boven en onder/gelijk de rapportagegrens. Voor de waarden onder/gelijk de rapportagegrens wordt de  $1/2$  waarde van de rapportagegrens als rekenwaarde genomen, 2) de logaritme van meetwaarden wordt genomen en 3) de gemiddelde waarde respectievelijk per meetpunt, per maand, per jaar, per 3 jaar, per ruimtelijke eenheid berekend.

De analyse van de correlatie van landgebruik en concentraties wordt, net als bij de oude koppeling, bepaald met een non-parametrische Spearman-correlatie, die eenzijdig wordt getoetst (alleen positieve relaties), zie ook Tabel 1 en 3.

#### Normoverschrijdingen

Bij de oude koppeling werd 1) eerst aparte 90% (MTR of toelatingsnorm) of maximum (DWN) berekeningen voor boven of onder gelijk rapportagegrens (RG) per km-hok per jaar uitgevoerd, 2) daarna werd de waarde bepaald voor twee jaar voor deze 2 RG-categorieën en, 3) vervolgens combinatie van de categorieën op basis van de volgende regel. Als waarden boven RG beschikbaar, vergelijking met norm → wel of niet normoverschrijdend; anders: als waarden gelijk/onder RG groter dan norm → niet toetsbaar, anders niet normoverschrijdend. Bij de oude koppeling was dus slechts bekend of er sprake was van normoverschrijding of niet per km-hok, niet van de mate van normoverschrijding.

Bij de nieuwe koppeling wordt 1) normoverschrijding bepaald per meetpunt-jaar (wel of niet normoverschrijdend<sup>3</sup>) volgens nu gangbare methoden voor de verschillende normen (incl. EQS) en 2) het aantal normoverschrijdende meetpunt-jaar per ruimtelijke-temporele eenheid (minimaal 0, maximaal 22) geteld, 3) dit wordt gecombineerd met het totaal meetpunt-jaar combinaties per ruimtelijk-temporele eenheid.

Voor de bepaling van de correlatie tussen landgebruik en normoverschrijdingen zijn een aantal varianten onderzocht:

- Percentage normoverschrijdende meetpunt-jaar combinaties per ruimtelijke eenheid  
Analysewijze met logistische regressie (incl. oppervlaktevarianten transformatie)
- Wel/niet normoverschrijdend per ruimtelijke eenheid (ten minste één normoverschrijding; vergelijkbaar met oude situatie, maar met andere berekeningswijze), maar analyse nu met logistische regressie (incl. oppervlaktevarianten-transformatie)
- idem; analysewijze als in oude situatie met non-parametrische Mann-Whitney U toets.

In Tabel 5 en 6 zijn de resultaten van de verschillende varianten weergegeven.

Tabel 5. Vergelijking van methoden van analyse van normoverschrijding (km-hokken, 3 jaar, MTR); %no=percentage normoverschrijdingen, pres-no, presentie van normoverschrijding. Gemiddelde per 22 typen landgebruik. Zie voor verdere toelichting tabel 1/2.

type	analyse	n>10	npos	%pos	nsig	%sig	med_sig
%no	logistisch	454	25.6	5.64	7.14	27.8	0.0161
pres-no	logistisch	454	25.2	5.54	7.00	27.8	0.0145
pres-no	Mann-Whitney U	454	28.5	6.28	5.82	20.4	0.0194

<sup>3</sup> N.B. Het aantal normoverschrijdende meetpunten wordt hierbij vergeleken met het aantal niet-normoverschrijdende EN het aantal niet-toetsbare meetpunten.

Uit tabel 5 wordt duidelijk dat de eerste methode over het algemeen iets beter scoort, en de non-parametrische MWU-test (uit de oude koppeling) iets minder goed. Het voorstel is dan ook om vervolgens met de logistische regressie op het % normoverschrijding de relatie tussen normoverschrijding en landgebruik te bepalen.

Uit tabel 6 blijkt dat transformatie van oppervlakten landgebruik tot iets betere (hogere % significanties en lagere waarden van significanties) resultaten leidt. Bij de nieuwe koppeling van het landgebruik met normoverschrijdingen zal het oppervlakte landgebruik logaritmisch worden getransformeerd.

Tabel 6. Vergelijking van oppervlaktecorrectie (landgebruik) voor de analyse van normoverschrijding (km-hokken, 3 jaar, MTR, % no-logistisch). Gemiddelde per 22 typen landgebruik. Zie tabel 1, 2 en 5.

correctie	n>10	npos	%pos	nsig	%sig	med_sig
geen	474	25.6	5.41	7.14	27.8	0.0161
log	474	35.7	7.53	8.41	23.6	0.0152
wortel	474	30.5	6.45	7.73	25.3	0.0107

### 3.7 Normen, van MTR naar EQS

Bij de oude koppeling werden, naast de correlatie tussen landgebruik en concentraties ook de correlatie tussen landgebruik en normoverschrijding bepaald voor het maximaal toelaatbaar risico (MTR), de drinkwaternorm (DWN) en de toelatingsnorm van de College voor de Toelating Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden (Ctgb). Bij de nieuwe koppeling hebben we, naast eerder genoemde normen, te maken met de Europese Environmental Quality Standard (EQS). Hiervan zijn twee varianten, de Annual Average (AA) en de Maximum Acceptable Concentration (MAC). Deze normen vervangen op termijn de MTR. In overleg met de begeleidingscommissie is besloten dat bij de nieuwe koppeling, de correlatie tussen landgebruik en normoverschrijding in principe berekend wordt voor de AA-EQS en MAC-EQS. Alleen als die normen niet aanwezig zijn wordt de berekening uitgevoerd en gepresenteerd voor de MTR. Daarnaast worden altijd voor de DWN<sup>4</sup> en de toelatingsnorm berekeningen uitgevoerd. Zie voor eerste resultaten Tabel 7. Hierin zijn de verschillen van het aantal afgeleide normen voor de verschillende typen normen duidelijk (weinig voor EQS, veel voor DWN etc.). Als je rekening houdt met het lagere aantal afgeleide EQS-normen, dan scoren de Europese normen iets beter wat betreft het aantal significante relaties met landgebruik en niveau van significantie.

<sup>4</sup> In feite is toetsing aan de drinkwaternorm alleen relevant voor een klein aantal innamepunten.

Tabel 7. Resultaten voor vijf normen van de correlatie tussen landgebruik en normoverschrijding (km-hokken, 3 jaar, %no-logistisch, geen oppervlakte transformatie). Gemiddelde per 22 type landgebruik. MTR=Maximaal Toelaatbaar Risico, DWN=Drinkwaternorm, Toeln=Toelatingsnorm Ctgb, AA-EQS en MAC-EQS: Europese normen. Zie voor verdere toelichting Tabel 1 en 2.

	n>0	n>10	%n>10	npos	%pos	nsig	%sig	med_sig
MTR	509.9	454.5	89.1	25.64	5.64	7.136	27.8	0.01607
DWN	594.4	517.8	87.1	34.36	6.64	9.318	27.1	0.00779
Toeln	182.1	168.9	92.7	3.73	2.21	0.955	25.6	0.00392
EQS-AA	62.5	56.4	90.1	6.09	10.81	1.727	28.4	0.01112
EQS-MAC	58.7	53.4	90.9	5.18	9.71	1.409	27.2	0.00568

### 3.8 Statistisch programma: van Genstat naar R

Wat betreft de berekeningen wordt overgestapt van het statistische pakket GENSTAT naar R (R version 2.15.2 (2012-10-26), R Core Team 2012). Hiervoor zijn alle bestaande programma's in GENSTAT herschreven in R. GENSTAT is een zeer gebruikersvriendelijk en sterk doorontwikkeld, maar commercieel pakket. R heeft het grote voordeel dat het freeware is en door een grote gemeenschap vrijwillige deskundigen onderhouden wordt.



## 4. Presentatie van koppelingsproducten

### 4.1 Algemeen

Na de bespreking van de wijze van analyse van de koppeling, zijn er ook diverse wijzen waarop de resultaten van de koppeling gepresenteerd kunnen worden. In dit hoofdstuk worden de eerste versies gepresenteerd van de eerste vier producten van de koppeling (zie par. 2.3).

### 4.2 Resultaten per stof

In de oude situatie werden tabellen getoond die per stof de correlaties tussen landgebruik en concentraties of normoverschrijding (voor alle normen) in klassen met een kleur weergaven. Deze worden ook nu weer getoond, zie bijv. Tabel 8 en 9, met de volgende aanpassingen:

- Er worden geen waarschuwingen meer getoond (hoger of lager dan verwacht). De belangrijkste redenen zijn dat dit gegeven vrijwel niet gebruikt werd en meer vragen opriep dan oplossingen bood.
- Bij de oude koppeling werden alleen de correlaties met de typen landgebruik getoond, waarvan een relatief verbruik van de stof bekend was. Bij de nieuwe koppeling sluiten we ook stoffen uit die in de periode (2009-2011) en de drie jaar ervoor niet(meer) toegelaten zijn.

Tabel 8. Voorbeeld van output van de correlaties tussen landgebruik en concentratie van deltamethrin (stof. nr. = 7) voor de periode 2009-2011. N: 104-295. Landgebruik geordend naar mate van significantie (N.B. hierin nog geen correctie totale oppervlakte).

landgebruik	significantie
suikerbieten	zeer sterk
granen	zeer sterk
vaste planten	sterk
graszaad	sterk
fruitteelt	sterk
aardappels	aanwezig
uien	
asperges	
peulvruchten	
koolsoorten	
bloembollen	
prei	
groentengewassen	
aardbeien	
kasteelten	
bloemisterij	
boomkwekerij	

Tabel 9. Voorbeeld van output van de correlaties tussen landgebruik en normoverschrijding (AA-EQS) van deltamethrin (stof. nr. = 7) voor de periode 2009-2011. Aantal waarnemingen: 104-295, aantal normoverschrijdingen: 4-5. Landgebruik gesorteerd naar significantie als aantal normoverschrijdingen > 3, anders gesorteerd naar aantal waarnemingen. Zie ook verder Tabel 8.

landgebruik	significantie
granen	net niet aanwezig
graszaad	
asperges	
groentengewassen	
suikerbieten	
aardappels	
bloemisterij	
koolsoorten	
uien	
vaste planten	niet berekend
fruitteelt	niet berekend
kasteelten	niet berekend
boomkwekerij	niet berekend
peulvruchten	niet berekend
prei	niet berekend
aardbeien	niet berekend
bloembollen	niet berekend

- Bij de nieuwe koppeling wordt in de kop de range (minimum-maximum) van het aantal waarnemingen weergegeven waarop de correlatie bepaald is (waarneming is als concentratie van stof aanwezig én oppervlakte landgebruik > 0,001 ha in een ruimtelijke eenheid). Bij de correlatie met de normoverschrijdingen wordt daarnaast ook de range van het aantal normoverschrijdingen weergegeven.
- Voor die combinaties stof-landgebruik waarvoor onvoldoende waarnemingen (bijv. <3 normoverschrijdingen) waren voor analyse, wordt de melding gegeven: niet berekend.

We hebben nagegaan hoeveel significante stof-landgebruik correlaties er zijn voor de normoverschrijding (MTR) voor de nieuwe koppeling en in hoeverre die zich verhoudt tot de oudere gegevens: 1997-1998: 54, 1999-2000: 52, 2001-2002: 46, 2003-2004: 52, 2005-2006: 54 en 2009-2011: 42. In de oude koppeling is er bewust voor gekozen om alleen die resultaten van de koppeling te presenteren, waarvan bekend was dat het middel ook gebruikt was. Hiervoor waren twee belangrijke motieven. De eerste was dat hiermee het risico van het presenteren van schijnrelaties verkleind wordt en de tweede dat de focus van de koppeling ligt op de problemen die ontstaan bij toepassing conform het wettelijk gebruiksvoorschrift met bestrijdingsmiddelen. Voor de selectie van de presentatie van koppelingsresultaten zijn er twee bronnen: 1) het relatief verbruik van bestrijdingsmiddelen per gewas uit de CBS bestrijdingsmiddelen enquête en 2) de toelatingen van de Ctgb. Het probleem met het relatief verbruik is dat hierin ook mogelijk illegaal gebruik opgenomen kan zijn in de CBS-enquête en dat van een (onbekend) aantal toegelaten stoffen geen verbruik bekend is, zie tabel 10.

Het verbruik is berekend op basis van gegevens die afkomstig zijn van de bedrijven die hebben deelgenomen aan de landelijke bestrijdingsmiddelenenquête van het CBS, aangevuld met gegevens van het LEI over het gebruik in grasland. Om verschillende redenen komt in deze cijfers niet het volledige verbruik in de land- en tuinbouw tot uiting. Over het geheel van alle stoffen omvat de beschrijving van het verbruik ongeveer 2/3 deel van de afzet op de Nederlandse markt. Het probleem van de informatie van de toelatingen is dat deze informatie niet in een database is opgeslagen en elk jaar handmatig moet worden opgezocht. Veel stoffen die wel worden gemeten (en al dan niet worden aangetoond), zijn (mogelijk) niet meer toegelaten.

Tabel 10. Aantal bestrijdingsmiddelen in de BMA met een relatief verbruik in 2008 bekend is (NMI 3, o.b.v. CBS en LEI) en het aantal stoffen waarvan bekend is of het in de periode 2009-2011 of in de drie jaar daarvoor is toegelaten door de Ctgb.

relatief verbruik	toelating			totaal
	wel	niet	onbekend	
wel	181	12	3	196
geen	69	364	64	497
totaal	250	376	67	693

#### 4.3 Resultaten per type landgebruik

Dit product was niet opgenomen in de oude koppeling. Een voorbeeld hiervan is opgenomen in Tabel 11. Zowel de correlaties met normoverschrijding als met de concentraties zijn hierbij in beschouwing genomen. Voor aardappels zijn er 16 stoffen met een correlatie, waarvan één op basis van normoverschrijding en alle 16 op basis van concentratie.

#### 4.4 Aantal probleemstoffen per type landgebruik

Dit koppelingsproduct was wel aanwezig in de oude BMA en wel voor het laatst in de samenvatting 2005-2006 en werd hier Top10 belastend grondgebruik genoemd (Tabel 12). In Tabel 12 is een voorbeeld voor de drie (groepen) normen weergegeven voor de nieuwe en oude koppeling (en de laatste alleen ter illustratie). Deze nieuwe gegevens zouden zowel in de samenvatting als ook in de BMA weergegeven moeten worden.

Tabel 11. Lijst met stoffen met een correlatie met concentratie of met normoverschrijding per type landgebruik, hier voor aardappels en de mate van significantie. Stoffen zijn geordend naar correlatie (beide, normoverschrijding, concentratie) en naar significantie.

Aardappels		
stof	correlatie	significantie
dimethoaat	beide	zeer sterk
bentazon	concentratie	zeer sterk
chloorprofam (CIPC)	concentratie	zeer sterk
chloorthalonil	concentratie	zeer sterk
esfenvaleraat	concentratie	zeer sterk
flutolanil	concentratie	zeer sterk
oxamyl	concentratie	zeer sterk
pencycuron	concentratie	zeer sterk
linuron	concentratie	sterk
mandipropamide	concentratie	sterk
MCPA	concentratie	sterk
cyhalothrin, lambda-	concentratie	aanwezig
deltamethrin	concentratie	aanwezig
haloxyfop-methyl	concentratie	aanwezig
imidacloprid	concentratie	aanwezig
propamocarbydrochloride concentratie	aanwezig	

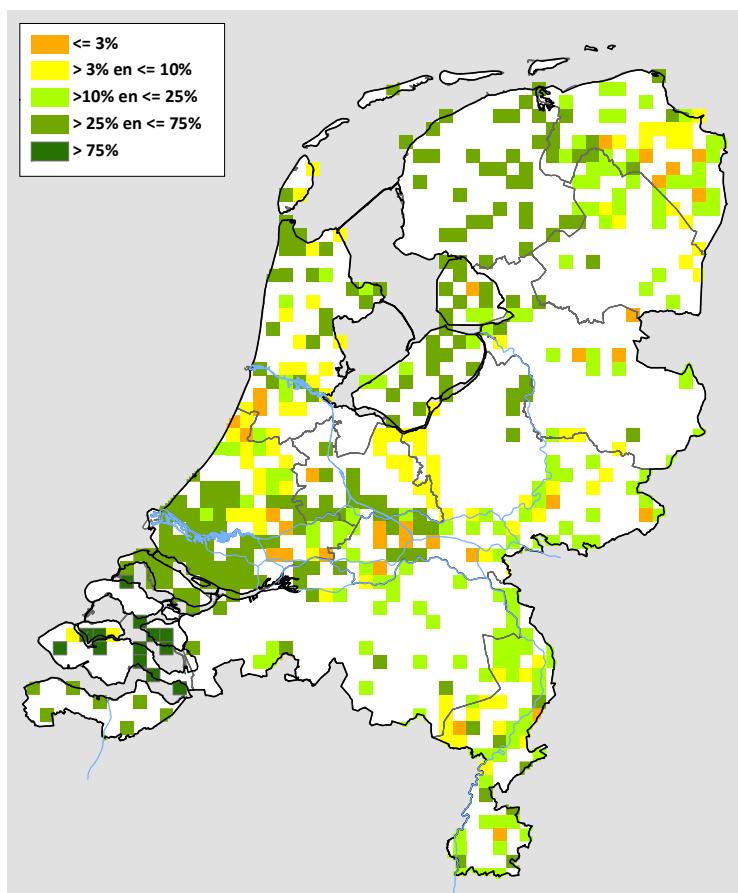
Tabel 12. Top10 belastend landgebruik voor de EQS of MTR, periode 2009-2011; () = aantallen voor de periode 2005-2006 (oude koppeling); N.B. deze laatste alleen getoond ter illustratie.

EQS of MTR	n	DWN	n	Toelatingsnorm	n
kasteelten	17 (12)	kasteelten	28 (21)	kasteelten	6 (5)
bloemisterij	7 (12)	bloembollen	14 (26)	bloemisterij	4 (5)
bloembollen	5 (10)	granen	13 (11)	bloembollen	2 (1)
groentengewassen	2 (0)	bloemisterij	10 (32)	boomkwekerij	1 (2)
boomkwekerij	2 (5)	aardappels	10 (12)	aardbeien	0 (1)
fruitteelt	2 (2)	suikerbieten	5 (0)	aardappels	0 (1)
suikerbieten	1 (0)	uien	5 (11)		
aardbeien	1 (3)	boomkwekerij	5 (12)		
granen	1 (0)	graszaad	4 (8)		
graszaad	1 (0)	fruitteelt	3 (0)		
aardappels	1 (3)	groentengewassen	3 (9)		
koolsoorten	1 (2)	koolsoorten	2 (0)		
uien	1 (0)	peulvruchten	2 (0)		
		handelsgewassen	2 (0)		
		mais	1 (0)		
		prei	1 (0)		

#### 4.5 Te meten stoffen per waterbeheerder

In de oude koppeling was een product opgenomen “gemeten versus verwacht”, zie Figuur 5. Dit betrof het percentage gemeten bestrijdingsmiddelen van het totaal aantal bestrijdingsmiddelen dat gegeven het landgebruik verwacht kan worden in een zogenaamd atlasblok. De methode hiervoor is, vreemd genoeg, nooit in een verslag of notitie beschreven. Het werd als volgt berekend: op grond van het landgebruik in de meest recente periode per atlasblok (5x5 km) en de correlaties tussen landgebruik en concentraties (op het niveau van km-hokken) is het aantal stoffen bepaald wat in het oppervlaktewater zou kunnen worden aangetroffen gezien het landgebruik. Vervolgens is van deze stoffen voor het betreffende atlasblok het aantal stoffen bepaald waarvan tenminste één meting heeft plaatsgevonden. Dit aantal is uitgedrukt als een percentage van het totaal aantal stoffen (bron: toelichting oude versie van website BMA).

In Figuur 5 is voor de periode 2005-2006 berekend in hoeverre de verwachte stoffen op basis van het landgebruik in een regio zijn opgenomen in het meetprogramma van de waterbeheerders. In de provincies Zeeland, Friesland en Flevoland zitten de meeste stoffen die in het water verwacht kunnen worden in de meetprogramma's. Maar in het noordelijk deel van Zuid-Holland (het bloembollengebied), de Gelderse vallei, de Peel en het zuidelijk deel van Groningen wordt aan minder dan 10 procent van de te verwachten middelen gemeten.



Figuur 5. Het percentage gemeten bestrijdingsmiddelen van het totaal aantal bestrijdingsmiddelen dat gegeven het landgebruik verwacht kan worden per atlasblok (5 km x 5 km), periode 2005-2006.

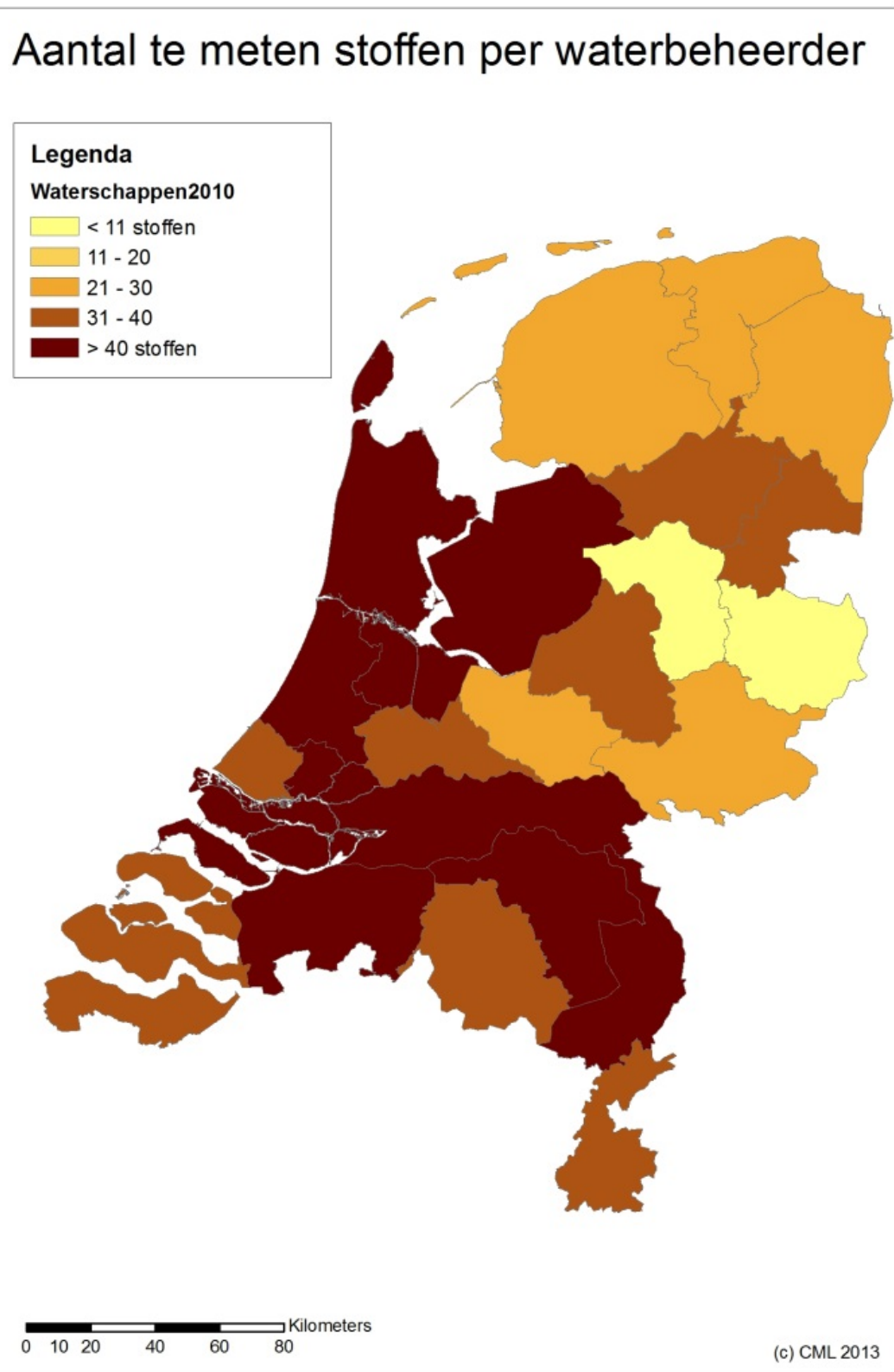
Voor de nieuwe koppeling is een variant gemaakt, die meer informatie geeft, nl. welke *belangrijke* stoffen *waterbeheerders* zouden moeten meten, gegeven het landgebruik in hun beheersgebied en gegeven de gevonden significante correlaties. Hierbij is uitgegaan van zowel significante correlaties met de concentraties als van de normoverschrijdingen (EQS/MTR). Daarnaast is rekening gehouden met het relatieve oppervlakte (RO) en met het relatief verbruik (RV). Per waterbeheerder is per stof een score bepaald:

$$\text{Score (stof, landgebruik)} = \text{RO (landgebruik)} \times \text{RV (stof, landgebruik)} \times \text{NOfactor.}$$

De NO (normoverschrijdings)factor is 1 als er een significante correlatie is tussen landgebruik en normoverschrijding (EQS/MTR) en ½ er alleen een significante correlatie is tussen landgebruik en concentratie. Een significante correlatie met normoverschrijding wordt dus zwaarder meegewogen dan een significante correlatie met de concentratie. De weegwaarde van een ½ is bepaald op basis van de verwachting van de gemiddelde meetwaarde onder de norm. Dit is dus een waarde per stof per type landgebruik per waterbeheerder. Vervolgens vindt een sommering plaats per waterbeheerder, per stof over alle typen landgebruik. Tenslotte wordt de relatieve bijdrage van elke stof per waterbeheerder vastgesteld. Zie Tabel 13 voor één van de waterbeheerders. In Figuur 6 is weergegeven hoeveel stoffen per waterbeheerder moeten worden gemeten om ten minste 95% van de scores van de relevante stoffen te dekken.

Tabel 13. De te meten stoffen per waterbeheerder (hier voor het Hoogheemraadschap van Rijnland) op basis van significante correlaties met normoverschrijding en concentraties per type landgebruik. Relatieve bijdrage stoffen bepaald op basis van relatieve oppervlakte, relatief verbruik en een weegfactor, zie ook tekst. Alleen de stoffen die bijdragen aan de eerste 75% zijn getoond

Hoogheemraadschap van Rijnland			
stof	relatieve bijdrage (%)	stof	relatieve bijdrage (%)
dichlobenil	11.87	pendimethalin	2.03
glyfosaat	8.98	bifenox	1.98
pirimifos-methyl	5.21	fenpropidin	1.97
thiofanaat-methyl	4.80	chloorpyrifos	1.89
carbendazim	3.06	topramezon	1.64
isoproturon	2.96	linuron	1.56
prochloraz	2.66	chloorthalonil	1.56
metsulfuron-methyl	2.60	mandipropamide	1.35
iodosulfuron(-methyl-natrium)	2.55	flutolanil	1.35
terbutylazin	2.35	pencycuron	1.35
dimethoat	2.17	MCPA	1.29
procymidon	2.14	bitertanol	1.26
fenpropimorf	2.13	oxamyl	1.20
fipronil	2.07		



Figuur 6. Het aantal te meten stoffen per waterbeheerder op basis van de aangetroffen significante koppelingen tussen landgebruik en bestrijdingsmiddelen (concentraties en normoverschrijdingen); het aantal is bepaald voor 95% van de stofscores per waterbeheerder (zie ook tekst).



## **5. Vervolg en aanbevelingen**

### **5.1 Algemeen**

In dit hoofdstuk komen de noodzakelijke stappen kort aan de orde om de resultaten van deze studie te implementeren in de nieuwe BMA. Daarnaast geven wij enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek om de koppeling verder te ontwikkelen en om de resultaten beter te kunnen presenteren.

### **5.2 Implementatie in de BMA website**

Het gaat hierbij om de definitieve berekeningen, op basis van alle gemaakte keuzen in deze studie, en de implementatie ervan in de website. Voor deze fase is samenwerking nodig met Royal Haskoning-DHV (onderaannemer bij CML). Het CML is hierbij hoofdopdrachtnemer en centraal aanspreekpunt.

Belangrijke taken hierbij zijn:

- Definitieve statistische en productberekeningen (CML);
- Aanleveren toelichtende teksten voor website (CML);
- Overleg over omzetting in webproducten (CML-RHK);
- Ontwerp Koppeling voor BMA-website (RHK);
- Testen Koppeling-website (RHK en CML);
- Definitief plaatsen op website (RHK);
- Informatief bericht aan alle (potentiële) gebruikers (CML).

### **5.3 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek koppeling**

#### **5.3.1 Land- en middelengebruik, en toelatingen 2012**

Het zou goed zijn om in de toekomst de gegevens van 2012 te gebruiken. Enerzijds gaat het hierbij om de landgebruik gegevens (LGN7) en anderzijds om de gegevens van de CBS bestrijdingsmiddelen enquête. Een belangrijk punt van aandacht, dat nu nog niet kon worden uitgewerkt (want alleen informatie van 2008 beschikbaar), is hoe om te gaan als van meerdere jaren informatie beschikbaar is. Met welk land- en middelengebruik en hoe wordt de periode gekoppeld?!

Ook zou het goed zijn als de informatie van de toelatingen van bestrijdingsmiddelen gemakkelijker en meer gedetailleerd beschikbaar zouden zijn. Deze informatie zou geautomatiseerd moeten worden en van elke stof-landgebruik combinatie zou bekend moeten zijn in welke periode(n) (dus begin- en einddatum) deze is toegelaten. Dit zou incl. informatie moeten zijn over opgebruiktermijnen. Daarnaast zou moeten worden onderzocht hoe de informatie over het relatief verbruik van de CBS-bestrijdingsmiddelen enquête zich verhoudt tot deze toelatingsinformatie. Wat kunnen we leren van de discrepanties en hoe moeten we hiermee omgaan in de presentatie van de gegevens?

### **5.3.2 Ruimtelijke eenheden: schematisatie KRW-verkenner**

Wij bevelen aan om de mogelijkheden verder te verkennen van het toekomstig gebruik van de gebiedsschematisatie van de KRW-verkenner. Deze heeft een paar voordelen in vergelijking met de afwateringseenheden GAF90, zie par. 3.2.. Hiervoor zou overleg met en deelname aan KRW-verkenner-projecten nodig zijn.

### **5.3.3 Wijze van analyse**

Momenteel is de methodiek op basis van simpele correlaties en regressies: één verklarende variabele. In vervolgstappen zou dit opgewerkt kunnen worden door gebruik te maken van partiële correlatie of multiële regressie statistiek waardoor bijv. ook informatie over teelten die vaak samen voorkomen kan worden meegenomen. Hierdoor kan beter rekening worden gehouden met mogelijke schijnrelaties. Een andere veelbelovende analysetechniek die zou kunnen worden onderzocht is die van multiple decision trees.

Bij de analyse van de koppeling tussen landgebruik en normoverschrijdingen is overgestapt van non-parametrische naar parametrische toets-methoden. We bevelen aan om dit ook nader te onderzoeken voor de koppeling tussen landgebruik en concentraties.

Voorts wordt aanbevolen om te analyseren van hoeveel normoverschrijdende stoffen significante correlaties met concentraties en normoverschrijdingen worden gevonden? Wat te doen met belangrijke normoverschrijdende stoffen, waarvoor we geen significante correlaties vinden?

## **5.4 Aanbevelingen voor toekomstige producten**

### **5.4.1 Vergelijking in de tijd**

Een eerste aanbeveling is om te overwegen om naast de berekening en presentatie van de resultaten van de meest recente periode, dit ook uit te voeren voor de voorgaande periodes. Hierdoor kunnen ontwikkelingen in de tijd in meest belastende stoffen en typen landgebruik worden gevolgd. Hiervoor moeten dan wel nog keuzes worden gemaakt, bijv. wordt gebruik gemaakt van de normen behorende bij die periode/jaren of alleen van de meest recente normen (gangbare werkwijze BMA)?

### **5.4.2 Welke resultaten presenteren?**

Nu worden alleen die resultaten gepresenteerd, waarvoor per stof een verbruik per landgebruik(teelt) bekend was uit de CBS-bestrijdingsmiddelenenquête. Hiervoor waren twee belangrijke redenen: het voorkomen van presenteren van schijnrelaties en de wens (vanuit de BC) om alleen legale problemen te traceren. De informatie over relatief verbruik heeft echter tekortkomingen. Er zou beter gebruik kunnen worden gemaakt van meer gedifferentieerde informatie over toelatingen (incl. opgebruiktermijn) in relatie tot de teelt/toepassing/landgebruik. Voorts zou ook het probleem van de schijnrelaties deels met

aangepaste rekenwijzen opgelost kunnen worden. Tenslotte verdienen ook de stoffen waarvoor wel (voldoende) normoverschrijdingen, maar niet direct een verband met een (toegelaten) gebruik wordt gevonden nader onderzoek.

### 5.4.3 Aanvullende producten

De nieuwe koppeling is nu uitgewerkt voor twee nieuwe en twee oude producten. Er zijn meer producten mogelijk, waarvan we nu een doorkijkje geven.

1. Verwachtings- of voorspellingskaarten per stof om te bepalen of *in de verschillende afwateringseenheden* binnen een waterbeheersgebied (i.c. waterschap) wel de juiste bestrijdingsmiddelen worden gemeten. Van elke teelt weten we namelijk met welke bestrijdingsmiddelen er een duidelijke koppeling is tussen landgebruik en concentratie/normoverschrijding. Met deze informatie kan worden nagegaan of in een gebied (i.c. afwateringseenheid) waarin dat landgebruik voorkomt, de betreffende stoffen ook inderdaad worden gemeten. Deze stoffen zouden waterbeheerders in hun meetprogramma's moeten opnemen. Dit product was ook al aanwezig in de oude versie van de koppeling. In de nieuwe koppeling is een verwant product opgenomen, nl. welke (en niet *waar*) stoffen te meten binnen een waterbeheersgebied.
2. Het nu nieuw ontwikkelde product 'te meten stoffen per waterbeheerder' geeft nu alleen aan welke stoffen zouden moeten worden gemeten, gegeven de gevonden correlaties met concentraties en normoverschrijdingen. Er zijn nog twee duidelijke verbeteringen mogelijk. Op de eerste plaats zou de wegingsfactor meer realistisch berekend kunnen worden op basis van de gemeten waarden. Dus in plaats van de factor 1 voor de normoverschrijding, hier de gemiddelde normoverschrijding, zodat stoffen die meer de norm overschrijden zwaarder meewegen. Hetzelfde geldt ook voor de correlatie van de concentratie, om hier de gemiddelde normoverschrijding (waarschijnlijk tussen 0 en 1) te bepalen en te gebruiken als weegfactor. Een tweede verbetering is om de score per stof te vergelijken met de meetinspanning ervan. Hiermee kan worden bepaald in hoeverre de meetinspanning overeenkomt met de noodzakelijke inspanning gegeven het landgebruik en de gevonden correlaties. Deze verbeteringen zijn belangrijk voor het onderhouden van het bestrijdingsmiddelenmeetnet ten aanzien van de juiste stoffen.
3. Nu is het aantal probleemstoffen per teelt als product opgenomen, maar dit zou kunnen worden uitgebreid. Bijvoorbeeld zou dit aantal gerelateerd kunnen worden aan het totaal aantal middelen dat bij dat landgebruik mag worden toegepast, zie bijv. Tabel 14. Ook de hoeveelheid normoverschrijdingen per teelt kan worden weergegeven. Voor een voorbeeld hiervan verwijzen we naar Tamis *et al.* (2012).

Tabel 14: het aantal (n) overschrijdende bestrijdingsmiddelen in Nederland van de MTR voor de periode 1997-2006 per type landgebruik en % van totaal aan middelen gebruikt in die typen landgebruik. Typen landgebruik zijn eerst geordend (pos) naar aantal en % overschrijdende bestrijdingsmiddelen in periode 2005-2006 (bron: Tamis *et al.* 2012).

landgebruik	1997-1998			1999-2000			2001-2002			2003-2004			2005-2006			1997-2006	
	n	%	pos	n	%	pos	n	%	pos	n	%	pos	n	%	Pos	n	pos
kasteelten	8	5,6	1	10	7,0	2	10	7,0	1	11	9,7	1	12	10,6	1	25	1
bloemisterij	6	4,3	2	10	7,2	1	8	5,8	2	11	8,7	2	12	9,5	2	25	1
bloembollen	4	3,9	5	1	1,0	15	3	2,9	6	7	9,1	3	10	13,0	3	14	3
boomkwekerij	1	0,8	19	4	3,1	6	4	3,1	4	3	3,3	5	5	5,4	4	11	5
aardbeien	1	1,3	17	2	2,6	8	2	2,6	10	2	4,2	10	3	6,3	5	6	8
aardappels	3	3,2	9	1	1,0	14	2	2,1	13	3	5,1	4	3	5,1	6	6	8
koolsoorten	4	6,7	4	7	11,7	3	0	0,0		2	5,9	8	2	5,9	7	13	4
fruitteelt	3	3,2	8	0	0,0		4	4,3	3	0	0,0		2	3,4	8	6	8
mais	4	8,2	3	4	8,2	4	2	4,1	8	1	7,7	11	1	7,7	9	5	11
asperges	1	2,8	14	1	2,8	11	3	8,3	5	2	7,4	7	1	3,7	10	5	11
suikerbieten	3	3,9	6	4	5,1	5	2	2,6	11	1	3,1	14	1	3,1	11	7	6
graszaad	1	2,0	16	0	0,0		2	4,0	9	1	3,1	15	1	3,1	12	4	14
granen	3	3,7	7	1	1,2	13	2	2,4	12	1	1,7	17	1	1,7	13	4	14
peulvruchten	2	3,5	10	3	5,3	7	0	0,0		1	3,7	13	0	0,0		6	7
groentegewas.	2	2,8	11	1	1,4	12	0	0,0		2	4,4	9	0	0,0		5	11
verharding	1	3,7	12	1	3,7	10	2	7,4	7	2	28,6	6	0	0,0		4	14
uien	1	1,3	18	2	2,6	9	0	0,0		1	2,4	16	0	0,0		4	14
vaste planten	n.v.t.			n.v.t.			n.v.t.			1	7,7	11	0	0,0		1	18
bladgroenten	1	3,1	13	0	0,0	20	0	0,0		0	0,0		0	0,0		1	18
prei	1	2,4	15	0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0		1	18
grasland	0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0		0	20

## 6. Referenties

De Graaf, H.J. & De Snoo, G.R., 2003, Technische beschrijving van de Atlas "Bestrijdingsmiddelen in het Nederlandse oppervlaktewater" en een verkenning koppeling van meetgegevens aan landgebruik, notitie 36, CML, Leiden.

Heuvelink, G.B.M., Kruijne, R. & Musters, C.J.M. , 2011, Geostatistische opschaling van concentraties van gewasbeschermingsmiddelen in het Nederlandse oppervlaktewater. Alterra, Wageningen.

Kruijne, R., Van der Linden, A.M.A., Deneer, J.W., Groenwold, J.G. & Wipfler, E.L., 2011, Dutch Environmental Risk Indicator for Plant Protection Products, Appendices NMI 3, Wageningen, Alterra, report 2250.2.

Van der Linden, A.M.A, Luttik, R., Groenwold, J.G., Kruijne, R. & Merkelbach, R.C.M., 2008, Dutch Environmental Indicator for plant protection products version 2. Input, calculation and aggregation procedures, RIVM report 607600002/2008, Bilthoven.

R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Van den Roovaart, J., Meijers, E., Smit, R., Cleij, P., Van Gaalen, F. & Witteveen, S., 2012, Landelijke pilot KRW-Verkenner; effecten van beleidsscenario's op de nutriëntenkwaliteit, rapport 1205716-00, Deltares, Utrecht.

Tamis, W.L.M., Van 't Zelfde, M. & Hoefsloot, J.M.P., 2004, Technische rapportage van het project Bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater en koppeling van meetgegevens aan grondgebruik – MEBOL-, notitie 38, CML, Leiden.

Tamis, W.L.M. & van 't Zelfde, M., Vijver, M.G. & de Snoo, G.R., 2012, Bronnen van bestrijdingsmiddelen: buitenland en landbouw (hoofdstuk 8). In: Snoo, G.R, de & Vijver, M.G. (Eds.), *Bestrijdingsmiddelen waterkwaliteit*, pp. 97-110. ISBN: 978-90-5191-170-1

De Werd, H.A.E., Kruijne, R. Wingelaar, G.J., Tamis, W.L.M., Jilderda, K., Van der Linden, A.M.A., Kalf, D. , Van de Hulst, W., Heuvelink, G.B.M., Van Griethuysen, C., 2011, Interpretation of surface water monitoring results in the authorisation procedure of plant protection products in the Netherlands; including a draft protocol for causal analysis etc, Wageningen, Ministerie van E.L.I.

Van 't Zelfde, M., Tamis, W.L.M. Vijver, M.G., & de Snoo, G.R. (2012), Linking land use with pesticides in Dutch surface waters, *Comm. Appl. Biol. Sci*, Ghent University, 76/2, 2012.

Van 't Zelfde, M. Musters, C.J.M., Tamis, W.L.M. & Vijver, M.G., 2010, Technische rapportage van project: Bestrijdingsmiddelenatlas Kader Richtlijn Water (KRW) proof, rapport 181, CML, Leiden.



## Bijlagen

Vertaaltabel van gewassen in de NMI 3 (open teelt) naar gewassen in GeoPEARL (versie juli 2013).

Sector naam	GeoPEARL naam		NMI naam
akkerbouw	aardappelen	potatoes	AARDAPP_CONS
			AARDAPP_FABR
			AARDAPP_POOT
	bieten	sugarbeets	SUIKERBIETEN
	bladgroenten	leafvegetables	CICHOREI
	granen	cereals	WINTERTARWE
			ZOMERGERST
			ZOMERTARWE
	graszaad	grass-seed	GRASZAAD
	handelsgewassen	plantsfor commercial purposes	VLAS
overige akkerbouw	remainingagriculturalcrops	KOOLZAAD	
peulvruchten	legumes	BRUINE_BONEN	
		ERWTEN_GROEN	
uien	onions	POOT_PLANTUIEN	
		ZAAIUIEN	
bloembollenteelt	bol	flowerbulbs	GLADIOLEN
			HYACINTEN
			IRISSEN
			LELIES
			NARCISSEN
			TULPEN
boomkwekerij	bloemisterij	floriculture	BLOEMKWEKERIJ
			ROZENSTRUIKEN
			VASTE_PLANTEN
	boomkwekerij	tree nurseries	BOS_HAAGPLANTSN
			LAAN_PARKBOMEN
			SIERCONIFEREN
fruitteelt	fruitteelt	fruitculture	APPELEN
			PEREN
groenteteelt vollegrond	aardbeien	strawberries	AARDBEIEN
	asperges	asparagus	ASPERGES
	groentegewassen	vegetables	SCHORSENEREN
			WAS_BOSPEEN
			WINTERPEEN
			WITLOFWORTEL
	koolsoorten	cabbage	BLOEMKOOL
			BROCCOLI
			SLUITKOOL
			SPRUITKOOL
peulvruchten	legumes	STAMBONEN	
prei	leek	PREI	
veehouderij	gras	grass	GRASLAND
	maïs	maize	SNIJMAÏS